

Obsah:

1. Identifikačné údaje	3
1.1 Stavba	3
1.2 Generálny projektant	3
1.3 Projektant časti SO	3
1.4 Uvažovaný správca stavebného objektu	3
1.5 Body kríženia	3
2. Úvod	4
2.1 Predmet výpočtu	4
2.2 Stručná charakteristika navrhovaného stavu lávky	4
2.3 Charakteristika prekážky	4
2.4 Základné údaje o moste (podľa STN 73 6200:1975)	5
2.5 Použité normy, technické podmienky, programy a literatúra	6
2.5.1 Normy	6
2.5.2 Technické podmienky, smernice	6
2.5.3 Výpočtové programy	6
2.5.4 Literatúra	6
3. Geometria konštrukcie	7
4. Geologické podmienky	11
5. Výpočtový model nosnej konštrukcie	12
5.1 Statický model nosnej konštrukcie lávky (štádium užívania)	12
5.2 Prierezy NK	13
5.3 Materiálové vlastnosti	14
5.3.1 Betón	14
5.3.2 Výstuž	15
6. Zaťaženie konštrukcie	16
6.1 Stále zaťaženie	16
6.1.1 Zaťaženie od vlastnej tiaže NK	16
6.1.2 Dobetonávka medzi nosníkmi	16
6.1.3 Vybavenie a príslušenstvo mosta	16
6.2 Premenné zaťaženie	17
6.2.1 Zaťaženie lávok pre cyklistov a chodcov – podľa STN EN 1991-2	17
6.2.2 Zaťaženie opory a krídel zemným tlakom	19
6.2.3 Premenné zaťaženie účinkami teploty – podľa STN EN 1991-1-5	20
6.2.4 Zaťaženie seizmicitou	21
6.2.5 Zaťaženie vetrom	22
6.2.6 Vplyv trenia v ložiskách	24

6.3	Kombinácie zaťažení podľa STN EN 1990	25
6.4	Kombinačné súčinitele a súčinitele zaťaženia.....	25
6.5	Skupiny dopravných zaťažení na lávkach pre chodcov a cyklistov	26
7.	Vnútorne sily a reakcie (štádium užívania).....	27
7.1	Reakcie na spodnú stavbu	27
7.2	Vnútorne sily na predpätých nosníkoch KA-73	29
8.	Posúdenia priereзов nosnej konštrukcie	31
8.1	Posúdenie tyčového nosníka KA -73	31
	Zoznam použitých materiálov.....	43
8.2	Posúdenie konzoly spriahujúcej dosky	44
9.	Posúdenie spodnej stavby.....	47
9.1	Vnútorne sily na pilieri č.5.....	47
9.2	Posúdenie konzoly piliera	48
9.3	Posúdenie stĺpa piliera	50
9.4	Reakcie na plošný základ piliera.....	58
9.5	Posúdenie plošného založenia piliera.....	58
10.	Posúdenie konštrukcie na účinky seizmicity.....	64
10.1	Uvažované seizmické kombinácie	64
10.2	Vlastné tvary nosnej konštrukcie	64
10.3	Vnútorne sily a reakcie od účinkov seizmicity	64
10.4	Zhodnotenie seizmických a dynamických účinkov na konštrukciu	67
11.	Mostné závery a ložiská.....	68
11.1	Mostné závery pri oporách	68
11.2	Ložiská.....	70
12.	Záver statického výpočtu	70
13.	Prílohy.....	71
13.1	Príloha č.1: Výpočet odvodnenia lávky a návrh zberného potrubia	72

1. IDENTIFIKAČNÉ ÚDAJE

1.1 Stavba

Názov stavby: Most č. M5850 na ceste II/547 a lávka, Hlinkova ul., Košice
Názov objektu: 202-00 Lávka pre peších vedľa mosta M5850
Kraj: Košický
Okres: Košice I
Katastrálne územie: Brody
Druh stavby: rekonštrukcia
Stupeň dokumentácie: DSPRS

1.2 Generálny projektant

Názov a adresa: TUNROAD Engineering, s.r.o.
Ružinovská 40
821 03 Bratislava
IČO: 46014454
DIČ: 2023192391
Tel. +421 2 5930 8261
Fax. +421 2 5930 8260
Hlavný inžinier projektu: Ing. Konštantín Kundrát, CSc.

1.3 Projektant časti SO

Názov a adresa: TUNROAD Engineering, s.r.o.
Ružinovská 40
821 03 Bratislava
Zodpovedný projektant: Ing. Marek Juhás
+421 55 6941 392

1.4 Uvažovaný správca stavebného objektu

Správcom objektu bude: Mesto Košice
Magistrát mesta Košice
Trieda SNP 48/A
040 11 Košice

1.5 Body kríženia

Body kríženia s: miestna komunikácia (ulica Dopravná)
otvorený odpadný kanál
železničná trať Kysak – Košice (číslo trate 105A)
miestna komunikácia (ulica Pri Hati)

2. ÚVOD

2.1 Predmet výpočtu

Predmetom tohto statického výpočtu je overenie dimenzií všetkých rozhodujúcich prvkov lávky a návrh betonárskej výstuže v nich.

2.2 Stručná charakteristika navrhovaného stavu lávky

Mostný objekt 202-00 bol pôvodne navrhnutý ako osempoľový most. Zo statického hľadiska ide o osem prostých polí tvorených atypickými predpätými tyčovými prefabrikátmi KA-73 a spriahujúcou monolitickou doskou. Rozpätie jedného poľa je 19,43 m a rozpätie nosníkov je 18,84 m.

Priečny rez nosnej konštrukcie je tvorený 3ks atypickými predpätými tyčovými prefabrikátmi KA-73 s osovými vzdialenosťami 1050 mm, ktoré sú dodatočne spriahnuté monolitickou žb doskou min. hr. 180mm. Šírka spriahajúcej dosky je 4,420 m. Horná plocha dosky bude betónovaná v priečnom jednostrannom sklone 2,0% pod vozovkou a s protispádom 4,0% pod krajnou pravou rímsou. Takto vznikne os odvodnenia v mieste zvýšenej obruby, v ktorej sa vynechajú otvory na osadenie chodníkových odvodňovačov. Nosníky sú uložené na spodnú stavbu prostredníctvom gumových ložísk. Vzájomné spojenie polí je pomocou pôvodného bezdilatačného prechodu typu „ťahlo – krycia doska“.

Spodná stavba bola navrhnutá ako monolitická, železobetónová z betónu B330 (C20/25). Piliere boli založené plošne v otvorených svahových jamách. Krajné opory tvoria pilótové bárky vytvorené z pilót 350/350/10500mm s monolitickými železobetónovými prahmi a krídlami. Hlbinné založenie opôr bolo navrhnuté z dôvodov zjednodušenia zakladania a čo najmenšieho zasahovania do stability zemného kužeľa jestvujúceho mostného objektu 201-00.

Postup rekonštrukcie lávky:

Po demontáži jestvujúceho príslušenstva lávky sa vyhotoví spriahujúca doska min. hr. 180mm. Konzoly dosky zabezpečia uloženie krajných ríms a rozšírenie chodníka na šírku 3,50m medzi obrubami. Horný povrch spriahujúcej dosky sa opatrí izoláciou a asfaltovými vrstvami vozovky. V spriahujúcej doske sa v mieste úžľabia vynechajú otvory pre osadenie chodníkových odvodňovačov. Spodná stavba a pohľadové časti nosníkov sa opatria sanačným systémom a na pilieroch sa vybudujú nové krycie stienky.

2.3 Charakteristika prekážky

Lávka zabezpečuje premostenie spoločného chodníka pre chodcov a cyklistov ponad miestnu komunikáciu (ulica Dopravná), otvorený odpadný kanál, železničnú trať 180 Kysak – Košice a miestnu komunikáciu (ulica Pri hati). V mieste lávky je trasa vedená smerovo v priamej. Výškovovo je vedená vo výškovom oblúku $R = 1500\text{m}$.

Komunikácia vedená na lávke je obojsmerne rozdelená cestička pre chodcov a cyklistov s voľnou šírkou 3,50m. Priečny sklon na lávke je jednostranný 2,0%.

2.4 Základné údaje o moste (podľa STN 73 6200:1975)

Charakteristika mosta:	a/	pozemná komunikácia (spoločný chodník pre chodcov a cyklistov)
	b/	-
	c/	most ponad železničnú trať a cestné komunikácie
	d/	most s ôsmimi poliami
	e/	jednopodlažný
	f/	s hornou mostovkou
	g/	nepohyblivý
	h/	trvalý
	i/	smerovo v priamej, výškovo v oblúku
	j/	kolmý
	k/	s normovanou zaťažiteľnosťou
	l/	masívny
	m/	plnostenný
	n/	trámový
	o/	otvorene usporiadaný
	p/	s neobmedzenou voľnou výškou

Dĺžka premostenia (čl.60):	153,790 m
Dĺžka nosnej konštrukcie:	156,110 m
Dĺžka mosta (čl.61):	164,390 m
Šikmosť mosta (čl.65):	-
Šírka vozovky medzi obrubníkmi (čl. 69):	3,500 m
Šírka chodníka:	3,500 m
Šírka mosta medzi zábradliami:	4,000 m
Šírka mosta:	4,750 m
Výška mosta (čl. 74):	10,500 m
Stavebná výška (čl. 75):	1,155 m
Plocha mosta (dĺžka premostenia x šírka mosta):	$153,790 \times 4,750 = 730,50\text{m}^2$

Zaťaženie mosta: podľa STN EN 1990, STN EN1991, STN EN 1992,
STN EN 1997, STN EN 1998

Zaťaženie mosta dopravou: rovnomerné spojitú zaťaženie $q_{fk} = 5,0\text{kN/m}^2$
sústredené bremeno $Q_{fwk} = 10\text{kN}$
služobné vozidlo Q_{serv}

2.5 Použité normy, technické podmienky, programy a literatúra

2.5.1 Normy

STN EN 1990	Zásady navrhovania konštrukcií
STN EN 1991	Zaťaženia konštrukcií
STN EN 1992	Navrhovanie betónových konštrukcií
STN EN 1993	Navrhovanie oceľových konštrukcií
STN EN 1997	Navrhovanie geotechnických konštrukcií
STN EN 1998	Navrhovanie konštrukcií na seizmickú odolnosť
STN 73 6200	Mostné názvoslovie
STN 73 6201	Projektovanie a priestorové usporiadanie mostných objektov
STN EN 206	Betón. Časť 1: Špecifikácia, vlastnosti, výroba a zhoda

2.5.2 Technické podmienky, smernice

VL4	Vzorové listy stavieb pozemných komunikácií, mosty
TP 019 (TP03/2006)	Dokumentácia stavieb ciest (technické podmienky) (TP03/2006)

Ostatné súvisiace STN EN a Technické podmienky

2.5.3 Výpočtové programy

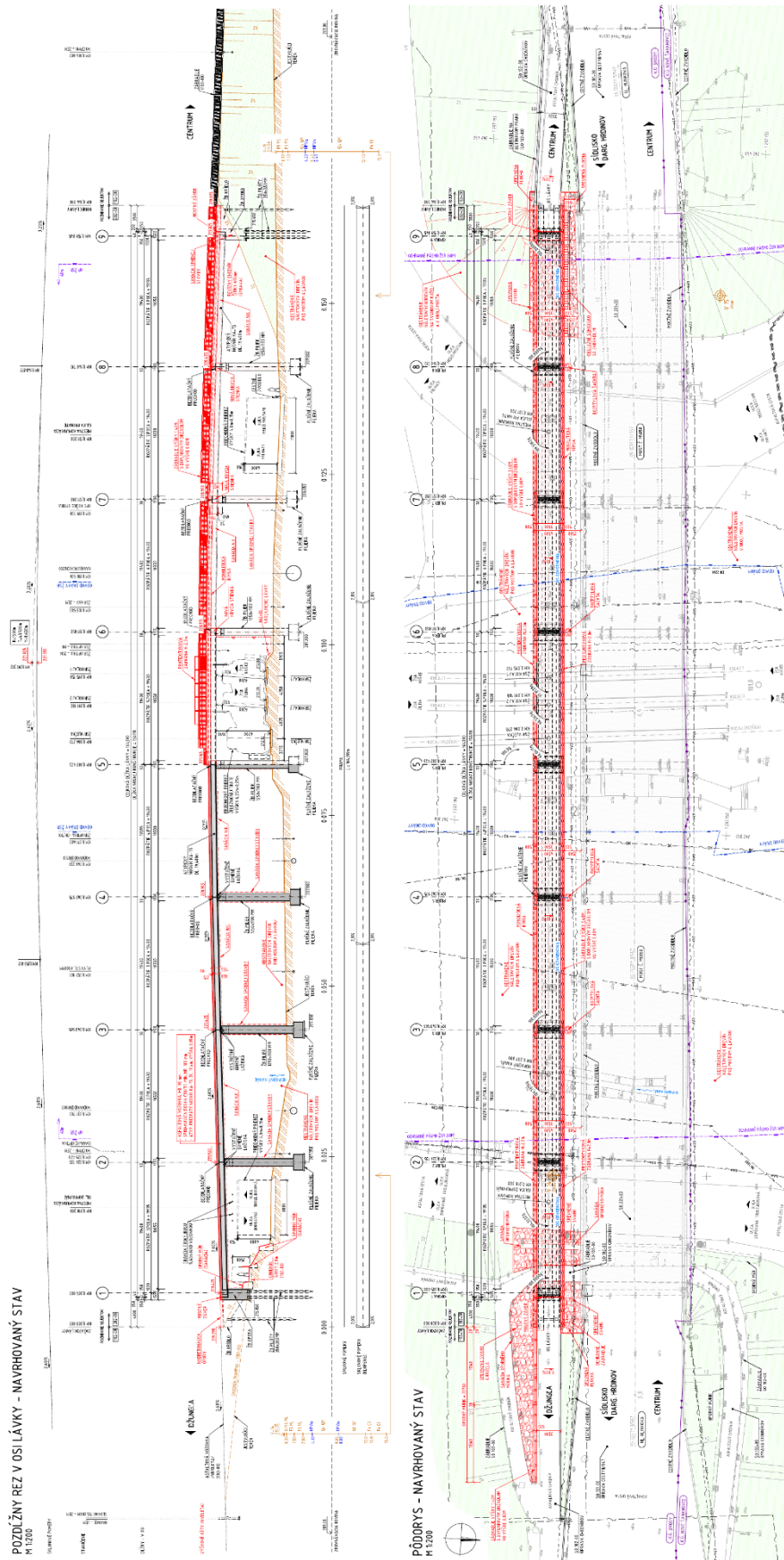
Scia Engineer, MS Office, Fine, IdeaStatica, GEO 5

2.5.4 Literatúra

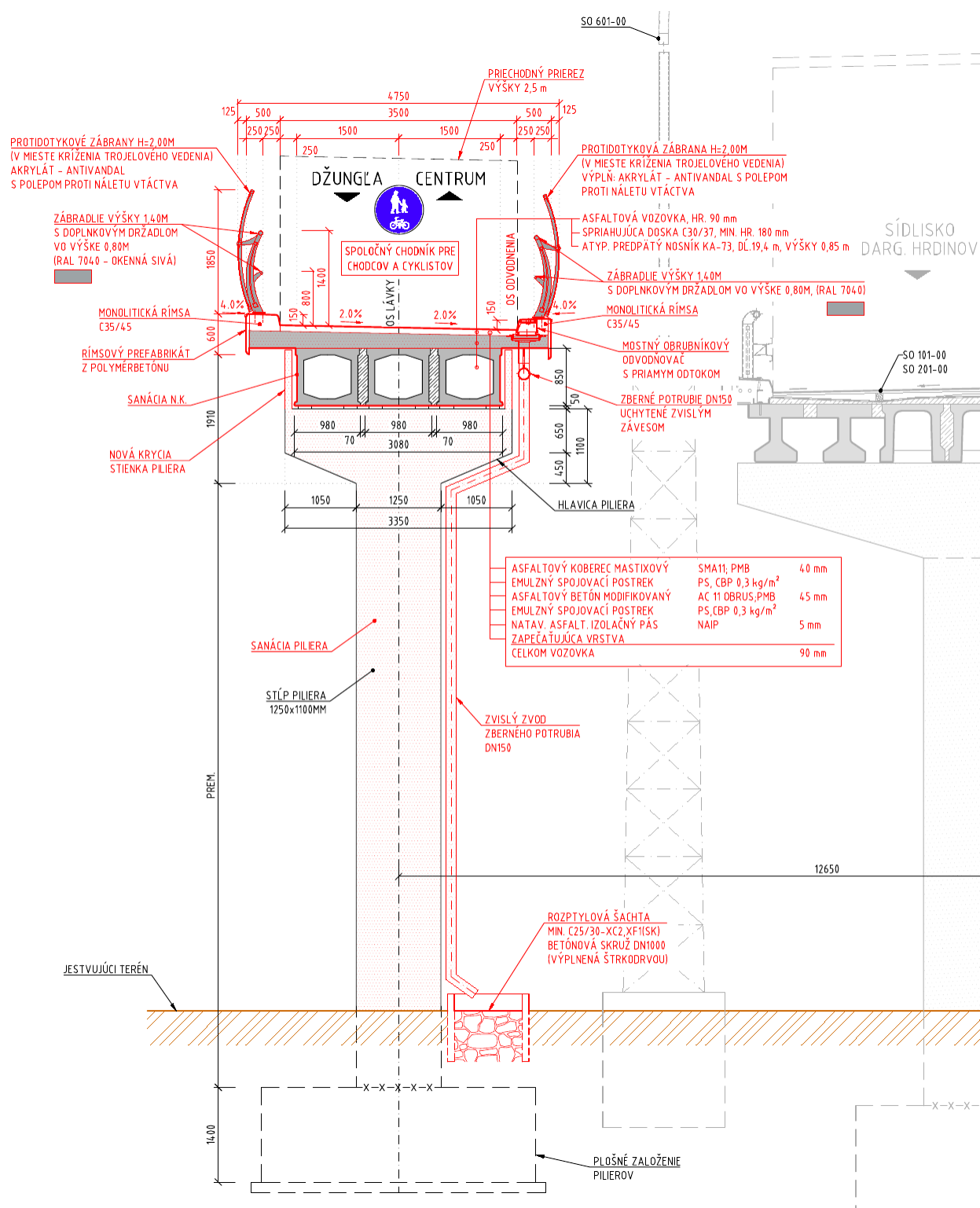
Typový podklad „Konštrukcie cestných a diaľničných mostov z prefabrikátov KA-73 dĺžky 9-12-15-18m“, Dopravoprojekt - 1973

