

Orientační schéma: <div style="text-align: center; margin-top: 50px;">  </div>		Paré:   Razítko oprávněné osoby:   Podpis: _____ Datum: _____	
---	--	---	--

Revize:	Datum:	Popis:	Kontroloval:
001	28.12.2023	Definitivní verze k připomínkám	Ing. Ladislav Dorazil
P01	15.10.2023	Pracovní verze k připomínkám	Ing. Ladislav Dorazil

Stavebník/Investor:	<b>Správa železnic, státní organizace</b> Dlážďená 1003/7, 110 00 Praha 1 Stavební správa východ Nerudova 773/1, 779 00 Olomouc	
Adresa:		
Zástupce investora:		
Adresa:		

Zhotovitel díla:	<b>Společnost Zimal</b> Legionářská 1085/8, 779 00 Olomouc T: +420 585 570 444 E: moravia@moravia.cz	
Adresa:		
Kontakt:		
Zhotovitel části:	<b>MORAVIA CONSULT Olomouc a.s.</b> Legionářská 1085/8, 779 00 Olomouc T: +420 585 570 444 E: moravia@moravia.cz	
Adresa:		
Kontakt:		
Hlavní projektant (HIP):	<b>Ing. Pavel Kučera</b>	Specialista: <b>Ing. Ladislav Dorazil</b>

Název stavby/akce:	<b>"Modernizace ŽST Brno-Židenice a úpravy v ŽST Brno-Maloměřice"</b>	Označení investora: <b>5621900067</b>
		Označení zhotovitele: <b>23-041-235-US</b>
Název části:	Mosty, propustky a zdi	Označení části: <b>D.2.1.4</b>
Název objektu/díle části:	<b>ŽST Brno-Židenice, most ev. km 157,872</b>	Číslo objektu: <b>SO 31-20-01</b>
Název přílohy:	Statický výpočet	Číslo přílohy: <b>3.001</b>
Název díle části přílohy:		
Odpovědný projektant:	Zpracovatel přílohy: Ing. Ladislav Dorazil      Ing. Robert Závodský	Měřítko: - Formáty: A4
		Stupeň dokumentace: <b>DUSL</b>
Kraj:	Katastrální území: Jihomoravský      Židenice, Zábrdovice	Smluvní datum zpracování: <b>28.12.2023</b>

Označení investora:	Stupeň dokumentace:	Část:	Objekt:	Podobojekt:	Příloha:	Revize:
S 6 2 1 9 0 0 0 6 7	- D U S L	- D 2 1 0 4	- S O 3 1 2 0 0 1	- X X	- 3 - 0 0 1	- 0 0 1

[Prostor pro další informace]

# **„Modernizace ŽST Brno-Židenice a úpravy v ŽST Brno-Maloměřice“**

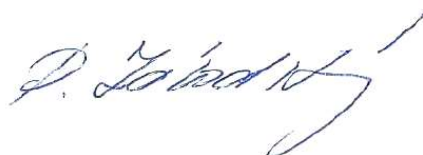
## **SO 31-20-01 ŽST Brno-Židenice, most ev. km 157,872**

### **Technická zpráva ke statickému výpočtu**

<b>1.1</b>	<b>Identifikační údaje</b>	<b>2</b>
<b>1.2</b>	<b>Základní údaje mostu</b>	<b>3</b>
<b>1.3</b>	<b>Rozsah a účel výpočtu</b>	<b>4</b>
<b>1.4.</b>	<b>Dotčené normy a předpisy, použitá literatura</b>	<b>4</b>
<b>1.5.</b>	<b>Nový stav objektu</b>	<b>5</b>
<b>1.6</b>	<b>Prostorové uspořádání na mostě</b>	<b>5</b>
<b>1.7</b>	<b>Nosná konstrukce + spodní stavba</b>	<b>5</b>
<b>1.8</b>	<b>Statický model konstrukce</b>	<b>6</b>
<b>1.9</b>	<b>Použité výpočetní programy</b>	<b>6</b>
<b>2.0</b>	<b>Schema konstrukce</b>	<b>7</b>
	<b>Statický výpočet konstrukce</b>	<b>10</b>
	<b>Přehled zatížitelnosti</b>	<b>105</b>
	<b>Statický výpočet křídla</b>	<b>110</b>

V Olomouci , 10.12.2023

Technickou zprávu zpracoval:  
Ing. Robert Závodský  
MORAVIA CONSULT Olomouc a.s.  
Tel: +420 585 570 410  
Fax: +420 585 570 412  
E-mail: zavodsky@moravia.cz



## 1.1 Identifikační údaje

<b>Název stavby:</b>	Modernizace ŽST Brno-Židenice a úpravy v ŽST Brno-Maloměřice (S621900067)
<b>Stupeň dokumentace:</b>	Projektová dokumentace pro společné povolení podle liniového zákona
<b>Dílčí část – objekt (SO):</b>	SO 31-23-01 ŽST Brno-Židenice, most ev. km 157,872
<b>Charakter dílčí části:</b>	novostavba trvalá
<b>Katastrální území, pozemky:</b>	Zábrdovice [610704], Židenice [611115]
<b>Místo stavby dílčí části:</b>	ev.km 157,872
<b>Trať podle Prohlášení o dráze:</b>	749 00 Brno hlavní nádraží 722 00 Brno H.- Heršpice-Modřické z.
<b>Traťový úsek TU:</b>	2002
<b>Definiční úsek DU:</b>	B1 odb. Brno-Židenice BC odb. Brno-Židenice
<b>Kategorie dráhy:</b>	celostátní
<b>Kategorie trati podle TSI:</b>	P3/F1
<b>Období realizace:</b>	-
<b>Stavebník/investor:</b>	Správa železnic, státní organizace Dlážděná 1003/7 110 00 Praha 1 IČO: 709 94 234
<b>Zástupce investora:</b>	Stavební správa východ Nerudova 773/1 779 00 Olomouc
<b>Vlastník/správce:</b>	Správa železnic, státní organizace Dlážděná 1003/7 110 00 Praha 1 Správa mostů a tunelů Oblastní ředitelství Brno Kounicova 26 611 43 Brno

## 1.2 Základní údaje mostu

Charakteristika objektu:	Plnostěnný ocelobetonový nosník ZBN. Spodní stavba železobetonová, založení plošné.
Statické působení:	Spojité nosník.
Úhel křížení:	79.25°
Šikmost mostu:	pravá
Šikmost nosné konstrukce:	pravá
Počet otvorů:	3 (1. otvor chodník a jízdní pruh, 2. otvor autobusový a tramvajový pás včetně nástupišť, 3. otvor jízdní pruh a jízdní pás pro cyklisty a chodník)
Rozpětí mostu:	kolmé: 11.90+12.70+11.90 m šikmé: 12.112+12.927+12.112 m
Délka přemostění:	kolmo: 35.20 m šikmo: 35.828 m
Šířka mostu:	18.90+14.95+13.09=47.20 m
Výška mostu:	6,48 m (3. pole)
Světlá šířka otvoru (kolmá):	11.0+12.2+11.0 m
Světlá šířka otvoru (šikmá):	11.196+12.418+11.196 m
Volná výška otvoru:	silnice 4.20+0.33=4.53 m tramvaj 4.50+0.066=4.566 m
Stavební výška:	2.322 m
Minimální tl. kol.:	0.354 m k.č.2
Volná šířka na mostě:	46.42 m
Volný mostní průřez:	VMP 3.0
Návrhové zatížení:	LM 71, a=1,21
Číslo kolejí:	1, 2, 4, 6, ve výhledu ŽUB 5, 3, 1, 2, 4, 6,
Traťová rychlost:	85 km/h (výhled „ŽUB Podsmýk“ 100km/h)
Svršek:	pražce B91S, kolejnice 49E1
Poloměr oblouku:	k.č. 1 přímá k.č. 2 přímá k.č. 4 v oblouku R=500 m, D=0 mm k.č. 6 v oblouku R=540 m, D=0 mm
Sklonové poměry:	k.č. 1 stoupá prom. 5.912-4.240 ‰ k.č. 2 stoupá prom. 5.912-4.240 ‰ k.č. 4 stoupá prom. 5.270-4.240 ‰ k.č. 6 stoupá prom. 5.340-4.444 ‰
Trakce:	střídavá 25 kV



### **1.3 Rozsah a účel výpočtu**

Vzhledem k tomu, že samotná rekonstrukce mostu proběhne před samotnou výstavbou akce ŽUB, bylo nutné navrhnout šířku nového mostu tak, aby vyhovovala stávajícímu kolejovému řešení (4 koleje) a zároveň respektovala výhledový stav ve variantě „Podsmyk Židenice“ (6 kolejí). Hlavním důvodem přestavby je proto nutné rozšíření žlabu kolejového lože.

Hodnocení konstrukce stupněm K3 / S2 dle podrobné prohlídky z roku 2020. Stávající mostní objekt bude zdemolován v celém rozsahu a bude nahrazen novým mostem.

### **1.4. Dotčené normy a předpisy, použitá literatura**

Předpisy a normy SŽDC a ČD:

Technické kvalitativní podmínky staveb státních drah, 3. aktualizované vydání,  
Směrnice generálního ředitele SŽDC č. 11/2006, Dokumentace pro přípravu staveb na železničních tratích celostátních a regionálních,  
Směrnice generálního ředitele SŽDC č. 16/2005, Hlavní zásady modernizace a optimalizace vybrané železniční sítě České republiky,  
MVL 511 Nosné konstrukce žel. mostů se zabetonovanými ocelovými nosníky,  
TNŽ 73 6280 Navrhování a provádění vodotěsných izolací žel. mostních objektů,  
SŽDC Bp1 Předpis o bezpečnosti a ochraně zdraví při práci  
SŽDC S 3 Železniční svršek,  
SŽDC S 4 Železniční spodek,  
SŽDC S 5 Správa mostních objektů,  
SŽDC S 5/4 Protikoroze ochrana ocelových konstrukcí,  
SŽDC S 66 Základní předpis pro prostorovou průchodnost a přechodnost vozů na tratích celostátních drah v České republice,  
SŽDC SR 5/7 (S) Ochrana žel. mostních objektů proti účinkům bludných proudů,  
SŽDC SR 105/1 (S) Služební rukověť. Používání plastbetonu v traťovém hospodářství,

Evropské návrhové (Eurocode):

ČSN EN 1990 Eurokód : Zásady navrhování konstrukcí,  
ČSN EN 1991 Eurokód 1: Zatížení konstrukcí,  
ČSN EN 1992 Eurokód 2: Navrhování betonových konstrukcí,  
ČSN EN 1993 Eurokód 3: Navrhování ocelových konstrukcí,  
ČSN EN 1997 Eurokód 7: Navrhování geotechnických konstrukcí,  
ČSN EN 206 Beton: Specifikace vlastností, výroba a shoda

### **1.5. Nový stav objektu**

Stávající mostní objekt bude zdemolován v celém rozsahu a bude nahrazen novým mostem.

Dle ČSN EN 1991-2, Z4 je traťový úsek řazen do 1. třídy tratí. Pro návrh nových konstrukcí se uplatní model zatížení LM71 s klasifikačním součinitelem  $\alpha=1,21$  a model SW/2 pro těžkou železniční dopravu.

Dle Prohlášení o dráze, 2022 je úsek vzhledem k TSI INF zařazen do kategorie tratě P3 F2. U spojitých nosníků se dále uplatní model SW0 dle ČSN EN 1991-2.

### **1.6 Prostorové uspořádání na mostě**

Most se nachází ve stanici, trať je v přímé. Traťová rychlost je do 120 km/hod. Na základě toho se na mostě uplatní volný mostní průřez VMP 3,0 dle ČSN 73 6201. Na mostě není zábradlí omezující VMP.

### **1.7 Nosná konstrukce + spodní stavba**

#### **Nosná konstrukce**

Nosná konstrukce je navržena ze svařovaných zabetonovaných nosníků. Horní povrch je ve střežovitém sklonu cca 1.25% za ruby stojek. Podhled je zakřiven dle paraboly 2°. Tloušťka NK uprostřed je 0.80 m, ve vetknutí do krajních stojek je 1.2 m. Osová vzdálenost nosníků je 625 mm. Výškově je nová NK navržena tak, aby po zpětném osazení a výměně svršku při částečné úpravě stávajícího směrového i výškového vedení kolejí byl splněn normový požadavek na nutný obrys kolejového lože ve všech kolejích. Izolace se předpokládá tvrdá tloušťky 60 mm. V příčném směru je nosná konstrukce rozdělena dvěma dilatačními spárami na tři dilatační celky šířky 18.64 m, 14.95 m a 13.09 m. Podélné dilatační spáry budou překryty mostními závěry.

Po stranách mostu jsou navrženy kabelové žlaby ukončené římsou římsy, na kterých je osazeno zábradlí městského typu výšky min. 1.10 m. Kabelové žlaby jsou odděleny od žlabu kolejového žlabu zídou, to umožní provádět opravu izolace pod kolejemi bez zásahu do převáděných sítí. Kapacita kabelových žlabů vyhovuje na požadavek z akce ŽUB. Šířka a výška říms jsou navrženy tak, aby bylo možné ve výhledovém stavu ve variantě „Podsmyk“ osadit protihlukové stěny a trakční stožáry.

#### **Spodní stavba**

Spodní stavba je tvořena krajními stěnovými stojkami a mezilehlými sloupovými stojkami. Krajní stěnové stojky – opěry jsou tloušťky 1.25 m. NK a krajní stojky jsou propojeny rámovým rohem. Stojky jsou vetknuty pod každou NK do samostatných dilatovaných základových pasů. Mezilehlé stojky jsou tl. 0.50 m a šířky 1.0 m se zaoblenými hranami. Ve spodní části jsou sloupky propojeny parapetní zdi výšky 1,5 m. Tím je možné členěnou podpěru považovat v kritické dolní části za stěnu a není nutné navrhovat záchytný systém (betonová, ocelová svodidla). Mezilehlé stojky podepírají NK přes vrubový kloub. U OP1 navazují na most vlevo i vpravo trati opěrné zdi, tak aby bylo možné v budoucnu provést napojení zdí akce „Podsmyk“. Zdi jsou dilatované a zároveň tvoří rovnoběžná křídla mostu.

## **Založení**

Založení je navrženo plošné na základových pasech šířky 4.0 m u podpěr a šířky 4.5 m u opěr. Dilatovaná rovnoběžná křídla na základových pasech šířky 5.8 m. V případě kolize nových základů ze stávajícími konstrukcemi budou stávající základy ubourány do úrovně nové základové spáry. Narušené stávající základy i prostor pod novými základy mimo stávající budou proinjektovány tryskovou injektáží.

### **1.8 Statický model konstrukce**

#### **Nosná konstrukce - spojitá konstrukce o 3 polích – zabetonované nosníky**

Statický model tvoří prostorová konstrukce modelovaná plošnými a prutovými prvky.

3D roštový model :

1. Stěny a základy modelovány deskostěnovými konečnými prvky
2. Nosníky modelovány jako prutové prvky s proměnným průřezem u podpor .
3. Uložení plošné na pružném podloží .
4. Zemní pružiny u stěn (vodorovná tuhost) ,  
zadáno pouze u zatěžovacích stavů ve kterých vzdoruje v tlaku.

Svislé zatížení konstrukce tvoří vlastní tíha , tíha šterkového lože a kolejového roštu , kabelů , případně tíha zábradlí a trakce .

Zatížení dopravou dle ČSN EN 1991-2 , a to zatížení schématem 1,21\*LM 71 . Únavové zatížení EC Mix .

Vodorovné účinky pro bezstykovou kolej a brzdné síly zjednodušeným výpočtem (Příloha G ČSN EN 1991-2).

Zatížení větrem dle ČSN EN 1991-1-4 , zatížení teplotou dle ČSN EN 1991-1-5 .

Vlastní frekvence pro ověření dynamické analýzy určena programem SCIA ESA - dynamika .

**V tomto stupni dokumentace je statický výpočet určen pro ověření koncepce návrhu a k ověření základních rozměrů konstrukce .**

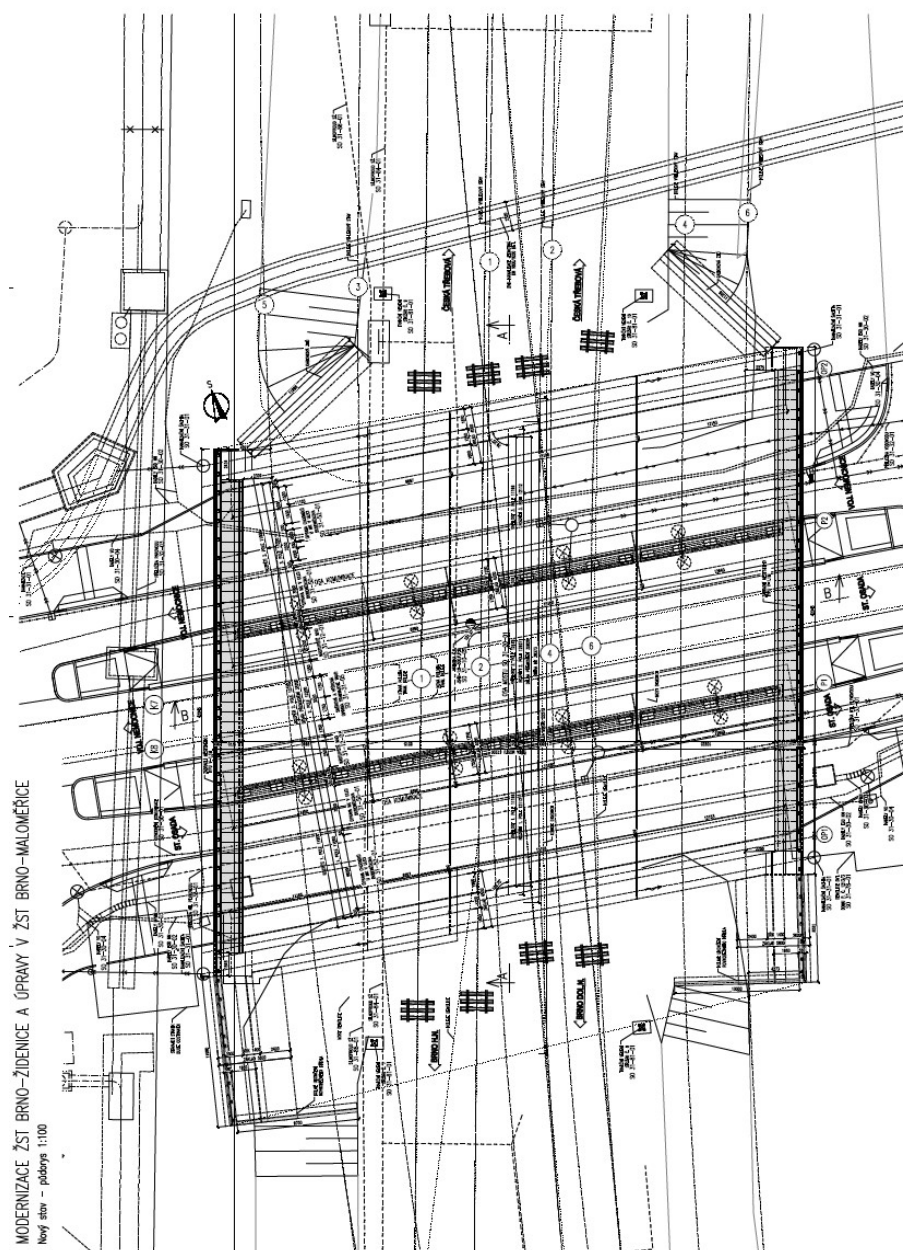
### **1.9 Použité výpočetní programy**

Vnitřní síly ve spodní stavbě byly stanoveny prostřednictvím programového systému SCIA ESA, který pracuje na bázi konečných prvků.

Jednotlivé průřezy betonových nosných konstrukcí byly posouzeny výpočetními tabulkami zpracovanými programem MS EXCEL .

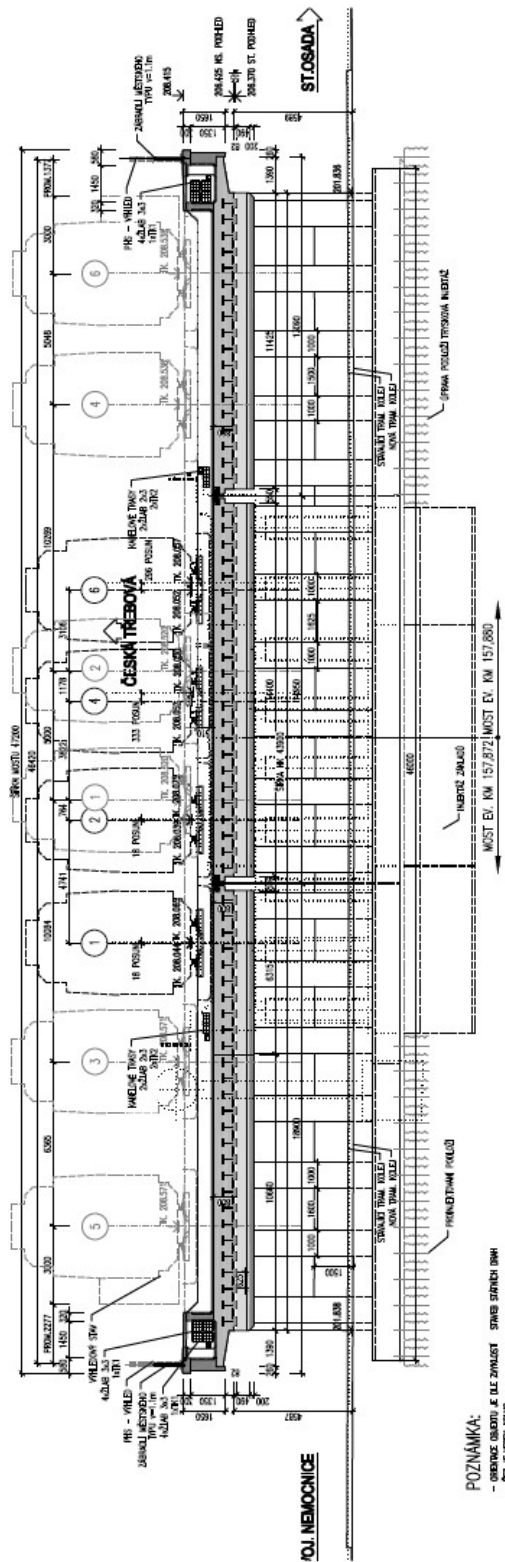
Křídlo spočteno programem GEO.

## 2.0 Schema konstrukce



## MODERNIZACE ŽST BRNO-ŽIDENICE A ÚPRAVY V ŽST BRNO-MALOMĚŘICE

Nový stav - příčný řez mostem 1:100



**POZNÁMKA:**

- ORIENTACE ORIENTU JE DLE ZNAMOSTI STANOV STÁTNÍCH ORN  
PŘEZ JE KEDEM KOLM



## Statický výpočet

### Seznam příloh

#### OCELOBETONOVÁ NOSNÁ KONSTRUKCE - SPOJITÝ NOSNÍK

1. Základní údaje.....	11
2. Materiálové charakteristiky.....	14
3. Geometrie.....	15
4. Zatížení.....	16
4.1. Zatížení stálé.....	17
4.2. Zatížení proměnné.....	19
4.3. Zatížení mimořádné.....	26
5. Tuhosti konstrukce - zemina.....	27
6. Model konstrukce.....	29
7. Zatížení na modelu.....	30
8. Kombinace.....	42
9. Nosníky .....	47
9.1. Vnitřní síly.....	47
9.2. MSU - Posouzení průřezu - kladný moment.....	49
9.3. MSU- Záporný moment.....	54
9.4. MSU Záporný moment - náběh.....	56
10. MSP .....	58
10.1. Průřezové charakteristiky.....	58
10.2. Omezení napětí.....	61
11. MSP - Průhyb nosníku.....	62
12. MSP - ověření náchylnosti k rezonancím.....	63
13. Posouzení únavy.....	65
14. Opěra -stěna.....	66
15. Opěra - základ.....	73
16. Opěra - základová spára.....	80
17. Pilíře.....	88
18. Pilíř - základ.....	94
19. Pilíř - základová spára.....	101

Přehled zatížitelnosti.....	105
-----------------------------	-----

<b>ŽELBET. KŘÍDLO</b> .....	110
-----------------------------	-----

## 1. Základní údaje

### BETON

Rozpětí	12,00 m
Šířka desky:	bs= 5,00 m
Tloušťka desky kraj P:	hb= 0,80 m *
Spád	0,50
Tloušťka desky na kraji L:	0,74
Počet nosníků	n= 8,00
Vzdálenost mezi nosníky	0,625 m
Šířka pražce	2,600 m
Šterkové lože pod pražcem	0,400 m **
Třída betonu	C35/45
Násyp	0,000 m

### NOSNÍKY

Výška nosníku:	hv= 0,60 m
Šířka pásnice horní	b <sub>fh</sub> = 0,30 m
tloušťka pásnice horní	b <sub>fs</sub> = 0,0300 m
Šířka pásnice spodní	b <sub>fs</sub> = 0,35 m
Tloušťka pásnice spodní	t <sub>fs</sub> = 0,0300 m
Výška stěny	b <sub>fs</sub> = 0,540 m
Tloušťka stěny	t <sub>fs</sub> = 0,0140 m
Plocha nosníku	0,0271 m <sup>2</sup>
Těžiště	0,2842 m
Moment setrvačnosti I <sub>y</sub> =	1762,3 10 <sup>6</sup> mm <sup>4</sup>
Průřezový modul W <sub>y</sub> =	5580,5 10 <sup>6</sup> mm <sup>4</sup>

### NOSNÍKY

### NAD KRAJNÍ PODPOROU

Výška nosníku:	hv= 0,60 m
Šířka pásnice horní	b <sub>fh</sub> = 0,35 m
tloušťka pásnice horní	b <sub>fs</sub> = 0,0300 m
Šířka pásnice spodní	b <sub>fs</sub> = 0,35 m
Tloušťka pásnice spodní	t <sub>fs</sub> = 0,0300 m
Výška stěny	b <sub>fs</sub> = 0,540 m
Tloušťka stěny	t <sub>fs</sub> = 0,0140 m
Plocha nosníku	0,0286 m <sup>2</sup>
Těžiště	0,3000 m
Moment setrvačnosti I <sub>y</sub> =	1891,0 10 <sup>6</sup> mm <sup>4</sup>
Průřezový modul W <sub>y</sub> =	6303,4 10 <sup>6</sup> mm <sup>4</sup>

### Výška nosníku :

min= 200 mm < hn= 600 mm < max=1100 mm: **VYHOVUJE**

### Maximální vzdálenost nosníků :

max sw1 = 750 mm  
max sw2 = hst/3+600 800 mm  
sw= 625 mm < max= 750 mm **VYHOVUJE**

### Minimální vzdálenost nosníků :

Výška nosníku do 400 mm včetně :	Výška nosníku nad 400 mm :
pro horní pásnici	pro horní pásnici
b <sub>min</sub> = b <sub>fh</sub> + 150 = 500 mm	b <sub>min</sub> = b <sub>fh</sub> + 250 = 600 mm
pro spodní pásnici	pro spodní pásnici
b <sub>min</sub> = b <sub>fs</sub> + 50 = 400 mm	b <sub>min</sub> = b <sub>fs</sub> + 150 = 500 mm
b <sub>min</sub> = 625 mm >= min= 600 mm	<b>VYHOVUJE</b>

### Maximální krytí nosníků :

max c<sub>ft1</sub> = 300 mm  
max c<sub>ft2</sub> = hst/2 = 300 mm  
c<sub>ftn</sub>= 140 mm < max= 300 mm **VYHOVUJE**

### Minimální krytí nosníků :

min c<sub>ft</sub> = 75 mm  
c<sub>ftn</sub>= 140 mm > min= 75 mm **VYHOVUJE**

\*  
od spodní hr.pásnice  
po horní hranu  
betonu

\*\* vč. izolace  
( po horní hr. desky)



### NOSNÍKY

### VE STŘEDU ROZPĚTÍ

Výška nosníku:  $h_v = 0,60$  m

Šířka pásnice horní  $b_{fh} = 0,30$  m

tloušťka pásnice horní  $b_{fs} = 0,0300$  m

Šířka pásnice spodní  $b_{fs} = 0,35$  m

Tloušťka pásnice spodní  $t_{fs} = 0,0300$  m

#### Výška nosníku :

$\min = 200$  mm <  $h_n = 600$  mm <  $\max = 1100$  mm **VYHOVUJE**

#### Maximální vzdálenost nosníků :

$\max sw_1 = 750$  mm

$\max sw_2 = h_{st}/3 + 600 = 800$  mm

$sw = 625$  mm <  $\max = 750$  mm **VYHOVUJE**

#### Minimální vzdálenost nosníků :

Výška nosníku do 400 mm včetně :

pro horní pásnici

$b_{min} = b_{fh} + 150 = 450$  mm

pro spodní pásnici

$b_{min} = b_{fs} + 50 = 400$  mm

$b_{min} = 625$  mm  $\geq \min = 450$  mm **VYHOVUJE**

Výška nosníku nad 400 mm :

pro horní pásnici

$b_{min} = b_{fh} + 250 = 550$  mm

pro spodní pásnici

$b_{min} = b_{fs} + 150 = 500$  mm

#### Maximální krytí nosníků :

$\max c_{ft1} = 300$  mm

$\max c_{ft2} = h_{st}/2 = 300$  mm

$c_{ftn} = 170$  mm <  $\max = 300$  mm **VYHOVUJE**

$\max c_{ftn} = 170$  mm

#### Minimální krytí nosníků :

$\min c_{ft} = 75$  mm

$c_{ftn} = 170$  mm  $> \min = 75$  mm **VYHOVUJE**

$\min c_{ftn} = 170$  mm

### NOSNÍKY

### NAD KRAJNÍ PODPOROU

Výška nosníku:  $h_v = 0,95$  m

Šířka pásnice horní  $b_{fh} = 0,30$  m

tloušťka pásnice horní  $b_{fs} = 0,0300$  m

Šířka pásnice spodní  $b_{fs} = 0,35$  m

Tloušťka pásnice spodní  $t_{fs} = 0,0300$  m

#### Výška nosníku :

$\min = 200$  mm <  $h_n = 950$  mm <  $\max = 1100$  mm **VYHOVUJE**

#### Maximální vzdálenost nosníků :

$\max sw_1 = 750$  mm

$\max sw_2 = h_{st}/3 + 600 = 917$  mm

$sw = 625$  mm <  $\max = 750$  mm **VYHOVUJE**

#### Minimální vzdálenost nosníků :

Výška nosníku do 400 mm včetně :

pro horní pásnici

$b_{min} = b_{fh} + 150 = 450$  mm

pro spodní pásnici

$b_{min} = b_{fs} + 50 = 400$  mm

$b_{min} = 625$  mm  $\geq \min = 450$  mm **VYHOVUJE**

Výška nosníku nad 400 mm :

pro horní pásnici

$b_{min} = b_{fh} + 250 = 550$  mm

pro spodní pásnici

$b_{min} = b_{fs} + 150 = 500$  mm

#### Maximální krytí nosníků :

$\max c_{ft1} = 300$  mm

$\max c_{ft2} = h_{st}/2 = 475$  mm

$c_{ftn} = 250$  mm <  $\max = 300$  mm **VYHOVUJE**

$\max c_{ftn} = 250$  mm

#### Minimální krytí nosníků :

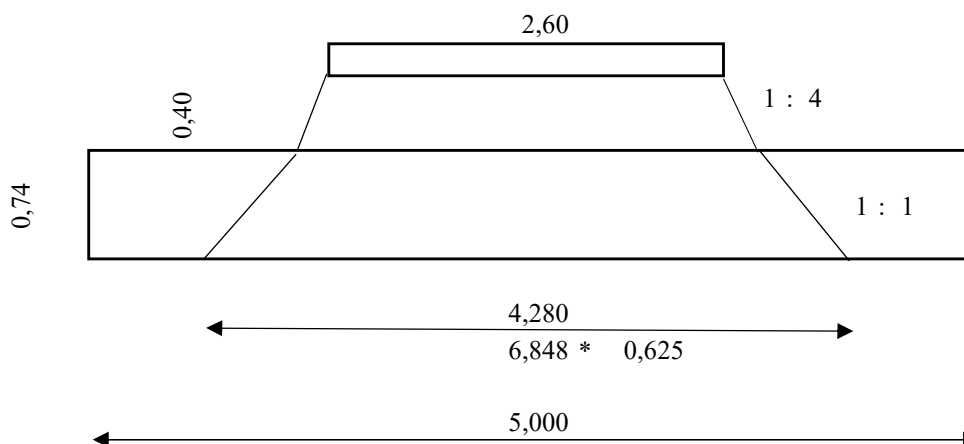
$\min c_{ft} = 75$  mm

$c_{ftn} = 250$  mm  $> \min = 75$  mm **VYHOVUJE**

$\min c_{ftn} = 250$  mm

Název:	„Modernizace ŽST Brno-Židenice a úpravy v ŽST Brno-Maloměřice“	02.10.2023
SO:	SO 31-20-01 ŽST Brno-Židenice, most ev. km 157,872	Strana 13

### Roznášecí šířka pro nosníky



### Běžný provoz

Roznášecí šířka	4,280	m	( 2,600 + 2 * 0,400 : 4 + 2 * 0,740 )
Počet nosníků v Rš	7		POZN. Krajní nosníky přenáší pouze polovinu zatížení
Počet nosníků v Rš	6		Počet započítaných nosníků

### Vykolejení

	Posun osy koleje o	1,500	m
Ek =	1,000	m	Osa koleje od hrany konstrukce
Max . Rš = 2*Ek=	2,000	m	
Počet nosníků v Rš	4		

## 2. Materiálové charakteristiky

### 2.1. Beton

Třída betonu:		C35/45	C30/37
Pevnost v tlaku:	$f_{ck}$ [MPa]	35,00	30,00
Pevnost v tahu:	$f_{ctm}$ [MPa]	3,20	2,90
Pevnost v tahu:	$f_{ct0,05}$ [MPa]	2,20	2,00
Prům. pevnost v tlaku:	$f_{cm}$ [MPa]	43,00	38,00
Modul pružnosti:	$E_{cm}$ [GPa]	34,00	33,00
Mezní stlačení betonu:	$\epsilon_{c2}$ [‰]	2,00	2,00
Mezní stlačení betonu:	$\epsilon_{cu3}$ [‰]	3,50	3,50

Dílčí součinitel betonu:  $\gamma_c = 1,5$  (EN 1992-1-1, 2.4.2.4, trvalé a dočasné situace)

Vliv dlouhodob. účinků:  $\alpha_{cc} = 0,9$  (EN 1992, 3.1.6)

Vliv dlouhodob. účinků:  $\alpha_{ct} = 1$  (EN 1992, 3.1.6)

Návrhová pevnost (EN 1992-1-1, 3.1.6):

$$f_{cd} = \alpha_{cc} \cdot f_{ck} / \gamma_c = 0,9 \cdot 35,00 / 1,5 = \mathbf{21,00 \text{ MPa}} \quad (\text{trvalé a dočasné situace})$$

$$f_{ct} = \alpha_{ct} \cdot f_{ct} / \gamma_c = 1 \cdot 2,20 / 1,5 = \mathbf{1,47 \text{ MPa}} \quad (\text{trvalé a dočasné situace})$$

Pracovní součinitele :

$n_{kr} = E_s / E_{cm}$	6,18	pro krátkodobá zatížení
$E_{cdl} = E_{cm} / 3$	11,3	GPa * podle MVL 511
$n_{dl} = E_s / E_{cdl}$	18,5	pro dlouhodobá zatížení

### 2.2. Výztuž

Třída oceli: B500B

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

Dílčí součinitel oceli:  $\gamma_s = 1,15$  (EN 1992-1-1, 2.4.2.4, trvalé a dočasné situace)

Modul pružnosti oceli:  $E_s = 200 \text{ GPa}$

$$\epsilon_{yd} = f_{yd} / E_s = 434,78 / 200 = 2,17$$

$$\xi_{bal,1} = \epsilon_{cu3} / (\epsilon_{cu3} + \epsilon_{yd}) = 3,50 / (3,50 + 2,17) = 0,617$$

$$\xi_{bal,2} = \epsilon_{cu3} / (\epsilon_{cu3} - \epsilon_{yd}) = 3,50 / (3,50 - 2,17) = 2,639$$

Návrhová pevnost (EN 1992-1-1, 3.1.6):

$$f_{yd} = f_{yk} / \gamma_s = 500,00 / 1,15 = \mathbf{434,78 \text{ MPa}} \quad (\text{trvalé a dočasné situace})$$

### 2.3. Nosníky

Třída oceli: S355

Mez kluzu:  $f_{yk} = 345,00 \text{ MPa}$  (tloušťka 16-40 mm)

Dílčí součinitel oceli:  $\gamma_{M0} = 1,00$

Modul pružnosti oceli:  $E_s = 210 \text{ GPa}$

Návrhová pevnost (EN 1992-1-1, 3.1.6):

$$f_{yd} = f_{yk} / \gamma_s = 345,00 / 1,00 = \mathbf{345,00 \text{ MPa}} \quad (\text{trvalé a dočasné situace})$$

### 2.4. Desky ztraceného bednění

Cementotřískové desky

Pevnost v tahu za ohybu:  $f_{fw} = 9,00 \text{ MPa}$  min.

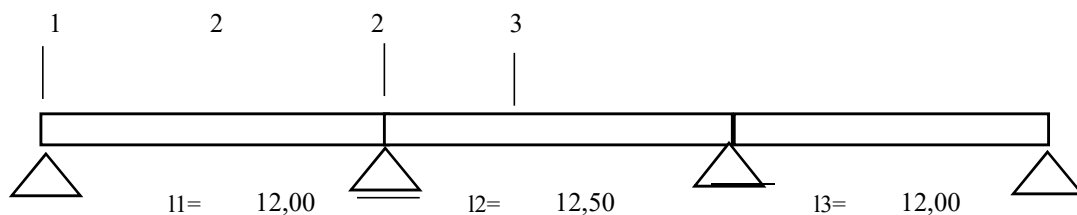
Dílčí součinitel :  $\gamma_s = 2,50$

Návrhová pevnost :

$$f_{yd} = f_{yk} / \gamma_s = 9,00 / 2,50 = \mathbf{3,60 \text{ MPa}} \quad (\text{trvalé a dočasné situace})$$

### 3. Geometrie

ŘEZ



#### Deska:

Světlost nosníku:	$l_s = 12,00$ m	Šířka desky:	$b_s = 5,00$ m
Rozpětí :	$l_1 = 12,00$ m	Spád desky:	$s = 0,50$ %
Rozpětí :	$l_2 = 12,50$ m	Šířka desky vč. říms:	$b_w = 5,00$ m
Rozpětí :	$l_3 = 12,00$ m		
Tloušťka desky (max):	$h_d = 0,80$ m	NOSNÍKY	
Tloušťka desky (min):	$h_d = 0,74$ m	Počet celkem	8,00
Vzd. hrany od osy koleje:	$L' = 3,00$ m	Počet v roznášecí šířce	6,00
Objemová tíha desky:	$\gamma_d = 25,00$ kN/m <sup>3</sup>	Hmotnost nosníku	216 kg/m
		Osová vzdálenost $b_n =$	0,63 m

#### Železniční svršek:

Kolejnice:	$g_k = 1,20$ kN/m
Pražce:	$g_p = 4,80$ kN/m

#### Kolejové lože:

Výška kolejového lože:	$h_s = 0,80$ m
Objem. tíha kol. lože:	$\gamma_s = 20,00$ kN/m <sup>3</sup>
Plocha kol. lože v řezu	4,00 m <sup>2</sup>

#### Konzola , Římsa

Plocha konzoly:	$A_k = 0,00$ m <sup>2</sup>
Plocha římsy:	$A_r = 0,00$ m <sup>2</sup>
Objem. tíha římsy (konzoly):	$\gamma_r = 25,00$ kN/m <sup>3</sup>

#### Ostatní zařízení:

Zábradlí (PHS):	$g_z = 0,00$ kN/m
Kabely:	$g_k = 0,50$ kN/m

#### Izolace:

Výška izolace:	$h_i = 0,01$ m
Objem. tíha izolace:	$\gamma_i = 15,00$ kN/m <sup>3</sup>

#### Ochrana izolace

Výška ochrany iz.:	$h'_i = 0,05$ m
Objem. tíha ochrany iz.:	$\gamma'_i = 23,00$ kN/m <sup>3</sup>

#### Násyp:

Výška přesypávky:	$h_n = 0,00$ m
Objem. tíha přesypávky:	$\gamma_n = 19,00$ kN/m <sup>3</sup>
Úhel vnitřního tření:	$\varphi_n = 30,00$ °
Poissonův součinitel	$\nu = 0,33$

#### Podloží: tř. S4

Objem. tíha podloží:	$\gamma_n = 18,00$ kN/m <sup>3</sup>
Úhel vnitřního tření:	$\varphi_n = 27,00$ °
Efektivní soudržnost:	$c = 4,00$ kPa

#### Železniční zatížení:

Návrhová rychlost:	$V = 160$ km/hod
Počet kolejí:	$N = 2$
Osová vzdálenost kolejí:	$s = 5,00$ m

#### Trat':

Třída trati:	1
Klasifikační součinitel:	$\alpha = 1,21$
Poloměr oblouku:	$r = 0$ m

#### Prostředí:

Teplota vzduchu max.:	$T_{max} = 40,0$ °C
Teplota vzduchu min.:	$T_{min} = -30,0$ °C
Rel. vlhkost vzduchu:	$RH = 65,0$ %
Hladina spodní vody:	$h_w = 0,0$ m
Cement třídy	N

#### Výstavba/poloha:

Ošetřování betonu:	7 dní
Umístění ost. stálého zat:	45 dní
Kategorie terénu: (město)	IV
Větrová oblast:	II

#### 4. Zatížení

Zatížení			ZS	G <sub>charakteristická</sub> (k)	α	Φ	γ <sub>G</sub>	γ <sub>Q</sub>	G <sub>návrhová</sub> (d)	
Stálé	Ostatní stálé	Vlastní tíha	ZS1	25,00 kN/m <sup>3</sup>	-	-	1,35	-	33,75	kN/m <sup>3</sup>
		Kolejnice	ZS2	1,20 kN/m	-	-	1,35	-	1,62	kN/m
		Pražce		4,80 kN/m	-	-	1,35	-	6,48	kN/m
		Kolejové lože		20,00 kN/m <sup>3</sup>	-	-	1,35	-	27,00	kN/m <sup>3</sup>
		Násyp		19,00 kN/m <sup>3</sup>	-	-	1,35	-	25,65	kN/m <sup>3</sup>
		Och. izolace		23,00 kN/m <sup>3</sup>	-	-	1,35	-	31,05	kN/m <sup>3</sup>
		Izolace		15,00 kN/m <sup>3</sup>	-	-	1,35	-	20,25	kN/m <sup>3</sup>
		Římsa		25,00 kN/m <sup>3</sup>	-	-	1,35	-	33,75	kN/m <sup>3</sup>
		Zábradlí (PHS)		0,00 kN/m	-	-	1,35	-	0,00	kN/m
		Zemní tlak	ZS3	19,00 kN/m <sup>3</sup>	-	-	1,35	-	25,65	kN/m <sup>3</sup>
		Smršťování	ZS4	viz níže kN/m'	-	-	1,35	-	prom.	kN/m'
Proměnné	Hlavní	LM71	ZS5	Q <sub>vk,LM71</sub>	250,00 kN	1,21	1,30	-	1,45	571,03 kN
				q <sub>vk,LM71</sub>	80,00 kN/m	1,21	1,30	-	1,45	182,73 kN/m
		SW/2	ZS6	q <sub>vk,SW/2</sub>	150,00 kN/m	-	1,30	-	1,20	234,34 kN/m
		Z. tlak LM71	ZS7		viz níže kN/m <sup>2</sup>	1,21	-	-	1,45	prom. kN/m <sup>2</sup>
		Z. tlak SW/2	ZS8		viz níže kN/m <sup>2</sup>	-	-	-	1,20	prom. kN/m <sup>2</sup>
		Brzdné síly LM71	ZS9		33,00 kN/m'	1,21	-	-	1,45	57,90 kN/m'
		Brzdné síly SW/2	ZS10		35,00 kN/m'	-	-	-	1,45	50,75 kN/m'
		Odstřed. síly LM71	ZS11		viz níže kN/m'	1,21	1,00	-	1,45	prom. kN/m'
		Odstřed. síly SW/2	ZS12		viz níže kN/m'	-	1,00	-	1,20	prom. kN/m'
		Boční ráz	ZS13		100,00 kN	1,21	-	-	1,45	175,45 kN
		Únava - LM71	ZS14	Q <sub>vk,LM71</sub>	250,00 kN	-	1,20	-	1,00	300,31 kN
				q <sub>vk,LM71</sub>	80,00 kN/m	-	1,20	-	1,00	96,10 kN/m
		Únava - z. tlak LM71	ZS15		viz níže kN/m <sup>2</sup>	-	-	-	1,00	prom. kN/m <sup>2</sup>
	Vedlejší	Vítr	ZS16		viz níže kN/m <sup>2</sup>	-	-	-	1,50	prom. Δ°C
		Oteplení kon.	ZS17		viz níže Δ°C	-	-	-	1,50	prom. Δ°C
		Ochlazení kon.	ZS18		viz níže Δ°C	-	-	-	1,50	prom. Δ°C
Mimo řádné	Vykolejení - 1		ZS19		viz níže kN	1,21	-	-	1,00	prom. kN
	Vykolejení - 2		ZS20		viz níže kN	1,21	-	-	1,00	prom. kN

Dynamický součinitel (EN 1991-2, 6.4.5.2):

$$\Phi_2 = 1,44 / (\sqrt{L_\Phi - 0,2}) + 0,82 = 1,44 / (\sqrt{15,82 - 0,20}) + 0,73 = 1,20 \quad (\text{Pro MS použitelnosti})$$

$$\Phi_2 = <1,00; 1,67>$$

$$\Phi_3 = 2,16 / (\sqrt{L_\Phi - 0,2}) + 0,73 = 2,16 / (\sqrt{15,82 - 0,20}) + 0,73 = 1,30 \quad (\text{Pro MS únosnosti})$$

$$\Phi_3 = <1,00; 2,0>$$

Náhradní délka (EN 1991-2, 6.4.5.3, spojitý nosník):

$$L_\Phi = 1,3 \cdot L_m = 15,82 \text{ m}$$

$$L_m = 1/3(L_1 + L_2 + L_3) = 12,17 \text{ m}$$

#### 4.1. Zatížení stálé

##### ZS1 - Vlastní tíha

Beton:  $G_b = \gamma_d \cdot t_d = 25,00 \cdot 0,80 \cdot 5,00 = 100,00$  kN/šířka desky  
 Ocel:  $216,5 \cdot 8,00 : 100 = 17,32$  kN/šířka desky  
 Pro 8 nosníků  $117,32 : 8 = 14,66$  kN/1 nosník

##### ZS2 - Ostatní stálé

###### Plošné

Přítížení desky od železničního svršku:

Kolejnice:  $G_k = g_k / b_z = 1,20 / 3,00 = 0,40$  kN/m<sup>2</sup>  
 Pražce:  $G_p = g_p / b_z = 4,80 / 3,00 = 1,60$  kN/m<sup>2</sup>  
 Svršek celkem: **2,00** kN/m<sup>2</sup>

Přítížení desky od železničního spodku:

Kolejové lože:  $G_s = g_s \cdot (A_s) / b_d = 20,00 \cdot 4,00 / b_d = 16,00$  kN/m<sup>2</sup>  
 30% navýšení tl. kol. lože (EN 1991-1-1, 5.2.3) **20,80** kN/m<sup>2</sup>

Přítížení desky od násypu:

Vrch: ( $h_1 = h_n$ )  $G_n = \gamma_n \cdot h_1 = 19,00 \cdot 0,00 = 0,00$  kN/m<sup>2</sup>

Přítížení desky od izolačních vrstev:

Ochrana izolace:  $G_i' = g_i' \cdot h_i' = 23,00 \cdot 0,05 = 1,15$  kN/m<sup>2</sup>  
 40% navýšení tl. ochrany iz. (EN 1991-1-1, 5.2.3): **1,61** kN/m<sup>2</sup>  
 Izolace:  $G_i = g_i \cdot h_i = 15,00 \cdot 0,01 = 0,15$  kN/m<sup>2</sup>  
 20% navýšení tl. izolace (EN 1991-1-1, 5.2.3): **0,21** kN/m<sup>2</sup>

Přítížení desky od římsy + zařízení MAX

Konzola:  $G_k = \gamma_k \cdot A_k = 2 \cdot 25,00 \cdot 0,00 = 0,00$  kN/m'  
 Římsa:  $G_r = \gamma_r \cdot h_r \cdot \xi_r = 2 \cdot 25,00 \cdot 0,00 = 0,00$  kN/m'  
 Zábradlí (PHS):  $g_z = 2 \cdot 0,00 = 0,00$  kN/m'  
 Kably:  $g_z = 2 \cdot 0,50 = 1,00$  kN/m'  
 1,00 / 5,00 = **0,20** kN/m<sup>2</sup>

Přítížení desky od římsy + zařízení MIN

Římsa:  $G_r = \gamma_r \cdot h_r \cdot \xi_r = 2 \cdot 25,00 \cdot 0,00 \cdot 0,00 = 0,00$  kN/m'  
 0,00 / 5,00 = **0,00** kN/m<sup>2</sup>

**CELKEM :**

**24,82** kN/m<sup>2</sup> MAX  
**19,30** kN/m<sup>2</sup> MIN

##### ZS3 - Zemní tlak

Součinitel aktivního zemního tlaku:

$K_{a,k} = \tan^2(45^\circ - \varphi/2) = \tan^2(45^\circ - 30,0^\circ / 2) = 0,33$

Výška opěry:

$h_o = 5,00$  m

Výška základu:

$h_z = 1,20$  m

Součinitel zemního tlaku v klidu:

$K_{0,k} = v / (1 - v) = 0,33 / 0,67 = 0,49$

Zemní tlak v klidu:

$K_{a,zv} = 0,5 \cdot K_{a,k} + 0,5 \cdot K_{0,k} = 0 \cdot 0,33 + 1 \cdot 0,49 = 0,49$

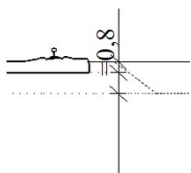
Zemní tlak od násypu:

Deska: ( $h_1 = h_n + h_i + h_i' + h_d$ )  $\sigma_{a,zv,n,v} = \gamma_n \cdot h_1 \cdot K_{a,zv} = 19,00 \cdot 0,86 \cdot 0,49 = 8,05$  kN/m'  
 Opěra: ( $h_{22} = h_n + h_d + h_o$ )  $\sigma_{a,zv,n,s} = \gamma_n \cdot h_2 \cdot K_{a,zv} = 19,00 \cdot 5,86 \cdot 0,49 = 54,84$  kN/m'  
 Jiná ú.: ( $h_3 = h_n + h_i + h_i' + h_o + h_z - h_w$ )  $\sigma_{a,zv,n,v/j} = \gamma_n \cdot h_3 \cdot K_{a,zv} = 19,00 \cdot - \cdot 0,49 = \text{nevaž.}$   
 Základ: ( $h_4 = h_n + h_i + h_i' + h_o + h_z$ )  $\sigma_{a,zv,n,p} = \gamma_n \cdot h_4 \cdot K_{a,zv} = 19,00 \cdot 7,06 \cdot 0,49 = 66,07$  kN/m'  
 Opěra pod vodou ( $h_2'$ )  $\sigma_{a,zv,n,3}' = \sigma_{a,zv,n,4}' + (\gamma_n - \gamma_w) \cdot h_w \cdot K_{a,zv} + \gamma_w \cdot h_w' = \text{nevaž.}$   
 Základ pod vodou ( $h_4'$ )  $\sigma_{a,zv,n,4}' = \sigma_{a,zv,n,3}' + (\gamma_n - \gamma_w) \cdot h_w \cdot K_{a,zv} + \gamma_w \cdot h_w = \text{nevaž.}$

Zemní tlak zeminy na rub opěry rovnoměrně rozdělený po výšce opěry

Průměrný zemní tlak

**37,06** kN/m'



Zemní tlak zeminy na rub opěry rovnoměrně rozdělený po výšce opěry

Průměrný zemní tlak 37,06 kN/m'

Zemní tlak od zatížení železničním spodkem:  $\sigma_{a,zv,s} = G_s \cdot K_{a,zv} = 24,82 \cdot 0,49 = 12,22$  kN/m'

Zemní tlak zeminy na rub opěry rovnoměrně rozdělený po výšce opěry celkem **49,28 kN/m'**

#### ZS4 - Smršťování

Náhradní rozměr prvku:

$$h_0 = 2 \cdot A_c / u = 2 \cdot 800000 / 2000 = 800 \text{ mm} \quad (t=t_0)$$

$$2 \cdot 800000 / 2000 = 800 \text{ mm} \quad (t=\infty)$$

$$A_c = L \cdot t_{hp} = 1000 \cdot 800 = 800000 \text{ mm}^2 \quad (1 \text{ m šířky konstrukce})$$

$u = 2000 \text{ mm}$  (obvod prvku vystavený vysychání v  $t=t_0$ )

$u = 2000 \text{ mm}$  (obvod prvku vystavený vysychání v  $t=\infty$ )

Základní poměrné přetvoření (EN 1992-1-1, příloha B, B2):

$$\varepsilon_{cd,0} = 0,85 \cdot [(220 + 110 \cdot \alpha_{ds1}) \cdot \exp(-\alpha_{ds2} \cdot f_{cm} / f_{cm0})] \cdot 10^{-6} \cdot \beta_{RH} = 0,85 \cdot [(220 + 110 \cdot 4,00) \cdot \exp(-0,12 \cdot 43,00 / 10,00)] \cdot 10^{-6} \cdot 1,124 = 0,000376$$

$$\beta_{RH} = 1,55 \cdot [1 - (R_{H0} / R_H)^3] = 1,55 \cdot [1 - (65 / 100)^3] = 1,124$$

$$f_{cm0} = 10,00 \text{ MPa}$$

$$\alpha_{ds1} = 4,00 \quad \text{cement třídy N}$$

$$\alpha_{ds2} = 0,12 \quad \text{cement třídy N}$$

$$R_{H0} = 100 \%$$

$$\exp(x) = e^x = 2,71828^x$$

Poměrné smršťování vysycháním (EN 1992-1-1, 3.1.4):

$$\varepsilon_{cd}(t) = \beta_{ds}(t, t_s) \cdot k_h \cdot \varepsilon_{cd,0} = 0,040 \cdot 0,700 \cdot 0,000376 = 0,000011 \quad (t=t_0)$$

$$0,976 \cdot 0,700 \cdot 0,000376 = 0,000257 \quad (t=\infty)$$

$$\beta_{ds}(t, t_s) = \frac{t - t_s}{t - t_s + 0,4 \cdot \sqrt{h_0^3}} = \frac{45 - 7}{45 - 7 + 0,04 \cdot \sqrt{800^3}} = 0,040 \quad (t=t_0)$$

$$= \frac{36500 - 45}{36500 - 45 + 0,04 \cdot \sqrt{800^3}} = 0,976 \quad (t=\infty)$$

$k_h = 0,700$  (EN 1992-1-1, 3.1.4 Tabulka 3.3) pro  $t=t_0$

$k_h = 0,700$  (EN 1992-1-1, 3.1.4 Tabulka 3.3) pro  $t=\infty$

Poměrné autogenní smršťování (EN 1992-1-1, 3.1.4):

$$\varepsilon_{ca}(t) = \beta_{as}(t) \cdot \varepsilon_{ca}(\infty) = 0,739 \cdot 0,000063 = 0,000046 \quad (t=t_0)$$

$$= 1,000 \cdot 0,000063 = 0,000063 \quad (t=\infty)$$

$$\beta_{as}(t) = 1 - \exp(-0,2 \cdot t^{0,5}) = 1 - \exp(-0,2 \cdot 45^{0,5}) = 0,739 \quad (t=t_0)$$

$$= 1 - \exp(-0,2 \cdot 36500^{0,5}) = 1,000 \quad (t=\infty)$$

$$\varepsilon_{ca}(\infty) = 2,5 \cdot (f_{ck} - 10) \cdot 10^{-6} = 2,5 \cdot (35,00 - 10) \cdot 10^{-6} = 0,000063$$

$$\exp(x) = e^x = 2,71828^x$$

Celkové poměrné smršťování:

$$\varepsilon_{cs} = \varepsilon_{cd} + \varepsilon_{ca} = 0,000011 + 0,000046 = 0,000057 \quad (t=t_0)$$

$$= 0,000257 + 0,000063 = 0,000320 \quad (t=\infty)$$

Převedení přetvoření na zatížení teplotou:

$$-\Delta T = \varepsilon_{cs} / \alpha_T = 0,000057 / 0,000010 = -5,7 \text{ } ^\circ\text{C} \quad (t=t_0)$$

$$= 0,000320 / 0,000010 = -32,0 \text{ } ^\circ\text{C} \quad (t=\infty)$$

$$\alpha_T = 0,000010 \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$$

ZS4	Zatížení	$\Delta T_0$ [°C]	$\Delta T_\infty$ [°C]
	Smršťování	-5,7	-32,0

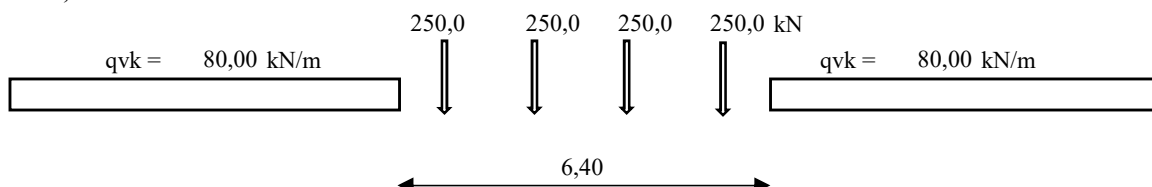
Pozn.: Průměrná hodnota na rámu.

