

AKCE

LÁVKA PŘES ŘEKU OLŠI - PŘESHRANIČNÍ PROPOJENÍ KARVINÉ A HAŽLACHU

ZADAVATEL



Statutární město KARVINÁ
Fryštátská 72/1
733 24 Karviná - Fryštát



PŘEKRAČUJEME HRANICE
PRZEKRACZAMY GRANICE
2014—2020



EVROPSKÁ UNIE / UNIA EUROPEJSKA
EVROPSKÝ FOND PRO REGIONÁLNÍ ROZVOJ
EUROPEJSKI FUNDUSZ ROZWOJU REGIONALNEGO



EUROREGION
ŚLĄSKIE SILEZSKO
ŚLĄSK CIESZYŃSKI


ZMĚNA VÝKRESU:

Č. ZMĚNY	PŘEDMĚT ZMĚNY	ZMĚNU PROVEDL	PODPIS	DATUM ZMĚNY
1				
2				
3				

SO 201

SOUŘADNICOVÝ SYSTÉM : JTSK

VÝŠKOVÝ SYSTÉM : B.p.v.

VEDOUCÍ PROJEKTANT - HIP	ING. ROMAN KOTAS	Kotas	 DOPRAVOPROJEKT OSTRAVA	
ZODPOVĚDNÝ PROJEKTANT	ING. JAKUB VAŠEK	vašek		
VYPRACOVAL	ING. JAKUB VAŠEK	vašek		
KONTROLOVAL	ING. MARTINA PAPESCHOVÁ	Pap		
KRAJ, MĚÚ, ObÚ	MORAVSKOSLEZSKÝ KRAJ, KARVINÁ			
OBJEDNATEL	STATUTÁRNÍ MĚSTO KARVINÁ			
NÁZEV AKCE: LÁVKA PŘES ŘEKU OLŠI - PŘESHRANIČNÍ PROPOJENÍ KARVINÉ A HAŽLACHU NÁZEV OBJEKTU: SO201 LÁVKA PŘES ŘEKU OLŠI			DATUM	10/2023
			FORMÁT	A4
			MĚŘÍTKO	
			STUPEŇ	DPS
			ZAK. ČÍSLO	210125
NÁZEV VÝKRESU: STATICKÝ VÝPOČET			Č. SOUPRAVY	Č. VÝKRESU 16

STATICKÝ VÝPOČET

LÁVKA PŘES ŘEKU OLŠI
PŘESHraniční propojení Karviné a Hažlachů

Stupeň: Dokumentace pro provádění stavby



PŘEKRAČUJEME HRANICE
PRZEKRACZAMY GRANICE
2014—2020



EVROPSKÁ UNIE / UNIA EUROPEJSKA
EVROPSKÝ FOND PRO REGIONÁLNÍ ROZVOJ
EUROPEJSKI FUNDUSZ ROZWOJU REGIONALNEGO



EUROREGION
TĚŠÍNSKÉ SLEZSKO
ŚLĄSK CIESZYŃSKI

OBSAH:

1. ÚVOD	3
1.1. IDENTIFIKAČNÍ ÚDAJE LÁVKY	3
1.2. ZÁKLADNÍ ÚDAJE O MOSTĚ	4
1.3. ÚČEL STATICKÉHO VÝPOČTU	4
1.4. CHARAKTER PŘEKÁŽEK A PŘEVÁDĚNÉ KOMUNIKACE	4
1.4.1. Převáděná komunikace	4
1.4.2. Překážky	4
1.5. STRUČNÝ POPIS KONSTRUKCE	4
1.5.1. Popis modelu	5
1.5.2. Materiál konstrukce	5
1.6. POUŽITÁ LITERATURA	5
1.7. POUŽITÝ SOFTWARE	5
1.8. PŘEHLEDNÉ VÝKRESY	6
1.8.1. Půdorys	6
1.8.2. Podélný řez	6
1.8.3. Příčný řez	6
2. VÝPOČTOVÉ MODELY	7
2.1. MATERIÁLY	7
2.2. PRŮŘEZY	8
2.2.1. Prutové prvky	8
2.2.2. Skořepinové prvky	9
2.3. PODPORY MODELU	10
2.4. INFORMACE O MODELU	10
3. MODEL PRO DYNAMICKOU ANALÝZU	10
4. ZATÍŽENÍ	11
4.1. ZATÍŽENÍ STÁLÉ	11
4.2. ZATÍŽENÍ SILNIČNÍ DOPRAVOU	12
4.3. VODOROVNÉ SÍLY	12
4.4. KOMBINACE OD DOPRAVY	12
4.5. KLIMATICKÉ ZATÍŽENÍ	13
4.6. DYNAMICKÁ ANALÝZA	14
4.6.1. Třída pohody	14
4.6.2. Třídy provozu a zatížení lávek pro chodce	14
4.7. KOMBINACE ZATÍŽENÍ	15
4.7.1. Kombinační vzorce pro MSÚ	15
4.7.2. Kombinační vzorce pro MSP	15
5. PŘEDPOKLÁDANÝ POSTUP VÝSTAVBY	15
6. VÝSLEDKY NUMERICKÉ ANALÝZY	16
6.1. VNITŘNÍ SÍLY	16
6.2. ZATÍŽENÍ VE VRCHOLU OPĚRY	16
6.3. DEFORMACE	16
6.4. VLASTNÍ TVARY	16
7. POSOUZENÍ OCELOVÝCH PRVKŮ	17
7.1. MEZNÍ STAV ÚNOSNOSTI	17
7.1.1. Hlavní nosník	17
7.1.2. Podélníky	17
7.1.3. Příčníky	17
7.1.4. Ztužidla	18
7.1.5. Hlavní nosné lano	19
7.1.6. Závěsy	19
7.2. MEZNÍ STAV POUŽITELNOSTI	19
7.2.1. Omezení průhybu	19
8. POSUDEK BETONOVÉ OPĚRY	19
8.1. VSTUPNÍ ÚDAJE	20
8.1.1. Materiál	20
8.1.2. Zatížení v hlavě opěry	20
8.1.3. Schéma výztuže + MSÚ tok napětí	20
8.1.4. MSÚ - Pevnost betonu + napětí ve výztuži	21
8.1.5. MSP - Pevnost betonu + napětí ve výztuži	21
8.1.6. Šířka trhliny + posudek	22
8.2. SOUHRNNÁ TABULKA VÝSLEDKŮ	22
9. DYNAMICKÁ ANALÝZA	22
9.2. BUDÍCÍ SÍLY A HODNOTY ZRYCHLENÍ	23
10. NAVRŽENÉ PRŮŘEZY A MATERIÁL	25
11. ZÁVĚR	25

1. ÚVOD

1.1. IDENTIFIKAČNÍ ÚDAJE LÁVKY

Stavba a objekt číslo: Lávka přes řeku Olši – přeshraniční propojení Karviné a Hažlach

Název lávky: SO201 – Lávka přes řeku Olši

Ev. číslo mostu: Určí budoucí správce lávky

Katastrální území:

Česká republika:

k.ú. Louky nad Olší [687308]

Okres Karviná

Obec Louky

Moravskoslezský kraj

Polsko:

Województwo: śląskie

Powiat: cieszyński

Jednostka ewidencyjna: 240308_2 Hažlach

Obręb: 0004 Pogwizdów

Pozemní komunikace: Pozemní komunikace pro pěší a cyklisty s volnou šířkou 3,5m

Bod křížení: Y = 448684,208, X = 1107461,734

Staničení začátku úpravy, všechny podpěry, křížení a konec úpravy:

OP1 km 0,018 500

OP2 km 0,087 500

Staničení přemostňované překážky:

Y = 448684,208, X = 1107461,734

Úhel křížení: 89,23°

Volná výška: neomezena

1.2. ZÁKLADNÍ ÚDAJE O MOSTĚ

Charakteristika mostu	Trvalá, visutá ocelová lávka, jednopólová, s dřevěnou mostovkou, jednopodlažní
Délka přemostění:	68,0 m
Délka mostu	77,59 m
Délka nosné konstrukce:	69,7 m
Rozpětí jednotlivých polí:	69,0 m
Šikmost mostu:	kolmý
Volná šířka mostu:	3,5 m
Šířka průchozího prostoru veřejného nebo nouzového chodníku:	Není chodník, volná šířka lávky 3,5m
Šířka mostu:	4,9 m
Výška mostu nad terénem:	7,02 m
Stavební výška:	0,7 m
Plocha nosné konstrukce:	292,74 m ²
Zatížení mostu:	ČSN EN 1991-2, rovnoměrné zatížení 4kN/m ² a obslužné vozidlo 6 t.
Minimální zatížitelnost:	4kN/m ²
Důležitá upozornění:	Nejsou

1.3. ÚČEL STATICKÉHO VÝPOČTU

Statický výpočet byl proveden za účelem návrhu dimenzí konstrukčních částí nosné konstrukce a spodní stavby. Předmětem úvodní části statického výpočtu je popis numerického modelu, ze kterého byly převzaty vnitřní síly, které byl následně posouzeny. Dílčí posudky jsou uvedeny v příloze statického výpočtu.

1.4. CHARAKTER PŘEKÁŽEK A PŘEVÁDĚNÉ KOMUNIKACE

1.4.1. Převáděná komunikace

Převáděnou komunikací je cyklostezka s volnou šířkou 3,5m. Lávka je navržena s ohledem na budoucí propojení břehů řeky Olše pro pěší a cyklisty. Niveleta na lávce je vedena ve výškovém oblouku. Půdorysně je vedena v přímé.

1.4.2. Překážky

Překážku pro přemostění tvoří koryto a přilehlá berma řeky Olše. Niveleta je navržena tak, aby byl dodržen požadavek pro překročení hladiny stoleté vody s rezervou min. 1,0 m a zároveň aby byla zachována dostatečná podjezdná výška na bermě pro správce vodního toku.

1.5. STRUČNÝ POPIS KONSTRUKCE

Lávka staticky působí jako visutá konstrukce o jednom poli s bodovým uložením na opěrách. Založení lávky je hlubinné na velkopřůměrových pilotách. Opěry jsou železobetonové, monolitické designovaného tvaru. Na vrcholu opěry jsou navrženy styčnickové plechy, do kterých je kotveno nosné lano (neprůběžné). Nosné lano je za opěrami kotveno do samostatných kotevních bloků. Na nosném lanu je za pomoci táhel zavěšena ocelová mostovka z dvojice svařovaných nosníků. Podélníky, příčníky a diagonální výztuhy jsou

tvořeny z válcovaných ocelových nosníků. Povrch mostovky je navržen z dřevěných trámů z tvrdého dřeva.

1.5.1. Popis modelu

Ke globální analýze lávky byl vytvořen numerický konečnoprvkový model v programu MIDAS Civil, který svou geometrií odpovídá projektovanému stavu. V modelu byly použity prutové i deskostěnové konečné prvky. Numerický model je nelineární s využitím konstrukční nelinearity. Při vyšetřování vnitřních sil bylo použito zjednodušení ve formě principu superpozice, neboť v kombinaci je vždy pouze několik málo zatěžovacích stavů. Zkreslení výsledků je tak minimální.

1.5.2. Materiál konstrukce

a) Beton

Pro výpočet zatížení od vlastní váhy mostu byla použita databáze statického programu. Objemová tíha činí 25 kN/m^3 .

b) Ocelové prvky

Pro výpočet byly použity materiálové charakteristiky oceli třídy S235 a S355. Objemová tíha $78,5 \text{ kN/m}^3$.

c) Nosná lana

Visuté lano a závěsy jsou navrženy z netočivých spirálovitých pramenných lan různých průměrů zatížených do skupiny B dle ČSN EN 1993-1-11.

Modul pružnosti lan je uvažován hodnotou 165 GPa (v závislosti na tuhosti lana).

d) Betonářská výztuž

V numerickém modelu nebyla uvažována. Pro posouzení průřezů byla použita betonářská žebříková výztuž jakosti B500B.

1.6. POUŽITÁ LITERATURA

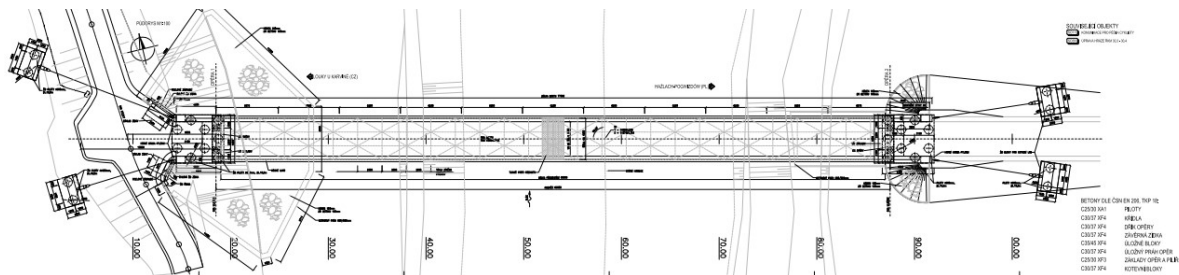
- [1] ČSN EN 206-1 Beton – Specifikace, vlastnosti, výroba a shoda
- [2] ČSN EN 1990 Zásady navrhování konstrukcí
- [3] ČSN EN 1991-2 Zatížení konstrukcí – Část 2: Zatížení mostů dopravou
- [4] ČSN EN 1992 Navrhování betonových konstrukcí – soubor norem
- [5] ČSN EN 1993 Navrhování ocelových konstrukcí – soubor norem
- [6] Design of Lightweight Footbridges for Human Induced Vibrations, Christoph Heinemeyer, Christiane Butz, Andreas Keil, Mike Schlaich, Arndt Goldack, Stefan Trometer, Mladen Lukić, Bruno Chabrolin, Arnaud Lemaire, Pierre-Olivier Martin, Álvaro Cunha, Elsa Caetano, JRC Scientific and technical reports, 2009
- [7] Navrhování lávek citlivých na dynamické účinky chodců, Vůjtěch, Žitný, 2018
- [8] Bridge Deck Behaviour - E.C. Hambly, 1991
- [9] Vrtané piloty, Jan Masopust, Čeněk a Ježek, 1994

1.7. POUŽITÝ SOFTWARE

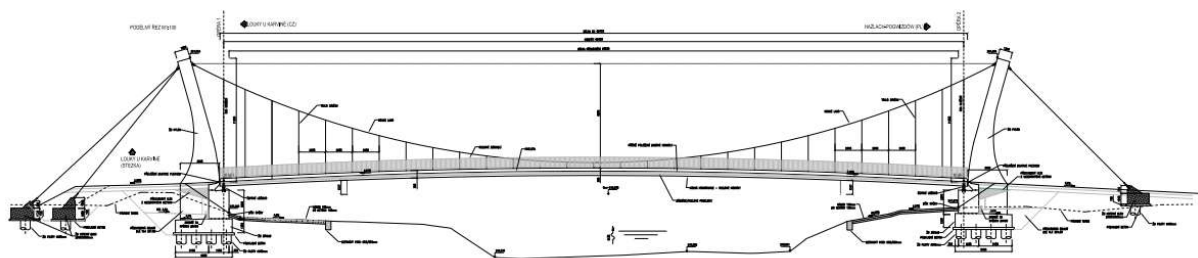
- [1] MIDAS Civil
- [2] Idea StatiCa
- [3] Sada programů Microsoft Office – Word, Excel