Štátna cesta č. I/68 Budimír – Košice, I. stavba, križovatka Dargovských hrdinov v Košiciach, D209-00, Lávka pre peších cez železnici (VP), Dopravoprojekt - 1986

3. GEOMETRIA KONŠTRUKCIE



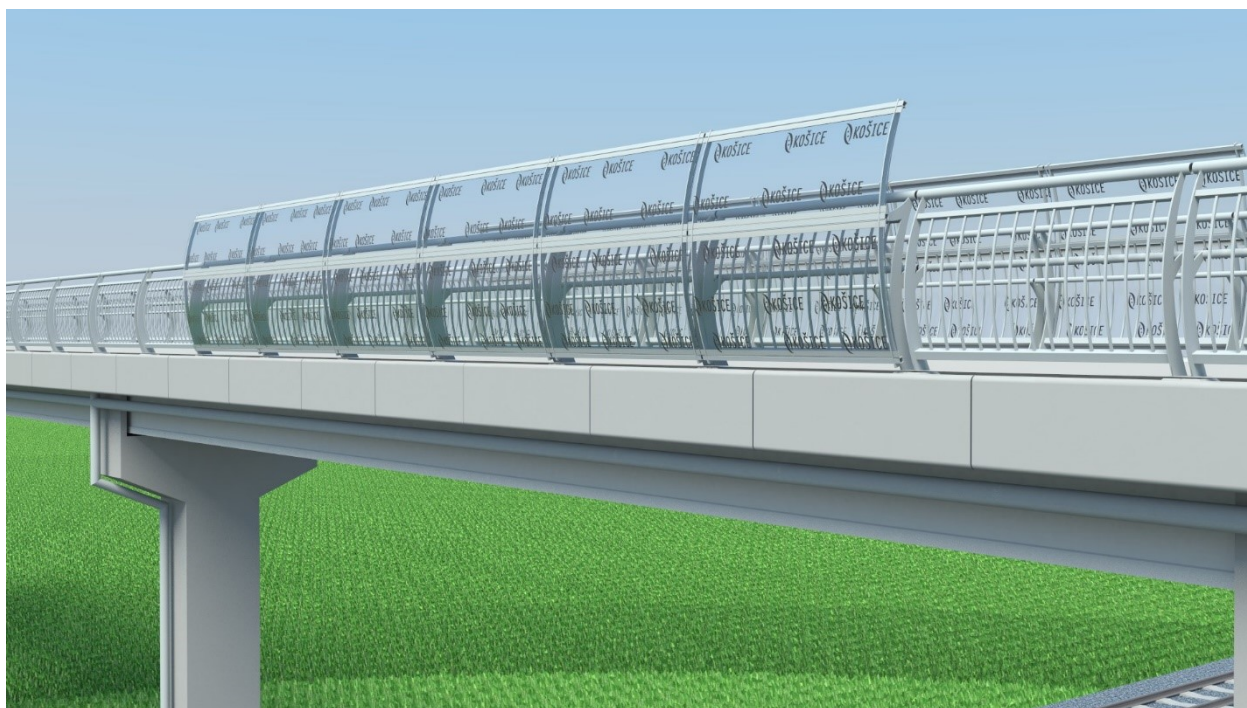
Obrázok 1 Pôdorys lávky a pozdĺžny rez lávkou



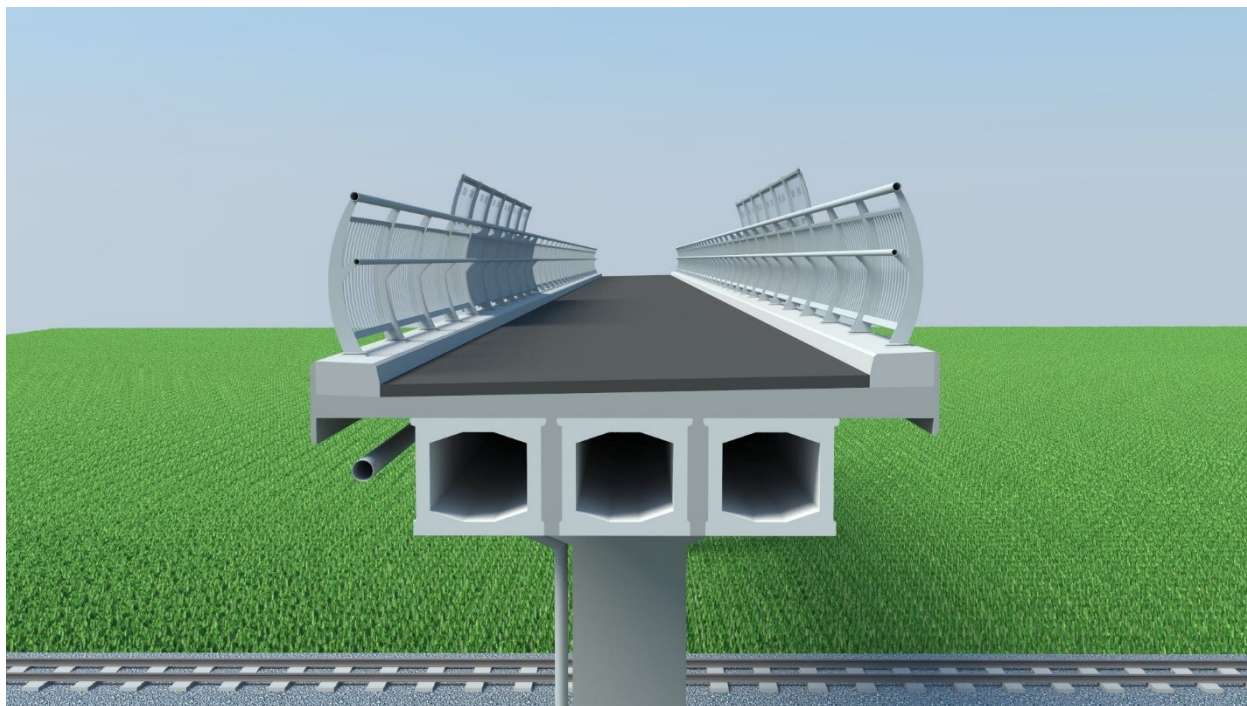
Obrázok 2 Pričný rez lávkou v mieste piliera



Obrázok 3 Vizualizácia lávky (pohľad z boku)



Obrázok 4 Vizualizácia lávky (pohľad z boku)



Obrázok 5 Vizualizácia lávky (priečny pohľad)



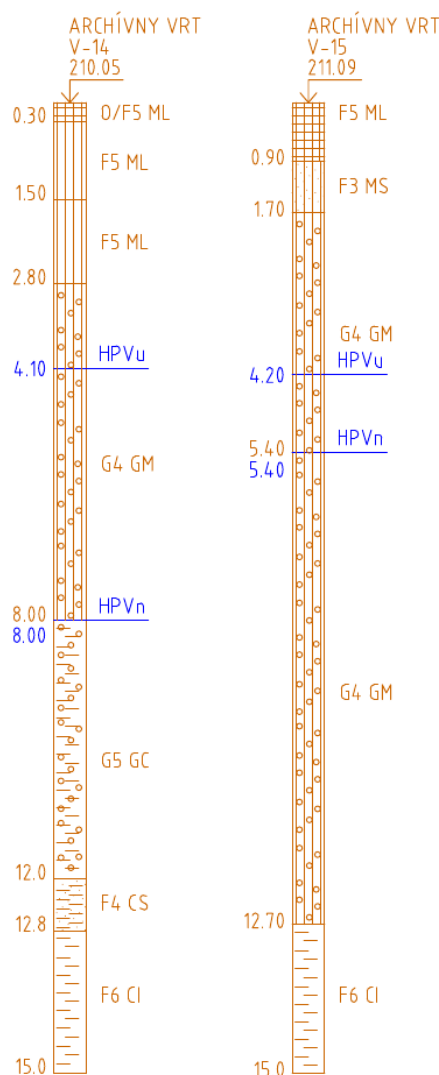
Obrázok 6 Vizualizácia lávky (pohľad zhora)

4. GEOLOGICKÉ PODMIENKY

Pre predmetnú stavbu nebol vypracovaný nový geologický prieskum nakoľko ide len o rekonštrukciu hornej stavby. Na spodnej stavbe neboli pri prehliadke zistené žiadne vážne nedostatky.

Podľa projektovej dokumentácie z roku 1986 (Štátna cesta č. I/68 Budimír – Košice, I. stavba, križovatka Dargovských Hrdinov v Košiciach) bola základová škára v záujmovom území overená vrtmi V 14 a V 15. Územie je tvorené vrstvou hlín o mocnosti 0,8 - 2,5m. V ich podloží sú vyvinuté hlinité až hlinito – piesčité štrky mocnosti 9,2 – 11,00m. Táto vrstva tvorí základovú škáru založenia mosta.

Základové pomery v záujmovom úseku boli overené IGP, ktorého spracovateľom boli IGHP Žilina, závod Košice v roku 1983. V záujmovom území boli realizované sondy V14, V15. Územie povrchu je budované vrstvou hlín a prevažujú tuhej-pevnej konzistencie o mocnosti 0,8 – 2,5m. V ich podloží sú vyvinuté hlinité až hlinitopieščitú štrky mocnosti 9,2 – 11,0m. Hlbšie sa nachádzajú neogénne íly. Hladina podzemnej vody je ustálená 4,1m pod terénom, ale vystúpila až 0,8m p.t.. Podzemná voda nejavila agresívne účinky na železné a železobetónové konštrukcie. Ťažobná trieda hlín: Trieda 3.



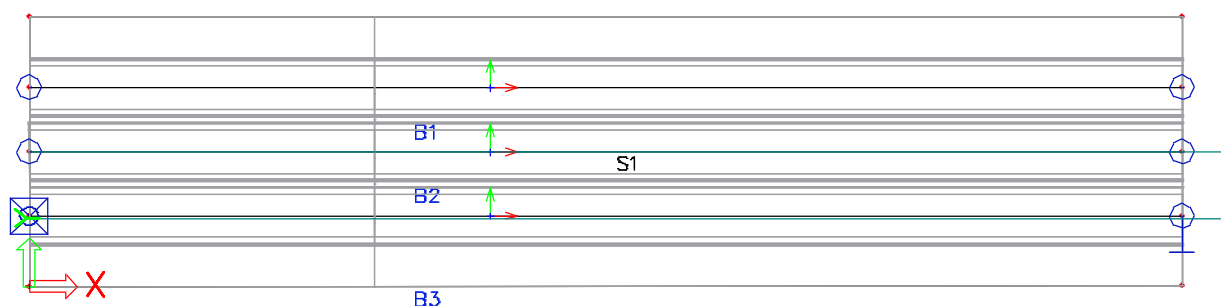
Obrázok 7 Archívne geologické sondy v okolí mosta

5. VÝPOČTOVÝ MODEL NOSNEJ KONŠTRUKCIE

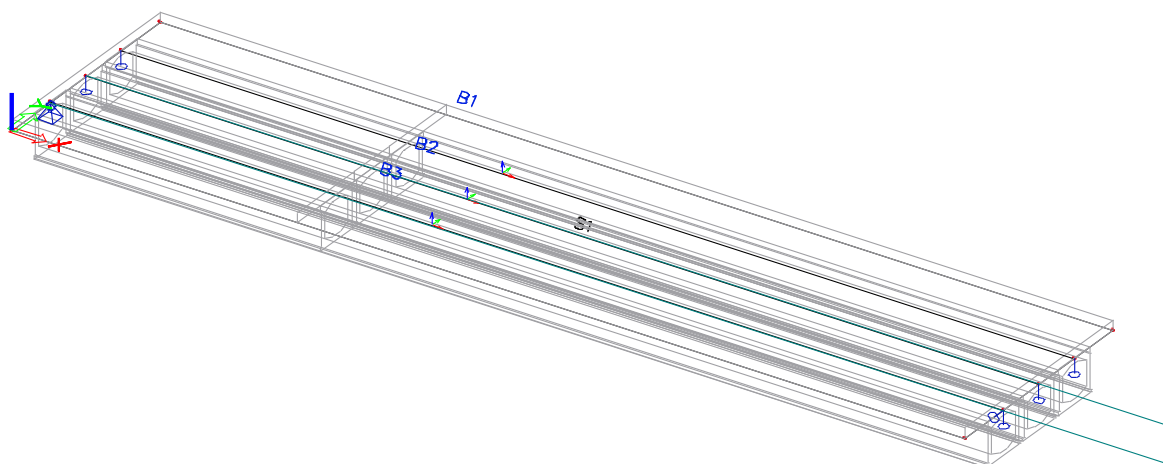
Nosná konštrukcia lávky pôsobí ako osem prostých polí. Vzájomné spojenie polí je pomocou bezdilatačného prechodu typu „ťahlo – krycia doska“. Pre stanovenie veľkosti vnútorných síl sa uvažovalo s 3D modelom jedného prostého poľa dĺžky 18,84m.

Priestorový výpočtový 3D-model je vytvorený ako doskostenová konštrukcia. Model bol vytvorený pomocou dosky s rebrami. Na tomto modeli boli stanovené veľkosti vnútorných síl na atypických nosníkoch KA-73. Rozpätie nosníkov bolo modelované o dĺžke 18,84m. Bol vytvorený model pre štádium užívania. Hrúbka spriahujúcej dosky bola uvažovaná o priemernej hodnote 220 mm. Spriahujúca doska je z betónu triedy C30/37.

5.1 Statický model nosnej konštrukcie lávky (štádium užívania)

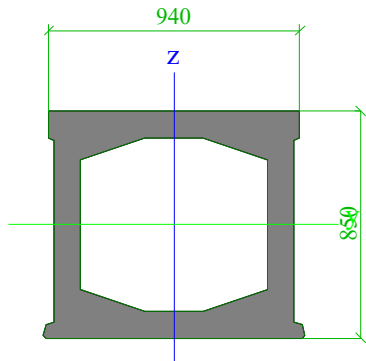


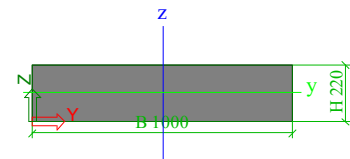
Obrázok 8 Axonometrický pohľad na nosnú konštrukciu (štádium užívania)



Obrázok 9 Pôdorysný pohľad na nosnú konštrukciu (štádium užívania)

5.2 Prierezy NK

označenie		KA-73 (850mm)	
popis		Nosník KA-73 atyp	
prierez		Výšky 850mm	
materiál		C35/45	
obrázok			
$A [m^2]$	3,5640e-01	$A_y [m^2]$	3,5640e-01
		$A_z [m^2]$	3,5640e-01
$I_y [m^4]$	3,4662e-02	$I_z [m^4]$	3,7698e-02
$I_w [m^6]$	0,0000e-00	$I_t [m^4]$	7,8764e-03
$W_{ely} [m^3]$	8,1530e-02	$W_{ply} [m^3]$	1,0316e-01
$W_{elz} [m^3]$	7,6935e-02	$W_{plz} [m^3]$	1,0657e-01
$d_y [mm]$	0	$c_{yLSS} [mm]$	0
$d_z [mm]$	0	$c_{zLSS} [mm]$	-425

označenie		NK DOSKA	
popis		Spriahujúca doska hrúbky 220mm	
prierez		1000x220mm	
materiál		C30/37	
obrázok			
$A [m^2]$	2,2000e-01	$A_y [m^2]$	1,8333e-01
		$A_z [m^2]$	1,8333e-01
$I_y [m^4]$	8,8733e-04	$I_z [m^4]$	1,8333e-02
$I_w [m^6]$	0,0000e-00	$I_t [m^4]$	3,0348e-03
$W_{ely} [m^3]$	8,0667e-03	$W_{ply} [m^3]$	1,2100e-02
$W_{elz} [m^3]$	3,6667e-02	$W_{plz} [m^3]$	5,500e-02
$d_y [mm]$	0	$c_{yLSS} [mm]$	500
$d_z [mm]$	0	$c_{zLSS} [mm]$	110

5.3 Materiálové vlastnosti

5.3.1 Betón

Betón nosníkov KA - 73**C35/45 (B500)**

charakteristická valcová pevnosť v tlaku

 $f_{ck} = 35 \text{ MPa}$

koeficient (mosty)

 $\alpha_{cc} = 0,85$

súčiniteľ spoľahlivosti materiálu

 $\gamma_c = 1,50$

28-dňový modul pružnosti

 $E_{cm} = 34\,000 \text{ MPa}$ **Betón škár nosníkov KA - 73****C20/25 (B330)**

charakteristická valcová pevnosť v tlaku

 $f_{ck} = 20 \text{ MPa}$

koeficient (mosty)

 $\alpha_{cc} = 0,85$

súčiniteľ spoľahlivosti materiálu

 $\gamma_c = 1,50$

28-dňový modul pružnosti

 $E_{cm} = 30\,000 \text{ MPa}$ **Betón spriahujúcej dosky****C30/37 – XC4, XD1, XF2(SK) – CI0,4 – Dmax16 – S3**

charakteristická valcová pevnosť v tlaku

 $f_{ck} = 30 \text{ MPa}$

koeficient (mosty)

 $\alpha_{cc} = 0,85$

súčiniteľ spoľahlivosti materiálu

 $\gamma_c = 1,50$

28-dňový modul pružnosti

 $E_{cm} = 33\,000 \text{ MPa}$ **Betón opôr****C20/25 (B330)**

charakteristická valcová pevnosť v tlaku

 $f_{ck} = 20 \text{ MPa}$

koeficient (mosty)

 $\alpha_{cc} = 0,85$

súčiniteľ spoľahlivosti materiálu

 $\gamma_c = 1,50$

28-dňový modul pružnosti

 $E_{cm} = 30\,000 \text{ MPa}$ **Betón pilierov****C20/25 (B330)**

charakteristická valcová pevnosť v tlaku

 $f_{ck} = 20 \text{ MPa}$

koeficient (mosty)

 $\alpha_{cc} = 0,85$

súčiniteľ spoľahlivosti materiálu

 $\gamma_c = 1,50$

28-dňový modul pružnosti

 $E_{cm} = 30\,000 \text{ MPa}$

Betón základov

C20/25 (B330)

charakteristická valcová pevnosť v tlaku	$f_{ck} = 20 \text{ MPa}$
koeficient (mosty)	$\alpha_{cc} = 0,85$
súčiniteľ spoľahlivosti materiálu	$\gamma_c = 1,50$
28-dňový modul pružnosti	$E_{cm} = 30\,000 \text{ MPa}$

5.3.2 Výstuž

Betonárska výstuž (nosníky)

10 425 /V/

modul pružnosti	$E_s = 200 \text{ GPa}$
charakteristická medza klzu	$f_{yk} = 400 \text{ MPa}$
súčiniteľ spoľahlivosti materiálu	$\gamma_s = 1,15$

Predpínacia výstuž (nosníky)

PZ Ø4,5mm/1650 MPa

charakteristická medza klzu	$f_{pk} = 1650 \text{ MPa}$
dohodnutá medza klzu	$f_{p0,1k} = 1200 \text{ MPa}$
súčiniteľ spoľahlivosti materiálu	$\gamma_s = 1,15$

Betonárska výstuž (nová)

B 500B

modul pružnosti	$E_s = 200 \text{ GPa}$
charakteristická medza klzu	$f_{yk} = 500 \text{ MPa}$
súčiniteľ spoľahlivosti materiálu	$\gamma_s = 1,15$

6. ZAŤAŽENIE KONŠTRUKCIE

6.1 Stále zaťaženie

Súčiniteľ zaťaženia pre stále zaťaženia $\rightarrow \gamma_{F,\text{sup}} = 1,35; \gamma_{F,\text{inf}} = 1,00$.