#### 4.2. Zatížení proměnné

##### ZS5 - LM71

Osamělé nápravové síly  $Q_{vk} = 250 \text{ kN}$   
 Počet osamělých sil 4 ks  
 Rozteč osamělých sil 1,6 m  
 Spojité rovnoměrné zatížení  $q_{vk} = 80 \text{ kN/m}$   
 Klasifikační součinitel:  $\alpha = 1,00$

##### **1,00 \* LM71**



##### Roznášení zatížení - příčný směr

Roznášecí šířka  $br = 3,0 \text{ m}$

Roznos spojitěho zatížení 26,7 kN/m<sup>2</sup>

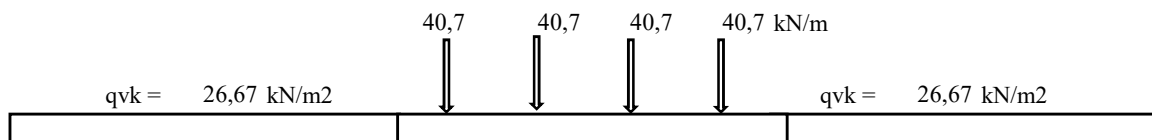
Roznos osamělých sil 83,3 kN/m

##### Zadání zatížení (SCIA ESA)

Pro roznášecí šířku  $br = 3,0 \text{ m}$

$Q_{vk} 1 = 26,67 * 1,60 = 42,7 \text{ kN/m}$  (převedeno na rovnoměrné zatížení)

$Q_{vk} 2 = 83,33 - 42,67 = 40,7 \text{ kN/m}$  přímkové zatížení s roztečí 1,6 m



POZN. Část zatížení osamělých sil převedena na rovnoměrné zatížení odpovídajícímu zbývajícím části zatížení  
 Zbývajícím částí zatížení osamělých sil jako přímkové rovnoměrné zatížení v dané rozteči

##### **Zadáno pojezdem**

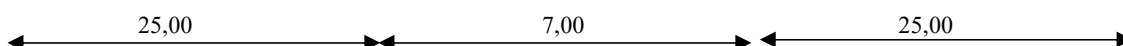
##### SW/2

Spojité rovnoměrné zatížení  $q_{vk} = 150 \text{ kN/m}$   
 Délka zatížení 25,0 m  
 Rozteč mezi zatíženími 7,0 m

##### **SW/2**

$q_{vk} = 150,00 \text{ kN/m}$

$q_{vk} = 150,00 \text{ kN/m}$



##### Roznášení zatížení - příčný směr

Roznášecí šířka  $br = 2,8 \text{ m}$

Roznos spojitěho zatížení 53,6 kN/m<sup>2</sup>

##### **Zadáno pojezdem**



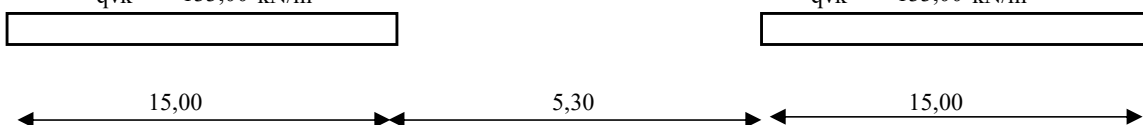
### SW/0

Spojité rovnoměrné zatížení  $q_{vk} = 133 \text{ kN/m}$   
 Délka zatížení  $15,0 \text{ m}$   
 Rozteč mezi zatíženími  $5,3 \text{ m}$   
 Klasifikační součinitel:  $\alpha = 1,00$

### 1,00 \* SW/0

$q_{vk} = 133,00 \text{ kN/m}$

$q_{vk} = 133,00 \text{ kN/m}$



### Roznášení zatížení - příčný směr

Roznášecí šířka  $b_r = 2,8 \text{ m}$

### Roznos spojitého zatížení

$47,5 \text{ kN/m}^2$

### Zadáno pojezdem

#### ZS7 - Z. tlak LM71

Ekvivalentní zatížení pro zemní těleso:

$$Q''_{LM71} = \frac{\alpha \cdot V_{Q,UIC-71}}{b_z \cdot l_z} = \frac{1,21 \cdot 250,00 \cdot 4}{5,00 \cdot 6,40} = 37,81 \text{ kN/m}^2$$

Pozn.: Zatížení působí na šířku opěry

$$q''_{LM71} = \frac{\alpha \cdot V_{q,UIC-71}}{b_z} = \frac{1,21 \cdot 80,00}{5,00} = 19,36 \text{ kN/m}^2$$

Zemní tlak od zatížení LM71:

$$\sigma_{a,zv,QUIC-71} = Q''_{UIC-71} \cdot K_{a,zv} = ##### \cdot 0,49 = 18,62 \text{ kN/m}^2$$

Pozn.: Bez dynamického součinitele

$$\sigma_{a,zv,qUIC-71} = q''_{UIC-71} \cdot K_{a,zv} = ##### \cdot 0,49 = 9,54 \text{ kN/m}^2$$

#### ZS8 - Z. tlak SW/2

$$q''_{sw2} = \frac{V_{q,sw2}}{b_z} = \frac{150,00}{5,00} = 30,00 \text{ kN/m}^2$$

Zemní tlak od zatížení LM71:

$$\sigma_{a,zv,QSW2} = Q''_{SW2} \cdot K_{a,zv} = ##### \cdot 0,49 = 14,78 \text{ kN/m}^2$$

### Účinky kombinované odezvy bezstykové koleje a konstrukce ( Příloha G ČSN EN 1991-2)

#### ZS9 - Brzdné síly LM71

#### ZS10 - Brzdné síly SW/2

Brzdná síla od LM71 (EN 1991-2, 6.5.3 , Příloha G):

$$L = 36,50 \quad \text{m}$$

$$K = 150000 \quad \text{kN/m}$$

$$Q''_{lbk,LM71} = 0.126 * L^{0.9} * K^{0.4} =$$

$$377,46 \quad \text{kN}$$

$$L \leq 30 \quad \text{m}$$

$$Q''_{lbk,LM71} = 0.082 * L^{0.9} * K^{0.4} =$$

$$245,65 \quad \text{kN}$$

$$L \geq 50 \quad \text{m}$$

$$Q''_{lbk,LM71} =$$

$$334,62 \quad \text{kN}$$

$$\text{pro } L = 36,50 \quad \text{m}$$

$$\alpha * Q''_{lbk,LM71} =$$

$$1,21 * 334,62 = 404,89 \quad \text{kN}$$

Jednotková brzdná síla:

$$Q''_{lbk,LM71} = Q'_{lbk,LM71} / b'_{LM71} = 404,89 / 36,50 = 11,09 \quad \text{kN/m'/m}$$

ZS9	Zatížení	$Q_{lbk,LM71}$ [kN/m'/m]
	Brzdné síly	11,09

#### Bezstyková kolej (rovnoměrné oteplení a ochlazení mostu)

Síla od bezstykové koleje (EN 1991-2, Příloha G):

$$L_T = 37 \quad \text{m}$$

$$k = 20 \quad \text{kN}$$

$$K = 150000 \quad \text{kN/m}$$

$$Q'_{lbk,LM71} = (0.34 + 0.013 * k) * L^{0.95} * K^{0.25} =$$

$$360,04 \quad \text{kN}$$

Jednotková síla:

$$Q''_{lbk,LM71} = Q'_{lbk,LM71} / b'_{LM71} = 360,04 / 36,5 = 9,86 \quad \text{kN/m'/m}$$

	Zatížení	$Q_{lbk,LM71}$ [kN/m'/m]
	BS kolej	9,86

#### Pootočení konců nosné konstrukce

Síla od pootočení konce (EN 1991-2, Příloha G):

$$L = 12 \quad \text{m}$$

$$K = 150000 \quad \text{kN/m}$$

$$H = 0,50 \quad \text{m} \quad (\text{u pevného ložiska})$$

$$\theta = 2,00 \quad \text{mrad} \quad (\text{od LM71})$$

$$\beta = 0,50$$

$$\theta H = 1,00 \quad \text{mm}$$

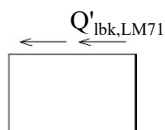
$$Q'_I = 0.11 * L^{0.22} * K^{0.5} * (1,1 - \beta) * \theta H =$$

$$44,16 \quad \text{kN}$$

Jednotková síla:

$$Q''_{lbk,LM71} = Q'_{lbk,LM71} / b'_{LM71} = 44,16 / 12 = 3,68 \quad \text{kN/m'/m}$$

	Zatížení	$Q_{lbk,LM71}$ [kN/m'/m]
		3,68



### ZS11 - Odstřed. síly LM71

Odstředivá síla od LM71 (EN 1991-2, 6.5.1):

$$Q_{tk,LM71} = \frac{V^2}{127 \cdot r} \cdot f_{LM71} \cdot \alpha \cdot Q_{vk,LM71} = \frac{160^2}{127 \cdot 0} \cdot 0,84 \cdot 1,21 \cdot 250,00 = \mathbf{0,00 \text{ kN}}$$

$$q_{tk,LM71} = \frac{V^2}{127 \cdot r} \cdot f_{LM71} \cdot \alpha \cdot q_{vk,LM71} = \frac{160^2}{127 \cdot 0} \cdot 0,84 \cdot 1,21 \cdot 80,00 = \mathbf{0,00 \text{ kN/m}}$$

$$\psi = 0,84 \quad (v=160 \text{ km/h, } l=15,817 \text{ m})$$

Excentricita zatížení ( po střednici desky):

$$e = 1,8 + s + h_s + h_n + h_i + h_r + t_{hp}/2 = 1,8 + 0,20 + 0,80 + 0,00 + 0,01 + 0,05 + 0,80 / 2 = 3,26 \text{ m}$$

$$s = 0,20 \quad (\text{výška žel. svršku})$$

Excentricita svislých zatížení od převýšení (EN 1991-2 6-3-6):

$$u = 0,000 \text{ m}$$

$$eu = e \cdot (u/r) = - 3,26 \cdot 0,000 / 1,50 = 0,00 \text{ m}$$

$$r = 1,500 \text{ m} \quad (\text{Vzdálenost kolejnic.})$$

Excentricita vlivem odstředivé síly:

$$V_{ef} = \alpha \cdot Q_{vk,LM71} = 1,210 \cdot 250 = 302,50 \text{ kN}$$

$$C = Q_{tk,LM71} / (V_{ef} \cdot V_{ef}) = 0,0 / 302,5 = 0,000 \cdot V_{ef}$$

$$ec = e \cdot C = 3,260 \cdot 0,000 = 0,000 \text{ m}$$

**Max (s odstředivou silou + převýšením )**

$$\text{Celková excentricita } ec = 0,000 \text{ m} \quad \text{max}$$

**Min (s převýšením )**

$$\text{Celková excentricita } ec = 0,000 \text{ m} \quad \text{min}$$

### ZS12 - Odstřed. síly SW/2

Odstředivá síla od SW2 (EN 1991-2, 6.5.1):

$$q_{tk,SW2} = \frac{V^2}{127 \cdot r} \cdot f_{sw2} \cdot q_{vk,sw2} = \frac{80^2}{127 \cdot 0} \cdot 1,00 \cdot 1,00 \cdot 150,00 = \mathbf{0,00 \text{ kN/m}}$$

$$f_{sw2} = 1,00 \quad (\text{EN 1991-2, 6.5.1 Tabulka 6.7})$$

Excentricita zatížení ( po střednici desky):

$$e = 1,8 + s + h_s + h_n + h_i + h_r + t_{hp}/2 = 1,8 + 0,20 + 0,80 + 0,00 + 0,01 + 0,05 + 0,80 / 2 = 3,26 \text{ m}$$

$$s = 0,40 \quad (\text{výška žel. svršku})$$

Excentricita svislých zatížení od převýšení (EN 1991-2 6-3-6):

$$u = 0,000 \text{ m}$$

$$eu = e \cdot (u/r) = - 3,26 \cdot 0,000 / 1,50 = 0,00 \text{ m}$$

$$r = 1,500 \text{ m} \quad (\text{Vzdálenost kolejnic.})$$

Excentricita vlivem odstředivé síly:

$$V_{ef} = \alpha \cdot Q_{vk,LM71} = 1,000 \cdot 150 = 150,00 \text{ kN}$$

$$C = Q_{tk,SW2} / (V_{ef} \cdot V_{ef}) = 0,0 / 150,0 = 0,000 \cdot V_{ef}$$

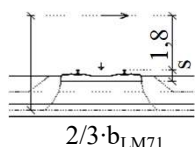
$$ec = e \cdot C = 3,260 \cdot 0,000 = 0,000 \text{ m}$$

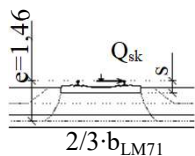
**Max (s odstředivou silou , převýšením )**

$$\text{Celková excentricita } ec = 0,000 \text{ m} \quad \text{max}$$

**Min (s převýšením )**

$$\text{Celková excentricita } ec = 0,000 \text{ m} \quad \text{min}$$





### ZS13 - Boční ráz

Boční ráz (EN 1991-2, 6.5.2):

$$Q'_{sk} = \alpha \cdot Q_{sk} = 1,21 \cdot 100,00 = 121,00 \text{ kN}$$

Excentricita zatížení:

$$e = s + h_s + h_n + h_i + h_r + t_{hp}/2 = 0,20 + 0,80 + 0,00 + 0,01 + 0,05 + 0,80 / 2 = 1,46 \text{ m}$$

$$s = 0,20 \text{ (výška žel. svršku)}$$

Přepočet na svislé zatížení:

$$\Delta Q'_{sk} = 6 \cdot Q'_{sk} \cdot e / (b'_{LM71} \cdot l_{LM71}^2) = 6 \cdot 121,00 \cdot 1,460 / (3,00^2 \cdot 5,00) = 23,55 \text{ kN/m}^2$$

Svislé zatížení na rám od bočního rázu:

$$Q'_{sk,max} = +2/3 \cdot \Delta Q'_{sk} = +2/3 \cdot 23,55 = 15,70 \text{ kN/m}^2$$

$$Q'_{sk,min} = -2/3 \cdot \Delta Q'_{sk} = -2/3 \cdot 23,55 = -15,70 \text{ kN/m}^2$$

Pozn.: Uvažováno rovn. zatížení  
odpovídající  $2/3 \Delta Q'_{sk}$ .

### ZS16 - Větr

Základní rychlost větru (EN 1991-1-4, 4.2):

$$v_b = c_{dir} \cdot c_{season} \cdot v_{b,0} = 1,00 \cdot 1,00 \cdot 25,00 = 25 \text{ m/s}$$

$$c_{dir} = 1,00 \quad (\text{EN 1991-1-4, 4.2})$$

$$c_{season} = 1,00 \quad (\text{EN 1991-1-4, 4.2})$$

$$v_{b,0} = 25 \text{ m/s} \quad (\text{EN 1991-1-4, příloha, mapa vět. oblastí, oblast II})$$

Referenční výška nad terénem:

$$h_e = h' + t_{hp} + h_i + h'_i + h_s + s + 4,0 = 5,00 + 0,80 + 0,01 + 0,05 + 0,00 + 0,80 + 0,40 + 4,00 = 11,06 \text{ m}$$

$$s = 0,40 \text{ m} \quad (\text{výška žel. svršku})$$

$$h' = 5,00 \text{ m}$$

Součinitel terénu (EN 1991-1-4, 4.3.2):

$$k_r = 0,19 \cdot (z_0 / z_{0,II})^{0,07} = 0,19 \cdot (1,000 / 0,05)^{0,07} = 0,234$$

$$z_0 = 1,000 \text{ m} \quad (\text{EN 1991-1-4, 4.3.2, tab 4.1, kat. terénu IV})$$

$$z_{0,II} = 0,05 \text{ m} \quad (\text{EN 1991-1-4, 4.3.2, tab 4.1, kat. terénu II})$$

Součinitel drsnosti terénu (EN 1991-1-4, 4.3.2):

$$c_r(z) = k_r \cdot \ln(z / z_0) = 0,23 \cdot \ln(11,06 / 1,000) = 0,563$$

$$z = \max\{h_e, z_{min}\} = \max\{11,06; 10,00\} = 11,06 \text{ m}$$

$$z_{min} = 10,00 \text{ m} \quad (\text{EN 1991-1-4, 4.3.2, tab 4.1, kat. terénu IV})$$

Střední rychlost větru (EN 1991-1-4, 4.3):

$$v_m(z) = c_r(z) \cdot c_0(z) \cdot v_b = 0,56 \cdot 1,00 \cdot 25,00 = 14,08 \text{ m/s}$$

$$c_0(z) = 1,00 \quad (\text{EN 1991-1-4, 4.3})$$

Intenzita turbulence (EN 1991-1-4, 4.4):

$$I_v(z) = k_r \cdot v_b \cdot k_I / v_m(z) = 0,23 \cdot 25,00 \cdot 1,00 / 14,08 = 0,416$$

$$k_I = 1,00 \quad (\text{EN 1991-1-4, 4.4})$$

Základní dynamický tlak větru (EN 1991-1-4, 4.5):

$$q_b = 0,5 \cdot \rho \cdot v_b^2 = 0,5 \cdot 1,25 \cdot 25,00^2 = 0,39 \text{ kN/m}^2$$

$$\rho = 1,25 \text{ kg/m}^3 \quad (\text{EN 1991-1-4, 4.5})$$

Maximální dynamický tlak (EN 1991-1-4, 4.5):

$$q_p(z) = [1 + 7 \cdot I_v(z)] \cdot 0,5 \cdot \rho \cdot v_m^2(z) = [1 + 7 \cdot 0,416] \cdot 0,5 \cdot 1,25 \cdot 14,08^2 = 0,485 \text{ kN/m}^2$$

Součinitel expozice (EN 1991-1-4, 4.5):

$$c_e = q_p(z) / q_b = 0,485 / 0,39 = 1,241$$

Součinitel zatížení větrem (EN 1991-1-4, 8.3.2):

$$C = c_e \cdot c_{f,x} = 1,24 \cdot 2,20 = 2,73$$

### Příčný vítr ( směr X)

Součinitel zatížení větrem (EN 1991-1-4, 8.3.2) - Doporučená hodnota:

$$bw = 5,00 \text{ m} \quad dtot = 6,06 \text{ m} \quad bw/dtot = (5,00 / 6,06) = 0,825$$

C = 6,41 Doporučená hodnota

Síla od větru I (EN 1991-1-4, 8.3.2):

$$q_w = 0,5 \cdot \rho \cdot v_b^2 \cdot C \cdot d_{tot} = 0,5 \cdot 1,25 \cdot 25,00^2 \cdot 6,41 \cdot 4,00 = 10,02 \text{ kN/m'}$$

$$d_{tot} = 4,00 \quad (\text{uvažována jen výška plochy vlaku=4 m, vítr desku neovlivní})$$

Síla od větru II (EN 1991-1-4, 8.3.2):

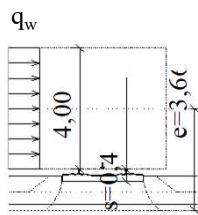
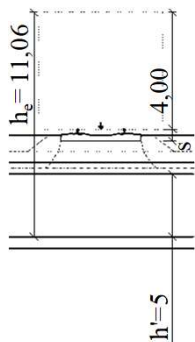
$$q_w = 0,5 \cdot \rho \cdot v_b^2 \cdot C \cdot d_{tot} = 0,5 \cdot 1,25 \cdot 25,00^2 \cdot 6,41 \cdot 0,80 = 2,00 \text{ kN/m'}$$

$$dtot = 0,80 \quad (\text{uvažována výška plochy konstrukce})$$

Excentricita zatížení:

$$e = 2,0 + s + h_s + h_n + h_i + h'_i + t_{hp} / 2 = 2,0 + 0,40 + 0,80 + 0,00 + 0,01 + 0,05 + 0,80 / 2 = 3,66$$

$$s = 0,40 \quad (\text{výška žel. svršku})$$



### Svislý vítr ( směr Z)

$$c_{f,z} = 0,90$$

Součinitel zatížení větrem (EN 1991-1-4, 8.3.2):

$$C = c_e \cdot c_{f,x} = 1,24 \cdot 0,90 = 1,117$$

Síla od větru (EN 1991-1-4, 8.3.2):

$$q_w = 0,5 \cdot \rho \cdot v_b^2 \cdot C \cdot d_{tot} = 0,5 \cdot 1,25 \cdot 25,00^2 \cdot 1,12 = 0,44 \text{ kN/m}^2$$

Přepočet na svislé zatížení: (na 1 nosník)

$$\Delta q'_w = q_w \cdot e / b_n = 0,436 \cdot 0,63 = 0,27 \text{ kN/m}$$

Vodorovné zatížení : Na vlak

$$M_{wz} = q_w \cdot L^2 / 8 = 195,68 \text{ kNm}$$

$$V_{wz} = q_w \cdot L / 2 = 62,62 \text{ kN}$$

$$N = M_{wz} / b_n = 195,68 / 0,63 = 313,09 \text{ kN}$$

Vodorovné zatížení : Na konstrukci

$$M_{wz} = q_w \cdot L^2 / 8 = 39,14 \text{ kNm}$$

$$V_{wz} = q_w \cdot L / 2 = 12,52 \text{ kN}$$

$$N = M_{wz} / b_n = 39,14 / 0,63 = 62,618 \text{ kN}$$

### Podélný vítr ( směr Y)

25 % příčného větru - plnostěnné konstrukce

Použito při výpočtu sil na ložiska

$$F_y = 0,25 \cdot (L \cdot q_w) = 0,25 \cdot 12,5 \cdot 2,00 = 6,2618 \text{ kN} \quad \text{Na konstrukci}$$

$$F_y = 0,25 \cdot (L \cdot q_w) = 0,25 \cdot 12,5 \cdot 10,02 = 31,309 \text{ kN} \quad \text{Na vlak}$$

### ZS17 - Oteplení kon. ZS18 - Ochlazení kon.

Rovnoměrná složka teploty (EN 1991-1-5, 6.1.3):

$$T_{e,max} = T_{max} + 1,5^\circ = 40,0 + 4,5 = 44,5 \text{ }^\circ\text{C} \quad (\text{EN 1991-1-5, 6.1.1., 2. typ konstrukce -$$

$$T_{e,min} = T_{min} + 8,0^\circ = -30,0 + 4,5 = -25,5 \text{ }^\circ\text{C} \quad \text{- ocelobetonová nosná konstrukce})$$

Rozsah rovnoměrné složky teploty (EN 1991-1-5, 6.1.3.3):

$$\Delta T_{N,exp} = T_{e,max} - T_0 = 44,5 - 10,0 = 34,5 \text{ }^\circ\text{C} \quad (\text{prodloužení +})$$

$$\Delta T_{N,con} = T_0 - T_{e,min} = 10,0 - (-25,5) = 35,5 \text{ }^\circ\text{C} \quad (\text{zkrácení -})$$

Rozdílová složka teploty (EN 1991-1-5, 6.1.4):

$$\Delta T_{M,heat} = \Delta T_{M,heat} \cdot k_{sur} = 15,0 \cdot 0,8 = 12,0 \text{ }^\circ\text{C} \quad (\text{EN 1991-1-5, 6.1.4.1, postup 1-}$$

$$\Delta T_{M,cool} = \Delta T_{M,cool} \cdot k_{sur} = 18,0 \cdot 1,2 = 21,6 \text{ }^\circ\text{C} \quad \text{- zjednodušení dle NA.2.7})$$

Současné působení rovnoměrné a rozdílové složky (EN 1991-1-5, 6.1.5):

$$\Delta T_{heat} = \max \{ \Delta t_{heat,N}; \Delta t_{heat,M} \} = \max \{ 24,08 ; 43,5 \} = 43,5 \text{ }^\circ\text{C} \quad (\text{prodloužení +})$$

$$\Delta t_{heat,M} = \Delta T_{M,heat} + \alpha_N \cdot \Delta T_{N,e} = 12,0 + 0,35 \cdot 34,5 = 24,1 \text{ }^\circ\text{C}$$

$$\Delta t_{heat,N} = \alpha_M \cdot \Delta T_{M,heat} + \Delta T_{N,e} = 0,75 \cdot 12,0 + 34,5 = 43,5 \text{ }^\circ\text{C}$$

$$\Delta T_{cool} = \max \{ \Delta t_{cool,N}; \Delta t_{cool,M} \} = \max \{ 34,0 ; 51,7 \} = 51,7 \text{ }^\circ\text{C} \quad (\text{zkrácení -})$$

$$\Delta t_{cool,N} = \Delta T_{M,cool} + \alpha_N \cdot \Delta T_{N,c} = 21,6 + 0,35 \cdot 35,5 = 34,0 \text{ }^\circ\text{C}$$

$$\Delta t_{cool,M} = \alpha_M \cdot \Delta T_{M,cool} + \Delta T_{N,c} = 0,75 \cdot 21,6 + 35,5 = 51,7 \text{ }^\circ\text{C}$$

ZS17	Zatížení	$\Delta T_{h,příčel,h} [^\circ\text{C}]$	$\Delta T_{h,příčel,d} [^\circ\text{C}]$	$\Delta T_{stěna} [^\circ\text{C}]$	$\Delta T_{d,příčel} [^\circ\text{C}]$
	Oteplení kon.	43,5	34,5	34,5	34,5

(prodloužení)

ZS18	Zatížení	$\Delta T_{h,příčel,h} [^\circ\text{C}]$	$\Delta T_{h,příčel,d} [^\circ\text{C}]$	$\Delta T_{stěna} [^\circ\text{C}]$	$\Delta T_{d,příčel} [^\circ\text{C}]$
	Ochlazení kon.	-51,7	-35,5	-35,5	-35,5

(zkrácení)

#### 4.3. Zatížení mimořádné

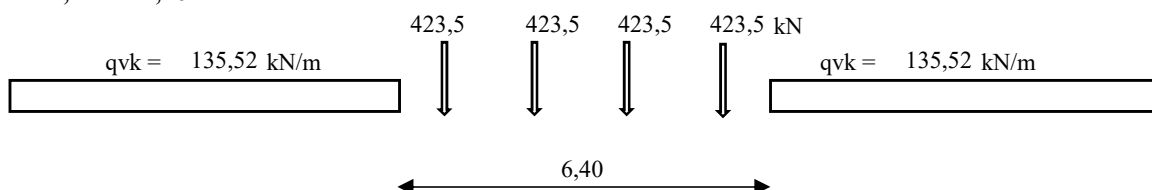
Příčný roznos jednostranně omezen - vlak na okraji desky

Max . Rš = 2\*Ek= 2,000 m

Počet nosníků v Rš 4

Osamělé nápravové síly Qvk = 250 kN  
 Počet osamělých sil 4 ks  
 Rozteč osamělých sil 1,6 m  
 Spojité rovnoměrné zatížení qvk = 80 kN/m  
 Klasifikační součinitel: α= 1,21  
 Mimořádné zatížení 1,40

1,21 \* 1,40 \* LM71



#### Roznášení zatížení - příčný směr

Roznášecí šířka br = 2,8 m

Roznos spojitěho zatížení 48,4 kN/m2

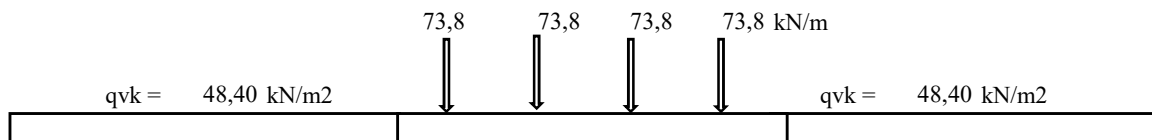
Roznos osamělých sil 151,3 kN/m

#### Zadání zatížení (SCIA ESA)

Pro roznášecí šířku br = 2,8 m

Qvk 1 = 48,40 \* 1,60 = 77,4 kN/m (převedeno na rovnoměrné zatížení)

Qvk 2 = 151,25 - 77,44 = 73,8 kN/m přímkové zatížení s roztečí 1,6 m



POZN. Část zatížení osamělých sil převedena na rovnoměrné zatížení odpovídajícímu zbývajícím částí zatížení  
 Zbývajícím část zatížení osamělých sil jako přímkové rovnoměrné zatížení v dané rozteči

**Zadáno pojezdem**

#### Náraz vozidel na podpěrné konstrukce

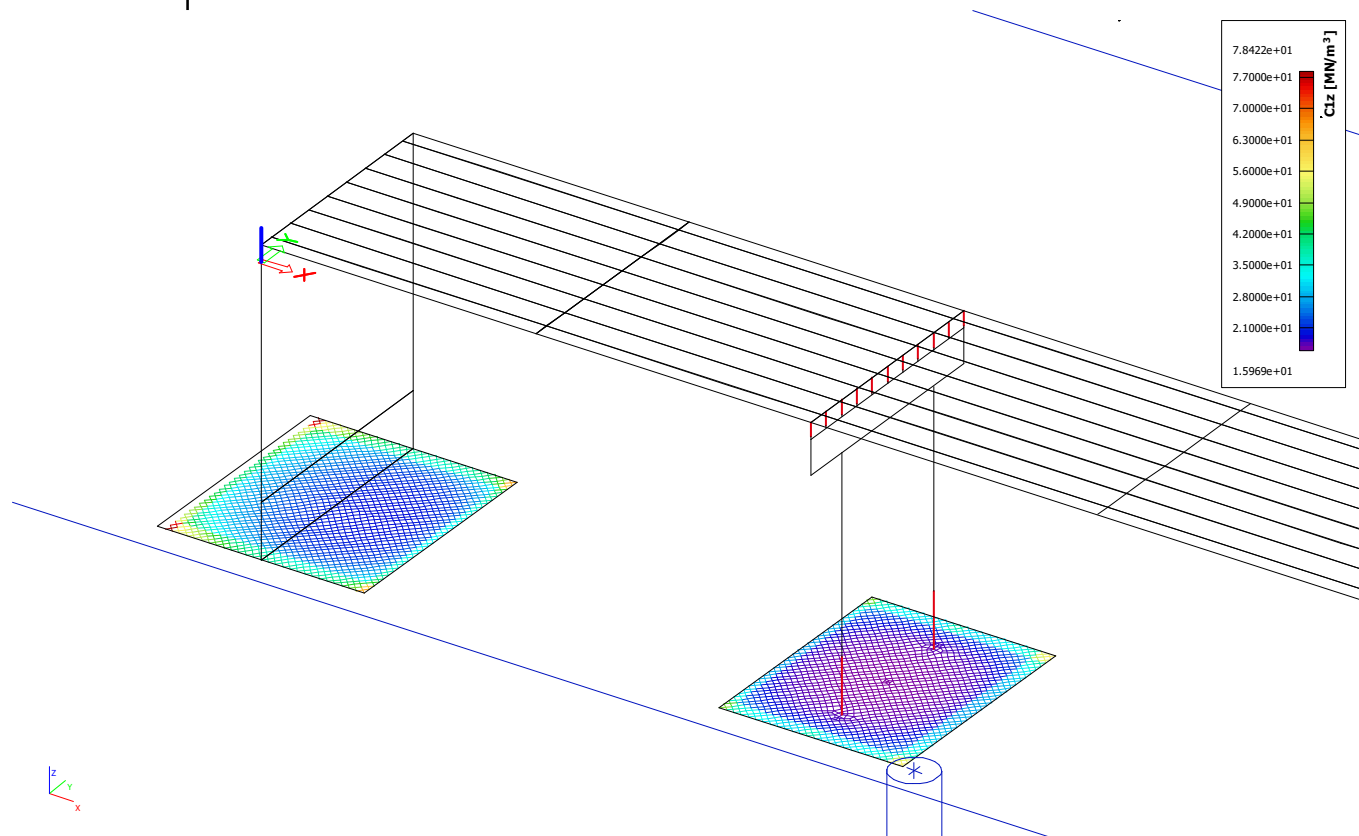
Fdx = 500 kN

Fdy = 250 kN

## 5. Tuhosti konstrukce - zemina

### Svislá tuhost

Program SOILIN



$k_z \text{ min} = 16,00 \text{ MN/m}^2$

### GEO

Sednutí základu  $s_z$ :

23,0 mm

Celková tuhost podloží:

$$K_s = G/s_z = 6000,00 / 23,00 = 260,87 \text{ MN}$$

Tuhost podloží na 1 m<sup>2</sup>:

$$k_s = K_s/s_z = 260,87 / 20,00 = 13,04 \text{ MN/m}^2$$

Zadáno  $k_z = 15,00 \text{ MN/m}^2$



### Vodorovná tuhost

#### Vodorovné reakce homogenního prostředí (Integrované mosty - spolupůsobení se zeminou)

Výška rámu:  $H_a = 6,00$  m  
 Materiál zásypu: **G3**  
 Modul deformace:  $E_{def} = 80,0$  MPa  
 Posun ve vrcholu:  $u_T = 30$  mm  
 Posun v patě:  $u_B = 20$  mm

Přemístění rotací a posunem, křivka M.

Bod 1:

$$k_{h1} = (A_1 \cdot E_{def} \cdot u_T) / 10000 + (B_1 \cdot E_{def}) / 100 + (C_1 \cdot u_T) / 100 + D_1 = (-8,70 \cdot 80,00 \cdot 30,00) / 10000 + (3,70 \cdot 80,0) / 100 + (-0,60 \cdot 30) / 100 + 1,40 = \mathbf{2,092 \text{ MN/m}^3}$$

$A_1 = -8,70 \quad B_1 = 3,70 \quad C_1 = -0,60 \quad D_1 = 1,40$

Bod 2R, 3R:

$$k_{h,2R} = (A_2 \cdot E_{def} \cdot u_T) / 10000 + (B_2 \cdot E_{def}) / 100 + (C_2 \cdot u_T) / 100 + D_2 = (-31,50 \cdot 80,00 \cdot 30,00) / 10000 + (16,30 \cdot 80,0) / 100 + (6,80 \cdot 30) / 100 + 2,30 = \mathbf{9,820 \text{ MN/m}^3}$$

$A_2 = -31,50 \quad B_2 = 16,30 \quad C_2 = 6,80 \quad D_2 = 2,30$

Bod 2T:

$$k_{h,2T} = k_{h,1} + (k_{h,3T} - k_{h,1}) \cdot z_2 / H_a = 2,09 + (9,26 - 2,09) \cdot 1,69 / 6,00 = \mathbf{4,110 \text{ MN/m}^3}$$

Bod 2M:

$$k_{h,2M} = k_{h,2R} - (k_{h,2R} - k_{h,2T}) \cdot u_B / u_T = 9,82 - (9,82 - 4,11) \cdot 20 / 30 = \mathbf{6,014 \text{ MN/m}^3}$$

Bod 3T:

$$k_{h,3T} = (A_3 \cdot E_{def} \cdot u_T) / 10000 + (B_3 \cdot E_{def}) / 100 + (C_3 \cdot u_T) / 100 + D_3 = (-41,80 \cdot 80,00 \cdot 30,00) / 10000 + (18,70 \cdot 80,0) / 100 + (9,10 \cdot 30) / 100 + 1,60 = \mathbf{9,258 \text{ MN/m}^3}$$

$A_3 = -41,80 \quad B_3 = 18,70 \quad C_3 = 9,10 \quad D_3 = 1,60$

Bod 3M:

$$k_{h,3M} = k_{h,3R} - (k_{h,3R} - k_{h,3T}) \cdot u_B / u_T = 9,82 - (9,82 - 9,26) \cdot 20 / 30 = \mathbf{9,445 \text{ MN/m}^3}$$

Výška  $z_2$ :

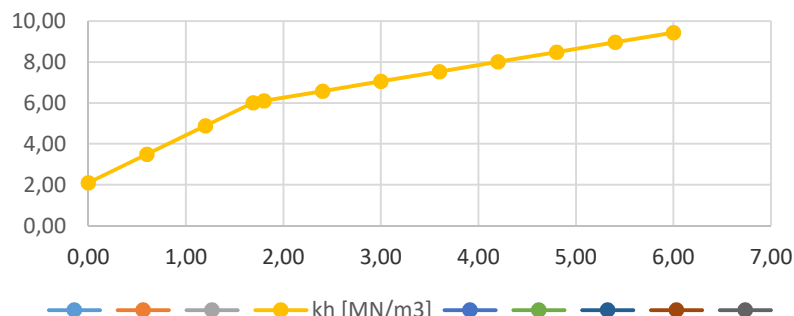
$$z_2 = (A_z \cdot E_{def} \cdot u_T) / 10000 + (B_z \cdot E_{def}) / 100 + (C_z \cdot u_T) / 100 + D_z = (0,50 \cdot 80,00 \cdot 30,00) / 10000 + (0,10 \cdot 80,0) / 100 + (2,30 \cdot 30) / 100 + 0,80 = \mathbf{1,690 \text{ m}}$$

$A_z = 0,50 \quad B_z = 0,10 \quad C_z = 2,30 \quad D_z = 0,80$

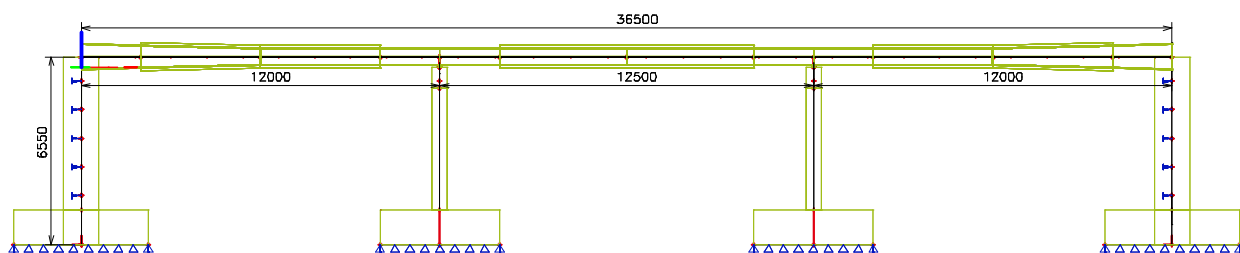
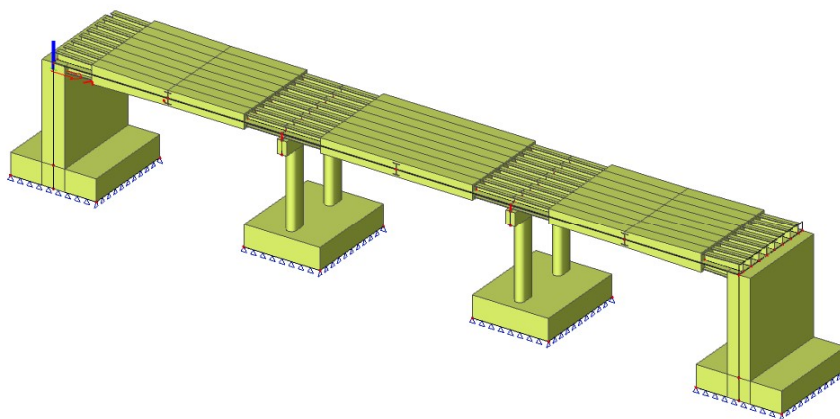
Průběh  $k_h$  po výšce stěny:

z [m]	$k_h$ [MN/m <sup>3</sup> ]
0,00	2,09
0,60	3,48
1,20	4,88
1,69	6,01
1,80	6,10
2,40	6,58
3,00	7,06
3,60	7,53
4,20	8,01
4,80	8,49
5,40	8,97
6,00	9,45

Název grafu



## 6. Model konstrukce

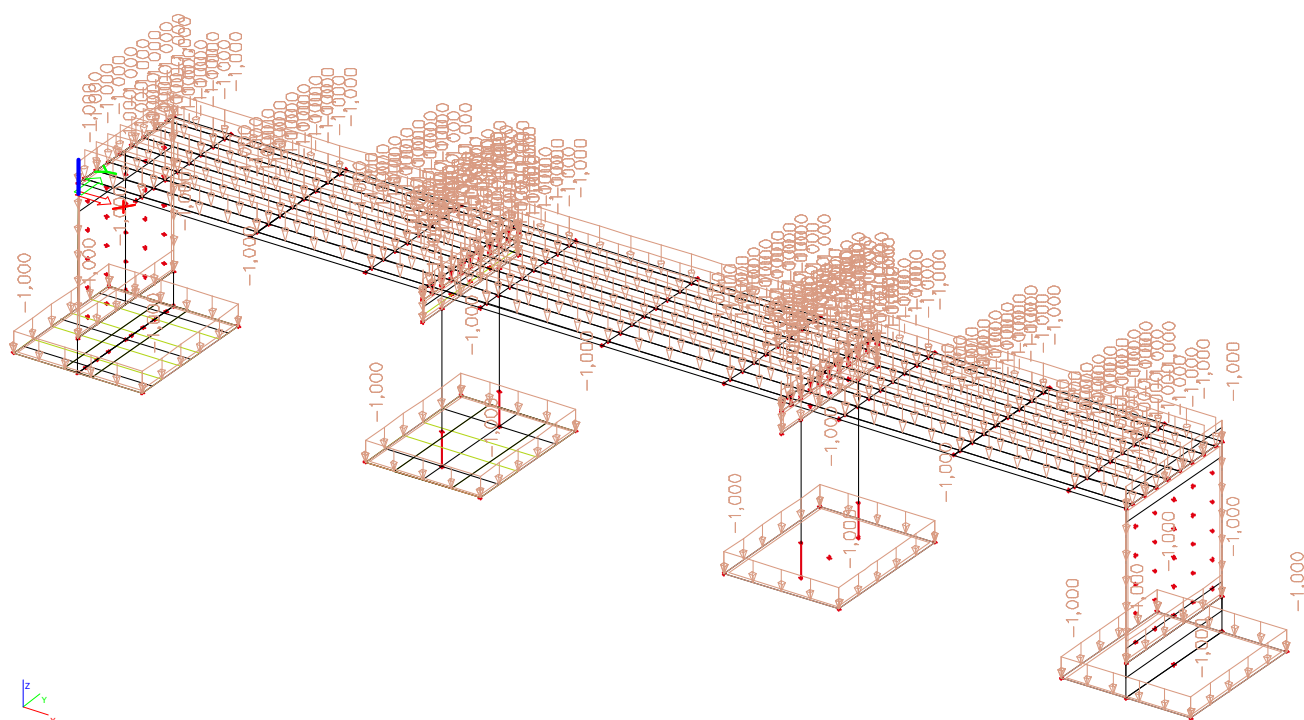


## 7. Zatížení na modelu

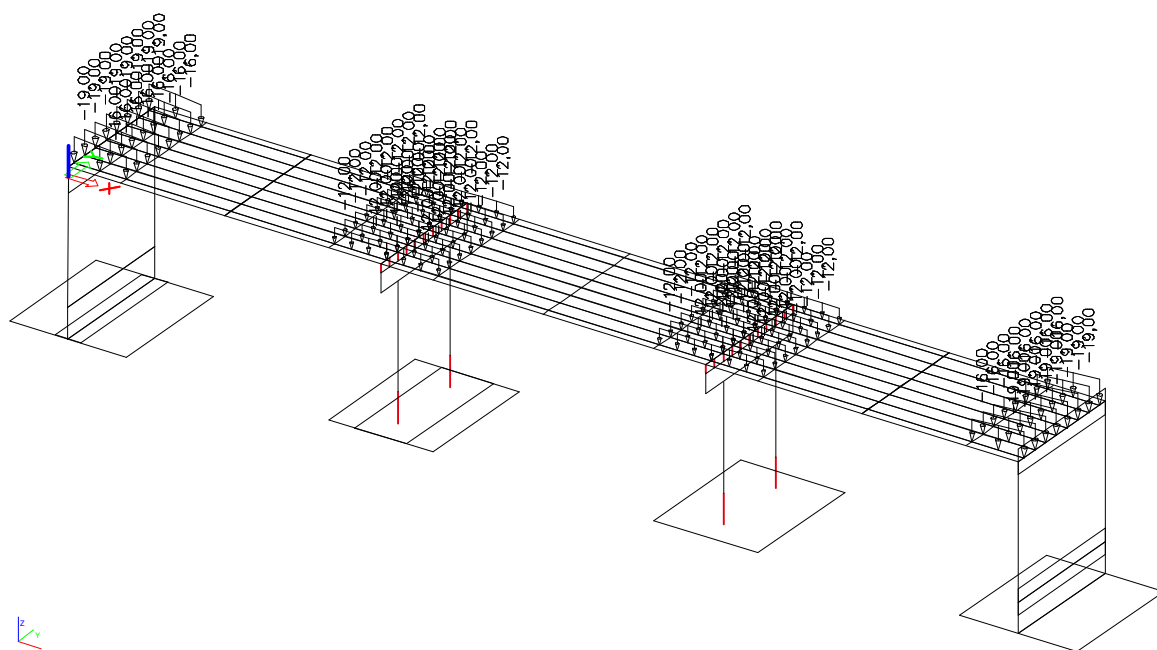
1 . Vlastní váha - generována programem SCIA ESA

Zadáno programem SCIA ESA

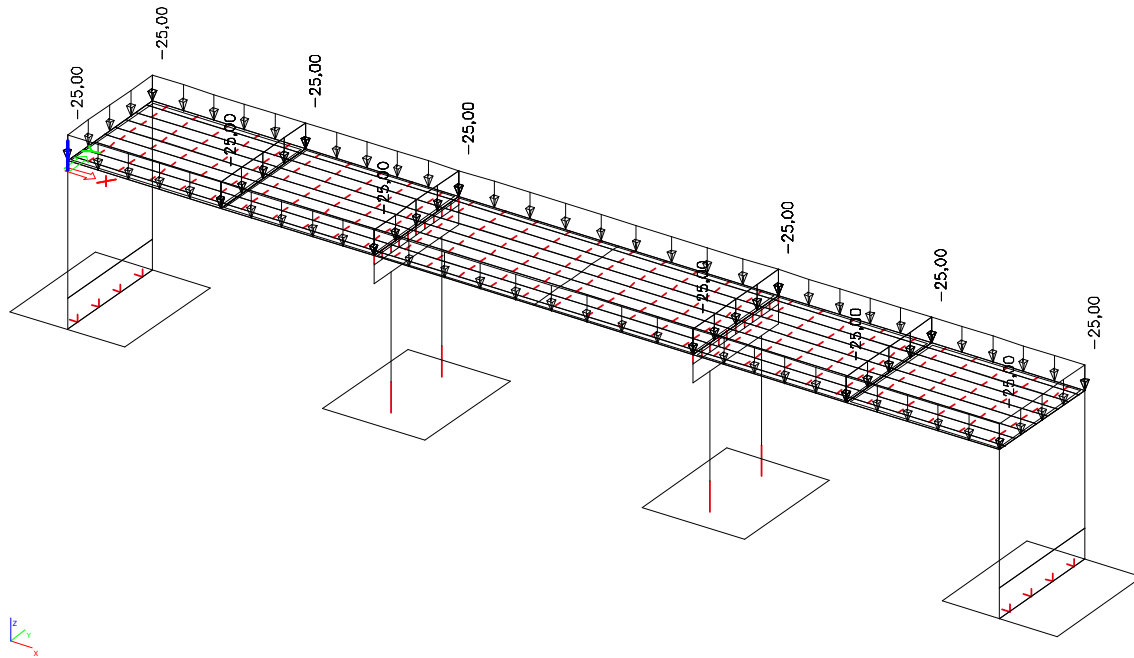
VV1



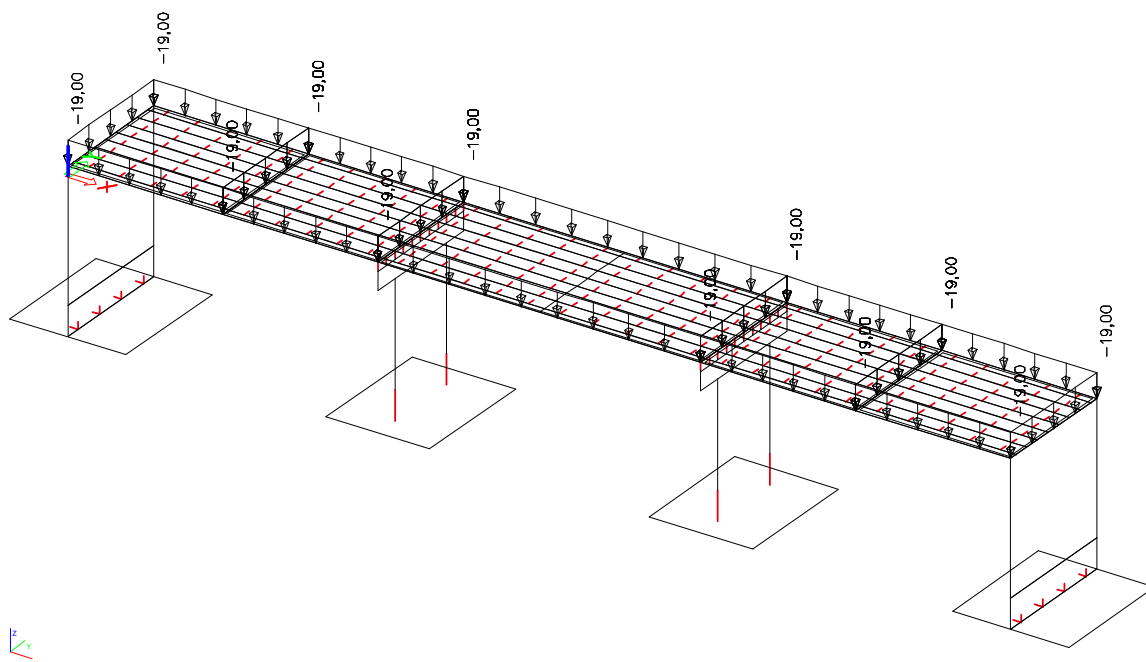
VV2 - přitížení ŽB deskou v místech záporných momentů ( pouze ocelové nosníky)



