

OBSAH

1. IDENTIFIKAČNÍ ÚDAJE STAVBY	3
2. ZÁKLADNÍ ÚDAJE O MOSTU.....	3
2.1. CHARAKTERISTIKA MOSTU.....	3
2.2. ZÁKLADNÍ PARAMETRY MOSTU.....	3
2.2.1. <i>Půdorys</i>	5
2.2.2. <i>Příčný řez</i>	5
2.2.3. <i>Podélný řez</i>	6
2.3. ZALOŽENÍ.....	6
2.4. SPODNÍ STAVBA	6
2.5. NOSNÁ KONSTRUKCE.....	6
2.6. ULOŽENÍ NK	7
2.7. MOSTNÍ ZÁVĚRY	7
2.8. MATERIÁLY	7
2.8.1. <i>Beton</i>	7
2.8.2. <i>Betonářská výztuž</i>	7
3. ÚVOD.....	7
3.1. ROZSAH A ÚČEL STATICKÉHO VÝPOČTU	7
3.2. METODIKA VÝPOČTU	7
3.3. POUŽITÉ PROGRAMOVÉ VYBAVENÍ	7
4. STATICKÝ VÝPOČET	7
4.1. MODEL KONSTRUKCE.....	7
4.2. OKRAJOVÉ PODMÍNKY MODELU.....	8
4.2.1. <i>Uložení na základové desce</i>	8
4.2.2. <i>Boční zásyp</i>	8
4.3. VÝPOČET ZATÍŽENÍ	9
4.3.1. <i>Skupina zatížení G0 – stálé – vlastní tíha</i>	9
4.3.2. <i>Skupina zatěžovacích stavů G1 – ostatní stálé</i>	9
4.3.3. <i>Skupina zatěžovacích stavů EP – zemní tlak</i>	9
4.3.4. <i>Skupina zatěžovacích stavů W – zatížení větrem</i>	10
4.3.5. <i>Skupina zatěžovacích stavů T – zatížení teplotou</i>	10
4.3.6. <i>Skupina zat. stavů S – účinky nerovnoměrného sedání opěr</i>	10
4.3.7. <i>Skupina zat. stavů MVL – zatížení silniční dopravou</i>	10
4.3.8. <i>Roznos zatížení LM1</i>	10
4.3.9. <i>Roznos zatížení LM2</i>	12



4.3.10. Roznos zatížení LM3.....	13
4.3.11. Brzdné a rozjezdové síly	14
4.3.12. Zvýšení zemního tlaku vlivem zatížení dopravou.....	14
4.4. ZATĚŽOVACÍ STAVY	14
4.5. VNITŘNÍ SÍLY	20
4.6. KOMBINACE ZATÍŽENÍ	20
4.6.1. MSP	20
4.6.2. MSÚ	20
4.7. OBÁLKY VNITŘNÍCH SIL.....	20
4.7.1. MSÚ	20
4.8. OBÁLKY VNITŘNÍCH SIL.....	21
4.8.1. MSP - charakteristická.....	21
4.8.2. MSP - kvazistálá.....	22
4.9. POSOUZENÍ ROZHODUJÍCÍCH PRŮŘEZŮ	23
4.9.1. Návrhová skupina: DG8 – průřezy 4, 5.....	23
4.9.2. Návrhová skupina: DG12 – průřez 3.....	25
4.9.3. Návrhová skupina: DG13 – průřez 2.....	26
4.10. VODOROVNÁ ÚNOSNOST ZÁKLADU	27
4.11. ZALOŽENÍ NA MIKROPILOTÁCH.....	27
4.11.1. Návrhové zatížení	28
4.11.2. Posouzení únosnosti mikropiloty	28
4.12. STANOVENÍ SVISLÉ TUHOSTI ZÁKLADU	31
5. ZÁVĚR	35

1. IDENTIFIKAČNÍ ÚDAJE STAVBY

Stavba	III/24423 Byšice, most ev.č 24423-3 přes potok v obci Byšice
Objekt číslo	SO 201
Název mostu	Most přes potok v obci Byšice
Evidenční číslo mostu	24423-3
Katastrální území	Byšice (617172), Liblice (617199)
Obec	Byšice, Liblice
Kraj	Středočeský
Objednatel, investor	Krajská správa a údržba silnic Středočeského kraje, p.o. Zborovská 81/11, 150 00 Praha 5 - Smíchov
Uvažovaný správce mostu	Krajská správa a údržba silnic Středočeského kraje, p.o. Zborovská 81/11, 150 00 Praha 5 - Smíchov
Odpovědný projektant	AF-CityPlan s.r.o. Magistrů 1275/13, 140 00 Praha 4
Druh převáděné komunikace	Silnice III/24423
Kategorie komunikace na mostě	MO2 5,75/8,25/40
Druh přemostřované překážky	Košátecký potok
Staničení začátku úpravy, všech podpěr, křížení a konec úpravy	ZÚ km 0,000 000 O1 km 0,035 919 O2 km 0,045 382 KÚ km 0,072 500
Staničení přemostřované překážky	-
Úhel křížení	82,15°
Volná výška podjezdu	-

2. ZÁKLADNÍ ÚDAJE O MOSTU

2.1. Charakteristika mostu

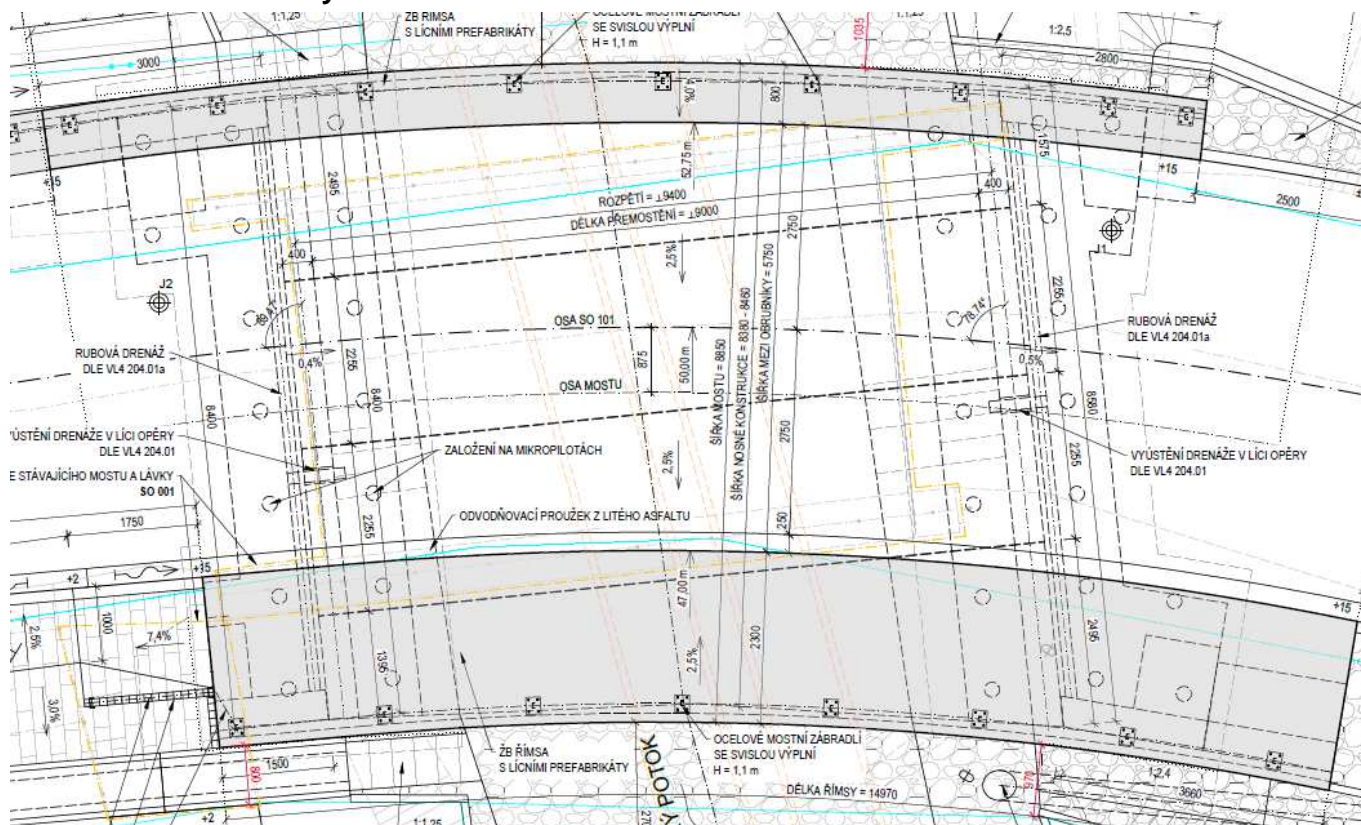
Trvalý, šikmý, přímo pojížděný most na silnici III/24423, rámový o jednom poli, prefabrikovaný, s horní mostovkou, s normovanou zatížitelností

2.2. Základní parametry mostu

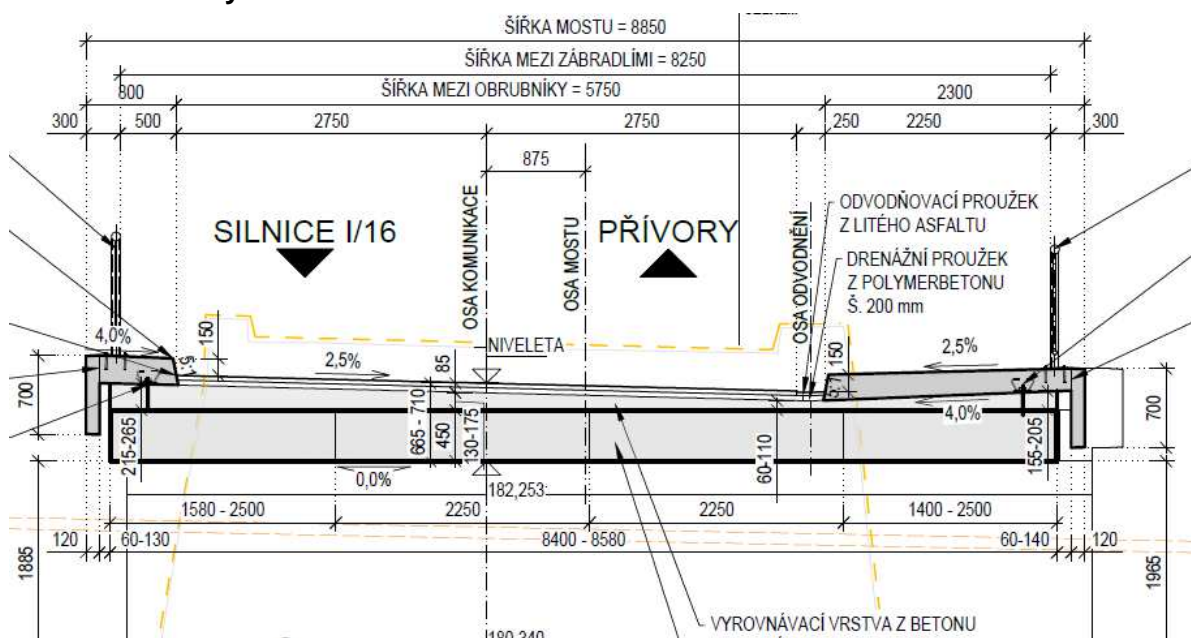


Délka přemostění:	9,09 m (v ose komunikace)
Délka mostu:	15,71 m (v ose komunikace)
Délka nosné konstrukce:	9,89 m
Rozpětí pole:	9,49 m
Šikmost mostu:	O1 89,47° (pravá) O2 78,71° (pravá)
Šířka mostu:	8,85 m
Šířka průchozího prostoru chodníku:	2,0 m
Šířka mezi zábradlími:	8,25 m
Volná šířka mostu:	8,25 m
Šířka nosné konstrukce:	8,40 - 8,58 m
Výška mostu:	2,61 m
Stavební výška:	0,70 m
Plocha mostu:	$16,35 * 8,85 = 144,70 \text{ m}^2$
Plocha nosné konstrukce:	$9,89 * 8,49 = 83,97 \text{ m}^2$
Založení:	Hlubinné
Zatížení mostu:	Normové dle ČSN EN 1991-2 pro skupinu pozemních komunikací 1

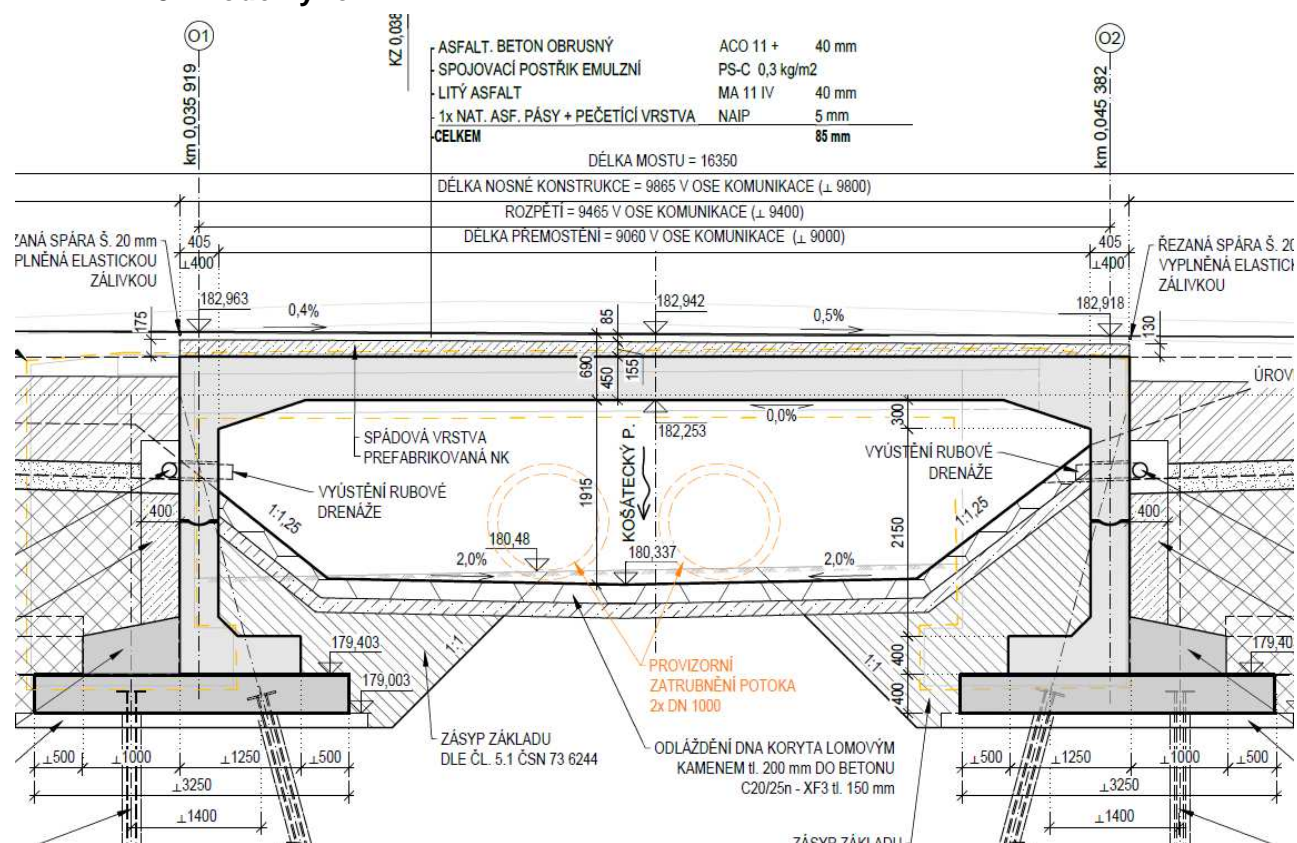
2.2.1. Pūdorys



2.2.2. Příčný řez



2.2.3. Podélný řez



2.3. Založení

Opěry jsou navrženy jako prefabrikované patky. Spodní stavba prefabrikované konstrukce je založena plošně na základové desce, která je z důvodu nevyhovujících vlastností zeminy v úrovni základové spáry podchycena mikropilotami."