6.1.1 Zaťaženie od vlastnej tiaže NK

Vlastná tiaž nosnej konštrukcie je generovaná automaticky programom na základe zadaného materiálu a prierezu.

6.1.2 Dobetonávka medzi nosníkmi

$$0,12 \text{ m}^2 \cdot 25 \text{ kN.m}^{-3} = \underline{\underline{3,00 \text{ kN.m}^{-1}}}$$

6.1.3 Vybavenie a príslušenstvo mosta

Vozovka na moste

$$\text{Vrstvy asfaltovej vozovky hr. 90mm} \quad 0,09 \text{ m} \cdot 22,0 \text{ kN.m}^{-3} = 1,98 \text{ kN.m}^{-2}$$

$$\text{Tiaž izolácie a ochrany izolácie hr. 10mm} \quad 0,01 \text{ m} \cdot 14,0 \text{ kN.m}^{-3} = 0,14 \text{ kN.m}^{-2}$$

$$g_{k,\text{vozovka}} = 1,98 + 0,14 \quad \underline{\underline{2,12 \text{ kN.m}^{-2}}}$$

Pravá ríma

$$\text{Rímsa (} A_c = 0,15 \text{ m}^2 \text{) /dosadacia šírka=0,46m/} \quad 0,15 \text{ m}^2 \cdot 25 \text{ kN.m}^{-3} = 3,75 \text{ kN.m}^{-1}$$

$$g_{k,\text{rímsa-P}} = 3,75 \text{ kN.m}^{-1} / 0,46 \text{ m} = \quad \underline{\underline{8,20 \text{ kN.m}^{-2}}}$$

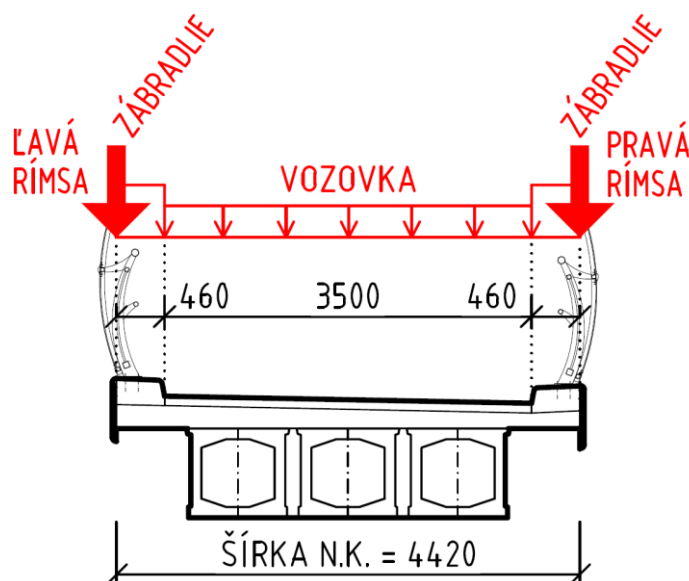
Ľavá rímsa

$$\text{Rímsa (} A_c = 0,15 \text{ m}^2 \text{) /dosadacia šírka=0,46m/} \quad 0,15 \text{ m}^2 \cdot 25 \text{ kN.m}^{-3} = 3,75 \text{ kN.m}^{-1}$$

$$g_{k,\text{rímsa-L}} = 3,75 \text{ kN.m}^{-1} / 0,46 \text{ m} = \quad \underline{\underline{8,20 \text{ kN.m}^{-2}}}$$

Príslušenstvo

Zábradlie s protidotykovou ochranou (na ľavej aj pravej rímse) = **0,60 kN.m⁻¹**



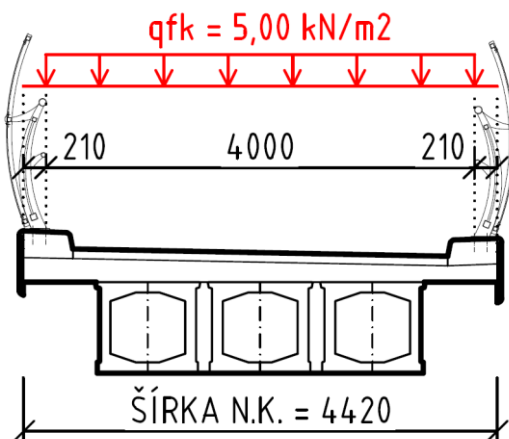
Obrázok 10 Schéma stáleho zaťaženia

6.2 Premenné zaťaženie

6.2.1 Zaťaženie lávok pre cyklistov a chodcov – podľa STN EN 1991-2

6.2.1.1 Rovnomerné spojité zaťaženie (STN EN 1991-2, čl. 5.3.2.1)

Pre lávky s cyklistickými pásmi alebo pásmi pre chodcov sa uvažuje spojité rovnomerné zaťaženie s charakteristickou hodnotou $q_{fk} = 5,00 \text{ kN/m}^2$.



Obrázok 11 Schéma rovnomerného dopravného zaťaženia

6.2.1.2 Sústredené bremeno (STN EN 1991-2, čl. 5.3.2.2)

Charakteristická hodnota sústredeného bremena Q_{fwb} pôsobiaceho na štvorcovú plochu so stranami 0,10 m sa uvažuje o hodnote 10 kN.

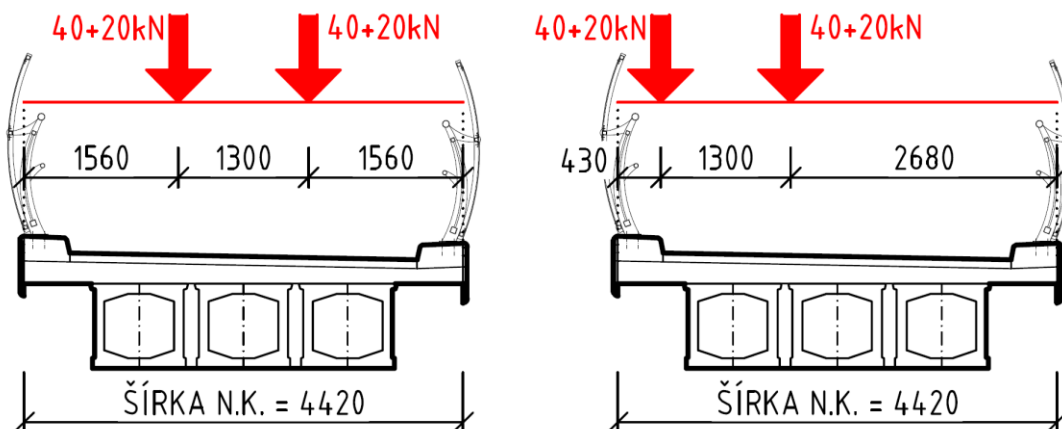
Pre lávku je špecifikované služobné vozidlo, podľa článku 5.3.2.3 a preto sa so sústredeným bremenom Q_{fwb} vo výpočte nebude uvažovať.

6.2.1.3 Služobné vozidlo (STN EN 1991-2, čl. 5.3.2.3)

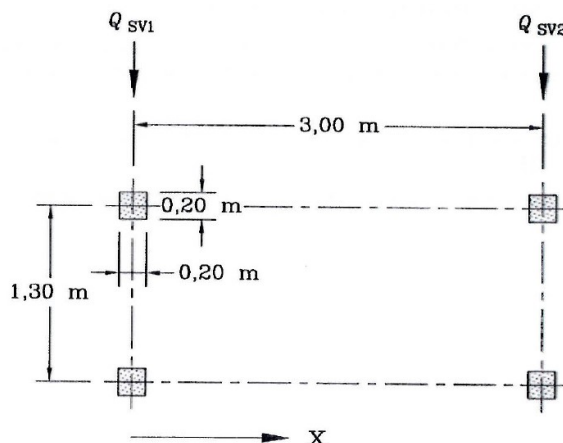
Na lávke sa uvažuje len s jedným služobným vozidlom Q_{serv} . Toto vozidlo môže byť vozidlom pre údržbu, záchranné vozidlo alebo vozidlo inej služby.

Ak nie sú dostupné žiadne informácie a žiadna trvalá prekážka nezamedzuje vozidlu vjazd na mostovku, odporúča sa použitie vozidla definovaného podľa článku 5.6.3 ako služobné vozidlo.

Podľa článku 5.6.3 sa vo výpočte uvažuje s nasledujúcim zaťažovacím modelom. Model je zložený z dvojnápravovej zaťažovacej skupiny 80 a 40 kN, s osovou vzdialenosťou náprav 3,0m, s rázvorom 1,30 m a štvorcovými kontaktnými plochami strany 0,2 m na úrovni povrchu vozovky.



Obrázok 12 Uvažované schémy zaťaženia služobným vozidlom


Legenda

x smer osi mosta

 $Q_{sv1} = 80 \text{ kN}$
 $Q_{sv2} = 40 \text{ kN}$
Obrázok 13 Pôdorysná schéma zaťaženia služobným vozidlom
6.2.1.4 Vodorovné sily (STN EN 1991-2, čl. 5.4)

Brzdňá sila je uvažovaná ako 60% zo zvislého zaťaženia od služobného vozidla alebo 10% z celkového spojitého rovnomerného zaťaženia.

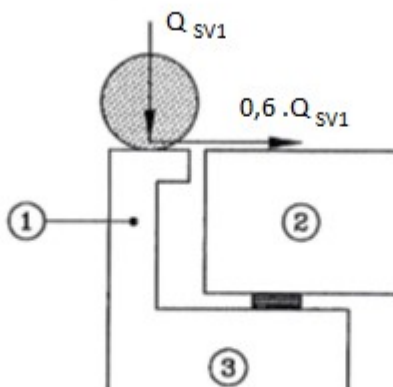
$$0,6 \cdot (Q_{sv1} + Q_{sv2}) = 0,60 \cdot (80 + 40) = 72 \text{ kN}$$

$$0,1 \cdot (5,0 \text{ kN/m}^2 \times 4,0 \text{ m} \times 19,0 \text{ m}) = 38 \text{ kN}$$

Vodorovná sila sa uvažuje ako súčasne pôsobiaca spolu so zodpovedným zvislým zaťažením.

6.2.1.5 Vodorovné sily pre návrh záverných múrikov (STN EN 1991-2, čl. 4.9.2)

Pri návrhu záverných múrikov sa uvažuje s brzdňou silou v pozdĺžnom smere s charakteristickou hodnotou **0,6** · Q_{sv1} , súčasne s nápravovým zaťažením Q_{sv1} služobného vozidla a zemným tlakom od zásypu. Neuvažuje sa súčasné pôsobenie zaťaženia na zásyp.


Legenda

(1) záverný múrik

(2) nosná konštrukcia mosta

(3) brehová podpera

6.2.2 Zaťaženie opory a krídel zemným tlakom

Pretože konštrukcia spodnej stavby je sama o sebe tuhá a pri užívaní sa nepredpokladajú žiadne posuny, uvažujú sa pre zaťaženie zemným tlakom hodnoty zemného tlaku v pokoji (resp. redukovaného tlaku).

Hodnoty **zvislého zaťaženia** zeminou sa určia podľa vzorca:

$$f_{z,v} = \gamma_z \cdot h$$

$$f_{z,v} = (\gamma_z \cdot h) = (19 \text{ kN/m}^3 \cdot 3,0 \text{ m}) = \underline{\underline{57,0 \text{ kN/m}^2}}$$

Hodnoty **vodorovného zaťaženia** sa určia podľa vzorca:

$$f_{z,h} = K_0 \cdot \gamma_z \cdot z$$

Pre vybudovanie prechodovej oblasti sa predpokladá použitie kvalitných materiálov (nenamfzaných zemín s vhodnou krivkou zrnitosti). Vo výpočte sa preto ako materiál zásypu uvažuje štrkopiesková zemina.

ZAŤAŽENIE - TLAKY ZEMÍN			
Uhol vnútorného trenia zeminy	φ_k	30	(°)
Súčiniteľ tlaku v pokoji	K_0	0,50	(-)
Súčiniteľ aktívneho tlaku	K_a	0,33	(-)
Súčiniteľ pasívneho tlaku	K_p	3,00	(-)
Súčiniteľ redukovaného aktívneho tlaku	$K_{red,0a}$	0,42	(-)
Príťaženie od dopravy	$q_{k,dop}$	5,0	(kN/m ²)
Objemová tiaž zeminy - štrkopieskový zásyp	γ_z	19	(kN/m ³)
Náhradná výška zeminy od príťaženia	h_n	0,263	(m)
Výber súčiniteľa tlaku		Redukovaný tlak	

Zemný tlak (vodorovný tlak)			
Úroveň 1	h_1	0,000	(m)
Úroveň 2	h_2	1,000	(m)
Úroveň 3	h_3	2,000	(m)
Úroveň 4	h_4	3,000	(m)
Vodorovný tlak zeminy v úrovni 1	$f_{z,h1}$	0,00	(kN/m ²)
Vodorovný tlak zeminy v úrovni 2	$f_{z,h2}$	7,92	(kN/m ²)
Vodorovný tlak zeminy v úrovni 3	$f_{z,h3}$	15,83	(kN/m ²)
Vodorovný tlak zeminy v úrovni 4	$f_{z,h4}$	23,75	(kN/m ²)

Príťaženie od dopravy (vodorovný tlak)			
Konštantná hodnota príťaženia	$f_{traffic}$	2,08	(kN/m ²)

6.2.3 Premenné zaťaženie účinkami teploty – podľa STN EN 1991-1-5

Pôsobenie vplyvu teploty sa uvažovalo podľa STN EN 1991-1-5 Eurokód 1. Zaťaženia konštrukcií, Časť 1-5: Všeobecné zaťaženia, Zaťaženia účinkami teploty. Mapy s izotermami minimálnej a maximálnej teploty vzduchu pre územie Slovenska sú uvedené ďalej.



Obrázok 14 Mapy izoterm minimálnej a maximálnej teploty vzduchu

Zaťaženie teplotou (mosty) - Rovnomerná zložka teploty - podľa STN EN 1991-1-5			
začiatková teplota v čase upevnenia konštrukčného prvku	T_0	10	(°C)
maximálna teplota vzduchu podľa izoterm STN EN 1991-1-5	T_{max}	39	(°C)
minimálna teplota vzduchu podľa izoterm STN EN 1991-1-5	T_{min}	-28	(°C)
maximálna hodnota zložky rovnomernej teploty mosta	$T_{e,max}$	41	(°C)
minimálna hodnota zložky rovnomernej teploty mosta	$T_{e,min}$	-20	(°C)
max. rozsah zložky rovn. teploty mosta pri predlžovaní ($T_{e,max} \geq T_0$)	$\Delta T_{N,EXP}$	31	(°C)
max. rozsah zložky rovn. teploty mosta pri skracovaní ($T_0 \geq T_{e,min}$)	$\Delta T_{N,CON}$	30	(°C)

Zaťaženie teplotou (mosty) - Zvislá lineárna zložka (POSTUP 1) - podľa STN EN 1991-1-5			
typ nosnej konštrukcie	Typ 3: Betonový nosník		
medzná hodnota teplotného spádu pri povrchovej úprave 90mm	T_+	15	(°C)
medzná hodnota teplotného spádu pri povrchovej úprave 90mm	T_-	8	(°C)
súčiniteľ povrchu pre lineárnu zložku teplotného spádu (ohrievanie)	$k_{sur(+)}$	0,76	(-)
súčiniteľ povrchu pre lineárnu zložku teplotného spádu (ochladzovanie)	$k_{sur(-)}$	1,00	(-)
lineárna zložka teplotného spádu (ohrievanie)	$\Delta T_{M,HEAT}$	11,4	(°C)
lineárna zložka teplotného spádu (ochladzovanie)	$\Delta T_{M,COOL}$	8,0	(°C)

Pre kombináciu pôsobenia zložky rovnomernej teploty a zložky lineárnej teploty (teplotného spádu) platí:

- oteplenie: $\max.(\Delta T_{M,heat} + 0,35. \Delta T_{N,exp} ; 0,75. \Delta T_{M,heat} + \Delta T_{N,exp})$
- ochladenie: $\max.(\Delta T_{M,cool} + 0,35. \Delta T_{N,con} ; 0,75. \Delta T_{M,cool} + \Delta T_{N,con}).$

6.2.4 Zaťaženie seizmicitou

Predmetom seizmickej analýzy je stanovenie vnútorných síl a kombinácií od seizmického zaťaženia pre návrh a posúdenie konštrukcie.