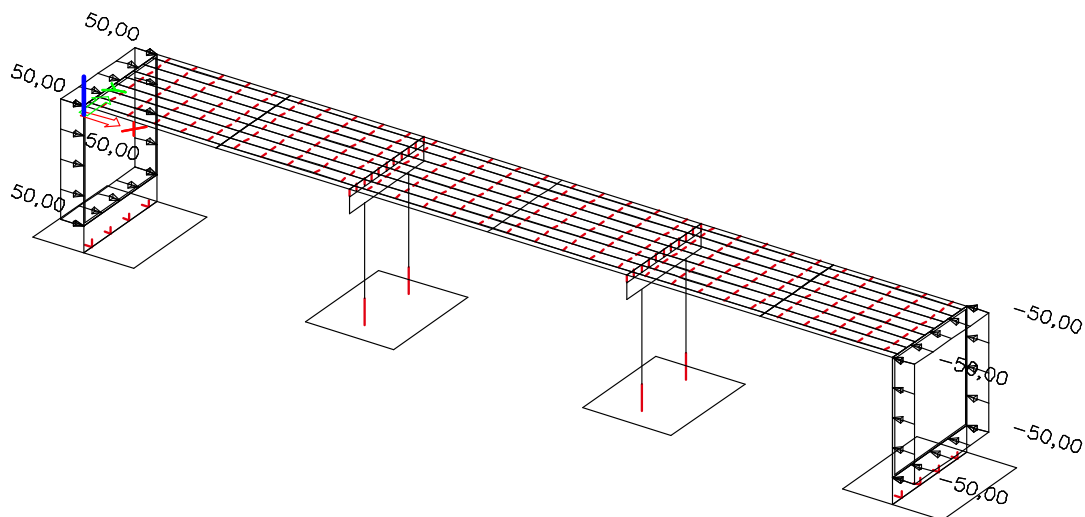
2. Stálé - Štěrkové lože + kolej	MAX
----------------------------------	-----



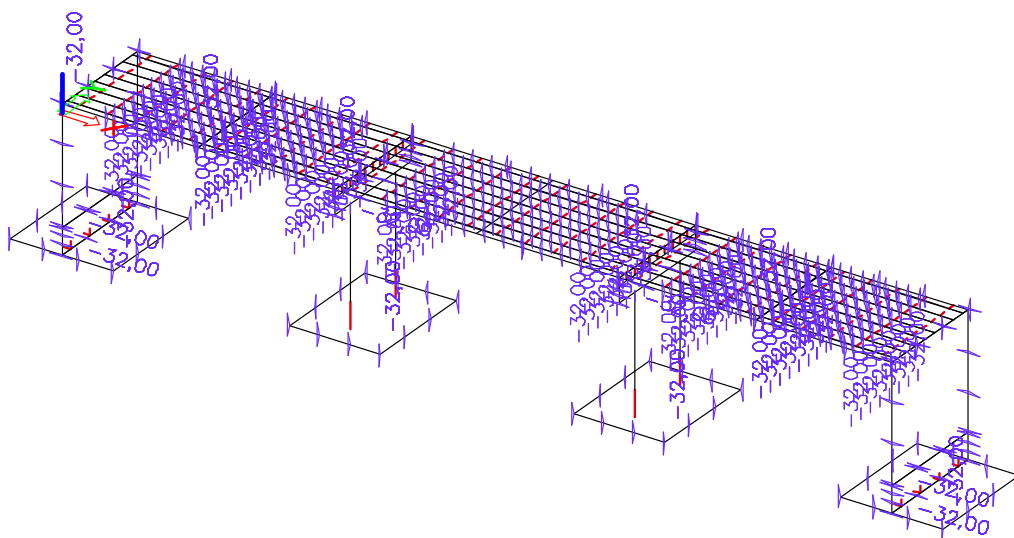
3. Stálé - Šterkové lože + kolej MIN



#### 4. Zemní tlak



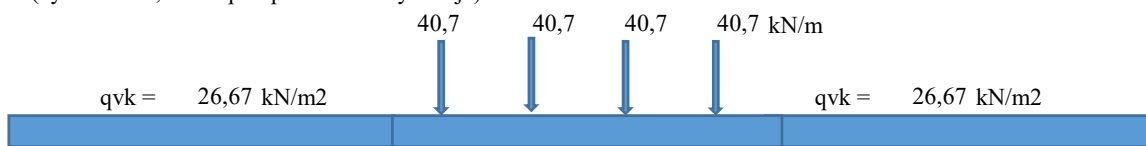
#### Smršťování



součinitel  
alfa 1,21 zadán  
v rámci kombinací

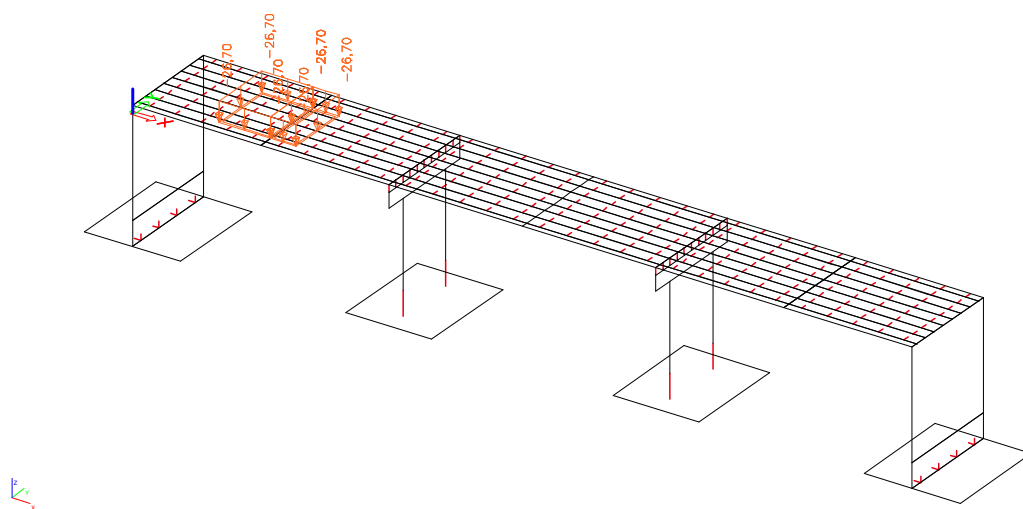
### 1,00\* LM 71

(vyoseno o 0,2m od předpokládané osy koleje)

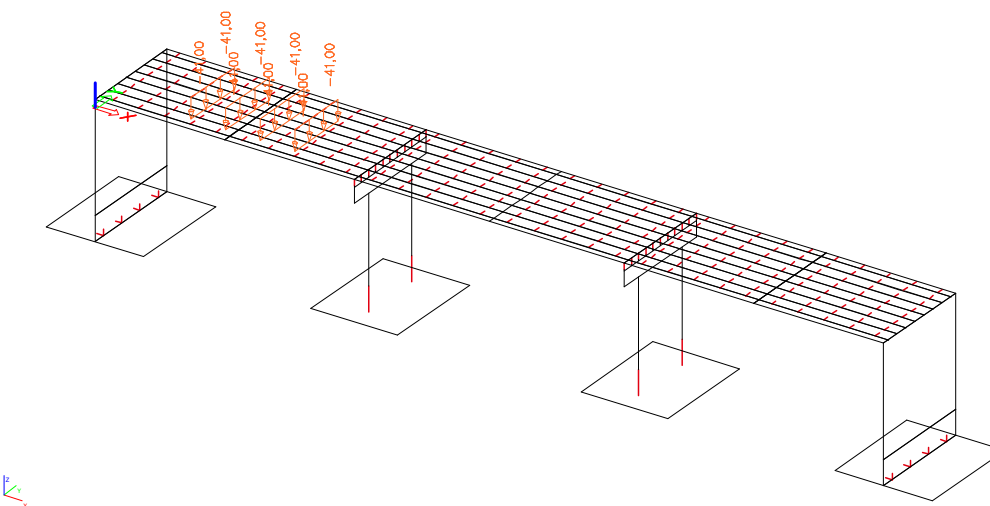


POZN. Část zatížení osamělých sil převedena na rovnoměrné zatížení odpovídajícímu zbývající části zatížení  
Zbývající část zatížení osamělých sil jako přímkové rovnoměrné zatížení v dané rozteči

I. část - Zadáno po 3,60 metrech v režimu standard ( sčítá nejhorší účinky )

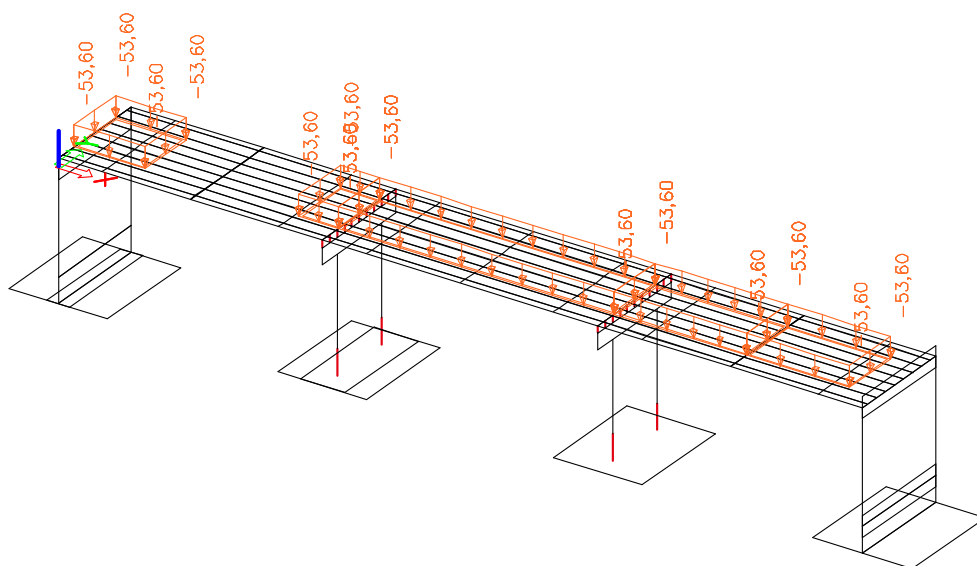


II. část - Zadáno po 0,8 metru v režimu výběr ( vybírá nejhorší účinky )



SW/2

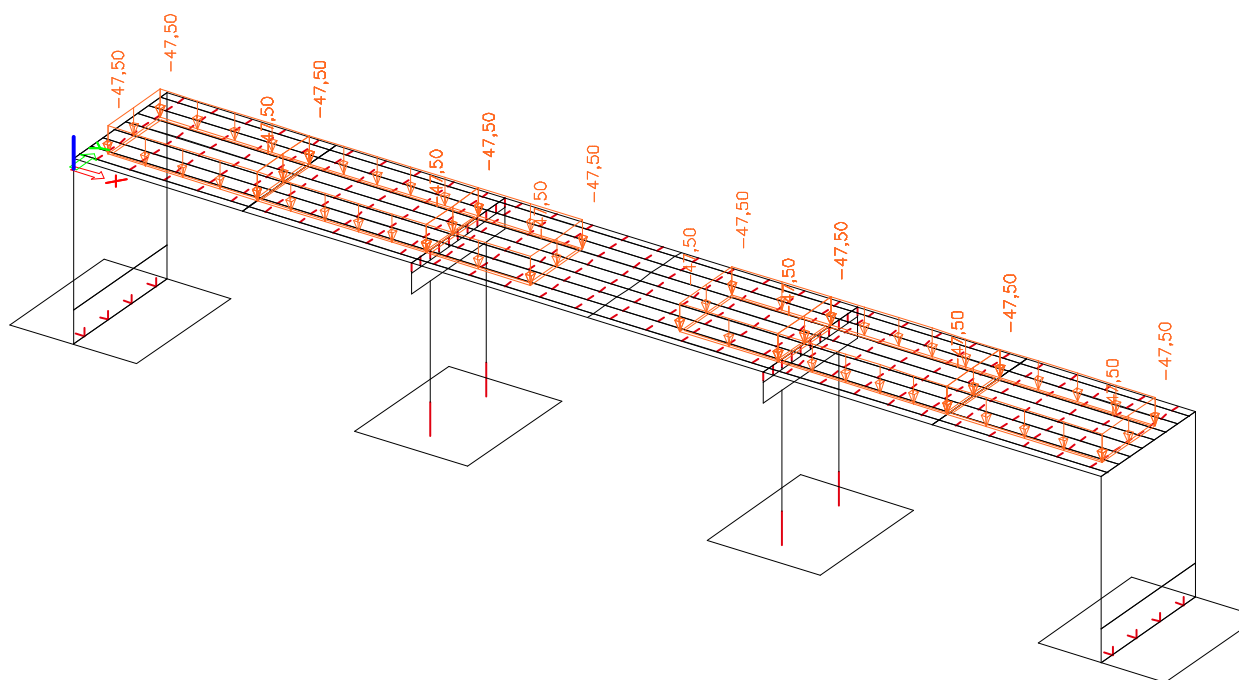
Zadáno po 1,0 metru v režimu výběr ( vybírá nejhorší účinky )



**1,00\* SW/0**

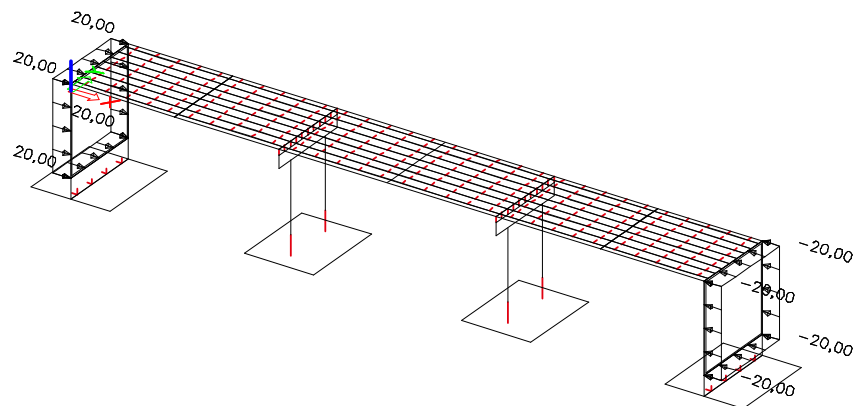
Zadáno po 1,0 metru v režimu výběr ( vybírá nejhorší účinky )

součinitel  
alfa 1,21 zadán  
v rámci kombinací

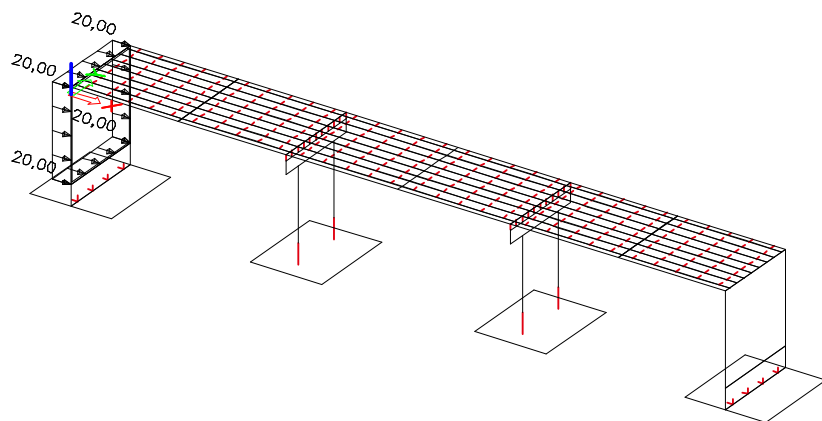


### Zemní tlak LM71

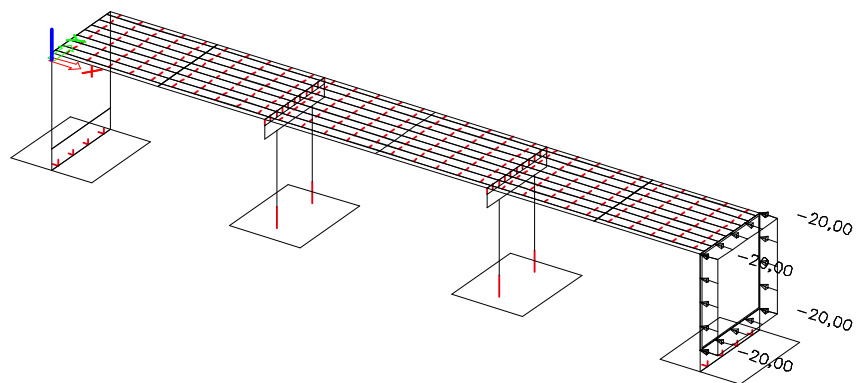
a/



b/

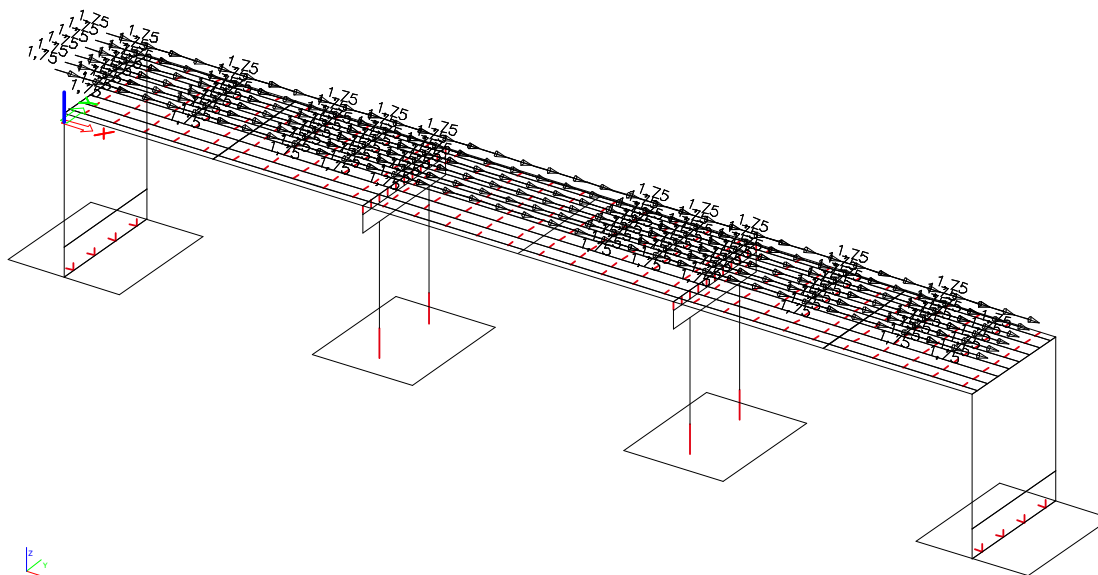


c/



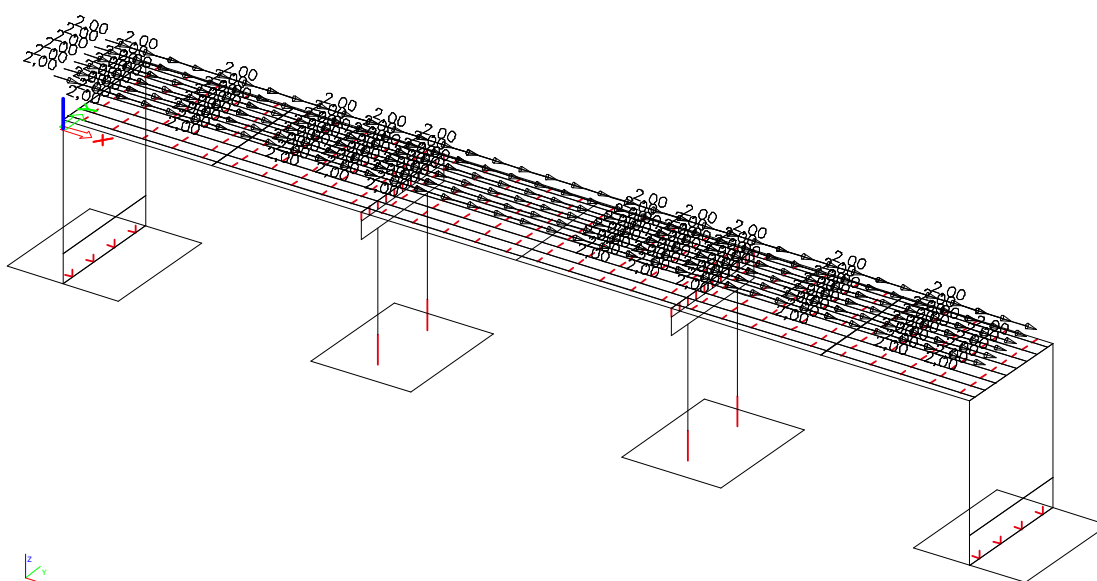


### Bezstyková kolej



Zadáno i v opačném směru

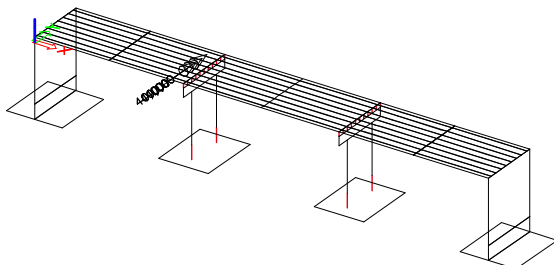
Brzdné síly



Zadáno i v opačném směru

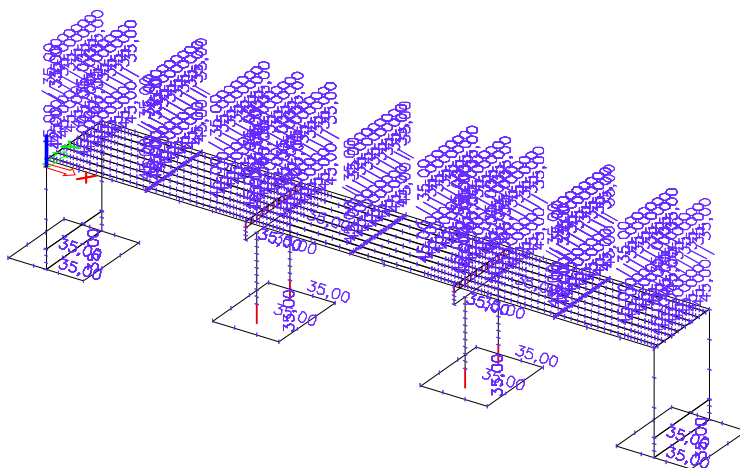
Boční rázy

Zadáno v 7 polohách- režim výběr (3 x 40 kN = 120 kN)

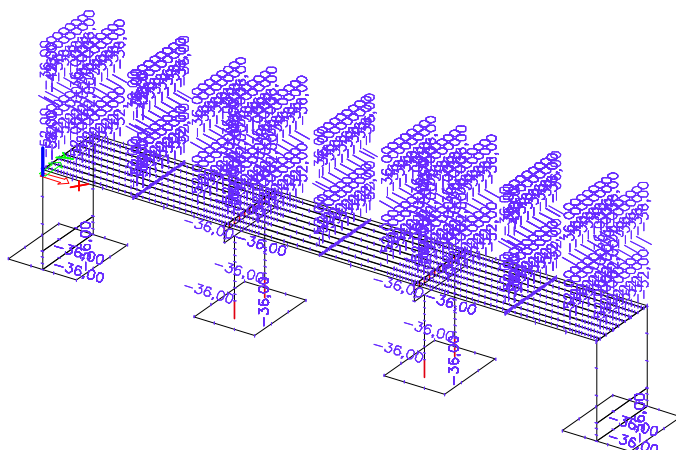


Zadáno i v opačném směru

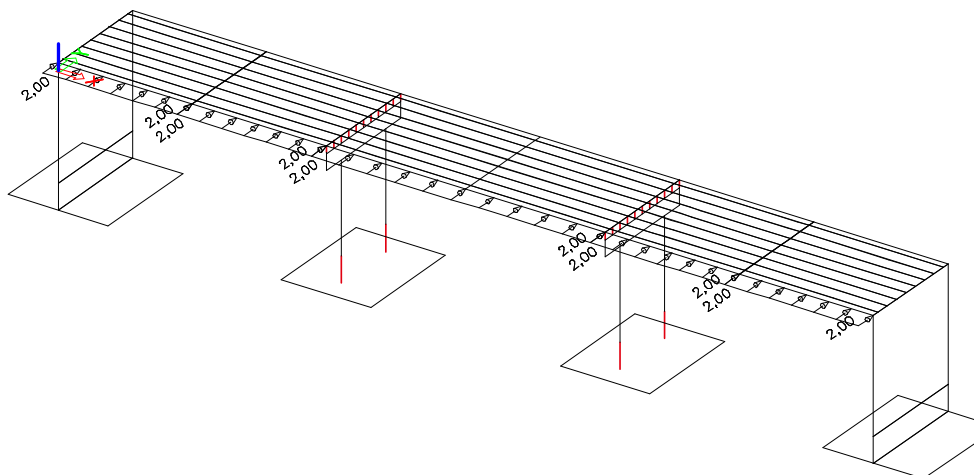
Oteplení



Ochlazení

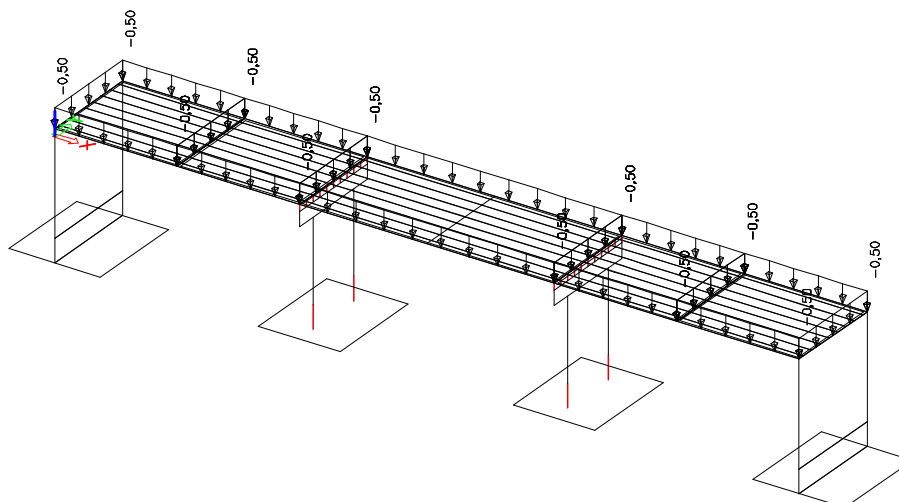


Vítr - příčný



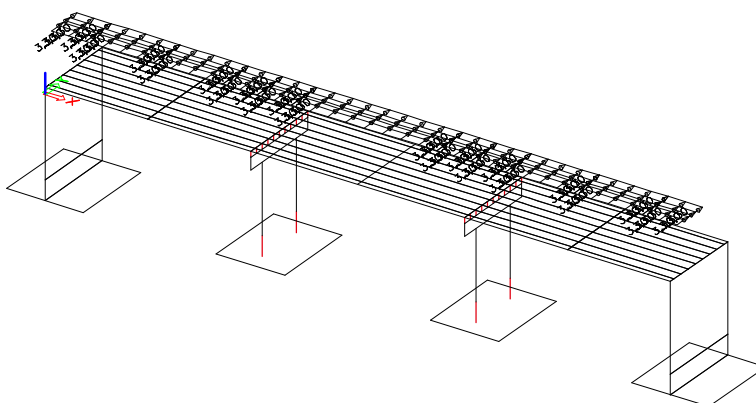
$F_z$

Vítr - svislý



Zadáno i v opačném směru

Vítr - vlak

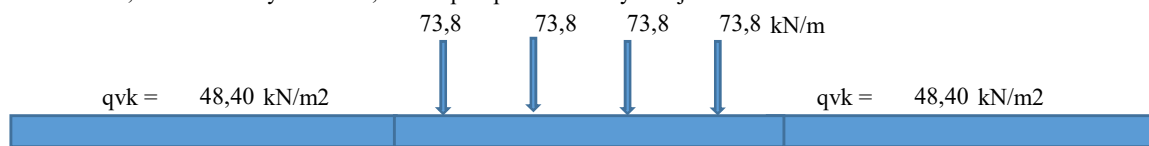


$F_x$

Zadáno i v opačném směru

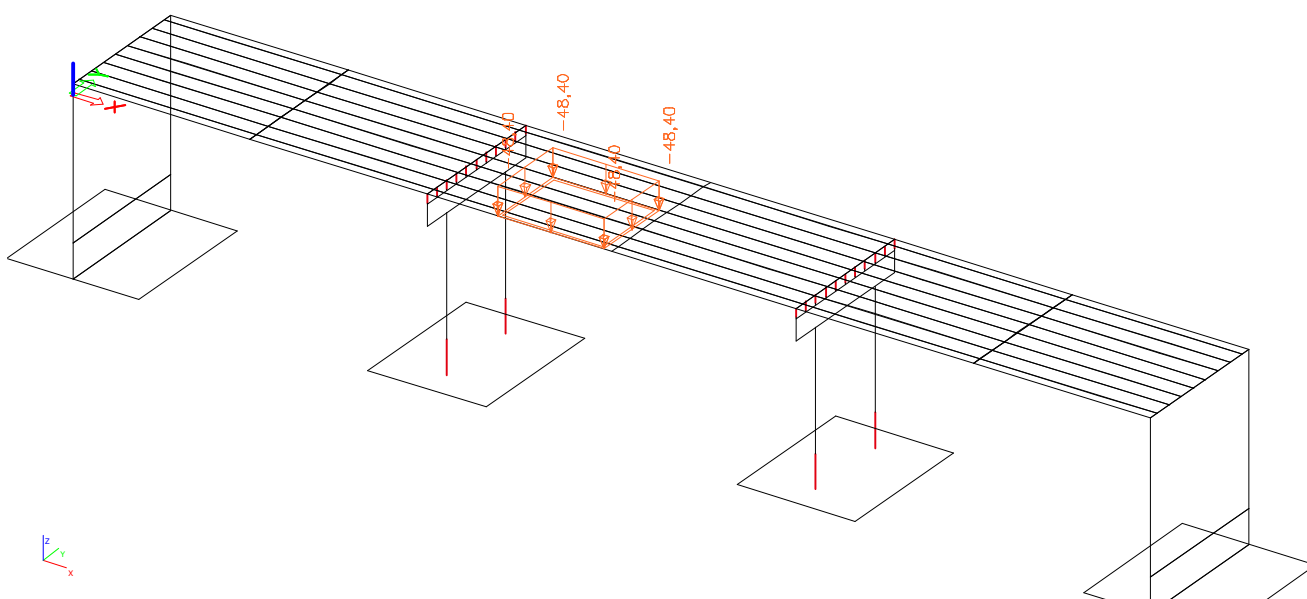
### Mimořádné zatížení

Obdoba 1,21\* LM71 - vyoseno o 1,5 m od předpokládané osy koleje

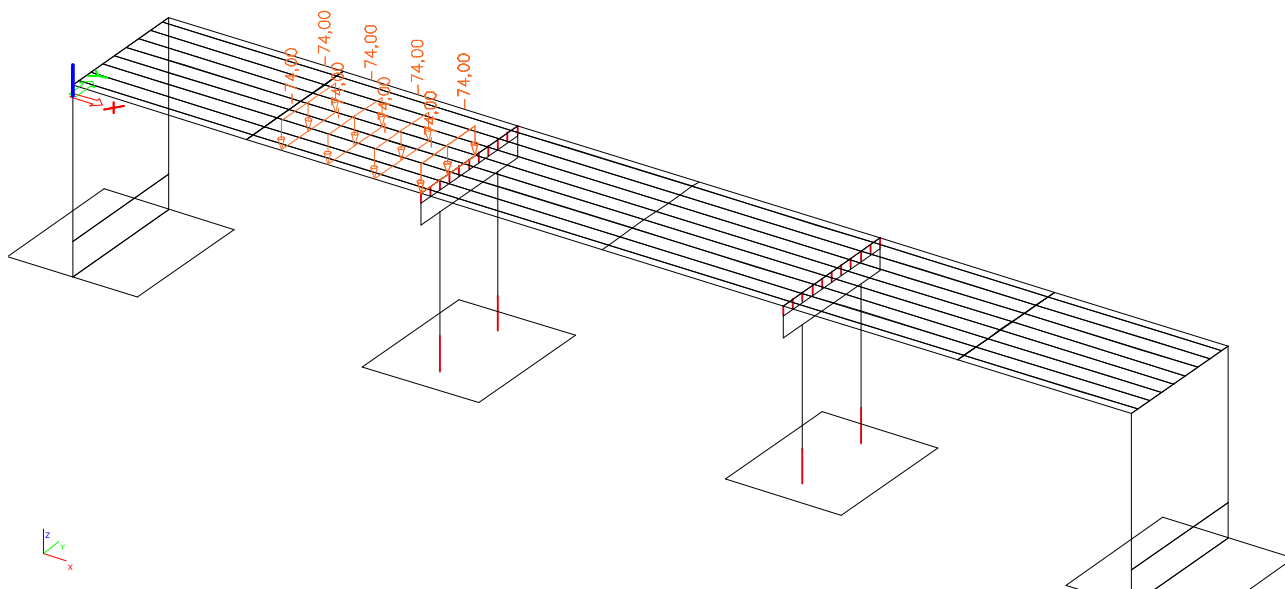


POZN. Část zatížení osamělých sil převedena na rovnoměrné zatížení odpovídajícímu zbývající části zatížení  
Zbývající část zatížení osamělých sil jako přímkové rovnoměrné zatížení v dané rozteči

I. část - Zadáno po 3,6 metrech v režimu standard ( sčítá nejhorší účinky )

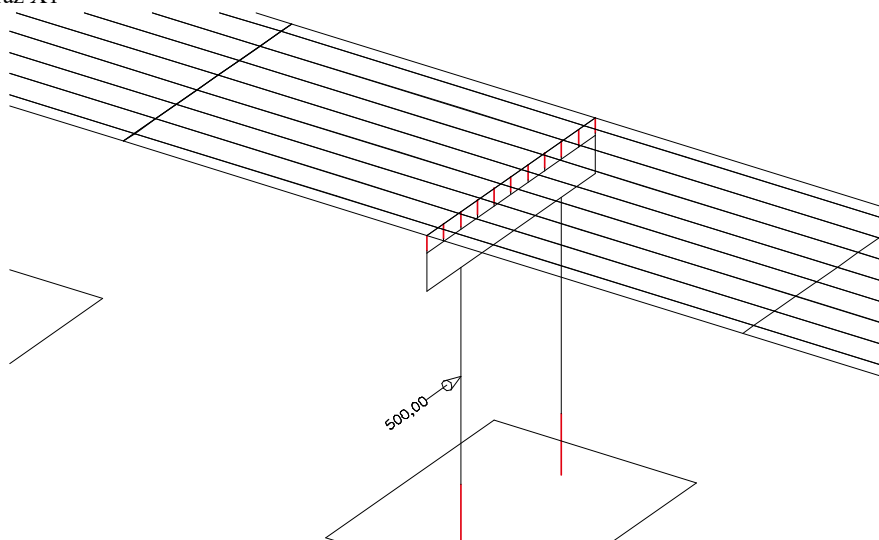


II. část - Zadáno po 0,8 metru v režimu výběr ( vybírá nejhorší účinky )



### Náraz vozidla pod mostem

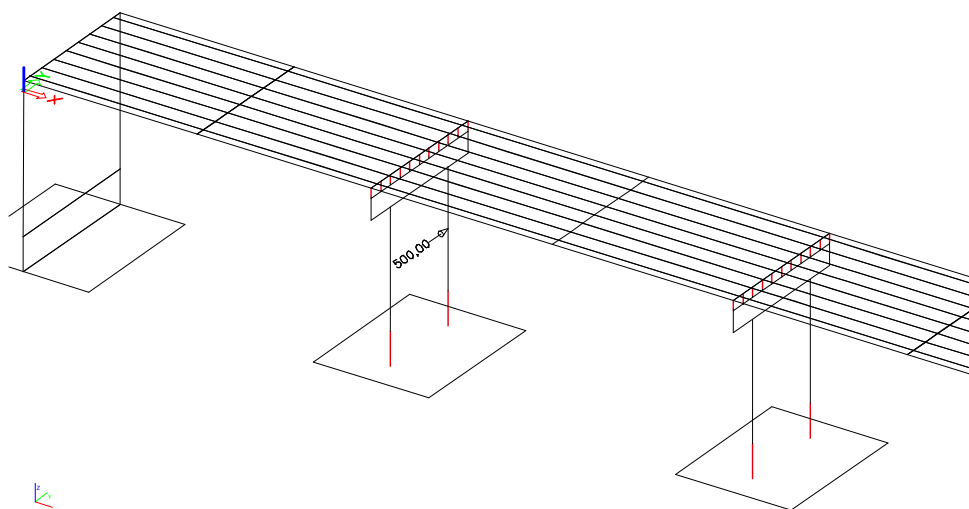
Náraz X1



Náraz X2

Obdobně v opačném směru

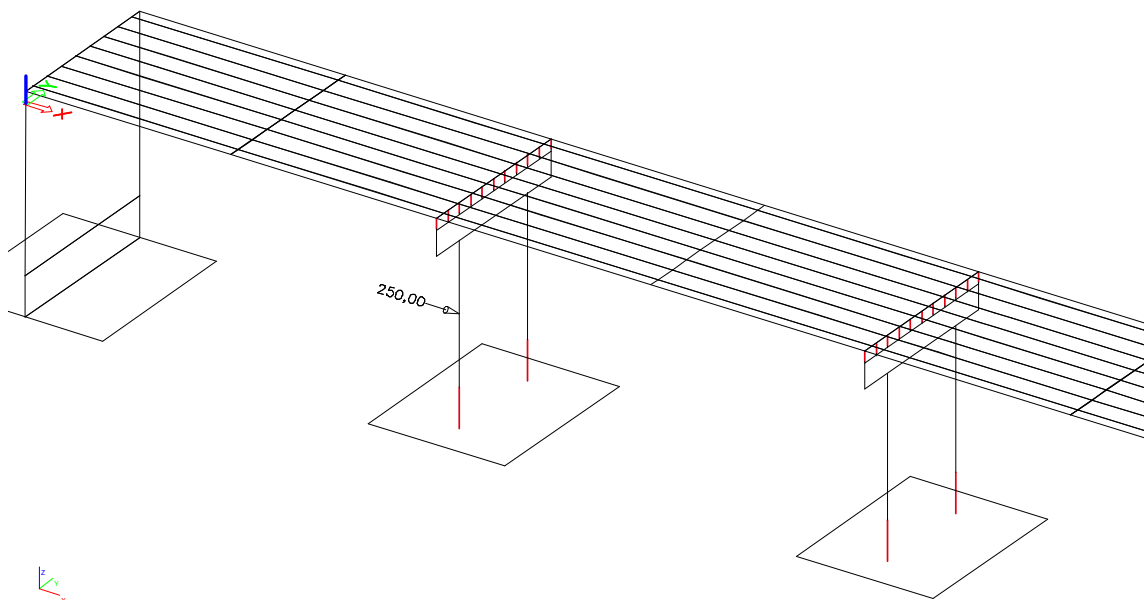
Náraz X3



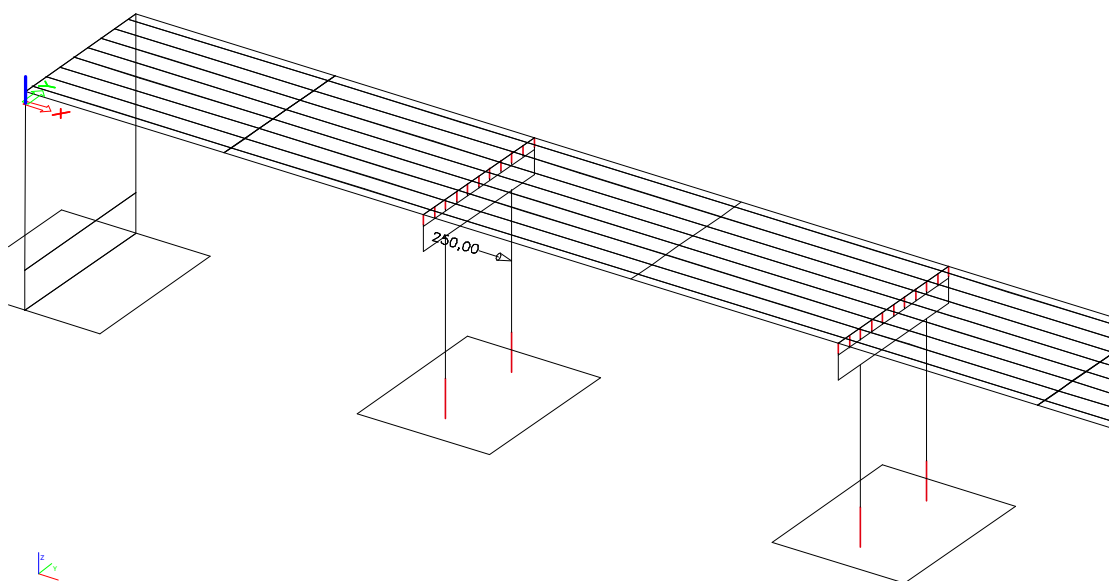
Náraz X4

Obdobně v opačném směru

Náraz Y1



Náraz Y2



## 8. Kombinace

Kombinace pro LM71

### Kombinace

Jméno	Popis	Typ	Zatěžovací stavy	Souč. [-]
LM71MAX	MSU(6.10b)	Obálka -	VV_1	1,15
			Stale MAX	1,15
			Zemní tlak	1,15
			teplota+	0,90
			teplota-	0,90
			ZT LM71-I - Zt vlak	1,50
			BR+ - brzdne	1,45
			ZT LM71-II - Zt vlak	1,50
			ZT LM71-III - Zt vlak	1,50
			BR- - brzdne	1,45
			vitrvlak+	1,13
			vitrvlak -	1,13
			Smrstovani	1,20
			BR1+ - Bocni	1,45
			BK+ - bskolej	0,90
			BK- - bskolej	0,90
			vitrvsv+	1,13
			vitrvsv-	1,13
			vitrk+	1,13
			vitrk-	1,13
			BR2+ - Bocni	1,45
			BR3+ - Bocni	1,45
			BR4+ - Bocni	1,45
			BR5+ - Bocni	1,45
			BR6+ - Bocni	1,45
			BR7+ - Bocni	1,45
			BR8+ - Bocni	1,45
			BR9+ - Bocni	1,45
			BR10+ - Bocni	1,45
			BR11+ - Bocni	1,45
			BR1+1 - Bocni	1,45
			BR2+1 - Bocni	1,45
			BR3+1 - Bocni	1,45
			BR4+1 - Bocni	1,45
			BR5+1 - Bocni	1,45
			BR6+1 - Bocni	1,45
			BR7+1 - Bocni	1,45
			BR8+1 - Bocni	1,45
			BR9+1 - Bocni	1,45
			BR10+1 - Bocni	1,45
			BR11+1 - Bocni	1,45
			LM71-I	2,30
			LM71-I1 - TR1/1,00*LM71-I10,000 m	2,30
			LM71-I2 - TR1/1,00*LM71-I13,600 m	2,30
			LM71-I3 - TR1/1,00*LM71-I17,200 m	2,30
			LM71-I4 - TR1/1,00*LM71-I110,800 m	2,30
			LM71-I5 - TR1/1,00*LM71-I114,400 m	2,30
			LM71-I6 - TR1/1,00*LM71-I118,000 m	2,30
			LM71-I7 - TR1/1,00*LM71-I121,600 m	2,30
			LM71-I8 - TR1/1,00*LM71-I125,200 m	2,30
			LM71-I9 - TR1/1,00*LM71-I128,800 m	2,30
			LM71-I10 - TR1/1,00*LM71-I132,400 m	2,30
			LM71-I11 - TR1/1,00*LM71-I136,000 m	2,30
			LM71-II	2,30
			LM71-II1 - TR1/1,00*LM71-II0,000 m	2,30
			LM71-II2 - TR1/1,00*LM71-II0,800 m	2,30
			LM71-II3 - TR1/1,00*LM71-II1,600 m	2,30
			LM71-II4 - TR1/1,00*LM71-II2,400 m	2,30
			LM71-II5 - TR1/1,00*LM71-II3,200 m	2,30
			LM71-II6 - TR1/1,00*LM71-II4,000 m	2,30
			LM71-II7 - TR1/1,00*LM71-II4,800 m	2,30
			LM71-II8 - TR1/1,00*LM71-II5,600 m	2,30
			LM71-II9 - TR1/1,00*LM71-II6,400 m	2,30
			LM71-II10 - TR1/1,00*LM71-II7,200 m	2,30
			LM71-II11 - TR1/1,00*LM71-II8,000 m	2,30
			LM71-II12 - TR1/1,00*LM71-II8,800 m	2,30
			LM71-II13 - TR1/1,00*LM71-II9,600 m	2,30
			LM71-II14 - TR1/1,00*LM71-II10,400 m	2,30



Jméno	Popis	Typ	Zatěžovací stavy	Souč. [-]
LM71MAX	MSU(6.10b)	Ověřovací	LM71-II15 - TR1/1,00*LM71-II11,200 m	2,30
			LM71-II16 - TR1/1,00*LM71-II12,000 m	2,30
			LM71-II17 - TR1/1,00*LM71-II12,800 m	2,30
			LM71-II18 - TR1/1,00*LM71-II13,600 m	2,30
			LM71-II19 - TR1/1,00*LM71-II14,400 m	2,30
			LM71-II20 - TR1/1,00*LM71-II15,200 m	2,30
			LM71-II21 - TR1/1,00*LM71-II16,000 m	2,30
			LM71-II22 - TR1/1,00*LM71-II16,800 m	2,30
			LM71-II23 - TR1/1,00*LM71-II17,600 m	2,30
			LM71-II24 - TR1/1,00*LM71-II18,400 m	2,30
			LM71-II25 - TR1/1,00*LM71-II19,200 m	2,30
			LM71-II26 - TR1/1,00*LM71-II20,000 m	2,30
			LM71-II27 - TR1/1,00*LM71-II20,800 m	2,30
			LM71-II28 - TR1/1,00*LM71-II21,600 m	2,30
			LM71-II29 - TR1/1,00*LM71-II22,400 m	2,30
			LM71-II30 - TR1/1,00*LM71-II23,200 m	2,30
			LM71-II31 - TR1/1,00*LM71-II24,000 m	2,30
			LM71-II32 - TR1/1,00*LM71-II24,800 m	2,30
			LM71-II33 - TR1/1,00*LM71-II25,600 m	2,30
			LM71-II34 - TR1/1,00*LM71-II26,400 m	2,30
			LM71-II35 - TR1/1,00*LM71-II27,200 m	2,30
			LM71-II36 - TR1/1,00*LM71-II28,000 m	2,30
			LM71-II37 - TR1/1,00*LM71-II28,800 m	2,30
			LM71-II38 - TR1/1,00*LM71-II29,600 m	2,30
			LM71-II39 - TR1/1,00*LM71-II30,400 m	2,30
			LM71-II40 - TR1/1,00*LM71-II31,200 m	2,30
			LM71-II41 - TR1/1,00*LM71-II32,000 m	2,30
			LM71-II42 - TR1/1,00*LM71-II32,800 m	2,30
			LM71-II43 - TR1/1,00*LM71-II33,600 m	2,30
			LM71-II44 - TR1/1,00*LM71-II34,400 m	2,30
			LM71-II45 - TR1/1,00*LM71-II35,200 m	2,30
			LM71-II46 - TR1/1,00*LM71-II36,000 m	2,30
			VV_2	1,15

Součinitel pro 1,21\*LM71 =  $\delta \cdot \gamma = 1,30 \cdot 1,45 \cdot 1,21 = 2,28$

Obdobně pro SW/0 :

Součinitel pro SW/0 =  $\delta \cdot \gamma = 1,30 \cdot 1,20 \cdot 1,21 = 1,89$

Obdobně pro SW/2 :

Součinitel pro SW/2 =  $\delta \cdot \gamma = 1,30 \cdot 1,20 \cdot 1,00 = 1,56$



Mimořádná kombinace

### Kombinace

Jméno	Popis	Typ	Zatěžovací stavy	Souč. [-]
MIMMAX	MSU	Obálka -	VV_1	1,00
			Stále MAX	1,00
			Zemní tlak	1,00
			teplota+	0,50
			teplota-	0,50
			ZT LM71-I - Zt vlak	1,00
			ZT LM71-II - Zt vlak	1,00
			ZT LM71-III - Zt vlak	1,00
			Smrstování	1,00
			BK+ - bskolej	0,50
			BK- - bskolej	0,50
			VV_2	1,00
			MIM I	1,00
			MIM I1 - TR1/1,21*1,4*LM71-I0,000 m	1,00
			MIM I2 - TR1/1,21*1,4*LM71-I3,600 m	1,00
			MIM I3 - TR1/1,21*1,4*LM71-I7,200 m	1,00
			MIM I4 - TR1/1,21*1,4*LM71-I10,800 m	1,00
			MIM I5 - TR1/1,21*1,4*LM71-I14,400 m	1,00
			MIM I6 - TR1/1,21*1,4*LM71-I18,000 m	1,00
			MIM I7 - TR1/1,21*1,4*LM71-I21,600 m	1,00
			MIM I8 - TR1/1,21*1,4*LM71-I25,200 m	1,00
			MIM I9 - TR1/1,21*1,4*LM71-I28,800 m	1,00
			MIM I10 - TR1/1,21*1,4*LM71-I32,400 m	1,00
			MIM I11 - TR1/1,21*1,4*LM71-I36,000 m	1,00
			MIM I12 - TR1/1,21*1,4*LM71-I39,600 m	1,00
			MIM II	1,00
			MIM II1 - TR1/1,21*1,4*LM71-II0,000 m	1,00
			MIM II2 - TR1/1,21*1,4*LM71-II0,800 m	1,00
			MIM II3 - TR1/1,21*1,4*LM71-II1,600 m	1,00
			MIM II4 - TR1/1,21*1,4*LM71-II2,400 m	1,00
			MIM II5 - TR1/1,21*1,4*LM71-II3,200 m	1,00
			MIM II6 - TR1/1,21*1,4*LM71-II4,000 m	1,00
			MIM II7 - TR1/1,21*1,4*LM71-II4,800 m	1,00
			MIM II8 - TR1/1,21*1,4*LM71-II5,600 m	1,00
			MIM II9 - TR1/1,21*1,4*LM71-II6,400 m	1,00
			MIM II10 - TR1/1,21*1,4*LM71-II7,200 m	1,00
			MIM II11 - TR1/1,21*1,4*LM71-II8,000 m	1,00
			MIM II12 - TR1/1,21*1,4*LM71-II8,800 m	1,00
			MIM II13 - TR1/1,21*1,4*LM71-II9,600 m	1,00
			MIM II14 - TR1/1,21*1,4*LM71-II10,400 m	1,00
			MIM II15 - TR1/1,21*1,4*LM71-II11,200 m	1,00
			MIM II16 - TR1/1,21*1,4*LM71-II12,000 m	1,00
			MIM II17 - TR1/1,21*1,4*LM71-II12,800 m	1,00
			MIM II18 - TR1/1,21*1,4*LM71-II13,600 m	1,00
			MIM II19 - TR1/1,21*1,4*LM71-II14,400 m	1,00
			MIM II20 - TR1/1,21*1,4*LM71-II15,200 m	1,00
			MIM II21 - TR1/1,21*1,4*LM71-II16,000 m	1,00
			MIM II22 - TR1/1,21*1,4*LM71-II16,800 m	1,00
			MIM II23 - TR1/1,21*1,4*LM71-II17,600 m	1,00
			MIM II24 - TR1/1,21*1,4*LM71-II18,400 m	1,00
			MIM II25 - TR1/1,21*1,4*LM71-II19,200 m	1,00
			MIM II26 - TR1/1,21*1,4*LM71-II20,000 m	1,00
			MIM II27 - TR1/1,21*1,4*LM71-II20,800 m	1,00
			MIM II28 - TR1/1,21*1,4*LM71-II21,600 m	1,00
			MIM II29 - TR1/1,21*1,4*LM71-II22,400 m	1,00
			MIM II30 - TR1/1,21*1,4*LM71-II23,200 m	1,00
			MIM II31 - TR1/1,21*1,4*LM71-II24,000 m	1,00
			MIM II32 - TR1/1,21*1,4*LM71-II24,800 m	1,00
			MIM II33 - TR1/1,21*1,4*LM71-II25,600 m	1,00
			MIM II34 - TR1/1,21*1,4*LM71-II26,400 m	1,00
			MIM II35 - TR1/1,21*1,4*LM71-II27,200 m	1,00
			MIM II36 - TR1/1,21*1,4*LM71-II28,000 m	1,00
			MIM II37 - TR1/1,21*1,4*LM71-II28,800 m	1,00
			MIM II38 - TR1/1,21*1,4*LM71-II29,600 m	1,00
			MIM II39 - TR1/1,21*1,4*LM71-II30,400 m	1,00
			MIM II40 - TR1/1,21*1,4*LM71-II31,200 m	1,00
			MIM II41 - TR1/1,21*1,4*LM71-II32,000 m	1,00
			MIM II42 - TR1/1,21*1,4*LM71-II32,800 m	1,00