2.4. Spodní stavba

Opěry jsou navrženy jako prefabrikované patky. Patka je tvořena prefabrikovanou L-částí. Z rubové strany patky vyčnívá výztuž, která je po usazení patky do projektované polohy zmonolitněna společně s křídly a ostatními patkami. Horní hrana opěry je zakončena kloubovou jamkou, do které je usazená hlavice prefabrikované nosné konstrukce. Tloušťka stěny opěry je 0,4 m.

Křídla jsou navržena také jako prefabrikovaná s rozdílnou výškou podle výškového vedení říms. Každé křídlo je tvořeno jedním nebo dvěma prefabrikáty podle celkové navržené délky.

2.5. Nosná konstrukce

Nosnou konstrukci tvoří horní polorám a spolu s patkovými opěrami vytváří souvislý systém, který staticky působí jako rám s klouby v opěrách.

Horní polorámy jsou v půdorysném pohledu kolmé. Šikmost mostu a převedení směrového oblouku je zajištěno zúžením krajních polorámů na jednom konci. Zúžení není od jedné opěry ke druhé lineární, ale je tvořeno polygonem s jedním vrcholem ve středu rozpětí.

Rozpětí nosné konstrukce je 9,4 m. Výška nosné konstrukce je 0,45 m uprostřed pole. U podpěr se náběhy zvedají na výšku 0,75 m. Šířka středních prefabrikátů je 2,255 m. Krajní prefabrikáty mají šířku 1,395 m až 2,490 m.

2.6. Uložení NK

Uložení nosné konstrukce na opěře je provedeno pomocí lineárního kloubu, který tvoří válcová hlavice na prefabrikované nosné konstrukci a válcová jamka na prefabrikované opěře.

2.7. Mostní závěry

Nejsou.

2.8. Materiály

2.8.1. Beton

- Prefabrikáty C45/55
- Monolitický beton C35/45

Minimální krytí výztuže pro stupeň vlivu prostředí XF4 je 50 mm.

2.8.2. Betonářská výztuž

- B550 B

3. ÚVOD

3.1. Rozsah a účel statického výpočtu

Tento statický výpočet je nedílnou součástí projektové dokumentace rekonstrukce mostu ev. č. 24423-3.

Účelem tohoto statického výpočtu je ověřit správnost navržených rozměrů nosné konstrukce a spodní stavby. Dále je v tomto statickém výpočtu posouzeno založení na mikropilotách.

3.2. Metodika výpočtu

Statický výpočet byl proveden s ohledem na platný soubor norem ČSN a ČSN EN:

- dle metodiky mezních stavů.

Ve statickém výpočtu jsou posuzovány tyto stavy:

- mezní stav únosnosti
- únosnost průřezu v podélném směru pro kombinaci namáhání M+N+V
- mezní stav použitelnosti
- omezení napětí

3.3. Použité programové vybavení

Pro globální analýzu nosné konstrukce byl využit MKP software MIDAS Civil. Posouzení průřezů na mezní stavy bylo provedeno v programu IDEA StatiCa – RCS. Založení bylo posouzeno v souboru programů GEO 5.

4. STATICKÝ VÝPOČET

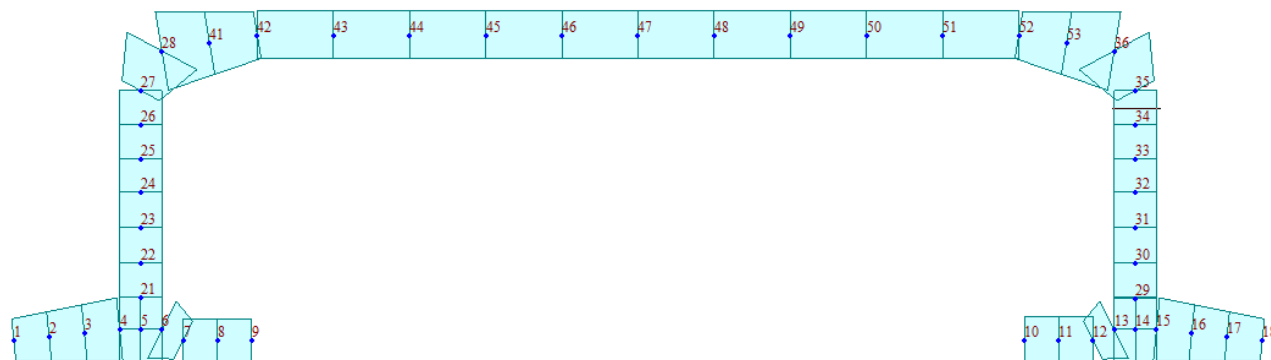
4.1. Model konstrukce

Statický model je složený z prutů, které odpovídají tvaru střednicové roviny rámu šířky 1 m. V rozhraní mezi nosnou konstrukcí a opěrou je namodelován kloub. Zatížení modelu je stanoveno ze střední části mostu, kde působí největší zatížení od dopravy.

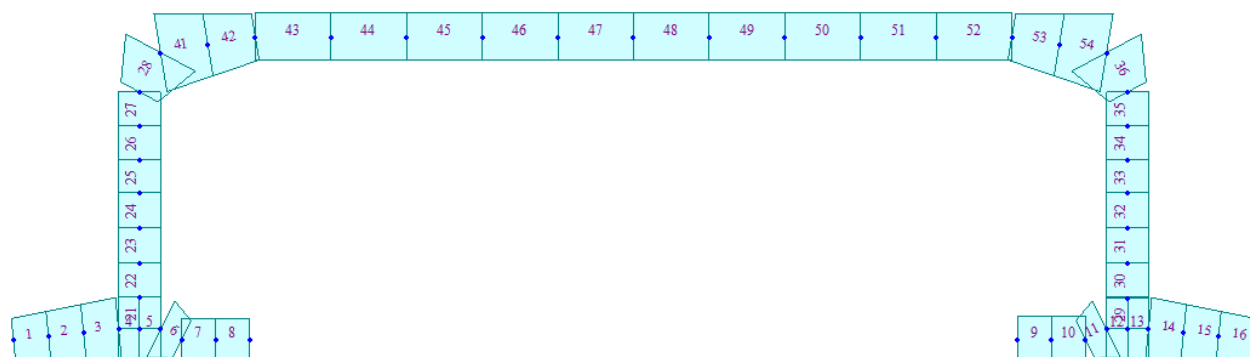
Základy jsou modelovány pomocí Winklerových pružin, vložených do bodů základových patek.



Číslo uzlů:



Číslo prutů:



4.2. Okrajové podmínky modelu

4.2.1. Uložení na základové desce

Základové patky jsou volně uloženy na základové desce, jejíž svislá tuhost záleží na mikropilotovém založení. Pružiny působí pouze v tlaku. Tuhost pružin je stanovena z celkové tuhosti mikropilot určená pro 1,0 m široký pás a rovnoměrně rozdělená do jednotlivých uzlů základové patky, které jsou v kontaktu se základovou deskou. Výpočet tuhosti svislých pružin je uveden v kapitole Založení na mikropilotách.

Vodorovnou únosnost patek zajišťuje smykové tření mezi patkou a základovou deskou a svislá reakce v patce. V modelu je nahrazena pevnou vazbou ve směru x (podélný směr mostu). V závěru výpočtu je pak výsledná vodorovná reakce porovnána s vodorovnou únosností patky.

4.2.2. Boční zásyp

Důležitým statickým prvkem konstrukce je přiléhající zásyp. Pasivní tuhost bočního zásypu ve výpočtu reprezentují jednosměrné vodorovné Winklerovy pružiny, které jsou aplikované do stěnovým prvků konstrukce. Předepsaná hodnota E_{def2} pro zásypovou zeminu po zhutnění je 70 MPa, $I_D = 0,9$. Tato hodnota musí být kontrolována po dobu výstavby například statickou zatěžovací zkouškou. Modul vodorovné reakce zásypového materiálu a z něho vyplývající tuhost vodorovných Winklerových pružin byl stanovený podle ČSN 73 1004 pro nesoudržné zeminy. $n_h = 11,0 \text{ MN/m}^3$ (vlhký písek a štěrk, $I_D = 0,9$):

$$k_h = \frac{n_h * z}{d}$$

VÝPOČET TUHOSTI VODOROVNÝCH PRUŽIN				
y_i	z	k_h	h_i	k_x
[m]	[m]	[MN/m ³]	[m]	[MN/m]
2.925	0.61	6.71	0.563	3.8
2.550	0.985	10.84	0.347	3.8
2.231	1.304	14.34	0.319	4.6
1.912	1.623	17.85	0.320	5.7
1.592	1.943	21.37	0.325	6.9
1.262	2.273	25.00	0.331	8.3
0.931	2.604	28.64	0.331	9.5
0.600	2.935	32.29	0.331	10.7

4.3. Výpočet zatížení

4.3.1. Skupina zatížení G0 – stálé – vlastní tíha

Zatížení vlastní tíhou je automaticky generováno použitým programem MIDAS Civil. Pro dílčí ověření geometrické správnosti zadaného modelu je zde provedena kontrola generovaného zatížení. Vlastní tíha prefabrikátů a monolitu je uvažována **25 kN/m³**.

KONTROLA VLASTNÍ TÍHY							
ZS	Popis	Výška *	Šířka	n	A	Y	Celkem - Rz
		[m]	[m]	[ks]	[m ²]	[kN/m ³]	[kN]
g0	příčel	-	-	1	5.694	25	142.35
g0	spřahující deska	-	-	2	1.4890	25	74.45
CELKEM NK							216.80
CELKEM MIDAS							216.13
POMĚR							0.997 OK

4.3.2. Skupina zatěžovacích stavů G1 – ostatní stálé

Jako ostatní stálé zatížení je uvažována spádová deska, vozovkové souvrství a zásyp za opěrou.

OSTATNÍ STÁLÉ ZATÍŽENÍ						
ZS	Popis	Výška	Šířka	A	Y	g_1
		[m]	[m]	[m ²]	[kN/m ³]	[kN/m]
g1_deska	spádová deska	0.150	1.000	0.15	25	3.75
g1_vozovka	vozovkové souvrství	0.085	1.000	0.085	24	2.04
g1_zásyp	zásyp za opěrou	2.950	1.000	2.95	20	59.00

4.3.3. Skupina zatěžovacích stavů EP – zemní tlak

Vodorovné účinky zemního tlaku jsou uvažovány v souladu s EN 1997-1. Hodnota úhlu vnitřního tření zásypového materiálu nesmí klesnout pod 30°. Tíha zásypu je uvažována 20 kN/m³.

- $K_0 \text{ max} = 0,60$
- $K_0 \text{ min} = 0,15$

- $K_a = 0,33$

Zemní tlak je v jednotlivých zatěžovacích stavech uvažován se součinitelem vodorovného tlaku 1,0. Skutečná hodnota součinitele je dosazena až v jednotlivých kombinacích zatěžovacích stavů.

4.3.4. Skupina zatěžovacích stavů W – zatížení větrem

Zatížení větrem bylo s ohledem na systém působení konstrukce a absenci protihlukových opatření zanedbáno.

4.3.5. Skupina zatěžovacích stavů T – zatížení teplotou

Účinky teploty byly stanoveny podle ČSN EN 1991-1-5.

Rovnoměrná složka teploty

TEPLOTA - ROVNOMĚRNÁ									
Označ.	Popis	T_0	T_{max}	T_{min}	$T_{e,max}$	$T_{e,min}$	$\Delta T_{n,exp}$	$\Delta T_{n,con}$	Typ NK
		[°C]	[°C]	[°C]	[°C]	[°C]	[°C]	[°C]	
T	Rovnoměrná teplota	10	40	-32	41.5	-24	31.5	-34	3

Nerovnoměrná složka teploty

Vliv nerovnoměrného oteplení, resp. Ochlazení byl uvažován zjednodušeným lineárním průběhem dle postupu 1 (kap. 6.1.4.1). Teplota provádění T_0 nosné konstrukce byla uvažována 10°C (dle NA.2.21). Konstrukce patří do 3. typu. Účinky současného působení rovnoměrné a nerovnoměrné teploty jsou kombinovány dle 6.1.5.