V zmysle STN EN 1998-1 bude mať na predmetnú konštrukciu vplyv nasledovná zdrojová oblasť seizmického rizika:

Seizmická oblasť – Košice $a_{gr}=0,04.g$
Uvažovaná kategória podložia: D

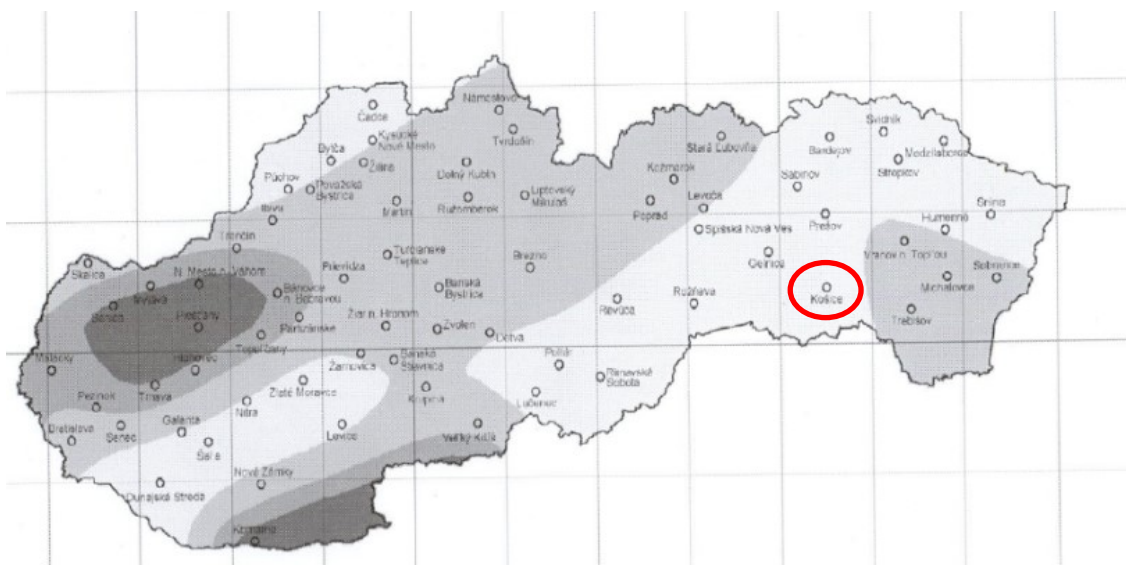
Maximálna hodnota horizontálnej zložky spektra seizmickej odozvy je pre kategóriu podložia D.

$T_B=0,10s$
 $T_c=0,30s$
 $T_D=1,20s$
 Typ spektra: 2

Maximálna hodnota vertikálnej zložky spektra seizmickej odozvy je pre kategóriu podložia D.

$T_B=0,05s$
 $T_c=0,15s$
 $T_D=1,00s$
 Typ spektra: 2

Význam konštrukcie: $\gamma_I=1,3$
 Súčiniteľ správanie konštrukcie $q=1,5$
 Súčiniteľ dolnej hranice horizontálneho návrhového spektra: $\beta=0,2$
 Útlm konštrukcie: 5,0%



Obrázok 15 Mapa seizmického rizika na území Slovenska STN EN 1998-1-NA-Z2-2012

Názov	Typ zobrazenia	Info	Kreslenie
H	Periódá	Typ normy - Eurokód Typ podložia - D Smer - Horizontálny Typ spektra - typ 2 súč. zrých. ag - 0.0407886 ag - návrhové zrých. - 0.4 beta - 0.2 q - faktor správania – 1.5	

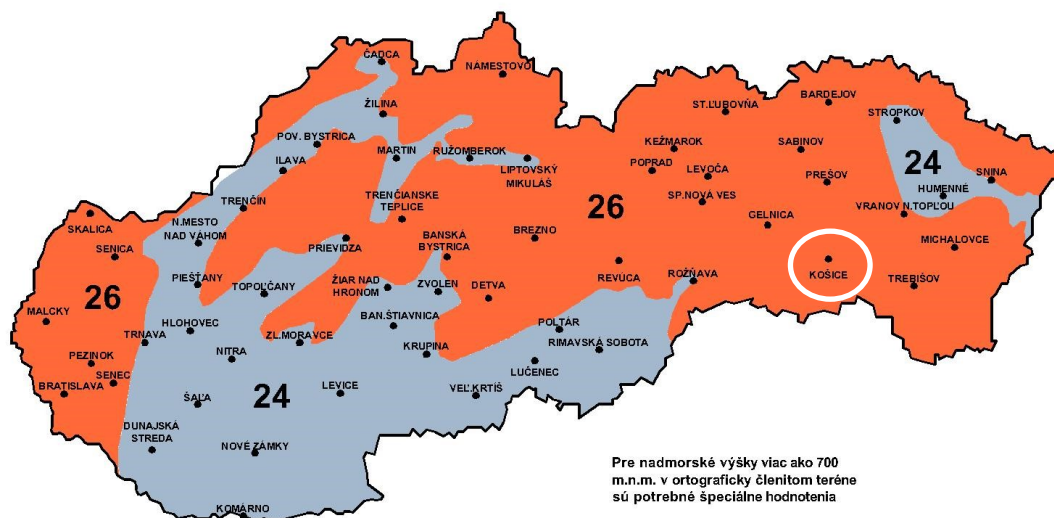
Obrázok 16 Seizmické spektrum horizontálnej odozvy

Názov	Typ zobrazenia	Info	Kreslenie
V	Periódá	Typ normy - Eurokód Typ podložia - D Smer - Vertikálny Typ spektra - typ 2 súč. zrých. ag - 0.0407886 ag - návrhové zrých. - 0.4 beta - 0.2 q - faktor správania – 1.5	

Obrázok 17 Seizmické spektrum vertikálnej odozvy

6.2.5 Zaťaženie vetrom

Fundamentálne hodnoty základnej rýchlosti vetra $v_{b,0}$ pre oblasť Slovenska do nadmorskej výšky 700 m.n.m.



Obrázok 18 Mapa fundamentálnych rýchlostí vetra

Zaťaženie vetrom (mosty) podľa STN EN 1991-1-4			
základná rýchlosť vetra	v_b	26	(m.s-1)
hustota vzduchu	ρ	1,25	(kN/m ³)
kategória terénu	kat.	II	(-)
dĺžka drsnosti, čl. 4.3.2	z_0	0,05	(m)
dĺžka drsnosti, čl. 4.3.2	$z_{0,II}$	0,05	(m)
minimálna výška definovaná, čl. 4.3.2 (tab. 4.1)	z_{min}	2,0	(m)
maximálna výška definovaná, čl. 4.3.2 (tab. 4.1)	z_{max}	200	(m)
koeficient terénu, čl. 4.3.2	k_r	0,190	(-)
koeficient drsnosti, čl. 4.3.2	$c_{r(z)}$	1,02	(-)
výška v mieste pôsobenia vetra	z	10,50	(m)
koeficient orografie terénu, čl. 4.3.1	$c_{0(z)}$	1,00	(-)
intenzita turbulencie čl. 4.3.6	$I_{v(z)}$	0,19	(-)
koeficient turbulencie vetra čl. 4.3.6	k_t	1,00	(-)
smerodajná odchýlka turbulentnej zložky rýchlosti vetra, čl. 4.3.6	σ_v	4,94	(m.s-1)
stredná rýchlosť vetra nad rovným terénom	$v_{mf(z)}$	26,41	(m.s-1)
stredná rýchlosť vetra v mieste staveniska, čl. 4.3.1	$v_{m(z)}$	26,41	(m.s-1)
základný tlak vetra	q_b	0,423	(kN/m ²)
súčiniteľ vystavenia vetru	$c_{e(z)}$	2,383	(-)
špičkový tlak vetra, čl. 4.5	$q_{p(z)}$	1,007	(kN/m ²)

Výpočet priečnej zložky vetra (X) na most podľa STN EN 1991-1-4			
šírka mosta	b	4,750	(m)
dĺžka mosta	L	19,000	(m)
celková výška mosta	d_{tot}	1,10	(m)
pomer šírky a celkovej výšky mosta	b/d_{tot}	4,32	(-)
súčiniteľ vystavenia vetru	c_e	2,38	(-)
súčiniteľ sily v smere x	c_{fx}	1,350	(-)
súčiniteľ zaťaženia vetrom	C	3,22	(-)
základná rýchlosť vetra	v_b	26,0	(m.s-1)
referenčná plocha	$A_{ref,x}$	20,9	(m ²)
celková priečna sila od vetra	$F_{w,x}$	28,41	(kN)
priečna rovnomerná sila od vetra	$g_{w,x}$	1,50	(kN/m)
priečny tlak vetra	$q_{w,x}$	1,36	(kN/m ²)

Výpočet pozdĺžnej zložky vetra (Y) na most podľa STN EN 1991-1-4			
Typ konštrukcie	plnostený most		
percentuálne zohľadnenie	$x_{\%}$	25	(%)
celková pozdĺžna sila od vetra	$F_{w,y}$	7,10	(kN)
pozdĺžna rovnomerná sila od vetra	$g_{w,y}$	0,37	(kN/m)
pozdĺžny tlak vetra	$q_{w,y}$	0,34	(kN/m ²)

Výpočet zvislej zložky vetra (Z) na most podľa STN EN 1991-1-4			
súčiniteľ sily v smere z	C_{fz}	0,9	(-)
referenčná plocha	$A_{ref,z}$	90,3	(m ²)
excentricita sily v smere x	e	1,1875	(m)
celková zvislá sila od vetra	$F_{w,z}$	81,79	(kN)
zvislá rovnomerná sila od vetra	$g_{w,z}$	4,30	(kN/m)
zvislý tlak vetra	$q_{w,x}$	0,91	(kN/m ²)

6.2.6 Vplyv trenia v ložiskách

Vplyv trenia v ložiskách sa uvažoval pri výpočte spodnej stavby.

Sila od trenia v ložiskách sa určila ako súčin súčiniteľa trenia ξ_{tr} a podporového tlaku od stáleho zaťaženia. Premenné zaťaženie od dopravy sa uvažovalo polovičnou hodnotou:

– Skupina zaťaženia gr1 $F_t^{gr1} = \xi_{tr} \cdot (R_{stale} + 0,5 \cdot R_{gr1})$

– Skupina zaťaženia gr2 $F_t^{gr2} = \xi_{tr} \cdot (R_{stale} + 0,5 \cdot R_{gr2})$

Súčiniteľ trenia sa zohľadnil hodnotou $\xi_{tr} = 0,05$.

6.3 Kombinácie zaťaženie podľa STN EN 1990

• Kombinácie zaťaženie pre medzné stavy únosnosti - MSÚ

$$\sum \gamma_{G,sup} G_{k,j,sup} + \sum \gamma_{G,inf} G_{k,j,inf} + \gamma_P P + \gamma_{Q,1} Q_{k,1} + \sum \gamma_{Q,i} \psi_{0,i} Q_{k,i} \quad (\text{Rov.6.10})$$

• Kombinácie zaťaženie pre medzné stavy použiteľnosti - MSP

Charakteristická kombinácia zaťaženie

$$\sum G_{k,j,sup} + \sum G_{k,j,inf} + P + Q_{k,1} + \sum \psi_{0,i} Q_{k,i} \quad (\text{Rov. 6.14 b})$$

Častá kombinácia zaťaženie

$$\sum G_{k,j,sup} + \sum G_{k,j,inf} + P + \psi_{1,1} Q_{k,1} + \sum \psi_{2,i} Q_{k,i} \quad (\text{Rov. 6.15 b})$$

Kvazistála kombinácia zaťaženie

$$\sum G_{k,j,sup} + \sum G_{k,j,inf} + P + \psi_{2,1} Q_{k,1} + \sum \psi_{2,i} Q_{k,i} \quad (\text{Rov. 6.16 b})$$

• Kombinácie zaťaženie pri seizmických návrhových situáciách

$$\sum_{j \geq 1} G_{k,j} + P + A_{Ed} + \sum_{i \geq 1} \psi_{2,i} Q_{k,i} \quad (\text{Rov. 6.12 b})$$

Kombinácie zaťaženie sú uvažované v zmysle STN EN 1990 A2.2.

6.4 Kombinačné súčinitele a súčinitele zaťaženia

Pre program Scia Engineer je potrebné vytvoriť kombinácie samostatne s uvažovaním príslušných súčiniteľov zaťaženia a kombinačných faktorov.

	Zaťaženie	$\gamma_{F,sup}$	$\gamma_{F,inf}$	ψ_0	ψ_1	ψ_2
Z1	Vlastná tiaž konštrukcie	1.35	1.00	1.00	1.00	1.00
Z2	Dobetonávka medzi nosníkmi	1.35	1.00	1.00	1.00	1.00
Z3	Vozovka	1.35	1.00	1.00	1.00	1.00
Z4	Príslušenstvo (rímsy, zábradlie ...)	1.35	1.00	1.00	1.00	1.00
Z5	Zaťaženie dopravou gr1	1.35	0	0.40	0.40	0
Z6	Zaťaženie dopravou gr2	1.35	0	0	0	0
Z7	Brzdne a rozjazdové sily	1.35	0	0	0	0
Z8	Zemný tlak - Zvislo	1.50	0	1.00	1.00	1.00
Z9	Zemný tlak - Vodorovne	1.50	0	1.00	1.00	1.00
Z10	Zemný tlak – Priťaženie od dopravy	1.50	0	0.40	0.40	0
Z11	Vietor	1.50	0	0.30	0.20	0
Z12	Teplota (oteplenie kombinácia) +	1.50	0	0.60	0.60	0.50
Z13	Teplota (ochladenie kombinácia) -	1.50	0	0.60	0.60	0.50
Z14	Seizmicita	1.00	0	-	-	-

6.5 Skupiny dopravných zaťažení na lávkach pre chodcov a cyklistov

Kde je to opodstatnené, zvislé a vodorovné sily spôsobené dopravou sa majú zohľadniť uvažovaním skupín zaťažení definovaných v tabuľke 5.1. Každá z týchto skupín zaťažení, ktoré sa navzájom vylučujú, sa má uvažovať definovaním charakteristického zaťaženia pre kombinácie s inými nedopravnými zaťažzeniami.

Tabuľka 5.1 – Definovanie skupín zaťažení (charakteristické hodnoty)

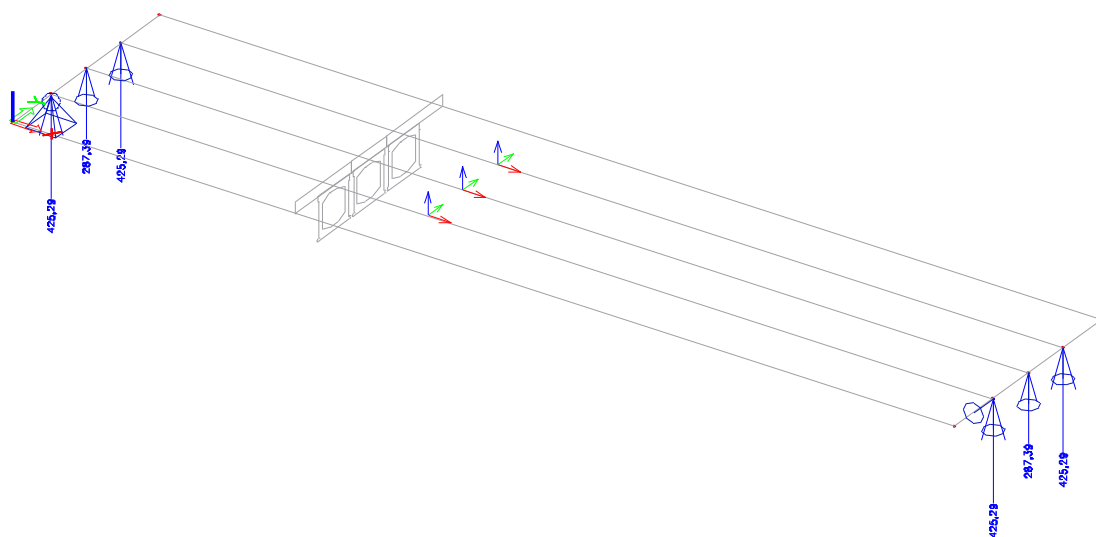
Typ zaťaženia		Zvislé sily		Vodorovné sily
Zaťažovací systém		Spojité zaťaženie	Obslužné vozidlo	
Skupiny zaťažení	gr1	q_{fk}	0	Q_{fk}
	gr2	0	Q_{serv}	Q_{fk}

Pre každú kombináciu zaťažení dopravou spolu so zaťažzeniami stanovenými v iných častiach STN EN 1991 sa má každá táto skupina uvažovať ako jedno zaťaženie.

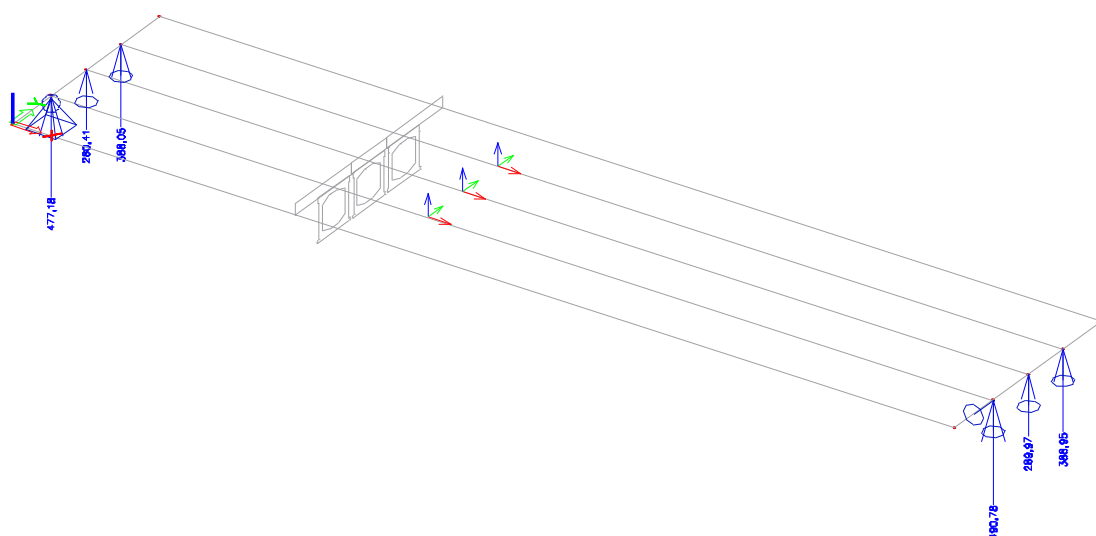
7. VNÚTORNÉ SILY A REAKCIE (ŠTÁDIUM UŽÍVANIA)

Model predstavuje priestorovú doskostenovú konštrukciu s rebrami. Nosníky výšky 850mm boli modelované ako pozdĺžne rebrá s príslušnými spolupôsobiacimi šírkami dosky. Hrúbka spriahujúcej dosky je konštantná hr. 220mm z betónu C30/37. Každý nosník je uložený na dvojici gumových ložísk. Na tomto modeli boli na nosníkoch stanovené veľkosti vnútorných síl, podľa ktorých sa overil MSÚ a MSP predpätého prierezu atypického nosníka KA-73. Reakcie z nosnej konštrukcie sa použili na posúdenie spodnej stavby mosta.