Jméno	Popis	Typ	Zatěžovací stavy	Souč. [-]
MIMMAX	MSU	Ověřovací	MIM II43 - TR1/1,21*1,4*LM71-II33,600 m	1,00
			MIM II44 - TR1/1,21*1,4*LM71-II34,400 m	1,00
			MIM II45 - TR1/1,21*1,4*LM71-II35,200 m	1,00
			MIM II46 - TR1/1,21*1,4*LM71-II36,000 m	1,00
			MIM II47 - TR1/1,21*1,4*LM71-II36,800 m	1,00

Mimořádná kombinace - náraz

### Kombinace

Jméno	Popis	Typ	Zatěžovací stavy	Souč. [t]
NARAZ	MSU	Obálka -	VV_1	1,00
			Stale MAX	1,00
			Zemní tlak	1,00
			teplota+	0,50
			teplota-	0,50
			ZT LM71-I - Zt vlak	0,80
			BR+ - brzdne	0,80
			ZT LM71-II - Zt vlak	0,80
			ZT LM71-III - Zt vlak	0,80
			BR- - brzdne	0,80
			Smrštování	1,00
			BR1+ - Bocni	0,80
			BK+ - bskolej	0,50
			BK- - bskolej	0,50
			BR2+ - Bocni	0,80
			BR3+ - Bocni	0,80
			BR4+ - Bocni	0,80
			BR5+ - Bocni	0,80
			BR6+ - Bocni	0,80
			BR7+ - Bocni	0,80
			BR8+ - Bocni	0,80
			BR9+ - Bocni	0,80
			BR10+ - Bocni	0,80
			BR11+ - Bocni	0,80
			BR1+1 - Bocni	0,80
			BR2+1 - Bocni	0,80
			BR3+1 - Bocni	0,80
			BR4+1 - Bocni	0,80
			BR5+1 - Bocni	0,80
			BR6+1 - Bocni	0,80
			BR7+1 - Bocni	0,80
			BR8+1 - Bocni	0,80
			BR9+1 - Bocni	0,80
			BR10+1 - Bocni	0,80
			BR11+1 - Bocni	0,80
			Naraz X1	1,00
			Naraz X2	1,00
			Naraz Y1	1,00
			Naraz Y2	1,00
			Naraz X3	1,00
			Naraz X4	1,00
			LM71-I	0,80
			LM71-I1 - TR1/1,00*LM71-I10,000 m	0,80
			LM71-I2 - TR1/1,00*LM71-I13,600 m	0,80
			LM71-I3 - TR1/1,00*LM71-I17,200 m	0,80
			LM71-I4 - TR1/1,00*LM71-I110,800 m	0,80
			LM71-I5 - TR1/1,00*LM71-I114,400 m	0,80
			LM71-I6 - TR1/1,00*LM71-I118,000 m	0,80
			LM71-I7 - TR1/1,00*LM71-I121,600 m	0,80
			LM71-I8 - TR1/1,00*LM71-I125,200 m	0,80
			LM71-I9 - TR1/1,00*LM71-I128,800 m	0,80
			LM71-I10 - TR1/1,00*LM71-I132,400 m	0,80
			LM71-I11 - TR1/1,00*LM71-I136,000 m	0,80
			LM71-II	0,80
			LM71-II1 - TR1/1,00*LM71-II0,000 m	0,80
			LM71-II2 - TR1/1,00*LM71-II0,800 m	0,80
			LM71-II3 - TR1/1,00*LM71-II1,600 m	0,80
			LM71-II4 - TR1/1,00*LM71-II2,400 m	0,80
			LM71-II5 - TR1/1,00*LM71-II3,200 m	0,80
			LM71-II6 - TR1/1,00*LM71-II4,000 m	0,80
			LM71-II7 - TR1/1,00*LM71-II4,800 m	0,80
			LM71-II8 - TR1/1,00*LM71-II5,600 m	0,80
			LM71-II9 - TR1/1,00*LM71-II6,400 m	0,80
			LM71-II10 - TR1/1,00*LM71-II7,200 m	0,80
			LM71-II11 - TR1/1,00*LM71-II8,000 m	0,80
			LM71-II12 - TR1/1,00*LM71-II8,800 m	0,80
			LM71-II13 - TR1/1,00*LM71-II9,600 m	0,80
			LM71-II14 - TR1/1,00*LM71-II10,400 m	0,80

Mimořádná kombinace - náraz

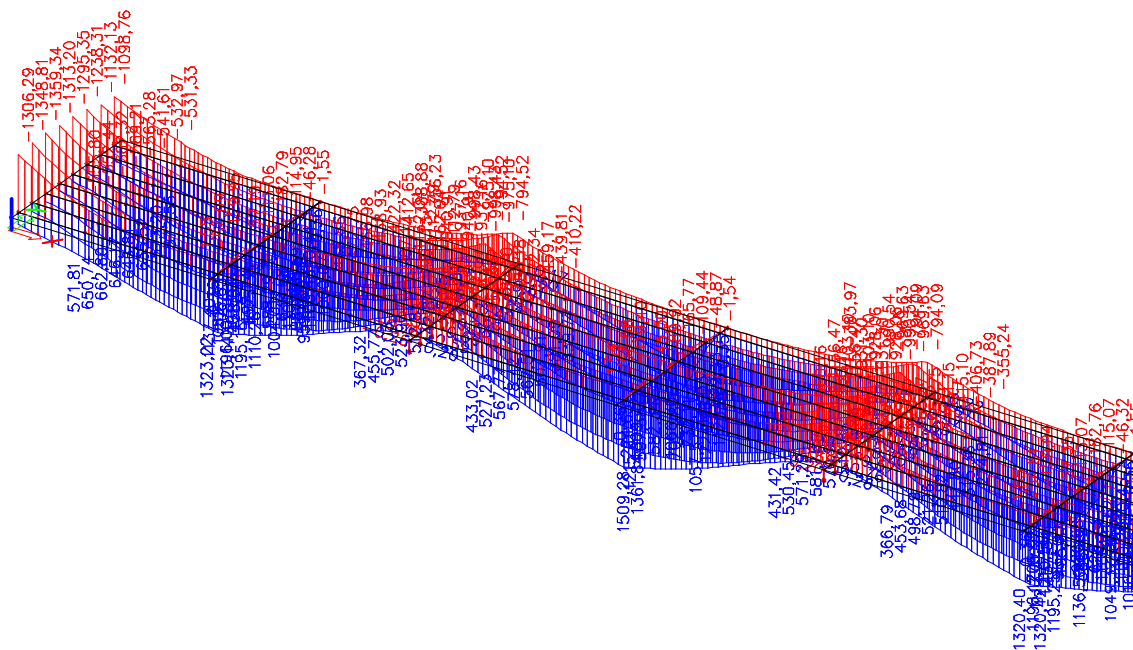
Jméno	Popis	Typ	Zatěžovací stavy	Souč. [-]
NARAZ	MSU	Obtížnost	LM71-II15 - TR1/1,00*LM71-II11,200 m	0,80
			LM71-II16 - TR1/1,00*LM71-II12,000 m	0,80
			LM71-II17 - TR1/1,00*LM71-II12,800 m	0,80
			LM71-II18 - TR1/1,00*LM71-II13,600 m	0,80
			LM71-II19 - TR1/1,00*LM71-II14,400 m	0,80
			LM71-II20 - TR1/1,00*LM71-II15,200 m	0,80
			LM71-II21 - TR1/1,00*LM71-II16,000 m	0,80
			LM71-II22 - TR1/1,00*LM71-II16,800 m	0,80
			LM71-II23 - TR1/1,00*LM71-II17,600 m	0,80
			LM71-II24 - TR1/1,00*LM71-II18,400 m	0,80
			LM71-II25 - TR1/1,00*LM71-II19,200 m	0,80
			LM71-II26 - TR1/1,00*LM71-II20,000 m	0,80
			LM71-II27 - TR1/1,00*LM71-II20,800 m	0,80
			LM71-II28 - TR1/1,00*LM71-II21,600 m	0,80
			LM71-II29 - TR1/1,00*LM71-II22,400 m	0,80
			LM71-II30 - TR1/1,00*LM71-II23,200 m	0,80
			LM71-II31 - TR1/1,00*LM71-II24,000 m	0,80
			LM71-II32 - TR1/1,00*LM71-II24,800 m	0,80
			LM71-II33 - TR1/1,00*LM71-II25,600 m	0,80
			LM71-II34 - TR1/1,00*LM71-II26,400 m	0,80
			LM71-II35 - TR1/1,00*LM71-II27,200 m	0,80
			LM71-II36 - TR1/1,00*LM71-II28,000 m	0,80
			LM71-II37 - TR1/1,00*LM71-II28,800 m	0,80
			LM71-II38 - TR1/1,00*LM71-II29,600 m	0,80
			LM71-II39 - TR1/1,00*LM71-II30,400 m	0,80
			LM71-II40 - TR1/1,00*LM71-II31,200 m	0,80
			LM71-II41 - TR1/1,00*LM71-II32,000 m	0,80
			LM71-II42 - TR1/1,00*LM71-II32,800 m	0,80
			LM71-II43 - TR1/1,00*LM71-II33,600 m	0,80
			LM71-II44 - TR1/1,00*LM71-II34,400 m	0,80
			LM71-II45 - TR1/1,00*LM71-II35,200 m	0,80
			LM71-II46 - TR1/1,00*LM71-II36,000 m	0,80
			VV_2	1,00

## 9. Nosníky

### 9.1. Vnitřní síly

MSU

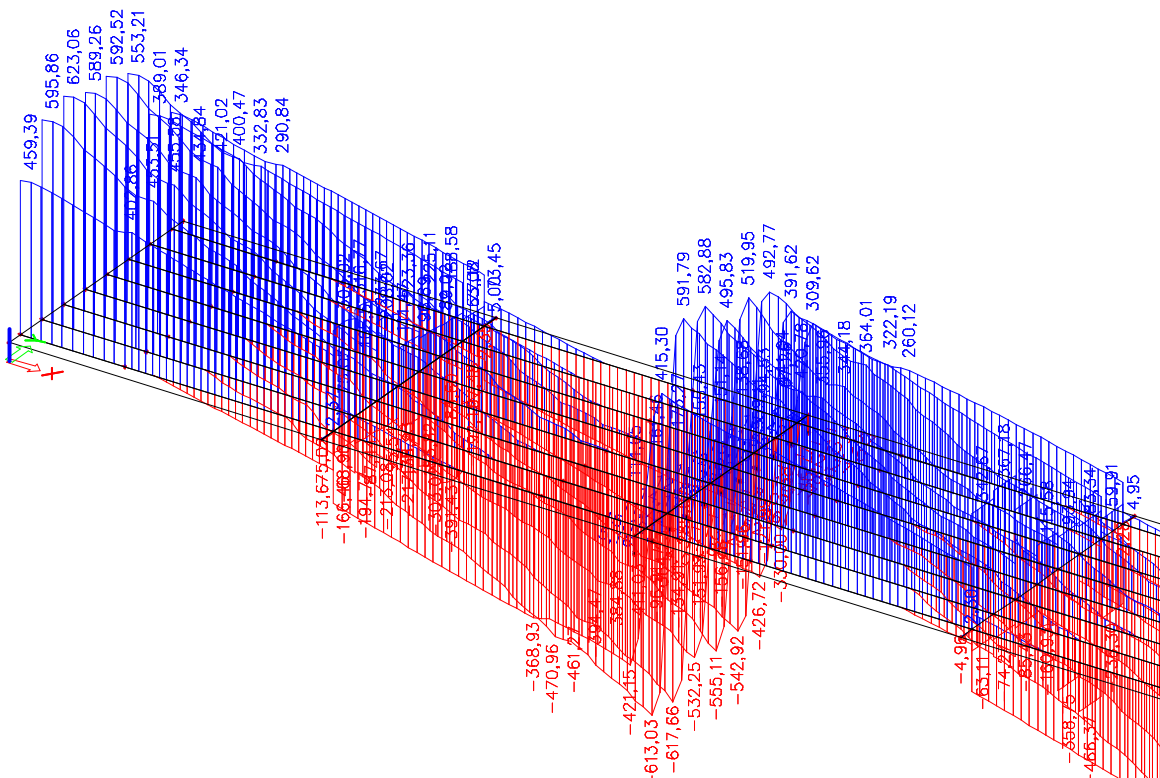
My max



My max = 1500 kNm

My min = -1400 kNm

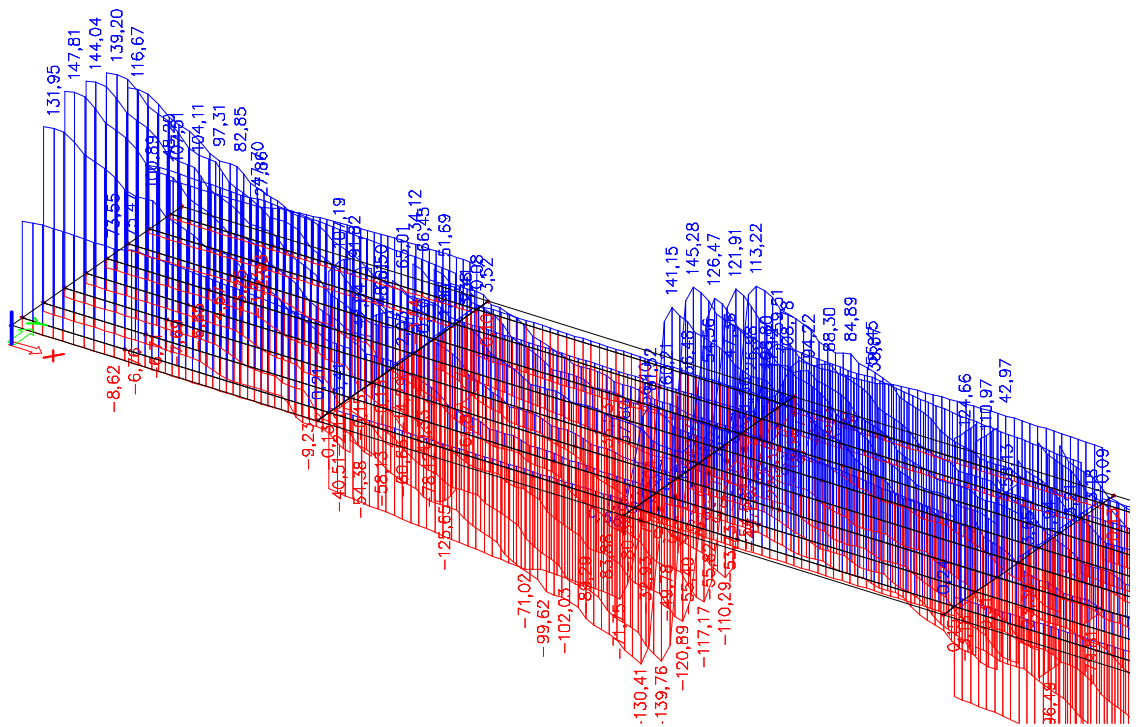
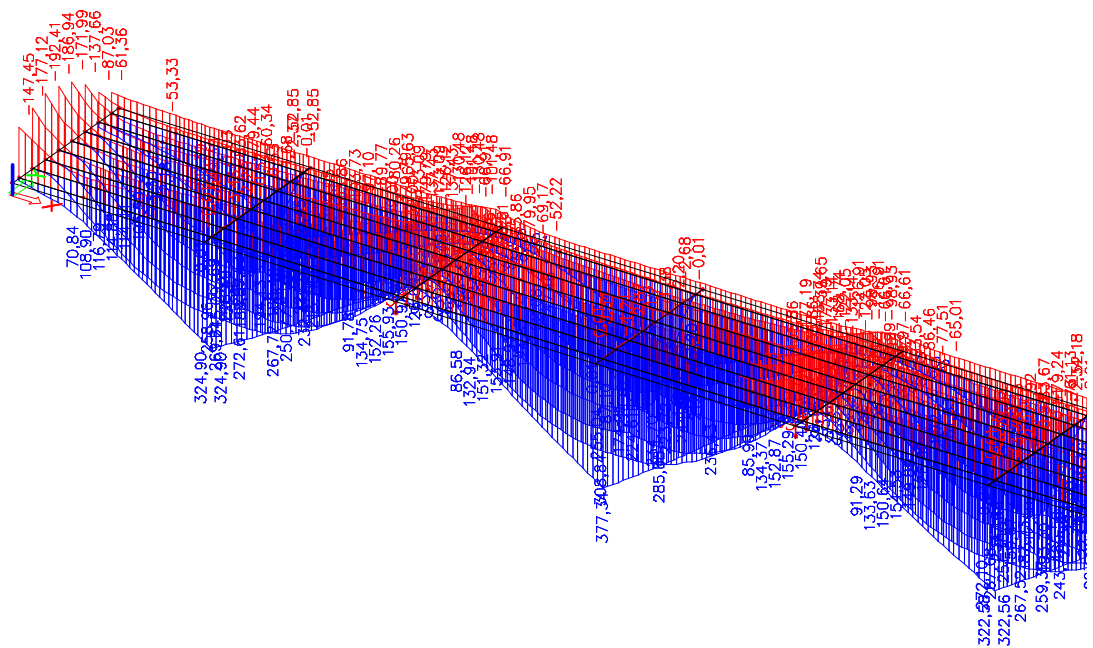
Vz max




Vz max = 650 kN



# LM71



	Název akce :	„Modernizace ŽST Brno-Židenice a úpravy v ŽST Brno-Maloměřice“	DATUM 02.10.2023
	SO-PS	SO 31-20-01 ŽST Brno-Židenice, most ev. km 157,872	STRANA 49

## 9.2. MSU - Posouzení průřezu - kladný moment

### Geometrie konstrukce

L	12,50 m	rozpětí
spad	0,50 ‰	
$h_c$	0,740 m	tloušťka betonu uprostřed
$h_{c,L/4}$	0,724 m	tloušťka betonu ve čtvrtině rozpětí
$h_{c,0}$	0,709 m	tloušťka betonu v uložení
$b_c$	0,625 m	osová vzdálenost nosníků
n	6 ks	počet ve spolupůsobící šířce NK
m	8 ks	počet nosníků v celé desce

### Ocelové nosníky

$h_{st}$	0,600 m	výška nosníku
$b_{f1}$	0,300 m	šířka horní pásnice
$b_{f2}$	0,350 m	šířka spodní pásnice
$t_{f1}$	0,030 m	tloušťka horní pásnice
$t_{f2}$	0,030 m	tloušťka spodní pásnice
$b_{12}$	0,540 m	výška stěny
$t_w$	0,0140 m	tloušťka stěny
$A_{st}$	0,02706 m <sup>2</sup>	plocha nosníku
$I_{st,y}$	1,762E+03 m <sup>4</sup>	moment setrvačnosti
$W_{st,el,y1}$	6,201E+03 m <sup>3</sup>	modul průřezu
$W_{st,el,y2}$	5,580E+03 m <sup>3</sup>	modul průřezu
$c_{f1}$	0,170 m	tloušťka betonu nad nosníky uprostřed rozpětí
$z_{st}$	0,284 m	poloha těžiště výztužného nosníku od spodku spodní pásnice
h	0,770 m	celková tloušťka desky (beton + spodní pásnice)

<b>Ocel</b>	S355	$f_{y,st,k}$	345,0 MPa	pro tloušťku 16- 40 mm
		$f_{y,st,k}$	335,0 MPa	pro tloušťku nad 40 mm

Návrhové hodnoty meze kluzu a meze pevnosti

$$f_{y,st,d} = f_{y,st,k} / \gamma_{m0,st} = 313,6 \text{ MPa}$$

$$\gamma_{m0,st} = 1,1$$


$$E_{st} = 210000 \text{ MPa}$$

<b>Beton</b>	C35/45	$f_{c,k}$	35,0 MPa
		$f_{c,d} = \lambda \cdot f_{c,k} / \gamma_{m0,c}$	21,00 MPa
		$\gamma_{m0,c}$	1,5
		$\lambda$	0,85
		$n_s$	6,18
		$n_l$	18,5

### Snížení únosnosti oceli - normálová síla v nosníku

$N_d =$	600,00 kN	
$\sigma = N_d / A =$	22,17	MPa
$f_{y,st,d} =$	291,46	MPa



	Název akce :	„Modernizace ŽST Brno-Židenice a úpravy v ŽST Brno-Maloměřice“	DATUM 02.10.2023
	SO-PS	SO 31-20-01 ŽST Brno-Židenice, most ev. km 157,872	STRANA 51

## Mezní stav únosnosti

Podmínka mezní únosnosti:

$$M_{y,d} < M_{Rd} \quad \text{kNm}$$

$M_{Rd}$  mezní moment únosnosti

$$M_{Rd} = (F_{st}^+ \cdot x_{st,pl}^+ + F_{st}^- \cdot x_{st,pl}^- + F_c \cdot x_{c,pl})$$

$F_{st}^+$  normálová síla v tažené části ocelového průřezu

$F_{st}^-$  normálová síla v tlačené části ocelového průřezu

$F_c$  normálová síla vtlačené části betonového průřezu

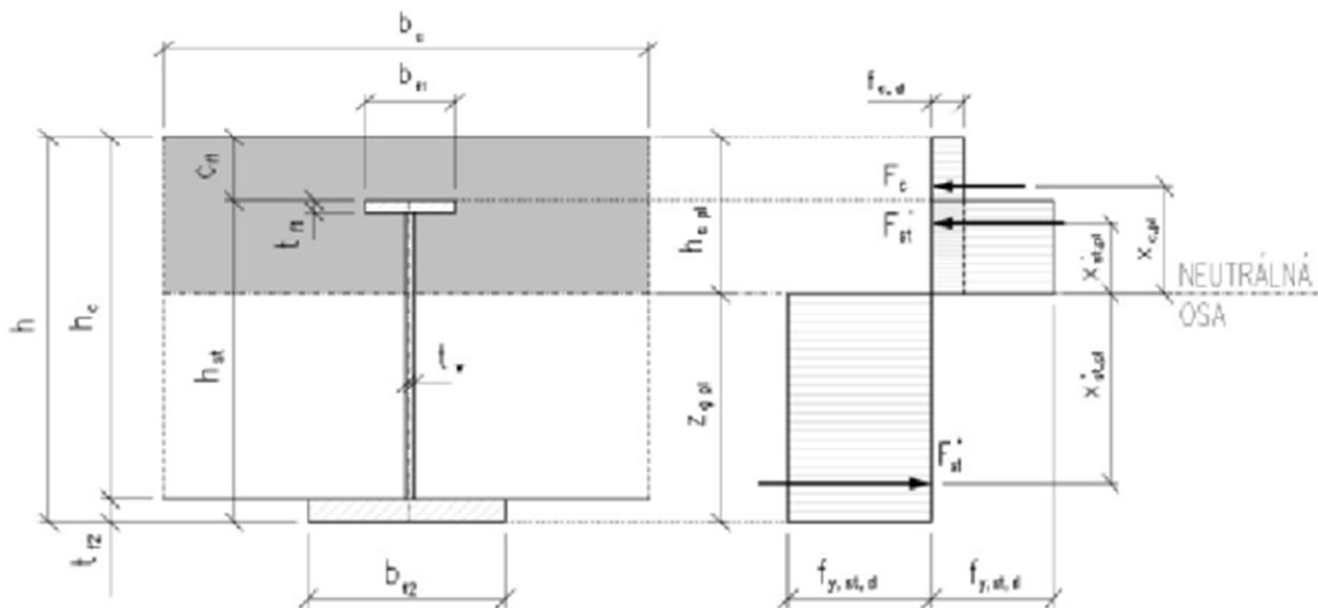
$x_{st,pl}^+$  vzdálenost těžiště tažené části ocelového průřezu od těžišťové osy plně zplastizovaného ocelobetonového průřezu

$x_{st,pl}^-$  vzdálenost těžiště tlačené části ocelového průřezu od těžišťové osy plně zplastizovaného ocelobetonového průřezu

$x_{c,pl}$  vzdálenost těžiště tlačené části betonového průřezu od těžišťové osy plně zplastizovaného ocelobetonového průřezu

$z_{g,pl}$  poloha neutrální osy plně zplastizovaného ocelobetonového průřezu

$$b_c = b_{eff} = b_1$$



Pokud neutrální osa plně zplastizovaného ocelobet. průřezu namáhaného kladným ohybovým momentem prochází stojinou ocelového nosníku tzn. pokud platí :


$$h_{c,pl} > c_{f1} + t_{f1}$$

$$h_{c,pl} = h_c + t_{f2} - z_{g,pl} = 0,217 \text{ m}$$

$$0,217 > 0,200 \text{ m}$$

**VYHOVUJE  
N.O. PROCHÁZÍ STOJINOU**



	Název akce :	„Modernizace ŽST Brno-Židenice a úpravy v ŽST Brno-Maloměřice“	DATUM 02.10.2023
	SO-PS	SO 31-20-01 ŽST Brno-Židenice, most ev. km 157,872	STRANA 52

**potom lze normálové síly vyčíslit následujícím postupem :**

$$Z_{g,pl} = \frac{(f_{y,st,k}/\gamma_{M0,st}) \cdot [b_{f1} \cdot t_{f1} + t_w \cdot (h_{st} - t_{f1} + t_{f2}) - b_{f2} \cdot t_{f2}] + (\lambda \cdot f_{c,k}/\gamma_{M0,c}) \cdot [b_c \cdot h - b_{f1} \cdot t_{f1} + t_w \cdot (t_{f1} - h_{st})]}{2 \cdot (f_{y,st,k}/\gamma_{M0,st}) \cdot t_w + (\lambda \cdot f_{c,k}/\gamma_{M0,c}) \cdot [b_c - t_w]} =$$

$$Z_{g,pl} = \frac{11219,12}{20279,14} = 0,553 \text{ m}$$

$$F_{st}^+ = f_{y,st,d} \cdot A_{st,pl}^+ = (f_{y,st,k}/\gamma_{M0,st}) \cdot [b_{f2} \cdot t_{f2} + t_w \cdot (Z_{g,pl} - t_{f2})]$$

$$F_{st}^- = f_{y,st,d} \cdot A_{st,pl}^- = (f_{y,st,k}/\gamma_{M0,st}) \cdot [b_{f1} \cdot t_{f1} + t_w \cdot (h_{st} - Z_{g,pl} - t_{f1})]$$

$$F_c = f_{c,d} \cdot A_{c,pl} = (\lambda \cdot f_{c,k}/\gamma_{M0,c}) \cdot [b_c \cdot (h - Z_{g,pl}) - b_{f1} \cdot t_{f1} - t_w \cdot (h_{st} - Z_{g,pl} - t_{f1})]$$

$$F_{st}^+ = 5195,42 \text{ kN}$$

$$F_{st}^- = 2691,58 \text{ kN}$$

$$F_c = 2503,83 \text{ kN}$$

$$F_{st}^+ = F_{st}^- + F_c \quad 5195,42 = 5195,42$$

Vzdálenosti těžišť jednotlivých částí plně zplastizovaného ocelobetonového průřezu jsou dány vztahy:

$$x_{st,pl}^+ = \frac{b_{f2} \cdot t_{f2} (Z_{g,pl} - t_{f2}/2) + t_w \cdot (Z_{g,pl} - t_{f2})^2/2}{b_{f2} \cdot t_{f2} + t_w \cdot (Z_{g,pl} - t_{f2})}$$

$$x_{st,pl}^- = \frac{b_{f1} \cdot t_{f1} (h_{st} - Z_{g,pl} - t_{f1}/2) + t_w \cdot (h_{st} - Z_{g,pl} - t_{f1})^2/2}{b_{f1} \cdot t_{f1} + t_w \cdot (h_{st} - Z_{g,pl} - t_{f1})}$$

$$x_{c,pl} = \frac{b_c \cdot (h - Z_{g,pl})^2 \cdot 0,5 - b_{f1} \cdot t_{f1} \cdot (h - Z_{g,pl} - t_{f1}/2) - t_w \cdot (h_{st} - t_{f1} - Z_{g,pl})^2 \cdot 0,5}{b_c \cdot (h - Z_{g,pl}) - b_{f1} \cdot t_{f1} - t_w \cdot (h_{st} - t_{f1} - Z_{g,pl})}$$


$$x_{st,pl}^+ = 0,425 \text{ m}$$

$$x_{st,pl}^- = 0,031 \text{ m}$$

$$x_{c,pl} = 0,114 \text{ m}$$

$$M_{Rd} = 2575,175 \text{ kNm} > 1500,00 \text{ kNm}$$

**VYHOVUJE**

	Název akce :	„Modernizace ŽST Brno-Židenice a úpravy v ŽST Brno-Maloměřice“	DATUM 02.10.2023
	SO-PS	SO 31-20-01 ŽST Brno-Židenice, most ev. km 157,872	STRANA 53

## Posouzení smyku

**V<sub>zmax</sub> = 600,00 kN**

**Boulení od smykového napětí**

OCEL S355 epsilon 0,8136  
tloušťka stojiny ts 14,0 mm ds / ts = 38,6  
délka stojiny ds 540,0 mm 124\*ε = 100,9  
hw1 = 540,0 mm  
aw = 2000 mm aw/hw = 3,7037  
ny = 1  
kst = 0  
kt=4,00+5,34\*(hw/aw)2+kst= 4,389 lw1 = hw/37,4\*t\*ε\*odm(kt) = 0,605  
0,83/ny = 0,830  
kappa=0,83/lw1 = 1,000 příspěvek pásnic zanedbán  
Aeff = ts\*ds\*kappa = 7560,0 mm2  
Vmax = **600,0 kN** fy = 345 MPa  
gf = 1  
fyd = 345,00 MPa  
Vu =Aeff\*0,577\*fyd = **1504,93 kN**  
0,5 \* Vu = 752,47 kN

Vmax < Vu **VYHOVUJE**  
Vmax < 0,5\*Vu 0,399 \*Vu

Není nutno posuzovat interakci s ohyb. momentem

r = ((2\*Ved/Vpl,Rd)-1)2 = 0,0E+00 fydr = 345,00 MPa

## 9. Zatížitelnost

$$Z_{LM71} = (U_{lim} - U_{rs}) / U_{LM71}$$

$U_{lim}$  mezní hodnota posuzovaného účinku

$U_{LM71}$  hodnota posuzovaného účinku od svislého zatížení železniční dopravou zatěž. schématem LM - 71 se součinitelem zatížení 1,25, včetně dynamického součinitele a součinitele kombinace zatížení

$U_{rs}$  hodnota posuzovaného účinku od všech ostatních zatížení

**Mezní stav únosnosti ohybovým momentem - zatížitelnost**

$M_{lim}$  2575,2 kNm viz str. 52  
 $M(\alpha LM71)$  459,8  
 $MLM71 =$  380,0 kNm  
1,30 Dynamický součinitel  
1,45 Součinitel zatížení pro nepříznivá zatížení dopravou pro stanovení zatížitelnosti  
 $M_{LM71}$  717,3 kNm  
 $M(\alpha LM71)$  868,0 kNm  
Med = **1500,00 kNm**  
 $M_{rs}$  632,02 kNm  
 $Z_{LM71} = (M_{lim} - M_{rs}) / M_{LM71} =$  **2,71**

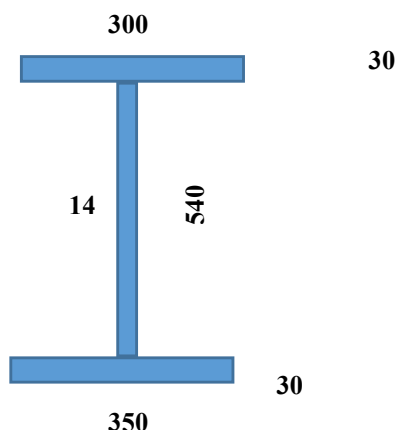
**Mezní stav únosnosti - smyk - zatížitelnost**

$V_{zlim}$  1504,9 kN viz str.  
 $V_z(\alpha LM71)$  181,5 kN viz str.  
 $V_{zLM71} =$  150,0 kN  
1,30 Dynamický součinitel  
1,45 Součinitel zatížení pro nepříznivá zatížení dopravou pro stanovení zatížitelnosti  
 $V_{zLM71}$  283,2 kN  
 $V_z(\alpha LM71)$  342,6 kN  
Ved = **600,00 kN**  
 $V_{rs}$  257,38 kN  
 $Z_{LM71} = (V_{lim} - V_{rs}) / V_{LM71} =$  **4,41**

### 9.3. MSU- Záporný moment OCEL S 355

### PRŮŘEZ BEZ NÁBĚHU

bh = 0,300 m  
 hh = 0,030 m  
 ts = 0,014 m  
 hs = 0,540 m  
 bd = 0,350 m  
 hd = 0,030 m  
 eh,0 = 0,585 m  
 es,0 = 0,300 m  
 ed,0 = 0,015 m  
 hn = 0,600 m



Plochy :

Ah = 0,00900 m<sup>2</sup>  
 As = 0,00756 m<sup>2</sup>  
 Ad = 0,01050 m<sup>2</sup>  
 A = 0,02706 m<sup>2</sup>

Statický moment + těžiště

Sy = 0,007691 m<sup>3</sup>  
 td = Sy/A = 0,284 m  
 th = h - td = 0,316 m

### STANOVENÍ VLIVU BOULENÍ

$\epsilon$  (ocel S 355) = 0,8136

#### Horní pásnice - tlak

c = (bh - ts) = 0,143 m      33 $\epsilon$  = 26,85  
 c/t = 10,21      38 $\epsilon$  = 30,92  
**PRŮŘEZ tř. 1 - NEBOULÍ**      42 $\epsilon$  = 34,17

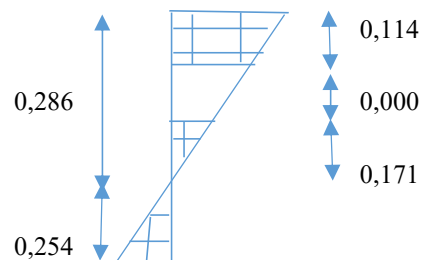
#### Stojina - ohyb

c = hs = 0,540 m      396 $\epsilon$ /(13 $\alpha$ -1) = 54,79  
 c/t = 38,57      456 $\epsilon$ /(13 $\alpha$ -1) = 63,09  
 w1 = td - hd = 0,254 m      42 $\epsilon$ /(0,67+0,33 $\psi$ ) = 90,77  
 w2 = th - hh = 0,286 m  
 $\alpha$  = w2/c = 0,529  
 $\psi$  = -w1/w2 = -0,889

#### PRŮŘEZ tř. 1 - NEBOULÍ

#### Boulení stojiny

$\psi$  = -0,889      b = hs = 0,540  
 ko = 21,142      ts = 0,014  
 $\lambda_p$  = (b/t)/(28,4 $\epsilon$ \*ODM(ko)) = 0,363  
 $\rho$  = ( $\lambda_p$  - 0,055\*(3+ $\psi$ ))/ $\lambda_p^2$  = 1,000  
 beff = ( $\rho$ \*b)/(1- $\psi$ ) = 0,286 m  
 be1 = 0,4\* beff = 0,114 m  
 be2 = 0,6\* beff = 0,171 m



### BOULENÍ OD SMYKOVÉHO NAPĚTÍ

#### Stojina - smyk

c = hs = 0,540 m      h = 1,20  
 c/t = 38,57      < 72 $\epsilon$ / $\eta$  = 48,82      **PRŮŘEZ NEBOULÍ**  
 hw = hs = 0,540  
 ts = 0,014       $\eta$  = 1,2  
 aw = Lp = 6,0 \*      ks = 0      bez podélných výztuh  
 aw/hw = 11,1 > 1      kt = 4,00+5,34(hw/a)<sup>2</sup>+ks = 5,372  
 0,83/ $\eta$  = 0,69 >  $\lambda_w$        $\lambda_w$  = hw/(37,4\*t $\epsilon$ \*ODM(kt)) = 0,547  
 $\kappa$  = 0,83/ $\lambda_w$  = 1,20 <  $\kappa$ ,max       $\kappa$ ,max = 1,200  
 \* 2 x vzdálenost výztuh

# ÚNOSNOST PRŮŘEZU

## OCELOVÝ NOSNÍK

OCEL S 355

bh = 0,300 m  
hh = 0,030 m  
ts = 0,014 m  
hs = 0,540 m  
bd = 0,350 m  
hd = 0,030 m  
eh,0 = 0,585 m  
es,0 = 0,300 m  
ed,0 = 0,015 m  
eh,z = 0,150 m  
es,z = 0,007 m  
o = 0,000 m  
e,o = 0,456 m

hn = 0,600

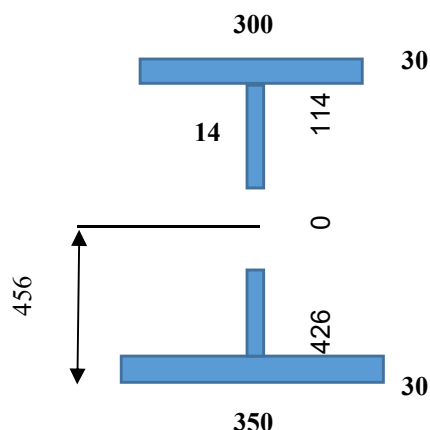
bn = 0,300

### Plochy :

Ah = 0,00900 m<sup>2</sup>  
As = 0,00756 m<sup>2</sup>  
Ad = 0,01050 m<sup>2</sup>  
Ao = 0,00000 m<sup>2</sup>  
A = 0,02706 m<sup>2</sup>

### Statický moment + těžiště

Sy = 0,007691 m<sup>3</sup>  
td = Sy/A = 0,284 m  
th = h - td = 0,316 m  
Sz = 0,004059 m<sup>3</sup>  
tzi = Sz/A = 0,150 m  
tzp = h - td = 0,150 m



### Průřezové moduly

Wyh = -5,5805E-03 m<sup>3</sup>  
Wyd = 6,2009E-03 m<sup>3</sup>  
Wz = 1,1654E-03 m<sup>3</sup>

### Moment setrvačnosti

ly = 1,7623E-03 m<sup>4</sup>  
lz = 1,7481E-04 m<sup>4</sup>

### Statický moment - smyk

Smax = 0,003279 m<sup>3</sup>  
Sh = 0,002707 m<sup>3</sup>  
Sd = 0,002827 m<sup>3</sup>

## ÚNOSNOST

f<sub>yd</sub> = 345,0 MPa

κ = 1,000 součinitel klopení

M<sub>uy</sub> = κ \* f<sub>yd</sub> \* W<sub>y,min</sub> = 1,00 \* 345000 \* 0,00558 = 1925,26 kNm

M<sub>uz</sub> = κ \* f<sub>yd</sub> \* W<sub>z,min</sub> = 1,00 \* 345000 \* 0,00117 = 402,065 kNm

N<sub>u</sub> = x \* f<sub>yd</sub> \* A = 1,00 \* 345000 \* 0,02706 = 9335,7 kN

M<sub>yd</sub> = 900,0 kNm M<sub>zd</sub> = 0,0 kNm N<sub>ed</sub> = 0 kN

M<sub>yd</sub>/M<sub>uy</sub> + M<sub>zd</sub>/M<sub>uz</sub> + N<sub>ed</sub>/N<sub>u</sub> =

900,0 / 1925,3 + 0,0 / 402,1 + 0 / 9335,7 = 0,47 < 1,00 VYHOVUJE

### NAPĚTÍ MAX (bez klopení)

σ<sub>h1</sub> = M<sub>yd</sub>/W<sub>yh</sub> + M<sub>z</sub>/W<sub>z</sub> + N<sub>d</sub>/χA = 161,28 + 0,00 + 0 = 161,28 MPa

σ<sub>h2</sub> = M<sub>yd</sub>/W<sub>yh</sub> - M<sub>z</sub>/W<sub>z</sub> + N<sub>d</sub>/χA = 161,28 - 0,00 + 0 = 161,28 MPa

σ<sub>d1</sub> = M<sub>yd</sub>/W<sub>yd</sub> + M<sub>z</sub>/W<sub>z</sub> + N<sub>d</sub>/χA = -145,14 + 0,00 + 0 = -145,14 MPa

σ<sub>d2</sub> = M<sub>yd</sub>/W<sub>yd</sub> - M<sub>z</sub>/W<sub>z</sub> + N<sub>d</sub>/χA = -145,14 - 0,00 + 0 = -145,14 MPa

### SMYK

f<sub>yd</sub> = 345 MPa

κ = 1,200

A<sub>eff</sub> = κ \* (h<sub>s</sub>) \* t<sub>s</sub> = 0,00907 m<sup>2</sup>

Q<sub>u</sub> = (f<sub>yd</sub>/ODM(3)) \* A<sub>eff</sub> = 199186 \* 0,00907 = 1807,0 kN

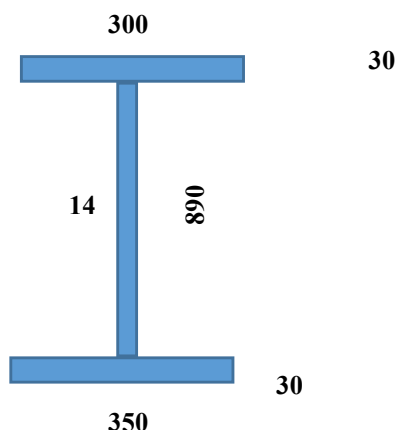
Q<sub>ed</sub> = 650,0 kN < Q<sub>u</sub> VYHOVUJE

Q<sub>ed</sub>/Q<sub>u</sub> = 0,360 < 0,5

#### 9.4. MSU Záporný moment - náběh S 355

#### PRŮŘEZ V NÁBĚHU

bh =	0,300	m
hh =	0,030	m
ts =	0,014	m
hs =	0,890	m
bd =	0,350	m
hd =	0,030	m
eh,0	0,935	m
es,0	0,475	m
ed,0	0,015	m
hn =	0,950	m



Plochy :

Ah =	0,00900	m <sup>2</sup>
As =	0,01246	m <sup>2</sup>
Ad =	0,01050	m <sup>2</sup>
A =	0,03196	m <sup>2</sup>

Statický moment + těžiště

Sy =	0,014491	m <sup>3</sup>
td = Sy/A =	0,453	m
th = h - td =	0,497	m

#### STANOVENÍ VLIVU BOULENÍ

$$\epsilon \text{ (ocel S 355)} = 0,8136$$

#### Horní pásnice - tlak

c = (bh - ts) =	0,143	m	33ε =	26,85
c/t =	10,21		38ε =	30,92
PRŮŘEZ tř. 1 - NEBOULÍ			42ε =	34,17

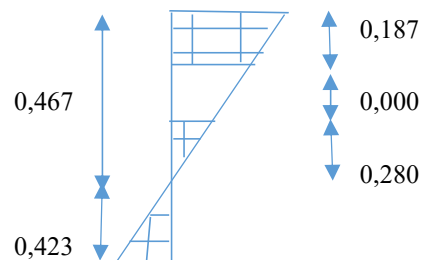
#### Stojina - ohyb

c = hs =	0,890	m	396*ε/(13*α-1) =	55,40
c/t =	63,57		456*ε/(13*α-1) =	63,80
w1 = td - hd =	0,423	m	42ε*/(0,67+0,33*ψ) =	92,22
w2 = th - hh =	0,467	m		
α = w2/c =	0,524			
ψ = -w1/w2 =	-0,907			

#### PRŮŘEZ tř.2 - NEBOULÍ

#### Boulení stojiny

ψ =	-0,907		b = hs =	0,890
ko =	21,572		ts =	0,014
λp = (b/t)/(28,4*ε*ODM(ko)) =	0,592			
ρ = (λp - 0,055*(3+ψ))/λp <sup>2</sup> =	1,000			
beff = (ρ*b)/(1-ψ) =	0,467	m		
be1 = 0,4* beff =	0,187	m		
be2 = 0,6* beff =	0,280	m		



#### BOULENÍ OD SMYKOVÉHO NAPĚTÍ

#### Stojina - smyk

c = hs =	0,890	m	h =	1,20	
c/t =	63,57		> 72ε/η =	48,82	BOULENÍ PRŮŘEZU !
hw = hs =	0,890				
ts =	0,014		η =	1,2	
aw = Lp =	6,0	*	ks =	0	bez podélných výztuh
aw/hw =	6,7	> 1	kt = 4,00+5,34(hw/a) <sup>2</sup> +ks =	5,428	
0,83/η =	0,69	< λw	λw = hw/(37,4*t*ε*ODM(kt)) =	0,897	
κ = 0,83/λw =	0,93	< κ,max	κ,max =	1,200	
* 2 x vzdálenost výztuh					

# ÚNOSNOST PRŮŘEZU

## OCELOVÝ NOSNÍK

OCEL S 355

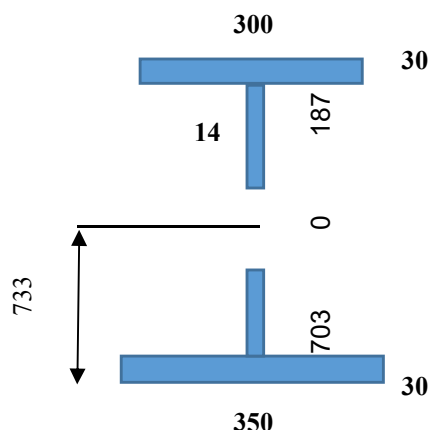
bh = 0,300 m  
hh = 0,030 m  
ts = 0,014 m  
hs = 0,890 m  
bd = 0,350 m  
hd = 0,030 m  
eh,0 = 0,935 m  
es,0 = 0,475 m  
ed,0 = 0,015 m  
eh,z = 0,150 m  
es,z = 0,007 m  
o = 0,000 m  
e,o = 0,733 m

### Plochy :

Ah = 0,00900 m<sup>2</sup>  
As = 0,01246 m<sup>2</sup>  
Ad = 0,01050 m<sup>2</sup>  
Ao = 0,00000 m<sup>2</sup>  
A = 0,03196 m<sup>2</sup>

### Statický moment + těžiště

Sy = 0,014491 m<sup>3</sup>  
td = Sy/A = 0,453 m  
th = h - td = 0,497 m  
Sz = 0,004794 m<sup>3</sup>  
tzi = Sz/A = 0,150 m  
tzp = h - td = 0,150 m



### Průřezové moduly

Wyh = -9,9382E-03 m<sup>3</sup>  
Wyd = 1,0885E-02 m<sup>3</sup>  
Wz = 1,1659E-03 m<sup>3</sup>

### Moment setrvačnosti

ly = 4,9352E-03 m<sup>4</sup>  
lz = 1,7489E-04 m<sup>4</sup>

### Statický moment - smyk

Smax = 0,005858 m<sup>3</sup>  
Sh = 0,004334 m<sup>3</sup>  
Sd = 0,004603 m<sup>3</sup>

## ÚNOSNOST

f<sub>yd</sub> = 345,0 MPa

κ = 1,000 součinitel klopení

M<sub>uy</sub> = κ \* f<sub>yd</sub> \* W<sub>y,min</sub> = 1,00 \* 345000 \* 0,00994 = 3428,7 kNm

M<sub>uz</sub> = κ \* f<sub>yd</sub> \* W<sub>z,min</sub> = 1,00 \* 345000 \* 0,00117 = 402,249 kNm

N<sub>u</sub> = x \* f<sub>yd</sub> \* A = 1,00 \* 345000 \* 0,03196 = 11026,2 kN

M<sub>yd</sub> = 1400,0 kNm M<sub>zd</sub> = 0,0 kNm N<sub>ed</sub> = 0 kN

M<sub>yd</sub>/M<sub>uy</sub> + M<sub>zd</sub>/M<sub>uz</sub> + N<sub>ed</sub>/N<sub>u</sub> =

1400,0 / 3428,7 + 0,0 / 402,2 + 0 / 11026 = 0,41 < 1,00 VYHOVUJE

### NAPĚTÍ MAX (bez klopení)

σ<sub>h1</sub> = M<sub>yd</sub>/W<sub>yh</sub> + M<sub>z</sub>/W<sub>z</sub> + N<sub>d</sub>/χA = 140,87 + 0,00 + 0 = 140,87 MPa

σ<sub>h2</sub> = M<sub>yd</sub>/W<sub>yh</sub> - M<sub>z</sub>/W<sub>z</sub> + N<sub>d</sub>/χA = 140,87 - 0,00 + 0 = 140,87 MPa

σ<sub>d1</sub> = M<sub>yd</sub>/W<sub>yd</sub> + M<sub>z</sub>/W<sub>z</sub> + N<sub>d</sub>/χA = -128,62 + 0,00 + 0 = -128,62 MPa

σ<sub>d2</sub> = M<sub>yd</sub>/W<sub>yd</sub> - M<sub>z</sub>/W<sub>z</sub> + N<sub>d</sub>/χA = -128,62 - 0,00 + 0 = -128,62 MPa

### SMYK

f<sub>yd</sub> = 345 MPa

κ = 0,926

A<sub>eff</sub> = κ \* (h<sub>s</sub>) \* t<sub>s</sub> = 0,01153 m<sup>2</sup>

Q<sub>u</sub> = (f<sub>yd</sub>/ODM(3)) \* A<sub>eff</sub> = 199186 \* 0,01153 = 2297,2 kN

Q<sub>ed</sub> = 650,0 kN < Q<sub>u</sub> VYHOVUJE

Q<sub>ed</sub>/Q<sub>u</sub> = 0,283 < 0,5

## 10. MSP

### 10.1. Průřezové charakteristiky

#### BETONOVÁ DESKA

BETON C35/45

$f_{cm} = 43,00 \text{ MPa}$   $E_{cm} = 34,00 \text{ GPa}$

#### PRŮŘEZ V POLI

Šířka desky  $b_{eff} = 0,63 \text{ m}$   
 Tloušťka desky  $h = 0,77 \text{ m}$   
 Plocha  $A_{eff} = 0,481 \text{ m}^2$   
 Těžiště  $t = h/2 = 0,39 \text{ m}$   
 $S_y = A_{eff} \cdot h/2 = 0,1853 \text{ m}^3$   
 $I_y = A_{eff} \cdot h^3/12 = 0,02377776 \text{ m}^4$

#### OCELOVÝ NOSNÍK OCEL S 355

$b_h = 0,300 \text{ m}$   
 $h_h = 0,030 \text{ m}$   
 $t_s = 0,0140 \text{ m}$   
 $h_s = 0,540 \text{ m}$   
 $b_d = 0,350 \text{ m}$   
 $h_d = 0,030 \text{ m}$   
 $e_{h,0} = 0,585 \text{ m}$   
 $e_{s,0} = 0,300 \text{ m}$   
 $e_{d,0} = 0,015 \text{ m}$   
 $h_n = 0,600 \text{ m}$

#### Plochy :

$A_h = 0,00900 \text{ m}^2$   
 $A_s = 0,00756 \text{ m}^2$   
 $A_d = 0,01050 \text{ m}^2$   
 $A = 0,02706 \text{ m}^2$

#### Statický moment + těžiště

$S_y = 0,007691 \text{ m}^3$   
 $t_d = S_y/A = 0,284 \text{ m}$   
 $t_h = h - t_d = 0,316 \text{ m}$

#### STANOVENÍ VLIVU BOULENÍ

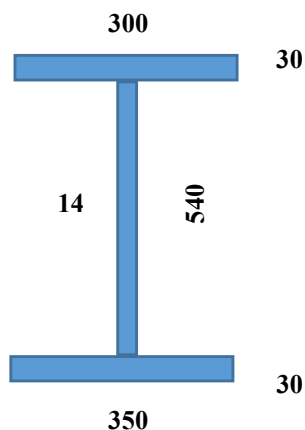
$\epsilon$  (ocel S 355) = 0,8136

#### Horní pásnice - tlak

$c = (b_h - t_s)/2 = 0,143 \text{ m}$   $33\epsilon = 26,85$   
 $c/t = 4,77$   $38\epsilon = 30,92$

#### PRŮŘEZ tř. 1 - NEBOULÍ

$42\epsilon = 34,17$



#### Průřezové moduly

$W_{yh} = -5,5801E-03 \text{ m}^3$   
 $W_{yd} = 6,2005E-03 \text{ m}^3$

#### Momenty setrvačnosti

$I_y = 1,7622E-03 \text{ m}^4$   
 $I_z = 1,7481E-04 \text{ m}^4$

Stojina - ohyb (spočteno pro spřažený průřez viz dále )

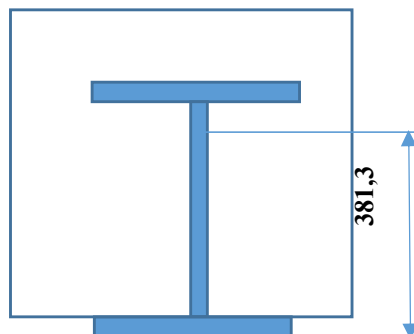
## SPŘAŽENÝ PRŮŘEZ

### PŘI PŮSOBENÍ BETONU V TAHU

#### 1/ V POLI

Krátkodobé zat.