TEPLOTA - NEROVNOMĚRNÁ								
Označ.	Popis	$\Delta T_{M,heat}$	$\Delta T_{M,cool}$	$k_{sur, heat}$	$k_{sur, cool}$	$\Delta T_{M,heat}$	$\Delta T_{M,cool}$	Typ NK
		[°C]	[°C]	[°C]	[°C]	[°C]	[°C]	
T	Nerovnoměrná teplota	15	8	0.7	1	10.5	8	3

4.3.6. Skupina zat. stavů S – účinky nerovnoměrného sedání opěr

Účinky nerovnoměrného sedání jsou z důvodu kloubů umístěných zhruba ve středu výšky opěry nevýznamné. Ve výpočtu nebyly uvažovány.

4.3.7. Skupina zat. stavů MVL – zatížení silniční dopravou

Svislé zatížení

- model zatížení LM1
- model zatížení LM2
- model zatížení LM3

Vodorovné zatížení

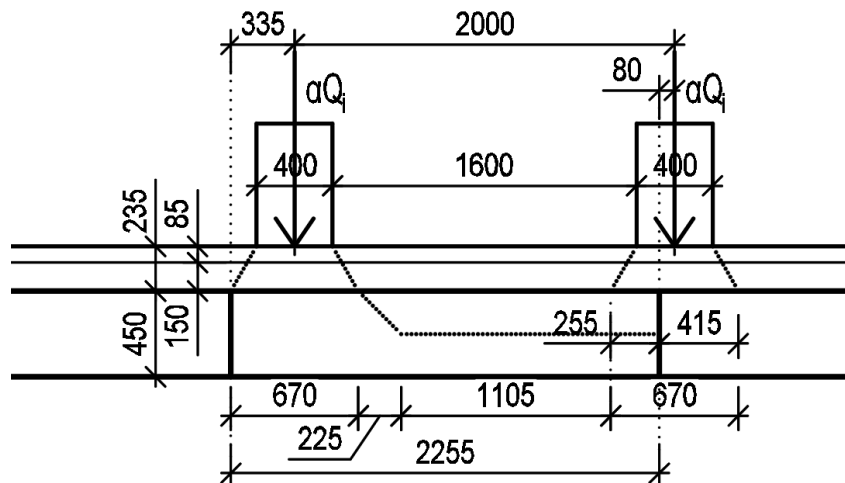
- rozjezdové a brzdné síly
- zvýšení zemního tlaku vyvolané pohyblivým zatížením

4.3.8. Roznos zatížení LM1

Pro příčný a podélný roznos zatížení byla použita metoda spolupůsobící šířky dle ČSN 73 6214. Zatížení je rozneseno do střednice nosné konstrukce. Uvažuje se, že zatížení roznáší ve vozovce a spádové vrstvě pod úhlem 30° a v nosné konstrukci pod úhlem 45°. Zatížení je stanoveno na střední část nosné konstrukce tvořenou prefabrikátem šířky 2,255 m, u kterého není uvažováno žádné spolupůsobení s dalšími prefabrikáty. Na tento

prefabrikát je umístěný zatěžovací pruh č. 1. Působí zde rovnoměrné zatížení **UDL** o velikosti 9 kN/m^2 a dále dvounáprava **TS** o velikosti zatížení $2 \times 300 \text{ kN}$. Dvounáprava je v příčném směru umístěna tak, aby čára roznosu od dosedací plochy jednoho kola protнула rozhraní prefabrikátů v jejich horním povrchu. (viz následující obrázek Příčný roznos TS)

Příčný roznos TS:



Dle ČSN 73 6214 je spolupůsobící šířka pro posouzení ohybového momentu:

$$b_1 = \frac{1}{6} * l = \frac{9,4}{6} = 1,567m$$

Příčná vzdálenost mezi koly je výrazně menší než spočítaná spolupůsobící šířka. => Zatížení od dvounápravy bude přenášet prefabrikát v celé svojí šířce.

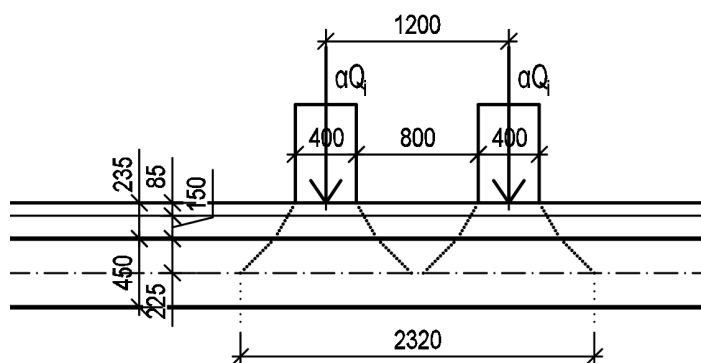
Dle obrázku je zřejmé, že zatížení z pravého kola se roznáší na sousední prefabrikáty v poměru 255 : 415, posuzovaný prefabrikát tedy přenáší:

$$\frac{1 + \frac{255}{670}}{2} = 0,690 \text{ TS z pruhu \u010d. 1}$$

$$0.690 * (2 * 300) = 414kN$$

V podélném směru je uvažována roznášecí délka ve střednici nosné konstrukce.

Podélný roznos TS:



Osamělé síly z dvounápravy jsou převedeny na spojitě zatížení délky 2,32 m do modelu šířky 1,0 m převedeny následovně:

$$\frac{414}{2,255 * 2,320} = 79,13 \text{ kN/m}$$

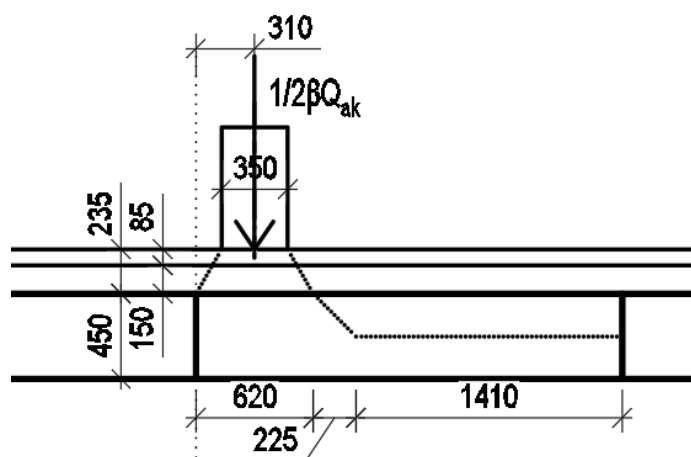
4.3.9. Roznos zatížení LM2

Most je patří do skupiny pozemních komunikací 1, tedy $\beta = 0,8$.

$$0,8 * 400 = 320 \text{ kN}$$

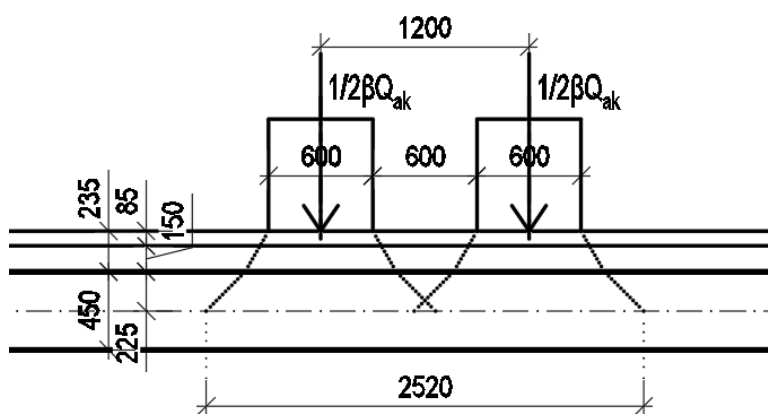
Byla nalezena nejnepříznivější poloha samostatné nápravy. Tato poloha je taková, že samostatná náprava je umístěna podélně tak, aby jeden prefabrikát musel přenést celou její tíhu a zároveň umístěna co nejvíc ke kraji prefabrikátu.

Příčný roznos LM2:



Ačkoliv je náprava umístěna podélně u kraje prefabrikátu, tak skutečná spolupůsobící šířka 1,410 m (určená šířkou prefabrikátu) je menší než vypočtená $b_1 = 1,567$ m. V příčném směru se tedy zatížení roznáší do celého prefabrikátu.

Podélný roznos LM2:



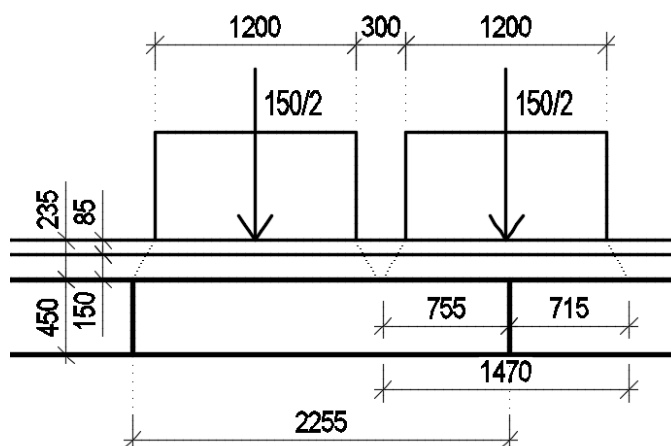
Osamělé síly ze samostatné nápravy jsou převedeny na spojitě zatížení délky 2,52 m do modelu šířky 1,0 m převedeny následovně:

$$\frac{320}{2,255 * 2,520} = 56,31 \text{ kN/m}$$

4.3.10. Roznos zatížení LM3

Protože se jedná o silnici 3. třídy, jako zvláštní vozidlo je uvažováno 900/150. Dynamický součinitel: $\varphi = 1,25$.

Příčný roznos LM3:



Jeden prefabrikát nepřenáší zatížení z celé nápravy, protože náprava je širší než prefabrikát a částečně zasahuje na sousední.

Max. poměr přenosu zatížení na jeden prefabrikát:

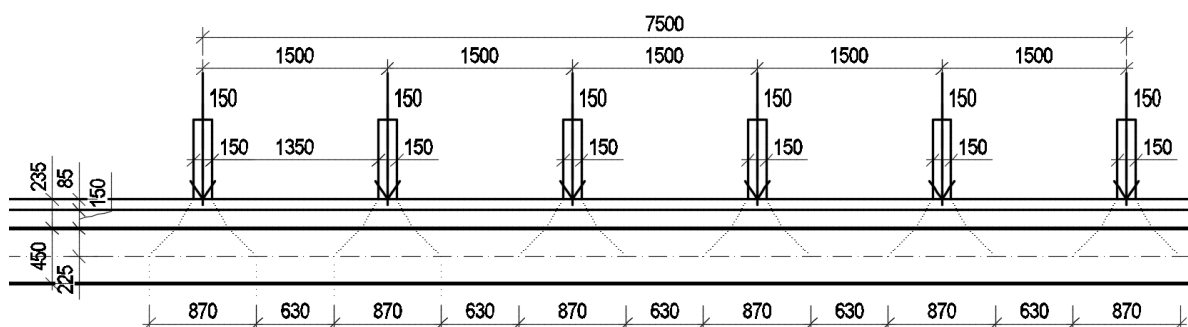
$$\frac{1 + \frac{755}{1470}}{2} = 0,757$$

Tedy zatížení jedné nápravy 1 m široký rám:

$$\frac{150 * 0,757}{2.255} = 50,35 \text{ kN/m}$$

S dymanickým součinitelem: $50,35 * 1,25 = 62,94 \text{ kN/m}$

Podélný roznos LM3:



Vzhledem k tomu, že se čáry roznosu zatížení neprotínají ve střednici nosné konstrukce, bude zjednodušeně uvažováno jako soustava osamělých sil velikosti **62,94 kN**.

4.3.11. Brzdné a rozjezdové síly

Brzdná a rozjezdová síla vychází z maximálního svislého zatížení modelu LM1. Její hodnota je uvažována již přímo pro pás mostu šířky 1,0 m:

$$\frac{0,6 * 1 * 414}{2,255} + 0,1 * 9 * 9,8 = 119 \text{ kN}$$

Pro model zatížení LM3, které se po mostě pohybuje rychlostí ≤ 70 km/hod musí být uvažovány brzdné a rozjezdové síly následovně:

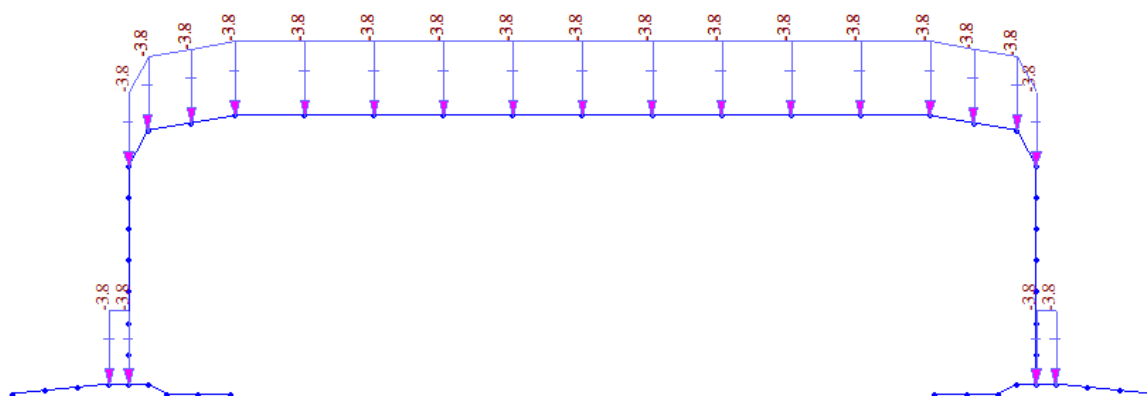
$$\frac{0,6 * 900}{2,255} * 0,757 = 181,3 \text{ kN}$$

4.3.12. Zvýšení zemního tlaku vlivem zatížení dopravou

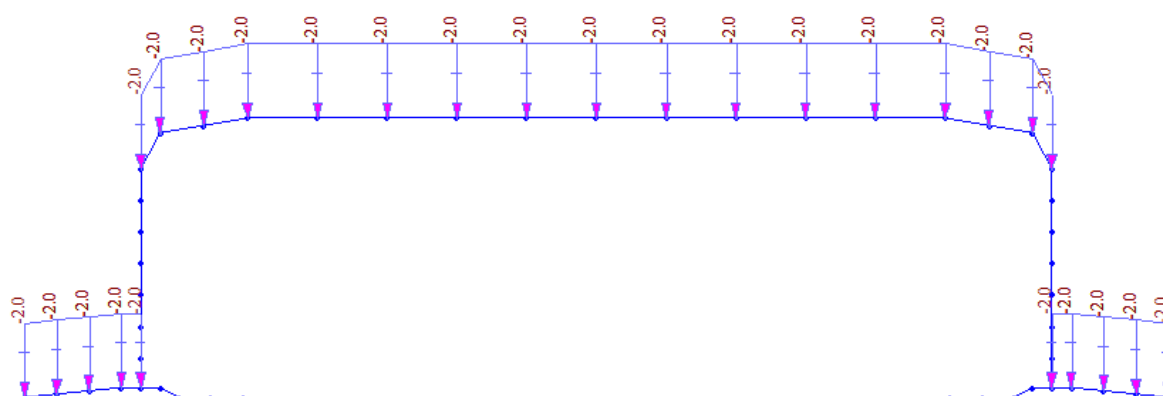
Zvýšení zemního tlaku vlivem dopravy je uvažováno hodnotou 40 kN/m^2 po výšce opěry.