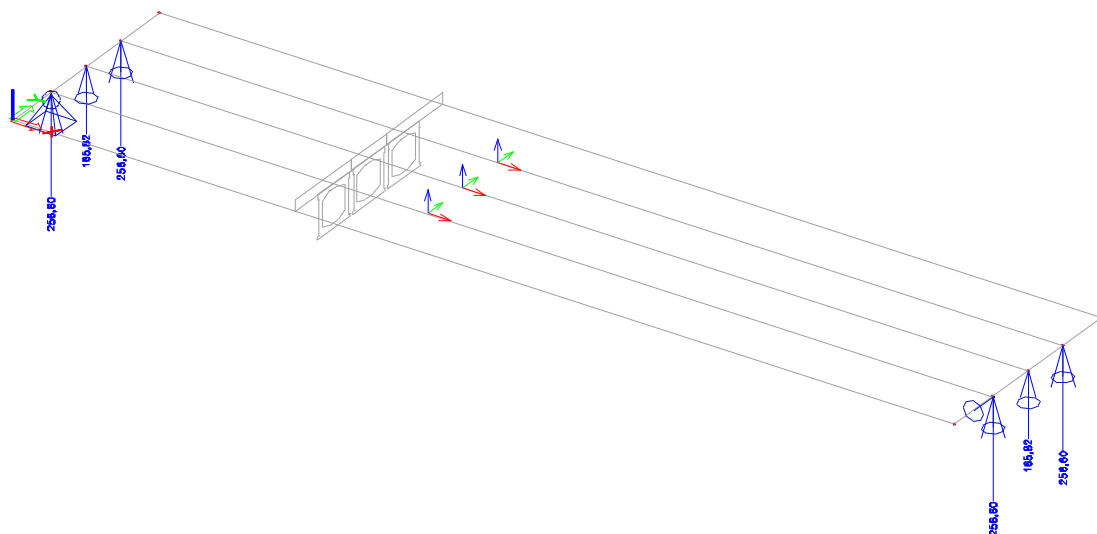
7.1 Reakcie na spodnú stavbu



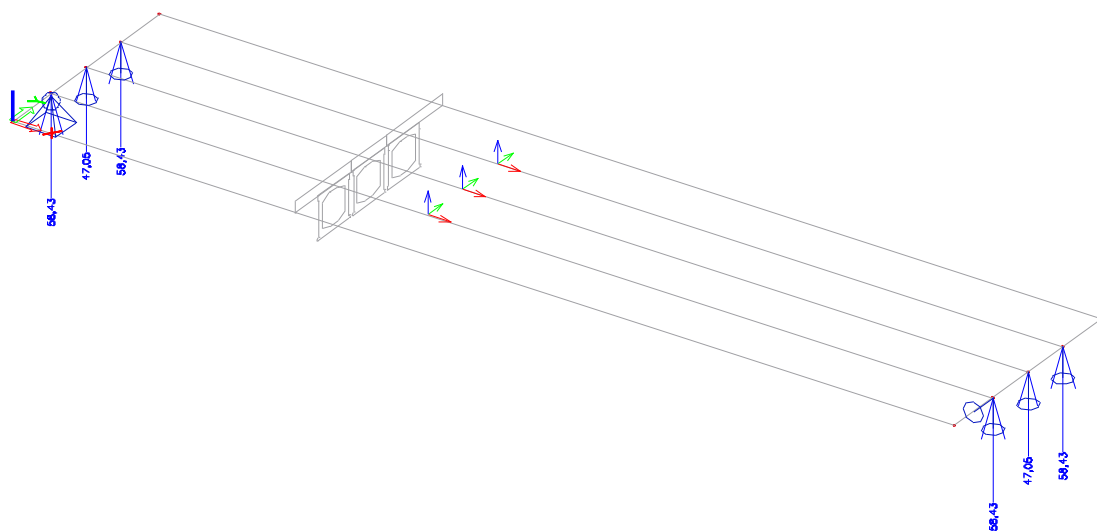
Obrázok 19 Zvislé reakcie R_z na spodnú stavbu – MSÚ gr1



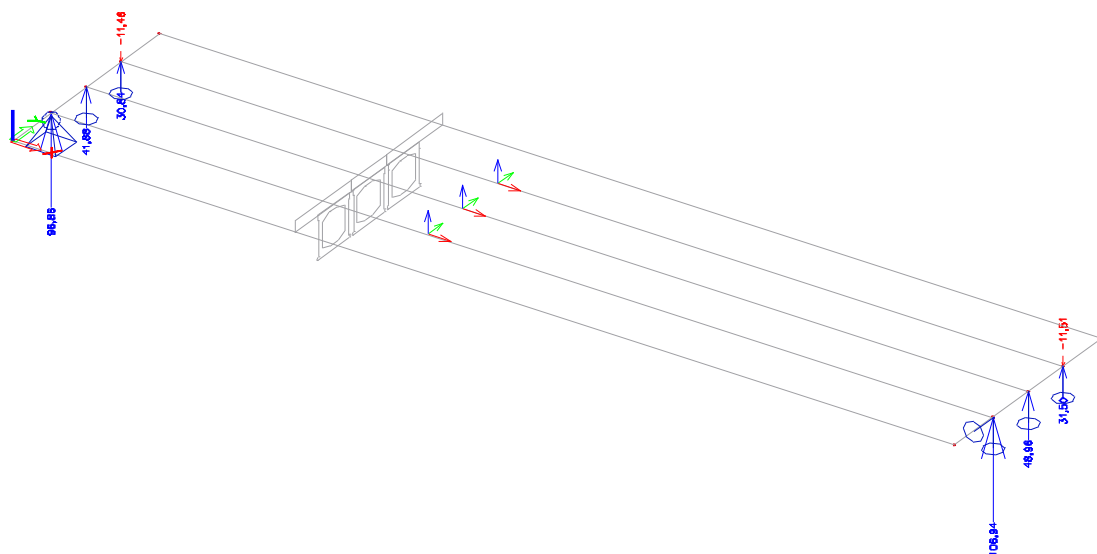
Obrázok 20 Zvislé reakcie R_z na spodnú stavbu – MSÚ gr2



Obrázok 21 Zvislé reakcie R_z na spodnú stavbu – MSP G_k (stále zaťaženie)



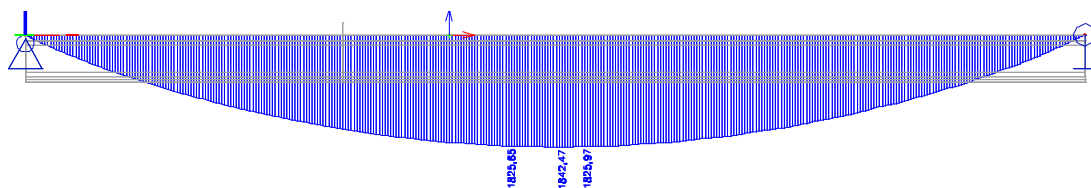
Obrázok 22 Zvislé reakcie R_z na spodnú stavbu – MSP gr1 (obálka)



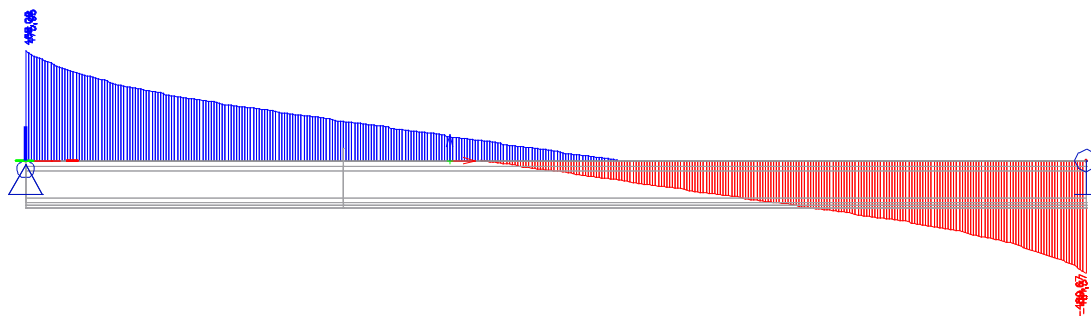
Obrázok 23 Zvislé reakcie R_z na spodnú stavbu – MSP gr2 (obálka)

The diagram shows a horizontal beam element of length L . Node 1 is at the left end, and Node 2 is at the right end. A distributed load q acts downwards on the beam. A reaction force R_1 acts upwards at Node 1. The beam is supported by a pin support at Node 1 and a roller support at Node 2. The beam is divided into segments by vertical lines, and the load is represented by a series of downward arrows.

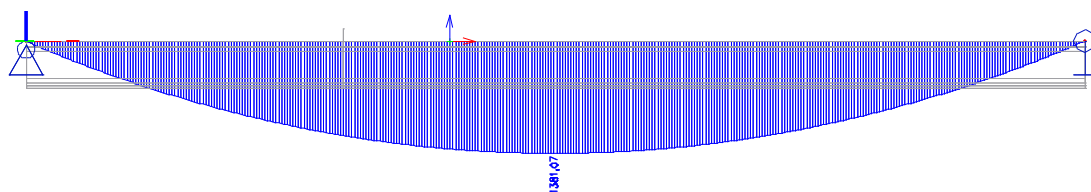
29



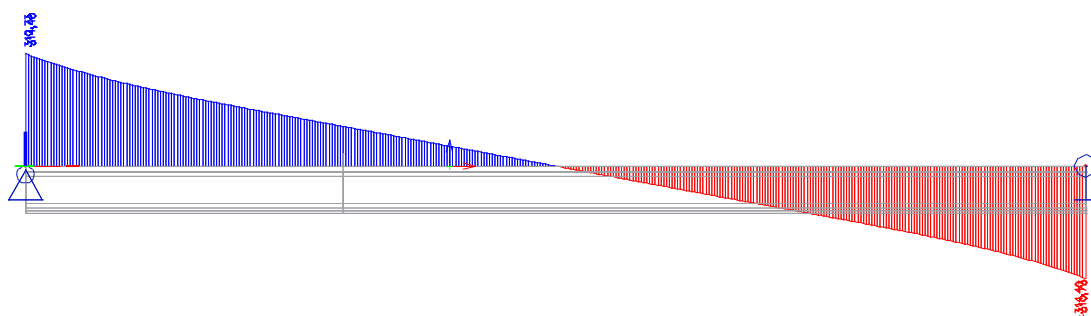
Obrázok 28 Najviac namáhaný nosník $M_y = 1842,5$ kNm (MSÚ gr2- obálka)



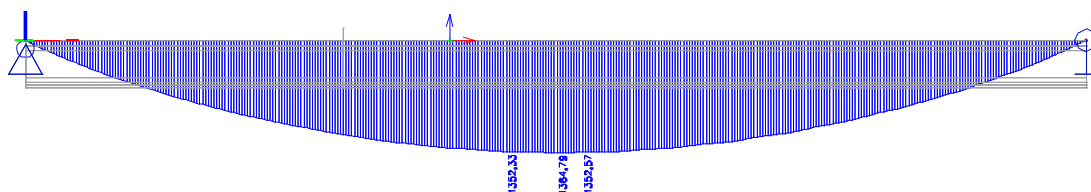
Obrázok 29 Najviac namáhaný nosník $V_z = 480,6$ kN (MSÚ gr2- obálka)



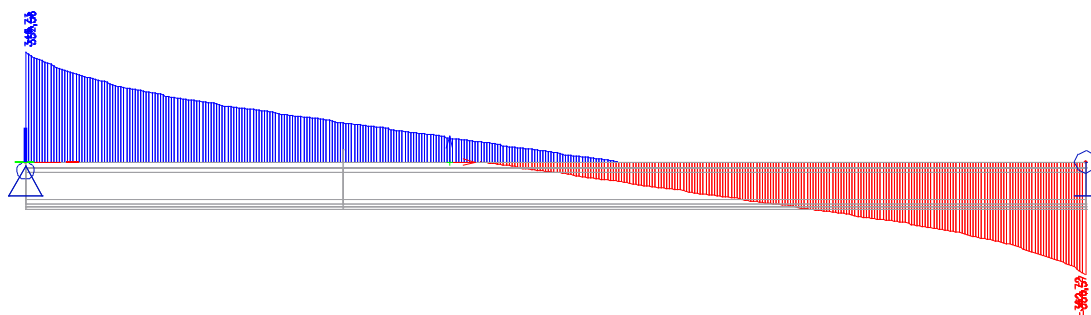
Obrázok 30 Najviac namáhaný nosník $M_y = 1381,1$ kNm (MSP gr1- obálka)



Obrázok 31 Najviac namáhaný nosník $V_z = 310,2$ kN (MSP gr1- obálka)



Obrázok 32 Najviac namáhaný nosník $M_y = 1364,8$ kNm (MSP gr2- obálka)



Obrázok 33 Najviac namáhaný nosník $V_z = 342,5$ kN (MSP gr2- obálka)

8. POSÚDENIA PRIEREZOV NOSNEJ KONŠTRUKCIE

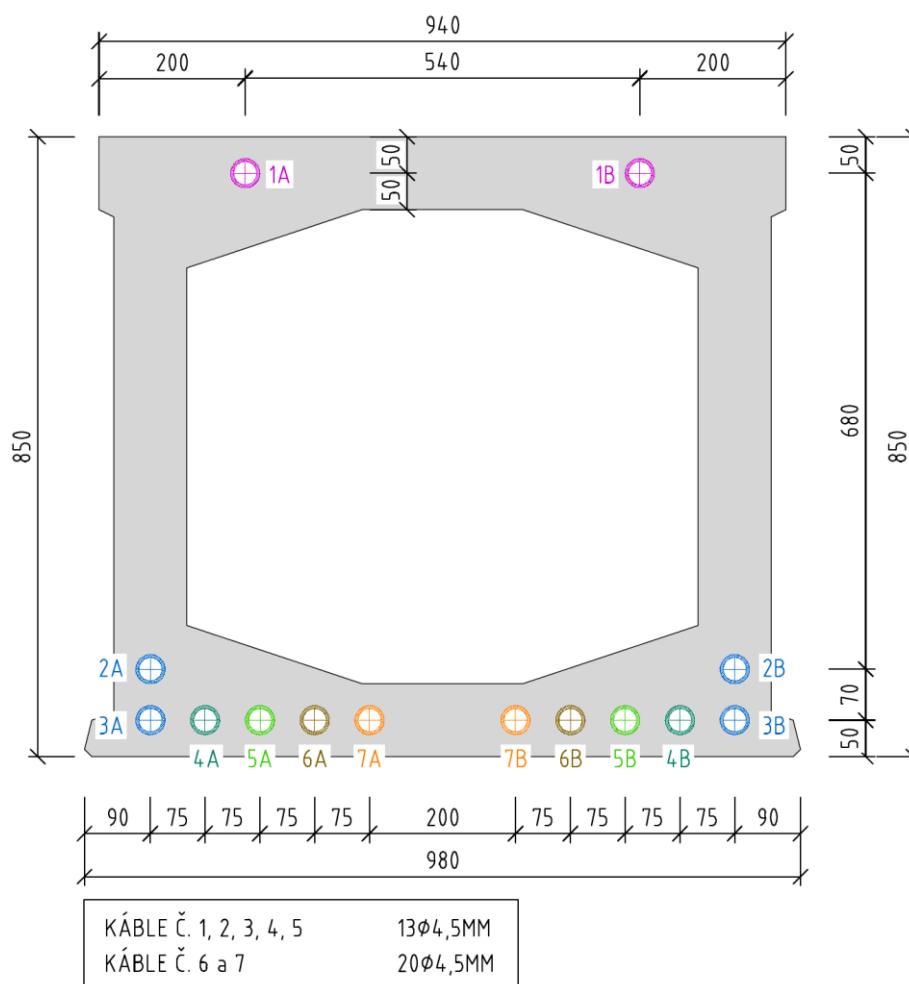
8.1 Posúdenie tyčového nosníka KA -73

Poloha a počet lán v káblových kanálikoch sa uvažovali podľa pôvodnej dokumentácie atypických nosníkov KA-73 dĺžky 19,40m.