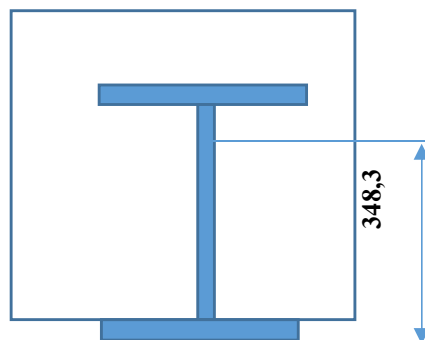
$n =$	6,18	
$Ab = A_{eff} =$	0,48125	
$h_{sp} = h_d + h_n =$	0,80	
$Asp = Ab/n + As =$	0,10498	
$Sbsp =$	0,04003	
$tsp,d = Sbsp/Asp =$	0,381	m
$tsp,h = h - tsp,d =$	0,419	m
$eb' =$	0,034	m
$es' =$	0,097	m
$Ib' = Ib/n + Ab \cdot eb'^2/n$	0,0039383	m <sup>4</sup>
$Is' = Is + As \cdot es'^2$	0,0020172	m <sup>4</sup>
$Isp = Ib' + Is' =$	0,0059555	m <sup>4</sup>



$Wbh \cdot n =$	-0,0878500	m <sup>3</sup>
$Wbd \cdot n =$	-0,1681824	m <sup>3</sup>
$Wsh =$	-0,0272295	m <sup>3</sup>
$Wsd =$	0,0156197	m <sup>3</sup>

Dlouhodobé zat. (36500 dní)

$n =$	18,53	
$Ab = A_{eff} =$	0,48125	
$h_{sp} = h_d + h_n =$	0,80	
$Asp = Ab/n + As =$	0,05303	
$Sbsp =$	0,01847	
$tsp,d = Sbsp/Asp =$	0,348	m
$tsp,h = h - tsp,d =$	0,452	m
$eb' =$	0,067	m
$es' =$	0,064	m
$Ib' = Ib/n + Ab \cdot eb'^2/n$	0,0013989	m <sup>4</sup>
$Is' = Is + As \cdot es'^2$	0,0018732	m <sup>4</sup>
$Isp = Ib' + Is' =$	0,0032722	m <sup>4</sup>



$Wbh \cdot n =$	-0,1342169	m <sup>3</sup>
$Wbd \cdot n =$	-0,2408481	m <sup>3</sup>
$Wsh =$	-0,0129982	m <sup>3</sup>
$Wsd =$	0,0093958	m <sup>3</sup>



# SPŘAŽENÝ PRŮŘEZ

## BEZ PŮSOBNÍ BETONU V TAHU

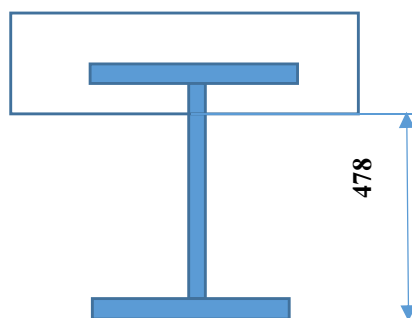
V POLI

1/ Krátkodobé zat.

$$x_c = \frac{-A_{st} \cdot n / bc + \sqrt{A_{st}^2 \cdot n^2 / bc^2 + [A_{st} \cdot n / bc]^2}}{2 \cdot n} = \frac{-0,0271 \cdot 6,18 / 0,63 + \sqrt{[0,0271 \cdot (0,80 - 0,284) \cdot 2 \cdot 6,18 / 0,63]^2 + [0,0271 \cdot 6,18 / 0,63]^2}}{2} = -0,26742 + 0,58939 = 0,322 \text{ m}$$

Šířka desky  $b_{eff} = 0,63 \text{ m}$   
 Tloušťka desky  $h = 0,322 \text{ m}$   
 Plocha  $A_{eff} = 0,201 \text{ m}^2$   
 Těžiště  $t = h/2 = 0,161 \text{ m}$   
 $S_y = A_{eff} \cdot h/2 = 0,0324 \text{ m}^3$   
 $I_y = A_{eff} \cdot h^3/12 = 0,00173840 \text{ m}^4$

$n = 6,18$   
 $A_b = A_{eff} = 0,20123$   
 $h_{sp} = h_d + h_n = 0,80$   
 $A_{sp} = A_b/n + A_s = 0,05964$   
 $S_{bsp} = 0,02851$   
 $t_{sp,d} = S_{bsp}/A_{sp} = 0,478 \text{ m}$   
 $t_{sp,h} = h - t_{sp,d} = 0,322 \text{ m}$   
 $eb' = 0,161 \text{ m}$   
 $es' = 0,194 \text{ m}$   
 $I_b' = I_b/n + A_b \cdot eb'^2/n = 0,0011258 \text{ m}^4$   
 $I_s' = I_s + A_s \cdot es'^2 = 0,0027788 \text{ m}^4$   
 $I_{sp} = I_b' + I_s' = 0,0039046 \text{ m}^4$



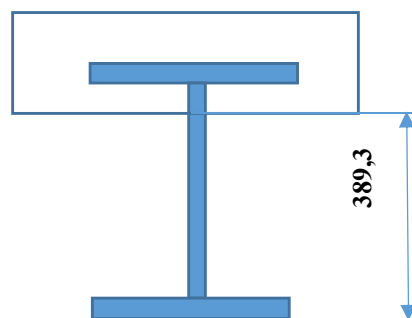
$W_{bh} \cdot n = -0,0749037 \text{ m}^3$   
 $W_{bd} \cdot n = -0,1977260 \text{ m}^3$   
 $W_{sh} = -0,0320128 \text{ m}^3$   
 $W_{sd} = 0,0081682 \text{ m}^3$

2/ Dlouhodobé zat.

$$x_c = \frac{-A_{st} \cdot n / bc + \sqrt{A_{st}^2 \cdot n^2 / bc^2 + [A_{st} \cdot n / bc]^2}}{2 \cdot n} = \frac{-0,0271 \cdot 18,53 / 0,63 + \sqrt{[0,0271 \cdot (0,80 - 0,284) \cdot 2 \cdot 18,53 / 0,63]^2 + [0,0271 \cdot 18,53 / 0,63]^2}}{2} = -0,80225 + 1,21293 = 0,411 \text{ m}$$

Šířka desky  $b_{eff} = 0,625 \text{ m}$   
 Tloušťka desky  $h = 0,411 \text{ m}$   
 Plocha  $A_{eff} = 0,257 \text{ m}^2$   
 Těžiště  $t = h/2 = 0,205 \text{ m}$   
 $S_y = A_{eff} \cdot h/2 = 0,0527 \text{ m}^3$   
 $I_y = A_{eff} \cdot h^3/12 = 0,00360757 \text{ m}^4$

$n = 18,53$   
 $A_b = A_{eff} = 0,25668$   
 $h_{sp} = h_d + h_n = 0,80$   
 $A_{sp} = A_b/n + A_s = 0,04091$   
 $S_{bsp} = 0,01593$   
 $t_{sp,d} = S_{bsp}/A_{sp} = 0,389 \text{ m}$   
 $t_{sp,h} = h - t_{sp,d} = 0,411 \text{ m}$   
 $eb' = 0,205 \text{ m}$   
 $es' = 0,105 \text{ m}$   
 $I_b' = I_b/n + A_b \cdot eb'^2/n = 0,0007788 \text{ m}^4$   
 $I_s' = I_s + A_s \cdot es'^2 = 0,0020612 \text{ m}^4$   
 $I_{sp} = I_b' + I_s' = 0,0028400 \text{ m}^4$



$W_{bh} \cdot n = -0,1281356 \text{ m}^3$   
 $W_{bd} \cdot n = -0,2497746 \text{ m}^3$   
 $W_{sh} = -0,0134799 \text{ m}^3$   
 $W_{sd} = 0,0072947 \text{ m}^3$

## 10.2. Omezení napětí SPŘAŽENÝ PRŮŘEZ

## BEZ PŮSOBNÍ BETONU V TAHU

Průřez 7 - v poli

Konec životnosti

Bez skruží

Se skruží

Napětí Mpa				Napětí Mpa			
<b>Montáž</b>	My	100	kNm	<b>Montáž</b>	My	0	kNm
Wybh	0	0,000		Wybh	0	0,000	
Wybd	0	0,000		Wybd	0	0,000	
Wysh	-5,5801E-03	-17,921	MPa	Wysh	-5,5801E-03	0,000	MPa
Wysd	6,2005E-03	16,128	MPa	Wysd	6,2005E-03	0,000	MPa
<b>Dlouhodobé</b>	My	300	kNm	<b>Dlouhodobé</b>	My	400	kNm
Wybh	-0,1281356	-2,341	MPa	Wybh	-0,1281356	-3,122	MPa
Wybd	-0,2497746	-1,201	MPa	Wybd	-0,2497746	-1,601	MPa
Wysh	-0,0134799	-22,255	MPa	Wysh	-0,0134799	-29,674	MPa
Wysd	0,0072947	41,126	MPa	Wysd	0,0072947	54,834	MPa
<b>Krátkodobé</b>	My	600,00	kNm	<b>Krátkodobé</b>	My	600,0	kNm
Wybh	-0,0749037	-8,010	MPa	Wybh	-0,0749037	-8,010	MPa
Wybd	-0,1977260	-3,035	MPa	Wybd	-0,1977260	-3,035	MPa
Wysh	-0,0320128	-18,743	MPa	Wysh	-0,0320128	-18,743	MPa
Wysd	0,0081682	73,456	MPa	Wysd	0,0081682	73,456	MPa
<b>CELKEM S DOPRAVOU</b>				<b>CELKEM S DOPRAVOU</b>			
	My	1000,00	kNm		My	1000,0	kNm
σbh		-10,35	MPa	σbh		-11,13	MPa
σbd		-4,24	MPa	σbd		-4,64	MPa
σsh		-58,92	MPa	σsh		-48,42	MPa
σsd		130,71	MPa	σsd		128,29	MPa
<b>MAXIMÁLNÍ NAPĚTÍ</b>				<b>MINIMÁLNÍ NAPĚTÍ</b>			
Horní vlákna desky		-10,35	MPa	Horní vlákna desky		<b>-11,13</b>	<b>MPa</b>
Spodní vlákna desky		-4,24	MPa	Spodní vlákna desky		-4,64	MPa
Horní vlákna nosníku		-48,42	MPa	Horní vlákna nosníku		-58,92	MPa
Spodní vlákna nosníku		<b>130,71</b>	<b>MPa</b>	Spodní vlákna nosníku		128,29	MPa
f <sub>yk</sub> , lim =		<b>345,00</b>	<b>MPa</b>	f <sub>ck</sub> , lim = 0,6* f <sub>ck</sub> =		<b>21,00</b>	<b>MPa</b>

# 11. MSP - Průhyb nosníku

## NOSNÍK N1

Rozpětí  $L = 12,50 \text{ m}$   
 $E = 210000 \text{ Mpa}$

Konec životnosti

Průhyb v mm

## Vlastní váha - montáž

$M_{yd} = 0,1 \text{ MNm}$   
 $I_y = 0,0017622 \text{ } f_z = 2,199 \text{ mm}$

## Ostatní stálé a dlouhodobé

$M_{yd} = 0,3 \text{ MNm}$   
 $I_{y,dl1} = 0,0032722$   
 $I_{y,dl2} = 0,00284$   
 $I_{y,prum} = 0,0030561 \text{ } f_z = 3,804 \text{ mm}$

## Krátkodobé

Doprava  $\alpha * (\delta * LM71 + \text{odstřed. síla})$   
 $M_{yd} = 0,6 \text{ MNm}$   
 $I_{y,kr1} = 0,0059555$   
 $I_{y,kr2} = 0,0039046$   
 $I_{y,prum} = 0,0049301 \text{ } f_z = 4,716 \text{ mm}$

## Pootočení konce

$\theta = M_y * L / (3 * E * I_y) = 2,415 \text{ mrad}$   
 $\theta * H = 2,415 * 0,80 = 1,932 \text{ mm} < (\theta * H)_{lim} = 8,000 \text{ mm}$

## CELKEM S DOPRAVOU

$M_{yd} = 1 \text{ MNm}$   
Svislý průhyb  $f_z = 10,720 \text{ mm}$

## Ověření pohody cestujících

### Krátkodobé

Doprava  $\delta * LM71 + \text{odstřed. síla}$   
 $M_{yd} = 0,4959 \text{ MNm}$   
 $I_{ykr,prum} = 0,004930 \text{ } f_z = 3,898 \text{ mm}$

$L / \delta = 900$  pro rozpětí 12,5 m a rychlost 160 km/h (z grafu )  
 $0,9 * L / \delta = 810$  spojitý nosník  
 $f_{lim} = L / 910 = 15,432 \text{ mm}$  limitní průhyb

$f_{zmax} = 3,898 \text{ mm} < f_{lim} = 15,432 \text{ mm}$   
**VYHOVUJE**

## Zatížitelnost

$Z_{LM71} = f_{lim} / f_{max}, LM71 = 3,96$

## NADVÝŠENÍ (V 1/2 Rozpětí)

$u = f_z1 + f_z2 + 0,25 * f_z, lm71 = 7,20 \text{ mm (zaokrouhleno)}$

## 12. MSP - ověření náchylnosti k rezonancím

### Deska:

Rozpětí :	$l_0 = 12,50 \text{ m}$	Šířka desky:	$b_s = 5,00 \text{ m}$
Tloušťka desky :	$h_d = 0,80 \text{ m} *$	Počet celkem	8,00
Objemová tíha desky:	$\gamma_d = 25,00 \text{ kN/m}^3$	Hmotnost nosníku	216 kg/m

### Železniční svršek:

Kolejnice:	$g_k = 1,20 \text{ kN/m}$
Pražce:	$g_p = 4,80 \text{ kN/m}$

### Kolejové lože:

Výška kolejového lože:	$h_s = 0,60 \text{ m}$
Objem. tíha kol. lože:	$\gamma_s = 20,00 \text{ kN/m}^3$
Plocha kol. lože v řezu	3,00 m <sup>2</sup>

### Konzola, Římsa

Plocha konzoly:	$A_k = 0,00 \text{ m}^2$
Plocha římsy:	$A_r = 0,00 \text{ m}^2$
Objem. tíha římsy:	$\gamma_r = 25,00 \text{ kN/m}^3$

### Ostatní zařízení:

Zábradlí (PHS):	$g_z = 0,00 \text{ kN/m}$
Kabely:	$g_z = 0,00 \text{ kN/m}$

### Izolace:

Výška izolace:	$h_i = 0,01 \text{ m}$
Objem. tíha izolace:	$\gamma_i = 15,00 \text{ kN/m}^3$

### Ochrana izolace

Výška ochrany iz.:	$h_i' = 0,05 \text{ m}$
Objem. tíha ochrany iz.:	$\gamma_i' = 23,00 \text{ kN/m}^3$

## 2.1. Zatížení stálé

### Vlastní váha

Beton:	$G_b = \gamma_d \cdot t_d = 25,00 \cdot 0,80 \cdot 5,00 = 100,00 \text{ kN/šířka desky}$
Ocel :	$216,5 \cdot 8,00 : 100 = 17,32 \text{ kN/šířka desky}$

### Stálé

Přítížení desky od železničního spodku:

$$G_s = g_s \cdot (A_s) / b_d = 20,00 \cdot 3,00 / b_d = 12,00 \text{ kN/m}^2$$

Přítížení desky od izolačních vrstev:

$$\text{Ochrana izolace: } G_i' = g_i' \cdot h_i' = 23,00 \cdot 0,05 = 1,15 \text{ kN/m}^2$$

$$\text{Izolace: } G_i = g_i \cdot h_i = 15,00 \cdot 0,01 = 0,15 \text{ kN/m}^2$$

<b>CELKEM :</b>	<b>13,30 kN/m<sup>2</sup></b>
	<b>66,50 kN/šířka desky</b>

### Plošné (omezené)

Přítížení desky od železničního svršku:

$$\text{Kolejnice: } G_k = g_k / b_z = 1,20 / 3,00 = 0,40 \text{ kN/m}^2$$

$$\text{Pražce: } G_p = g_p / b_z = 4,80 / 3,00 = 1,60 \text{ kN/m}^2$$

$$\text{Svršek celkem: } G_s = 2,00 \text{ kN/m}^2 \quad \text{v příčném směru na délce 3,0 m}$$

### Přítížení desky od římsy a ostatních zařízení (oboustranné):

$$\text{Konzola: } G_k = \gamma_k \cdot A_k = 1 \cdot 25,00 \cdot 0,00 = 0,00 \text{ kN/m'}$$

$$\text{Římsa: } G_r = \gamma_r \cdot A_r = 1 \cdot 25,00 \cdot 0,00 = 0,00 \text{ kN/m'}$$

$$\text{Kabely} = 1 \cdot 0,00 = 0,00 \text{ kN/m'}$$

$$\text{Zábradlí (PHS): } g_z = 1 \cdot 0,00 = 0,00 \text{ kN/m'}$$

$$\text{CELKEM} = 0,00 \text{ kN/šířka desky}$$

### POSOUZENÍ NÁCHYLNOSTI K REZONANCÍM

Rozpětí  $L_d$  = 15,82 m z výpočtu dynamického součinitele

**Prosté nosníky nevykazují náchylnost k rezonancím**

**pokud jejich 1. vlastní frekvence ne leží v mezních hodnotách :**

$$\max n_0 = 94,76 \times L^{-0,748} = 12,014 \quad \text{pro } 4 \text{ m} < L < 100 \text{ m}$$

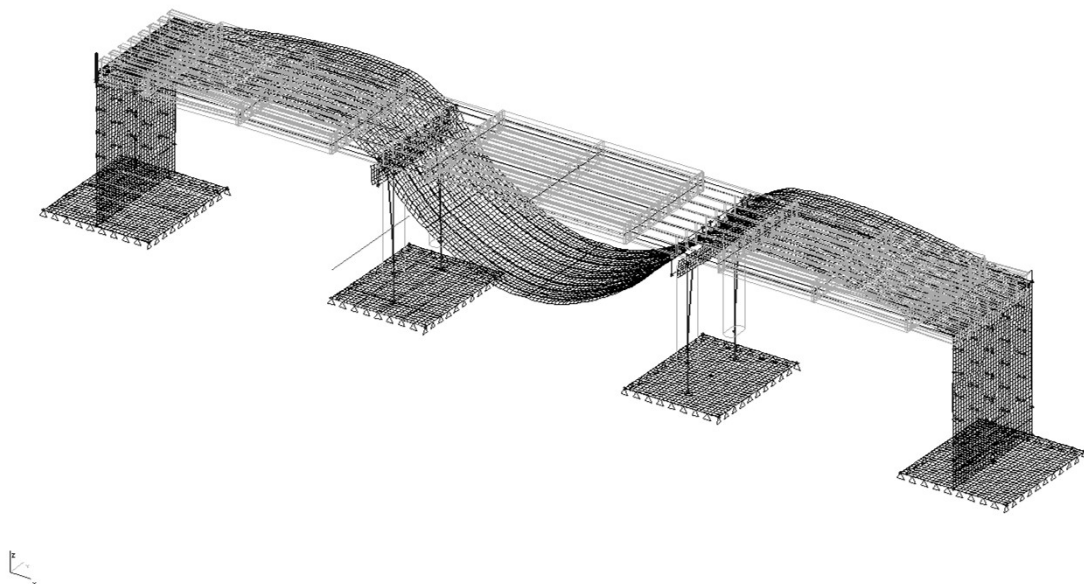
$$\min n_0 = 80 / L = 5,058 \quad \text{pro } 4 \text{ m} < L < 20 \text{ m}$$

$$\min n_0 = 23,58 \times L^{-0,592} = 4,599 \quad \text{pro } 20 \text{ m} < L < 100 \text{ m}$$

$n_0 = 6,560 > 5,058$   
**VYHOVUJE**

Z výpočtu SCIA ESA

$n_0 = 6,560$



### 13. Posouzení únavy

#### NOSNÍK

#### UPROSTŘED ROZPĚTÍ

Konec životnosti

ROZKMIT NAPĚTÍ      Napětí Mpa

**Krátkodobé**  $\delta \cdot LM71 + \text{odstřed. síla}$

Myd      0,38 MNm

Wybh      -0,074904      -5,07

Wybd      -0,197726      -1,92

Wysh      -0,032013      -11,87

Wysd      0,0081682      46,52

#### POSOUZENÍ ÚNAVY

součinitel spolehlivosti      1,00

dílčí součinitel únavové pevnosti      1,35

dynamický součinitel      1,20

délka příčinkové čáry (rozpětí)      12,50      m

#### součinitel ekvivalentního poškození

11 součinitel tvaru příčinkové čáry      0,75      Ec mix pro L=12.5 m

12 součinitel objemu dopravy      1,00      pro 2.5E7

13 součinitel návrhové doby života mostu      1,00      (100 let)

14 součinitel vlivu dopravy v dalších jízdních pruzích      1,00      (1 kolej)

$\Lambda = 11 \cdot 12 \cdot 13 \cdot 14 =$       0,75

#### Základní materiál- svařovaný průřez

kategorie detailu      tab . 8.1      140      MPa

rozkmít napětí      46,52      MPa

ekvivalentní rozkmít      34,89      MPa

max .napětí      103,70      MPa

využití      0,34      VYHOVUJE

ZLM71 =      2,97

#### Svary montážní

kategorie detailu      tab . 8.3 det. 13      71      MPa

max. tloušťka plechu      30      mm      ==      ks =      0,96

$\Delta \sigma_c \cdot ks =$       68,46      MPa

rozkmít napětí      46,52      MPa

ekvivalentní rozkmít      34,89      MPa

max .napětí      50,71      MPa

využití      0,69      VYHOVUJE

ZLM71 =      1,45

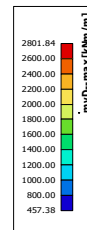
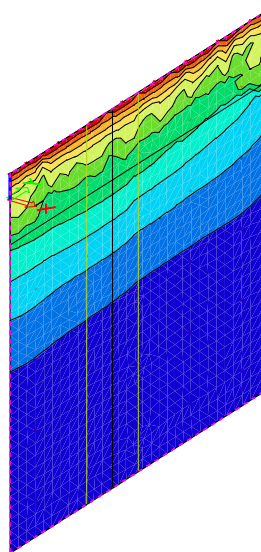
#### SOUHRN :

ZLM71 - MIN      1,45

## 14. Opěra -stěna

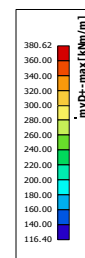
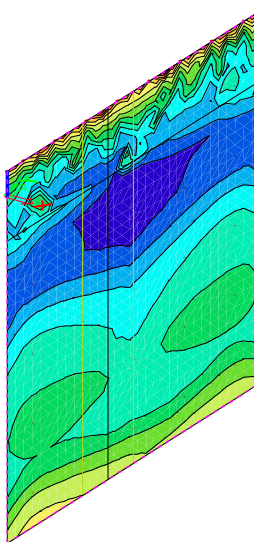
### 14.1. Vnitřní síly

My- Svislá Rub



Mymax = 2800 kNm/m

My+ Svislá Líc

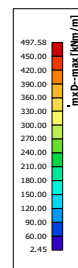
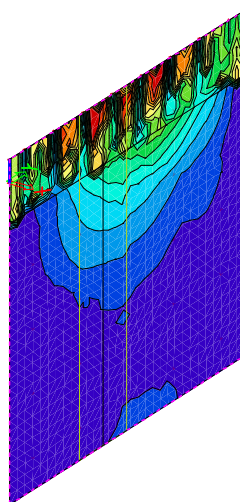


Mymax = 400 kNm/m

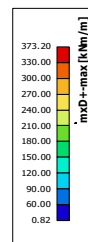
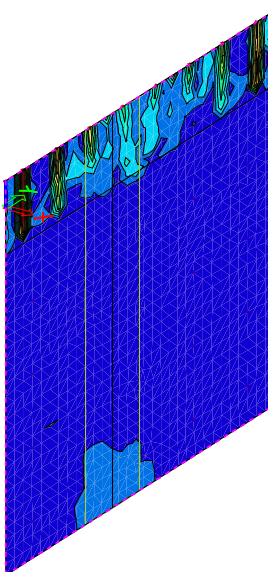
Mx- Vodorovná rub



Mxmax = 500Nm/m

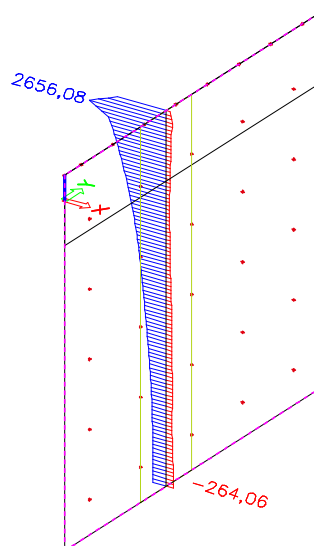


Mx+ Vodorovná líc

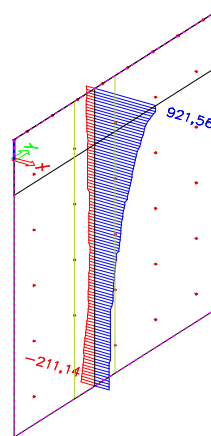




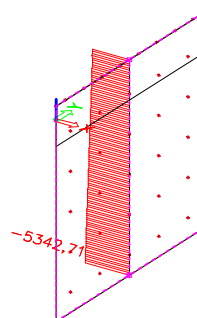
My (integrační pás)



Vz (integrační pás)



N (integrační pás)  
pro celou  
šířku stěny



## 14.2. Materiálové charakteristiky

### Beton

Třída betonu:	C30/37	Dílčí součinitel betonu:	$\gamma_C = 1,5$
Pevnost v tlaku:	$f_{ck} = 30,00$ MPa	Vliv dlouhodob. účinků:	$\alpha_{cc} = 0,9$
Pevnost v tahu:	$f_{ctk0.05} = 2,00$ MPa	Mezní stlačení betonu:	$e_{cu3} = 3,5$ ‰
Prům. pevnost v tahu:	$f_{cm} = 38,00$ MPa	Rozměr zrna kameniva:	$d_g = 16$ mm
Modul pružnosti:	$E_{cm} = 33,00$ GPa		

Návrhová pevnost (EN 1992-1-1. 3.1.6):

$$f_{cd} = \alpha_{cc} \cdot f_{ck} / \gamma_C = 0,9 \cdot 30,00 / 1,5 = 18,00 \text{ MPa}$$

$$f_{ct} = \alpha_{cc} \cdot f_{ctk} / \gamma_C = 1 \cdot 2,00 / 1,5 = 1,33 \text{ MPa}$$

### Výztuž

Třída oceli:	B500B	Dílčí součinitel oceli:	$\gamma_S = 1,15$
Mez kluzu:	$f_{yk} = 500,00$ MPa	Modul pružnosti oceli:	$E_s = 200$ GPa

$$\varepsilon_{yd} = f_{yk} / E_s = 500,00 / 200 = 2,50$$

$$\xi_{bal.1} = \frac{e_{cu3}}{e_{cu3} + \varepsilon_{yd}} = \frac{3,50}{3,50 + 2,50} = 0,583$$

Návrhová pevnost (EN 1992-1-1. 3.1.6):

$$f_{yd} = f_{yk} / \gamma_S = 500,00 / 1,15 = 434,78 \text{ MPa}$$

### 14.3. MS únosnosti

#### Průřez - základ podélný směr max - 1200 mm

Návrhové vnitřní síly:

$$N_{ed} = 0,00 \text{ kN} \quad V_{ed} = 1000,00 \text{ kN} \quad M_{ed} = 2800,00 \text{ kNm}$$

Průřezové charakteristiky:

$$\begin{aligned} \text{Šířka průřezu:} & \quad b_w = 1000 \text{ mm} \\ \text{Výška průřezu:} & \quad h = 1200 \text{ mm} \\ \text{Krytí výztuže:} & \quad c = 60 \text{ mm} \end{aligned}$$

#### Posouzení průřezu na ohyb:

Nosná výztuž:

$$\begin{aligned} \text{Profil výztuže:} & \quad \phi_1 = 28 \text{ mm} \quad \phi_2 = 25 \text{ mm} \\ \text{Vzdálenost vložek:} & \quad s_2 = 150 \text{ mm} \quad s_2 = 150 \text{ mm} \\ \text{Počet vložek:} & \quad N = 6,667 \text{ ks/m} \quad N = 6,667 \text{ ks/m} \\ \text{Plocha výztuže:} & \quad A_{s1} = 4105 \text{ mm}^2/\text{m}' \quad A_{s1} = 3272 \text{ mm}^2/\text{m}' \quad \Sigma A_{s1} = 7378 \text{ mm}^2/\text{m}' \\ \text{Plocha výztuže k přenesení } N_d/2 : & \quad 0,00 \quad / \quad 0,435 \quad = \quad 0 \text{ mm}^2/\text{m}' \\ \text{Plocha výztuže redukována o } N_d : & \quad 7378 \text{ mm}^2/\text{m}' \end{aligned}$$

Účinná výška:

$$d = h - c - \phi/2 = 1200 - 60 - 28/2 = 1126 \text{ mm}$$

Omezení množství výztuže (EN 1992-1-1. 9.2.1.1):

$$A_{smin} = 0.26 \cdot f_{ctm} \cdot b_t \cdot d / f_{yk} = 0,26 \cdot 2,00 \cdot 1000 \cdot 1126 / 500,00 = 1171 \text{ mm}^2$$

$$A_{smin} = 0.0013 \cdot b_t \cdot d = 0,0013 \cdot 1000 \cdot 1126 = 1464 \text{ mm}^2$$

$$A_{s1} > A_{smin} \quad \{ \quad 4105 > 1464 \quad \} \text{ mm}^2 \quad \text{Vyhovuje}$$

$$A_{smax} = 0.04 \cdot A_c = 0,04 \cdot 1000 \cdot 1200 = 48000 \text{ mm}^2$$

$$A_{s1} < A_{smax} \quad \{ \quad 4105 < 48000 \quad \} \text{ mm}^2 \quad \text{Vyhovuje}$$

Omezení vzdálenosti výztuže (EN 1992-1-1. 9.3.1.1):

$$s_{max,slabs} = \min \{ 2 \cdot h; 250 \text{ mm} \} = \min \{ 2 \cdot 1200 = 2400 ; 250 \} \text{ mm}$$

$$s < s_{max} \quad \{ \quad 150 < 250 \quad \} \text{ mm} \quad \text{Vyhovuje}$$

Tlačená oblast:

$$x = \frac{A_{s1} \cdot f_{yd}}{0.8 \cdot b \cdot f_{cd}} = \frac{7378 \cdot 434,78}{0.8 \cdot 1000 \cdot 18,00} = 223 \text{ mm}$$

Tahové porušení průřezu:

$$\xi = x/d = 223 / 1126 = 0,198$$

$$\xi < \xi_{bal.1} \quad \{ \quad 0,198 < 0,617 \quad \} \quad \text{Vyhovuje}$$

Únosnost průřezu:

$$M_{Rd} = A_{s1} \cdot f_{yd} \cdot z = 7378 \cdot 434,78 \cdot 1037 = 3325,97 \text{ kNm}$$

Rameno vnitřních sil:

$$z = d - 0.4 \cdot x = 1126 - 0.4 \cdot 223 = 1037 \text{ mm}$$

Posouzení průřezu:

$$\frac{M_{Rd}}{3325,97} > \frac{|M_{ed}|}{2800,00}$$

Využití průřezu: 0,84

Vyhovuje

Nosná výztuž: navrhnuo  $\Phi 28 \text{ a } 150 + \Phi 25 \text{ a } 150 \text{ mm}$ .

#### Rozdělovací výztuž:

Profil výztuže:  $\phi_r = 20$  mm  
 Vzdálenost vložek:  $s_r = 150$  mm  
 Počet vložek:  $N = 6,667$  ks/m'  
 Plocha výztuže:  $A_{sr} = 2094$  mm<sup>2</sup>/m'

#### Omezení množství výztuže (EN 1992-1-1. 9.3.1.1):

$A_{sr.min} = 0.2 \cdot A_{sl} = 0.2 \cdot 7378 = 1476$  mm<sup>2</sup>  
 **$A_{sr} > A_{sr.min}$  { 2094 > 1476 } mm<sup>2</sup> Vyhovuje**

#### Omezení vzdálenosti výztuže (EN 1992-1-1. 9.3.1.1):

$s_{max.slabs} = \min\{3 \cdot h; 400 \text{ mm}\} = \min\{3 \cdot 1200 = 3600 ; 400\} \text{ mm}$   
 **$s_r < s_{max}$  { 150 < 400 } mm Vyhovuje**

**Rozdělovací výztuž: navrhnuť  $\Phi$  20 a 150 mm.**

#### Posouzení průřezu na smyk:

##### Smyková výztuž:

Profil výztuže:  $\phi_w = 10$  mm  
 Vzdálenost řad třmínků:  $s = 300$  mm  
 Vzdálenost třmínků:  $s_w = 150$  mm  
 Počet třmínků:  $N = 6,67$  ks/řada  
 Sklon třmínků:  $\alpha = 90^\circ$   
 Plocha výztuže:  $A_{sw} = 524$  mm<sup>2</sup>/řada 1745,3

#### Součinitel výšky průřezu:

$k = 1 + (200/d)^{1/2} = 1 + (200/1126)^{1/2} = 1,42$   
 $k \leq 2$

#### Stupeň vyztužení tahovou výztuží:

$\rho_1 = A_{sl}/(b_w \cdot d) = 7378 / (1000 \cdot 1126) = 0,0066$   
 $\rho_1 \leq 0,02$

#### Vliv normálové síly:

$\rho_{cp} = N_{ed}/(b_w \cdot h) = 0,00 / (1000 \cdot 1200) = 0,00$  Mpa  
 $\rho_{cp} < 0.2 \cdot f_{cd} = 0.2 \cdot 18,00 = 3,60$  Mpa

#### Minimální smyková pevnost betonu:

$v_{min} = 0.035 \cdot k^{3/2} \cdot f_{ck}^{1/2} = 0.035 \cdot 1,42^{3/2} \cdot 30,00^{1/2} = 0,325$  MPa

#### Smyková únosnost průřezu bez smykové výztuže (EN 1992-2. 6.2.2):

$VR_{d.c} = [CR_{d.c} \cdot k \cdot (100 \cdot \rho_1 \cdot f_{ck})^{1/3} + k_1 \cdot \rho_{cp}] \cdot b_w \cdot d = [0,12 \cdot 1,42 \cdot (100 \cdot 0,0066 \cdot 30,00)^{1/3} + 0,15 \cdot 0,00] \cdot 1000 \cdot 1126 = 518,34$  kN  
 $VR_{d.min} = [v_{min} + k_1 \cdot \rho_{cp}] \cdot b_w \cdot d = [0,32 + 0,15 \cdot 0,00] \cdot 1000 \cdot 1126 = 365,82$  kN  
 $CR_{dc} = 0.18 / \gamma_c = 0.18 / 1,5 = 0,12$   
 $k_1 = 0,15$

#### Požadavek návrhu smykové výztuže:

$VR_{d.c} < |V_{Ed}|$   
**518,34 < 1000,00** **Smyková výztuž je nutná.**

**Třmínky: navrhnuť  $\Phi$  10 a 300 mm podélně. 150 mm příčně.**

Stupeň vyztužení smykovou výztuží:

$$\rho_w = A_{sw} / (s \cdot b_w \cdot \sin \alpha) = 524 / (300 \cdot 1000 \cdot \sin 90^\circ) = 0,0017$$

Omezení množství výztuže (EN 1992-1-1. 9.2.2):

$$\rho_{w,min} = (0,08 \cdot \sqrt{f_{ck}}) / f_{yk} = (0,08 \cdot \sqrt{30,00}) / 500,00 = 0,0009$$

$$\rho_w < \rho_{min} \quad \{ \quad 0,0017 > 0,0009 \quad \} \quad \text{Vyhovuje}$$

Omezení vzdálenosti výztuže (EN 1992-1-1. 8.2. 9.2.2):

$$s_{l,max} = 0,75 \cdot d \cdot (1 + \cot \alpha) = 0,75 \cdot 1126 \cdot (1 + \cot 90^\circ) = 845 \text{ mm}$$

$$s < s_{l,max} \quad \{ \quad 300 < 845 \quad \} \text{ mm} \quad \text{Vyhovuje}$$

$$s_{t,max} = 1,5 \cdot d = 1,5 \cdot 1126 = 1689 \text{ mm}$$

$$s_w < s_{t,max} \quad \{ \quad 150 < 1689 \quad \} \text{ mm} \quad \text{Vyhovuje}$$

Smyková únosnost průřezu se smykovou výztuží (EN 1992-2. 6.2.3):

$$VRd,s = \frac{A_{sw}}{s} \cdot z \cdot f_{ywd} \cdot \cot \theta = \frac{524}{300} \cdot 1037 \cdot 434,78 \cdot 1,8 = 1376,97 \text{ kN}$$

$$Rd,max = \frac{\alpha_{cw} \cdot b_w \cdot z \cdot v_1 \cdot f_{cd}}{\cot \theta + \tan \theta} = \frac{1,00 \cdot 1,000 \cdot 1,037 \cdot 0,53 \cdot 18,00}{1,8 + 0,571} = 4245,10 \text{ kN}$$

$$\alpha_{cw} = 1 \quad (\text{nepředpjatá konstrukce (EN 1992-2. 6.2.3)})$$

$$v_1 = 0,6 \cdot [1 - f_{ck}/250] = 0,6 \cdot [1 - 30,00 / 250] = 0,528$$

$$\cot \theta = 1,75 \quad (\text{EN 1992-1-1. 6.2.3})$$

Posouzení průřezu:

$$VRd,s > |V_{Ed}|$$

$$1376,97 > 1000,00$$

$$\text{Využití průřezu: } 0,73$$

Vyhovuje

**Třmínky: navrženo  $\Phi 10$  a 300 mm podélně. 150 mm příčně.**

Smyková výztuž - ohyby:

$$\text{Profil výztuže:} \quad \alpha_w = 0 \text{ mm}$$

$$\text{Vzdálenost řad ohybů:} \quad s = 150 \text{ mm}$$

$$\text{Vzdálenost ohybů:} \quad s_w = 150 \text{ mm}$$

$$\text{Počet ohybů:} \quad N = 0,00 \text{ ks/řada}$$

$$\text{Sklon ohybů:} \quad \alpha = 45^\circ$$

$$\text{Plocha výztuže:} \quad A_{sw} = 0 \text{ mm}^2/\text{řada}$$

Stupeň vyztužení smykovou výztuží:

$$\rho_w = A_{sw} / (s \cdot b_w \cdot \sin \alpha) = 0 / (150 \cdot 1000 \cdot \sin 45^\circ) = 0,0000$$

Omezení množství výztuže (EN 1992-1-1. 9.2.2):

$$\Sigma \rho_w < \rho_{min} \quad \{ \quad 0,0017 > 0,0009 \quad \} \quad \text{Vyhovuje}$$

Smyková únosnost průřezu se smykovou výztuží (EN 1992-2. 6.2.3):

$$VRd,s = \frac{A_{sw}}{s} \cdot z \cdot f_{ywd} \cdot (\cot \theta + \cot \alpha) \cdot \sin \alpha = \frac{0}{150} \cdot 1037 \cdot 434,78 \cdot (1,8 + 1,0) \cdot 0,7 = 0,00 \text{ kN}$$

$$Rd,max = \frac{\alpha_{cw} \cdot b_w \cdot z \cdot v_1 \cdot f_{cd} \cdot (\cot \theta + \cot \alpha)}{1 + \cot^2 \theta} = \frac{1,00 \cdot 1,000 \cdot 1,037 \cdot 0,53 \cdot 18,00 \cdot (1,8 + 1)}{1,0 + 1,8^2} =$$

$$= 6670,9 \text{ kN}$$

Posouzení průřezu:

$$\Sigma VRd,s > |V_{Ed}|$$

$$1376,97 > 1000,00$$

$$\text{Využití průřezu: } 0,73$$

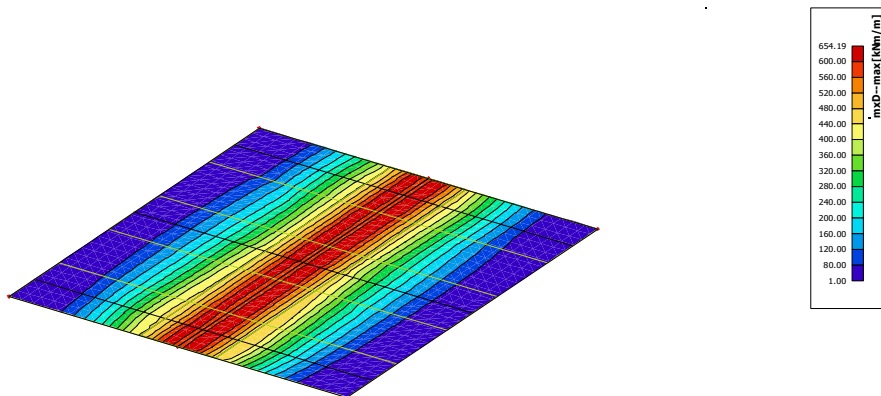
Vyhovuje

**Ohyby: nenavrženy.**

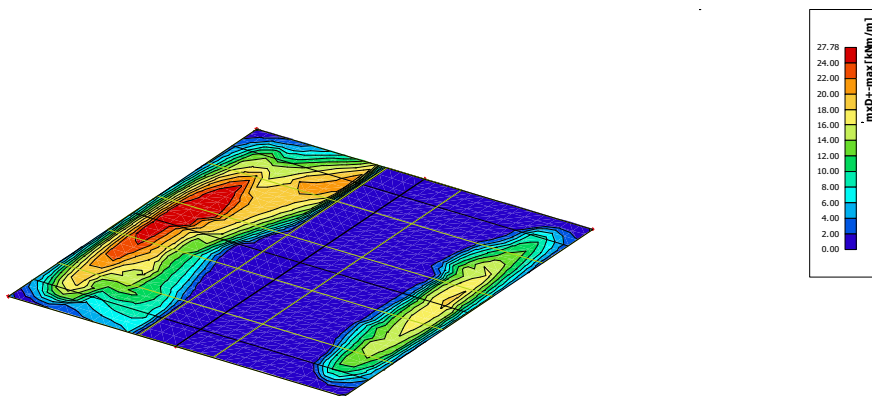
## 15. Opěra - základ

### 15.1. Vnitřní síly

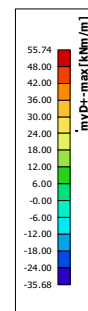
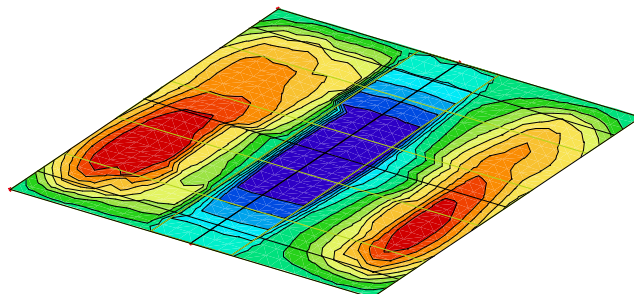
Mx- Příčná spodní



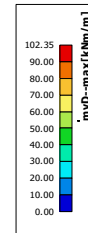
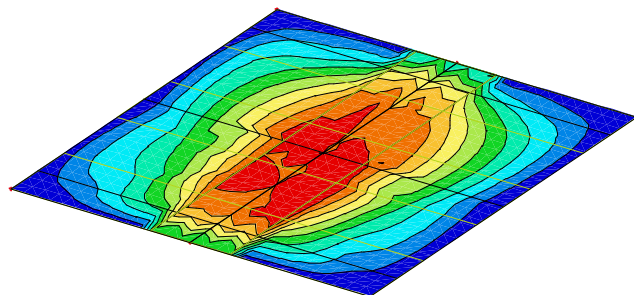
Mxmax = 660 kNm/m



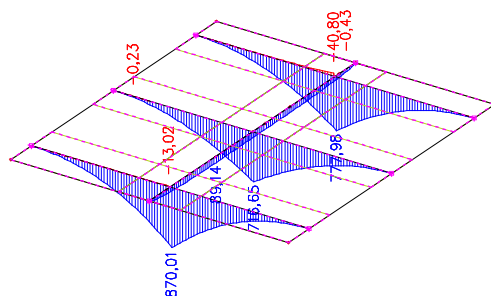
My+ Podélná horní



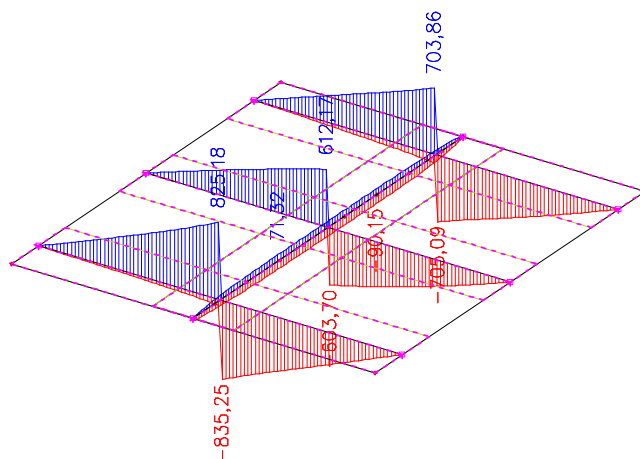
My- Podélná spodní



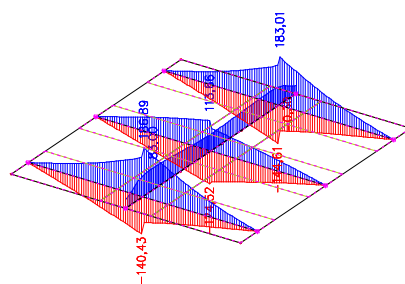
My (integrační pás)



Vz (integrační pás)



N (integrační pás)





## 15.2. Materiálové charakteristiky

### Beton

Třída betonu:	C30/37	Dílčí součinitel betonu:	$\gamma_C = 1,5$
Pevnost v tlaku:	$f_{ck} = 30,00$ MPa	Vliv dlouhodob. účinků:	$\alpha_{cc} = 0,9$
Pevnost v tahu:	$f_{ctk0.05} = 2,00$ MPa	Mezní stlačení betonu:	$e_{cu3} = 3,5$ ‰
Prům. pevnost v tahu:	$f_{cm} = 38,00$ MPa	Rozměr zrna kameniva:	$d_g = 16$ mm
Modul pružnosti:	$E_{cm} = 33,00$ GPa		

Návrhová pevnost (EN 1992-1-1. 3.1.6):

$$f_{cd} = \alpha_{cc} \cdot f_{ck} / \gamma_C = 0,9 \cdot 30,00 / 1,5 = 18,00 \text{ MPa}$$

$$f_{ct} = \alpha_{cc} \cdot f_{ctk} / \gamma_C = 1 \cdot 2,00 / 1,5 = 1,33 \text{ MPa}$$

### Výztuž

Třída oceli:	B500B	Dílčí součinitel oceli:	$\gamma_S = 1,15$
Mez kluzu:	$f_{yk} = 500,00$ MPa	Modul pružnosti oceli:	$E_s = 200$ GPa

$$\varepsilon_{yd} = f_{yk} / E_s = 500,00 / 200 = 2,50$$

$$\xi_{bal.1} = \frac{e_{cu3}}{e_{cu3} + \varepsilon_{yd}} = \frac{3,50}{3,50 + 2,50} = 0,583$$

Návrhová pevnost (EN 1992-1-1. 3.1.6):

$$f_{yd} = f_{yk} / \gamma_S = 500,00 / 1,15 = 434,78 \text{ MPa}$$

### 15.3. MS únosnosti

#### Průřez - základ podélný směr max - 1200 mm

Návrhové vnitřní síly:

$$N_{ed} = 200,00 \text{ kN} \quad V_{ed} = 850,00 \text{ kN} \quad M_{ed} = 900,00 \text{ kNm}$$

Průřezové charakteristiky:

$$\begin{aligned} \text{Šířka průřezu:} & \quad b_w = 1000 \text{ mm} \\ \text{Výška průřezu:} & \quad h = 1200 \text{ mm} \\ \text{Krytí výztuže:} & \quad c = 60 \text{ mm} \end{aligned}$$

#### Posouzení průřezu na ohyb:

Nosná výztuž:

$$\begin{aligned} \text{Profil výztuže:} & \quad \phi_1 = 22 \text{ mm} \quad \phi_2 = 150 \text{ mm} \\ \text{Vzdálenost vložek:} & \quad s_2 = 150 \text{ mm} \quad s_2 = 150 \text{ mm} \\ \text{Počet vložek:} & \quad N = 6,667 \text{ ks/m} \quad N = 0 \text{ ks/m} \\ \text{Plocha výztuže:} & \quad A_{s1} = 2534 \text{ mm}^2/\text{m}' \quad A_{s1} = 0 \text{ mm}^2/\text{m}' \quad \Sigma A_{s1} = 2534 \text{ mm}^2/\text{m}' \\ \text{Plocha výztuže k přenesení } N_d/2 : & \quad 100,00 / 0,435 = 230 \text{ mm}^2/\text{m}' \\ \text{Plocha výztuže redukována o } N_d : & \quad 2304 \text{ mm}^2/\text{m}' \end{aligned}$$

Účinná výška:

$$d = h - c - \phi/2 = 1200 - 60 - 22 / 2 = 1129 \text{ mm}$$

Omezení množství výztuže (EN 1992-1-1. 9.2.1.1):

$$A_{smin} = 0.26 \cdot f_{ctm} \cdot b_t \cdot d / f_{yk} = 0,26 \cdot 2,00 \cdot 1000 \cdot 1129 / 500,00 = 1174 \text{ mm}^2$$

$$A_{smin} = 0.0013 \cdot b_t \cdot d = 0,0013 \cdot 1000 \cdot 1129 = 1468 \text{ mm}^2$$

$$A_{s1} > A_{smin} \quad \{ \quad 2534 > 1468 \quad \} \text{ mm}^2 \quad \text{Vyhovuje}$$

$$A_{smax} = 0.04 \cdot A_c = 0,04 \cdot 1000 \cdot 1200 = 48000 \text{ mm}^2$$

$$A_{s1} < A_{smax} \quad \{ \quad 2534 < 48000 \quad \} \text{ mm}^2 \quad \text{Vyhovuje}$$

Omezení vzdálenosti výztuže (EN 1992-1-1. 9.3.1.1):

$$s_{max,slabs} = \min \{ 2 \cdot h; 250 \text{ mm} \} = \min \{ 2 \cdot 1200 = 2400 ; 250 \} \text{ mm}$$

$$s < s_{max} \quad \{ \quad 150 < 250 \quad \} \text{ mm} \quad \text{Vyhovuje}$$

Tlačená oblast:

$$x = \frac{A_{s1} \cdot f_{yd}}{0.8 \cdot b \cdot f_{cd}} = \frac{2304 \cdot 434,78}{0.8 \cdot 1000 \cdot 18,00} = 70 \text{ mm}$$

Tahové porušení průřezu:

$$\xi = x/d = 70 / 1129 = 0,062$$

$$\xi < \xi_{bal.1} \quad \{ \quad 0,062 < 0,617 \quad \} \quad \text{Vyhovuje}$$

Únosnost průřezu:

$$M_{Rd} = A_{s1} \cdot f_{yd} \cdot z = 2304 \cdot 434,78 \cdot 1101 = 1103,19 \text{ kNm}$$

Rameno vnitřních sil:

$$z = d - 0.4 \cdot x = 1129 - 0.4 \cdot 70 = 1101 \text{ mm}$$

Posouzení průřezu:

$$\frac{M_{Rd}}{1103,19} > \frac{|M_{Ed}|}{900,00}$$

Využití průřezu: 0,82

Vyhovuje

Nosná výztuž: navrhnuť  $\Phi 22$  a  $\Phi 150 + \Phi$  a mm.