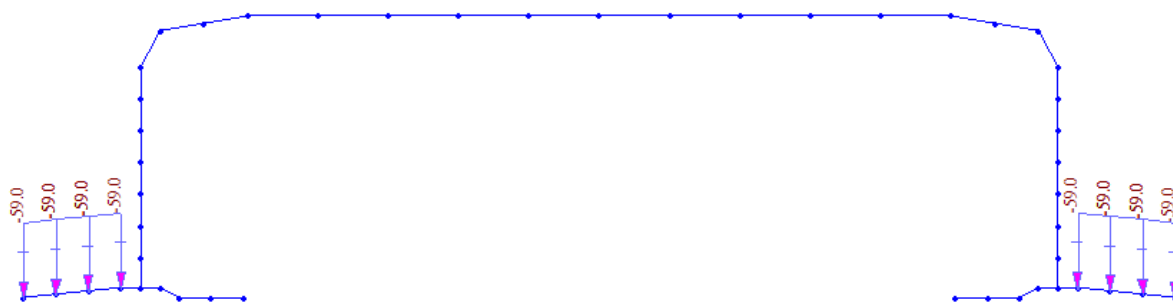
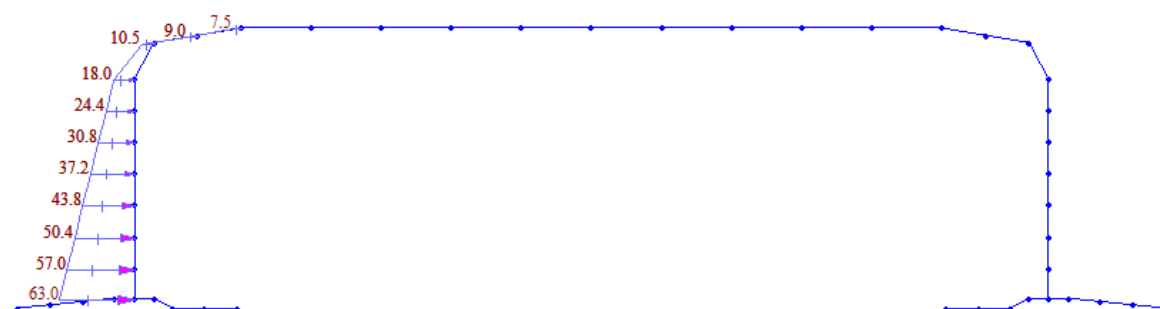
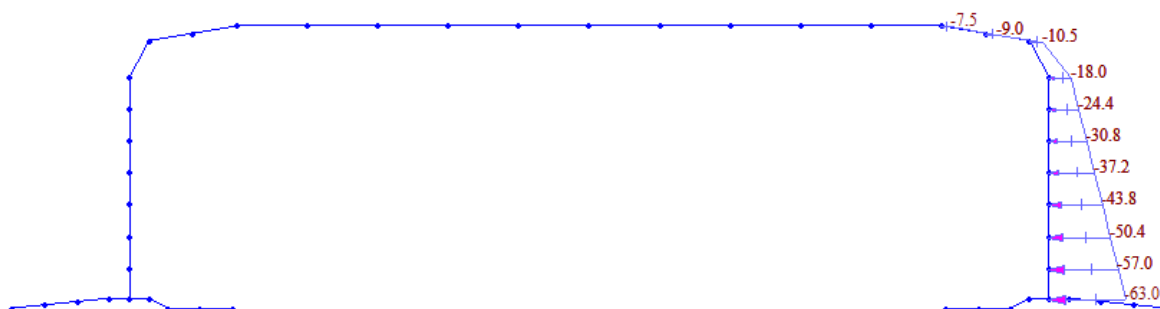
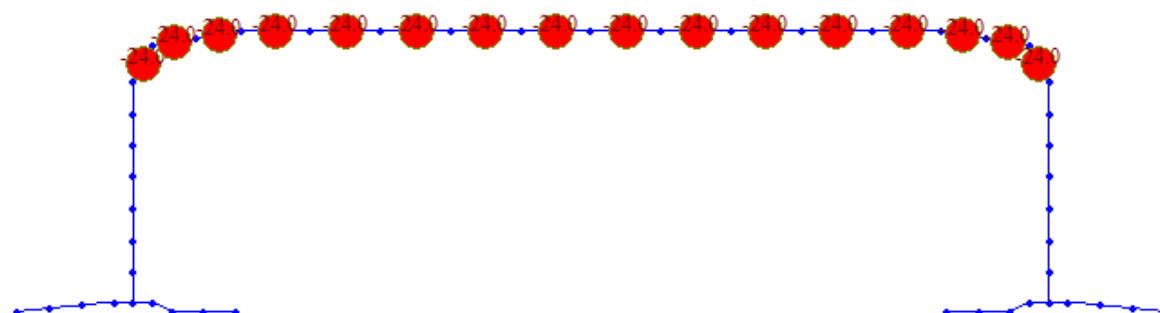
4.4. Zatěžovací stavy

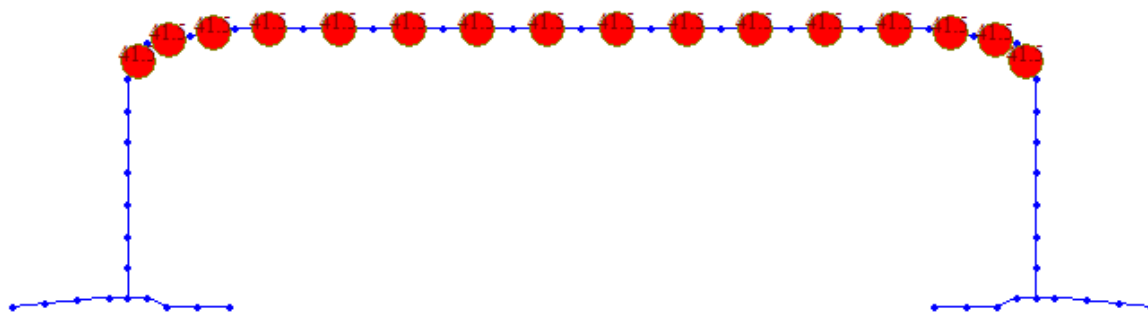
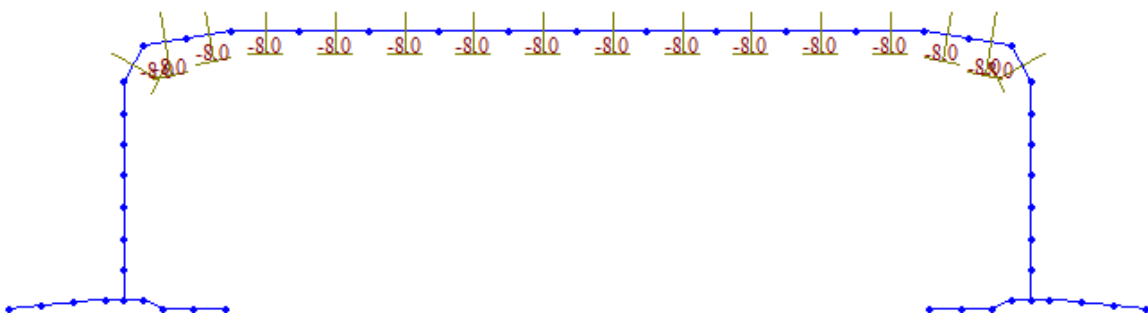
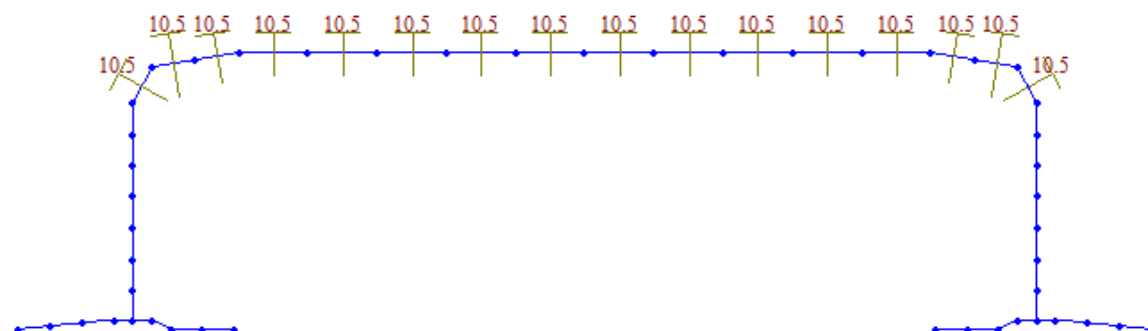
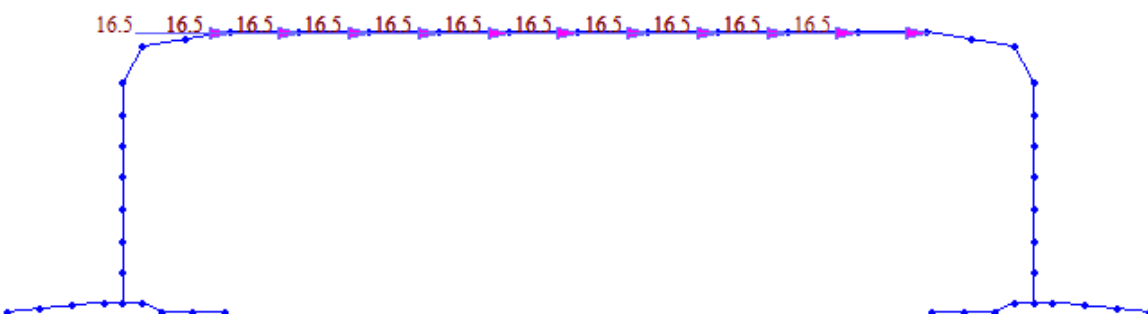
g1 deska:

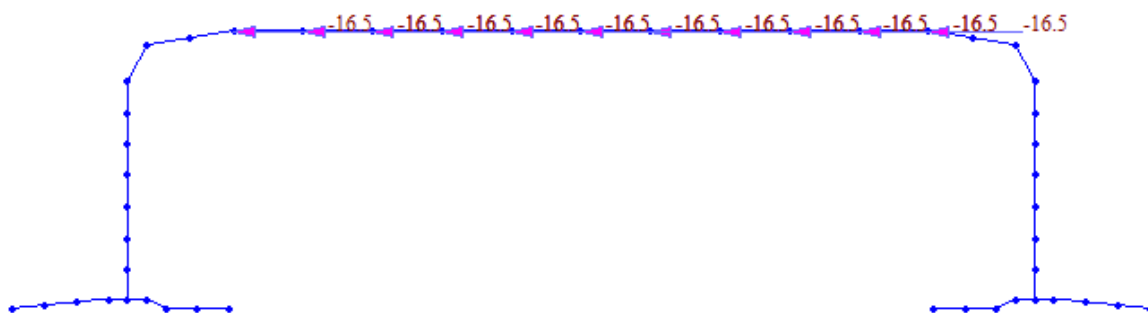
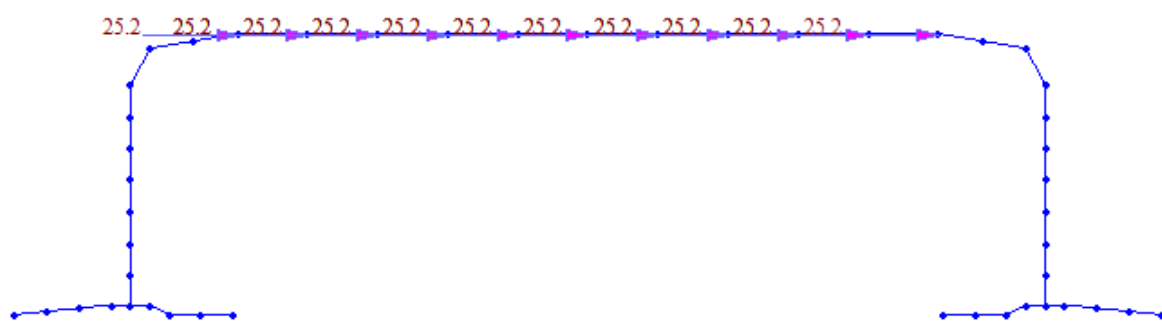
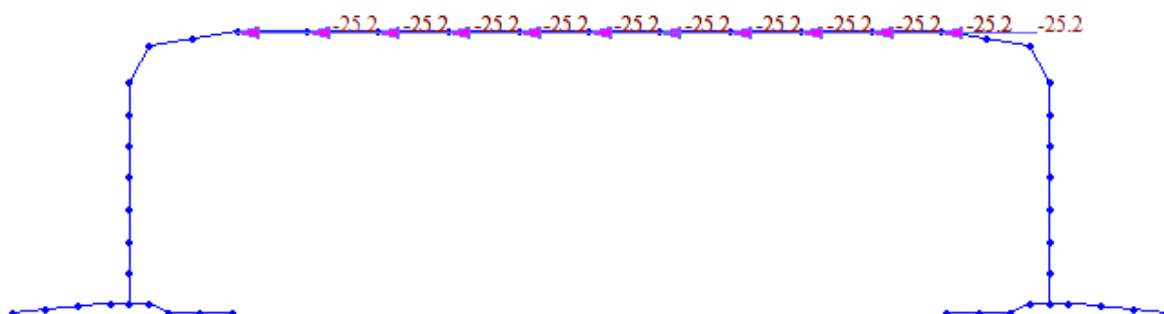
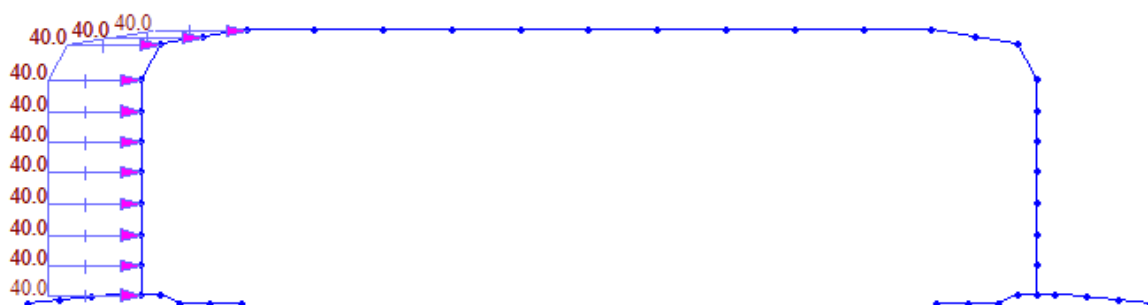