Pôvodná príloha č.12 : Výkres predpínacej výstuže atyp. nosníka KA-73, Dĺ. 19.40m

Pôvodná príloha č.13 : Armovací výkres atyp. nosníka KA-73, Dĺ. 19.40m

NOSNÍK "A" a "B" PRIEREZ STRED



Posúdenie prierezu sa vykonalo v programe IDEA StatiCa RCS

Počiatočný stav prierezu

Výsledky prezentované pre kombináciu: Základný MSÚ

Typ komponenty	Časť prierezu	Time [d]	ϵ_x [1e-4]	ϕ_z [1e-4]	ϕ_y [1e-4]	N [kN]	M_y [kNm]	M_z [kNm]	E [MPa]
Betón	1	28,0	-8,1	0,0	23,4	-3061,8	-837,8	0,0	11666,7
Betón	1	36500,0	-6,9	0,0	19,9	-2602,5	-712,1	0,0	11666,7

Výsledky prezentované pre kombináciu: Charakteristická

Typ komponenty	Časť prierezu	Time [d]	ϵ_x [1e-4]	ϕ_z [1e-4]	ϕ_y [1e-4]	N [kN]	M_y [kNm]	M_z [kNm]	E [MPa]
Betón	1	28,0	-2,8	0,0	8,0	-3061,8	-837,8	0,0	34077,1
Betón	1	36500,0	-2,2	0,0	6,4	-2602,5	-712,1	0,0	36124,3

Výsledky prezentované pre kombináciu: Časť

Typ komponenty	Časť prierezu	Time [d]	ϵ_x [1e-4]	ϕ_z [1e-4]	ϕ_y [1e-4]	N [kN]	M_y [kNm]	M_z [kNm]	E [MPa]
Betón	1	28,0	-2,8	0,0	8,0	-3061,8	-837,8	0,0	34077,1
Betón	1	36500,0	-2,2	0,0	6,4	-2602,5	-712,1	0,0	36124,3

Výsledky prezentované pre kombináciu: kvázistála

Typ komponenty	Časť prierezu	Time [d]	ϵ_x [1e-4]	ϕ_z [1e-4]	ϕ_y [1e-4]	N [kN]	M_y [kNm]	M_z [kNm]	E [MPa]
Betón	1	28,0	-2,8	0,0	8,0	-3061,8	-837,8	0,0	34077,1
Betón	1	36500,0	-2,2	0,0	6,4	-2602,5	-712,1	0,0	36124,3

Upozornenie

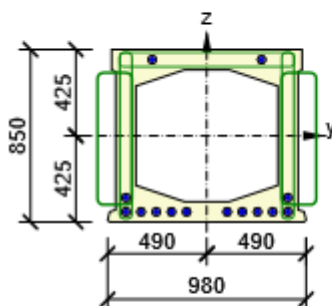
Žiadne upozornenia

Vysvetlenie

Symbol	Vysvetlenie
ϵ_x	Axiálne pomerné pretvorenia
ϕ_z	Tangenta uhla medzi osou 'y' a jej kolmým priemetom do roviny pretvorenia (okolo osi 'z')
ϕ_y	Tangenta uhla medzi osou 'z' a jej kolmým priemetom do roviny pretvorenia (okolo osi 'y')

Extrém Uzivanie KA-73

Dimenzačný dielec	M 1
Vyztužený prierez	R 1
Posúdenie vo veku betónu	35600,0 d



Betón: C35/45
 Vek: 35600,0 d
 Strmene:
 ø10 - 200 mm
 ø10 - 200 mm
 ø8 - 200 mm
 ø14 - 400 mm
 ø14 - 400 mm
 Dodatočne predpäté káble: (PZ 4,5mm)
 13ø4,5 (195mm²), Pozícia 270, 375 mm
 13ø4,5 (195mm²), Pozícia -270, 375 mm
 2*13ø4,5 (195mm²), z = -305 mm
 6*13ø4,5 (195mm²), z = -375 mm
 4*20ø4,5 (300mm²), z = -375 mm

Káblové kanáliky:
 1ø40 (1257mm²), Pozícia 375 mm
 1ø40 (1257mm²), Pozícia 375 mm
 2ø40 (2513mm²), z = -30
 10ø40 (12566mm²), z = -
 Krytie:
 Ostatné povrchy: 30 mm

Účinky zaťaženia - vnútorné sily

Typ zaťaženia	Typ kombinácie	N [kN]	V_y [kN]	V_z [kN]	T [kNm]	M_y [kNm]	M_z [kNm]
Zložka stáleho Sum Gd _j	Základný MSÚ	0,0	0,0	350,0	0,0	1502,0	0,0
Premenné Sum Qd _i	Základný MSÚ	0,0	0,0	130,0	0,0	362,0	0,0
Primárne účinky predpätia	Základný MSÚ	-3061,8	0,0	0,0	0,0	-837,8	0,0
Sekundárne účinky predpätia	Základný MSÚ	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Redukce	Základný MSÚ	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Redistribúcia	Základný MSÚ	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Zložka stáleho Sum Gd _j	Charakteristická	0,0	0,0	256,0	0,0	1113,0	0,0
Premenné Sum Qd _i	Charakteristická	0,0	0,0	96,0	0,0	268,0	0,0
Primárne účinky predpätia	Charakteristická	-3061,8	0,0	0,0	0,0	-837,8	0,0
Sekundárne účinky predpätia	Charakteristická	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0

Typ zaťaženia	Typ kombinácie	N [kN]	V _y [kN]	V _z [kN]	T [kNm]	M _y [kNm]	M _z [kNm]
Redukce	Charakteristická	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Zložka stáleho Sum G _{dj}	Častá	0,0	0,0	256,0	0,0	1113,0	0,0
Premenné Sum Q _{di}	Častá	0,0	0,0	96,0	0,0	108,0	0,0
Primárne účinky predpätia	Častá	-3061,8	0,0	0,0	0,0	-837,8	0,0
Sekundárne účinky predpätia	Častá	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Redukce	Častá	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Zložka stáleho Sum G _{dj}	kvázistála	0,0	0,0	256,0	0,0	1113,0	0,0
Premenné Sum Q _{di}	kvázistála	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Primárne účinky predpätia	kvázistála	-3061,8	0,0	0,0	0,0	-837,8	0,0
Sekundárne účinky predpätia	kvázistála	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Redukce	kvázistála	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0

Rozhodujúci typ posudku	N _{Ed} [kN]	M _{Ed,y} [kNm]	M _{Ed,z} [kNm]	V _{Ed} [kN]	T _{Ed} [kNm]	Využitie [%]	Posudok
Šmyk	-3061,8			480,0	0,0	93,1	OK
Typ posudku	N _{Ed} [kN]	M _{Ed,y} [kNm]	M _{Ed,z} [kNm]	V _{Ed} [kN]	T _{Ed} [kNm]	Využitie [%]	Posudok
Únosnosť N-M-M	0,0	1864,0	0,0			85,2	OK
Šmyk	-3061,8			480,0	0,0	93,1	OK
Interakcia	-3061,8	1026,2	0,0	480,0	0,0	85,6	OK
Obmedzenie napätia	-3061,8	543,2	0,0			85,4	OK
Šírka trhliny	-2755,6	467,0	0,0			5,9	OK

Medzná hodnota využitia prierezu: 100,0 %

Únosnosť N-M-M

Výsledky prezentované pre kombináciu: Základný MSÚ

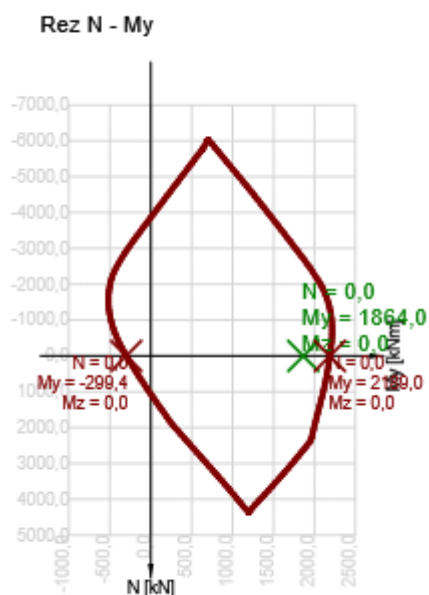
N _{Ed} [kN]	M _{Ed,y} [kNm]	M _{Ed,z} [kNm]	Typ	Využitie [%]	Medza [%]	Posudok
0,0	1864,0	0,0	NuMuMu	85,2	100,0	OK

Návrhová únosnosť pri pôsobení ohybového momentu a normálové sily

Typ	F _{Ed}	F _{Rd1}	F _{Rd2}
N [kN]	0,0	0,0	0,0
M _y [kNm]	1864,0	2189,0	-299,4
M _z [kNm]	0,0	0,0	0,0

Upozornenie

Žiadne upozornenia



Vysvetlenie

Symbol	Vysvetlenie
N_{Ed}	Návrhová hodnota pôsobiaca normálovej sily od vonkajšieho stálego a premenného zatiahnutím a sekundárnych účinkov predpätia
$M_{Ed,y}$	Návrhová hodnota ohybového momentu pôsobiaceho okolo osi y od vonkajšieho stálego a premenného zaťaženia a sekundárnych účinkov predpätia
$M_{Ed,z}$	Návrhová hodnota ohybového momentu pôsobiaceho okolo osi z od vonkajšieho stálego a premenného zatiahnutím a sekundárnych účinkov predpätia
Typ	NuMuMu: Únosnosť prierezu je určená za predpokladu proporcionálnej zmeny všetkých zložiek pôsobiacich vnútorných síl (excentricita normálovej sily zostáva konštantná) až do okamžiku dosiahnutia interakčnej plochy. Zmenu pôsobiacich vnútorných síl môžeme interpretovať ako pohyb pozdĺž priamky spájajúcej počiatok súradnej sústavy (0,0,0) a bod určený pôsobiacimi vnútornými silami (N_{Ed} , $M_{Ed,y}$, $M_{Ed,z}$). Dva priesečníky tejto priamky s interakčnou plochou, ktoré môžeme nájsť, reprezentujú dve sady síl na medzi únosnosti. V každom priesečníku určí program tri sily na medzi únosnosti: návrhovú únosnosť N_{Rd} a odpovedajúce návrhovej únosnosti v ohybu $M_{Rd,y}$, $M_{Rd,z}$.
Využitie	Vypočítaná hodnota využitia prierezu alebo jeho časti (napr. vložky) vzťahnutá k medznej hodnote
Medza	Medzná hodnota využitia prierezu
Posudok	Výsledok posúdenia prierezu
F_{Ed}	Návrhová hodnota pôsobiacej sily (bez účinkov predpätia)
F_{Rd1}	Prvá sada síl na medzi únosnosti odpovedajúca prvému priesečníku na interakčnej ploche
F_{Rd2}	Druhá sada síl na medzi únosnosti odpovedajúca druhému priesečníku na interakčnej ploche

Šmyk

Výsledky prezentované pre kombináciu: Základný MSÚ

V_{Ed} [kN]	N_{Ed} [kN]	V_{Rd} [kN]	Posudok zóny	Článok	Využitie [%]	Medza [%]	Posudok
480,0	-3061,8	515,7	Bez redukcie	6.2.3(3)	93,1	100,0	OK

Návrhové hodnoty posúvajúcej sily a únosnosti v šmyku

V_{Ed} [kN]	$V_{Rd,c}$ [kN]	$V_{Rd,max}$ [kN]	$V_{Rd,r}$ [kN]	$V_{Rd,s}$ [kN]	V_{Rd} [kN]
480,0	217,6	1204,9	921,1	515,7	515,7

Vstupné hodnoty a medzivýsledky posúdenia krútenia

n_c	a_{sw} [mm ² /m]	A_{sl} [mm ²]	b_w [mm]	d [mm]	z [mm]	θ [°]	α [°]	α_{cw} [-]
6	2340	2760	200	765	689	45,0	90,0	1,25
$C_{Rd,c}$ [-]	k [-]	k_1 [-]	ρ_l [-]	σ_{cp} [MPa]	σ_{wd} [MPa]	V_{min} [MPa]	v [-]	v_1 [-]
0,12	1,51	0,15	0,02	4,7	297,9	0,4	0,52	0,60

Vysvetlenie

Symbol	Vysvetlenie
V_{Ed}	Návrhová hodnota pôsobiacej posúvajúcej sily
N_{Ed}	Návrhová hodnota pôsobiacej normálovej sily
V_{Rd}	Výsledná návrhová únosnosť v šmyku
Posudok zóny	Typ zóny, v ktorej sa vykonáva posúdenie
Článok	Číslo ustanovenia normy (typ metódy) použitej pre posúdenie šmyku
Využitie	Vypočítaná hodnota využitia prierezu alebo jeho časti (napr. vložky) vzťahnutá k medznej hodnote
Medza	Medzná hodnota využitia prierezu
Posudok	Výsledok posúdenia prierezu
$V_{Rd,c}$	Návrhová únosnosť v šmyku prvku bez šmykovej výstuže
$V_{Rd,max}$	Návrhová hodnota maximálnej posúvajúcej sily, ktorú môže prvok preniesť, obmedzená rozdrvením tlakových diagonál
$V_{Rd,r}$	Maximálna návrhová hodnota posúvajúcej sily, ktorú prvok môže preniesť bez uplatnenia redukcie súčiniteľom Beta podľa (6.2.2(6))
$V_{Rd,s}$	Návrhová hodnota maximálnej posúvajúcej sily, ktorú prvok môže preniesť pri namáhaní vzdorujúcej šmykovej výstuže na medzi klzu
n_c	Počet vetiev šmykovej výstuže
a_{sw}	Prierezová plocha šmykovej výstuže
A_{sl}	Prierezová plocha ťahanej pozdĺžnej výstuže
b_w	Šírka prierezu v mieste ťažiska prierezu
d	Účinná výška prierezu
z	Rameno vnútorných síl
θ	Uhol medzi betónovými tlakovými diagonálami a osou nosníka kolmou na posúvajúcu silu
α	Uhol medzi šmykovou výstužou a osou nosníka kolmou na posúvajúcu silu
α_{cw}	Súčiniteľ, ktorým sa zohľadňuje stav napätia v tlačenej páse
$C_{Rd,c}$	Súčiniteľ pre výpočet návrhovej únosnosti v šmyku u prvku bez šmykovej výstuže
k	Súčiniteľ pre výpočet návrhovej únosnosti v šmyku u prvku bez šmykovej výstuže
k_1	Súčiniteľ pre výpočet návrhovej únosnosti v šmyku u prvku bez šmykovej výstuže

ρ_l	Stupeň vystuženia pozdĺžnou ťahovou výstužou
σ_{cp}	Normálové napätie v priereze v dôsledku zaťaženia alebo predpätie obmedzená 0,2 fcd
σ_{wd}	Návrhové napätie šmykovej výstuže podľa poznámky 2 čl. 6.2.3 (3)
V_{min}	Súčiniteľ pre výpočet návrhovej únosnosti v šmyku u prvku bez šmykovej výstuže
V	Súčiniteľ redukcie pevnosti betónu v tlaku pri porušení šmykovou trhlinou
V_1	Súčiniteľ redukcie pevnosti betónu v tlaku pri porušení šmykovou trhlinou

Interakcia

Výsledky prezentované pre kombináciu: Základný MSÚ

N_{Ed} [kN]	M_{Edy} [kNm]	M_{Edz} [kNm]	V_{Ed} [kN]	T_{Ed} [kNm]	Využitie V+T [%]	Využitie V+T+M [%]	Využitie [%]	Medza [%]	Posudok
-3061,8	1026,2	0,0	480,0	0,0	85,6	85,1	85,6	100,0	OK

Posúdenie interakcie posúvajúcej sily a krútenia (betón)

$V_{Rd,c}$ [kN]	$T_{Rd,c}$ [kNm]	$V_{Rd,max}$ [kN]	$T_{Rd,max}$ [kNm]	rce. 6.31 [%]	rce. 6.29 [%]	Využitie [%]	Medza [%]	Posudok
217,6	54,4	1204,9	273,5	220,6	39,8	39,8	100,0	OK

Posúdenie interakcie posúvajúcej sily a krútenia (pozdĺžna výstuž)

A_{sl} [mm ²]	F_{sl} [kN]	$F_{sl,lim}$ [kN]	Využitie [%]	Medza [%]	Posudok
3150	480,0	1311,6	36,6	100,0	OK

Posúdenie interakcie posúvajúcej sily a krútenia (šmyková výstuž)

a_{sw} [mm ² /m]	F_{sw} [kN]	$F_{sw,lim}$ [kN]	Využitie [%]	Medza [%]	Posudok
393	117,0	136,6	85,6	100,0	OK

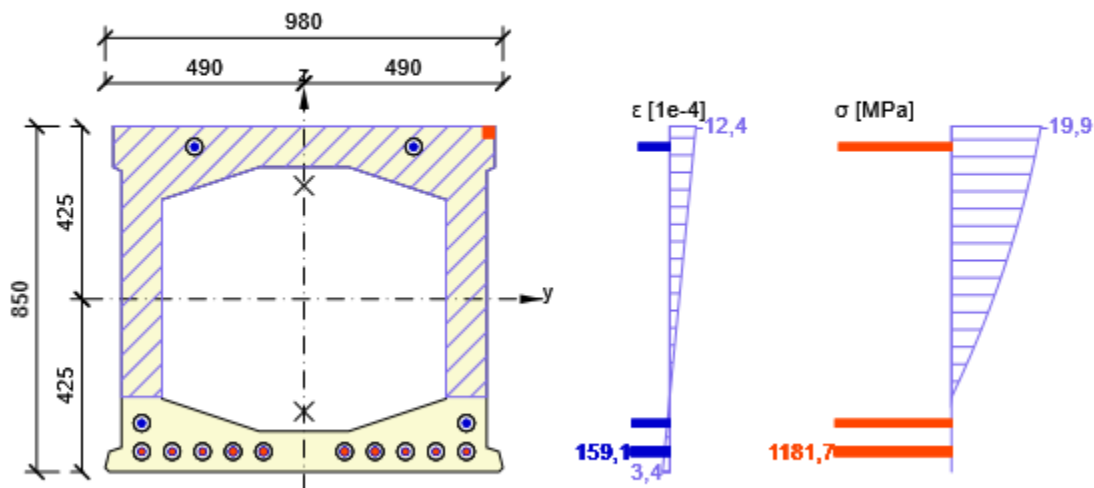
Posúdenie interakcie posúvajúcej sily, krútenia, ohybu a normálovej sily

F_b [kN]	$\Delta F_{td,s}$ [kN]	$\Delta F_{td,t}$ [kN]	$\Delta \epsilon_s$ [1e-4]	$\Delta \epsilon_t$ [1e-4]	Extrém vo vložke	Využitie [%]	Medza [%]	Posudok
3224,5	480,0	0,0	88,7	0,0	5	85,1	100,0	OK

Podrobné posúdenie predpínacej výstuže

Kábel	y_i [mm]	z_i [mm]	$\Delta \epsilon$ [1e-4]	ϵ [1e-4]	ϵ_{lim} [1e-4]	$\Delta \sigma$ [MPa]	σ [MPa]	σ_{lim} [MPa]	Využitie [%]	Posudok
5	-400	-375	88,7	159,1	315,0	117,6	1181,7	1388,4	85,1	OK

Priebeh napätia a pomerného pretvorenia v priereze



Vysvetlenie

Symbol	Vysvetlenie
N_{Ed}	Návrhová hodnota pôsobiacej normálovej sily
M_{Edy}	Návrhová hodnota pôsobiaceho ohybového momentu okolo osi y
M_{Edz}	Návrhová hodnota pôsobiaceho ohybového momentu okolo osi z
V_{Ed}	Návrhová hodnota pôsobiacej posúvajúcej sily
T_{Ed}	Návrhová hodnota pôsobiaceho krútiaceho momentu
Využitie V+T	Vypočítaná hodnota využitia prierezu pre šmyk a krútenie vzťahnutá k medznej hodnote
Využitie V+T+M	Vypočítaná hodnota využitia prierezu pre šmyk, ohyb a krútenie vzťahnutá k medznej hodnote
Využitie	Vypočítaná hodnota využitia prierezu alebo jeho časti (napr. vložky) vzťahnutá k medznej hodnote
Medza	Medzná hodnota využitia prierezu