#### Rozdělovací výztuž:

Profil výztuže:  $\phi_r = 16$  mm  
 Vzdálenost vložek:  $s_r = 150$  mm  
 Počet vložek:  $N = 6,667$  ks/m'  
 Plocha výztuže:  $A_{sr} = 1340$  mm<sup>2</sup>/m'

#### Omezení množství výztuže (EN 1992-1-1. 9.3.1.1):

$A_{sr,min} = 0.2 \cdot A_{sl} = 0.2 \cdot 2534 = 506,8$  mm<sup>2</sup>  
 $A_{sr} > A_{sr,min} \quad \{ 1340 > 507 \} \text{ mm}^2 \quad \text{Vyhovuje}$

#### Omezení vzdálenosti výztuže (EN 1992-1-1. 9.3.1.1):

$s_{max,slabs} = \min \{ 3 \cdot h; 400 \text{ mm} \} = \min \{ 3 \cdot 1200 = 3600 ; 400 \} \text{ mm}$   
 $s_r < s_{max} \quad \{ 150 < 400 \} \text{ mm} \quad \text{Vyhovuje}$

**Rozdělovací výztuž: navrhnuť  $\Phi 16$  a  $150$  mm.**

#### Posouzení průřezu na smyk:

##### Smyková výztuž:

Profil výztuže:  $\phi_w = 12$  mm  
 Vzdálenost řad třmínků:  $s = 300$  mm  
 Vzdálenost třmínků:  $s_w = 300$  mm  
 Počet třmínků:  $N = 3,33$  ks/řada  
 Sklon třmínků:  $\alpha = 90^\circ$   
 Plocha výztuže:  $A_{sw} = 377$  mm<sup>2</sup>/řada 1256,6

##### Součinitel výšky průřezu:

$k = 1 + (200/d)^{1/2} = 1 + (200/1129)^{1/2} = 1,42$   
 $k \leq 2$

##### Stupeň vyztužení tahovou výztuží:

$\rho_1 = A_{sl}/(b_w \cdot d) = 2534 / (1000 \cdot 1129) = 0,0022$   
 $\rho_1 \leq 0,02$

##### Vliv normálové síly:

$\rho_{cp} = N_{ed}/(b_w \cdot h) = -200,00 / (1000 \cdot 1200) = -0,17$  Mpa  
 $\rho_{cp} < 0,2 \cdot f_{cd} = 0,2 \cdot 18,00 = 3,60$  Mpa

##### Minimální smyková pevnost betonu:

$v_{min} = 0,035 \cdot k^{3/2} \cdot f_{ck}^{1/2} = 0,035 \cdot 1,42^{3/2} \cdot 30,00^{1/2} = 0,325$  MPa

##### Smyková únosnost průřezu bez smykové výztuže (EN 1992-2. 6.2.2):

$VR_{d,c} = [CR_{d,c} \cdot k \cdot (100 \cdot \rho_1 \cdot f_{ck})^{1/3} + k_1 \cdot \rho_{cp}] \cdot b_w \cdot d = [0,12 \cdot 1,42 \cdot (100 \cdot 0,0022 \cdot 30,00)^{1/3} + 0,15 \cdot -0,17] \cdot 1000 \cdot 1129 = 335,29$  kN  
 $VR_{d,min} = [v_{min} + k_1 \cdot \rho_{cp}] \cdot b_w \cdot d = [0,32 + 0,15 \cdot -0,17] \cdot 1000 \cdot 1129 = 338,35$  kN  
 $CR_{dc} = 0,18 / \gamma_c = 0,18 / 1,5 = 0,12$   
 $k_1 = 0,15$

##### Požadavek návrhu smykové výztuže:

$VR_{d,c} < |V_{Ed}|$   
 $338,35 < 850,00 \quad \text{Smyková výztuž je nutná.}$

**Třmínky: navrhnuť  $\Phi 12$  a  $300$  mm podélně.  $300$  mm příčně.**

Stupeň vyztužení smykovou výztuží:

$$\rho_w = A_{sw} / (s \cdot b_w \cdot \sin \alpha) = 377 / (300 \cdot 1000 \cdot \sin 90^\circ) = 0,0013$$

Omezení množství výztuže (EN 1992-1-1. 9.2.2):

$$\rho_{w,min} = (0,08 \cdot \sqrt{f_{ck}}) / f_{yk} = (0,08 \cdot \sqrt{30,00}) / 500,00 = 0,0009$$

$$\rho_w < \rho_{min} \quad \{ \quad 0,0013 > 0,0009 \quad \} \quad \text{Vyhovuje}$$

Omezení vzdálenosti výztuže (EN 1992-1-1. 8.2. 9.2.2):

$$s_{l,max} = 0,75 \cdot d \cdot (1 + \cot \alpha) = 0,75 \cdot 1129 \cdot (1 + \cot 90^\circ) = 847 \text{ mm}$$

$$s < s_{l,max} \quad \{ \quad 300 < 847 \quad \} \text{ mm} \quad \text{Vyhovuje}$$

$$s_{t,max} = 1,5 \cdot d = 1,5 \cdot 1129 = 1694 \text{ mm}$$

$$s_w < s_{t,max} \quad \{ \quad 300 < 1694 \quad \} \text{ mm} \quad \text{Vyhovuje}$$

Smyková únosnost průřezu se smykovou výztuží (EN 1992-2. 6.2.3):

$$VRd,s = \frac{A_{sw}}{s} \cdot z \cdot f_{ywd} \cdot \cot \theta = \frac{377}{300} \cdot 1101 \cdot 434,78 \cdot 1,5 = 902,46 \text{ kN}$$

$$Rd,max = \frac{\alpha_{cw} \cdot b_w \cdot z \cdot v_1 \cdot f_{cd}}{\cot \theta + \tan \theta} = \frac{1,00 \cdot 1,000 \cdot 1,101 \cdot 0,53 \cdot 18,00}{1,5 + 0,667} = 4830,25 \text{ kN}$$

$$\alpha_{cw} = 1 \quad (\text{nepředpjatá konstrukce (EN 1992-2. 6.2.3)})$$

$$v_1 = 0,6 \cdot [1 - f_{ck}/250] = 0,6 \cdot [1 - 30,00 / 250] = 0,528$$

$$\cot \theta = 1,50 \quad (\text{EN 1992-1-1. 6.2.3})$$

Posouzení průřezu:

$$VRd,s > |V_{Ed}|$$

$$902,46 > 850,00$$

$$\text{Využití průřezu: } 0,94$$

**Vyhovuje**

**Třmínky: navrženo  $\Phi 12$  a 300 mm podélně. 300 mm příčně.**

Smyková výztuž - ohyby:

$$\text{Profil výztuže:} \quad \alpha_w = 0 \text{ mm}$$

$$\text{Vzdálenost řad ohybů:} \quad s = 150 \text{ mm}$$

$$\text{Vzdálenost ohybů:} \quad s_w = 150 \text{ mm}$$

$$\text{Počet ohybů:} \quad N = 0,00 \text{ ks/řada}$$

$$\text{Sklon ohybů:} \quad \alpha = 45^\circ$$

$$\text{Plocha výztuže:} \quad A_{sw} = 0 \text{ mm}^2/\text{řada}$$

Stupeň vyztužení smykovou výztuží:

$$\rho_w = A_{sw} / (s \cdot b_w \cdot \sin \alpha) = 0 / (150 \cdot 1000 \cdot \sin 45^\circ) = 0,0000$$

Omezení množství výztuže (EN 1992-1-1. 9.2.2):

$$\Sigma \rho_w < \rho_{min} \quad \{ \quad 0,0013 > 0,0009 \quad \} \quad \text{Vyhovuje}$$

Smyková únosnost průřezu se smykovou výztuží (EN 1992-2. 6.2.3):

$$VRd,s = \frac{A_{sw}}{s} \cdot z \cdot f_{ywd} \cdot (\cot \theta + \cot \alpha) \cdot \sin \alpha = \frac{0}{150} \cdot 1101 \cdot 434,78 \cdot (1,5 + 1,0) \cdot 0,7 = 0,00 \text{ kN}$$

$$Rd,max = \frac{\alpha_{cw} \cdot b_w \cdot z \cdot v_1 \cdot f_{cd} \cdot (\cot \theta + \cot \alpha)}{1 + \cot^2 \theta} = \frac{1,00 \cdot 1,000 \cdot 1,101 \cdot 0,53 \cdot 18,00 \cdot (1,5 + 1)}{1,0 + 1,5^2} =$$

$$= 8050,4 \text{ kN}$$

Posouzení průřezu:

$$\Sigma VRd,s > |V_{Ed}|$$

$$902,46 > 850,00$$

$$\text{Využití průřezu: } 0,94$$

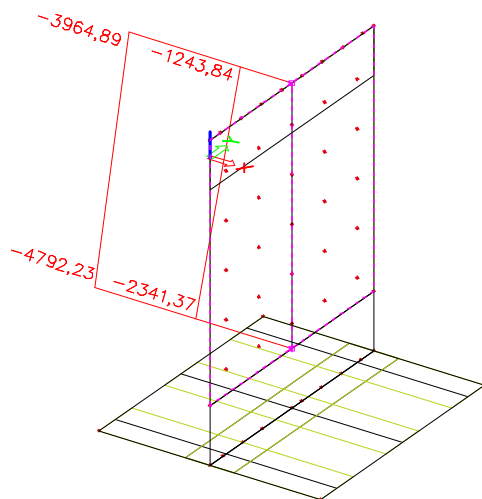
**Vyhovuje**

**Ohyby: nenavrženy.**

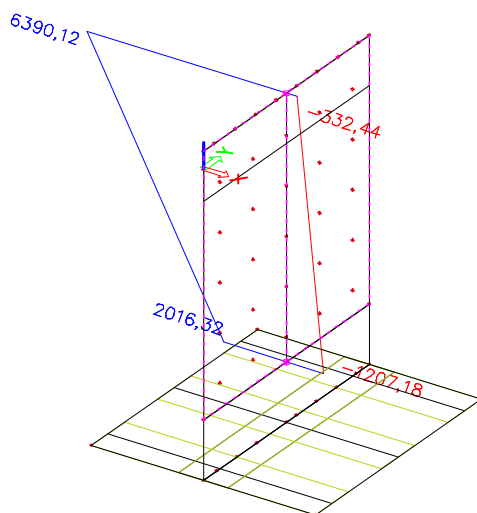
## 16. Opěra - základová spára

Vnitřní síly ze stěny na základ

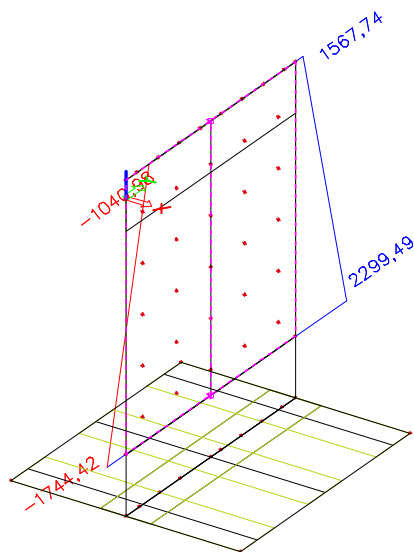
N



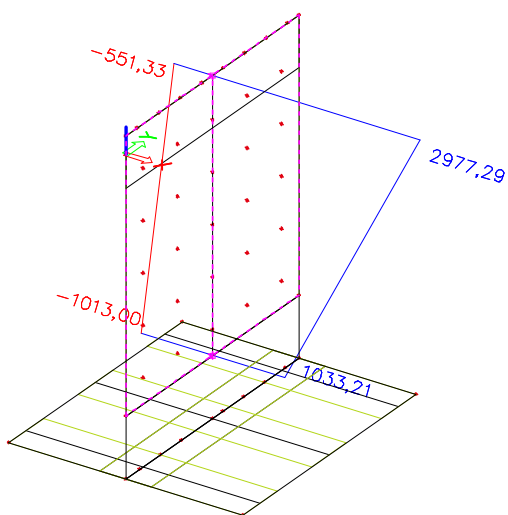
My



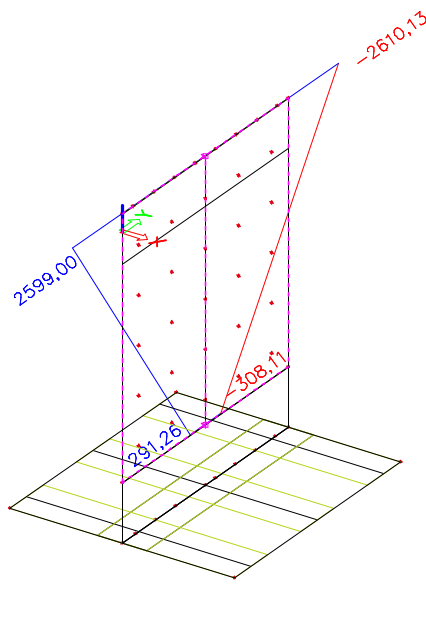
Mz



Vz



Vy



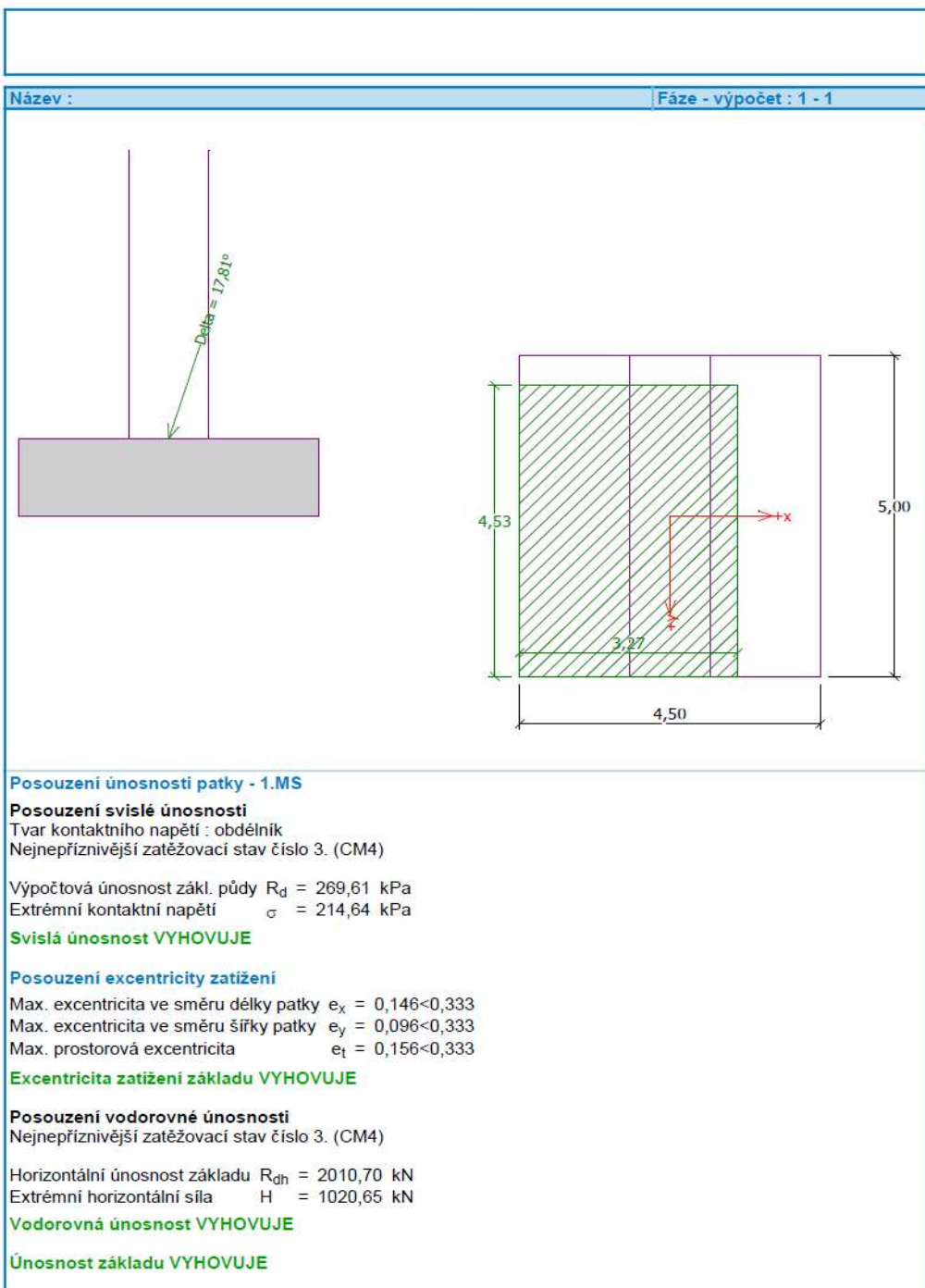
### Vnitřní síly na prutu

Lineární výpočet, Extrém : Ne, Systém : Hlavní, Žebro / integrační pás

Výběr : CM4

Kombinace : LM71MAX-Zaklad

Dílec	dx [m]	Stav	N [kN]	Vy [kN]	Vz [kN]	Mx [kNm]	My [kNm]	Mz [kNm]
CM4	0,000	LM71MAX-Zaklad/221	-4792,23	108,03	540,71	-40,32	-653,52	-274,48
CM4	0,000	LM71MAX-Zaklad/222	-2652,59	-308,11	-248,53	-66,79	821,68	1966,12
CM4	0,000	LM71MAX-Zaklad/223	-2502,84	-124,73	-1013,00	35,78	744,27	892,66
CM4	0,000	LM71MAX-Zaklad/224	-4716,39	24,16	370,20	-187,52	-504,73	192,19
CM4	0,000	LM71MAX-Zaklad/225	-3167,00	-148,06	133,11	77,16	-1207,18	1033,01
CM4	0,000	LM71MAX-Zaklad/226	-3174,14	284,29	307,54	109,85	-1006,92	-1744,42
CM4	0,000	LM71MAX-Zaklad/227	-2341,37	-147,89	-547,97	42,16	1319,36	1003,40
CM4	0,000	LM71MAX-Zaklad/228	-4376,46	291,26	124,75	62,47	365,86	-1352,37
CM4	0,000	LM71MAX-Zaklad/229	-4383,15	137,79	1033,21	-36,20	19,99	-485,41
CM4	0,000	LM71MAX-Zaklad/230	-2462,83	-28,12	-397,30	196,86	1071,97	362,87
CM4	0,000	LM71MAX-Zaklad/231	-3662,07	112,90	17,71	-58,15	2016,32	-383,18
CM4	0,000	LM71MAX-Zaklad/232	-4090,01	-288,25	-172,94	-100,51	1046,25	2299,49
CM4	5,350	LM71MAX-Zaklad/233	-3964,89	-2567,00	2614,29	-106,58	5745,78	1559,92
CM4	5,350	LM71MAX-Zaklad/222	-1919,42	-2610,13	323,69	-77,65	909,77	1098,47
CM4	5,350	LM71MAX-Zaklad/234	-1462,61	237,81	-551,33	-13,37	-268,96	-260,86
CM4	5,350	LM71MAX-Zaklad/235	-3714,47	-2046,87	1687,13	-170,83	4015,45	1026,93
CM4	5,350	LM71MAX-Zaklad/236	-1469,53	-235,61	-148,25	21,32	-332,44	265,83
CM4	5,350	LM71MAX-Zaklad/237	-1607,76	2509,89	1872,55	93,22	2809,58	-1040,98
CM4	5,350	LM71MAX-Zaklad/238	-1243,84	2531,50	79,17	92,75	224,54	-1036,98
CM4	5,350	LM71MAX-Zaklad/228	-3181,51	2599,00	1878,70	59,11	4337,10	-567,48
CM4	5,350	LM71MAX-Zaklad/239	-3415,94	-217,82	2977,29	6,37	6159,41	731,62
CM4	5,350	LM71MAX-Zaklad/240	-1504,53	2049,43	833,35	167,41	1516,81	-485,88
CM4	5,350	LM71MAX-Zaklad/241	-3484,23	256,89	2763,53	-29,85	6390,12	218,04
CM4	5,350	LM71MAX-Zaklad/242	-3435,98	-2519,98	227,34	-109,84	2067,87	1567,74





## Posouzení plošného základu

### Vstupní data

#### Nastavení

Standardní - EN 1997 - DA2

#### Materiály a normy

Betonové konstrukce : EN 1992-1-1 (EC2)

Součinitele EN 1992-1-1 : standardní

#### Sedání

Metoda výpočtu : ČSN 73 1001 (Výpočet pomocí edometrického modulu)

Omezení deformační zóny : procentem Sigma, Or

Koef. omezení deformační zóny : 10,0 [%]

#### Patky

Výpočet pro odvodněné podmínky : EC 7-1 (EN 1997-1:2003)

Posouzení tažené patky : standardní postup

Dovolená excentricita : 0,333

Metodika posouzení : výpočet podle EN 1997

Návrhový přístup : 2 - redukce zatížení a odporu

Součinitele redukce zatížení (F)			
Trvalá návrhová situace			
		Nepříznivé	Příznivé
Stálé zatížení :	$\gamma_G =$	1,35 [-]	1,00 [-]
Součinitele redukce odporu (R)			
Trvalá návrhová situace			
Součinitel redukce svislé únosnosti :		$\gamma_{Rvs} =$	1,40 [-]
Součinitel redukce vodorovné únosnosti :		$\gamma_{Rhs} =$	1,10 [-]

#### Základní parametry zemín

Číslo	Název	Vzorek	$\varphi_{ef}$ [°]	$c_{ef}$ [kPa]	$\gamma$ [kN/m <sup>3</sup> ]	$\gamma_{su}$ [kN/m <sup>3</sup> ]	$\delta$ [°]
1	Třída G3		33,00	10,00	19,00	10,00	
2	Třída F7, konzistence tuhá		18,00	10,00	21,00	11,00	

Pro výpočet tlaku v klidu jsou všechny zeminy zadány jako nesoudržné.

#### Parametry zemín

##### Třída G3

Objemová tíha :  $\gamma = 19,00$  kN/m<sup>3</sup>

Úhel vnitřního tření :  $\varphi_{ef} = 33,00$  °

Soudržnost zeminy :  $c_{ef} = 10,00$  kPa

Modul přetvárnosti :  $E_{def} = 70,00$  MPa

Poissonovo číslo :  $\nu = 0,30$

Obj.tíha sat.zeminy :  $\gamma_{sat} = 20,00$  kN/m<sup>3</sup>

##### Třída F7, konzistence tuhá

Objemová tíha :  $\gamma = 21,00$  kN/m<sup>3</sup>

Úhel vnitřního tření :  $\varphi_{ef} = 18,00$  °

Soudržnost zeminy :  $c_{ef} = 10,00$  kPa

Modul přetvárnosti :  $E_{def} = 7,00$  MPa



Poissonovo číslo :  $\nu = 0,40$   
 Obj.tíha sat.zeminy :  $\gamma_{\text{sat}} = 21,00 \text{ kN/m}^3$

#### Založení

**Typ základu: centrická patka**

Hloubka od původního terénu  $h_z = 1,20 \text{ m}$   
 Hloubka základové spáry  $d = 1,20 \text{ m}$   
 Tloušťka základu  $t = 1,20 \text{ m}$   
 Sklon upraveného terénu  $s_1 = 0,00^\circ$   
 Sklon základové spáry  $s_2 = 0,00^\circ$

Objemová tíha zeminy nad základem =  $1,00 \text{ kN/m}^3$

#### Geometrie konstrukce

**Typ základu: centrická patka**

Délka patky  $x = 4,50 \text{ m}$   
 Šířka patky  $y = 5,00 \text{ m}$   
 Šířka sloupu ve směru x  $c_x = 1,20 \text{ m}$   
 Šířka sloupu ve směru y  $c_y = 5,00 \text{ m}$   
 Objem patky =  $27,00 \text{ m}^3$

#### Materiál konstrukce

Objemová tíha  $\gamma = 25,00 \text{ kN/m}^3$   
 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  $f_{ctm} = 2,90 \text{ MPa}$   
 Modul pružnosti  $E_{cm} = 33000,00 \text{ MPa}$

**Ocel podélná : B500**

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

**Ocel příčná: B500**

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

#### Geologický profil a přiřazení zemín

Číslo	Vrstva [m]	Přiřazená zemina	Vzorek
1	4,50	Třída G3	
2	-	Třída F7, konzistence tuhá	

#### Zatížení

Číslo	Zatížení		Název	Typ	N [kN]	M <sub>x</sub> [kNm]	M <sub>y</sub> [kNm]	H <sub>x</sub> [kN]	H <sub>y</sub> [kN]
	nové	změna							
1	Ano		CM4	Návrhové	4792,23	-274,48	-653,52	540,71	108,03
2	Ano		CM4	Návrhové	2652,59	1966,12	821,68	-248,53	-308,11
3	Ano		CM4	Návrhové	2502,84	892,66	744,27	-1013,00	-124,73
4	Ano		CM4	Návrhové	4716,39	192,19	-504,73	370,20	24,16
5	Ano		CM4	Návrhové	3167,00	1033,01	-1207,18	133,11	-148,06
6	Ano		CM4	Návrhové	3174,14	-1744,42	-1006,92	307,54	284,29
7	Ano		CM4	Návrhové	2341,37	1003,40	1319,36	-547,97	-147,89
8	Ano		CM4	Návrhové	4376,46	-1352,37	365,86	124,75	291,26
9	Ano		CM4	Návrhové	4383,15	-485,41	19,99	1033,21	137,79

2

Číslo	Zatížení		Název	Typ	N [kN]	M <sub>x</sub> [kNm]	M <sub>y</sub> [kNm]	H <sub>x</sub> [kN]	H <sub>y</sub> [kN]
	nové	změna							
10	Ano		CM4	Návrhové	2462,83	362,87	1071,97	-397,30	-28,12
11	Ano		CM4	Návrhové	3662,07	-383,18	2016,32	17,71	112,90
12	Ano		CM4	Návrhové	4090,01	2299,49	1046,25	-172,94	-288,25

#### Hladina podzemní vody

Hladina podzemní vody je v hloubce 1,50 m od původního terénu.

#### Celkové nastavení výpočtu

Typ výpočtu : výpočet pro odvodněné podmínky

#### Nastavení výpočtu fáze

Návrhová situace : trvalá

#### Posouzení čís. 1

##### Posouzení zatěžovacích stavů

Název	VI. tíha příznivě	e <sub>x</sub> [m]	e <sub>y</sub> [m]	σ [kPa]	R <sub>d</sub> [kPa]	Využití [%]	Vyhovuje
CM4	Ano	0,24	0,03	274,67	448,19	61,28	Ano
CM4	Ne	0,23	0,03	285,01	452,20	63,03	Ano
CM4	Ano	-0,34	-0,48	215,20	445,64	48,29	Ano
CM4	Ne	-0,31	-0,45	224,29	452,05	49,62	Ano
CM4	Ano	-0,62	-0,23	214,64	269,61	79,61	Ano
CM4	Ne	-0,57	-0,22	223,13	285,53	78,15	Ano
CM4	Ano	0,18	-0,04	264,29	480,79	54,97	Ano
CM4	Ne	0,17	-0,04	274,70	483,66	56,80	Ano
CM4	Ano	0,36	-0,22	222,66	487,89	45,64	Ano
CM4	Ne	0,34	-0,21	232,49	491,53	47,30	Ano
CM4	Ano	0,36	0,36	238,11	446,47	53,33	Ano
CM4	Ne	0,34	0,34	247,55	452,10	54,75	Ano
CM4	Ano	-0,66	-0,27	212,43	358,49	59,26	Ano
CM4	Ne	-0,61	-0,25	220,46	371,00	59,42	Ano
CM4	Ano	-0,04	0,20	248,60	503,79	49,35	Ano
CM4	Ne	-0,04	0,19	259,01	505,88	51,20	Ano
CM4	Ano	0,24	0,06	258,33	366,53	70,48	Ano
CM4	Ne	0,23	0,06	268,65	373,71	71,89	Ano
CM4	Ano	-0,49	-0,10	186,47	412,00	45,26	Ano
CM4	Ne	-0,46	-0,10	196,04	420,97	46,57	Ano
CM4	Ano	-0,46	0,06	247,96	494,50	50,14	Ano
CM4	Ne	-0,44	0,05	257,73	497,56	51,80	Ano
CM4	Ano	-0,26	-0,41	286,87	486,52	58,96	Ano
CM4	Ne	-0,25	-0,39	296,47	489,46	60,57	Ano

Výpočet proveden s automatickým výběrem nejnepríznivějších zatěžovacích stavů.

Spočtená vlastní tíha patky G = 675,00 kN

Spočtená tíha nadloží Z = 0,00 kN

#### Posouzení svislé únosnosti

Tvar kontaktního napětí : obdélník

Nejnepríznivější zatěžovací stav číslo 3. (CM4)



Parametry smykové plochy pod základem:

Hloubka smykové plochy  $z_{sp} = 6,03 \text{ m}$

Dosah smykové plochy  $l_{sp} = 16,83 \text{ m}$

Výpočtová únosnost zákl. půdy  $R_d = 269,61 \text{ kPa}$

Extrémní kontaktní napětí  $\sigma = 214,64 \text{ kPa}$

**Svislá únosnost VYHOVUJE**

**Posouzení excentricity zatížení**

Max. excentricita ve směru délky patky  $e_x = 0,146 < 0,333$

Max. excentricita ve směru šířky patky  $e_y = 0,096 < 0,333$

Max. prostorová excentricita  $e_t = 0,156 < 0,333$

**Excentricita zatížení základu VYHOVUJE**

**Posouzení vodorovné únosnosti**

Nejnepříznivější zatěžovací stav číslo 3. (CM4)

Zemní odpor: není uvažován

Horizontální únosnost základu  $R_{dh} = 2010,70 \text{ kN}$

Extrémní horizontální síla  $H = 1020,65 \text{ kN}$

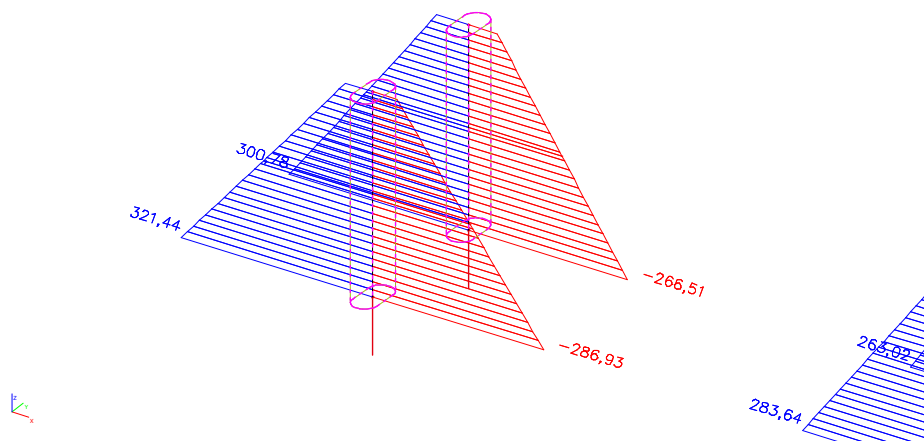
**Vodorovná únosnost VYHOVUJE**

**Únosnost základu VYHOVUJE**

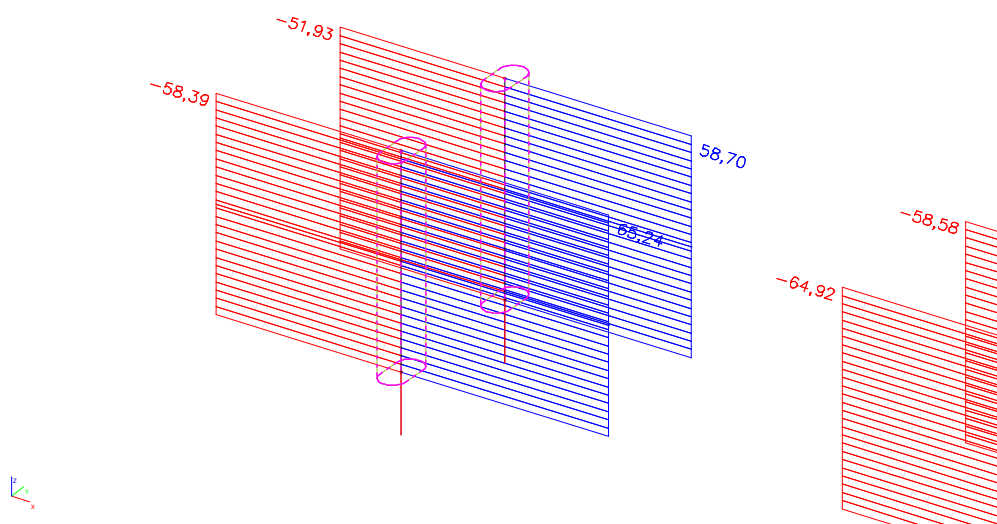
## 17. Pilíře

### 17.1. Vnitřní síly -Kombinace 6.10b (s 1,21\*LM71)

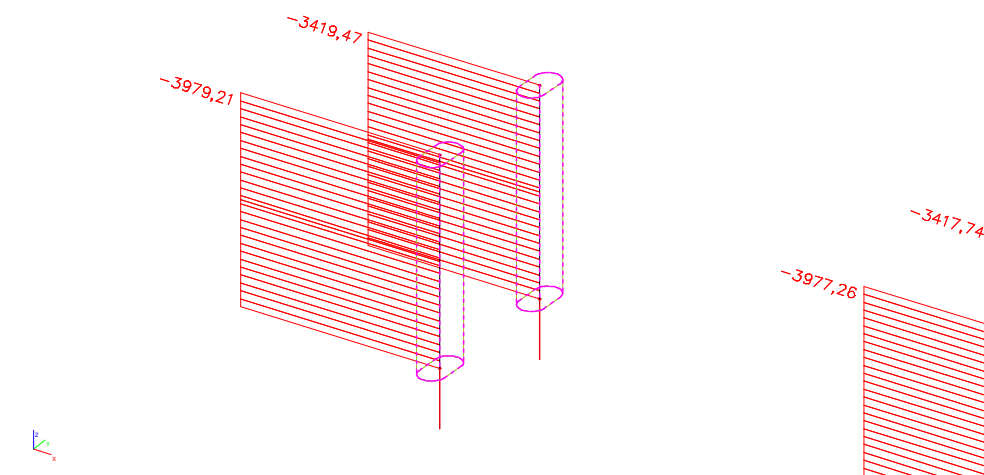
My



Vz



N





### Vnitřní síly na prutu

Lineární výpočet, Extrém : Dílec, Systém : Hlavní, Žebro / integrační pás

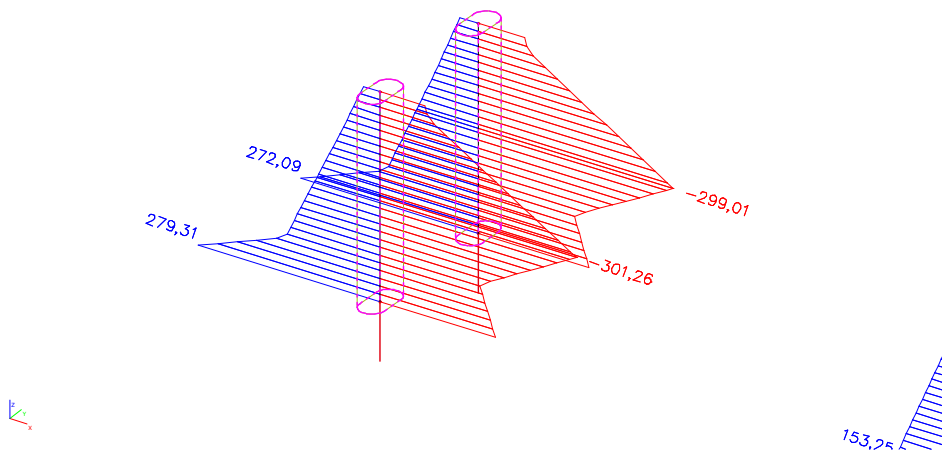
Výběr : Vše

Kombinace : LM71MAX

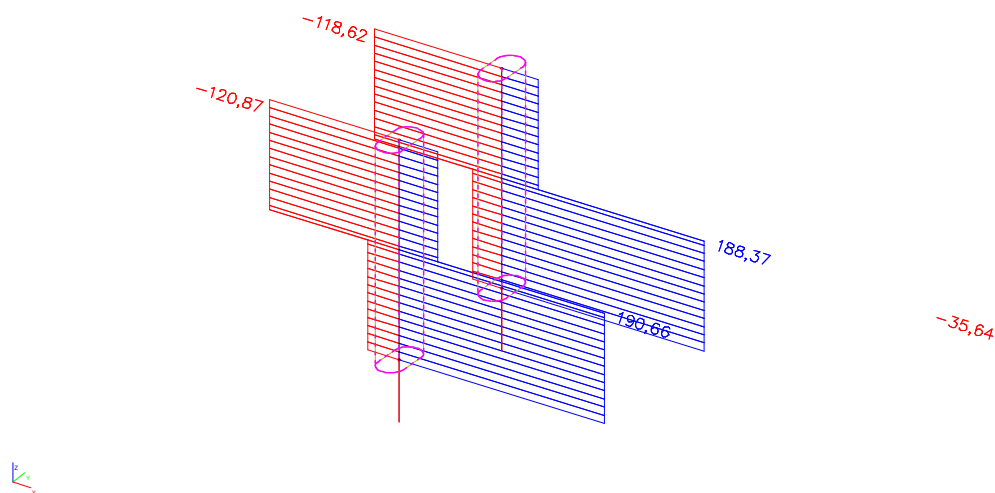
Dílec	css	dx [m]	Stav	N [kN]	Vy [kN]	Vz [kN]	Mx [kNm]	My [kNm]	Mz [kNm]
B141	CS22 - Ovál	0,000	LM71MAX/1	-3979,21	-67,88	43,24	0,41	31,63	3,94
B141	CS22 - Ovál	0,000	LM71MAX/2	-1189,04	61,61	-41,81	-0,69	-28,25	4,44
B141	CS22 - Ovál	0,000	LM71MAX/3	-2431,43	-96,20	36,97	0,48	19,56	-0,47
B141	CS22 - Ovál	0,000	LM71MAX/4	-2893,78	90,09	-26,68	-0,66	-12,68	8,93
B141	CS22 - Ovál	0,000	LM71MAX/5	-2101,00	-47,35	-58,39	-1,07	-38,77	-0,28
B141	CS22 - Ovál	0,000	LM71MAX/6	-2898,23	36,38	65,24	1,05	44,18	7,82
B141	CS22 - Ovál	0,000	LM71MAX/7	-2656,43	59,74	-50,45	-1,29	-35,86	6,89
B141	CS22 - Ovál	0,000	LM71MAX/8	-2959,68	-59,82	62,11	1,16	44,86	2,35
B141	CS22 - Ovál	4,250	LM71MAX/5	-2101,00	-47,35	-58,39	-1,07	-286,93	-201,51
B141	CS22 - Ovál	4,250	LM71MAX/6	-2898,23	36,38	65,24	1,05	321,44	162,42
B141	CS22 - Ovál	4,250	LM71MAX/3	-2431,43	-96,20	36,97	0,48	176,67	-409,32
B141	CS22 - Ovál	4,250	LM71MAX/4	-2893,78	90,09	-26,68	-0,66	-126,09	391,79
B145	CS22 - Ovál	0,000	LM71MAX/9	-3419,47	113,37	41,51	-0,39	35,03	-1,68
B145	CS22 - Ovál	0,000	LM71MAX/10	-1185,83	-79,70	-37,34	0,63	-33,50	-5,19
B145	CS22 - Ovál	0,000	LM71MAX/11	-1243,40	-84,27	-40,51	0,59	-27,16	-5,52
B145	CS22 - Ovál	0,000	LM71MAX/12	-3360,20	118,45	44,18	-0,29	27,98	-1,47
B145	CS22 - Ovál	0,000	LM71MAX/13	-1742,90	39,62	-51,93	1,03	-45,81	0,18
B145	CS22 - Ovál	0,000	LM71MAX/14	-2746,59	-13,44	58,70	-1,02	51,30	-6,98
B145	CS22 - Ovál	0,000	LM71MAX/15	-2380,14	-5,97	56,97	-1,19	50,73	-5,63
B145	CS22 - Ovál	0,000	LM71MAX/16	-2559,96	48,91	-45,63	1,33	-41,33	-1,48
B145	CS22 - Ovál	4,250	LM71MAX/13	-1742,90	39,62	-51,93	1,03	-266,51	168,58
B145	CS22 - Ovál	4,250	LM71MAX/14	-2746,59	-13,44	58,70	-1,02	300,78	-64,11
B145	CS22 - Ovál	4,250	LM71MAX/11	-1243,40	-84,27	-40,51	0,59	-199,34	-363,68
B145	CS22 - Ovál	4,250	LM71MAX/12	-3360,20	118,45	44,18	-0,29	215,75	501,96
B146	CS22 - Ovál	0,000	LM71MAX/17	-3977,25	-67,65	-43,46	-0,59	-31,88	3,83
B146	CS22 - Ovál	0,000	LM71MAX/18	-1190,65	61,61	40,57	0,67	27,21	4,44
B146	CS22 - Ovál	0,000	LM71MAX/19	-2281,47	-95,83	-28,17	-0,36	-16,51	-0,67
B146	CS22 - Ovál	0,000	LM71MAX/20	-2863,64	90,11	26,90	0,55	12,44	8,90
B146	CS22 - Ovál	0,000	LM71MAX/21	-2922,80	37,01	-64,92	-1,02	-44,19	7,90
B146	CS22 - Ovál	0,000	LM71MAX/22	-2057,36	-48,09	57,76	1,04	38,16	-0,39
B146	CS22 - Ovál	0,000	LM71MAX/23	-3028,81	-58,50	-61,94	-1,31	-44,87	2,62
B146	CS22 - Ovál	0,000	LM71MAX/24	-2620,82	59,17	50,09	1,31	35,33	6,80
B146	CS22 - Ovál	4,250	LM71MAX/21	-2922,80	37,01	-64,92	-1,02	-320,08	165,21
B146	CS22 - Ovál	4,250	LM71MAX/22	-2057,36	-48,09	57,76	1,04	283,64	-204,76
B146	CS22 - Ovál	4,250	LM71MAX/19	-2281,47	-95,83	-28,17	-0,36	-136,23	-407,94
B146	CS22 - Ovál	4,250	LM71MAX/20	-2863,64	90,11	26,90	0,55	126,78	391,86
B150	CS22 - Ovál	0,000	LM71MAX/25	-3417,74	113,82	-41,26	0,51	-34,40	-1,68
B150	CS22 - Ovál	0,000	LM71MAX/26	-1188,39	-79,69	36,00	-0,61	32,48	-5,19
B150	CS22 - Ovál	0,000	LM71MAX/27	-1268,89	-84,20	39,71	-0,60	27,18	-5,60
B150	CS22 - Ovál	0,000	LM71MAX/28	-3330,57	118,42	-44,54	0,27	-28,24	-1,22
B150	CS22 - Ovál	0,000	LM71MAX/29	-2753,22	-12,95	-58,58	0,99	-50,92	-6,96
B150	CS22 - Ovál	0,000	LM71MAX/30	-1723,46	38,83	51,17	-1,01	45,23	0,19
B150	CS22 - Ovál	0,000	LM71MAX/31	-2534,45	48,06	45,02	-1,35	41,08	-1,46
B150	CS22 - Ovál	0,000	LM71MAX/32	-2431,46	-3,52	-56,94	1,35	-50,56	-5,71
B150	CS22 - Ovál	4,250	LM71MAX/33	-2573,91	-17,96	-58,50	1,10	-300,24	-83,12
B150	CS22 - Ovál	4,250	LM71MAX/34	-1902,78	43,84	51,08	-1,12	263,02	186,34
B150	CS22 - Ovál	4,250	LM71MAX/27	-1268,89	-84,20	39,71	-0,60	195,97	-363,44
B150	CS22 - Ovál	4,250	LM71MAX/28	-3330,57	118,42	-44,54	0,27	-217,55	502,06

### Vnitřní síly -Kombinace 6.11 - náraz vozidla pod mostem

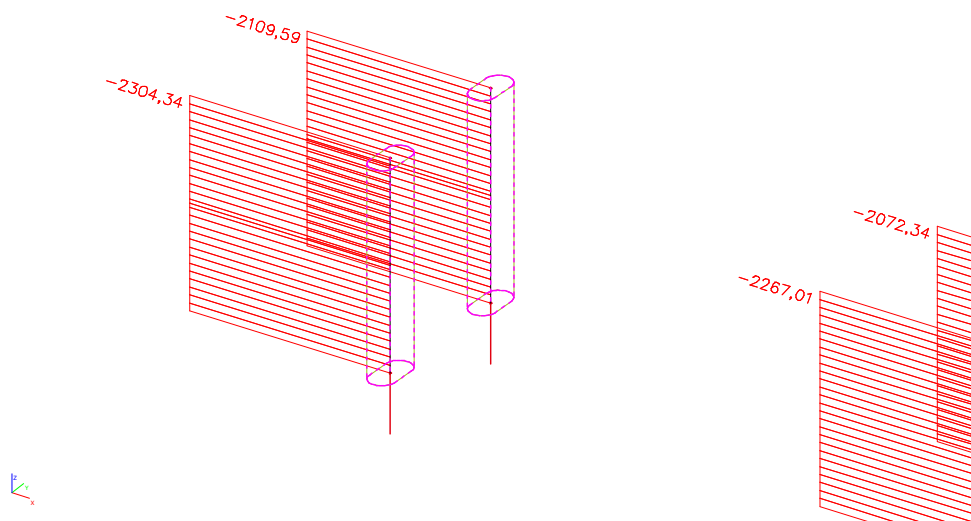
My



Vz



N



### Vnitřní síly na prutu

Lineární výpočet, Extrém : Dílec, Systém : Hlavní, Žebro / integrační pás

Výběr : Vše

Kombinace : NARAZ

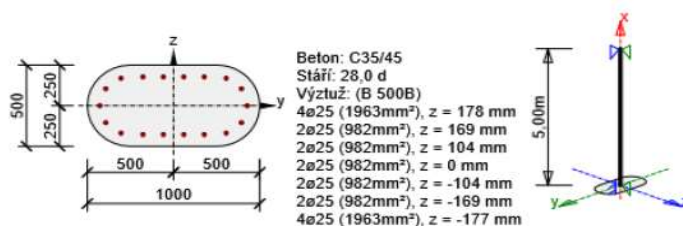
Dílec	css	dx [m]	Stav	N [kN]	Vy [kN]	Vz [kN]	Mx [kNm]	My [kNm]	Mz [kNm]
B141	CS22 - Ovál	0,000	NARAZ/35	-2304,34	-196,00	22,46	0,24	18,50	-0,98
B141	CS22 - Ovál	0,000	NARAZ/36	-1241,08	188,13	-19,11	-0,36	-15,04	6,16
B141	CS22 - Ovál	2,125	NARAZ/37	-1671,35	-348,05	23,65	0,23	60,70	328,97
B141	CS22 - Ovál	2,125	NARAZ/38	-1928,67	340,23	-17,21	-0,32	-42,34	-340,38
B141	CS22 - Ovál	0,000	NARAZ/39	-1521,50	-0,50	-120,87	-1,12	-44,42	1,73
B141	CS22 - Ovál	2,125	NARAZ/40	-1987,09	-9,47	190,66	-0,07	-125,83	-16,92
B141	CS22 - Ovál	0,000	NARAZ/41	-1826,95	4,39	-23,31	-1,27	-66,60	2,56
B141	CS22 - Ovál	0,000	NARAZ/42	-1930,64	-189,15	31,54	0,54	25,57	-1,35
B141	CS22 - Ovál	2,125	NARAZ/39	-1521,50	-0,50	-120,87	-1,12	-301,26	0,66
B141	CS22 - Ovál	4,250	NARAZ/40	-1987,09	-9,47	190,66	-0,07	279,31	-37,04
B141	CS22 - Ovál	2,125	NARAZ/43	-1762,24	-206,48	21,05	0,25	58,14	-441,31
B141	CS22 - Ovál	2,125	NARAZ/44	-1837,78	198,66	-14,61	-0,34	-39,78	429,90
B145	CS22 - Ovál	0,000	NARAZ/45	-2109,59	211,64	21,87	-0,24	19,69	1,80
B145	CS22 - Ovál	0,000	NARAZ/46	-1240,03	-194,23	-17,56	0,34	-16,87	-6,45
B145	CS22 - Ovál	2,125	NARAZ/47	-1354,56	-337,94	-22,03	0,31	-57,61	346,40
B145	CS22 - Ovál	2,125	NARAZ/48	-1994,46	355,52	26,17	-0,18	68,98	-313,74
B145	CS22 - Ovál	0,000	NARAZ/49	-1397,01	-2,45	-118,62	1,10	-46,86	-1,73
B145	CS22 - Ovál	2,125	NARAZ/50	-1934,28	17,71	188,37	0,10	-128,20	34,70
B145	CS22 - Ovál	0,000	NARAZ/51	-1837,29	193,22	29,29	-0,56	28,15	1,55
B145	CS22 - Ovál	0,000	NARAZ/52	-1685,17	6,45	-21,17	1,28	-69,04	-2,02
B145	CS22 - Ovál	2,125	NARAZ/53	-1463,51	-0,60	-118,56	1,14	-299,01	-3,07
B145	CS22 - Ovál	4,250	NARAZ/50	-1934,28	17,71	188,37	0,10	272,09	72,34
B145	CS22 - Ovál	2,125	NARAZ/54	-1263,67	-196,37	-19,43	0,32	-55,06	-423,88
B145	CS22 - Ovál	2,125	NARAZ/55	-2085,36	213,95	23,56	-0,20	66,42	456,55
B146	CS22 - Ovál	0,000	NARAZ/56	-2267,01	-40,41	-21,45	-0,31	-19,89	2,11
B146	CS22 - Ovál	0,000	NARAZ/57	-1275,61	9,19	22,88	0,38	15,19	1,85
B146	CS22 - Ovál	0,000	NARAZ/58	-1673,43	-50,84	-16,90	-0,22	-13,65	0,52
B146	CS22 - Ovál	0,000	NARAZ/59	-1864,43	43,15	13,40	0,30	9,79	4,61
B146	CS22 - Ovál	0,000	NARAZ/60	-1977,32	14,68	-35,64	-0,49	-21,63	4,39
B146	CS22 - Ovál	0,000	NARAZ/61	-1484,80	-0,25	30,87	0,57	22,08	1,68
B146	CS22 - Ovál	0,000	NARAZ/62	-1917,88	-33,16	-30,33	-0,60	-26,83	1,87
B146	CS22 - Ovál	0,000	NARAZ/63	-1797,68	3,76	28,37	0,65	20,87	2,47
B146	CS22 - Ovál	4,250	NARAZ/60	-1977,32	14,68	-35,64	-0,49	-173,11	66,79
B146	CS22 - Ovál	4,250	NARAZ/61	-1484,80	-0,25	30,87	0,57	153,25	0,60
B146	CS22 - Ovál	4,250	NARAZ/58	-1673,43	-50,84	-16,90	-0,22	-85,46	-215,54
B146	CS22 - Ovál	4,250	NARAZ/59	-1864,43	43,15	13,40	0,30	66,74	188,02
B150	CS22 - Ovál	0,000	NARAZ/64	-2072,34	56,28	-20,69	0,28	-20,77	-1,33
B150	CS22 - Ovál	0,000	NARAZ/65	-1274,88	-15,29	21,30	-0,36	17,02	-2,15
B150	CS22 - Ovál	0,000	NARAZ/66	-1309,67	-40,83	17,86	-0,33	14,93	-3,50
B150	CS22 - Ovál	0,000	NARAZ/67	-2038,40	58,43	-22,60	0,20	-17,74	-1,14
B150	CS22 - Ovál	0,000	NARAZ/68	-1918,27	-6,04	-33,43	0,46	-23,97	-4,10
B150	CS22 - Ovál	0,000	NARAZ/69	-1368,72	-3,24	28,57	-0,55	24,53	-1,71
B150	CS22 - Ovál	0,000	NARAZ/70	-1659,41	6,58	26,15	-0,67	23,41	-1,95
B150	CS22 - Ovál	0,000	NARAZ/71	-1818,33	38,54	-28,13	0,62	-29,35	-1,60
B150	CS22 - Ovál	4,250	NARAZ/72	-1855,90	-7,79	-33,41	0,50	-166,18	-37,13
B150	CS22 - Ovál	4,250	NARAZ/73	-1431,09	-1,50	28,54	-0,59	146,05	-8,13
B150	CS22 - Ovál	4,250	NARAZ/66	-1309,67	-40,83	17,86	-0,33	90,83	-177,02
B150	CS22 - Ovál	4,250	NARAZ/67	-2038,40	58,43	-22,60	0,20	-113,78	247,17