1.8. PŘEHLEDNÉ VÝKRESY

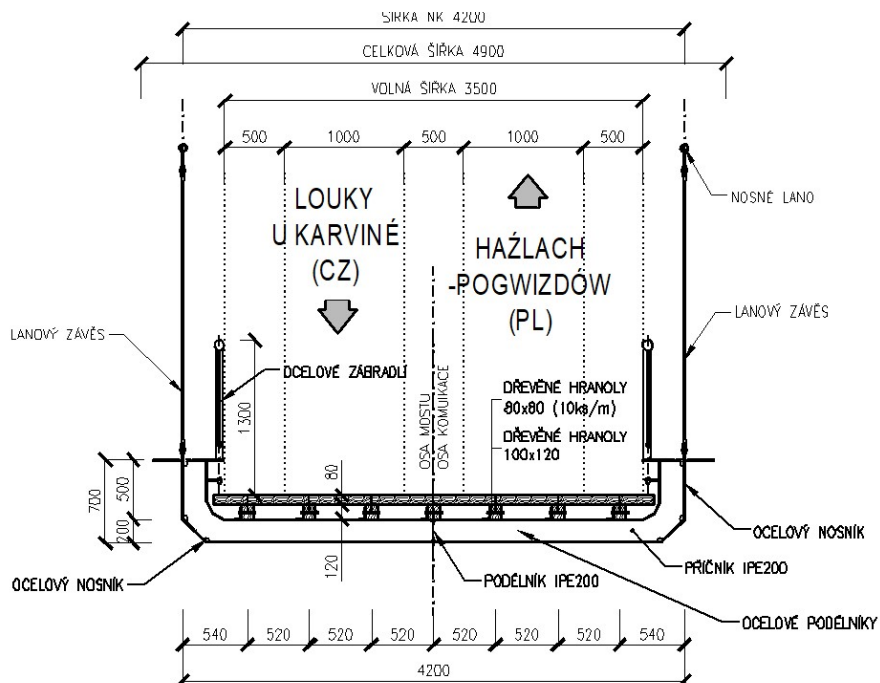
1.8.1. Půdorys



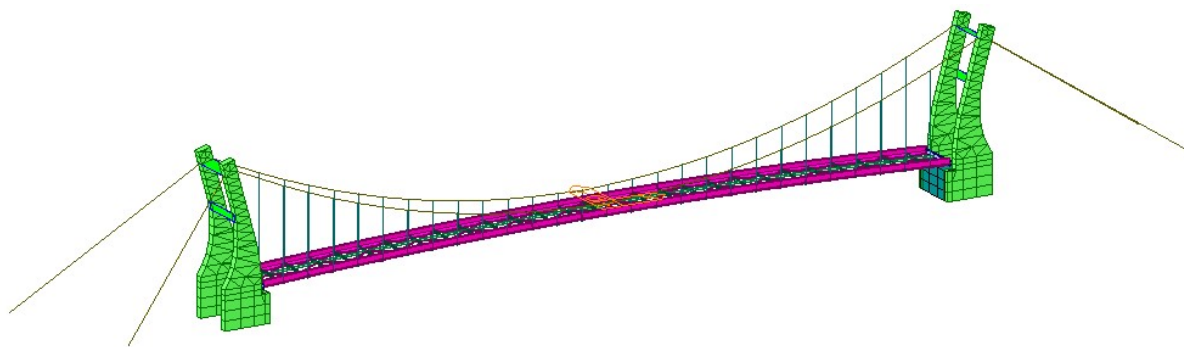
1.8.2. Podélný řez



1.8.3. Příčný řez



2. VÝPOČTOVÉ MODELY



Výpočtový model nosné konstrukce - axonometrie

2.1. MATERIÁLY

a) Ocel – S355

Steel	
Modulus of Elasticity :	2.1000e+08 kN/m ²
Poisson's Ratio :	0.3
Thermal Coefficient :	1.2000e-05 1/[C]
Weight Density :	76.98 kN/m ³
<input type="checkbox"/> Use Mass Density:	7.85 kN/m ³ /g

b) Beton – C35/45

<input type="checkbox"/> Concrete	
Modulus of Elasticity :	3.4077e+07 kN/m ²
Poisson's Ratio :	0.2
Thermal Coefficient :	1.0000e-05 1/[C]
Weight Density :	25 kN/m ³
<input type="checkbox"/> Use Mass Density:	2.549 kN/m ³ /g

c) Lano

User Defined	
Modulus of Elasticity :	1.6500e+08 kN/m ²
Poisson's Ratio :	0.3
Thermal Coefficient :	6.6667e-06 1/[C]
Weight Density :	7.85 kN/m ³
<input type="checkbox"/> Use Mass Density:	7.85 kN/m ³ /g

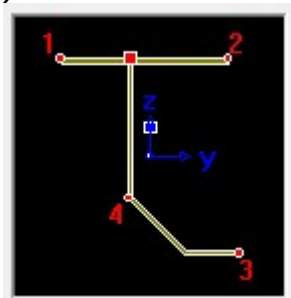
d) Tlumič

Hmotný prvek dle příslušného návrhu. Jeho vliv je modelován pouze za pomoci hmotnosti. Tuhostní charakteristiky jsou definovány pružnou vazbou.

2.2. PRŮŘEZY

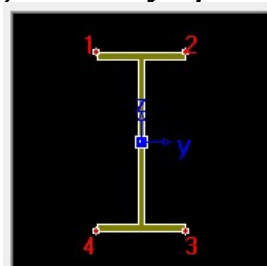
2.2.1. Prutové prvky

a) Hlavní nosník



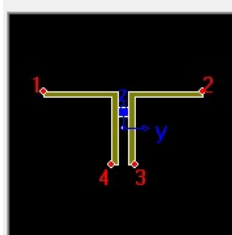
Section Properties		
Area	2.62839e-02	m ²
Asy	1.27046e-02	m ²
Asz	8.47808e-03	m ²
Ixx	4.41739e-06	m ⁴
Iyy	1.91102e-03	m ⁴
Izz	5.71377e-04	m ⁴

b) Podélníky a příčníky – IPE 200



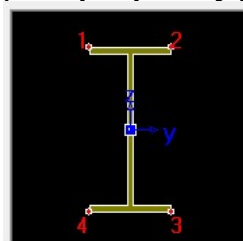
	Value	Unit
Area	2.850000e-03	m ²
Asv	1.416666e-03	m ²
Asz	1.120000e-03	m ²
Ixx	5.215182e-08	m ⁴
Iyv	1.943000e-05	m ⁴
Izz	1.420000e-06	m ⁴

c) Ztužidla 2xL70/70/6



	Value	Unit
Area	1.608000e-03	m ²
Asv	7.000000e-04	m ²
Asz	7.000000e-04	m ²
Ixx	1.929600e-08	m ⁴
Iyv	7.561267e-07	m ⁴
Izz	1.738456e-06	m ⁴

d) Nadpodporový příčník IPE360



	Value	Unit
Area	7.270000e-03	m ²
Asy	3.598333e-03	m ²
Asz	2.880000e-03	m ²
Ixx	2.914226e-07	m ⁴
Iyv	1.627000e-04	m ⁴
Izz	1.043000e-05	m ⁴

e) Lana

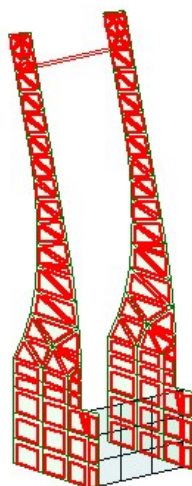
Lana byla modelována kruhovým průměrem v závislosti na tuhosti lana dle následující tabulky:

LANO			MODEL	
d	A	EA	E	d
[mm]	[mm ²]	[MN]	[GPa]	[mm]
16	170	28	165	15
56	2136	352	165	52

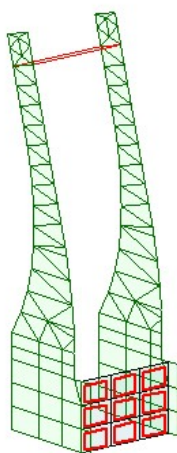
Hlavní nosné lano o průměru 56 mm.

Svislé závěsy o průměru 16 mm.

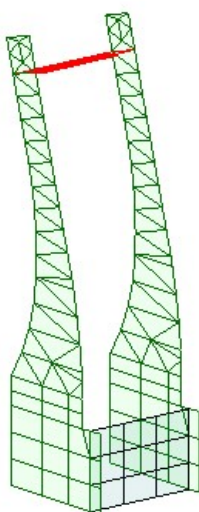
2.2.2. Skořepinové prvky



Deskové prvky s tloušťkou 700 mm.



Deskové prvky s tloušťkou 1900 mm.



Deskové prvky s tloušťkou 20 mm.

2.3. PODPORY MODELU

Model nosné konstrukce byl podepřen pomocí pevných a pružných vazeb.

a) Pevné vazby

Podepření opěr, ukotvení kotevního lana, ložiska – spojení mostovky s opěrou.

b) Pružné vazby

Pružný přípoj tlumiče k mostovce byl modelován pomocí funkcionality „General link“
S nastavením:

Tuhost – 48,626 N/mm

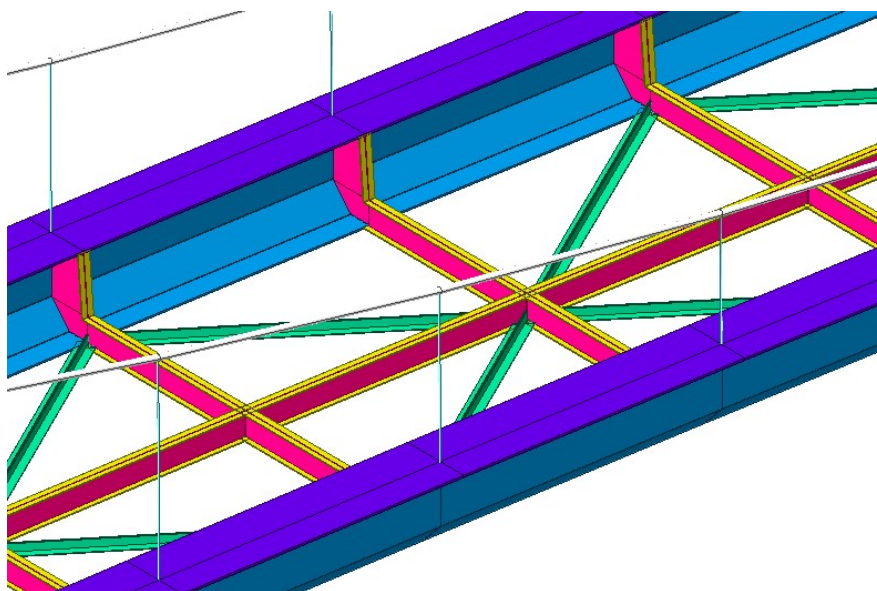
Tlumič – 0,608 N*sec/mm

2.4. INFORMACE O MODELU

Name	Model
Node	449
Element	657
Material	4
Section/Thicknes	7/3
Support	32
Static Load Case	14
Equilibrium element force	344
Time history function	3

3. MODEL PRO DYNAMICKOU ANALÝZU

Pro dynamickou analýzu byl model upřesněn o tuhé spojení hlavních nosníků a příčnicku. Ocelové profily mostovky byly modelovány skořepinovými prvky.



Detail mostovky – skořepinové prvky příčníků a podélníků

4. ZATÍŽENÍ

4.1. ZATÍŽENÍ STÁLÉ

a) Vlastní tíha

Zatížení od vlastní tíhy bylo generováno programem MIDAS Civil.

Beton – 25 kN/m³.

Ocel – 78,5 kN/m³.

b) Ostatní stálé zatížení

	V [m ³]	γ [kN/m ³]	g^* [kN/m]	g^{**} [kN/m ²]
Mostovka – dřevěné podélníky 100x120 (7ks)	0,084	6,80		0,136
Mostovka – dřevěné hranoly 80x80 (10ks/m)	0,064	6,80		0,435
Ocelové zábradlí – lankové			0,1	

* hodnoty označené hvězdičkou jsou přepočteny na plochu mostovky

** hodnoty označené hvězdičkou jsou přepočteny na plochu mostovky

c) Účinky poddolování

Stavba se nachází na území ovlivněném těžbou dolu ČSM a je lokalizována v pásmu Bk – plocha vyžadující stanovení podmínek zajištění stavby proti účinkům poddolování. Pro pásmo Bk platí v souladu s ČSN 73 0039 požadavky pro skupinu stavenišť III.

Skupina stavenišť	Parametr přetvoření terénu		
	Vodorovné poměrné přetvoření ε	Poloměr zakřivení R v km	Naklonění i v rad ²⁾
I ¹⁾	$\varepsilon > 7 \times 10^{-3}$	$R < 3$	$i > 10 \times 10^{-3}$
II	$7 \times 10^{-3} \geq \varepsilon > 5 \times 10^{-3}$	$3 \leq R < 7$	$10 \times 10^{-3} \geq i > 8 \times 10^{-3}$
III	$5 \times 10^{-3} \geq \varepsilon > 3 \times 10^{-3}$	$7 \leq R < 12$	$8 \times 10^{-3} \geq i > 5 \times 10^{-3}$
IV	$3 \times 10^{-3} \geq \varepsilon > 10^{-3}$	$12 \leq R < 20$	$5 \times 10^{-3} \geq i > 2 \times 10^{-3}$
V	10^{-3} a méně	20 a více	2×10^{-3} a méně

1) Do skupiny I patří i staveniště s předpokládaným výskytem nespojitých přetvoření terénu. Terénní stupně a vlny o výšce menší než 100 mm a trhliny o šířce menší než 100 mm se zařadí do skupiny stavenišť II. O zatřídění staveniště podle tabulky 4.1 rozhoduje nejméně příznivá hodnota parametru přetvoření terénu.

2) V oboru praktických hodnot se dále využívá vztah $\sin i \approx \tan i \approx i$.

Vzhledem k tomu, že nejsou známy směry vlivu důlní činnosti v okolí stavby, je uvažováno s nejhorší možnou variantou a to, že směr vlivu poddolování povede podél osy mostu.

Korekční součinitelé

Pozn.: dilatační úsek 69m

μ_ε 0.8 -

$\mu_{1/R}$ 0.7 -

μ_i 0.7 -

Účinek na stavbu

V příčném a šikmém směru jsou teoretické nepříznivé vlivy na konstrukci mnohem menší, než v případě podélného směru. Proto je uvažován nejméně příznivý účinek a to pohyb opěry 1 vs opěry 2.

Sednutí opěry

L 69 m
d 0.39 m

Protažení opěr od sebe

L 69 m
 Δ 0.28 m

4.2. ZATÍŽENÍ SILNIČNÍ DOPRAVOU

Zatížení bylo pro projekt definováno investorem.

a) Rovnoměrné zatížení

Pro pochozí plochu šířky 3,5 m je uvažováno se zatížením **4,0 kN/m²**.

b) Soustředné zatížení

V souladu s článkem 5.3.2.2 (3) není uvažováno.

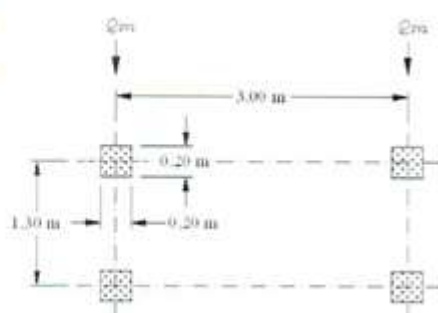
c) Obslužné vozidlo

Na lávku bude zamezen vjezd pevnou bariérou. Nicméně dle požadavku investora je uvažováno s možným průjezdem sanitního vozu. V souladu s článkem 5.3.2.3 je uvažováno následující vozidlo:

Q_{sv1} 40 kN

Q_{sv2} 20 kN

**Celková hmotnost
vozidla činí 6t**



4.3. VODOROVNÉ SÍLY

a) Vodorovná síla pro rovnoměrné zatížení (10%)

$$Q_{fk} = 0,1 \cdot q_k \cdot w \cdot L = 0,1 \cdot 4,0 \cdot 3,5 \cdot 69 = 96,6 \text{ kN}$$

b) Vodorovná síla od obslužného vozidla (60%)

$$Q_{fk} = 0,6 \cdot (Q_{sw1} + Q_{sw2}) = 0,6 \cdot (40 + 20) = 36 \text{ kN}$$

4.4. KOMBINACE OD DOPRAVY

Druh zatížení		Svislé síly		Vodorovné síly
zatěžovací systém		rovnoměrné zatížení	obslužné vozidlo	
sestava zatížení	gr1	q_{fk}	0	Q_{fk}
	gr2	0	Q_{serv}	Q_{fk}

4.5. KLIMATICKÉ ZATÍŽENÍ

a) Zatížení větrem

Zatížení větrem dle ČSN EN 1991-1-4

Základní parametry mostu

b	4.2	m	šířka mostu
L	69.0	m	délka nosné konstrukce
d_tot	1.7	m	výška vzdorující větru
z	5.2	m	výška mostu nad terénem
Oblast I			Větrná oblast
Kategorie III			Kategorie terénu
Plnostěnné mosty			Typ konstrukce
v_b0	22.5	m/s	výchozí základní rychlost větru (dle oblasti, viz mapa)
C_dir	1	-	součinitel směru větru
C_season	1	-	součinitel ročního období
v_b	22.5	m/s	Základní rychlost větru
z_min	5	m	minimální výška nad terénem
z_max	200	m	maximální výška nad terénem
z	5.2	m	výška mostu nad terénem
z_0	0.3	m	parametr drsnosti terénu
z_0,II	0.05	m	parametr drsnosti terénu pro kategorii II
k_r	0.215	-	součinitel terénu
c_r(z)	0.614	-	součinitel drsnosti terénu
c_0	1.0	-	součinitel ortografie
v_m(z)	13.82	m/s	střední rychlost větru
k_l	1.0	-	součinitel turbulence
I_v(z)	0.351	-	intenzita turbulence
c_e(z)	1.304	-	součinitel expozice
ρ	1.25	kg/m ³	měrná hmotnost vzduchu
q_b	0.316	kN/m ²	základní tlak větru
q_p(z)	0.413	kN/m ²	Charakteristický maximální dynamický tlak větru

Síly ve směru X - příčný vítr

c_fx,0	1.759	-	součinitel sil bez vlivu proudění kolem volných konců
C	2.293	-	součinitel zatížení větrem
A_ref,x	117.3	m ²	referenční plocha
F_w,x	85	kN	Síla od větru ve směru X

Síly ve směru Z - svislý směr

c_fz,0	0.9	-	
C	1.174	-	
A_ref,z	289.8	m ²	
F_w,z	108	kN	Síla od větru ve směru Z

Síly ve směru Y - podélný směr

F_w,y	21	kN	Síla od větru ve směru Y
-------	----	----	--------------------------

b) Zatížení teplotou – rovnoměrná teplota

Ocelová nosná konstrukce	Typ konstrukce
10 °C	Referenční teplota
38 °C	Maximální teplota vzduchu ve stínu
-36 °C	Minimální teplota vzduchu ve stínu
54 °C	Maximální rovnoměrná složka teploty
-39 °C	Minimální rovnoměrná složka teploty
44 °C	Charakteristická hodnota oteplení
-49 °C	Charakteristická hodnota ochlazení

4.6. DYNAMICKÁ ANALÝZA

Model lávky byl podroben analýze vlastních frekvencí a tvarů. Z výpočetního modelu byly kontrolovány vlastní frekvence a tvary v souladu s EC 1991-2 Z4.