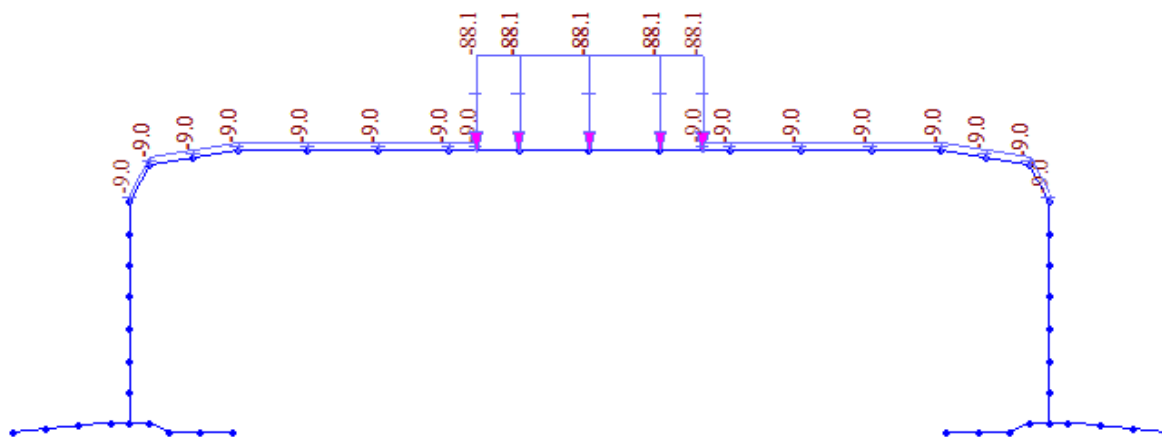
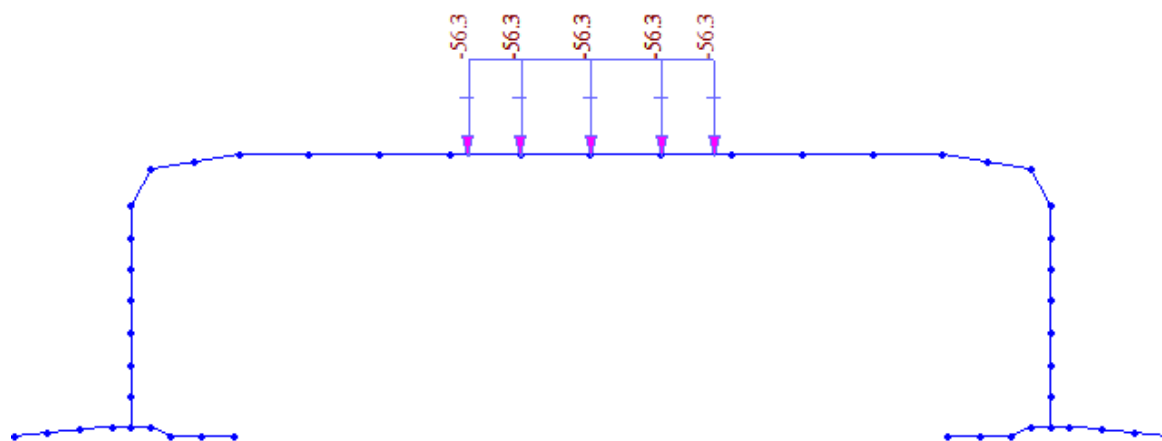
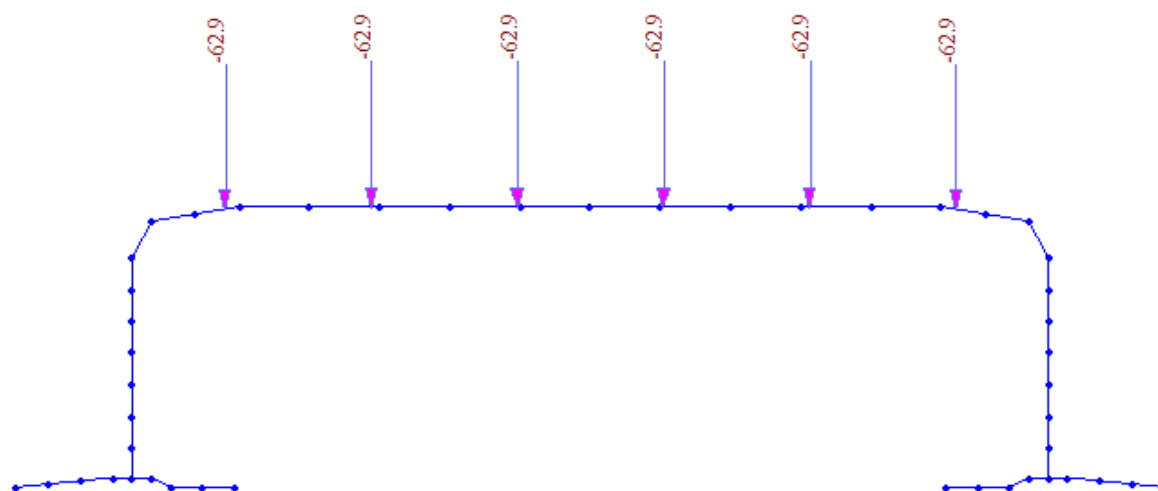
g1 vozovka:

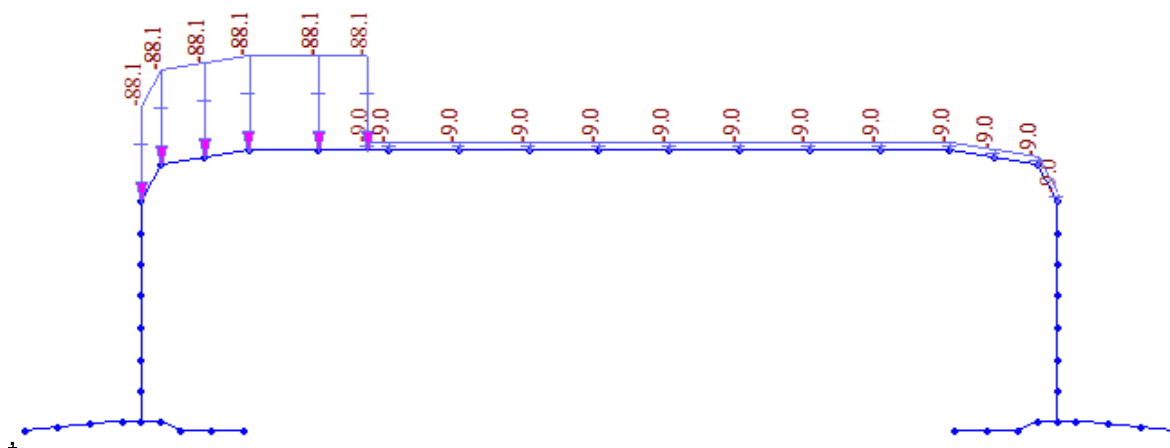
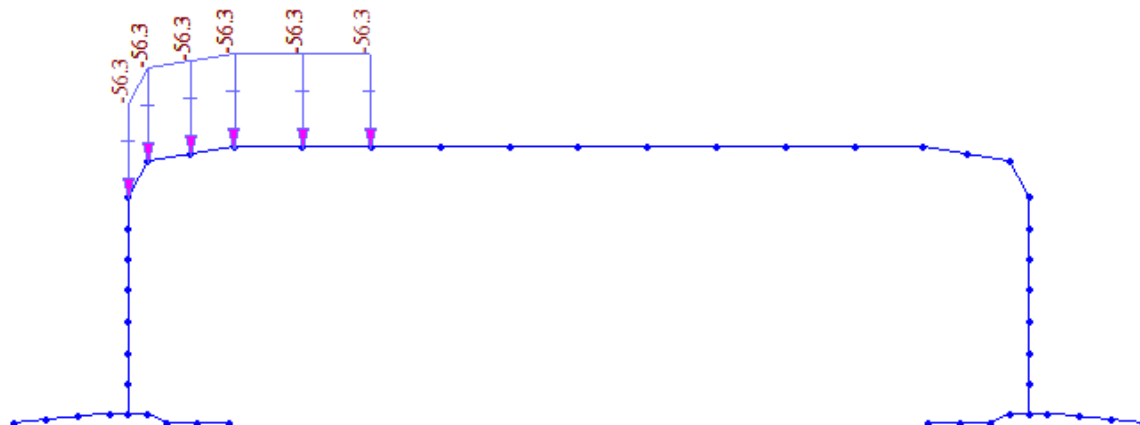
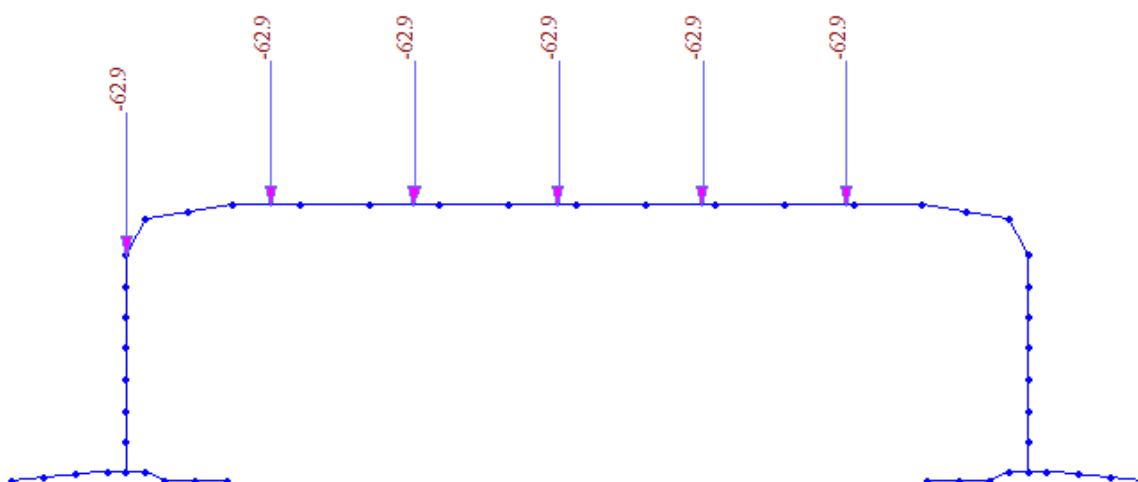


q1 zásyp:Sh-L:Sh P:T con:

T_{exp} : T_{cool} : T_{heat} : $Brk-LM1 +$:

Brk-LM1 -:Brk-LM3 +:Brk-LM3 -:S-MVL – L:

LM1 – střed:LM2 - střed:LM3: střed:

LM1 – kraj:LM2 – kraj:LM3 – kraj:

4.5. Vnitřní síly

Vypočtené vnitřní síly jednotlivých zatěžovacích stavů jsou archivovány u projektanta.

4.6. Kombinace zatížení

Kombinace zatížení byly provedeny dle ČSN EN 1990 pro mezní stav únosnosti a mezní stav použitelnosti. Kombinace zatížení byly sestaveny v programu MIDAS Civil pomocí součtů a obálek jednotlivých zatěžovacích stavů tak, aby vyvodily maximální účinky pro příslušný mezní stav.