Posudok	Výsledok posúdenia prierezu
$V_{Rd,c}$	Návrhová únosnosť v šmyku prvku bez šmykovej výstuže
$T_{Rd,c}$	Návrhový krútiaci moment pri vzniku trhlín
$V_{Rd,max}$	Návrhová hodnota maximálnej posúvajúcej sily, ktorú môže prvok preniesť, obmedzená rozdrvením tlakových diagonál
$T_{Rd,max}$	Návrhová únosnosť v krútení
rce. 6.31	Hodnota využitia prierezu podľa rovnice (6.31), EN 1992-1-1
rce. 6.29	Hodnota využitia prierezu podľa rovnice (6.29), EN 1992-1-1
A_{sl}	Prierezová plocha pozdĺžnej výstuže použitá pre posúdenie šmyku a/alebo krútenia. V prípade krútenia je to plocha výstuže vnútri strmienku, ktorá je účinná na únosnosť v krútení.
F_{sl}	Ťahová sila spôsobená posúvajúcou silou a krútením v pozdĺžnej výstuži nachádzajúcej sa vo vnútri strmeňa účinného na krútenie
$F_{sl,lim}$	Medzná hodnota ťahovej sily v pozdĺžnej výstuži nachádzajúcej sa vo vnútri strmeňa účinného na krútenie ($F_{sl,lim} = A_{sl} F_{yd}$)
a_{sw}	Prierezová plocha šmykovej výstuže používaná na posúdenie interakcie šmyku a krútenia
F_{sw}	Ťahová sila spôsobená posúvajúcou silou a krútením v šmykovej výstuži použitej k posúdeniu krútenia
$F_{sw,lim}$	Medzná hodnota ťahovej sily v šmykovej výstuži účinnej na krútenie ($F_{sw,lim} = A_{sw} \cdot f_{ywd}$)
F_b	Výslednica síl v pozdĺžnej výstuži od ohybu a normálovej sily
$\Delta F_{td,s}$	Prídavná ťahová sila v pozdĺžnej výstuži spôsobená posúvajúcou silou
$\Delta F_{td,t}$	Prídavná ťahová sila v pozdĺžnej výstuži spôsobená krútením
$\Delta \epsilon_s$	Prídavné ťahové pomerné pretvorenie vo výstužnej vložke/kábli od posúvajúcej sily
$\Delta \epsilon_t$	Prídavné ťahové pomerné pretvorenie vo výstužnej vložke/kábli od krútiaceho momentu
Extrém vo vložke	Číslo výstužnej vložky, v ktorej bola zistená extrémna hodnota posudzovanej veličiny
y_i	Súradnica 'y' časti prierezu (napr. vlákno betónu, výstužná vložka, predpätý kábel) vzťahujúci sa k ťažisku prierezu
z_i	Súradnica 'z' časti prierezu (napr. vlákno betónu, výstužná vložka, predpätý kábel) vzťahujúca sa k ťažisku prierezu
$\Delta \epsilon$	Prídavné pomerné pretvorenie pozdĺžnej výstuže spôsobené posúvajúcou silou a krútením
ϵ	Pomerné pretvorenie pozdĺžnej výstuže / kábla spôsobené posúvajúcou silou, krútením a ohybom
ϵ_{lim}	Medzná hodnota pomerného pretvorenia pozdĺžnej výstuže / kábla
$\Delta \sigma$	Prídavné ťahové napätie v pozdĺžnej výstuži / kábli spôsobené posúvajúcou silou a krútením
σ	Nnapätie v pozdĺžnej výstuži / kábli spôsobené posúvajúcou silou, krútením a ohybom
σ_{lim}	Medzná hodnota napätia v pozdĺžnej výstuži / kábli

Obmedzenia napätia

Obmedzenia napätia

Typ posudku	Časť prierezu	Index	σ [MPa]	σ_{lim} [MPa]	Využitie [%]	Medza [%]	Posudok
7.2(5)-Char	Kábel	5	1056,5	1237,5	85,4	100,0	OK

Podrobné posúdenie výstuže

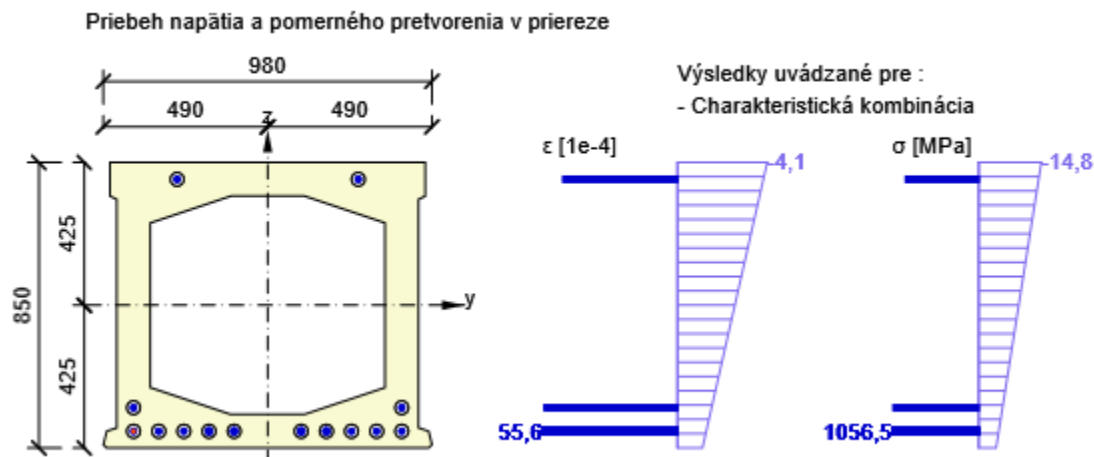
Typ posudku	Vlákno	y_i [mm]	z_i [mm]	N [kN]	M_y [kNm]	M_z [kNm]	σ [MPa]	σ_{lim} [MPa]	Využitie [%]	Posudok
7.2(2)-Char	7	-470	425	-3061,8	543,2	0,0	-14,8	-21,0	70,4	OK
7.2(2)-Char,sup	7	-470	425	-3368,0	459,5	0,0	-14,6	-21,0	69,3	OK
7.2(2)-Char,inf	7	-470	425	-2755,6	627,0	0,0	-15,0	-21,0	71,4	OK
7.2(3)-Quasi	7	-470	425	-3061,8	275,2	0,0	-11,5	-15,8	72,9	OK
7.2(3)-Quasi,sup	7	-470	425	-3368,0	191,5	0,0	-11,3	-15,8	71,5	OK
7.2(3)-Quasi,inf	7	-470	425	-2755,6	359,0	0,0	-11,7	-15,8	74,3	OK

Podrobné posúdenie predpínacej výstuže

Typ posudku	Kábel	y_i [mm]	z_i [mm]	N [kN]	M_y [kNm]	M_z [kNm]	σ [MPa]	σ_{lim} [MPa]	Využitie [%]	Posudok
7.2(5)-Char	5	-400	-375	-3061,8	543,2	0,0	1056,5	1237,5	85,4	OK

Upozornenie

Žiadne upozornenia



Vysvetlenie

Symbol	Vysvetlenie
Typ posudku	Číslo ustanovenia normy a typ kombinácie použité na posúdenie obmedzenia napätia
Časť prierezu	Špecifikácia časti prierezu (napr. vlákno betónu, výstužná vložka, predpätý kábel), v ktorej bola zistená extrémnej hodnota posudzovanej veličiny
Index	Číslo vlákna betónu, výstuhy alebo predpätého kábla, v ktorých bola zistená extrémna hodnota posudzovanej veličiny
σ	Napätie vypočítané v časti prierezu (vlákno betónu, výstužná vložka, predpätý kábel) pre príslušnú kombináciu zaťaženia
σ_{lim}	Medzná hodnota napätia v časti prierezu (vlákno betónu, výstužná vložka, predpätý kábel) pre príslušnú kombináciu zaťaženia
Využitie	Vypočítaná hodnota využitia prierezu alebo jeho časti (napr. vložky) vzťahnutá k medznej hodnote
Medza	Medzná hodnota využitia prierezu
Posudok	Výsledok posúdenia prierezu
Vlákno	Číslo vlákna betónu, v ktorom bola zistená extrémna hodnota posudzovanej veličiny
y_i	Súradnica 'y' časti prierezu (napr. vlákno betónu, výstužná vložka, predpätý kábel) vzťahujúci sa k ťažisku prierezu
z_i	Súradnica 'z' časti prierezu (napr. vlákno betónu, výstužná vložka, predpätý kábel) vzťahujúca sa k ťažisku prierezu
N	Normálová sila pre príslušnú kombináciu zaťaženia
M_y	Ohybový moment okolo osi y pre príslušnú kombináciu zaťaženia
M_z	Ohybový moment okolo osi z pre príslušnú kombináciu zaťaženia
Kábel	Číslo kábla, v ktorom bola zistená extrémnej hodnota posudzovanej veličiny

Šírky trhlín

Kombinácia	N [kN]	M_y [kNm]	M_z [kNm]	d_e [mm]	$d_{e,lim}$ [mm]	Využitie [%]	Medza [%]	Posudok
Časť,inf	-2755,6	467,0	0,0	423	25	5,9	100,0	OK

Výsledky výpočtu šírky trhlín pre kombináciu obsahujúce r_{sup} , r_{inf} (5.10.9)

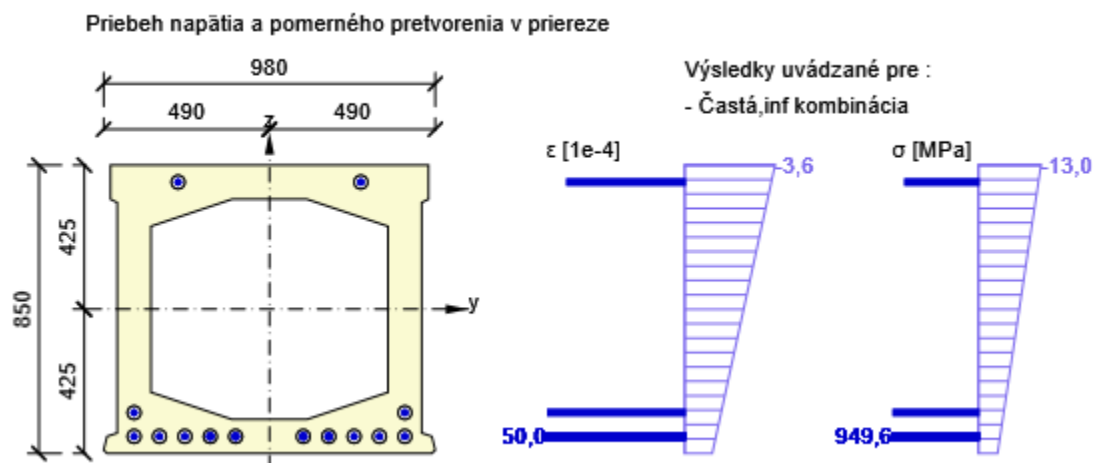
Kombinácia	N [kN]	M_y [kNm]	M_z [kNm]	w_k	w_{lim}	Využitie [%]	Medza [%]	Typ posudku	Posudok
Časť,inf	-2755,6	467,0	0,0	0,000	0,200	0,0	100,0	ST,TN	OK
Časť,sup	-3368,0	299,5	0,0	0,000	0,200	0,0	100,0	ST,TN	OK

Výsledok výpočtu dekompresie pre kombinácie obsahujúce r_{sup} , r_{inf} (5.10.9)

Kombinácia	N [kN]	M_y [kNm]	M_z [kNm]	d_e	$d_{e,lim}$	Využitie [%]	Medza [%]	Typ posudku	Posudok
Kváz,inf	-2755,6	359,0	0,0	753,554	25,000	3,3	100,0	OD	OK
Kváz,sup	-3368,0	191,5	0,0	4700,829	25,000	0,5	100,0	OD	OK
Časť,inf	-2755,6	467,0	0,0	422,508	25,000	5,9	100,0	OD	OK
Časť,sup	-3368,0	299,5	0,0	1633,497	25,000	1,5	100,0	OD	OK

Upozornenie

Žiadne upozornenia


Vysvetlenie

Symbol	Vysvetlenie
Kombinácia	Kombinácia použitá pre výpočet vrátane súčiniteľov r_{sup} a r_{inf} podľa článku 5.10.9
N	Normálová sila pre kvázistálu kombináciu zaťaženia
M_y	Ohybový moment okolo osi y pre kvázistálu kombináciu zaťaženia
M_z	Ohybový moment okolo osi z pre kvázistálu kombináciu zaťaženia
d_e	Vypočítaná hodnota vzdialenosti predpínacej výstuže od ťahanej zóny pre posúdenie obmedzenia dekompresie
$d_{e,lim}$	Medzná hodnota vzdialenosti predpínacej výstuže od ťahanej zóny pre posúdenie obmedzenia dekompresie podľa tabuľky 7.1N
Využitie	Vypočítaná hodnota využitia prierezu alebo jeho časti (napr. vložky) vzťahnutá k medznej hodnote
Medza	Medzná hodnota využitia prierezu
Posudok	Výsledok posúdenia prierezu
w_k	Šírka trhlín vypočítaná podľa článku 7.3.4
w_{lim}	Medzná hodnota šírky trhlín podľa tabuľky 7.1N
Typ posudku	Typ posudku: ST - šírka trhlín, OD - obmedzenie dekompresie, TN - trhliny nevzniknú, TV - trhliny boli vypočítané, DN - dekompresné napätie, TB - ťahový bod v betóne, TB+P - ťahový bod v betóne, tento bod je v zóne predpínacej výstuže(+P), TB-P - ťahový bod v betóne, tento bod je v zóne bez predpínacej výstuže (-P)

Tuhosť
Tuhosť prierezu pre účinky krátkodobého pôsobiaceho zaťaženia

Typ	N [kN]	M_y [kNm]	M_z [kNm]	EI_y [MNm ²]	EI_z [MNm ²]	EA_x [MN]
Výsledná tuhosť	-3061,8	275,2	0,0	1248	1353	12837
Prierez neporušený trhlinou	-3061,8	1138,2	0,0	1248	1353	12837

Pomer tuhostí

Typ	EI_y [MNm ²]	EI_y/EI_{yl} [-]	EI_z [MNm ²]	EI_z/EI_{zl} [-]	EA_x [MN]	EA_x/EA_{xl} [-]
Prierez neporušený trhlinou	1248	1,06	1353	1,05	12837	1,06
Linear	1181	1,00	1285	1,00	12145	1,00

Zakrivenie

Typ	N [kN]	M_y [kNm]	M_z [kNm]	EI_y [MNm ²]	EI_z [MNm ²]	EA_x [MN]	r_y [1e-4]	r_z [1e-4]	ϵ_x [1e-4]
Výsledná tuhosť	-3061,8	275,2	0,0	1248	1353	12837	2,2	0,0	-2,4
Prierez neporušený trhlinou	-3061,8	1138,2	0,0	1248	1353	12837	9,1	0,0	-2,4

Tuhosť prierezu pre účinky dlhodobého pôsobiaceho zaťaženia

Typ	N [kN]	M_y [kNm]	M_z [kNm]	EI_y [MNm ²]	EI_z [MNm ²]	EA_x [MN]
Výsledná tuhosť	-3061,8	275,2	0,0	544	567	5477
Prierez neporušený trhlinou	-3061,8	1166,5	0,0	544	567	5477

Pomer tuhostí

Typ	EI_y [MNm ²]	EI_y/EI_{yl} [-]	EI_z [MNm ²]	EI_z/EI_{zl} [-]	EA_x [MN]	EA_x/EA_{xl} [-]
Prierez neporušený trhlinou	544	0,46	567	0,44	5477	0,45
Linear	1181	1,00	1285	1,00	12145	1,00

Zakrivenie

Typ	N [kN]	M _y [kNm]	M _z [kNm]	EI _y [MNm ²]	EI _z [MNm ²]	EA _x [MN]	r _y [1e-4]	r _z [1e-4]	ε _x [1e-4]
Výsledná tuhosť	-3061,8	275,2	0,0	544	567	5477	5,1	0,0	-5,6
Prierez neporušený trhlinou	-3061,8	1166,5	0,0	544	567	5477	21,4	0,0	-5,6

Medzivýsledky výpočtu tuhosti pre účinky krátkodobu pôsobiaceho zaťaženia

A _s [mm ²]	A _{st} [mm ²]	A _{sc} [mm ²]	ζ [-]	β [-]	σ _{sr} [MPa]	σ _{ss} [MPa]
20743	0	0	0,00	1,00	0,0	0,0

Prierezové charakteristiky pre účinky krátkodobu pôsobiaceho zaťaženia

Typ	A [mm ²]	S _y [mm ³]	S _z [mm ³]	I _y [mm ⁴]	I _z [mm ⁴]	t _y [mm]	t _z [mm]	x [mm]
Prierez neporušený trhlinou	355375	0	0	34539482206	37464944242	0	0	409

Medzivýsledky výpočtu tuhosti pre účinky dlhodobu pôsobiaceho zaťaženia

A _s [mm ²]	A _{st} [mm ²]	A _{sc} [mm ²]	ζ [-]	β [-]	σ _{sr} [MPa]	σ _{ss} [MPa]
20743	0	0	0,00	0,50	0,0	0,0

Prierezové charakteristiky pre účinky dlhodobu pôsobiaceho zaťaženia

Typ	A [mm ²]	S _y [mm ³]	S _z [mm ³]	I _y [mm ⁴]	I _z [mm ⁴]	t _y [mm]	t _z [mm]	x [mm]
Prierez neporušený trhlinou	380372	0	0	37786495324	39394657458	0	-18	709

Zakrivenie od zmršťovania

1/r _{cs} [1/m]	ε _{cs} [1e-4]	α _e [-]	S [mm ²]	I _y [mm ⁴]
0,00	2,7	5,26	-789	39040051957