4.6.1. Třída pohody

Třída pohody	Svislé zrychlení (m.s^{-2})	Vodorovné zrychlení (m.s^{-2})
Vysoká	$\leq 0,50$	$\leq 0,10$
Normální	$\leq 0,70$	$\leq 0,20$
Nizká	$\leq 1,00$	$\leq 0,40$

4.6.2. Třídy provozu a zatížení lávek pro chodce

Třída provozu	Intenzita provozu Počet osob na m^2
Velmi nízký	0,10, nejméně však $15/(B \times L)$
Nízký	0,20, nejméně však $15/(B \times L)$
Hustý	0,50, nejméně však $15/(B \times L)$
Velmi hustý	1,00
Mimořádně hustý	$\geq 1,50$

kde B (m) je šířka průchozího prostoru lávky a L (m) je rozpětí lávky.

4.7. KOMBINACE ZATÍŽENÍ

Tabulka A2.2 – Doporučené hodnoty součinitelů ψ pro lávky pro chodce

Zatížení	Značka	ψ_0	ψ_1	ψ_2
Zatížení dopravou	gr1	0,40	0,40	0
	$Q_{fw,k}$	0	0	0
	gr2	0	0	0
Zatížení větrem	$F_{w,k}$	0,3	0,2	0
Zatížení teplotou	T_k	0,6 ¹⁾	0,6	0,5
Zatížení sněhem	$Q_{sn,k}$ (během provádění)	0,8	–	0
Staveništní zatížení	Q_c	1,0	–	1,0

¹⁾ Doporučenou hodnotu ψ_0 pro zatížení teplotou lze ve většině případů snížit až na nulu pro mezní stavy únosnosti EQU, STR a GEO. Viz také Eurokódy pro navrhování.

4.7.1. Kombinační vzorce pro MSÚ

$$\sum \gamma_{G,j} \cdot G_{k,j} + \gamma_{Q,1} \cdot Q_{k,1} + \sum \gamma_{Q,i} \cdot \Psi_{0,i} \cdot Q_{k,i} \quad (6.10), \text{ nebo}$$

$$\sum \gamma_{G,j} \cdot G_{k,j} + \gamma_{Q,1} \cdot \Psi_{0,1} \cdot Q_{k,1} + \sum \gamma_{Q,i} \cdot \Psi_{0,i} \cdot Q_{k,i} \quad (6.10a)$$

$$\sum \xi \gamma_{G,j} \cdot G_{k,j} + \gamma_{Q,1} \cdot Q_{k,1} + \sum \gamma_{Q,i} \cdot \Psi_{0,i} \cdot Q_{k,i} \quad (6.10b)$$

4.7.2. Kombinační vzorce pro MSP

$$\begin{aligned} \sum G_{k,j} + Q_{k,1} + \sum \Psi_{0,i} \cdot Q_{k,i} & \quad \text{Charakteristická kombinace} \\ \sum G_{k,j} + \Psi_{1,1} \cdot Q_{k,1} + \sum \Psi_{2,i} \cdot Q_{k,i} & \quad \text{Častá kombinace} \\ \sum G_{k,j} + \Psi_{2,i} \cdot Q_{k,i} & \quad \text{Kvazistálá kombinace} \end{aligned}$$

5. PŘEDPOKLÁDANÝ POSTUP VÝSTAVBY

Konstrukce lávky bude probíhat v následujících časových intervalech

- Přípravné a výkopové práce
- Realizace hlubinného založení
- Betonáž pylonů a kotevních bloků
- Závěsy hlavních nosných lan
- Předepnutí kotevních lan – I. etapa 300 kN
- Osazení nosné konstrukce
- Osazení mostovky a vybavení
- Předepnutí kotevních lan – II. etapa 600 kN
- Terénní úpravy

6. VÝSLEDKY NUMERICKÉ ANALÝZY

6.1. VNITŘNÍ SÍLY

Prvek	Profil	N	Vz	My	
		[kN]	[kN]	[kNm]	
Visuté lano	φ 56	1300	-	-	-
Táhlo za mostem	φ 56	1100	-	-	-
Zavesy	φ 16	50	-	-	-
Hlavní nosníky	tl. 20	-	100	700	-750
Podélníky	IPE 200	-	20	35	-35
Příčníky	IPE 200	-	30	35	-25
Ztužidla	2L 70x6	-90	-	-	-

6.2. ZATÍŽENÍ VE VRCHOLU OPĚRY

Zatěžovací stav	Visuté lano		Táhlo za mostem		Reakce ve vrcholu	
	H	Fz	H	Fz	H	Fz
	kN	kN	kN	kN	kN	kN
VT	182.4	81.9	426.9	421.6	-244.5	503.5
OS mostovka	100.3	45.1	14.2	14.1	86.1	59.1
OS zábradlí	9.1	4.1	3.6	3.5	5.6	7.6
Poddol_svisly	4.6	2.0	0.0	0.0	4.6	2.0
Poddol_podelny	82.1	36.9	10.7	10.5	71.4	47.4
Chodci_vsude	447.0	200.7	60.5	59.7	386.5	260.5
Chodci_pulka	246.3	110.6	35.6	35.1	210.7	145.7
Obslužne vozidlo 17m	36.5	16.4	7.1	7.0	29.4	23.4
Obslužne vozidlo 35m	50.2	22.5	7.1	7.0	43.1	29.6
Stálé zatížení					-153	570
Poddolování					76	49
Doprava					387	260
MSÚ					407	1181
MSP - charakteristická kombinace					310	880
MSP - kvazistálá kombinace					-153	570

6.3. DEFORMACE

Zatěžovací stav	Průhyb L/2	Průhyb L/4
	[mm]	[mm]
Vlastní tíha	63	48
Ostatní stálé	48	37
Chodci - vude	209	165
Chodci - na 1/2	115	205
Vozidlo	37	47

6.4. VLASTNÍ TVARY

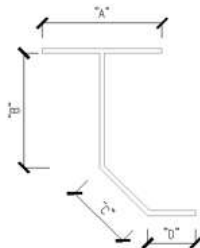
Následující tabulka zobrazuje hodnoty vlastních tvarů s příslušným modálním participačním faktorem.

MODAL DIRECTION FACTOR PRINTOUT (N,m)					
N.	Frek.	Tvar	TRAN-X Value	TRAN-Y Value	TRAN-Z Value
1	1.231		0	94	0
2	1.485		0	0	0
3	1.527		0	0	0
4	1.570		0	0	100
5	2.879		1	74	0
6	3.115		0	22	0
7	3.383		0	10	46
8	3.388		0	21	0
9	3.447		3	51	1
10	5.080		0	4	1

7. POSOUZENÍ OCELOVÝCH PRVKŮ

7.1. MEZNÍ STAV ÚNOSNOSTI

7.1.1. Hlavní nosník

Materiál					
f_y	355	MPa			
ϵ	0.81	-			
Rozměry					
A	600	mm			
B	476	mm			
C	274	mm			
D	196	mm			
tl.	20	mm			
					
Zatřídění průřezu					
	c/t	c	t		
Část A	12.5	250	20	Třída 4	(Tab. 5.2. list 2)
Část B	31.7	476	15	Třída 1	(Tab. 5.2. list 1)
Část C	18.3	274	15	Třída 1	(Tab. 5.2. list 1)
Část D	13.1	196	15	Třída 4	(Tab. 5.2. list 2)
Průřezové charakteristiky					
A	25147.1	mm ²			
I_y	1.77E+09	mm ⁴			
$W_{y,el}$	3.94E+06	mm ³			
A_{vzt}	9.52E+03	mm ²			

Ohybová únosnost

M_{ED}	750	kNm	
M_{RD}	1398	kNm	(6.15)
Navržený průřez vyhov		54%	

Smyková únosnost

V_{ED}	100	kN	
V_{RD}	1951	kN	(6.18)
Navržený průřez vyhov		5%	

7.1.2. Podélníky

Průřez - IPE200

Materiál			
f_y	355	MPa	

Průřezové charakteristiky

A	2850.0	mm ²
I_y	1.94E+07	mm ⁴
$W_{y,el}$	1.94E+05	mm ³
A_{vzt}	1.12E+03	mm ²

Ohybová únosnost

M_{ED}	35	kNm	
M_{RD}	69	kNm	(6.15)
Navržený průřez vyhoví		51%	

Smyková únosnost

V_{ED}	20	kN	
V_{RD}	229.55	kN	(6.18)
Navržený průřez vyhoví		9%	

7.1.3. Příčníky

Průřez - IPE200

Materiál			
f_y	355	MPa	

Průřezové charakteristiky

A	2850.0	mm ²
I_y	1.94E+07	mm ⁴
$W_{y,el}$	1.94E+05	mm ³
A_{vzt}	1.12E+03	mm ²

Ohybová únosnost

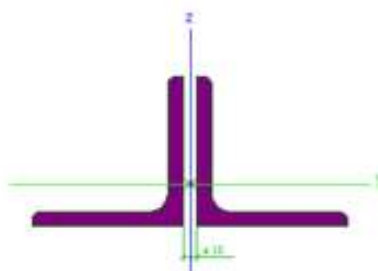
M_{ED}	35	kNm	
M_{RD}	69	kNm	(6.15)
Navržený průřez vyhoví		51%	

Smyková únosnost

V_{ED}	30	kN	
V_{RD}	230	kN	(6.18)
Navržený průřez vyhoví		13%	

7.1.4. Ztužidla

Označení průřezu: Ztužení



Materiál

Mez kluzu	f_y	355	MPa
Modul pružnosti v tahu	E	210	GPa
Modul pružnosti ve smyku	G	81	GPa
Součinitel spolehlivosti	γ_{M0}	1	-

	γ_{M1}	1	-
--	---------------	---	---

Vzpěrná délka	$L_{cr,y}$	2.75	m
	$L_{cr,z}$	2.75	m
	$L_{cr,\omega}$	2.75	m

Průřezová plocha	A	1.63E-03	m ²
	I_y	7.37E-07	m ⁴
	I_z	1.54E-06	m ⁴
	I_t	2.14E-08	m ⁴
	$I_{\omega\omega}$	6.08E-11	m ⁶

poloměr setrvačnosti k ose y	i_y	21	mm
------------------------------	-------	----	----

poloměr setrvačnosti k ose z	i_z	31	mm
------------------------------	-------	----	----

vzdálenost těžiště - střed smyku (osa y)	y_0	0	mm
--	-------	---	----

vzdálenost těžiště - střed smyku (osa z)	z_0	-7	mm
--	-------	----	----

polární poloměr setrvačnosti ke s.s.	i_0	38	mm
--------------------------------------	-------	----	----

Křivka vzpěrné pevnosti	α	0.34	-
-------------------------	----------	------	---

$N_{cr,\omega}$	1208	kN
-----------------	------	----

$N_{cr,y}$	202	kN
------------	-----	----

λ_{ey}	1.691	-
----------------	-------	---

ϕ	2.18	-
--------	------	---

Součinitel vzpěrnosti - směr y	χ_y	0.281	-
--------------------------------	----------	-------	---

β_y	1.000	-
-----------	-------	---

$N_{cr,y\omega}$	201.9	kN
------------------	-------	----

λ_{ey}	1.691	-
----------------	-------	---

ϕ	2.183	-
--------	-------	---

Součinitel vzpěrnosti - zkroucení+směr y	$\chi_{y\omega}$	0.281	-
--	------------------	-------	---

$N_{\alpha,z}$	423	kN
----------------	-----	----

λ_z	0.951	-
-------------	-------	---

ϕ	1.08	-
--------	------	---

Součinitel vzpěrnosti - směr z	χ_z	0.629	-
--------------------------------	----------	-------	---

β_z	0.966	-
-----------	-------	---

$N_{\alpha,z\omega}$	415	kN
----------------------	-----	----

λ_z	0.959	-
-------------	-------	---

ϕ	1.089	-
--------	-------	---

Součinitel vzpěrnosti - zkroucení+směr z	$\chi_{z\omega}$	0.623	-
--	------------------	-------	---

rov. 6.33b

dle tab. 6.2

rov. 6.33a

rov. 6.49

rov. 6.35

rov. 6.49

rov. 6.49

rov. 6.35

rov. 6.49

a) Únosnost v prostém tahu

$$N_{c,Rd} = \frac{A f_y}{\gamma_{M0}} \quad \text{rov. 6.10}$$

N_{ed,tah} 90.00 kN**N_{ed,tlak} 382.04 kN****Průřez vyhovuje.****Využití průřezu 23.6%****b) Únosnost ve vzpěrném tlaku**

$$N_{b,Rd} = \frac{\chi A f_y}{\gamma_{M1}} \quad \text{rov. 6.47}$$

N_{ed,tlak} -90.00 kN**N_{b,Rd} -149.81 kN****Průřez vyhovuje.****Využití průřezu 60.1%****7.1.5. Hlavní nosné lano****Materiál, průřez****f_y 1000 MPa****Průměr 56 mm****Průřezové charakteristiky****A 2136.0 mm²****Únosnost v prostém tahu****N_{ED} 1300 kN****N_{RD} 2136 kN****Navržený průřez vyhoví 61%****7.1.6. Závěsy****Materiál, průřez****f_y 1000 MPa****Průměr 16 mm****Průřezové charakteristiky****A 170.0 mm²****Únosnost v prostém tahu****N_{ED} 50 kN****N_{RD} 170 kN****Navržený průřez vyhoví 29%****7.2. MEZNÍ STAV POUŽITELNOSTI****7.2.1. Omezení průhybu**

Mezní hodnota průhybu je dle ČSN EN 1993-2 NA 2.23 stanovena jako L/250.

$$\frac{L}{250} = \frac{69}{250} = 276 \text{ mm}$$

Dle výpočtem stanovených hodnot lze konstatovat, že hodnota limitního průhybu je splněna pro všechny uvažované zatěžovací stavy. Je uvažováno, že veškeré teoretické průhyby vyvolané stálým zatížením včetně vlastní tíhy jsou eliminovány při postupu výstavby dostatečným napnutím nosných lan.

8. POSUDEK BETONOVÉ OPĚRY

Betonový pilíř byl posouzen v programu IDEA StatiCa detail, kde byl vymodelován plošný konečkoprvkový tvar opěry s navrženou betonářskou výztuží. V hlavě opěry byla zadána síla z lanových prvků, která je přenášena pomocí styčnickového plechu do betonu. V patě opěry (úložný práh) byl model ukončen. Je uvažováno, že reakce budou přenášeny dále do základu a pilotového založení. Na základě nelineárního výpočtu rozložení napětí byly posouzeny mezní stavy únosnosti a použitelnosti (trhliny), kde byly kontrolovány mezní hodnoty napětí ve výztuž, betonu, kotevní délky a velikost trhlin. Posouzen byl, jak stav finální, tak stav, kdy jsou pouze předepnuta kotevní lana (nejhorší stav pro betonový pilíř).