### 3 Posouzení řezů

#### 3.1 Řez S 1

Dimenzační dílec	M 1
Vyztužený průřez	R 1



#### 3.1.1 Stručné shrnutí výsledků extrémů v řezu

Název extrému	Čas [d]	Hodnota [%]	Status posudku
S 1 - E 1	28,0	66,9	✓
S 1 - E 2	28,0	50,5	✓

#### 3.1.2 Extrém S 1 - E 1

### 3.1.2.1 Souhrn

Rozhodující typ posudku	$N_{Ed}$ [kN]	$M_{Ed,y}$ [kNm]	$M_{Ed,z}$ [kNm]	$V_{Ed}$ [kN]	$T_{Ed}$ [kNm]	Hodnota [%]	Posudek
Únosnost N-M-M	-4000,0	497,2	526,8			66,9	OK
Typ posudku	$N_{Ed}$ [kN]	$M_{Ed,y}$ [kNm]	$M_{Ed,z}$ [kNm]	$V_{Ed}$ [kN]	$T_{Ed}$ [kNm]	Hodnota [%]	Posudek
Únosnost N-M-M	-4000,0	497,2	526,8			66,9	OK
Smyk	-4000,0			158,1	0,0	34,9	OK
Kroucení					0,0	0,0	OK
Interakce	-4000,0	497,2	526,8	158,1	0,0	57,0	OK
Únava	0,0	0,0	0,0			0,0	OK
Omezení napětí	0,0	0,0	0,0			0,0	OK
Šířka trhliny	0,0	0,0	0,0			0,0	OK
Osa				$I_0$ [m]	$\lambda$ [-]	$\lambda_{lim}$ [-]	
Štíhlost $y^\perp$				5,00	36,73	25,00	
Štíhlost $z^\perp$				3,50	13,29	25,00	

Mezní hodnota využití průřezu: 100,0 %

### 3.1.3 Extrém S 1 - E 2

#### 3.1.3.1 Souhrn

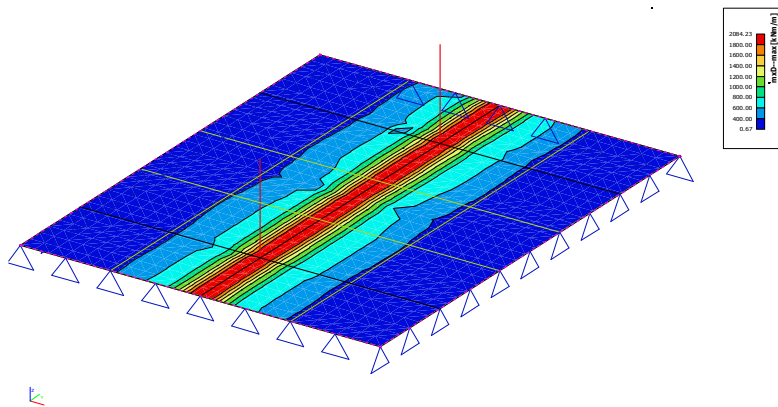
Rozhodující typ posudku	$N_{Ed}$ [kN]	$M_{Ed,y}$ [kNm]	$M_{Ed,z}$ [kNm]	$V_{Ed}$ [kN]	$T_{Ed}$ [kNm]	Hodnota [%]	Posudek
Únosnost N-M-M	-1500,0	375,7	510,1			50,5	OK
Typ posudku	$N_{Ed}$ [kN]	$M_{Ed,y}$ [kNm]	$M_{Ed,z}$ [kNm]	$V_{Ed}$ [kN]	$T_{Ed}$ [kNm]	Hodnota [%]	Posudek
Únosnost N-M-M	-1500,0	375,7	510,1			50,5	OK
Smyk	-1500,0			158,1	0,0	38,0	OK
Kroucení					0,0	0,0	OK
Interakce	-1500,0	375,7	510,1	158,1	0,0	48,8	OK
Únava	0,0	0,0	0,0			0,0	OK
Omezení napětí	0,0	0,0	0,0			0,0	OK
Šířka trhliny	0,0	0,0	0,0			0,0	OK
Osa				$I_0$ [m]	$\lambda$ [-]	$\lambda_{lim}$ [-]	
Štíhlost $y^\perp$				5,00	36,73	35,43	
Štíhlost $z^\perp$				3,50	13,29	35,43	

Mezní hodnota využití průřezu: 100,0 %

## 18. Pilíř - základ

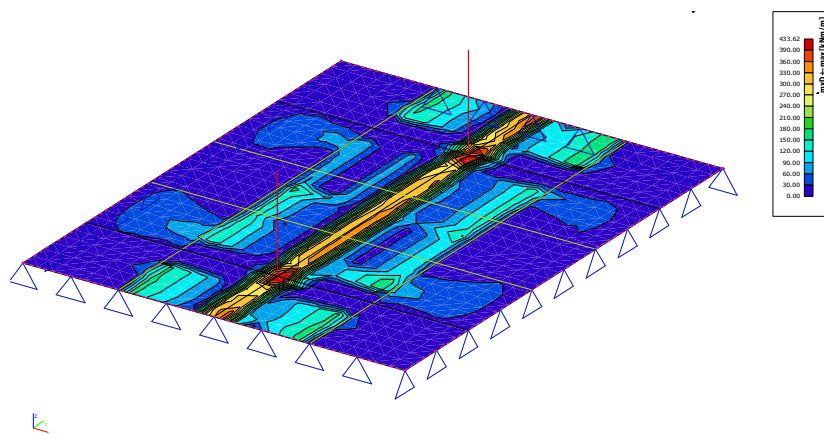
### 18.1. Vnitřní síly

Mx- Příčná spodní



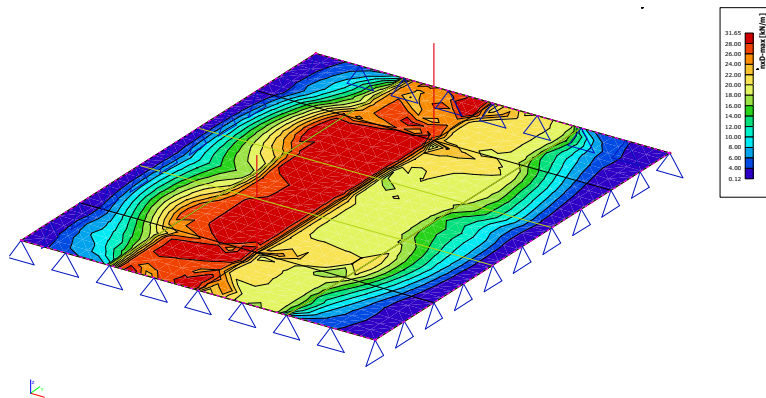
$M_{x\max} = 2100 \text{ kNm/m}$

Mx+ -Příčná horní

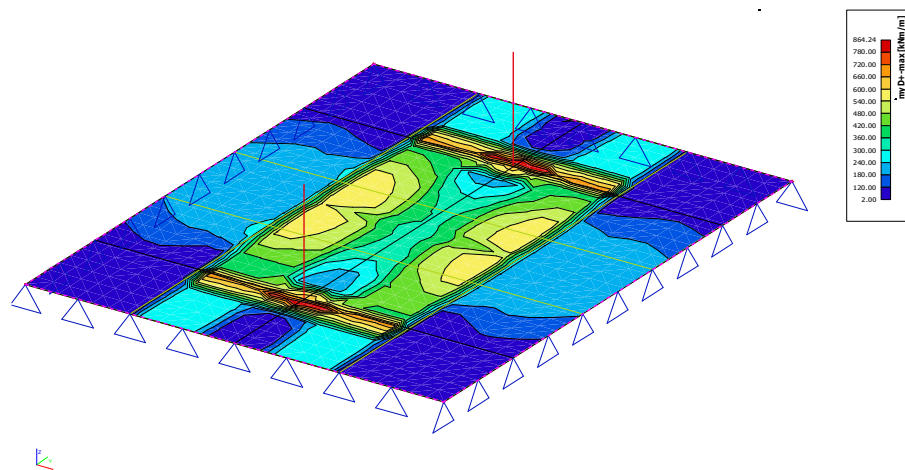


$M_x = 440 \text{ kNm/m}$

Nx

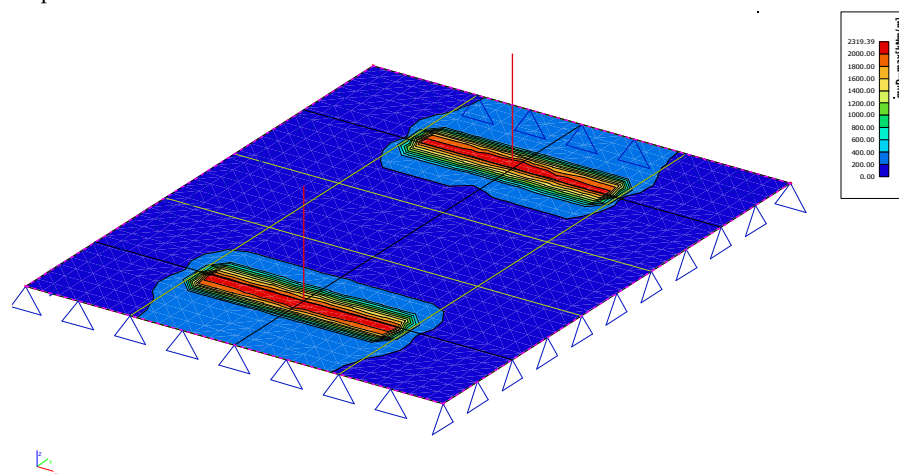


My+ Podélná horní



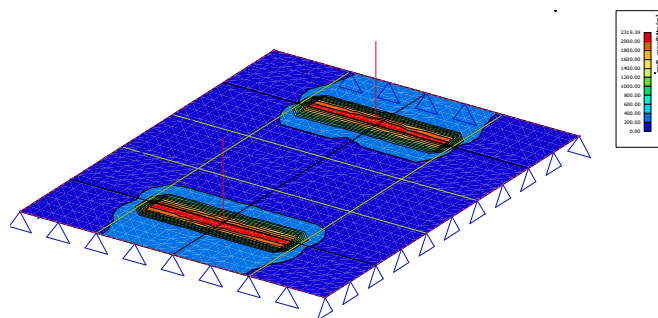
Mymax = 870Nm/m -špičky znedbány

My- Podélná spodní

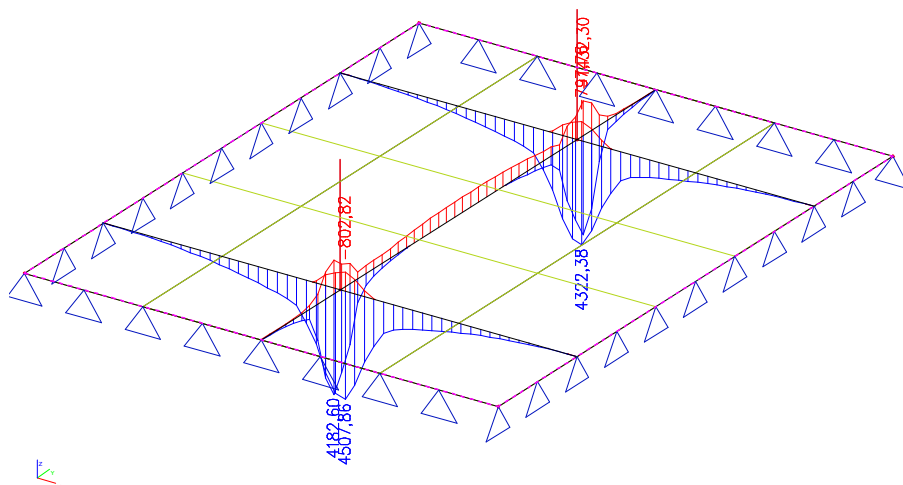


Mymax = 2320 kNm/m

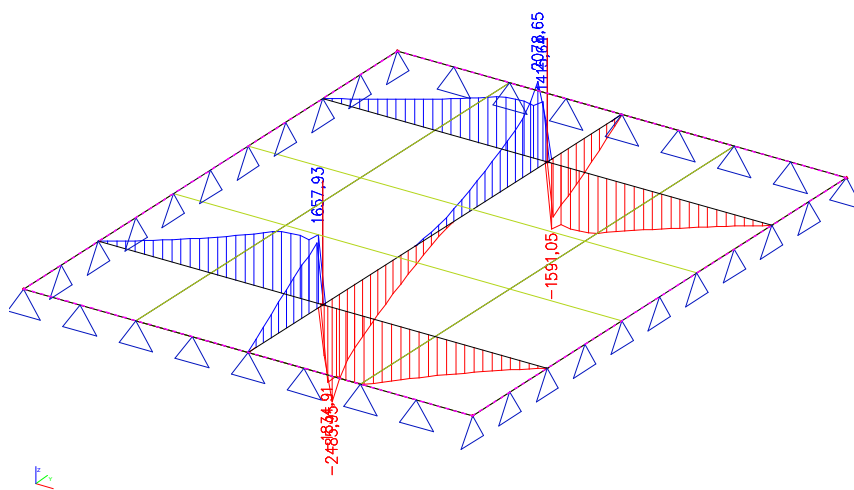
N



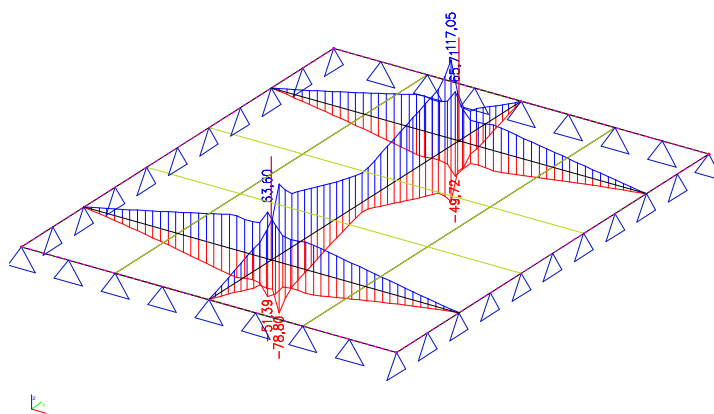
My (integrační pás)



Vz (integrační pás)



N (integrační pás)



## 18.2. Materiálové charakteristiky

### Beton

Třída betonu:	C30/37	Dílčí součinitel betonu:	$\gamma_C = 1,5$
Pevnost v tlaku:	$f_{ck} = 30,00$ MPa	Vliv dlouhodob. účinků:	$\alpha_{cc} = 0,9$
Pevnost v tahu:	$f_{ctk0.05} = 2,00$ MPa	Mezní stlačení betonu:	$e_{cu3} = 3,5$ ‰
Prům. pevnost v tahu:	$f_{cm} = 38,00$ MPa	Rozměr zrna kameniva:	$d_g = 16$ mm
Modul pružnosti:	$E_{cm} = 33,00$ GPa		

Návrhová pevnost (EN 1992-1-1. 3.1.6):

$$f_{cd} = \alpha_{cc} \cdot f_{ck} / \gamma_C = 0,9 \cdot 30,00 / 1,5 = 18,00 \text{ MPa}$$

$$f_{ct} = \alpha_{cc} \cdot f_{ctk} / \gamma_C = 1 \cdot 2,00 / 1,5 = 1,33 \text{ MPa}$$

### Výztuž

Třída oceli:	B500B	Dílčí součinitel oceli:	$\gamma_S = 1,15$
Mez kluzu:	$f_{yk} = 500,00$ MPa	Modul pružnosti oceli:	$E_s = 200$ GPa

$$\epsilon_{yd} = f_{yk} / E_s = 500,00 / 200 = 2,50$$

$$\xi_{bal.1} = \frac{e_{cu3}}{e_{cu3} + \epsilon_{yd}} = \frac{3,50}{3,50 + 2,50} = 0,583$$

Návrhová pevnost (EN 1992-1-1. 3.1.6):

$$f_{yd} = f_{yk} / \gamma_S = 500,00 / 1,15 = 434,78 \text{ MPa}$$

### 18.3. MS únosnosti

#### Průřez - základ podélný směr max - 1200 mm

Návrhové vnitřní síly:

$$N_{ed} = 100,00 \text{ kN} \quad V_{ed} = 2500,00 \text{ kN} \quad M_{ed} = 4500,00 \text{ kNm}$$

Průřezové charakteristiky:

$$\begin{aligned} \text{Šířka průřezu:} & \quad b_w = 2000 \text{ mm} \\ \text{Výška průřezu:} & \quad h = 1200 \text{ mm} \\ \text{Krytí výztuže:} & \quad c = 60 \text{ mm} \end{aligned}$$

#### Posouzení průřezu na ohyb:

Nosná výztuž:

$$\begin{aligned} \text{Profil výztuže:} & \quad \phi_1 = 28 \text{ mm} \quad \phi_2 = 25 \text{ mm} \\ \text{Vzdálenost vložek:} & \quad s_2 = 150 \text{ mm} \quad s_2 = 300 \text{ mm} \\ \text{Počet vložek:} & \quad N = 13,33 \text{ ks/m} \quad N = 6,667 \text{ ks/m} \\ \text{Plocha výztuže:} & \quad A_{s1} = 8210 \text{ mm}^2/\text{m}' \quad A_{s1} = 3272 \text{ mm}^2/\text{m}' \quad \Sigma A_{s1} = 11483 \text{ mm}^2/\text{m}' \\ \text{Plocha výztuže k přenesení } N_d/2 : & \quad 50,00 \quad / \quad 0,435 \quad = \quad 115 \text{ mm}^2/\text{m}' \\ \text{Plocha výztuže redukována o } N_d : & \quad 11368 \text{ mm}^2/\text{m}' \end{aligned}$$

Účinná výška:

$$d = h - c - \phi/2 = 1200 - 60 - 28/2 = 1126 \text{ mm}$$

Omezení množství výztuže (EN 1992-1-1. 9.2.1.1):

$$A_{smin} = 0.26 \cdot f_{ctm} \cdot b_t \cdot d / f_{yk} = 0,26 \cdot 2,00 \cdot 2000 \cdot 1126 / 500,00 = 2342 \text{ mm}^2$$

$$A_{smin} = 0.0013 \cdot b_t \cdot d = 0,0013 \cdot 2000 \cdot 1126 = 2928 \text{ mm}^2$$

$$A_{s1} > A_{smin} \quad \{ \quad 8210 > 2928 \quad \} \text{ mm}^2 \quad \text{Vyhovuje}$$

$$A_{smax} = 0.04 \cdot A_c = 0,04 \cdot 2000 \cdot 1200 = 96000 \text{ mm}^2$$

$$A_{s1} < A_{smax} \quad \{ \quad 8210 < 96000 \quad \} \text{ mm}^2 \quad \text{Vyhovuje}$$

Omezení vzdálenosti výztuže (EN 1992-1-1. 9.3.1.1):

$$s_{max,slabs} = \min \{ 2 \cdot h; 250 \text{ mm} \} = \min \{ 2 \cdot 1200 = 2400 ; 250 \} \text{ mm}$$

$$s < s_{max} \quad \{ \quad 150 < 250 \quad \} \text{ mm} \quad \text{Vyhovuje}$$

Tlačená oblast:

$$x = \frac{A_{s1} \cdot f_{yd}}{0.8 \cdot b \cdot f_{cd}} = \frac{11368 \cdot 434,78}{0.8 \cdot 2000 \cdot 18,00} = 172 \text{ mm}$$

Tahové porušení průřezu:

$$\xi = x/d = 172 / 1126 = 0,152$$

$$\xi < \xi_{bal.1} \quad \{ \quad 0,152 < 0,617 \quad \} \quad \text{Vyhovuje}$$

Únosnost průřezu:

$$M_{Rd} = A_{s1} \cdot f_{yd} \cdot z = 11368 \cdot 434,78 \cdot 1057 = 5225,87 \text{ kNm}$$

Rameno vnitřních sil:

$$z = d - 0.4 \cdot x = 1126 - 0.4 \cdot 172 = 1057 \text{ mm}$$

Posouzení průřezu:

$$\frac{M_{Rd}}{5225,87} > \frac{|M_{ed}|}{4500,00}$$

Využití průřezu: 0,86

Vyhovuje

Nosná výztuž: navrhnuť  $\Phi 28 \text{ a } 150 + \Phi 25 \text{ a } 300 \text{ mm}$ .

**Rozdělovací výztuž:**

Profil výztuže:  $\phi_r = 20$  mm  
 Vzdálenost vložek:  $s_r = 150$  mm  
 Počet vložek:  $N = 13,33$  ks/m'  
 Plocha výztuže:  $A_{sr} = 4189$  mm<sup>2</sup>/m'

**Omezení množství výztuže (EN 1992-1-1. 9.3.1.1):**

$A_{sr, \min} = 0,2 \cdot A_{s1} = 0,2 \cdot 11483 = 2297$  mm<sup>2</sup>  
 $A_{sr} > A_{sr, \min} \quad \{ \quad 4189 \quad > \quad 2297 \quad \} \text{ mm}^2 \quad \text{Vyhovuje}$

**Omezení vzdálenosti výztuže (EN 1992-1-1. 9.3.1.1):**

$s_{\max, \text{slabs}} = \min \{ 3 \cdot h; 400 \text{ mm} \} = \min \{ 3 \cdot 1200 = 3600 ; 400 \} \text{ mm}$   
 $s_r < s_{\max} \quad \{ \quad 150 \quad < \quad 400 \quad \} \text{ mm} \quad \text{Vyhovuje}$

**Rozdělovací výztuž: navrhnuť  $\Phi$  20 a 150 mm.**

Posouzení průřezu na smyk:

**Smyková výztuž:**

Profil výztuže:  $\phi_w = 16$  mm  
 Vzdálenost řad třmínků:  $s = 300$  mm  
 Vzdálenost třmínků:  $s_w = 300$  mm  
 Počet třmínků:  $N = 6,67$  ks/řada  
 Sklon třmínků:  $\alpha = 90^\circ$   
 Plocha výztuže:  $A_{sw} = 1340$  mm<sup>2</sup>/řada 4468

**Součinitel výšky průřezu:**

$k = 1 + (200/d)^{1/2} = 1 + (200/1126)^{1/2} = 1,42$   
 $k \leq 2$

**Stupeň vyztužení tahovou výztuží:**

$\rho_1 = A_{s1}/(b_w \cdot d) = 11483 / (2000 \cdot 1126) = 0,0051$   
 $\rho_1 \leq 0,02$

**Vliv normálové síly:**

$\rho_{cp} = N_{ed}/(b_w \cdot h) = -100,00 / (2000 \cdot 1200) = -0,04$  Mpa  
 $\rho_{cp} < 0,2 \cdot f_{cd} = 0,2 \cdot 18,00 = 3,60$  Mpa

**Minimální smyková pevnost betonu:**

$v_{\min} = 0,035 \cdot k^{3/2} \cdot f_{ck}^{1/2} = 0,035 \cdot 1,42^{3/2} \cdot 30,00^{1/2} = 0,325$  MPa

**Smyková únosnost průřezu bez smykové výztuže (EN 1992-2. 6.2.2):**

$VR_{d,c} = [CR_{d,c} \cdot k \cdot (100 \cdot \rho_1 \cdot f_{ck})^{1/3} + k_1 \cdot \rho_{cp}] \cdot b_w \cdot d = [0,12 \cdot 1,42 \cdot (100 \cdot 0,0051 \cdot 30,00)^{1/3} + 0,15 \cdot -0,04] \cdot 2000 \cdot 1126 = 939,48$  kN  
 $VR_{d, \min} = [v_{\min} + k_1 \cdot \rho_{cp}] \cdot b_w \cdot d = [0,32 + 0,15 \cdot -0,04] \cdot 2000 \cdot 1126 = 717,56$  kN  
 $CR_{dc} = 0,18 / \gamma_c = 0,18 / 1,5 = 0,12$   
 $k_1 = 0,15$

**Požadavek návrhu smykové výztuže:**

$VR_{d,c} < |V_{Ed}|$   
 $939,48 < 2500,00 \quad \text{Smyková výztuž je nutná.}$

**Třmínky: navrhnuť  $\Phi$  16 a 300 mm podélně. 300 mm příčně.**



Stupeň vyztužení smykovou výztuží:

$$\rho_w = A_{sw} / (s \cdot b_w \cdot \sin \alpha) = 1340 / (300 \cdot 2000 \cdot \sin 90^\circ) = 0,0022$$

Omezení množství výztuže (EN 1992-1-1. 9.2.2):

$$\rho_{w.min} = (0,08 \cdot \sqrt{f_{ck}}) / f_{yk} = (0,08 \cdot \sqrt{30,00}) / 500,00 = 0,0009$$

$$\rho_w < \rho_{min} \quad \{ \quad 0,0022 > 0,0009 \quad \} \quad \textbf{Vyhovuje}$$

Omezení vzdálenosti výztuže (EN 1992-1-1. 8.2. 9.2.2):

$$s_{l.max} = 0,75 \cdot d \cdot (1 + \cot \alpha) = 0,75 \cdot 1126 \cdot (1 + \cot 90^\circ) = 845 \text{ mm}$$

$$s < s_{l.max} \quad \{ \quad 300 < 845 \quad \} \text{ mm} \quad \textbf{Vyhovuje}$$

$$s_{t.max} = 1,5 \cdot d = 1,5 \cdot 1126 = 1689 \text{ mm}$$

$$s_w < s_{t.max} \quad \{ \quad 300 < 1689 \quad \} \text{ mm} \quad \textbf{Vyhovuje}$$

Smyková únosnost průřezu se smykovou výztuží (EN 1992-2. 6.2.3):

$$VRd.s = \frac{A_{sw}}{s} \cdot z \cdot f_{ywd} \cdot \cot \theta = \frac{1340}{300} \cdot 1057 \cdot 434,78 \cdot 1,5 = 3081,07 \text{ kN}$$

$$Rd.max = \frac{\alpha_{cw} \cdot b_w \cdot z \cdot v_1 \cdot f_{cd}}{\cot \theta + \tan \theta} = \frac{1,00 \cdot 2,000 \cdot 1,057 \cdot 0,53 \cdot 18,00}{1,5 + 0,667} = 9276,10 \text{ kN}$$

$$\alpha_{cw} = 1 \quad (\text{nepředpjatá konstrukce (EN 1992-2. 6.2.3)})$$

$$v_1 = 0,6 \cdot [1 - f_{ck}/250] = 0,6 \cdot [1 - 30,00 / 250] = 0,528$$

$$\cot \theta = 1,50 \quad (\text{EN 1992-1-1. 6.2.3})$$

Posouzení průřezu:

$$VRd.s > |V_{Ed}|$$

$$3081,07 > 2500,00$$

$$\text{Využití průřezu: } 0,81$$

**Vyhovuje**

**Třmínky: navrženo  $\Phi 16$  a 300 mm podélně. 300 mm příčně.**

Smyková výztuž - ohyby:

$$\text{Profil výztuže:} \quad \alpha_w = 0 \text{ mm}$$

$$\text{Vzdálenost řad ohybů:} \quad s = 150 \text{ mm}$$

$$\text{Vzdálenost ohybů:} \quad s_w = 150 \text{ mm}$$

$$\text{Počet ohybů:} \quad N = 0,00 \text{ ks/řada}$$

$$\text{Sklon ohybů:} \quad \alpha = 45^\circ$$

$$\text{Plocha výztuže:} \quad A_{sw} = 0 \text{ mm}^2/\text{řada}$$

Stupeň vyztužení smykovou výztuží:

$$\rho_w = A_{sw} / (s \cdot b_w \cdot \sin \alpha) = 0 / (150 \cdot 2000 \cdot \sin 45^\circ) = 0,0000$$

Omezení množství výztuže (EN 1992-1-1. 9.2.2):

$$\Sigma \rho_w < \rho_{min} \quad \{ \quad 0,0022 > 0,0009 \quad \} \quad \textbf{Vyhovuje}$$

Smyková únosnost průřezu se smykovou výztuží (EN 1992-2. 6.2.3):

$$VRd.s = \frac{A_{sw}}{s} \cdot z \cdot f_{ywd} \cdot (\cot \theta + \cot \alpha) \cdot \sin \alpha = \frac{0}{150} \cdot 1057 \cdot 434,78 \cdot (1,5 + 1,0) \cdot 0,7 = 0,00 \text{ kN}$$

$$Rd.max = \frac{\alpha_{cw} \cdot b_w \cdot z \cdot v_1 \cdot f_{cd} \cdot (\cot \theta + \cot \alpha)}{1 + \cot^2 \theta} = \frac{1,00 \cdot 2,000 \cdot 1,057 \cdot 0,53 \cdot 18,00 \cdot (1,5 + 1)}{1,0 + 1,5^2} =$$

$$= 15460,2 \text{ kN}$$

Posouzení průřezu:

$$\Sigma VRd.s > |V_{Ed}|$$

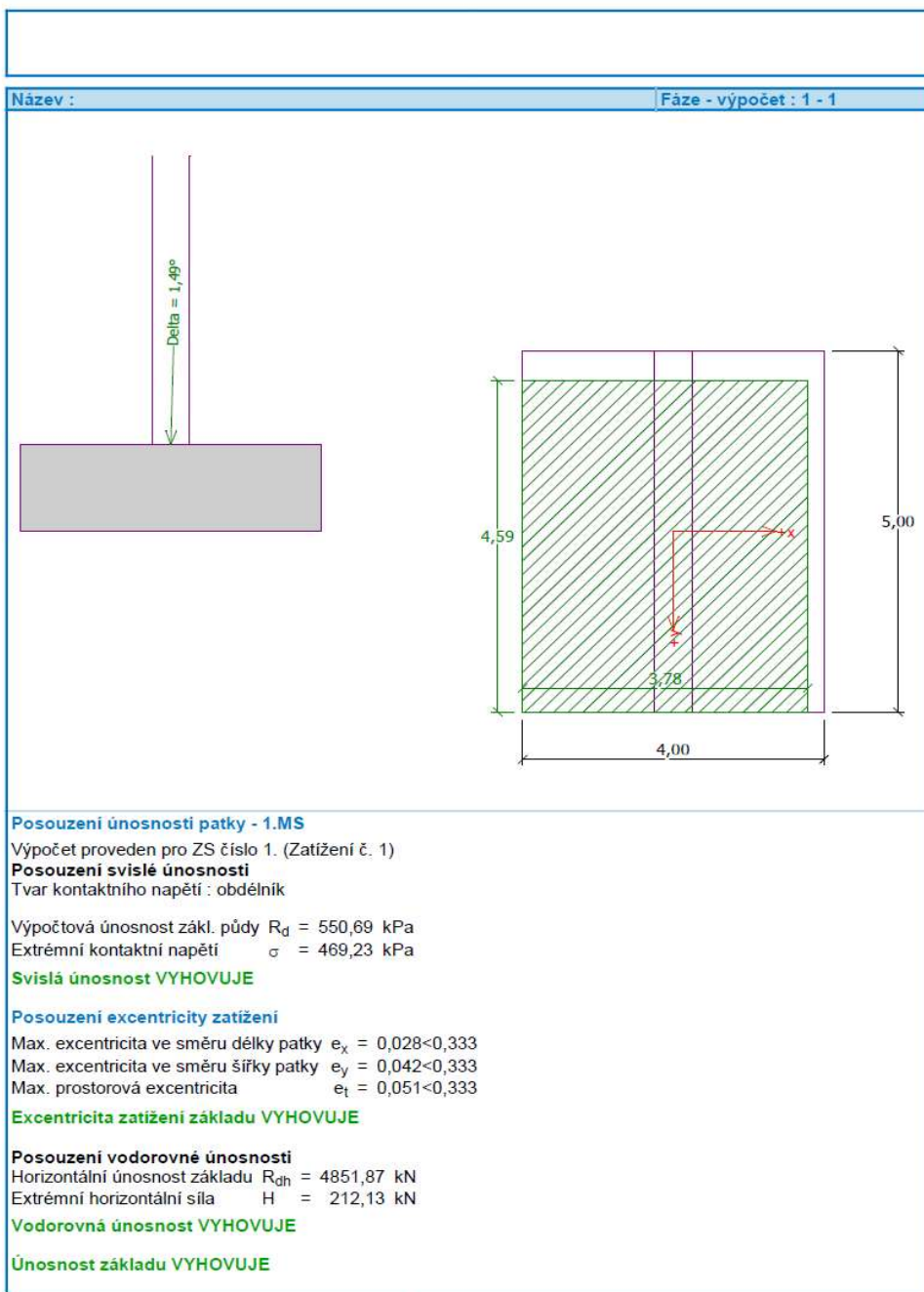
$$3081,07 > 2500,00$$

$$\text{Využití průřezu: } 0,81$$

**Vyhovuje**

**Ohyby: nenavrženy.**

## 19. Pilíř - základová spára



## Posouzení plošného základu

### Vstupní data

#### Nastavení

Standardní - EN 1997 - DA2

#### Materiály a normy

Betonové konstrukce : EN 1992-1-1 (EC2)

Součinitele EN 1992-1-1 : standardní

#### Sedání

Metoda výpočtu : ČSN 73 1001 (Výpočet pomocí edometrického modulu)

Omezení deformační zóny : procentem Sigma, Or

Koef. omezení deformační zóny : 10,0 [%]

#### Patky

Výpočet pro odvodněné podmínky : EC 7-1 (EN 1997-1:2003)

Posouzení tažené patky : standardní postup



Dovolená excentricita : 0,333

Metodika posouzení : výpočet podle EN 1997

Návrhový přístup : 2 - redukce zatížení a odporu

Součinitele redukce zatížení (F)			
Trvalá návrhová situace			
		Nepříznivé	Příznivé
Stálé zatížení :	$\gamma_G =$	1,35 [-]	1,00 [-]
Součinitele redukce odporu (R)			
Trvalá návrhová situace			
Součinitel redukce svislé únosnosti :	$\gamma_{Rvs} =$	1,40 [-]	
Součinitel redukce vodorovné únosnosti :	$\gamma_{Rhs} =$	1,10 [-]	

#### Základní parametry zemin

Číslo	Název	Vzorek	$\varphi_{ef}$ [°]	$c_{ef}$ [kPa]	$\gamma$ [kN/m <sup>3</sup> ]	$\gamma_{su}$ [kN/m <sup>3</sup> ]	$\delta$ [°]
1	Třída G3		33,00	10,00	19,00	10,00	
2	Třída F7, konzistence tuhá		18,00	10,00	21,00	11,00	

Pro výpočet tlaku v klidu jsou všechny zeminy zadány jako nesoudržné.

#### Parametry zemin

##### Třída G3

Objemová tíha :  $\gamma = 19,00$  kN/m<sup>3</sup>

Úhel vnitřního tření :  $\varphi_{ef} = 33,00$  °

Soudržnost zeminy :  $c_{ef} = 10,00$  kPa

Modul přetvárnosti :  $E_{def} = 80,00$  MPa

Poissonovo číslo :  $\nu = 0,30$

Obj.tíha sat.zeminy :  $\gamma_{sat} = 20,00$  kN/m<sup>3</sup>

##### Třída F7, konzistence tuhá

Objemová tíha :  $\gamma = 21,00$  kN/m<sup>3</sup>

Úhel vnitřního tření :  $\varphi_{ef} = 18,00$  °

Soudržnost zeminy :  $c_{ef} = 10,00$  kPa

Modul přetvárnosti :  $E_{def} = 7,00$  MPa

Poissonovo číslo :  $\nu = 0,40$   
Obj.tíha sat.zeminy :  $\gamma_{\text{sat}} = 21,00 \text{ kN/m}^3$

#### Založení

**Typ základu: centrická patka**

Hloubka od původního terénu  $h_z = 1,20 \text{ m}$

Hloubka základové spáry  $d = 1,20 \text{ m}$

Tloušťka základu  $t = 1,20 \text{ m}$

Sklon upraveného terénu  $s_1 = 0,00^\circ$

Sklon základové spáry  $s_2 = 0,00^\circ$

Objemová tíha zeminy nad základem =  $1,00 \text{ kN/m}^3$

#### Geometrie konstrukce

**Typ základu: centrická patka**

Délka patky  $x = 4,00 \text{ m}$

Šířka patky  $y = 5,00 \text{ m}$

Šířka sloupu ve směru  $x$   $c_x = 0,50 \text{ m}$

Šířka sloupu ve směru  $y$   $c_y = 5,00 \text{ m}$

Objem patky =  $24,00 \text{ m}^3$

#### Materiál konstrukce

Objemová tíha  $\gamma = 23,00 \text{ kN/m}^3$

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

$f_{ctm} = 2,90 \text{ MPa}$

Modul pružnosti

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

**Ocel podélná : B500**

Mez kluzu

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

**Ocel příčná: B500**

Mez kluzu

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

#### Geologický profil a přiřazení zemín

Číslo	Vrstva [m]	Přiřazená zemina	Vzorek
1	4,50	Třída G3	
2	-	Třída F7, konzistence tuhá	

#### 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	7400,00	1500,00	700,00	-150,00	150,00
2	Ano		Zatížení č. 2	Užitné	6000,00	0,00	0,00	0,00	0,00

#### Hladina podzemní vody

Hladina podzemní vody je v hloubce 1,50 m od původního terénu.

#### Celkové nastavení výpočtu

Typ výpočtu : výpočet pro odvodněné podmínky

#### Nastavení výpočtu fáze

Návrhová situace : trvalá

#### Posouzení čís. 1

##### Posouzení zatěžovacích stavů

Název	Vl. tíha příznivě	$e_x$ [m]	$e_y$ [m]	$\sigma$ [kPa]	$R_d$ [kPa]	Využití [%]	Vyhovuje
Zatížení č. 1	Ano	-0,11	-0,21	459,74	550,04	83,58	Ano
Zatížení č. 1	Ne	-0,11	-0,21	469,23	550,69	85,21	Ano

Výpočet proveden pro zatěžovací stav číslo 1. (Zatížení č. 1)

Spočtená vlastní tíha patky  $G = 745,20$  kN

Spočtená tíha nadloží  $Z = 0,00$  kN

#### Posouzení svislé únosnosti

Tvar kontaktního napětí : obdélník

Parametry smykové plochy pod základem:

Hloubka smykové plochy  $z_{sp} = 5,49$  m

Dosah smykové plochy  $l_{sp} = 15,48$  m

Výpočtová únosnost zákl. půdy  $R_d = 550,69$  kPa

Extrémní kontaktní napětí  $\sigma = 469,23$  kPa

**Svislá únosnost VYHOVUJE**

#### Posouzení excentricity zatížení

Max. excentricita ve směru délky patky  $e_x = 0,028 < 0,333$

Max. excentricita ve směru šířky patky  $e_y = 0,042 < 0,333$

Max. prostorová excentricita  $e_t = 0,051 < 0,333$

**Excentricita zatížení základu VYHOVUJE**

#### Posouzení vodorovné únosnosti

Zemní odpor: není uvažován

Horizontální únosnost základu  $R_{dh} = 4851,87$  kN

Extrémní horizontální síla  $H = 212,13$  kN

**Vodorovná únosnost VYHOVUJE**

**Únosnost základu VYHOVUJE**

# Přehled zatížitelnosti mostu

List č. 1

## A. Identifikace mostu

TÚ: 2002 Brno hlavní nádraží - Česká Třebová os.n.

DÚ: B1

Evidenční km: **157,872** km

## B. Identifikace části mostu

část mostu: nosná konstrukce / opěra / pilíř, poř. číslo ve směru staničení: ---- ,pod kolejí č.: 1,2,4,6

## C. Doplnující data pro část mostu:

Kat. zatížitelnosti: C

Výpočetní model: spojitý nosník

Geometrie koleje uvažovaná v přepočtu pro část mostu v jejím profilu ve směru staničení:

poloha na mostě ve směru staničení	na začátku	uprostřed	na konci
poloměr oblouku ( m )	---	---	---
převýšení koleje ( mm)	---	---	---
excentricita vůči ose mostu ( m )	---	---	---

Popis závad uvažovaných v přepočtu: bez závad

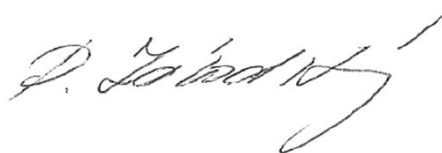
Datum zjištění zpracovaného stavu mostu orgány SŽDC: ----- ,zpracovatelem přepočtu: 02.10.2023

Poznámka k části mostu: novostavba  
( rozhoduje náchylnost k rezonancím - dynamika)

Poř. č.	Prvek	Detail	Namáhání	$k_i$	typ	$L_p$	$\Phi$	$L_\Phi$	viz. str.	Poznámky	$Z_{LM71}$
NOSNÁ KONSTRUKCE											
1	ZBN	7-7	MSU-Ohyb	1	M	12,50	1,30	15,82	53	----	2,71
2	ZBN	1-1	MSU-Smyk	1	Q	12,50	1,30	15,82	53	----	4,41
3	ZBN	průhyb	MSP	1	M	12,50	1,20	15,82	62	----	3,96
4	ZBN	únava		1	M	12,50	1,20	15,82	65	----	<b>1,45</b>

Dne: 02.10.2023

Zpracoval: Ing. Robert Závodský



## Želbet. křídlo - opěrná zeď

### Seznam příloh

#### Křídlo - opěrná zeď

1. Zatížení křídla.....	111
2a. Model křídla.....	113
2b. Výpočet křídla.....	115
3. Materiálové charakteristiky.....	124
4. Konstrukční zásady.....	125
5. MS únosnosti.....	126
5.1. Opěrná zeď -křídlo.....	126
6. Základová spára.....	129



## 1. Zatížení křídla

### 1.1. Zatížení v novém stavu

#### STÁLÉ

Štěrkové lože  $h_s = 0,75$  m  
 Objemová hmotnost  $20,0$  kN/m<sup>3</sup>  
 Rovnoměrné zatížení  $q_s = 15,0$  kN/m<sup>2</sup>

#### LM71

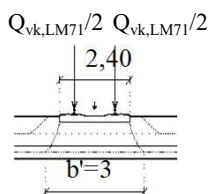
##### Železniční zatížení:

Návrhová rychlost:  $V = 160$  km/hod  
 Počet kolejí:  $N = 2$   
 Osová vzdálenost kolejí:  $s = 5,00$  m  
 odstředivá síla od TK  $e = 1,80$  m  
 vzdálenost kolejnic  $s = 1,50$  m

##### Trat':

Třída trati:  $2$   
 Klasifikační součinitel:  $\alpha = 1,21$   
 Poloměr oblouku:  $r = 0$  m  
 Převýšení:  $p = 0,0$  mm max.

#### Zatížení vlakem



Příčný roznos ( $14^\circ$  v kol. loži,  $30^\circ$  v násypech,  $45^\circ$  v konstrukcích až po střednici):

$$b_{LM71} = b_p + 2 \cdot [\operatorname{tg} 14^\circ \cdot h_s + \operatorname{tg} 30^\circ \cdot h_n + \operatorname{tg} 45^\circ \cdot (h_i + h_r + t_{hp}/2)] =$$

$$= 2,40 + 2 \cdot [\operatorname{tg} 14^\circ \cdot 0,40 + \operatorname{tg} 30^\circ \cdot 0,20 + \operatorname{tg} 45^\circ \cdot (0,00 + 0,00 + 0,00/2)] = 2,83 \text{ m}$$

osová vzdálenost kolejí > roznášecí šířka > délka desky

$$\{ 5,00 > 2,83 > 0,00 \} \text{ m}$$

Roznášecí šířky se nepřetínají  $\Rightarrow b' = b$   $b' = 3,00$  m EN 1991

##### Zatížení na štěrkové lože :

$$Q'_{LM71} = \frac{\alpha \cdot Q_{vk,LM71}}{b_{LM71} \cdot l_{LM71}} = \frac{1,21 \cdot 250,00 \cdot 1}{3,00 \cdot 1,60} = 63,02 \text{ kN/m}^2$$

Pozn.: Bez dynamického součinitele

$$q'_{LM71} = \frac{\alpha \cdot q_{vk,LM71}}{b_{LM71}} = \frac{1,21 \cdot 80,00}{3,00} = 32,27 \text{ kN/m}^2$$

#### V oblouku :

##### Odstředivá síla od LM71 (EN 1991-2, 6.5.1): MAX.

$$Q_{tk,LM71} = \frac{V^2}{127 \cdot r} \cdot f_{LM71} \cdot \alpha \cdot Q_{vk,LM71} = \frac{160^2}{127 \cdot 0} \cdot 1,00 \cdot 1,21 \cdot 156,25 = 0,00 \text{ kN/m}$$

$$q_{tk,LM71} = \frac{V^2}{127 \cdot r} \cdot f_{LM71} \cdot \alpha \cdot q_{vk,LM71} = \frac{160^2}{127 \cdot 0} \cdot 1,00 \cdot 1,21 \cdot 80,00 = 0,00 \text{ kN/m}$$

$$f_{LM71} = 1,00 \quad (\text{EN 1991-2, 6.5.1 Tabulka 6.7})$$

##### Svislé přitížení od OS :

(pro převýšení  $p = 0,00$  mm)

$$tga = Ce/Ve = 0,00 \quad h \text{ nad TK} = 1,80 \text{ m}$$

$$i = p \cdot h/s = 0,00 \text{ m} \quad ex = (h \cdot tga) - i = 0,00 \text{ m}$$

$$a = 0,5 \cdot s + e = 0,75 \quad b = 0,5 \cdot s - e = 0,75$$

Zvýšení (snížení) svislých pohyblivých účinků vlivem převýšení

$$ka = (0,5 \cdot s + ex)/(0,5 \cdot s) = 1,00$$

$$kb = (0,5 \cdot s - ex)/(0,5 \cdot s) = 1,00$$

Přepočet na svislé zatížení:

$$\Delta Q'_{k,LM71} = ka \cdot Q_{t,LM71} = 63,02 \text{ kN/m}^2$$

$$\Delta Q'_{k,LM71} = kb \cdot Q_{t,LM71} = 63,02 \text{ kN/m}^2$$

##### Šikmost křídla

90,00 st

$$\Delta Q'_{k,LM71} = Q_{LM71} \cdot \sin \alpha = 63,02 \text{ kN/m}^2$$

$$\Delta Q'_{k,LM71} = ka \cdot Q_{t,LM71} \cdot \sin \alpha = 63,02 \text{ kN/m}^2$$

$$\Delta Q'_{k,LM71} = kb \cdot Q_{t,LM71} \cdot \sin \alpha = 63,02 \text{ kN/m}^2$$



### Zatížení vykolejeným vlakem

Pozn.: Bez dynamického součinitele

#### Zatížení na šterkové lože :

$$Q'_{LM71} = \frac{\alpha \cdot Q_{vk,LM71}}{b_{LM71} \cdot l_{LM71}} = \frac{1,21 \cdot 250,00 \cdot 1,41}{3,00 \cdot 1,60} = \mathbf{88,86 \text{ kN/m}^2}$$

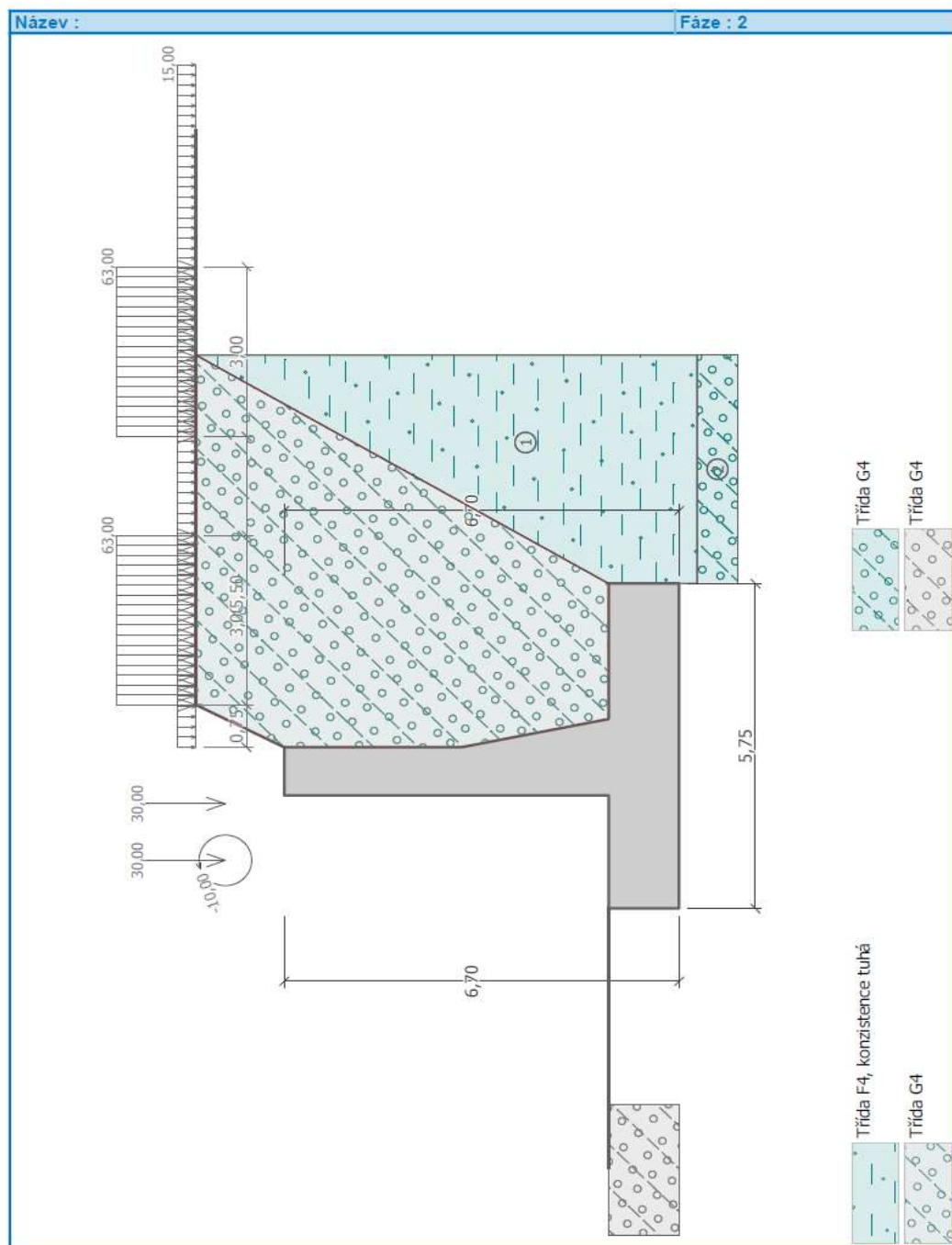
$$q'_{LM71} = \frac{\alpha \cdot q_{vk,LM71}}{b_{LM71}} = \frac{1,21 \cdot 80,00 \cdot 1,41}{3,00} = \mathbf{45,50 \text{ kN/m}^2}$$

Odsunutí osy bližší koleje o 1,5 m směrem k rubu zdi

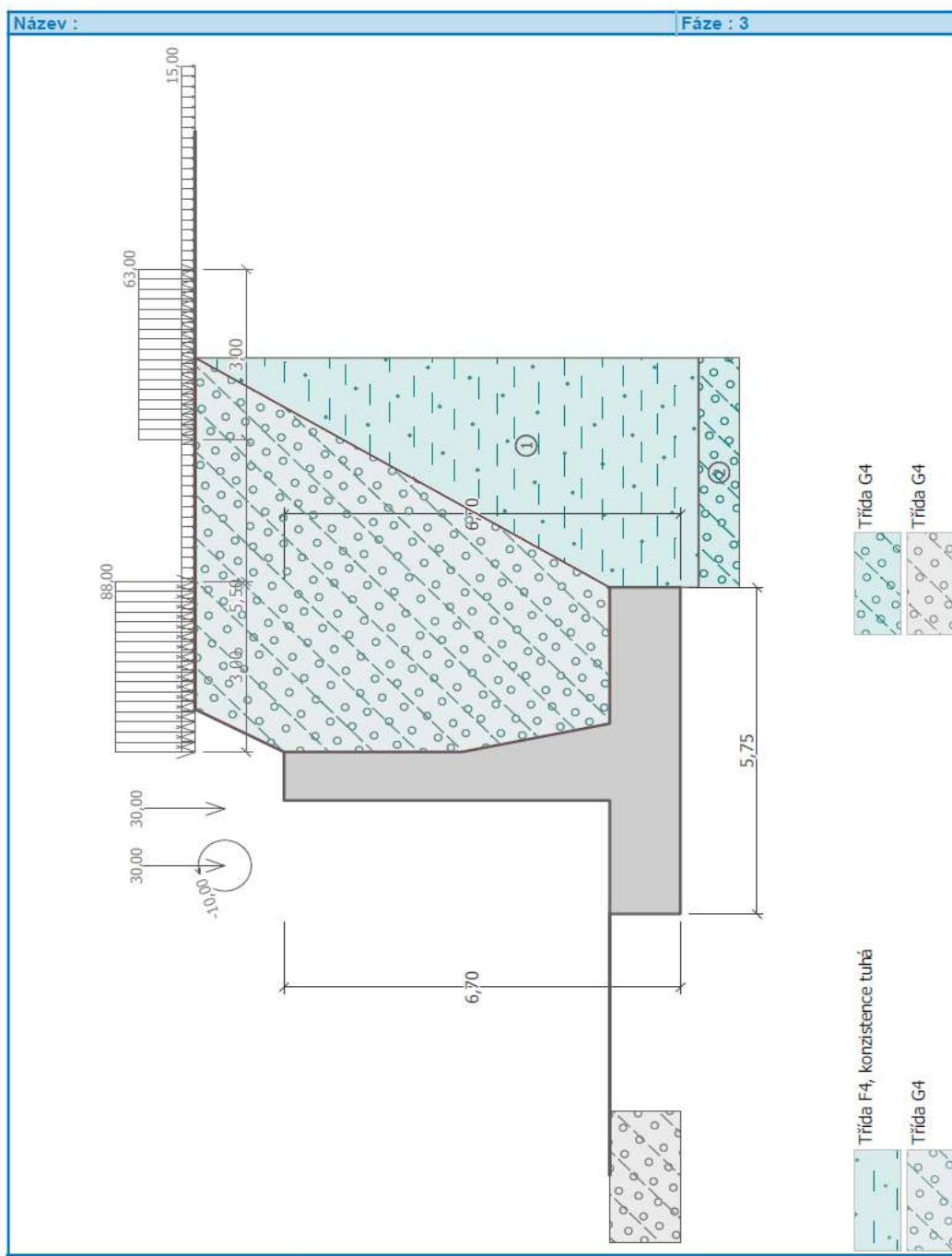
Šikmost křídla		90,00	st
$\Delta Q'_{k,LM71} = Q_{LM71} \cdot \sin \alpha$	=	<b>88,86</b>	<b>kN/m<sup>2</sup></b>

## 2a. Model křídla

Provozní zatížení



### Mimořádné zatížení



## Křídlo - výpočet úhlové zdi

### Vstupní data

#### Projekt

Akce : „Modernizace ŽST Brno-Židenice a úpravy v ŽST Brno-Maloměřice“

Část : SO 31-20-01 ŽST Brno-Židenice, most ev. km 157,872

Datum : 16.10.2023

#### Nastavení

Standardní - EN 1997 - DA2

#### Materiály a normy

Betonové konstrukce : EN 1992-1-1 (EC2)

Součinitele EN 1992-1-1 : standardní

#### Výpočet zdi

Výpočet aktivního tlaku : Coulomb (ČSN 730037)

Výpočet pasivního tlaku : Caquot-Kerisel (ČSN 730037)

Výpočet zemětřesení : Mononobe-Okabe

Tvar zemního klínu : počítat šikmý

Výstupek základu : výstupek uvažovat jako šikmou základovou spáru

Dovolená excentricita : 0,333

Metodika posouzení : výpočet podle EN 1997

Návrhový přístup : 2 - redukce zatížení a odporu

Součinitele redukce zatížení (F)			
Trvalá návrhová situace			
		Nepříznivé	Příznivé
Stálé zatížení :	$\gamma_G =$	1,35 [-]	1,00 [-]
Proměnné zatížení :	$\gamma_Q =$	1,50 [-]	0,00 [-]
Zatížení vodou :	$\gamma_w =$	1,35 [-]	

Součinitele redukce odporu (R)			
Trvalá návrhová situace			
Součinitel redukce odporu na překlopení :	$\gamma_{Rv} =$	1,40 [-]	
Součinitel redukce odporu na posunutí :	$\gamma_{Rh} =$	1,10 [-]	
Součinitel redukce odporu základové půdy :	$\gamma_{Re} =$	1,40 [-]	

Kombinační součinitele pro proměnná zatížení			
Trvalá návrhová situace			
Součinitel kombinační hodnoty :	$\psi_0 =$	0,70 [-]	
Součinitel časté hodnoty :	$\psi_1 =$	0,50 [-]	
Součinitel kvazistálé hodnoty :	$\psi_2 =$	0,30 [-]	

Součinitele redukce zatížení (F)			
Mimořádná návrhová situace			
		Nepříznivé	Příznivé
Stálé zatížení :	$\gamma_G =$	1,00 [-]	1,00 [-]
Proměnné zatížení :	$\gamma_Q =$	1,00 [-]	0,00 [-]
Zatížení vodou :	$\gamma_w =$	1,00 [-]	

Součinitele redukce odporu (R)			
Mimořádná návrhová situace			
Součinitel redukce odporu na překlopení :	$\gamma_{Rv} =$	1,00 [-]	

### Součinitele redukce odporu (R)

#### Mimořádná návrhová situace

Součinitel redukce odporu na posunutí :	$\gamma_{Rh} =$	1,00 [-]
Součinitel redukce odporu základové půdy :	$\gamma_{Re} =$	1,00 [-]

### Materiál konstrukce

Objemová tíha  $\gamma = 25,00 \text{ kN/m}^3$

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

$f_{ctm} = 2,90 \text{ MPa}$

#### Ocel podélná : B500

Mez kluzu

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


### Geometrie konstrukce

Číslo	Pořadnice X [m]	Hloubka Z [m]
1	0,00	0,00
2	0,00	3,00
3	0,50	5,50
4	2,90	5,50
5	2,90	6,70
6	-2,85	6,70
7	-2,85	5,50
8	-0,85	5,50
9	-0,85	3,00
10	-0,85	0,00

Počátek [0,0] je v nejhořejším pravém bodu zdi.