4.6.1. MSP

Pro posouzení mezního stavu použitelnosti byla sestavena charakteristická kombinace zatížení (rce. 6.14) a kvazistálá kombinace (rce. 6.16)

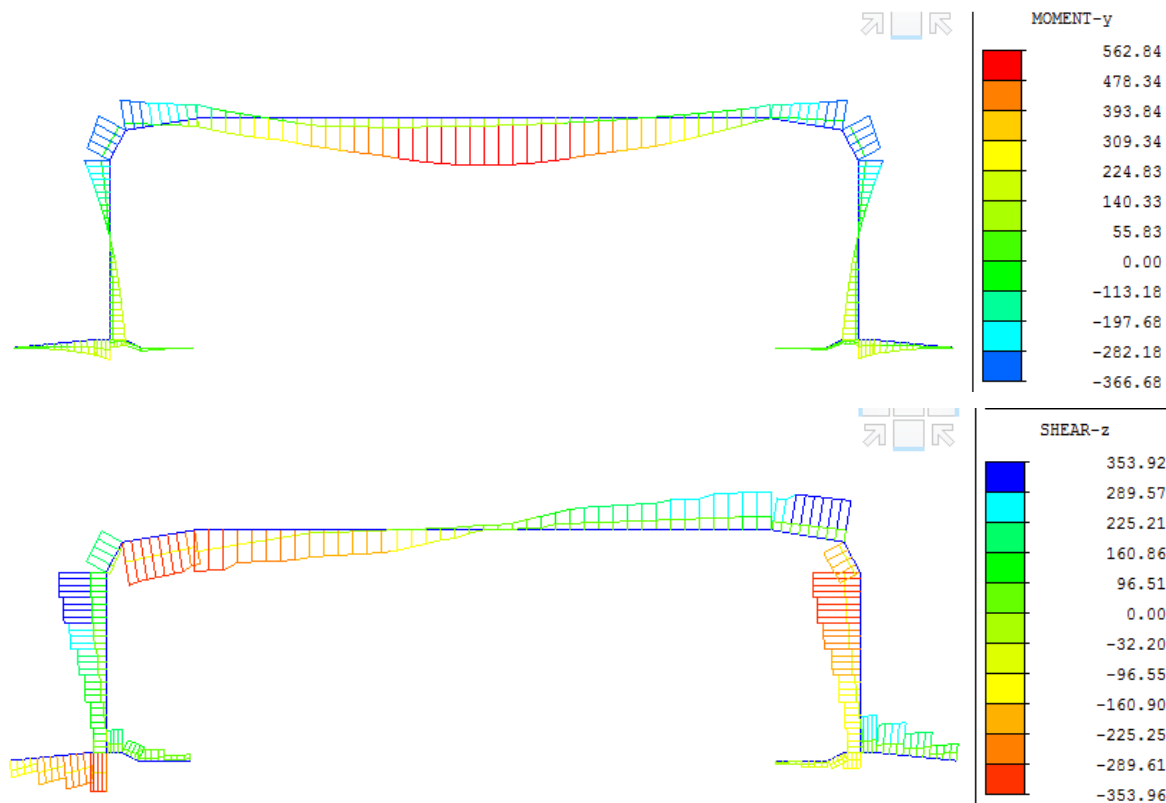
4.6.2. MSÚ

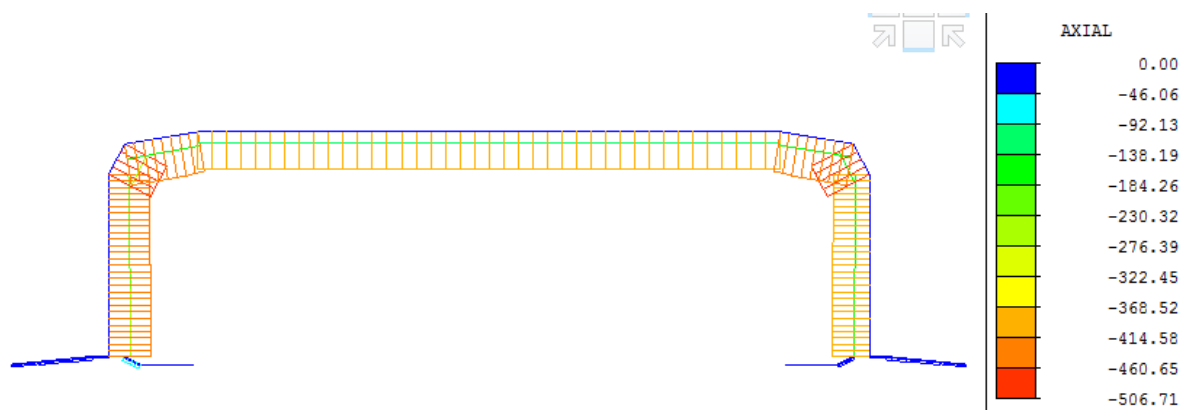
Kombinace zatížení pro mezní stav únosnosti byly provedeny dle ČSN EN 1990 dle rovnice 6.10.

4.7. Obálky vnitřních sil

V této kapitole jsou zobrazeny obálky vnitřních sil pro jednotlivé typy kombinací.

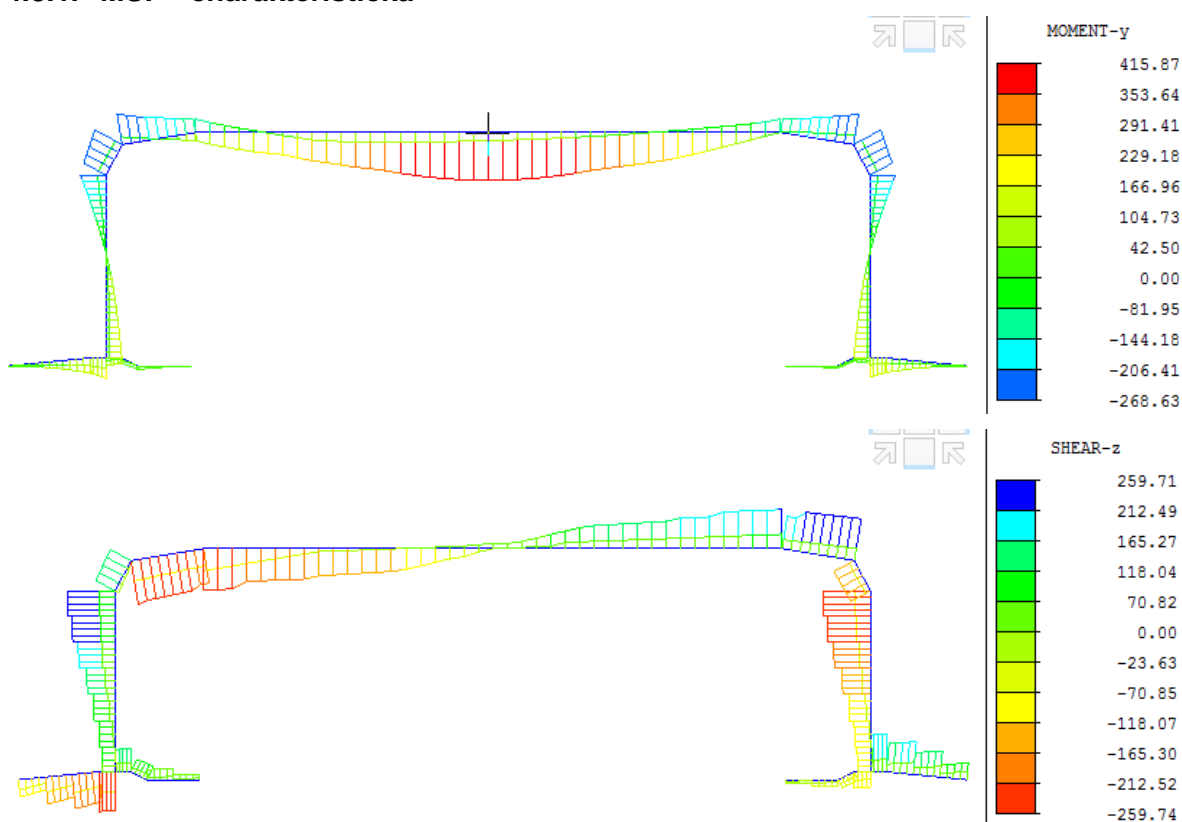
4.7.1. MSÚ

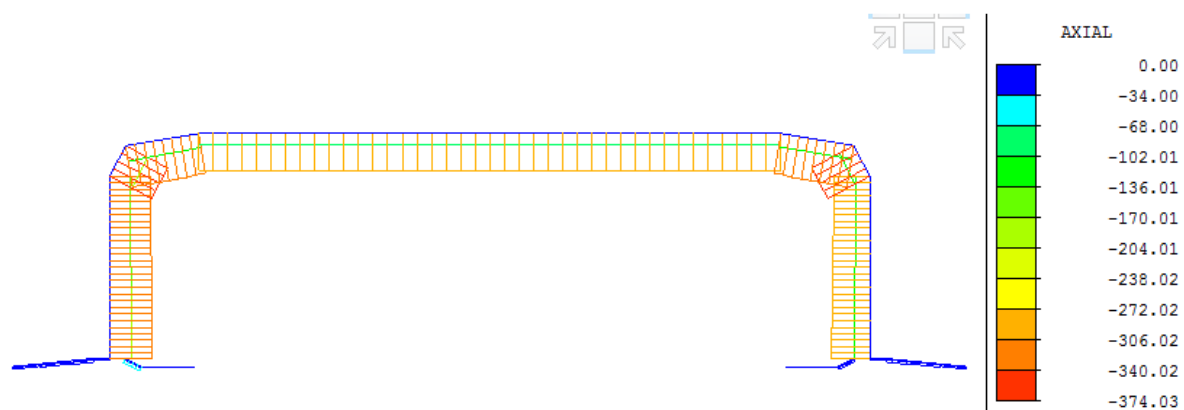




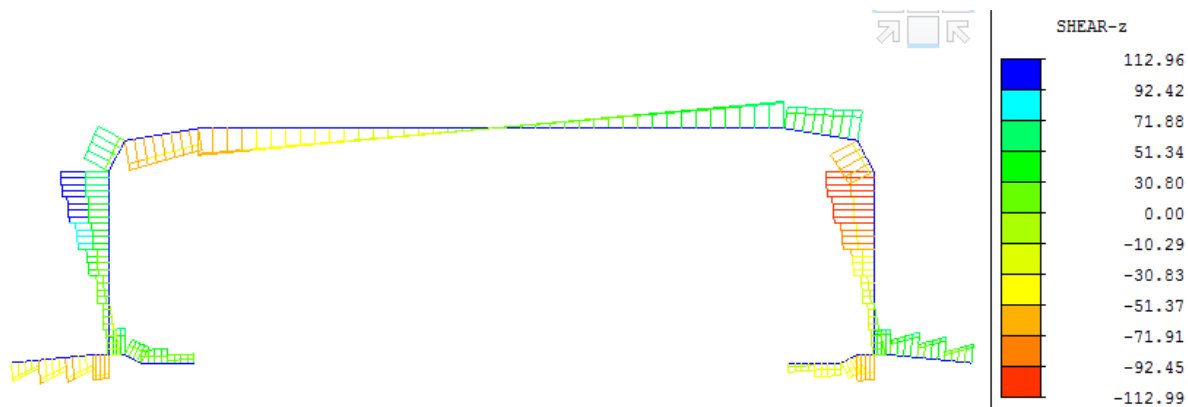
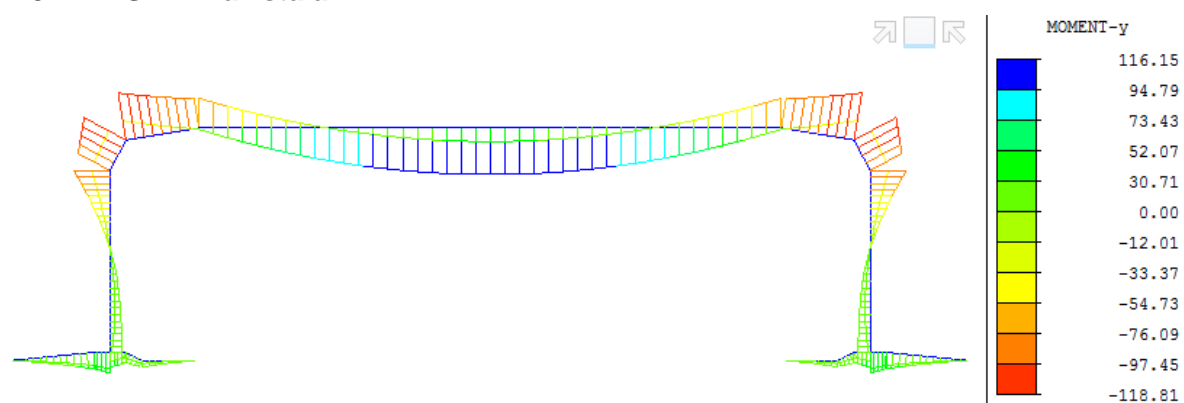
4.8. Obálky vnitřních sil

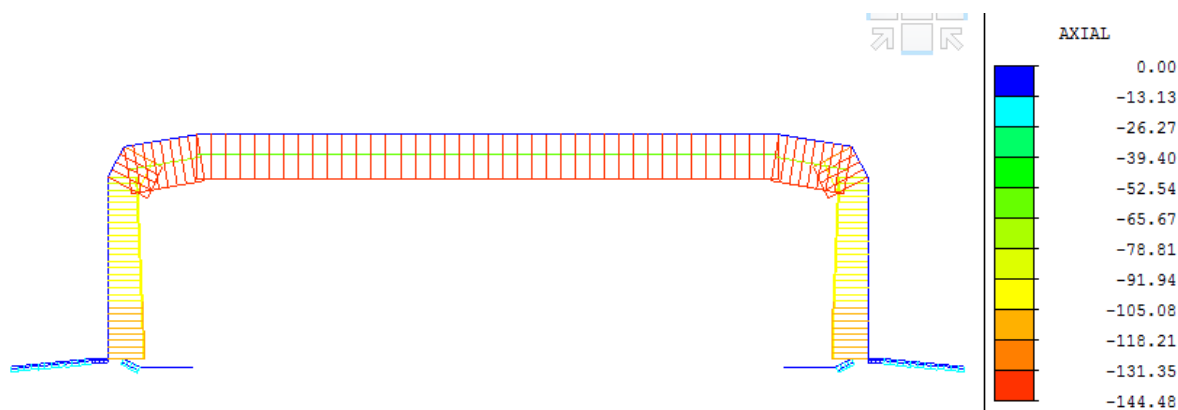
4.8.1. MSP - charakteristická





4.8.2. MSP - kvazistálá

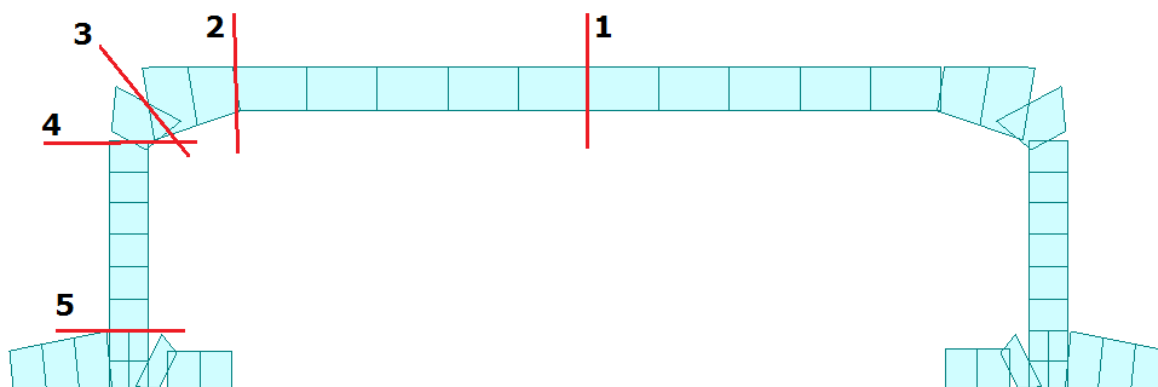




4.9. Posouzení rozhodujících průřezů

Posouzení rozhodujících průřezů bylo provedeno v programu IDEA Statica BIM. Zde jsou uvedeny pouze výsledky posudku. Detailnější posouzení je uvedeno v příloze Statického výpočtu č. 1

Na následujícím obrázku jsou vyznačeny rozhodující řezy, které byly posouzeny.