8.1. VSTUPNÍ ÚDAJE

8.1.1. Materiál

Beton

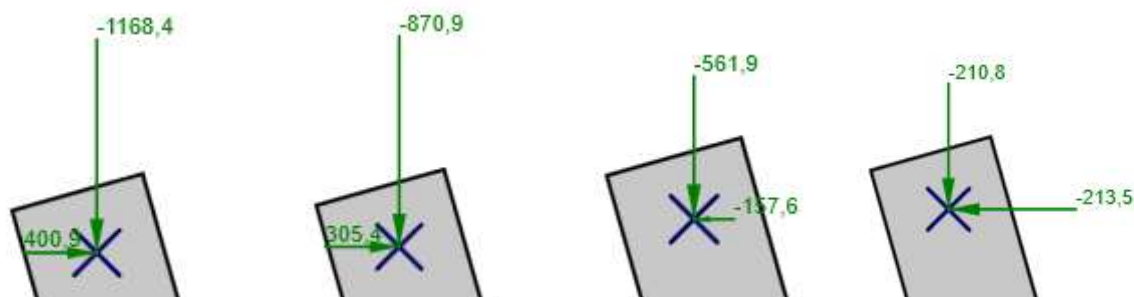
Název	f_{ck} [MPa]	$f_{ctk,0.05}$ [MPa]	f_{ctm} [MPa]	E_{cm} [MPa]
C35/45	35,0	2,2	3,2	34077,1
$\epsilon_{c2} = 20,0 \cdot 10^{-4}$, $\epsilon_{cu2} = 500,0 \cdot 10^{-4}$, Typ diagramu: Parabolický Součinitel dotvarování: 2,10				

Výztuž

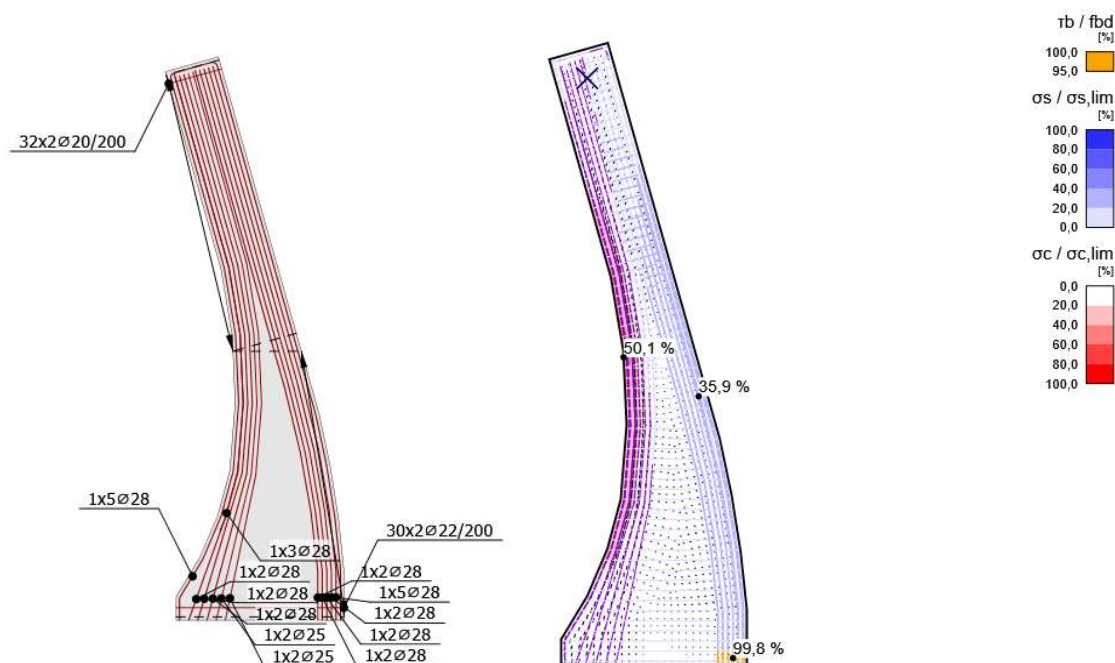
Název	f_{yk} [MPa]	k [-]	E_s [MPa]	Jednotková hmotnost [kg/m ³]	ϵ_{uk} [1e-4]	Povrch
B 500B	500,0	1,08	200000,0	7850	500,0	Žebirkový
$\epsilon_{st} = 500,0 \cdot 10^{-4}$, $\epsilon_{sc} = 500,0 \cdot 10^{-4}$,						

8.1.2. Zatížení v hlavě opěry

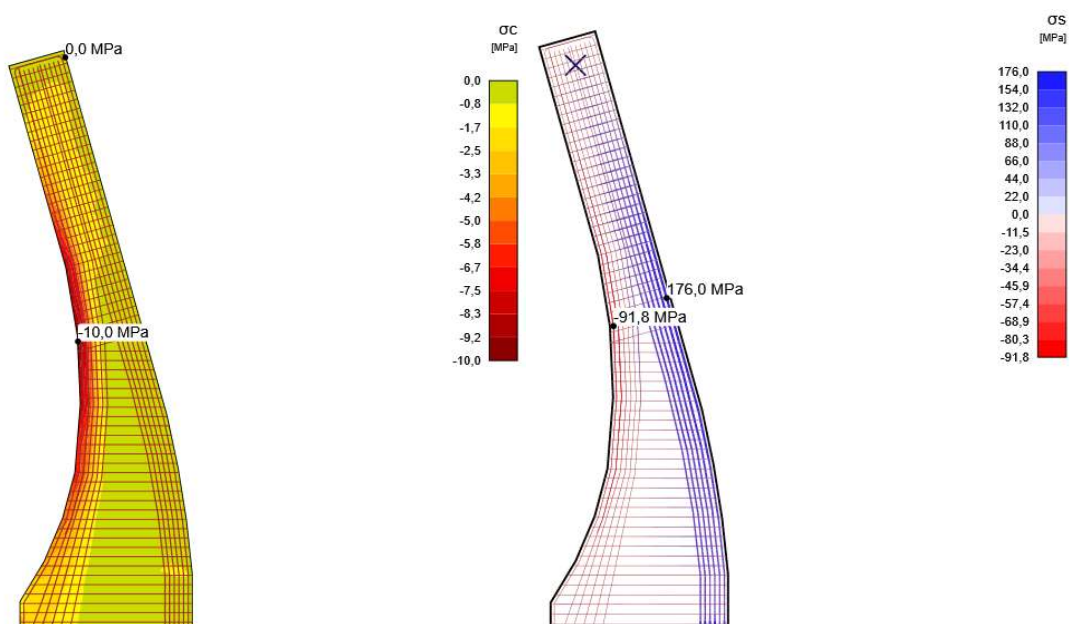
MSU, MSP(char), MSP(kvazi) – finální stav, Předpětí kotevního lana 300kN



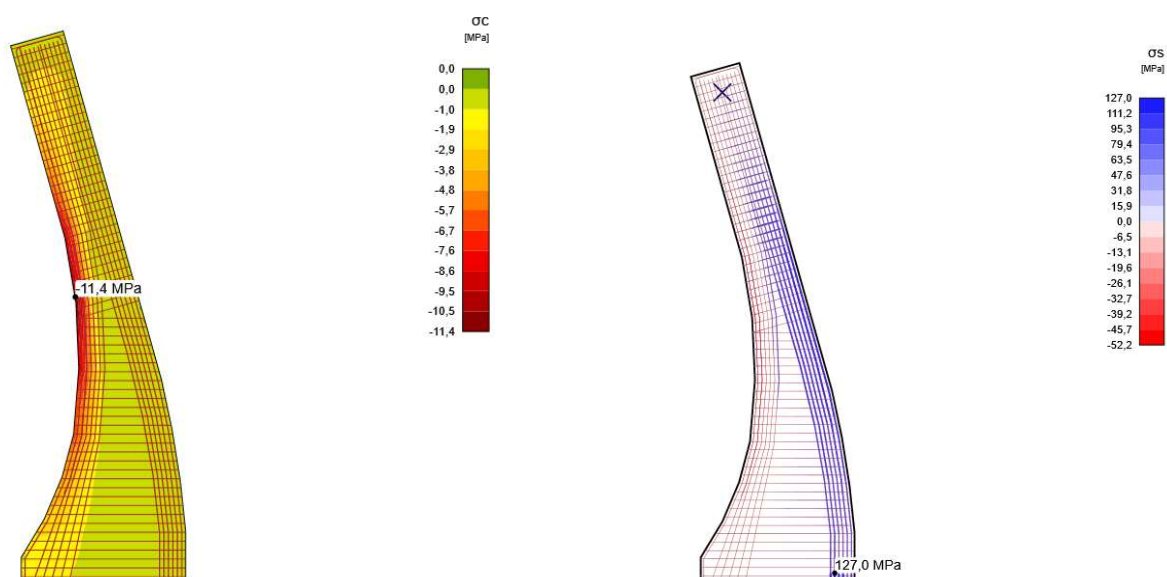
8.1.3. Schéma výztuže + MSÚ tok napětí



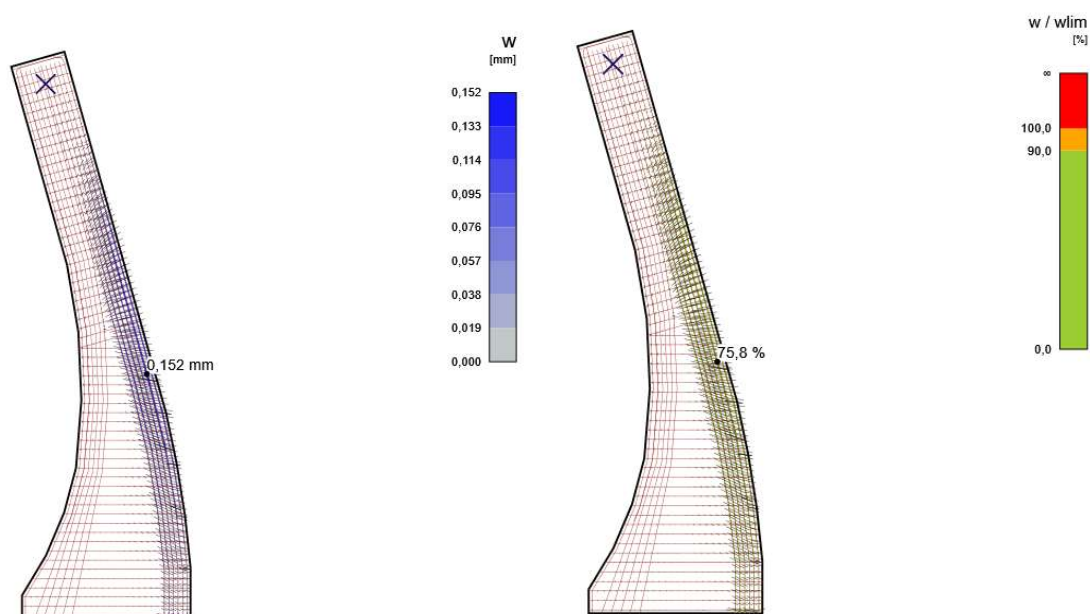
8.1.4. MSÚ - Pevnost betonu + napětí ve výztuži



8.1.5. MSP - Pevnost betonu + napětí ve výztuži



8.1.6. Šířka trhliny + posudek



8.2. SOUHRNNÁ TABULKA VÝSLEDKŮ

Celková tabulka

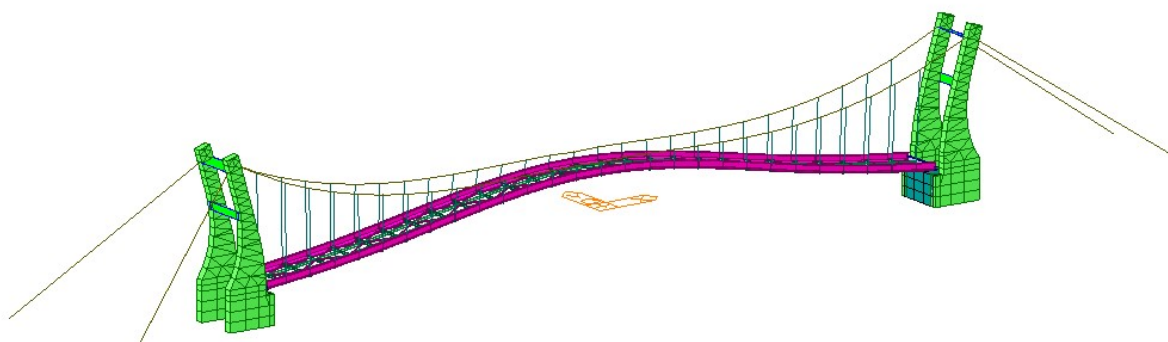
Položka posudku	Kombinace	Přírůstek	Položka			
MSÚ	MSU_PREDP	G100,0%, V100,0%	Pevnost výztuže	✓		
Položka posudku	Položka	Využití				
Pevnost betonu	W1	$\sigma_c/\sigma_c,lim$: 50,1%		✓		
Pevnost výztuže	GB11	$\varepsilon_s/\varepsilon_s,lim$: 3,4%, $\sigma_s/\sigma_s,lim$: 35,9%		✓		
Kotevní délka	GB10	t_b/fbd : 99,8%		✓		
MSP	MSP_QP (LT)	G100,0%	Šířka trhlin	✓		
Položka posudku	Kombinace	Přírůstek	Kritický posudek	Položka	Využití	
Omezení napětí	MSP_QP (ST)	G100,0%	7.2(3)	W1	72,6%	✓
Šířka trhlin	MSP_QP (LT)	G100,0%	$w/wlim$	GB11	75,8%	✓

9. DYNAMICKÁ ANALÝZA

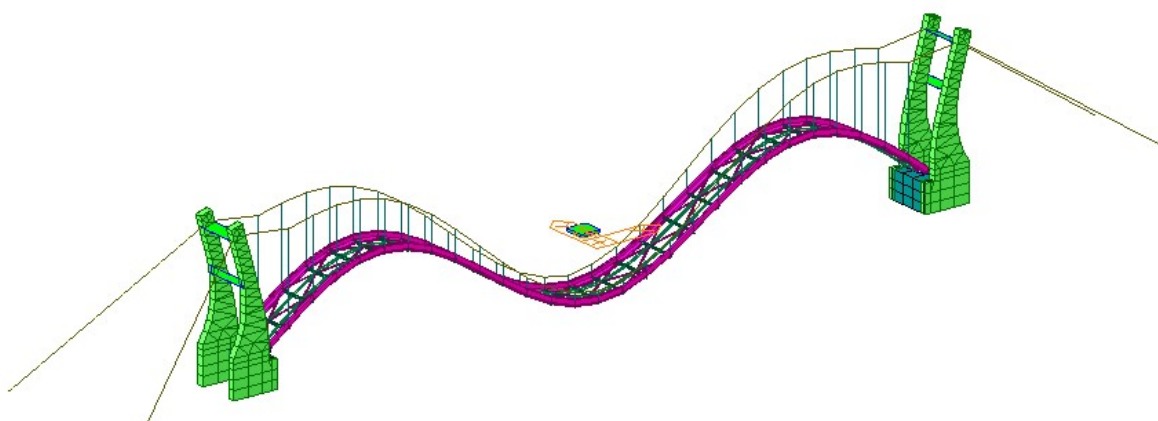
V souladu s ČSN EN 1991-2 Z4 čl.5.7 bylo přistoupeno k dynamické analýze. V kritickém spektru byly zastiženy dvě frekvence odpovídající prvnímu a druhému vlastnímu tvaru svislého/vertikálního kmitání.

Směr kmitání	Rozhraní
Svislé a podélné kmitání (1. frekvence)	$1,25 \leq f \leq 2,30$ [Hz]
Svislé a podélné kmitání (2. frekvence)	$2,50 \leq f \leq 4,60$ [Hz]
Příčné kmitání	$0,50 \leq f \leq 1,20$ [Hz]

a) První vlastní tvar – svislé kmitání



b) Druhý vlastní tvar – svislé kmitání



9.2. BUDÍCÍ SÍLY A HODNOTY ZRYCHLENÍ

Návrh budících sil

fs	kmitání	ξ	S	d	n	n'	ψ_{ver1}	ψ_{ver2}	ψ_{late}	P	p(t)		a
[Hz]	[-]	[%]	[m2]	[os/m2]	[os]	[os/m2]	[-]	[-]	[-]	[N]	[N/m2]		m.s-2
-	lateral	0.40	242	0.500	120.75	0.031	0.00	0.00	0.00	35	0.00	->	-
1.570	vertical	0.40	242	0.500	120.75	0.031	0.71	0.00	0.00	280	6.183	->	1.38
3.383	vertical	0.40	242	0.500	120.75	0.031	0.00	0.24	0.00	280	2.115	->	0.09

fs frekvence lidského kroku totožná s vyšetřovanou frekvencí

ξ poměrné tlumení

S pochozí plocha

d hustota provozu na lávce

n počet osob na lávce

n' ekvivalentní počet chodců na lávce

Ψ redukční koeficient <0,1> dle frekvence

P síla vyvolaná jedním chodcem

Návrh budících sil vycházel z [6] a zohledňuje skupinu chodců o intenzitě 0,5 os/m2 na pochozí ploše lávky. Pro první vlastní tvar byla vyhodnocena hodnota svislého zrychlení nevyhovující třídy pohody a z tohoto důvodu bylo přistoupeno k návrhu tlumiče tzv. TMD. Tlumič je uvažován o hmotnosti 500 kg, který bude uchycen ve středu rozpětí lávky.