Plocha řezu zdi = 12,20 m<sup>2</sup>.

### Základní parametry zemin

Číslo	Název	Vzorek	$\varphi_{ef}$ [°]	$c_{ef}$ [kPa]	$\gamma$ [kN/m <sup>3</sup> ]	$\gamma_{su}$ [kN/m <sup>3</sup> ]	$\delta$ [°]
1	Třída G4		30,00	0,00	20,00	10,00	10,00
2	Třída F4, konzistence tuhá		24,00	14,00	18,50	8,50	0,00

### Parametry zemin pro výpočet tlaku v klidu

Číslo	Název	Vzorek	Typ výpočtu	$\varphi_{ef}$ [°]	$\nu$ [-]	OCR [-]	$K_r$ [-]
1	Třída G4		nesoudržná	30,00	-	-	-
2	Třída F4, konzistence tuhá		soudržná	-	0,35	-	-

### Parametry zemin

#### Třída G4

Objemová tíha :

$\gamma = 20,00 \text{ kN/m}^3$

Napjatost :

efektivní

Úhel vnitřního tření :  $\varphi_{ef} = 30,00^\circ$   
 Soudržnost zeminy :  $c_{ef} = 0,00 \text{ kPa}$   
 Třecí úhel kce-zemina :  $\delta = 10,00^\circ$   
 Zemina : nesoudržná  
 Obj.tíha sat.zeminy :  $\gamma_{sat} = 20,00 \text{ kN/m}^3$




#### Třída F4, konzistence tuhá

Objemová tíha :  $\gamma = 18,50 \text{ kN/m}^3$   
 Napjatost : efektivní  
 Úhel vnitřního tření :  $\varphi_{ef} = 24,00^\circ$   
 Soudržnost zeminy :  $c_{ef} = 14,00 \text{ kPa}$   
 Třecí úhel kce-zemina :  $\delta = 0,00^\circ$   
 Zemina : soudržná  
 Poissonovo číslo :  $\nu = 0,35$   
 Obj.tíha sat.zeminy :  $\gamma_{sat} = 18,50 \text{ kN/m}^3$

#### Zásyp za konstrukcí

Zemina na líci konstrukce - Třída G4

#### Geologický profil a přiřazení zemin

Číslo	Vrstva [m]	Přiřazená zemina	Vzorek
1	7,00	Třída F4, konzistence tuhá	
2	2,00	Třída G4	
3	-	Třída F4, konzistence tuhá	

#### Založení

Typ založení : zemina - geologický profil

#### Tvar terénu

Terén za konstrukcí je ve sklonu 1: 0,50 (úhel sklonu je  $63,43^\circ$ ).  
 Výška náspu je 1,50 m, délka náspu je 0,75 m.

#### Vliv vody

Hladina podzemní vody je pod úrovní konstrukce.

#### Zadaná plošná přetížení

Číslo	Přetížení		Působ.	Vel.1 [kN/m <sup>2</sup> ]	Vel.2 [kN/m <sup>2</sup> ]	Poř.x x [m]	Délka l [m]	Hloubka z [m]
	nové	změna						
1	Ano		proměnné	15,00				na terénu

Číslo	Název
1	sterk lože

#### Odpor na líci konstrukce

Odpor na líci konstrukce: klidový  
 Zemina na líci konstrukce - Třída G4  
 Výška zeminy před zdí  
 Terén před konstrukcí je rovný.

$h = 1,20 \text{ m}$

### Zadané síly působící na konstrukci

Číslo	Síla nová	změna	Název	Působ.	$F_x$ [kN/m]	$F_z$ [kN/m]	M [kNm/m]	x [m]	z [m]
1	Ano		Rimsa+PHS	stálé	0,00	30,00	-10,00	-2,00	-1,00
2	Ano		Kabely+lože	stálé	0,00	30,00	0,00	-1,00	-1,00

### Nastavení výpočtu fáze

Návrhová situace : trvalá

Zed' se může přemístit, je počítána na zatížení aktivním tlakem.

### Posouzení čís. 1 (Fáze budování 1)

#### Průběh aktivního tlaku za konstrukcí (bez přetížení)

Vrst. čís.	Poč. [m] Kon. [m]	$\sigma_z$ [kPa]	$\sigma_w$ [kPa]	Tlak [kPa]	Složka vod. [kPa]	Složka sv. [kPa]
1	-0,53	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	0,00	10,61	0,00	16,60	9,85	13,36
2	0,00	10,61	0,00	16,60	9,85	13,36
	3,00	70,61	0,00	49,81	29,56	40,09
3	3,00	70,61	0,00	49,81	29,56	40,09
	5,50	120,61	0,00	77,48	45,98	62,37
4	5,50	120,61	0,00	43,19	42,53	7,50
	6,70	144,61	0,00	50,59	49,82	8,78

### Spočtené síly působící na konstrukci

Název	$F_{hor}$ [kN/m]	Působíště z [m]	$F_{vert}$ [kN/m]	Působíště x [m]	Koef. překl.	Koef. posun.	Koef. napětí
Tíh.- zed'	0,00	-1,96	305,00	2,71	1,000	1,000	1,350
Odpor na líci	-7,20	-0,40	0,00	0,00	1,000	1,000	1,350
Tíh.- zemní klín	0,00	-3,44	176,97	3,89	1,000	1,000	1,350
Aktivní tlak	211,55	-2,67	221,57	4,82	1,350	1,350	1,350
sterk lože	35,17	-3,65	41,26	4,46	1,500	0,000	1,500
sterk lože	0,00	-6,97	3,98	2,98	0,000	0,000	1,500
Rimsa+PHS	0,00	-7,70	30,00	0,85	1,350	1,000	1,350
Kabely+lože	0,00	-7,70	30,00	1,85	1,000	1,000	1,350

### Posouzení celé zdi

#### Posouzení na překlopení

Moment vzdorující  $M_{res} = 2374,19$  kNm/m

Moment klopící  $M_{ovr} = 967,10$  kNm/m

**Zed' na překlopení VYHOVUJE**

#### Posouzení na posunutí

Vodor. síla vzdorující  $H_{res} = 409,07$  kN/m

Vodor. síla posunující  $H_{act} = 278,40$  kN/m

**Zed' na posunutí VYHOVUJE**

**Celkové posouzení - ZED' VYHOVUJE**

Maximální napětí v základové spáře : 206,32 kPa

## Únosnost základové půdy (Fáze budování 1)

Síly působící ve středu základové spáry




Číslo	Moment [kNm/m]	Norm. síla [kN/m]	Pos. síla [kN/m]	Excentricita [-]	Napětí [kPa]
1	233,47	1098,63	328,64	0,037	206,32
2	269,48	913,48	278,40	0,051	177,03

Normové síly působící ve středu základové spáry (výpočet sedání)

Číslo	Moment [kNm/m]	Norm. síla [kN/m]	Pos. síla [kN/m]
1	165,99	808,78	239,53
2	166,42	804,80	204,35

## Vstupní data (Fáze budování 2)

Geologický profil a přiřazení zemin

Číslo	Vrstva [m]	Přiřazená zemina	Vzorek
1	7,00	Třída F4, konzistence tuhá	
2	2,00	Třída G4	
3	-	Třída F4, konzistence tuhá	

### Založení

Typ založení : zemina - geologický profil

### Tvar terénu

Terén za konstrukcí je ve sklonu 1: 0,50 (úhel sklonu je 63,43 °).  
Výška náspu je 1,50 m, délka náspu je 0,75 m.

### Vliv vody

Hladina podzemní vody je pod úrovní konstrukce.

### Zadaná plošná přitížení

Číslo	Přítížení		Působ.	Vel.1 [kN/m <sup>2</sup> ]	Vel.2 [kN/m <sup>2</sup> ]	Poř.x x [m]	Délka l [m]	Hloubka z [m]
	nové	změna						
1	Ne	Ne	proměnné	15,00				na terénu
2	Ano		proměnné	63,00		0,75	3,00	na terénu
3	Ano		proměnné	63,00		5,50	3,00	na terénu

Číslo	Název
1	sterk lože
2	1,21*Lm71 kolej 1
3	1,21*Lm71 - kolej 2

### Odpor na líci konstrukce

Odpor na líci konstrukce: klidový  
Zemina na líci konstrukce - Třída G4  
Výška zeminy před zdí  
Terén před konstrukcí je rovný.

$$h = 1,20 \text{ m}$$



### Zadané síly působící na konstrukci

Číslo	Síla		Název	Působ.	$F_x$ [kN/m]	$F_z$ [kN/m]	$M$ [kNm/m]	$x$ [m]	$z$ [m]
1	Ne	Ne	Síla č. 1	stálé	0,00	30,00	-10,00	-2,00	-1,00
2	Ne	Ne	Kabely+lože	stálé	0,00	30,00	0,00	-1,00	-1,00

### Nastavení výpočtu fáze

Návrhová situace : trvalá

Zed' se může přemístit, je počítána na zatížení aktivním tlakem.

### Posouzení čís. 1 (Fáze budování 2)

#### Spočtené síly působící na konstrukci

Název	$F_{hor}$ [kN/m]	Působíště $z$ [m]	$F_{vert}$ [kN/m]	Působíště $x$ [m]	Koef. překl.	Koef. posun.	Koef. napětí
Tíh.- zed'	0,00	-1,96	305,00	2,71	1,000	1,000	1,350
Odpor na líci	-7,20	-0,40	0,00	0,00	1,000	1,000	1,350
Tíh.- zemní klín	0,00	-3,44	176,97	3,89	1,000	1,000	1,350
Aktivní tlak	211,55	-2,67	221,57	4,82	1,350	1,350	1,350
sterk lože	35,17	-3,65	41,26	4,46	1,500	0,000	1,500
1,21*Lm71 kolej 1	55,46	-4,58	75,23	4,27	1,500	1,500	1,500
1,21*Lm71 - kolej 2	39,88	-2,51	40,22	4,88	1,500	0,000	1,500
sterk lože	0,00	-6,97	3,98	2,98	0,000	0,000	1,500
Síla č. 1	0,00	-7,70	30,00	0,85	1,350	1,000	1,350
Kabely+lože	0,00	-7,70	30,00	1,85	1,000	1,000	1,350

### Posouzení celé zdi

#### Posouzení na překlpení

Moment vzdorující  $M_{res} = 2928,98$  kNm/m

Moment klopící  $M_{ovr} = 1497,90$  kNm/m

#### Zed' na překlpení VYHOVUJE

#### Posouzení na posunutí

Vodor. síla vzdorující  $H_{res} = 449,33$  kN/m

Vodor. síla posunující  $H_{act} = 361,59$  kN/m

#### Zed' na posunutí VYHOVUJE

#### Celkové posouzení - ZED' VYHOVUJE

Maximální napětí v základové spáře : 255,04 kPa

### Únosnost základové půdy (Fáze budování 2)

#### Síly působící ve středu základové spáry

Číslo	Moment [kNm/m]	Norm. síla [kN/m]	Pos. síla [kN/m]	Excentricita [-]	Napětí [kPa]
1	485,43	1271,80	471,65	0,066	255,04
2	521,44	1086,64	361,59	0,083	226,84

#### Normové síly působící ve středu základové spáry (výpočet sedání)

Číslo	Moment [kNm/m]	Norm. síla [kN/m]	Pos. síla [kN/m]
1	333,97	924,22	334,87

Číslo	Moment [kNm/m]	Norm. síla [kN/m]	Pos. síla [kN/m]
2	334,39	920,24	204,35

## Dimenzace čís. 1 (Fáze budování 2)

### Posouzení dřiku - zadní výztuž

#### Spočtené síly působící na konstrukci

Název	$F_{hor}$ [kN/m]	Působíště z [m]	$F_{vert}$ [kN/m]	Působíště x [m]	Koef. moment	Koef. norm.síla	Koef. pos.síla
Tíh.- zed'	0,00	-2,52	132,46	0,49	1,350	1,350	1,000
Tlak v klidu	235,58	-2,11	34,14	1,12	1,350	1,350	1,350
sterk lože	42,41	-2,87	8,43	1,10	1,500	1,500	1,500
1,21*Lm71 kolej 1	64,10	-3,79	2,82	1,06	1,500	1,500	1,500
1,21*Lm71 - kolej 2	54,44	-2,75	5,56	1,09	1,500	1,500	1,500
Síla č. 1	0,00	-6,50	30,00	-1,15	1,350	1,350	1,000
Kabely+lože	0,00	-6,50	30,00	-0,15	1,350	1,350	1,000

### Posouzení dřiku - zadní výztuž

Posouzení zdi v pracovní spáře 5,50 m od koruny zdi

Vyztužení a rozměry průřezu

6,60 ks profil 25,0 mm, krytí 60,0 mm

Šířka průřezu = 1,00 m

Výška průřezu = 1,35 m

Stupeň vyztužení  $\rho = 0,25 \% > 0,15 \% = \rho_{min}$

Poloha neutrálné osy  $x = 0,09 \text{ m} < 0,79 \text{ m} = x_{max}$




Moment na mezi únosnosti  $M_{Rd} = 1749,53 \text{ kNm} > 1563,81 \text{ kNm} = M_{Ed}$

Průřez musí být vyztužen kolmými třmínky o ploše nejméně 447,8 mm<sup>2</sup>/m nebo ekvivalentními ohyby.

**Průřez VYHOVUJE.**

## Vstupní data (Fáze budování 3)

### Geologický profil a přiřazení zemin

Číslo	Vrstva [m]	Přiřazená zemina	Vzorek
1	7,00	Třída F4, konzistence tuhá	
2	2,00	Třída G4	
3	-	Třída F4, konzistence tuhá	

### Založení

Typ založení : zemina - geologický profil

### Tvar terénu

Terén za konstrukcí je ve sklonu 1: 0,50 (úhel sklonu je 63,43 °).

Výška náspu je 1,50 m, délka náspu je 0,75 m.

### Vliv vody

Hladina podzemní vody je pod úrovní konstrukce.

### Zadaná plošná přitížení

Číslo	Přítížení		Působ.	Vel.1 [kN/m <sup>2</sup> ]	Vel.2 [kN/m <sup>2</sup> ]	Poř.x x [m]	Délka l [m]	Hloubka z [m]
	nové	změna						
1	Ne	Ne	proměnné	15,00				na terénu
2	Ne	Ne	proměnné	63,00		5,50	3,00	na terénu
3	Ano		stálé	88,00		0,00	3,00	na terénu

Číslo	Název
1	sterk lože
2	1,21*Lm71 - kolej 2
3	mim Lm71

### Odpor na líci konstrukce

Odpor na líci konstrukce: klidový

Zemina na líci konstrukce - Třída G4

Výška zeminy před zdí

$h = 1,20 \text{ m}$

Terén před konstrukcí je rovný.

### Zadané síly působící na konstrukci

Číslo	Síla		Název	Působ.	$F_x$ [kN/m]	$F_z$ [kN/m]	M [kNm/m]	x [m]	z [m]
	nová	změna							
1	Ne	Ne	Síla č. 1	stálé	0,00	30,00	-10,00	-2,00	-1,00
2	Ne	Ne	Kabely+lože	stálé	0,00	30,00	0,00	-1,00	-1,00

### Nastavení výpočtu fáze

Návrhová situace : mimořádná

Zed' se může přemístit, je počítána na zatížení aktivním tlakem.

### Posouzení čís. 1 (Fáze budování 3)

#### Spočtené síly působící na konstrukci

Název	$F_{hor}$ [kN/m]	Působíště z [m]	$F_{vert}$ [kN/m]	Působíště x [m]	Koef. překl.	Koef. posun.	Koef. napětí
Tíh.- zed'	0,00	-1,96	305,00	2,71	1,000	1,000	1,000
Odpor na líci	-7,20	-0,40	0,00	0,00	1,000	1,000	1,000
Tíh.- zemní klín	0,00	-3,44	176,97	3,89	1,000	1,000	1,000
Aktivní tlak	211,55	-2,67	221,57	4,82	1,000	1,000	1,000
sterk lože	35,17	-3,65	41,26	4,46	0,500	0,000	0,500
1,21*Lm71 - kolej 2	39,88	-2,51	40,22	4,88	0,500	0,000	0,500
mim Lm71	69,33	-4,37	94,04	4,37	1,000	1,000	1,000
sterk lože	0,00	-6,97	3,98	2,98	0,000	0,000	0,500
mim Lm71	0,00	-6,97	23,34	2,98	1,000	1,000	1,000
Síla č. 1	0,00	-7,70	30,00	0,85	1,000	1,000	1,000
Kabely+lože	0,00	-7,70	30,00	1,85	1,000	1,000	1,000

### Posouzení celé zdi

#### Posouzení na překlpení

Moment vzdorující  $M_{res} = 3335,06 \text{ kNm/m}$

Moment klopící  $M_{ovr} = 989,72 \text{ kNm/m}$

**Zed' na překlpení VYHOVUJE**

#### Posouzení na posunutí

Vodor. síla vzdorující  $H_{res} = 464,34 \text{ kN/m}$

Vodor. síla posunující  $H_{act} = 273,68 \text{ kN/m}$

**Zed' na posunutí VYHOVUJE**

**Celkové posouzení - ZEĎ VYHOVUJE**

Maximální napětí v základové spáře : 181,42 kPa

### Únosnost základové půdy (Fáze budování 3)

#### Síly působící ve středu základové spáry

Číslo	Moment [kNm/m]	Norm. síla [kN/m]	Pos. síla [kN/m]	Excentricita [-]	Napětí [kPa]
1	304,20	923,64	311,21	0,057	181,42
2	304,41	921,66	273,68	0,057	181,09

#### Normové síly působící ve středu základové spáry (výpočet sedání)

Číslo	Moment [kNm/m]	Norm. síla [kN/m]	Pos. síla [kN/m]
1	345,09	966,37	348,73
2	345,52	962,39	273,68

### 3. Materiálové charakteristiky

#### 3.1. Beton

Třída betonu:	C30/37	Dílčí součinitel betonu:	$\gamma_C = 1,5$
Pevnost v tlaku:	$f_{ck} = 30,00 \text{ MPa}$	Vliv dlouhodob. účinků:	$\alpha_{cc} = 0,9$
Pevnost v tahu:	$f_{ctk0.05} = 2,00 \text{ MPa}$	Mezní stlačení betonu:	$e_{cu3} = 3,5 \text{ ‰}$
Prům. pevnost v tahu:	$f_{cm} = 38,00 \text{ MPa}$	Rozměr zrna kameniva:	$d_g = 16 \text{ mm}$
Modul pružnosti:	$E_{cm} = 33,00 \text{ GPa}$	Vliv dlouhodob. účinků:	$\alpha_{ct} = 1$

Návrhová pevnost (EN 1992-1-1. 3.1.6):

$$f_{cd} = \alpha_{cc} \cdot f_{ck} / \gamma_C = 0,9 \cdot 30,00 / 1,5 = \mathbf{18,00 \text{ MPa}}$$

$$f_{ct} = \alpha_{ct} \cdot f_{ctk} / \gamma_C = 1 \cdot 2,00 / 1,5 = \mathbf{1,33 \text{ MPa}}$$

#### 3.2. Výztuž

Třída oceli:	B500B	Dílčí součinitel oceli:	$\gamma_S = 1,15$
Mez kluzu:	$f_{yk} = 500,00 \text{ MPa}$	Modul pružnosti oceli:	$E_s = 200 \text{ GPa}$

$$\varepsilon_{yd} = f_{yk} / E_s = 434,78 / 200 = 2,17$$

$$\xi_{bal.1} = \frac{e_{cu3}}{e_{cu3} + \varepsilon_{yd}} = \frac{3,50}{3,50 + 2,17} = 0,617$$

Návrhová pevnost (EN 1992-1-1. 3.1.6):

$$f_{yd} = f_{yk} / \gamma_S = 500,00 / 1,15 = \mathbf{434,78 \text{ MPa}}$$

## 4. Konstrukční zásady

### 4.1. Krytí výztuže

Třída konstrukce:

Stupeň vlivu prostředí:	<b>XD1</b>	
Základní třída konstrukce:	S4	
Návrhová život. 100 let:	ano	zvětšit třídu o 2
Pevnostní třída $\geq$ C40/50	ne	ponechání třídy
Deskové konstrukce:	ano	zmenšit třídu o 1
Zvláštní kontrola	ne	ponechání třídy
Výsledná třída konstrukce:	$4 + 2 - 0 - 1 - 0 = \mathbf{S\ 5}$	

#### Třmínky:

Minimální krycí vrstva třmínků (EN 1992-1-1. 4.4.1.2):

$$c_{\min} = \max\{c_{\min.b}; c_{\min.dur} + \Delta c_{dur.\gamma} - \Delta c_{dur.st} - \Delta c_{dur.add}; 10\text{ mm}\}$$

$$c_{\min} = \max\{8 ; 40 + 0 - 0 - 0 ; 10\} \text{ mm}$$

$$c_{\min} = 40 \text{ mm}$$

$$c_{\min.b} = 8 \text{ mm} \text{ (profil výztuže)}$$

$$c_{\min.dur} = 40 \text{ mm} \text{ (třída S5.stupěň vlivu prostředí XD1)}$$

$$\Delta c_{dur.\gamma} = 0 \text{ mm} \text{ (bezpečnostní složka)}$$

$$\Delta c_{dur.st} = 0 \text{ mm} \text{ (není nerezová ocel)}$$

$$\Delta c_{dur.add} = 0 \text{ mm} \text{ (bez přídavné ochrany)}$$

Nominální krycí vrstva třmínků (EN 1992-1-1. 4.4.1.1):

$$c_{nom} = c_{\min} + \Delta c_{dev} = 40 + 10 = 50 \text{ mm} \rightarrow \text{navrhnu} \quad \mathbf{60 \text{ mm}}$$

$$\Delta c_{dev} = 10 \text{ mm} \text{ (Monolitická konstrukce na rovný povrch)}$$

**Minimální krycí vrstva třmínků je 40 mm.**

**Nominální krycí vrstva třmínků je 60 mm.**

#### Podélná výztuž

Minimální krycí vrstva podélné výztuže (EN 1992-1-1. 4.4.1.2):

$$c_{\min} = \max\{c_{\min.b}; c_{\min.dur} + \Delta c_{dur.\gamma} - \Delta c_{dur.st} - \Delta c_{dur.add}; 10\text{ mm}\}$$

$$c_{\min} = \max\{20 ; 40 + 0 - 0 - 0 ; 10\} \text{ mm}$$

$$c_{\min} = 40 \text{ mm}$$

$$c_{\min.b} = 20 \text{ mm} \text{ (profil výztuže)}$$

$$c_{\min.dur} = 40 \text{ mm} \text{ (třída S5. XD1)}$$

$$\Delta c_{dur.\gamma} = 0 \text{ mm} \text{ (bezpečnostní složka)}$$

$$\Delta c_{dur.st} = 0 \text{ mm} \text{ (není nerezová ocel)}$$

$$\Delta c_{dur.add} = 0 \text{ mm} \text{ (bez přídavné ochrany)}$$

Nominální krycí vrstva podélné výztuže (EN 1992-1-1. 4.4.1.1):

$$c_{nom} = c_{\min} + \Delta c_{dev} = 40 + 10 = 50 \text{ mm} \rightarrow \text{navrhnu} \quad \mathbf{60 \text{ mm}}$$

$$\Delta c_{dev} = 10 \text{ mm} \text{ (Monolitická konstrukce na rovný povrch)}$$

**Minimální krycí vrstva podélné výztuže je 40 mm.**

**Nominální krycí vrstva podélné výztuže je 60 mm.**

Pozn.: Nominální krycí vrstva může být zvětšena s ohledem na skutečné umístění výztuže na jednotlivých dílcích konstrukce.

## 5. MS únosnosti

### 5.1. Opěrná zed' -křídlo

#### Průřez - stěna rub - dřík 550 mm

Návrhové vnitřní síly:

$$N_{ed} = 0,10 \text{ kN} \quad V_{ed} = 560,00 \text{ kN} \quad M_{ed} = 1560,00 \text{ kNm}$$

Průřezové charakteristiky:

$$\text{Šířka průřezu: } b_w = 1000 \text{ mm}$$

$$\text{Výška průřezu: } h = 1350 \text{ mm}$$

$$\text{Krytí výztuže: } c = 60 \text{ mm}$$

Posouzení průřezu na ohyb:

Nosná výztuž:

$$\text{Profil výztuže: } \sigma_1 = 25 \text{ mm} \quad \sigma_2 = 0 \text{ mm}$$

$$\text{Vzdálenost vložek: } s_2 = 150 \text{ mm} \quad s_2 = 0 \text{ mm}$$

$$\text{Počet vložek: } N = 6,667 \text{ ks/m} \quad N = 0 \text{ ks/m}$$

$$\text{Plocha výztuže: } A_{sl} = 3272 \text{ mm}^2/\text{m}' \quad A_{sl} = 0 \text{ mm}^2/\text{m}' \quad \Sigma A_{sl} = 3272 \text{ mm}^2/\text{m}'$$

Účinná výška:

$$d = h - c - \sigma/2 = 1350 - 60 - 25/2 = 1278 \text{ mm}$$

Omezení množství výztuže (EN 1992-1-1. 9.2.1.1):

$$A_{smin} = 0.26 \cdot f_{ctm} \cdot b \cdot d / f_{yk} = 0,26 \cdot 2,00 \cdot 1000 \cdot 1278 / 500,00 = 1329 \text{ mm}^2$$

$$A_{smin} = 0.0013 \cdot b \cdot d = 0,0013 \cdot 1000 \cdot 1278 = 1661 \text{ mm}^2$$

$$A_{sl} > A_{smin} \quad \{ 3272 > 1661 \} \text{ mm}^2 \quad \text{Vyhovuje}$$

$$A_{smax} = 0.04 \cdot A_c = 0,04 \cdot 1000 \cdot 1350 = 54000 \text{ mm}^2$$

$$A_{sl} < A_{smax} \quad \{ 3272 < 54000 \} \text{ mm}^2 \quad \text{Vyhovuje}$$

Omezení vzdálenosti výztuže (EN 1992-1-1. 9.3.1.1):

$$s_{max,slabs} = \min \{ 2 \cdot h; 250 \text{ mm} \} = \min \{ 2 \cdot 1350 = 2700 ; 250 \} \text{ mm}$$

$$s < s_{max} \quad \{ 150 < 250 \} \text{ mm} \quad \text{Vyhovuje}$$

Tlačená oblast:

$$x = \frac{A_{sl} \cdot f_{yd}}{0.8 \cdot b \cdot f_{cd}} = \frac{3272 \cdot 434,78}{0.8 \cdot 1000 \cdot 18,00} = 99 \text{ mm}$$

Tahové porušení průřezu:

$$\xi = x/d = 99 / 1278 = 0,077$$

$$\xi < \xi_{bal,1} \quad \{ 0,077 < 0,617 \} \quad \text{Vyhovuje}$$

Únosnost průřezu:

$$M_{Rd} = A_{sl} \cdot f_{yd} \cdot z = 3272 \cdot 434,78 \cdot 1238 = 1761,42 \text{ kNm}$$

Rameno vnitřních sil:

$$z = d - 0.4 \cdot x = 1278 - 0.4 \cdot 99 = 1238 \text{ mm}$$

Posouzení průřezu:

$$\frac{M_{Rd}}{1761,42} > \frac{|M_{Ed}|}{1560,00} \quad \text{Využití průřezu: 0,89} \quad \text{Vyhovuje}$$

Nosná výztuž: navrhnuo  $\Phi 25$  a 150 mm.

Rozdělovací výztuž:

Profil výztuže:  $\sigma_r = 16 \text{ mm}$   
 Vzdálenost vložek:  $s_r = 150 \text{ mm}$   
 Počet vložek:  $N = 6,667 \text{ ks/m'}$   
 Plocha výztuže:  $A_{sr} = 1340 \text{ mm}^2/\text{m'}$

Omezení množství výztuže (EN 1992-1-1. 9.3.1.1):

$$A_{sr, \min} = 0.2 \cdot A_{sl} = 0.2 \cdot 3272 = 654,5 \text{ mm}^2$$

$$A_{sr} > A_{sr, \min} \quad \{ \quad 1340 \quad > \quad 654 \quad \} \text{ mm}^2 \quad \text{Vyhovuje}$$

Omezení vzdálenosti výztuže (EN 1992-1-1. 9.3.1.1):

$$s_{\max, \text{slabs}} = \min \{ 3 \cdot h; 400 \text{ mm} \} = \min \{ 3 \cdot 1350 = 4050 ; 400 \} \text{ mm}$$

$$s_r < s_{\max} \quad \{ \quad 150 \quad < \quad 400 \quad \} \text{ mm} \quad \text{Vyhovuje}$$

**Rozdělovací výztuž: navržnuto  $\Phi 16$  a 150 mm.**

Posouzení průřezu na smyk:

Smyková výztuž:

Profil výztuže:  $\sigma_w = 10 \text{ mm}$   
 Vzdálenost řad třmínků:  $s = 300 \text{ mm}$   
 Vzdálenost třmínků:  $s_w = 295 \text{ mm}$   
 Počet třmínků:  $N = 3,39 \text{ ks/řada}$   
 Sklon třmínků:  $\alpha = 90^\circ$   
 Plocha výztuže:  $A_{sw} = 266 \text{ mm}^2/\text{řada}$

Součinitel výšky průřezu:

$$k = 1 + (200/d)^{1/2} = 1 + (200/1278)^{1/2} = 1,40$$

$$k \leq 2$$

Stupeň vyztužení tahovou výztuží:

$$\rho_l = A_{sl}/(b_w \cdot d) = 3272 / (1000 \cdot 1278) = 0,0026$$

$$\rho_l \leq 0.02$$

Vliv normálové síly:

$$\rho_{cp} = N_{ed}/(b_w \cdot h) = -0,10 / (1,000 \cdot 1,350) = 0,00 \text{ Mpa}$$

$$\rho_{cp} < 0.2 \cdot f_{cd} = 0.2 \cdot 18,00 = 3,60 \text{ Mpa}$$

Minimální smyková pevnost betonu:

$$v_{\min} = 0.035 \cdot k^{3/2} \cdot f_{ck}^{1/2} = 0.035 \cdot 1,40^{3/2} \cdot 30,00^{1/2} = 0,316 \text{ MPa}$$

Smyková únosnost průřezu bez smykové výztuže (EN 1992-2. 6.2.2):

$$VR_{d,c} = [CR_{d,c} \cdot k \cdot (100 \cdot \rho_l \cdot f_{ck})^{1/3} + k_1 \cdot \rho_{cp}] \cdot b_w \cdot d = [0,12 \cdot 1,40 \cdot (100 \cdot 0,0026 \cdot 30,00)^{1/3} + 0,15 \cdot 0,00] \cdot 1,000 \cdot 1,278 = 422,21 \text{ kN}$$

$$VR_{d, \min} = [v_{\min} + k_1 \cdot \rho_{cp}] \cdot b_w \cdot d = [0,32 + 0,15 \cdot 0,00] \cdot 1,000 \cdot 1,278 = 403,78 \text{ kN}$$

$$CR_{dc} = 0.18/\gamma_c = 0.18/1,5 = 0,12$$

$$k_1 = 0,15$$

Požadavek návrhu smykové výztuže:

$$\frac{VR_{d,c}}{422,21} < \frac{|V_{Ed}|}{560,00}$$

**Smyková výztuž je nutná.**

**Třmínky: navržnuto  $\Phi 10$  a 300 mm podélně. 295 mm příčně.**



Stupeň vyztužení smykovou výztuží:

$$\rho_w = A_{sw} / (s \cdot b_w \cdot \sin \alpha) = 266 / (300 \cdot 1000 \cdot \sin 90^\circ) = 0,0009$$

Omezení množství výztuže (EN 1992-1-1. 9.2.2):

$$\rho_{w,min} = (0,08 \cdot \sqrt{f_{ck}}) / f_{yk} = (0,08 \cdot \sqrt{30,00}) / 500,00 = 0,0009$$

$$\rho_w < \rho_{min} \quad \{ \quad 0,0009 > 0,0009 \quad \} \quad \text{Vyhovuje}$$

Omezení vzdálenosti výztuže (EN 1992-1-1. 8.2. 9.2.2):

$$s_{l,max} = 0,75 \cdot d \cdot (1 + \cot \alpha) = 0,75 \cdot 1278 \cdot (1 + \cot 90^\circ) = 958 \text{ mm}$$

$$s < s_{l,max} \quad \{ \quad 300 < 958 \quad \} \text{ mm} \quad \text{Vyhovuje}$$

$$s_{t,max} = 1,5 \cdot d = 1,5 \cdot 1278 = 1916 \text{ mm}$$

$$s_w < s_{t,max} \quad \{ \quad 295 < 1916 \quad \} \text{ mm} \quad \text{Vyhovuje}$$

Smyková únosnost průřezu se smykovou výztuží (EN 1992-2. 6.2.3):

$$VRd,s = \frac{A_{sw}}{s} \cdot z \cdot f_{ywd} \cdot \cot \theta = \frac{266}{300} \cdot 1238 \cdot 434,78 \cdot 1,8 = 835,93 \text{ kN}$$

$$Rd,max = \frac{\alpha_{cw} \cdot b_w \cdot z \cdot v_1 \cdot f_{cd}}{\cot \theta + \tan \theta} = \frac{1,00 \cdot 1,000 \cdot 1,238 \cdot 0,53 \cdot 18,00}{1,8 + 0,571} = 5068,32 \text{ kN}$$

$$\alpha_{cw} = 1 \quad (\text{nepředpjatá konstrukce (EN 1992-2. 6.2.3)})$$

$$v_1 = 0,6 \cdot [1 - f_{ck} / 250] = 0,6 \cdot [1 - 30,00 / 250] = 0,528$$

$$\cot \theta = 1,75 \quad (\text{EN 1992-1-1. 6.2.3})$$

Posouzení průřezu:

$$\frac{VRd,s}{835,93} > \frac{|V_{Ed}|}{560,00}$$

$$\text{Využití průřezu: } 0,67 \quad \text{Vyhovuje}$$

**Třmínky: navrženo  $\Phi 10$  a 300 mm podélně. 295 mm příčně.**

Smyková výztuž - ohyby:

$$\text{Profil výztuže:} \quad \varnothing_w = 0 \text{ mm}$$

$$\text{Vzdálenost řad ohybů:} \quad s = 150 \text{ mm}$$

$$\text{Vzdálenost ohybů:} \quad s_w = 150 \text{ mm}$$

$$\text{Počet ohybů:} \quad N = 0,00 \text{ ks/řada}$$

$$\text{Sklon ohybů:} \quad \alpha = 45^\circ$$

$$\text{Plocha výztuže:} \quad A_{sw} = 0 \text{ mm}^2/\text{řada}$$

Stupeň vyztužení smykovou výztuží:

$$\rho_w = A_{sw} / (s \cdot b_w \cdot \sin \alpha) = 0 / (150 \cdot 1000 \cdot \sin 45^\circ) = 0,0000$$

Omezení množství výztuže (EN 1992-1-1. 9.2.2):

$$\Sigma \rho_w < \rho_{min} \quad \{ \quad 0,0009 > 0,0009 \quad \} \quad \text{Vyhovuje}$$

Smyková únosnost průřezu se smykovou výztuží (EN 1992-2. 6.2.3):

$$VRd,s = \frac{A_{sw}}{s} \cdot z \cdot f_{ywd} \cdot (\cot \theta + \cot \alpha) \cdot \sin \alpha = \frac{0}{150} \cdot 0 \cdot 434,78 \cdot (1,8 + 1,0) \cdot 0,7 = 0,00 \text{ kN}$$

$$Rd,max = \frac{\alpha_{cw} \cdot b_w \cdot z \cdot v_1 \cdot f_{cd} \cdot (\cot \theta + \cot \alpha)}{1 + \cot^2 \theta} = \frac{1,00 \cdot 0,000 \cdot 0,000 \cdot 0,53 \cdot 18,00 \cdot (1,8 + 1)}{1,0 + 1,8^2} = 0,00 \text{ kN}$$

Posouzení průřezu:

$$\frac{\Sigma VRd,s}{835,93} > \frac{|V_{Ed}|}{560,00}$$

$$\text{Využití průřezu: } 0,67 \quad \text{Vyhovuje}$$

**Ohyby: nenavrženy.**

## 6. Základová spára

### 6.1. Posouzení základové spáry (Návrhový přístup 2)

#### Charakteristiky základové půdy

Objemová tíha:	$\gamma = 19,00 \text{ kN/m}^3$	G5
Úhel vnitřního tření	$\varphi = 30,00^\circ$	
Efektivní soudržnost	$c = 4,00 \text{ kPa}$	
Dílčí souč. par. zeminy:	$\gamma'_{\gamma, M1} = 1,00$	(EN 1997-1, A3.2, tab. A.4, soubor M1)
Dílčí souč. par. zeminy:	$\gamma'_{\varphi, M1} = 1,00$	(EN 1997-1, A3.2, tab. A.4, soubor M1)
Dílčí souč. par. zeminy:	$\gamma'_{c, M1} = 1,00$	(EN 1997-1, A3.2, tab. A.4, soubor M1)

Návrhové charakteristiky (EN 1997-1, 2.4.6.1, 2.4.6.2):

**HPV** ANO-POD ZS

$$\gamma' = \gamma \cdot \gamma_{\gamma'} = 19,00 \cdot 1,00 = 19,00 \text{ kN/m}^3$$

$$\gamma'1 = \gamma' - \gamma_w = 19,00 - 10,00 = 9,00 \text{ kN/m}^3$$

$$\varphi' = \varphi / \gamma_{\varphi'} = 30,00 / 1,00 = 30,00^\circ$$

$$c' = c / \gamma_{c'} = 4,00 / 1,00 = 4,00 \text{ kPa}$$

#### Posouzení základové půdy

Návrhové vnitřní síly:

Podélný směr:

$$N_{ed} = 12700,00 \text{ kN} \quad V_{ed} = 4700,00 \text{ kN} \quad M_{ed} = 4850,00 \text{ kNm}$$

Příčný směr:

$$N_{ed} = 12700,00 \text{ kN} \quad V_{ed} = 0,00 \text{ kN} \quad M_{ed} = 0,00 \text{ kNm}$$

Průřezové charakteristiky:

Šířka základové spáry:	$B = 5,75 \text{ m}$
Délka (jednotková):	$L = 10,00 \text{ m}$
Hloubka pod terénem:	$h' = 1,00 \text{ m}$
Sklon základové spáry:	$\alpha = 0,00^\circ$

Odpor na líci (klidový)

$$K_{0,k} = 1 - \sin \varphi = 1 - \sin 30,0^\circ = 0,50$$

$$\Delta \sigma = K \cdot g \cdot h = 9,50 \text{ kPa}$$

$$\Delta V = \Delta \sigma \cdot h / 2 \cdot L = 47,50 \text{ kN}$$

$$V_e = V_{ed} - \Delta V = 4652,50 \text{ kN}$$

Počáteční výstřednost (EN 1997-1, 6.5.4):

$$e_{B, \text{init}} = 0,000 \text{ m}$$

$$e_{L, \text{init}} = 0,000 \text{ m}$$

$$e_{\text{init}} \approx <0; 0,1> \text{ m}$$

Výstřednost od vodorovných zatížení:

$$e_{B, \text{he}} = 0,000 \text{ m} \quad \text{Pozn.: Zahrnuto ve výpočtu vn. sil, kde navyšuje momentové účinky } M_{ed}.$$

$$e_{L, \text{he}} = 0,000 \text{ m}$$

Výstřednost zatížení:

$$e_B = M_{1, Ed} / N_{1, Ed} + e_{B, \text{he}} + e_{B, \text{init}} = 4850,00 / 12700,00 + 0,000 + 0,000 = 0,382 \text{ m}$$

$$e_b \leq 1/3 \cdot B = 1/3 \cdot 5,750 = 1,917 \text{ m}$$

$$e_L = M_{L1, Ed} / N_{L1, Ed} + e_{L, \text{he}} + e_{L, \text{init}} = 0,00 / 12700,00 + 0,000 + 0,000 = 0,000 \text{ m}$$

$$e_L \leq 1/3 \cdot L = 1/3 \cdot 10,00 = 3,333 \text{ m}$$

Efektivní rozměry základu:

$$B' = B - 2 \cdot e_B = 5,750 - 2 \cdot 0,382 = 4,986 \text{ m}$$

$$L' = L - 2 \cdot e_L = 10,00 - 2 \cdot 0,000 = 10,000 \text{ m}$$

Efektivní plocha základu:

$$A'=B' \cdot L' = 4,986 \cdot 10,00 = 49,86 \text{ m}^2$$

Součinitel únosnosti:

$$N_q = e^{\pi \cdot \text{tg } \varphi'} \cdot \text{tg}^2(45^\circ + \varphi'/2) = e^{3,14159 \cdot \text{tg } 30,00^\circ} \cdot \text{tg}^2(45^\circ + 30,00^\circ / 2) = 18,40$$

$$N_c = (N_q - 1) \cdot \cotg \varphi' = (18,40 - 1) \cdot \cotg 30,00^\circ = 30,14$$

$$N_\gamma = 2 \cdot (N_q - 1) \cdot \text{tg } \varphi' = 2 \cdot (18,40 - 1) \cdot \text{tg } 30,00^\circ = 20,09$$

Součinitel sklonu základové spáry:

$$b_c = b_q \cdot (1 - b_q) / (N_c \cdot \text{tg } \varphi') = 1,00 \cdot (1 - 1,00) / (30,14 \cdot \text{tg } 30,00^\circ) = 1,00$$

$$b_\gamma = b_\gamma \cdot (1 - \alpha \cdot \text{tg } \varphi')^2 = (1 - 0,00 \cdot \text{tg } 30,00^\circ)^2 = 1,00$$

Součinitel tvaru základu:

$$s_q = 1 + (B'/L') \cdot \sin \varphi' = 1 + (4,99 / 10,00) \cdot \sin 30,00^\circ = 1,25$$

$$s_\gamma = 1 - 0,3 \cdot (B'/L') = 1 - 0,3 \cdot (4,99 / 10,00) = 0,85$$

$$s_c = (s_q \cdot N_q - 1) / (N_q - 1) = (1,25 \cdot 18,40 - 1) / (18,40 - 1) = 1,26$$

Součinitel šikmosti zatížení:

$$i_c = i_q \cdot (1 - i_q) / (N_c \cdot \text{tg } \varphi') = 0,48 \cdot (1 - 0,48) / (30,14 \cdot \text{tg } 30,00^\circ) = 0,45$$

$$i_q = [1 - H / (V + A' \cdot c' \cdot \cotg \varphi')]^m = [1 - 4652,50 / (12700,00 + 49,86 \cdot 4,00 \cdot \cotg 30,00^\circ)]^{1,67} = 0,48$$

$$i_\gamma = [1 - H / (V + A' \cdot c' \cdot \cotg \varphi')]^{m+1} = [1 - 4652,50 / (12700,00 + 49,86 \cdot 4,00 \cdot \cotg 30,00^\circ)]^{2,67} = 0,31$$

$$m_B = [2 + (B'/L')] / [1 + (B'/L')] = [2 + (4,99 / 10,00)] / [1 + (4,99 / 10,00)] = 1,67$$

$$m_L = [2 + (L'/B')] / [1 + (L'/B')] = [2 + (10,00 / 4,99)] / [1 + (10,00 / 4,99)] = 1,33$$

Návrhový tlak nadloží v úrovni základové spáry:

$$q' = \gamma' \cdot h' = 19,00 \cdot 1,00 = 19,00 \text{ kPa} \quad \text{Pozn.: Uvažováno na výšku dolní příčle a podkl. desky.}$$

Svislá únosnost základové půdy:

$$R_d / A' = c' \cdot N_c \cdot b_c \cdot s_c \cdot i_c + q' \cdot N_q \cdot b_q \cdot s_q \cdot i_q + 0,5 \cdot \gamma' \cdot B' \cdot N_\gamma \cdot b_\gamma \cdot s_\gamma \cdot i_\gamma = 4,00 \cdot 30,14 \cdot 1,00 \cdot 1,26 \cdot 0,45 + 19,00 \cdot 18,40 \cdot 1,00 \cdot 1,25 \cdot 0,48 + 0,5 \cdot 9,00 \cdot 4,99 \cdot 20,09 \cdot 1,00 \cdot 0,85 \cdot 0,31 = 396,07 \text{ kPa}$$

$$R_d = 396,07 \cdot 49,86 = 19749,01 \text{ kN}$$

Návrhová únosnost základové půdy:

$$R_d = R_d / \gamma_{R,v,R2} = 19749,01 / 1,40 = \mathbf{14106,44 \text{ kN}}$$

$$s_d = s_d / \gamma_{R,v,R2} = 396,07 / 1,40 = \mathbf{282,91 \text{ kPa}}$$

$$\gamma_{R,v,R2} = 1,40 \quad (\text{EN 1997-1, A3.3.1, tab. A.5, soubor R2})$$

Posouzení základové spáry:

$$\frac{N_{IRd}}{\{ \mathbf{14106,44} > \mathbf{12700,00} \} \text{ kN}} > \frac{N_{IEd}}{\{ \mathbf{14106,44} > \mathbf{12700,00} \} \text{ kN}}$$

**Vyhovuje** Využití zákl. spáry: 0,9

$$\sigma_{\max} = N_{ed} / b_{eff} = 12700,00 / 49,86 = \mathbf{254,70 \text{ kPa}}$$

Vodorovná únosnost základové půdy:

$$R_{dh} = N_{ed} \cdot \text{tg } \psi_d + A_{ef} \cdot c_d + S_{pd} = (12700,0 \cdot 0,577) + (49,9 \cdot 4,00) + 47,50 = 7579,3 \text{ kN}$$

Návrhová vodorovná únosnost základové půdy:

$$H_{rd} = R_{dh} / \gamma_{R,v,R2} = 7579,30 / 1,10 = \mathbf{6890,27 \text{ kN}}$$

$$\gamma_{R,v,R2} = 1,10 \quad (\text{EN 1997-1, A3.3.1, tab. A.5, soubor R2})$$

Posouzení základové spáry:

$$\frac{H_{IRd}}{\{ \mathbf{6890,27} > \mathbf{4700,00} \} \text{ kN}} > \frac{V_{IEd}}{\{ \mathbf{6890,27} > \mathbf{4700,00} \} \text{ kN}}$$

**Vyhovuje** Využití zákl. spáry: 0,68