Národní norma

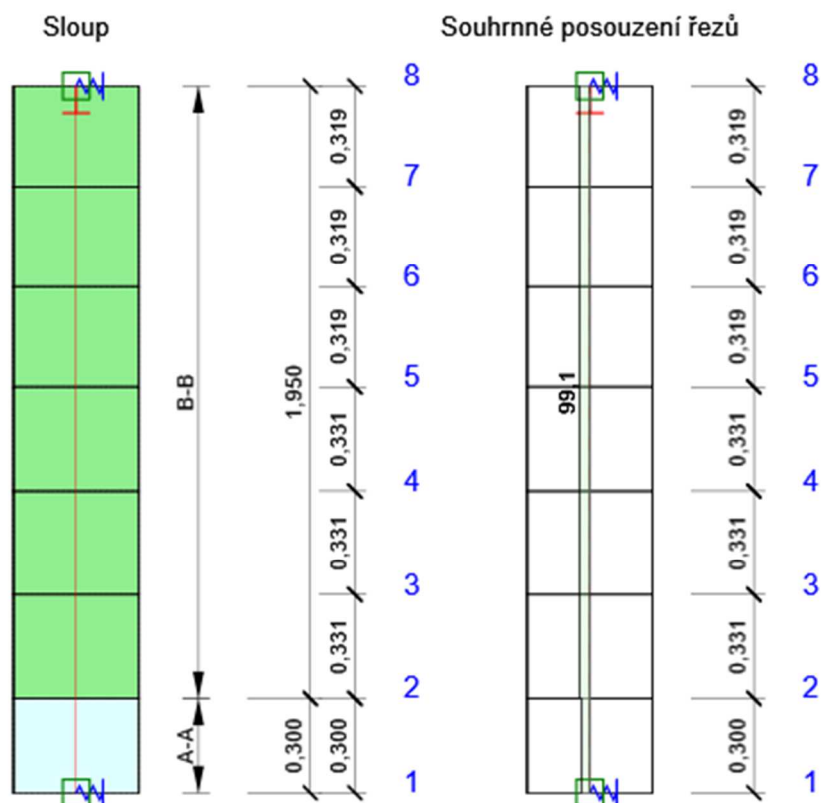
Národní norma	EN 1992-1-1:2014-12, EN 1992-2:2008-07, CSN:2014-01/NA:2014-10	CSN:2016-04/NA:2012-01
Životnost	100 let	

4.9.1. Návrhová skupina: DG8 – průřezy 4, 5



Schéma vyztužení





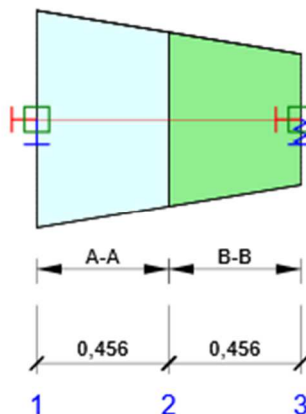
Souhrn posudků řezů

Kombinace	N _{Ed} [kN]	M _{Ed,y} [kNm]	M _{Ed,z} [kNm]	V _{Ed} [kN]	Hodnota [%]	Posudek
Unosnost N-M-M, Zóna: A-A (0,000 - 0,300)						
MSU(178)	-430,5	244,1	0,0	-109,3	84,8	OK
Smyk, Zóna: B-B (0,300 - 2,250)						
MSU(117)	-404,4	-423,3	0,0	-516,3	99,1	OK
Omezení napětí, Zóna: B-B (0,300 - 2,250)						
char(121)	-299,6	-315,2	0,0	-380,0	75,4	OK
Šířka trhliny, Zóna: B-B (0,300 - 2,250)						
kvazi(68)	-89,4	-89,7	0,0	-113,0	25,1	OK
Kombinace	Popis kritických účinků zatížení					
MSU(178)	1,35*g0 + 1,35*g1_deska + 0,2*Sh - L + 1,35*g1_zasyp + 1,62*g1_vozovka + 0,81*Sh - P + 1,35*LM3 - stred + 0,9*T_exp + 0,68*T_cool + 1,35*Brk-LM3 -					
MSU(117)	1,35*g0 + 1,35*g1_deska + 0,81*Sh - L + 1,35*g1_zasyp + 1,62*g1_vozovka + 0,81*Sh - P + 1,35*LM3 - stred + 0,9*T_exp + 0,68*T_cool + 1,35*Brk-LM3 -					
char(121)	g0 + g1_deska + 0,6*Sh - L + g1_zasyp + 1,2*g1_vozovka + 0,6*Sh - P + LM3 - stred + 0,6*T_exp + 0,45*T_cool + Brk-LM3 -					

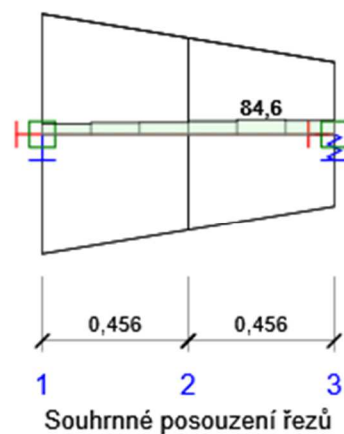
kvazi(68)	$g_0 + g_1_deska + 0,6 \cdot Sh - L + g_1_zasyp + 1,2 \cdot g_1_vozovka + 0,6 \cdot Sh - P + 0,5 \cdot T_exp + 0,38 \cdot T_cool$
-----------	--

4.9.2. Návrhová skupina: DG12 – průřez 3

Schéma vyztužení



Souhrn posudků řezů



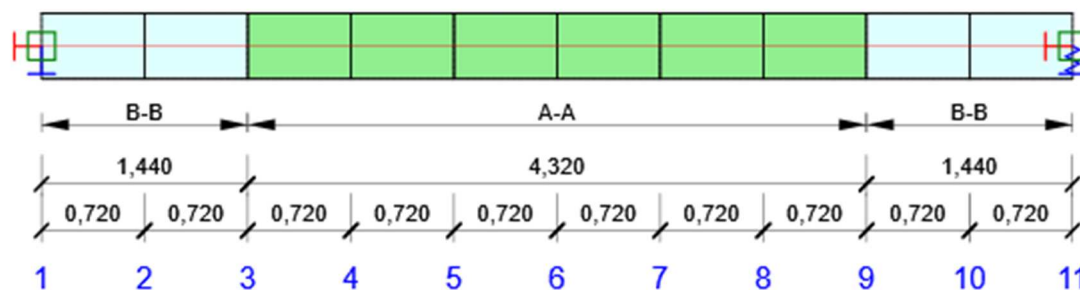
Kombinace	N_{Ed} [kN]	$M_{Ed,y}$ [kNm]	V_{Ed} [kN]	Hodnota [%]	Posudek
Únosnost N-M-M, Zóna: B-B (0,760 - 0,912)					
MSU(120)	-645,6	-366,1	236,1	40,3	OK
Smyk, Zóna: B-B (0,608 - 0,760)					
MSU(14)	-335,4	-78,0	296,2	84,6	OK
Omezení napětí, Zóna: B-B (0,760 - 0,912)					
char(123)	-475,1	-267,8	175,4	47,6	OK
Šířka trhliny, Zóna: A-A (0,152 - 0,304)					
kvazi(68)	-144,0	-110,1	55,5	14,2	OK

Kombinace	Popis kritických účinků zatížení
MSU(120)	$1,35 \cdot g_0 + 1,35 \cdot g_{1_deska} + 0,81 \cdot Sh - L + 1,35 \cdot g_{1_zasyp} + 1,62 \cdot g_{1_vozovka} + 0,81 \cdot Sh - P + 0,9 \cdot T_{exp} + 0,68 \cdot T_{cool} + 1,35 \cdot LM3 - kraj + 1,35 \cdot Brk-LM3 -$
MSU(14)	$1,35 \cdot g_0 + 1,35 \cdot g_{1_deska} + 0,2 \cdot Sh - L + 1,35 \cdot g_{1_zasyp} + 1,62 \cdot g_{1_vozovka} + 0,2 \cdot Sh - P + 1,35 \cdot LM3 - stred + 0,9 \cdot T_{con} + 0,68 \cdot T_{heat}$
char(123)	$g_0 + g_{1_deska} + 0,6 \cdot Sh - L + g_{1_zasyp} + 1,2 \cdot g_{1_vozovka} + 0,6 \cdot Sh - P + 0,6 \cdot T_{exp} + 0,45 \cdot T_{cool} + LM3 - kraj + Brk-LM3 -$
kvazi(68)	$g_0 + g_{1_deska} + 0,6 \cdot Sh - L + g_{1_zasyp} + 1,2 \cdot g_{1_vozovka} + 0,6 \cdot Sh - P + 0,5 \cdot T_{exp} + 0,38 \cdot T_{cool}$

4.9.3. Návrhová skupina: DG13 – průřez 2



Schéma vyztužení



Souhrn posudků řezů



Kombinace	N _{Ed} [kN]	M _{Ed,y} [kNm]	V _{Ed} [kN]	Hodnota [%]	Posudek
Únosnost N-M-M, Zóna: B-B (5,760 - 7,200)					
MSU(141)	-594,5	-348,4	-312,8	76,9	OK
Smyk, Zóna: B-B (5,760 - 7,200)					
MSU(138)	-517,7	-259,3	-317,0	98,1	OK
Omezení napětí, Zóna: A-A (1,440 - 5,760)					
char(58)	-191,6	415,9	0,0	79,8	OK
Šířka trhlíny, Zóna: B-B (5,760 - 7,200)					
kvazi(70)	-130,8	-74,0	-59,9	40,9	OK
Kombinace	Popis kritických účinků zatížení				
MSU(141)	1,35*g0 + 1,35*g1_deska + 1,35*Brk-LM3 + + 0,81*Sh - L + 1,35*g1_zasyp + 1,08*g1_vozovka + 0,81*Sh - P + 0,9*T_exp + 0,68*T_cool + 1,35*LM3 - kraj				
MSU(138)	1,35*g0 + 1,35*g1_deska + 1,35*Brk-LM3 + + 0,2*Sh - L + 1,35*g1_zasyp + 1,62*g1_vozovka + 0,81*Sh - P + 0,9*T_con + 0,68*T_heat + 1,35*LM3 - kraj				
char(58)	g0 + g1_deska + 0,15*Sh - L + g1_zasyp + 1,2*g1_vozovka + 0,15*Sh - P + LM1 - stred + 0,6*T_con + 0,45*T_heat				
kvazi(70)	g0 + g1_deska + 0,6*Sh - L + g1_zasyp + 0,8*g1_vozovka + 0,6*Sh - P + 0,5*T_exp + 0,38*T_cool				

4.10. Vodorovná únosnost základu

Kombinace zatížení byly provedeny v MS Excel.

Reakce z MIDAS Civil:

1,35*g0 + 1,35*g1_deska + 1,35*g1_zasyp + 1,62*g1_vozovka + 1,35*Brk-LM3 + 1,35*LM3 – kraj + 0,9*T_celk

Vodorovná reakce:

$$H_{xEd} = 105,5 \text{ kN/m}$$

Odpovídající svislá reakce:

$$R_{zEd} = 553,0 \text{ kN/m}$$

Odhad smykového tření mezi základovou deskou a uloženými prefabrikáty: $f = 0,20$

Vzdorující smyková síla:

$$H_{Rd} = R_{zEd} * f = 110,6 \text{ kN/m}$$

$$105,5 < 110,6$$

Vyhovuje

4.11. Založení na mikropilotách

Založení mostu je navrženo na skupině mikropilot. K této variantě bylo přistoupeno z toho důvodu, že v úrovni základové spáry se podle IGP nachází jíly s organickými vložkami, které jsou nevhodné pro plošné zakládání.



Mikropiloty jsou navrženy ve dvou řadách vzdálených od sebe 1,4 m v hlavě mikropilot. Příčná vzdálenost je 1 m. Jedna řada mikropilot je odkloněna o 15° od svislé. Celková délka mikropilot je navržena 6,5 m, z toho 5 m je kořenová délka.

4.11.1. Návrhové zatížení

Reakce z MIDAS Civil:

$$1,35 \cdot g_0 + 1,35 \cdot g_1_deska + 1,35 \cdot g_1_zasyp + 1,62 \cdot g_1_vozovka + 1,35 \cdot Brk-LM3 + 1,35 \cdot LM3 - kraj$$

$$R_{zEd,1} = 604,8 \text{ kN/m}$$

Výsledné návrhové zatížení na mikropiloty je tvořeno navíc ještě tíhou základové desky, zásypem zeminou v délce, která přesahuje délku patky a zásypem z lícové strany mostu.