Návrh TMD - 500 kg

f	1.570	Hz	ladící frekvence
md	500	kg	hmotnost tlumiče (1-5%)
ms	47840	kg	modální hmotnost
μ	0.010	-	poměr hmoty
δ	0.990	-	optimální frekvence
ξ	0.062	-	optimální relativní tlumení
K_tmd	48.626	kN/m	Konstanta tuhosti pro TMD
D_tmd	0.608	kN.s/m	Konstanta tlumení pro TMD

Vyhodnocení návrhu s tlumičem

MODAL DIRECTION FACTOR PRINTOUT (N,m)					
N.	Frek.	Tvar	S	S	S
			TRAN-X	TRAN-Y	TRAN-Z
5	1.681	2	0	0	100
7	3.391	3	1	0	98

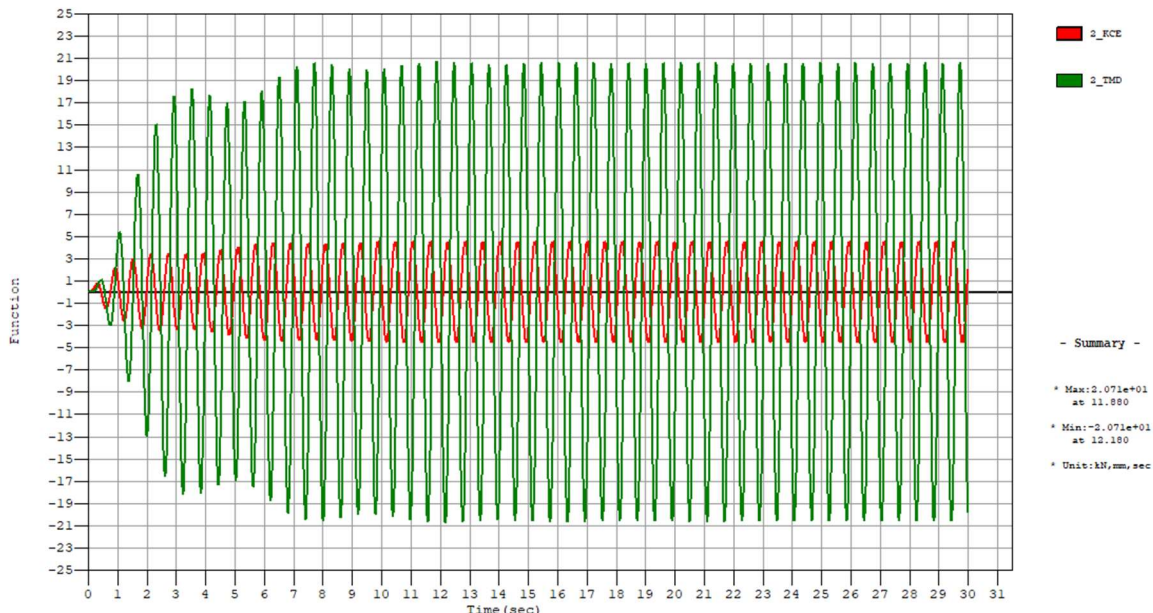
Kritérium pohody

Třída pohody	Svislé zrychlení [m/s ²]	Vodorovné zrychlení [m/s ²]
Vysoká	≤ 0,50	≤ 0,10
Normální	≤ 0,70	≤ 0,20
Nízká	≤ 1,00	≤ 0,40

Návrh budících sil

fs	kmitání	ξ	S	d	n	n'	ψ_{ver1}	ψ_{ver2}	ψ_{late}	P	p(t)		a
[Hz]	[-]	[%]	[m ²]	[os/m ²]	[os]	[os/m ²]	[-]	[-]	[-]	[N]	[N/m ²]	->	m.s ⁻²
-	lateral	0.40	242	0.500	120.75	0.031	0.00	0.00	0.00	35	0.00	->	-
1.681	vertical	0.40	242	0.500	120.75	0.031	0.96	0.00	0.00	280	8.34	->	0.52
3.391	vertical	0.40	242	0.500	120.75	0.031	0.00	0.25	0.00	280	2.13	->	0.03

Se zohledněním TMD tlumiče jsou hodnoty stanovených zrychlení v souladu s třídou pohody „Normální“. Rozkmit lávky byl snížen na cca ±5 mm a pohyb tlumiče dosahuje rozkmit ±21 mm.



10. NAVRŽENÉ PRŮŘEZY A MATERIÁL

Prvek	Profil	Materiál
Visuté lano	φ 56	FLC
Táhlo za mostem	φ 56	FLC
Zavesy	φ 16	FLC
Hlavní nosníky	Svař.	S 355
Podélníky	IPE 200	S 355
Příčníky	IPE 200	S 355
Ztužidla	2xLx70x6	S 355
Opěra	tl. 700	C35/45

Pozn.:

Ocelové plechy S235J2+N DLE ČSN EN 10 025-3:2006

Spřahovací trny S235J2+C450

Nosná lana FLC - PLNĚ UZAVŘENÁ SPIRÁLOVÁ LANA - SKUPINA B DLE ČSN EN 1993-1-11

Beton C35/45 XF2 + XD1 dle TKP18 a ČSN EN 206

11. ZÁVĚR

Předkládaný statický výpočet byl proveden pro zjištění základních parametrů nosných prvků visuté lávky přes řeku Olši v Karviné. Posudek je zaměřen na globální analýzu hlavních nosných prvků při zohlednění mezních stavů únosnosti a použitelnosti v souladu s platnými předpisy a normami.

Staticky působí nosná konstrukce jako visutá se ztužujícím nosníkem o jednom poli. Na vytvořený numerický model bylo aplikováno zatížení dle platných norem tzv. Eurokódů. Na základě vyšetřených vnitřních sil byly navrženy dimenze základních nosných prvků. Zároveň byla provedena dynamická analýza, která upozorňuje na fakt, že konstrukce lávky je náchylná ke zvýšenému riziku kmitání. S tímto ohledem projektant navrhuje jeden TMD tlumič do středu rozpětí.

Během realizace je nutné zpracovat nový statický posudek, který zohlední konkrétní postup výstavby s dopadem na požadavky postupného předpínání a kontroly napjatosti lan. Zároveň budou dopracovány konstrukční detaily, které budou vycházet ze zvoleného závěsného systému. Projektant dále doporučuje provést dynamickou zkoušku a s tím spojenou revizi návrhu tlumiče s ohledem na reálné hodnoty útlumu konstrukce.

Statickým výpočtem bylo potvrzeno, že navržená konstrukce v kritických průřezích vyhoví na účinky normových (EC) zatížení.

Veškeré vstupní a výstupní soubory jsou archivovány u projektanta.

V Ostravě 04/2023

Ing. Jakub Vašek

Příloha: Statický posudek založení lávky

Lávka přes řeku Olši – přeshraniční propojení Karviné a Hašlachu

SO 201 Lávka přes řeku Olši, hlubinné založení

Lávka přes řeku Olši – přeshraniční propojení Karviné a Hašlachu SO 201 Lávka přes řeku Olši, hlubinné založení

1. Úvod, podklady

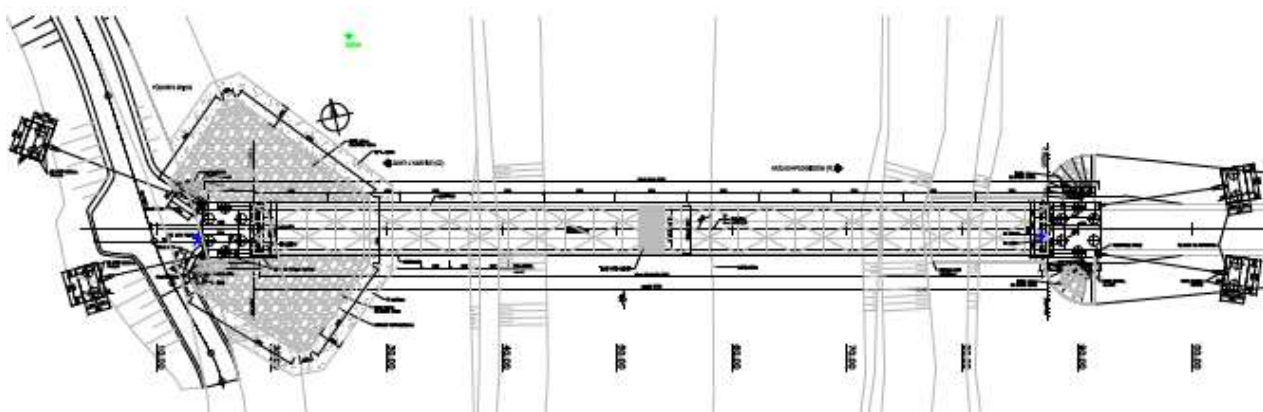
Na základě objednávky od Dopravoprojektu Ostrava, a.s. z června 2022 předkládám návrh a posouzení hlubinného založení objektu SO 201 – Lávka přes řeku Olši mezi Karvinou a Hašlachem (Polsko). Posouzení bylo vypracováno na základě následujících podkladů předaných objednatelem:

- a) Karviná – Lávka přes Olši, IGP a pedologický průzkum, G-Consult, s.r.o. Ostrava, 05/2022,
- b) Opinia geotechniczna, dokumentacja badań podłoża gruntowego, Kozy, 05/2022,
- c) Karviná – Lávka přes Olši, SO 201, technická zpráva a výkresy lávky: půdorys, podélný řez, příčný řez, výkresy tvaru pylonů a kotevních bloků, Dopravoprojekt Ostrava, a.s., DÚSP 03/2022,
- d) Karviná – Lávka přes Olši, SO 201, upravené zatěžovací údaje na pylony a kotevní bloky, Dopravoprojekt Ostrava, a.s., 07/2022.

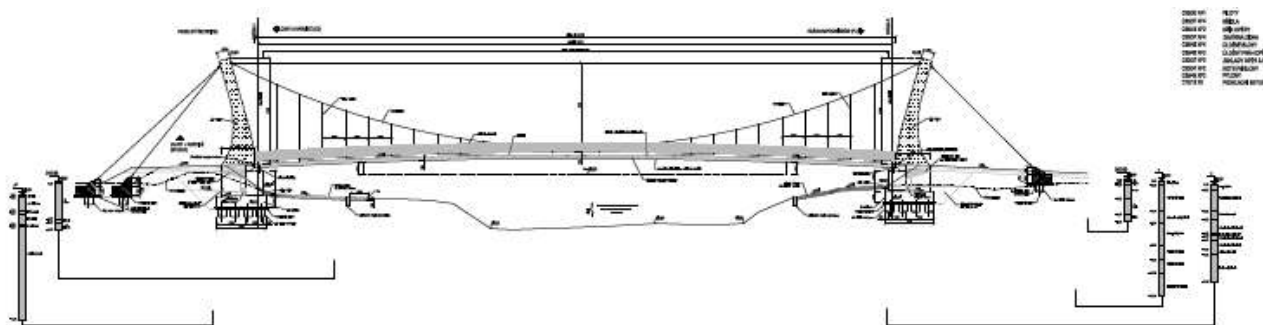
2. Stručný popis lávky

Lávka přes řeku Olši, SO 201, propojuje ČR a PL mezi Karvinou a Hašlachem. Lávka je tvořena zavěšenou konstrukcí s ocelovou mostovkou a dřevěnou podlahou. Rozpětí je 69,0 m, délka NK pak 69,70 m při celkové šířce 4,90 m. Oba pylony jsou prakticky shodné, zrcadlově obrácené: OP1 na české straně je tvořen žb. patkou 4,9 x 5,3 m tl. 1,20 m se zákl. spárou na 245,63 m a úložným prahem tl. 1,90 m a výšky 2,62 m. Do patky je vetknut zakřivený žb. pylon výšky 11,5 tvořený dvěma stěnami tl. 0,70 m spojenými nahoře příčnicí. Pylon je kotven dvěma táhly do základových patek půdorysu 2,0 x 3,0 m, tl. 1,0 m s kotevním bločkem a základovou spárou na úrovni cca 244,90 m n.m, půdorys je na obr.1, podélný řez na obr.2 a příčný řez na obr.3.

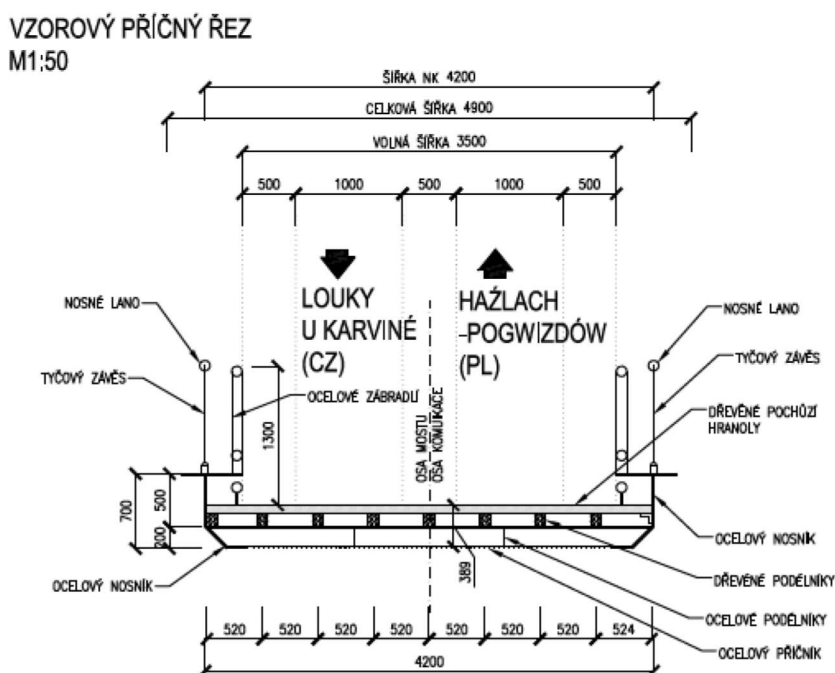
Základová patka pylonu je podporována 9 ks vrtaných pilot prof.880/800 mm, základové bločky táhel jsou navrženy vždy s 4 vrtanými pilotami prof.880/800 mm namáhanými tahem s ohybem.



Obr.1 Půdorys lávky, převzato z podkladu c)



Obr.2 Podélný řez lávkou, převzato z podkladu c)



Obr.3 Vzorový příčný řez lávkou, převzato z podkladu c)

Pylon OP2 na Polské straně je prakticky shodný s OP1, základová spára je na 246,13 m n.m. a základová spára kotevních bloků pak na cca 248,10 m n.m.

Terén u OP1 na úrovni cca 248,0 m n.m. je zvýšen nasypnou hrází výšky kolem 2,0 m, dále břeh postupně klesá a dno řeky olše je na 243,3 – 243,9 m n.m. Na Polské straně je břeh na úrovni cca 248,0 m n.m. Údaj o normální hladině vody v řece chybí, nicméně je k dispozici údaj o $Q_{100} = 249,20$ m n.m.

Ocelová mostovka je v mírném horním oblouku s vrcholem na úrovni 251,0 m n.m., v místě ložisek je pak niveleta na kótě 250,30 m n.m. (na obou stranách).

3. Geotechnické poměry na staveništi

Pro návrh zakládání lávky byly provedeny dva geotechnické průzkumy (viz podklady a, b). Předkvartérní podloží na lokalitě je tvořeno spodnokřídovými sedimenty, vesměs jílovci, jež jsou silně zvětralé a přecházejí do pevných jílu. Kvartérní sedimenty jsou pak tvořeny zejména terasovými uloženinami řeky Olše, tj. šterky a písky a hlinitým nadložím. Hydrogeologické

poměry jsou určeny poměry geologickými a jsou v zásadě jednoduché. Hladina podzemní vody poříční je vázána na fluvialní sedimenty, kde zejména určující vrstva štěrku tř. G3 je silně propustná. Propustnost tohoto souvrství je průlinová s kvalitním izolantem tvořeným křídovými jíly. Na základě chemického rozboru nevykazuje podzemní voda agresivitu na betonové konstrukce.