Základová deska: $v = 0,4 \text{ m}$; $l = 3,25$; $\gamma = 25 \text{ kN/m}^3$:

$$G_1 = 0,4 \cdot 3,25 \cdot 25 = 32,5 \text{ kN/m}$$

Zásyp rubové strany mimo rozsah patky: $v = 3,05$; $l = 0,5 \text{ m}$; $\gamma = 20 \text{ kN/m}^3$:

$$G_2 = 3,05 \cdot 0,5 \cdot 20 = 30,5 \text{ kN/m}$$

Konstrukce vozovky v rozsahu doplněného zásypu: $v = 0,5 \text{ m}$; $l = 0,5 \text{ m}$; $\gamma = 22 \text{ kN/m}^3$:

$$G_3 = 0,5 \cdot 0,5 \cdot 22 = 5,5 \text{ kN/m}$$

Zásyp z lícové strany mostu včetně dlažby (plocha odečtena graficky): $A = 1,497 \text{ m}^2$; $\gamma = 22 \text{ kN/m}^3$:

$$G_4 = 1,497 \cdot 22 = 32,9 \text{ kN/m}$$

Návrhová reakce na 1 bm základu:

$$R_{zEd} = R_{zEd1} + (G_1 + G_2 + G_3 + G_4) \cdot 1,35 = 741,7 \text{ kN/m}$$

Je možné uvažovat, že zatížení se v přes základovou desku roznese rovnoměrně do jednotlivých mikropilot, návrhové zatížení na 1 mikropilotu je tedy:

$$R_{zEd} = \frac{741,7}{2} \cdot 1,0 = 370,9 \text{ kN}$$

4.11.2. Posouzení únosnosti mikropiloty

Posouzení mikropiloty bylo provedeno v programu GEO 5 2016 – modul Mikropilota

Výpočet Mikropiloty

Vstupní data

Projekt

Datum : 26.07.2018

Nastavení

Standardní - EN 1997 - DA2

Mikropiloty

Výpočet únosnosti dříku : geometrická (Eulerova) metoda

Výpočet únosnosti kořene : metoda Lizziho

Metodika posouzení : mezní stavy

Součinitele redukce parametrů zemin			
Trvalá návrhová situace			
Součinitel redukce úhlu vnitřního tření :	$\gamma_{m\phi} =$	1,25	[-]
Součinitel redukce soudržnosti :	$\gamma_{mc} =$	1,40	[-]
Součinitel redukce kritické síly :	$\gamma_{mf} =$	1,00	[-]
Součinitel spolehlivosti cementové směsi :	$\gamma_{sc} =$	1,50	[-]
Součinitel spolehlivosti oceli :	$\gamma_{ss} =$	1,50	[-]
Součinitel redukce únosnosti kořene :	$\gamma_r =$	1,50	[-]

Parametry zemin**Třída F6, konzistence tuhá**

Objemová tíha :	$\gamma =$	21,00 kN/m ³
Úhel vnitřního tření :	$\phi_{ef} =$	20,00 °
Soudržnost zeminy :	$c_{ef} =$	16,00 kPa
Obj.tíha sat.zeminy :	$\gamma_{sat} =$	21,00 kN/m ³

Třída O - Organická zemina, rašelina

Objemová tíha :	$\gamma =$	17,00 kN/m ³
Úhel vnitřního tření :	$\phi_{ef} =$	10,00 °
Soudržnost zeminy :	$c_{ef} =$	5,00 kPa
Obj.tíha sat.zeminy :	$\gamma_{sat} =$	20,00 kN/m ³

Třída S4

Objemová tíha :	$\gamma =$	18,00 kN/m ³
Úhel vnitřního tření :	$\phi_{ef} =$	29,00 °
Soudržnost zeminy :	$c_{ef} =$	0,00 kPa
Obj.tíha sat.zeminy :	$\gamma_{sat} =$	21,00 kN/m ³

Třída R6/F6

Objemová tíha :	$\gamma =$	21,00 kN/m ³
Úhel vnitřního tření :	$\phi_{ef} =$	21,00 °
Soudržnost zeminy :	$c_{ef} =$	16,00 kPa
Obj.tíha sat.zeminy :	$\gamma_{sat} =$	22,00 kN/m ³

Třída R5

Objemová tíha :	$\gamma =$	23,00 kN/m ³
Úhel vnitřního tření :	$\phi_{ef} =$	25,00 °
Soudržnost zeminy :	$c_{ef} =$	30,00 kPa
Obj.tíha sat.zeminy :	$\gamma_{sat} =$	24,00 kN/m ³

Geometrie

Průměr = 108,0 mm
 Tloušťka stěny = 16,0 mm

Volná délka mikropiloty	$l =$	1,30 m
Délka kořene	$l_r =$	5,00 m
Průměr kořene	$d_r =$	0,30 m
Odklon mikropiloty od svislice	$\alpha =$	0,00 °
Vysazení mikropiloty nad terén	$l_a =$	0,00 m







Materiál konstrukce:**Cementová směs**

Normová pevnost v tlaku = 20,00 MPa

Modul pružnosti $E_b = 29000,00$ MPa**Ocel**

Normová pevnost oceli = 210,00 MPa

Modul pružnosti $E_s = 210000,00$ MPa**Geologický profil a přiřazení zemin**

Číslo	Vrstva [m]	Přiřazená zemina	Vzorek
1	1,30	Třída O - Organická zemina, rašelina	
2	1,80	Třída S4	
3	0,80	Třída R6/F6	
4	-	Třída R5	

Zatížení

Číslo	Zatížení nové změna	Název	Síla N [kN]	Moment M [kNm]
1	Ano	Zatížení č. 1	370,90	0,00

Hladina podzemní vody

Hladina podzemní vody je v hloubce 0,00 m od původního terénu.

Posouzení čís. 1**Posouzení průřezu - výpočet číslo 1****Posouzení vnitřní stability průřezu: geometrická (Eulerova) metoda**

Výpočet vzpěrné délky průřezu - uložení (kloub-kloub).

Modul reakce podloží $E_p = 10,00$ MN/m³Spočtený počet půlvln $n = 1,20$ Vzpěrná délka $l_{cr} = 2,16$ mKritická normálová síla $N_{crd} = 2336,08$ kNMaximální normálová síla $N_{max} = 370,90$ kN**Vnitřní stabilita průřezu mikropiloty VYHOVUJE****Posouzení únosnosti spřaženého průřezu:**Plocha ideálního průřezu $A_i = 5,25E+03$ mm²Moment setrvačnosti ideálního průřezu $J_i = 5,27E+06$ mm⁴Štíhlost prutu $\lambda = 68,255$ Součinitel vzpěrnosti $\kappa = 0,880$

Napětí v oceli = 83,36 MPa

Výpočtová pevnost oceli = 140,00 MPa

Spřažený průřez mikropiloty VYHOVUJE

Posouzení čís. 1**Posouzení kořene - výpočet číslo 1**

Způsob výpočtu - metoda Lizziho.

Součinitel vlivu průměru kořene = 0,80

Plášťové tření na kořeni

Číslo	Pořadnice [m]	Tření [kPa]
1	0,00	120,00
2	1,80	120,00
3	1,80	150,00
4	2,60	150,00
5	2,60	200,00
6	5,00	200,00

Posouzení tlačené mikropilotyÚnosnost pláště mikropiloty $R_s = 615,25 \text{ kN}$ Výpočtová únosnost kořene mikropiloty $R_d = 410,17 \text{ kN}$ Maximální normálová síla $N_{\max} = 370,90 \text{ kN}$ **Svislá únosnost mikropiloty VYHOVUJE****4.12. Stanovení svislé tuhosti základu**

Tuhost základu byla stanovena na základě svislé tuhosti mikropilotového založení pomocí mezní zatěžovací křivky pro náhradní pilotu, jejíž vlastnosti odpovídají navržené mikropilotě. Mezní zatěžovací křivka byla určena v programu GEO 5 v13 – Piloty.

Posouzení piloty**Vstupní data****Projekt**

Datum : 11.09.2018

Parametry zemín**Třída F6, konzistence tuhá**

Objemová tíha :	γ	=	21,00 kN/m ³
Úhel vnitřního tření :	φ_{ef}	=	20,00 °
Soudržnost zeminy :	c_{ef}	=	16,00 kPa
Poissonovo číslo :	ν	=	0,40
Edometrický modul :	E_{oed}	=	9,50 MPa
Obj.tíha sat.zeminy :	γ_{sat}	=	23,00 kN/m ³
Úhel roznášení :	β	=	10,00 °

Třída O - Organická zemina, rašelina

Objemová tíha :	γ	=	17,00 kN/m ³
Úhel vnitřního tření :	φ_{ef}	=	10,00 °
Soudržnost zeminy :	c_{ef}	=	5,00 kPa
Poissonovo číslo :	ν	=	0,42
Edometrický modul :	E_{oed}	=	2,00 MPa
Obj.tíha sat.zeminy :	γ_{sat}	=	20,00 kN/m ³



Úhel roznášení : $\beta = 8,00^\circ$

Třída S4

Objemová tíha : $\gamma = 18,00 \text{ kN/m}^3$
 Úhel vnitřního tření : $\varphi_{ef} = 29,00^\circ$
 Soudržnost zeminy : $c_{ef} = 0,00 \text{ kPa}$
 Poissonovo číslo : $\nu = 0,30$
 Edometrický modul : $E_{oed} = 13,50 \text{ MPa}$
 Obj.tíha sat.zeminy : $\gamma_{sat} = 21,00 \text{ kN/m}^3$
 Úhel roznášení : $\beta = 9,00^\circ$

Třída R6/F6

Objemová tíha : $\gamma = 21,00 \text{ kN/m}^3$
 Úhel vnitřního tření : $\varphi_{ef} = 21,00^\circ$
 Soudržnost zeminy : $c_{ef} = 16,00 \text{ kPa}$
 Poissonovo číslo : $\nu = 0,30$
 Edometrický modul : $E_{oed} = 15,00 \text{ MPa}$
 Obj.tíha sat.zeminy : $\gamma_{sat} = 22,00 \text{ kN/m}^3$
 Úhel roznášení : $\beta = 9,00^\circ$

Třída R5

Objemová tíha : $\gamma = 23,00 \text{ kN/m}^3$
 Úhel vnitřního tření : $\varphi_{ef} = 25,00^\circ$
 Soudržnost zeminy : $c_{ef} = 30,00 \text{ kPa}$
 Poissonovo číslo : $\nu = 0,30$
 Edometrický modul : $E_{oed} = 50,00 \text{ MPa}$
 Obj.tíha sat.zeminy : $\gamma_{sat} = 24,00 \text{ kN/m}^3$
 Úhel roznášení : $\beta = 13,00^\circ$

Geometrie

Profil piloty: kruhová

Rozměry

Průměr $d = 0,30 \text{ m}$

Délka $l = 5,00 \text{ m}$

Umístění

Vysazení $h = 0,00 \text{ m}$

Hloubka upraveného terénu $h_z = 5,40 \text{ m}$

Typ technologie: vrtaná

Modul reakce podloží uvažován jako konstantní.

Materiál konstrukce

Výpočet betonových konstrukcí proveden podle normy EN 1992 1-1 (EC2).

Beton : C 30/37

Válcová pevnost v tlaku $f_{ck} = 30,00 \text{ MPa}$

Pevnost v tahu $f_{ct} = 2,90 \text{ MPa}$

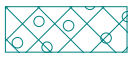
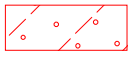
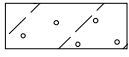

Modul pružnosti $E_{cm} = 33000,00 \text{ MPa}$

Ocel podélná : B500

Mez kluzu $f_{yk} = 500,00 \text{ MPa}$

Modul pružnosti $E = 200000,00 \text{ MPa}$

Geologický profil a přiřazení zemin

Číslo	Vrstva [m]	Přiřazená zemina	Vzorek
1	5,40	Třída F6, konzistence tuhá	
2	1,80	Třída S4	
3	0,80	Třída R6/F6	
4	-	Třída R5	

Zatížení

Číslo	Zatížení		Název	Typ	N [kN]	M _x [kNm]	M _y [kNm]	H _x [kN]	H _y [kN]
	nové	změna							
1	ANO		Zatížení č. 1	Návrhové	100,00	0,00	0,00	0,00	0,00

Hladina podzemní vody

Hladina podzemní vody je v hloubce 3,00 m od původního terénu.

Celkové nastavení výpočtu

Výpočet svislé únosnosti : klasická teorie

Metoda výpočtu : ČSN 73 1002

Metodika posouzení : klasický postup

Zatěžovací křivka : nelineární (Masopust)

Norma výpočtu bet.konstrukcí - EN 1992 1-1 (EC2)

Posouzení čís. 1**Výpočet zatěžovací křivky piloty - vstupní data**

Vrstva a číslo	Počátek [m]	Konec [m]	Mocnost [m]	E _s [MPa]	Součinitel a	Součinitel b
1	0,00	0,00	0,00	15,00	20,00	20,00
2	0,00	1,80	1,80	15,00	91,00	48,00
3	1,80	2,60	0,80	13,20	97,00	108,00
4	2,60	5,00	2,40	26,48	131,00	94,00

Uvažovat zatížení : užité

Součinitel vlivu ochrany dřívku $m_2 = 1,00$

Limitní sedání piloty $s_{lim} = 25,0$ mm

Regresní součinitel $e = 957,00$

Regresní součinitel $f = 704,00$

Výpočet zatěžovací křivky piloty - mezivýsledky

Mezní síla na plášti piloty $R_{sy} = 328,16$ kN

Velikost napětí na patě při R_{sy} $q_0 = 914,76$ kPa

Průměrné plášťové tření $q_s = 99,48$ kPa

Průměrný sečnový modul deformace $E_s = 20,22$ MPa

Součinitel přenosu zatížení do paty $\beta = 0,12$



Příčinkové součinitele sedání :

Základní - závislý na poměru l/d $I_1 = 0,10$

Součinitel vlivu tuhosti piloty $R_k = 1,07$

Součinitel vlivu nestlačitelné vrstvy $R_h = 1,00$

Body zatěžovací křivky

Sednutí [mm]	Zatížení [kN]
0,0	0,00
2,5	235,80
5,0	333,47
7,5	382,30
10,0	400,35
12,5	418,40
15,0	436,45
17,5	454,50
20,0	472,54
22,5	490,59
25,0	508,64

Výpočet zatěžovací křivky piloty - výsledky

Zatížení na mezi mobilizace pláště tření $R_{yu} = 373,42$ kN

Velikost sedání odpovídající síle R_{yu} $s_y = 6,3$ mm

Únosnosti odpovídající sednutí 25 mm :

Únosnost paty $R_{bu} = 180,48$ kN

Celková únosnost $R_c = 508,64$ kN

Pérová konstanta náhradní piloty byla stanovena při plné mobilizaci plášťového tření při hodnotě zatížení R_y a sedání s_y .

$$k_{mikropilota} = \frac{373,42}{6,3} = 59,3 \text{ MN/m}$$

Svislá tuhost základu šířky 1 m odpovídá součtu tuhostí mikropilot ve 2 řadách:

$$k_z = 59,3 * 2 = 118,6 \text{ MN/m}$$

Tato tuhost je rovnoměrně rozložena do všech spodních 9 uzlů základové patky:

$$k_{z,i} = \frac{118,6}{9} = 13,16 \text{ MN/m}$$

5. ZÁVĚR

Statickým výpočtem bylo prokázáno, že konstrukce je schopná přenést uvažované zatížení. Podrobný statický výpočet bude součástí realizační dokumentace stavby.

V Praze, září 2018

Ing. Tomáš Kubín

AF-CITYPLAN s.r.o., Magistrů 1275/13, 140 00 Praha 4

tel.: 735 750 813, email: tomas.kubin@afconsult.com