Na České straně byl v rámci průzkumu ad a) proveden vrt J-1 do hl. 13,5 m a ohlubní na kótě 246,96 m n.m. se situací podle obr.4.



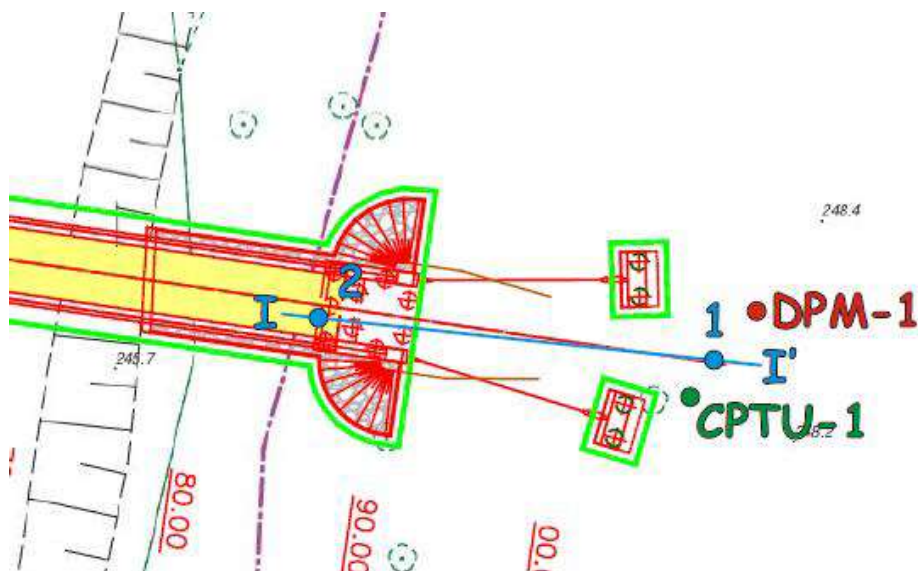
Obr.4 Situace průzkumného vrtu J-1 u opěry OP1, převzato z podkladu a)

Popis tohoto vrtu:

0,0 – 1,7: humus + navážka nehomogenní, neulehlá, Y
1,7 – 2,0: jíl štěrkovitý, měkký, F2
2,0 – 3,2: jíl pevný, F6
3,2 – 3,5: štěrk zvodnělý, stř. ulehlý, G3
3,5 – 13,5: zcela zvětralý jílovec rozpadlý na pevný jíl, R6/F4

HPV N = 3,2 m, U = 1,8 m.

Na straně Polské byly provedeny 2 průzkumní vrty (č.1 a č.2) dále sonda dynamické penetrace DPM 1 a 1 sonda statické penetrace CPTU 1 dle situace na obr.5.



Obr.5 Situace průzkumných sond u opěry OP2, převzato z podkladu b)

Popisy průzkumných vrtů

Č.1 (248,51 m n.m.)

č.2 (248,10 m n.m.)

0,0 - 0,5: navázka

0,0 – 0,6: navázka

0,5 – 3,3: štěrk hlinitý

0,6 – 2,9: štěrk hlinitý

3,3 – 4,6: jíl tuhý

2,9 – 3,8: jíl tuhý

4,6 – 12,5: zvětralý jílovec – pevný jíl

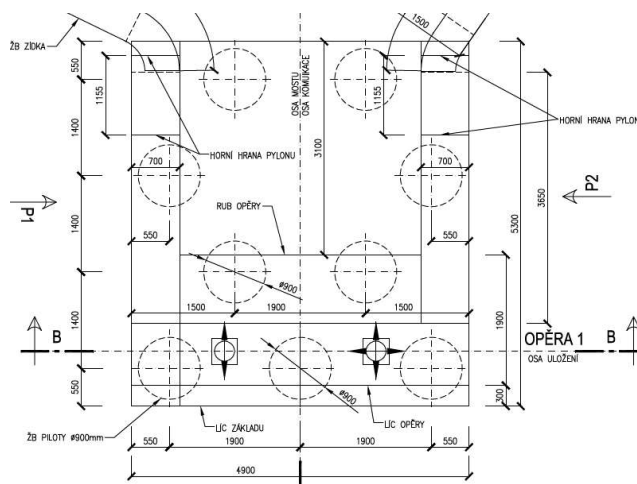
3,8 – 10,5: zvětralý jílovec – pevný jíl

Údaje o naražené a ustálené hladině podzemní vody nejsou k dispozici.

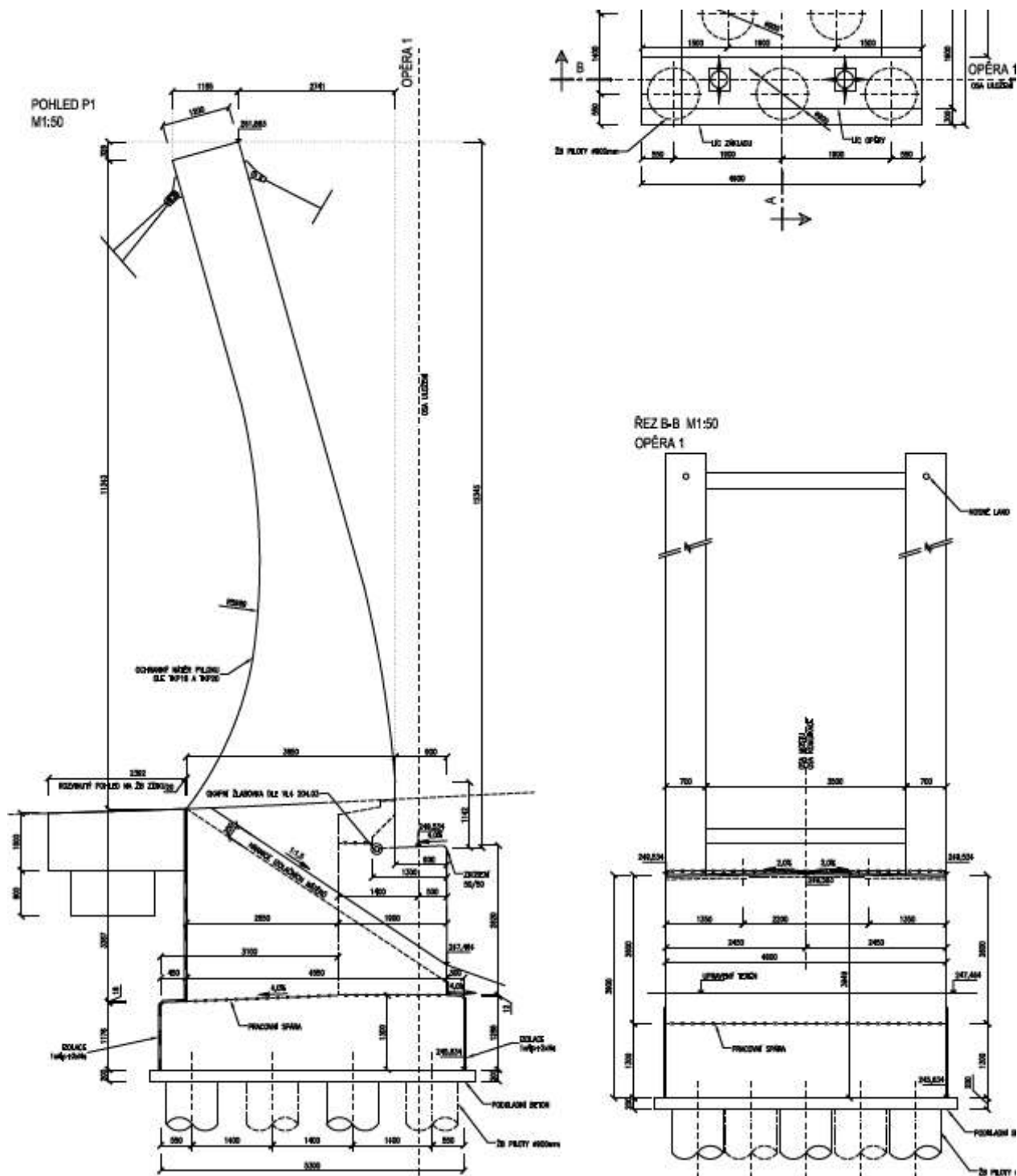
4. Návrh a posouzení základů lávky

4.1 Základy pylonu OP1

Tvar základů je patrný z obr.6 a 7.



Obr.6 Půdorys základové patky, převzato z podkladu c)



Obr.7 Tvar pylonu OP1, převzato z podkladu c)

Zatížení charakteristické

a) Tíhy základu a pylonu (k ose zákl. spáry)

$$G_1 = 4,9.5,3.1,2.25 = 779,1$$

$$G_2 = 4,9.2,62.1,9.25 = 609,80$$

$$G_3 = 2.0, 7.2, 65.2, 60.25 = 241,15$$

$$M_{G1} = 0$$

$$M_{G2} = 609,80.1,40 = 853,72$$

$$M_{G3} = -241,15.0,875 = -211,00$$

$G_4 = 2.0, 7.2, 6.3, 0.25 =$	273,00	$M_{G4} = -273,00 \cdot 0,15 =$	-40,95
$G_4 = 2.0, 7.1, 6.3, 0.25 =$	168,00	$M_{G4} = -168,00 \cdot 0,30 =$	-50,40
$G_5 = 2.0, 7.1, 2.4, 8.25 =$	201,60	$M_{G5} = -201,60 \cdot 1,0 =$	-201,60
$G_6 = 0,3, 0,3, 3,5, 25 =$	7,87	$M_{G6} = -7,87 \cdot 1,20 =$	-9,45
$G_Z = 3,5, 2,60, 3,1, 18,5 =$	521,88	$M_{GZ} = -521,88 \cdot 0,65 =$	-339,22
<hr/>			
$G =$	2 803 kN	$M_G =$	84 kNm

b) Zemní tlak ($\gamma = 18,5 \text{ kN/m}^3$, $\varphi = 32^\circ$, $\delta = 16^\circ$, $k = 0,39$)

$$E_0 = 4,9 \cdot 18,5 \cdot 3,8^2 / 2 \cdot 0,39 = 255,25 \text{ kN} \quad E_{oh} = 245 \text{ kN} \quad E_{ov} = 70 \text{ kN}$$

$$p = 16,7 \text{ kN/m}^2$$

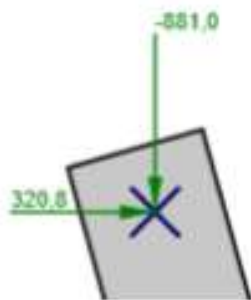
$$E_p = 4,9 \cdot 16,7 \cdot 3,8 \cdot 0,39 = 121,27 \text{ kN} \quad E_{ph} = 117 \text{ kN} \quad E_{pv} = 33 \text{ kN}$$

Svislá síla $N_E = 70 + 33 = 103 \text{ kN}$

Vodorovná síla $H_E = 245 + 117 = 362 \text{ kN}$

Moment $M_E = 245 \cdot 3,8/3 + 117 \cdot 3,8/2 - 103 \cdot 2,65 = 260 \text{ kNm}$

c) Zatížení od lanových závěsů



Vod. síla $H_L = 2 \cdot 320,8 = 641 \text{ kN}$

Svislá síla $N_L = 2 \cdot 288,1 = 576,2 \text{ kN}$

d) Zatížení v ose základové patky

$N = 2803 + 103 + 1762 = 4668 \text{ kN}$

$H = 362 + 641 = 1003 \text{ kN}$

$M = 84 + 260 + 641 \cdot 14,6 - 1762 \cdot 1,40 = 7236 \text{ kNm}$

e) Těžiště skupiny pilot

$E_z = 1,87 \text{ m}$, excentricita proti těžišti patky $e = 0,23 \text{ m}$

f) Zatížení v těžišti skupiny pilot

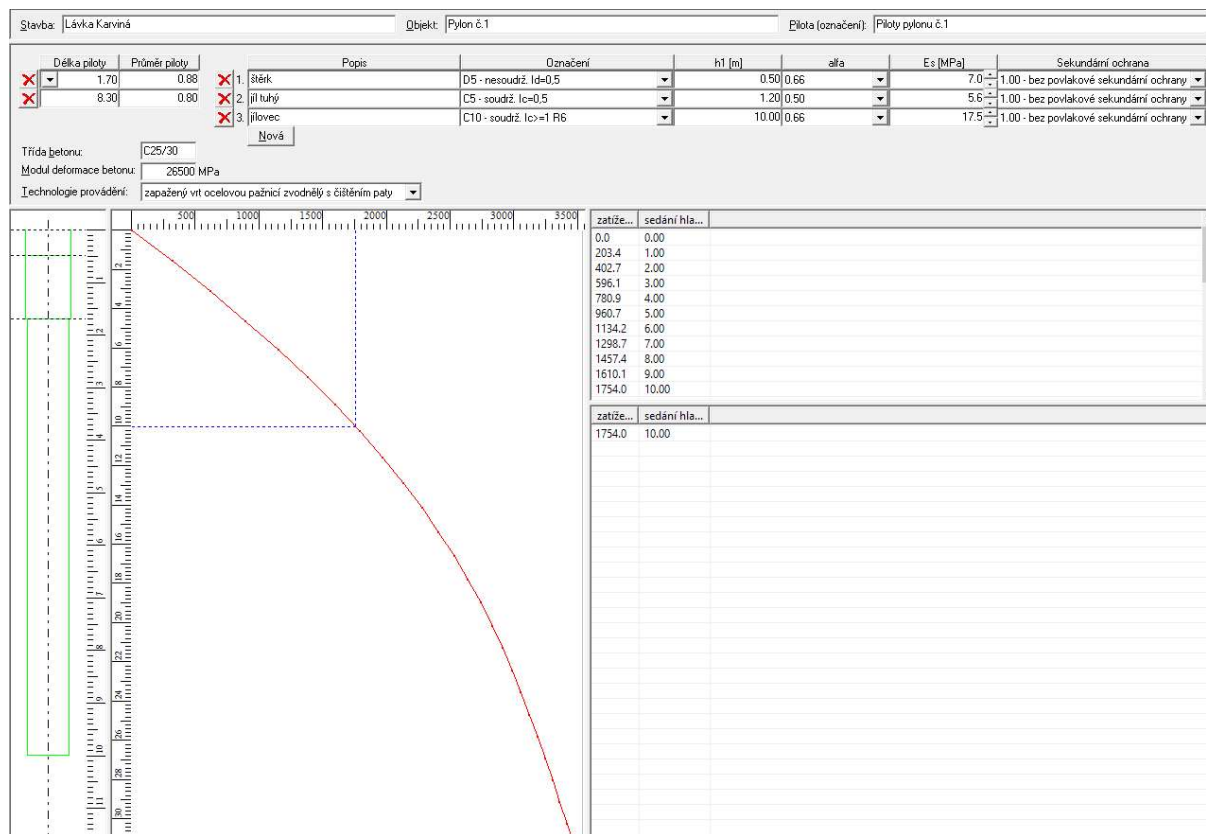
$N = 4668 \text{ kN}$

$H = 1003 - 4668 \cdot \tan 8^\circ = 347 \text{ kN}$

$M = 7236 - 0,23 \cdot 4668 = 6162 \text{ kNm}$

g) Volíme skupinu 9 ks vrtaných pilot prof. 880/800 mm dl. 10,0 m, vetknutí do pevných jílu na hl. nejméně 8,0 m, hlavy pilot na úrovni 245,63 m n.m.

Mezní zatěžovací křivka



Pérová konstanta se zohledněním skupinového účinku $C = 0,6.175 = 105 \text{ MN/m}$

h) Souřadnice skupiny pilot

Č. pil.	Y	Z	Č. pil.	Y	Z
1	-0,95	-2,33	6	0,95	0,47
2	0,95	-2,33	7	-1,90	1,87
3	-1,90	-0,93	8	0	1,87
4	1,90	-0,93	9	1,90	1,87
5	-0,95	0,47	--	--	--

i) Výpočet skupiny pilot

ULOHA: Karvina - lavka, Pylon 1

PILOTY

Pilota	Prumer [m]	Delka [m]	Y [m]	Z [m]	X [m]	alpha [deg]	omega [deg]	Vet./Kl. Y Z	
1	0.88	10.00	-0.95	-2.33	0.00	0.00	0.00	1	1
2	0.88	10.00	0.95	-2.33	0.00	0.00	0.00	1	1
3	0.88	10.00	-1.90	-0.93	0.00	0.00	0.00	1	1
4	0.88	10.00	1.90	-0.93	0.00	0.00	0.00	1	1
5	0.88	10.00	-0.95	0.47	0.00	0.00	0.00	1	1
6	0.88	10.00	0.95	0.47	0.00	0.00	0.00	1	1

7	0.88	10.00	-1.90	1.87	0.00	0.00	0.00	1	1
8	0.88	10.00	0.00	1.87	0.00	0.00	0.00	1	1
9	0.88	10.00	1.90	1.87	0.00	0.00	0.00	1	1

Modul pružnosti betonu: 26500.00 MPa

Smykový modul pružnosti betonu: 11925.00 MPa

GEOLOGIE

Typ zeminy: soudržná

Modul vodorovné reakce podloží: 8.00 MN/m³

Tuhost ve svislém směru: 105.00 MN/m

ZATÍŽENÍ

Vzdálenost hlav pilot od terenu: 0.00 m

Vertikální síla ve směru osy X: 4668.00 kN

Horizontální síla ve směru osy Y: 0.00 kN

Horizontální síla ve směru osy Z: 347.00 kN

Moment okolo osy X: 0.00 kNm

Moment okolo osy Y: 6162.00 kNm

Moment okolo osy Z: 0.00 kNm

VÝSLEDKY

SÍLY A MOMENTY V HLAVÁCH PILOT

	SÍLY			MOMENTY		
PILOTA	Rx [kN]	Ry [kN]	Rz [kN]	Mx [kNm]	My [kNm]	Mz [kNm]
skupina	4668.0	0.0	347.0	0.0	6162.0	0.0
1	163.9	0.0	38.6	0.0	285.6	0.0
2	163.9	0.0	38.6	0.0	285.6	0.0
3	376.8	0.0	38.6	0.0	285.6	0.0
4	376.8	0.0	38.6	0.0	285.6	0.0
5	589.6	0.0	38.6	0.0	285.6	0.0
6	589.6	0.0	38.6	0.0	285.6	0.0
7	802.5	0.0	38.6	0.0	285.6	0.0
8	802.5	0.0	38.6	0.0	285.6	0.0
9	802.5	0.0	38.6	0.0	285.6	0.0

DEFORMACE A PŮTOCENÍ HLAV PILOT

	DEFORMACE			PŮTOCENÍ		
CÍSLO PILOTY	Dx [mm]	Dy [mm]	Dz [mm]	Gx [%]	Gy [%]	Gz [%]
skupina	4.9	0.0	2.8	0.0	1.4	0.0
1	1.6	0.0	2.8	0.0	0.1	0.0
2	1.6	0.0	2.8	0.0	0.1	0.0
3	3.6	0.0	2.8	0.0	0.1	0.0
4	3.6	0.0	2.8	0.0	0.1	0.0
5	5.6	0.0	2.8	0.0	0.1	0.0
6	5.6	0.0	2.8	0.0	0.1	0.0

	7		7.6		0.0		2.8		0.0		0.1		0.0	
	8		7.6		0.0		2.8		0.0		0.1		0.0	
	9		7.6		0.0		2.8		0.0		0.1		0.0	

j) Příčné zatížení

ULOHA: Karvina - lavka, Pylon 1

PILOTA

Prumer piloty: 0.88 m
 Delka piloty: 10.00 m
 Modul pružnosti betonu: 26500.00 MPa

GEOLOGIE

Vrstva	Nazev	Hloubka [m]	kh [MN/m ³]	Smykový modul [MN/m]
1	sterk	0.00	4.00	2.00
		0.50	8.00	4.00
2	jil tuhy	0.50	4.00	2.00
		1.70	4.00	2.00
3	jil pevny	1.70	10.00	5.00
		10.00	10.00	5.00

ZATIZENI

Horizontalni sila v hlave piloty: 39.00 kN
 Moment v hlave piloty: 286.00 kNm

VYSLEDKY

WINKLER				WINKLER-PASTERNAK	
Hloubka [m]	Posun [mm]	Moment [kNm]	Napeti [kPa]	Posun [mm]	Moment [kNm]
0.0	7.60	286.00	37.99	7.24	286.00
1.0	5.33	306.75	23.99	5.07	302.31
2.0	3.46	302.54	31.97	3.28	295.71
3.0	1.97	273.86	19.68	1.87	264.70
4.0	0.83	227.66	8.28	0.79	218.55
5.0	-0.02	174.02	-0.20	-0.01	166.48
6.0	-0.65	120.43	-6.45	-0.59	115.24
7.0	-1.12	72.43	-11.16	-1.02	69.70
8.0	-1.49	34.20	-14.92	-1.37	33.48
9.0	-1.82	9.08	-18.24	-1.67	9.41
10.0	-2.14	0.00	-21.43	-1.95	0.00

k) Výztuž pilot

Volíme 16 prof. R 20 mm + spirála prof. 8 mm po 150 mm, dl. armokoše 11,0 m, 1,0 m vyčnívá z hlav pro navázání do patky

Železobetonový kruhový průřez, klasická teorie, čistý ohyb, ohyb a tlak nebo tah

Průřez:

$D = 88\text{cm}$; průměr bet. průřezu
 $d = 20\text{mm}$; profil želez
 $n_z = 16$; počet želez
 $kryti = 80\text{mm}$; krytí k nosné výztuži
 $n = 15$; poměr E oceli a betonu

Zatížení:

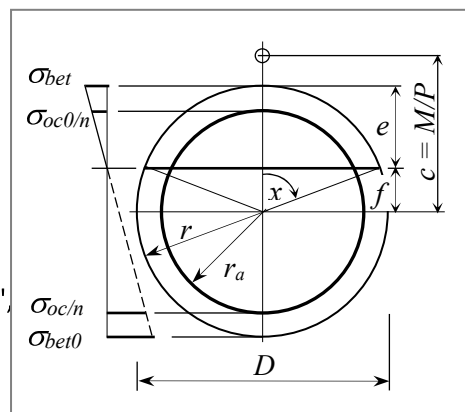
$M = 307\text{kNm}$; $P = 400\text{kN}$; ($P < 0$ je tah)

Výpočet:

Vychází ze vzorců (např. "Technický průvodce Železový beton",

Praha 1947) pro polohu neutrálné osy a pro 4 typy zatížení:

- centrický tlak nebo tah (nulový moment)
- čistý ohyb (nulová osová síla)
- tlak nebo tah s velkou výstředností, beton v tahu nepůsobí
- tlak (tah) s malou výstředností, tah v betonu nejvýše $t_b = +1\text{MPa}$;



Výsledky:

Typ namáhání průřezu:

tš == » Velká excentricita, tlak «;

Neutrálná osa:

$x == 73.58 \text{ deg}$;
 $e == 31.57 \text{ cm}$, $f == 12.43 \text{ cm}$;

Napětí při více tlačeném kraji:

Beton: $\text{sigbet} == -7.72 \text{ MPa}$ - vyhovuje
 Ocel: $\text{sigoc0} == -82.77 \text{ MPa}$;

Napětí při méně tlačeném kraji:

Ocel: $\text{sigoc} == 174.00 \text{ MPa}$ - vyhovuje
 Beton: $\text{sigbet0} == 0.00 \text{ MPa}$;

4.2 Základy pylonu OP2

Tvar základů je patrný z obr.6 a 7.

Zatížení charakteristické

a) Zatížení v těžišti skupiny pilot

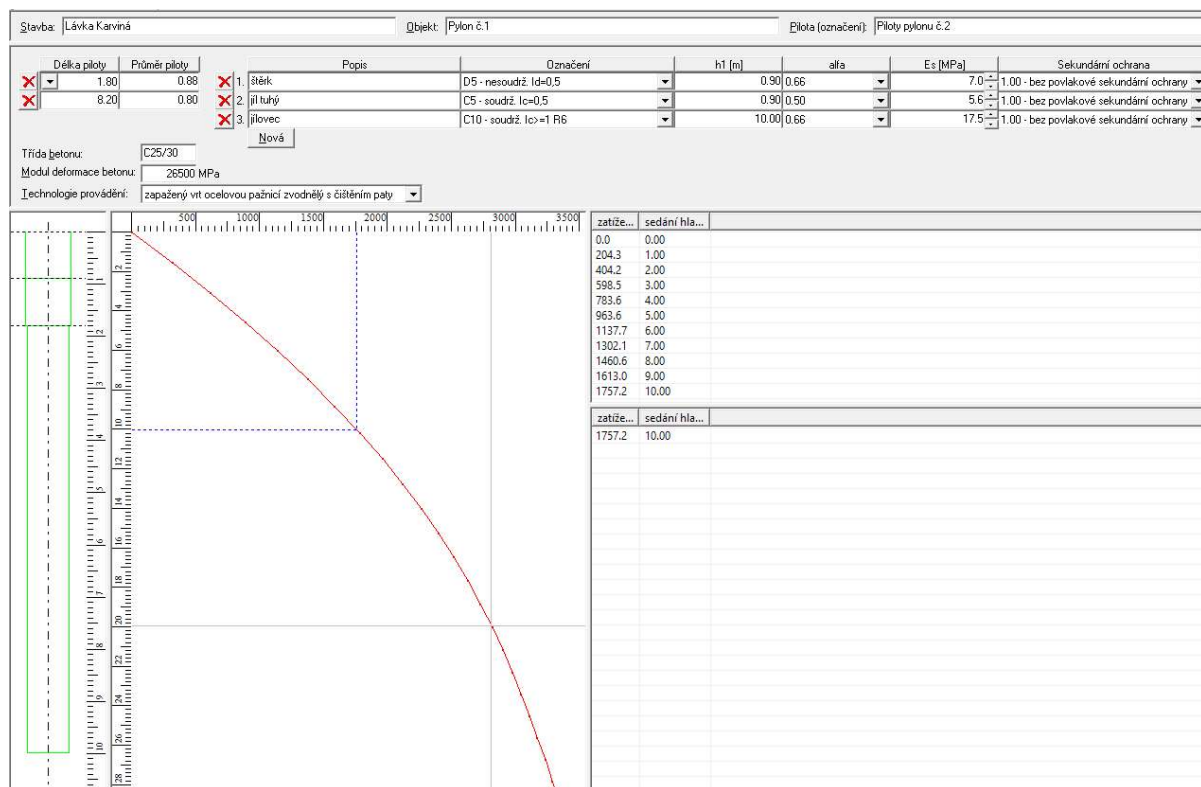
$N = 4668 \text{ kN}$

$H = 1003 - 4668 \cdot \tan 8^\circ = 347 \text{ kN}$

$M = 7236 - 0,23 \cdot 4668 = 6162 \text{ kNm}$

b) Volíme skupinu 9 ks vrtaných pilot prof.880/800 mm dl. 10,0 m, vetknutí do pevných jílu na hl. nejméně 8,0 m, hlavy pilot na úrovni 246,13 m n.m.

Mezní zatěžovací křivka



Pérová konstanta se zohledněním skupinového účinku $C = 0,6.176 = 106 \text{ MN/m}$

c) Souřadnice skupiny pilot

Č. pil.	Y	Z	Č. pil.	Y	Z
1	-0,95	-2,33	6	0,95	0,47
2	0,95	-2,33	7	-1,90	1,87
3	-1,90	-0,93	8	0	1,87
4	1,90	-0,93	9	1,90	1,87
5	-0,95	0,47	--	--	--

d) Výpočet skupiny pilot

ULOHA: Karvina - lavka, Pylon 2

PILOTY

Pilota	Prumer [m]	Delka [m]	Y [m]	Z [m]	X [m]	alpha [deg]	omega [deg]	Vet./Kl. Y Z	
1	0.88	10.00	-0.95	-2.33	0.00	0.00	0.00	1	1
2	0.88	10.00	0.95	-2.33	0.00	0.00	0.00	1	1
3	0.88	10.00	-1.90	-0.93	0.00	0.00	0.00	1	1
4	0.88	10.00	1.90	-0.93	0.00	0.00	0.00	1	1
5	0.88	10.00	-0.95	0.47	0.00	0.00	0.00	1	1
6	0.88	10.00	0.95	0.47	0.00	0.00	0.00	1	1
7	0.88	10.00	-1.90	1.87	0.00	0.00	0.00	1	1
8	0.88	10.00	0.00	1.87	0.00	0.00	0.00	1	1
9	0.88	10.00	1.90	1.87	0.00	0.00	0.00	1	1

Modul pružnosti betonu: 26500.00 MPa
 Smykový modul pružnosti betonu: 11925.00 MPa

GEOLOGIE

Typ zeminy: soudržná
 Modul vodorovné reakce podloží: 8.00 MN/m³
 Tuhost ve svislém směru: 106.00 MN/m

ZATÍŽENÍ

Vzdálenost hlav pilot od terenu: 0.00 m
 Vertikální síla ve směru osy X: 4668.00 kN
 Horizontální síla ve směru osy Y: 0.00 kN
 Horizontální síla ve směru osy Z: 347.00 kN
 Moment okolo osy X: 0.00 kNm
 Moment okolo osy Y: 6162.00 kNm
 Moment okolo osy Z: 0.00 kNm

VÝSLEDKY

SÍLY A MOMENTY V HLAVÁCH PILOT

	SÍLY			MOMENTY		
PILOTA	Rx [kN]	Ry [kN]	Rz [kN]	Mx [kNm]	My [kNm]	Mz [kNm]
skupina	4668.0	0.0	347.0	0.0	6162.0	0.0
1	162.3	0.0	38.6	0.0	283.8	0.0
2	162.3	0.0	38.6	0.0	283.8	0.0
3	376.1	0.0	38.6	0.0	283.8	0.0
4	376.1	0.0	38.6	0.0	283.8	0.0
5	589.9	0.0	38.6	0.0	283.8	0.0
6	589.9	0.0	38.6	0.0	283.8	0.0
7	803.7	0.0	38.6	0.0	283.8	0.0
8	803.7	0.0	38.6	0.0	283.8	0.0
9	803.7	0.0	38.6	0.0	283.8	0.0

DEFORMACE A PŮTOCENÍ HLAV PILOT

	DEFORMACE			PŮTOCENÍ		
CISLO PILOTY	Dx [mm]	Dy [mm]	Dz [mm]	Gx [%]	Gy [%]	Gz [%]
skupina	4.9	0.0	2.8	0.0	1.4	0.0
1	1.5	0.0	2.8	0.0	0.1	0.0
2	1.5	0.0	2.8	0.0	0.1	0.0
3	3.5	0.0	2.8	0.0	0.1	0.0
4	3.5	0.0	2.8	0.0	0.1	0.0
5	5.6	0.0	2.8	0.0	0.1	0.0
6	5.6	0.0	2.8	0.0	0.1	0.0
7	7.6	0.0	2.8	0.0	0.1	0.0
8	7.6	0.0	2.8	0.0	0.1	0.0
9	7.6	0.0	2.8	0.0	0.1	0.0

e) Příčné zatížení

ULOHA: Karvina - lavka, Pylon 2

PILOTA

Prumer piloty: 0.88 m
 Delka piloty: 10.00 m
 Modul pružnosti betonu: 26500.00 MPa

GEOLOGIE

Vrstva	Nazev	Hloubka [m]	kh [MN/m ³]	Smykový modul [MN/m]
1	sterk	0.00 0.90	4.00 10.00	2.00 5.00
2	jíl tuhy	0.90 1.80	4.00 4.00	2.00 2.00
3	jíl pevný	1.80 10.00	10.00 10.00	5.00 5.00

ZATÍŽENÍ

Horizontalní síla v hlavě piloty: 39.00 kN
 Moment v hlavě piloty: 286.00 kNm

VÝSLEDKY

WINKLER				WINKLER-PASTERNAK		
Hloubka [m]	Posun [mm]	Moment [kNm]	Napětí [kPa]	Posun [mm]	Moment [kNm]	
0.0	7.73	286.00	37.35	7.37	286.00	
1.0	5.44	307.45	24.01	5.17	303.22	
2.0	3.54	304.33	32.71	3.36	297.63	
3.0	2.02	276.18	20.25	1.92	267.08	
4.0	0.87	230.02	8.66	0.83	220.91	
5.0	0.00	176.08	0.01	0.01	168.52	
6.0	-0.64	122.00	-6.38	-0.58	116.80	
7.0	-1.12	73.45	-11.20	-1.03	70.73	
8.0	-1.51	34.72	-15.08	-1.38	34.01	
9.0	-1.85	9.22	-18.50	-1.69	9.57	
10.0	-2.18	0.00	-21.78	-1.98	0.00	

f) Výztuž pilot

Volíme 16 prof. R 20 mm + spirála prof. 8 mm po 150 mm, dl. armokoše 11,0 m, 1,0 m vyčnívá z hlav pro navázání do patky

Železobetonový kruhový průřez, klasická teorie, čistý ohyb, ohyb a tlak nebo tah

Průřez:

$D = 88\text{cm}$; průměr bet. průřezu
 $d = 20\text{mm}$; profil želez
 $n_z = 16$; počet želez
 $kryti = 80\text{mm}$; krytí k nosné výztuži
 $n = 15$; poměr E oceli a betonu

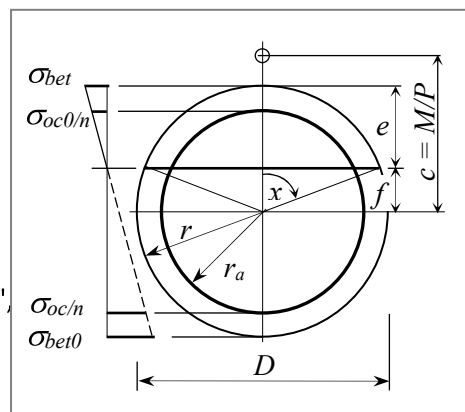
Zatížení:

$M = 307\text{kNm}$; $P = 400\text{kN}$; ($P < 0$ je tah)

Výpočet:

Vychází ze vzorců (např. "Technický průvodce Železový beton", Praha 1947) pro polohu neutrálné osy a pro 4 typy zatížení:

- centrický tlak nebo tah (nulový moment)
- čistý ohyb (nulová osová síla)
- tlak nebo tah s velkou výstředností, beton v tahu nepůsobí
- tlak (tah) s malou výstředností, tah v betonu nejvýše $t_b = +1\text{MPa}$;



Výsledky:

Typ namáhání průřezu:

tš == » Velká excentricita, tlak «;

Neutrálná osa:

$x == 73.58 \text{ deg}$;
 $e == 31.57 \text{ cm}$, $f == 12.43 \text{ cm}$;

Napětí při více tlačeném kraji:

Beton: sigbet == -7.72 MPa- vyhovuje
 Ocel: sigoc0 == -82.77 MPa;

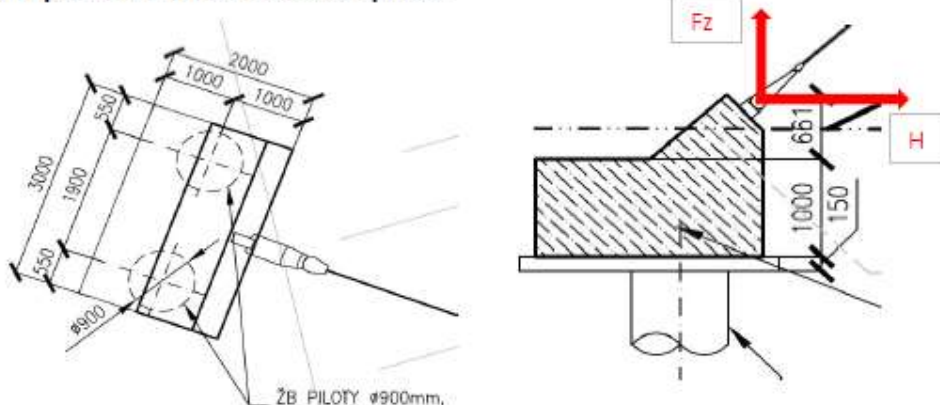
Napětí při méně tlačeném kraji:

Ocel: sigoc == 174.00 MPa- vyhovuje
 Beton: sigbet0 == 0.00 MPa;

4.3 Základy kotevních táhel za OP1 a OP2

Vždy dvě kotevní táhla jsou upnuta do kotevních bloků tvořených žb. patkou původních rozměrů $2,0 \times 3,0 \text{ m}$, tl. $1,0 \text{ m}$ s kotevním bločkem a zákl. spárou na kotě $246,80 \text{ m n.m.}$ Patky byly původně podepřeny 2 pilotami prof. $880/800 \text{ mm}$, obr.8.

Schéma působení reakcí od táhla za opěrou:



Obr.8 Tvar kotevních bloků, převzato z podkladu d)

Zatížení charakteristické

S ohledem na nové zatížení je třeba kotevní blok zvětšit tak, aby pod ním byly celkem 4 piloty prof.880/800 mm. Půdorys základové patky bude tedy 3,0 x 3,0 m, tl. 1,0 m, základová spára na 246,80 m n.m., působíště vnějších sil bude v těžišti skupiny pilot, jež budou v rozích čtverce 1,90 x 1,90 m.

a) Tíhy základu k těžišti skupiny pilot

$G_1 = 3,0 \cdot 3,0 \cdot 1,0 \cdot 0,25 =$	225,00	$M_{G1} =$	0
$G_2 = 3,0 \cdot 0,0 \cdot 6,1 \cdot 0,25 =$	22,50	$M_{G2} =$	0
<hr/>			
$G =$	250 kN	$M_G =$	0 kNm

b) Zatížení z táhla

$$N = -507 \text{ kN} \quad H = 513 \text{ kN}$$

c) Celkové zatížení v těžišti skupiny 4 ks pilot

$$N = 250 - 507 = -257 \text{ kN (tah)}$$

$$H = 513 \text{ kN}$$

$$M = 513 \cdot 1,66 = 852 \text{ kNm}$$

d) Únosnost pilot

Navrhujeme 4 piloty prof.880/800 mm dl.8,0 m, s hlavami na úrovni vetknuté na délku nejméně 5,0 m do pevných jílu.

Geol. profil:

0,0 – 1,5: štěrk písčitý (D5 $a = 62,46 \text{ kPa}$, $b = 16,06 \text{ kPa}$),

$$q_{s1} = 62,46 - 16,06 \cdot 0,88/0,75 = 43,61$$

1,5 – 2,8: jíl tuhý (C5 $a = 46,39 \text{ kPa}$, $b = 20,81 \text{ kPa}$)

$$q_{s2} = 46,39 - 20,81 \cdot 0,88/2,15 = 37,87$$

2,8 – 8,0: jíl pevný (C10 $a = 97,31 \text{ kPa}$, $b = 108,59 \text{ kPa}$)

$$q_{s3} = 97,31 - 108,59 \cdot 0,80/5,40 = 81,22$$

$$U = 3,14 \cdot 0,7 \cdot (0,88 \cdot 1,5 \cdot 43,61 + 0,88 \cdot 1,3 \cdot 37,87 + 0,8 \cdot 5,2 \cdot 81,22) = 964,40 \text{ kN}$$

$$\text{Redukce s ohledem na skupinu pilot } C = 0,6 \cdot 96,4 = 57 \text{ MN/m}$$

e) Výpočet skupiny pilot

ULOHA: Karvina- zaklady tahel OP1, OP2

PILOTY

Pilota	Prumer [m]	Delka [m]	Y [m]	Z [m]	X [m]	alpha [deg]	omega [deg]	Vet./Kl. Y Z	
1	0.88	8.00	-0.95	-0.95	0.00	0.00	0.00	1	1

2	0.88	8.00	-0.95	0.95	0.00	0.00	0.00	1	1
3	0.88	8.00	0.95	-0.95	0.00	0.00	0.00	1	1
4	0.88	8.00	0.95	0.95	0.00	0.00	0.00	1	1

Modul pružnosti betonu: 26500.00 MPa

Smykový modul pružnosti betonu: 11925.00 MPa

GEOLOGIE

Typ zeminy: soudržná

Modul vodorovné reakce podloží: 8.00 MN/m³

Tuhost ve svislém směru: 57.00 MN/m

ZATÍŽENÍ

Vzdálenost hlav pilot od terenu: 0.00 m

Vertikální síla ve směru osy X: -257.00 kN

Horizontální síla ve směru osy Y: 0.00 kN

Horizontální síla ve směru osy Z: 513.00 kN

Moment okolo osy X: 0.00 kNm

Moment okolo osy Y: 852.00 kNm

Moment okolo osy Z: 0.00 kNm

VÝSLEDKY

SÍLY A MOMENTY V HLAVÁCH PILOT

	SÍLY			MOMENTY		
PILOTA	Rx [kN]	Ry [kN]	Rz [kN]	Mx [kNm]	My [kNm]	Mz [kNm]
skupina	-257.0	0.0	513.0	0.0	852.0	0.0
1	-142.4	0.0	128.3	0.0	138.8	0.0
2	13.9	0.0	128.3	0.0	138.8	0.0
3	-142.4	0.0	128.3	0.0	138.8	0.0
4	13.9	0.0	128.3	0.0	138.8	0.0

DEFORMACE A PŮTOCENÍ HLAV PILOT

	DEFORMACE			PŮTOCENÍ		
CISLO PILOTY	Dx [mm]	Dy [mm]	Dz [mm]	Gx [%]	Gy [%]	Gz [%]
skupina	-1.1	0.0	3.7	0.0	1.4	0.0
1	-2.5	0.0	3.7	0.0	0.1	0.0
2	0.2	0.0	3.7	0.0	0.1	0.0
3	-2.5	0.0	3.7	0.0	0.1	0.0
4	0.2	0.0	3.7	0.0	0.1	0.0

f) Příčné zatížení

ULOHA: Karvina - lavka, zaklady tahel OP1

PILOTA

Prumer piloty: 0.88 m
 Delka piloty: 8.00 m
 Modul pružnosti betonu: 26500.00 MPa

GEOLOGIE

Vrstva	Nazev	Hloubka [m]	kh [MN/m ³]	Smykový modul [MN/m]
1	sterk	0.00	4.00	2.00
		1.50	10.00	5.00
2	jil tuhy	1.50	4.00	2.00
		2.80	4.00	2.00
3	jil pevný	2.80	10.00	5.00
		8.00	10.00	5.00

ZATÍŽENÍ

Horizontalní síla v hlavě piloty: 128.00 kN
 Moment v hlavě piloty: 139.00 kNm

VÝSLEDKY

WINKLER				WINKLER-PASTERNAK	
Hloubka [m]	Posun [mm]	Moment [kNm]	Napětí [kPa]	Posun [mm]	Moment [kNm]
0.0	13.83	139.00	62.22	14.15	139.00
1.0	10.48	237.29	83.86	10.85	225.83
2.0	7.44	265.06	35.33	7.82	252.50
3.0	4.73	253.28	43.76	5.13	247.25
4.0	2.35	208.24	23.45	2.74	209.48
5.0	0.22	142.41	2.25	0.62	147.68
6.0	-1.71	74.51	-17.13	-1.32	81.36
7.0	-3.55	21.62	-35.55	-3.14	27.42
8.0	-5.37	0.00	-53.66	-4.93	0.00

g) Výztuž pilot

Volíme 16 prof. R 25 mm + spirála prof. 8 mm po 150 mm, dl. armokoše 9,2 m, 1,2 m vyčnívá z hlav pro navázání do patky (vyčnívající železa je nutné příslušně ohnout, aby se do patky vešla)

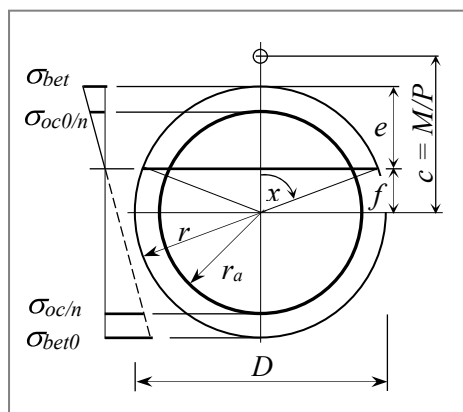
Železobetonový kruhový průřez, klasická teorie, čistý ohyb, ohyb a tlak nebo tah

Průřez:

D = 88cm; průměr bet. průřezu
 dz = 25mm; profil želez
 nz = 16; počet želez
 krytí = 80mm; krytí k nosné výztuži
 n = 15; poměr E oceli a betonu

Zatížení:

M = 265kNm; P = -142kN; (P<0 je tah)



Výpočet:

Vychází ze vzorců (např. "Technický průvodce Železový beton",

Praha 1947) pro polohu neutrálné osy a pro 4 typy zatížení:

- centrický tlak nebo tah (nulový moment)
- čistý ohyb (nulová osová síla)
- tlak nebo tah s velkou výstředností, beton v tahu nepůsobí
- tlak (tah) s malou výstředností, tah v betonu nejvýše $t_b = +1 \text{ MPa}$;

Výsledky:

Typ namáhání průřezu:

$t_\beta == \gg$ Velká excentricita, tah \ll ;

Neutrálná osa:

$x == 65.08 \text{ deg}$;

$e == 25.46 \text{ cm}$, $f == 18.54 \text{ cm}$;

Napětí při více tlačeném kraji:

Beton: $\text{sigbet} == -5.52 \text{ MPa}$ - vyhovuje

Ocel: $\text{sigoc} == -52.76 \text{ MPa}$;

Napětí při méně tlačeném kraji:

Ocel: $\text{sigoc} == 173.47 \text{ MPa}$ - vyhovuje

Beton: $\text{sigbet} == 0.00 \text{ MPa}$;

5. Závěr a poznámky k provádění

V tabulce 1 je výkaz navržených základových prvků – vrtaných pilot prof. 880/800 mm.

Tabulka 1 Výkaz vrtaných pilot prof. 880/800 mm

Pylon, Kotevní základ	Hlavy pilot	Pracovní plošina	Délka pilot	Dl. vetkn. do pev. jílů	Počet ks	Armokoš typ
P1	245,63	$\approx 247,50$	10,0	8,0	9	A1
P2	246,13	$\approx 247,50$	10,0	8,0	9	A1
Kotv. u P1	246,80	$\approx 248,80$	8,0	6,0	$2 \times 4 = 8$	A2
Kotv. u P2	248,00	$\approx 248,00$	8,0	6,0	$2 \times 4 = 8$	A2
Poznámky: Beton pilot C25/30 – XA1 A1 – armokoše složené z 16 prof. R20 mm + spirály prof. 8 mm po 150 mm, dl. koše celkem 11,0 m, 1,0 m vyčnívá z hlavy piloty pro napojení do zákl. patky A2 – armokoše složené z 16 prof. R25 mm + spirály prof. 8 mm po 150 mm, dl. koše celkem 9,2 m, 1,2 m vyčnívá z hlavy piloty pro napojení do zákl. patky						

Pracovní plošiny pro provádění pilot budou upraveny do roviny a zpevněny pro pojezd pracovních mechanismů. Vrtáno bude rotačně náběrovým způsobem pod ochranou ocelových spojovatelných pažnic prof. 880 mm na potřebnou délku, tj. zejména skrz vrstvu štěrku a tuhých jíílů. V podložních pevných jíílech lze již vrtat bez pažení prof. 800 mm na konečnou hloubku danou zejména min. požadovanou délkou vetknutí. To je třeba zkontrolovat při zahájení prací, neboť sondy geotechnického průzkumu bohužel nezasahovaly do potřebné hloubky tak, aby bylo možné délky pilot jednoznačně stanovit. Po dovtřtání je třeba paty vrtů vyčistit šapou s rovným dnem, opatřit připravenými armokoši a ihned zabetonovat betonem C25/30 – XA1. Betonáž do sucha pomocí usměrňovací roury v případě suchých vrtů, jinak pomocí licí roury.

S ohledem na úroveň pracovních plošin, jež je vesměs nad projektovanými hlavami pilot se počítá s přebetonováním cca o 0,50 m. Tato část dříků pilot bude opatrně odbourána až při výkopu pro základovou patku.

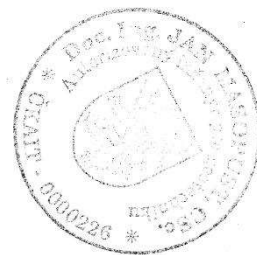
V případě zakládání kotevních bloků táhel je třeba, aby kotevní výztuž pilot byla v délce 1,20 m, což s ohledem na výšku bloků 1,0 m nevychází bez úpravy této výztuže. S ohledem na komplikace při následném ohýbání výztuže doporučuji spíše zvýšit tl. základových patek.

Požadavky na kontrolní zkoušky pilot:

- všechny pilot budou podrobeny zkoušce PIT a to ve stáří nejméně 21 dní na očištěných hlavách pilot,
- dle uvážení projektanta lze navrhnout zkoušky CHA a to na 20 % předem vybraných pilot.

Povolené tolerance při provádění pilot:

- | | |
|---|-----------------------|
| - půdorysná odchylka osy pilot v jejich hlavách | ± 80 mm, |
| - výšková odchylka hlav pilot | ± 50 mm, |
| - odchylka ve sklonu pilot | max. 1,5 ⁰ |



V Horoušanech, 17.7.2022

Doc. Ing. Jan Masopust, CSc