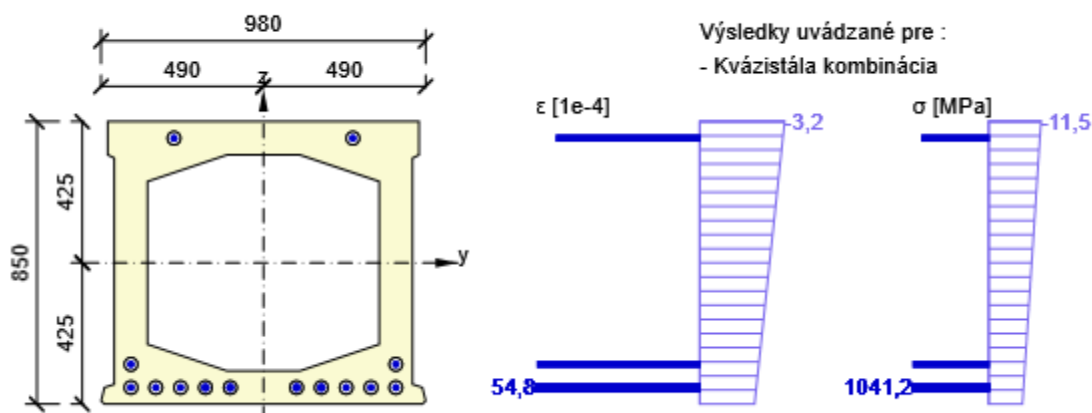
Súčiniteľ dotvarovania

Spôsob určenia	h ₀ [mm]	A _c [mm ²]	u [mm]	t [d]	t ₀ [d]	t _s [d]	RH [%]	Použitie γ _{lt}	φ(t,t ₀) [-]
Automatické	194	356400	3679	35600,0	28,0	7,0	80	Nie	1,51

Upozornenie

Žiadne upozornenia

Priebeh napätia a pomerného pretvorenia v priereze



Vysvetlenie

Symbol	Vysvetlenie
N	Normálová sila pre kvázistálu kombináciu zaťaženia
M _y	Ohybový moment okolo osi y pre kvázistálu kombináciu zaťaženia
M _z	Ohybový moment okolo osi z pre kvázistálu kombináciu zaťaženia
EI _y	Ohybová tuhosť okolo osi y
EI _z	Ohybová tuhosť okolo osi z
EA _x	Osová tuhosť
EI _y /EI _{yl}	Pomer medzi výslednou tuhosťou a lineárnou ohybovou tuhosťou
EI _z /EI _{zl}	Ratio between resulting stiffness and linear bending stiffness
EA _x /EA _{xl}	Ratio between axial resulting stiffness and linear axial stiffness
r _y	Výsledné zakrivenie okolo osi y
r _z	Výsledné zakrivenie okolo osi z
ε _x	Axiálne pomerné pretvorenie
A _s	Celková plocha prierezu pozdĺžnej výstuže
A _{st}	Plocha ťahanej pozdĺžnej výstuže v zóne porušenej trhlínami
A _{sc}	Plocha tlačenej pozdĺžnej výstuže v zóne tlačenej betónu prierezu porušenej trhlínami
ζ	Rozdelovací súčiniteľ (EN 1992-1-1, rovnica 7.19)

β	Súčiniteľ, ktorým sa zohľadňuje vplyv doby trvania alebo opakovania zaťaženia na priemernú hodnotu pomerného pretvorenia
σ_{sr}	Napätie v ťahanej výstuži vypočítanej za predpokladu prierezu porušeného trhlinami pri zaťažení na medzi vzniku trhlín
σ_{ss}	Napätie v ťahanej výstuži vypočítanej za predpokladu prierezu porušeného trhlinami
Typ	Indikácia typu výsledku prierezu porušený / neporušený trhlinou
A	Plocha ideálneho prierezu
S_y	Statický moment plochy ideálneho prierezu okolo osi y vzťahnutý k ťažisku ideálneho prierezu
S_z	Statický moment plochy ideálneho prierezu okolo osi z vzťahnutý k ťažisku ideálneho prierezu
I_y	Moment zotrvačnosti ideálneho prierezu okolo osi y vzťahnutý k ťažisku ideálneho prierezu
I_z	Moment zotrvačnosti ideálneho prierezu okolo osi z vzťahnutý k ťažisku ideálneho prierezu
t_y	Vzdialenosť medzi ťažiskom prierezu porušeného/neporušeného trhlinami a ťažiskom pôvodného prierezu
t_z	Vzdialenosť medzi ťažiskom prierezu porušeného/neporušeného trhlinami a ťažiskom pôvodného prierezu
x	Výška zóny tlačeneho betónu (poloha neutrálnej osi)
$1/r_{cs}$	Zakrivenie od zmršťovania
ϵ_{cs}	Pretvorenie voľným zmršťovaním
α_e	Pomer modulov pružnosti
S	Statický moment plochy výstuže k ťažisku prierezu
h_0	Náhradný rozmer prierezu = $2Ac/u$, kde Ac je prierezová plocha betónu, u je obvod časti prierezu vystaveného vysychaniu
A_c	Prierezová plocha betónu
u	Obvod časti vystavené vysychaniu
t	Vek betónu v dňoch v uvažovanom okamžiku
t_0	Vek betónu v dňoch v okamžiku vnesenia zaťaženia
t_s	Vek betónu (v dňoch) na začiatku zmršťovania vysychaním (alebo napučaním); obvykle je to na konci ošetrovania betónu
Použitie	Použiť súčiniteľ odhadu dlhodobého vývoja oneskoreného pomerného pretvorenia podľa prílohy B, článku B.105 (103)
$\phi(t, t_0)$	Vypočítaná hodnota súčiniteľa dotvarovania

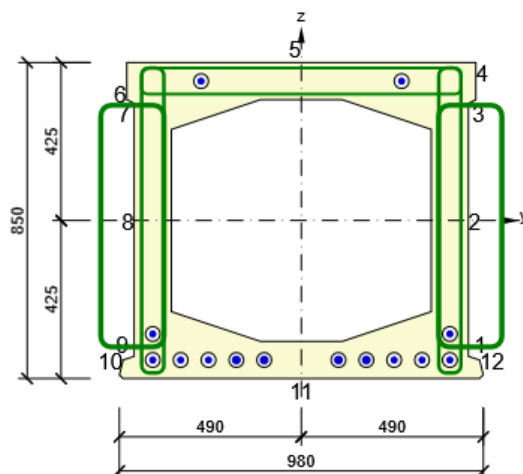
Dimenzačný dielec M 1

Typ dielca	Nosník
Stupeň vplyvu prostredia	XC4, XD1, XF2
Relatívna vlhkosť	80 %
Φ_{inf}	Vypočítaný
Význam nosného prvku	Veľký

Fáze výstavby

Názov	Čas [d]	Fáza	Vek [d]	Predpätie	Cyklické zaťaženie	Popis
t_0	0,0	Áno	0,0			
t_g	28,0	Áno	0,0	Áno	Áno	Vystavba 1989
t_{inf}	36500,0	Áno	0,0		Áno	

Vystužený prierez R 1



Časti prierezu

Obecný prierez, Materiál: C35/45	
Vrchol 1	490; -415 mm
Vrchol 2	480; -375 mm
Vrchol 3	450; -365 mm
Vrchol 4	450; 315 mm
Vrchol 5	470; 325 mm
Vrchol 6	470; 425 mm
Vrchol 7	-470; 425 mm
Vrchol 8	-470; 325 mm
Vrchol 9	-450; 315 mm
Vrchol 10	-450; -365 mm
Vrchol 11	-480; -375 mm
Vrchol 12	-490; -415 mm
Vrchol 13	-480; -425 mm
Vrchol 14	480; -425 mm
Vrchol 15	490; -415 mm

Otvory

Otvor 1, vrchol 1	350; -245 mm
Otvor 1, vrchol 2	350; 245 mm
Otvor 1, vrchol 3	110; 325 mm
Otvor 1, vrchol 4	-110; 325 mm
Otvor 1, vrchol 5	-350; 245 mm
Otvor 1, vrchol 6	-350; -245 mm
Otvor 1, vrchol 7	-110; -325 mm
Otvor 1, vrchol 8	110; -325 mm
Otvor 1, vrchol 9	350; -245 mm

Prierezové charakteristiky

A [mm ²]	S _y [mm ³]	S _z [mm ³]	I _y [mm ⁴]	I _z [mm ⁴]	C _{gy} [mm]	C _{gz} [mm]	i _y [mm]	i _z [mm]
356400	0	0	34661601585	37698021946	0	0	312	325

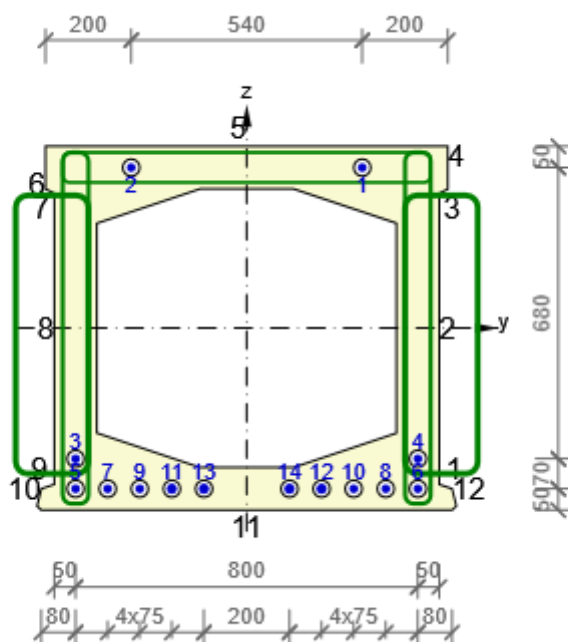
Krytie k hranám prierezu

1	30 mm
2	30 mm
3	30 mm
4	30 mm
5	30 mm
6	30 mm
7	30 mm
8	30 mm
9	30 mm
10	30 mm
11	30 mm
12	30 mm
13	30 mm
14	30 mm
Otvor 1, hrami 1	30 mm
Otvor 1, hrami 2	30 mm
Otvor 1, hrami 3	30 mm
Otvor 1, hrami 4	30 mm
Otvor 1, hrami 5	30 mm
Otvor 1, hrami 6	30 mm
Otvor 1, hrami 7	30 mm
Otvor 1, hrami 8	30 mm

Pozdĺžna výstuž [kg/m]	Šmyková výstuž [kg/m]	Celková hmotnosť [kg/m]	Výstuž /m3 betónu [kg/m ³]
0	24	24	69

Strmene

Strmeň	Ø [mm]	Materiál	Vzdialenosť [mm]	Zatvorený	Posudok šmyku	Posudok krútenia	Vnútorný polomer zaoblenia
1	10	B 400A	200	Áno	Áno	Nie	3,00
2	10	B 400A	200	Áno	Áno	Nie	3,00
3	8	B 400A	200	Áno	Áno	Nie	3,00
4	14	B 400A	400	Áno	Áno	Nie	3,00
5	14	B 400A	400	Áno	Áno	Nie	3,00



Káble

Kábel	n_s	A_s [mm ²]	Typ predpätia	Materiál	Y [mm]	Z [mm]
1	13	195	Dodatočne predpätý	PZ 4,5mm	270	375
2	13	195	Dodatočne predpätý	PZ 4,5mm	-270	375
3	13	195	Dodatočne predpätý	PZ 4,5mm	-400	-305
4	13	195	Dodatočne predpätý	PZ 4,5mm	400	-305
5	13	195	Dodatočne predpätý	PZ 4,5mm	-400	-375
6	13	195	Dodatočne predpätý	PZ 4,5mm	400	-375
7	13	195	Dodatočne predpätý	PZ 4,5mm	-325	-375
8	13	195	Dodatočne predpätý	PZ 4,5mm	325	-375
9	13	195	Dodatočne predpätý	PZ 4,5mm	-250	-375
10	13	195	Dodatočne predpätý	PZ 4,5mm	250	-375
11	20	300	Dodatočne predpätý	PZ 4,5mm	-175	-375
12	20	300	Dodatočne predpätý	PZ 4,5mm	175	-375
13	20	300	Dodatočne predpätý	PZ 4,5mm	-100	-375
14	20	300	Dodatočne predpätý	PZ 4,5mm	100	-375

Káblové kanálíky

Kanálík	Ø [mm]	Materiál	Y [mm]	Z [mm]
1	40	Kov	270	375
2	40	Kov	-270	375
3	40	Kov	-400	-305
4	40	Kov	400	-305
5	40	Kov	-400	-375
6	40	Kov	400	-375
7	40	Kov	-325	-375
8	40	Kov	325	-375
9	40	Kov	-250	-375
10	40	Kov	250	-375
11	40	Kov	-175	-375
12	40	Kov	175	-375
13	40	Kov	-100	-375
14	40	Kov	100	-375

Zoznam použitých materiálov

Betón

Názov	f_{ck} [MPa]	f_{cm} [MPa]	f_{ctm} [MPa]	E_{cm} [MPa]	μ [-]	Jednotková hmotnosť [kg/m ³]
C35/45	35,0	43,0	3,2	34077,1	0,20	2500
$\epsilon_{c2} = 20,0 \cdot 10^{-4}$, $\epsilon_{cu2} = 35,0 \cdot 10^{-4}$, $\epsilon_{c3} = 17,5 \cdot 10^{-4}$, $\epsilon_{cu3} = 35,0 \cdot 10^{-4}$, Exponent - n : 2,00, Rozmer zrna kameniva = 16 mm, Trieda cementu: R (s = 0,20), Typ diagramu: Parabolický						

Vysvetlenie

Symbol	Vysvetlenie
f_{ck}	Charakteristická válcová pevnosť betónu v tlaku vo veku 28 dní
f_{cm}	Priemerná hodnota válcovej pevnosti betónu v tlaku
f_{ctm}	Priemerná hodnota pevnosti betónu v dostrednom ťahu
E_{cm}	Sečnicový modul pružnosti betónu
ϵ_c	Pomerné pretvorenie betónu v tlaku pri dosiahnutí maximálneho napätia f_c
ϵ_{cu}	Medzne pomerné pretvorenie betónu v tlaku

Značka betonárskej ocele

Názov	f_{yk} [MPa]	f_{tk} [MPa]	E [MPa]	μ [-]	Jednotková hmotnosť [kg/m ³]
B 400A	400,0	420,0	200000,0	0,20	7850
$f_{tk}/f_{yk} = 1,05$, $\epsilon_{uk} = 250,0 \cdot 10^{-4}$, Typ: Vložky, Povrchové charakteristiky výstuže: Rebrovaná, Trieda: B, Výroba: Valcované za tepla, Typ diagramu: Bilineárna s vodorovnou hornou vetvou					

Vysvetlenie

Symbol	Vysvetlenie
f_{yk}	Charakteristická medza klzu betonárskej výstuže
f_{tk}	Charakteristická pevnosť v ťahu betonárskej výstuže
E	Modul pružnosti výstužnej ocele
ϵ_{uk}	Charakteristické pomerné pretvorenie betonárskej alebo predpínacej ocele pri maximálnom zaťažení

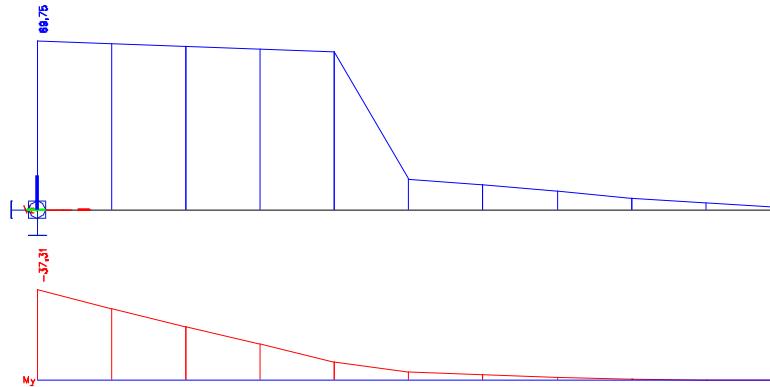
Predpínacia výstuž

Názov	f_{pk} [MPa]	f_{p01k} [MPa]	E [MPa]	μ [-]	Jednotková hmotnosť [kg/m ³]
PZ 4,5mm	1650,0	1200,0	190000,0	0,15	7850
$F_m = 24,8$ kN, $F_{p01} = 18,0$ kN, $F_r = 0,2$ MPa, $\rho_{1000} = 0,08$, $\rho_{\infty} = 0,17$, $\Phi = 5$ mm, Plocha = 15 mm ² , $\epsilon_{uk} = 350,0 \cdot 10^{-4}$, $A_{gt} = 350,0 \cdot 10^{-4}$, Typ: Hladký drôt Povrchová úprava: Povrch hladký, Trieda relaxácie: Trieda 1, Výroba: Patentovaný drôt, Typ diagramu: Bilineárna so stúpajúcou hornou vetvou, Počet drôtov: 1					

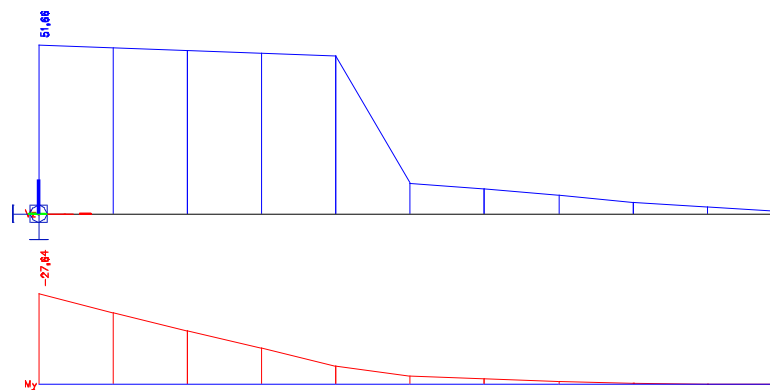
Vysvetlenie

Symbol	Vysvetlenie
f_{pk}	Charakteristická pevnosť v ťahu
f_{p01k}	Charakteristická hodnota zmluvnej sily 0,1%
E	Modul pružnosti predpínacej ocele
F_m	Charakteristická hodnota maximálnej sily
F_{p01}	Charakteristická hodnota zmluvnej sily 0,1%
F_r	Rozkmit únavového napätia
ρ_{1000}	Hodnota strát relaxáciou (pomer), v čase 1000 hodín od predpínania pri strednej teplote 20 ° C
ρ_{∞}	Hodnota strát relaxáciou (pomer), v čase 50 000 hodín od predpínania pri strednej teplote 20 ° C
ϵ_{uk}	Charakteristické pomerné pretvorenie betonárskej alebo predpínacej ocele pri maximálnom zaťažení
A_{gt}	Celkové pretiahnutie pri maximálnej sile
Typ	Typ predpínacej výstuže
Typ diagramu	Typ pracovného diagramu

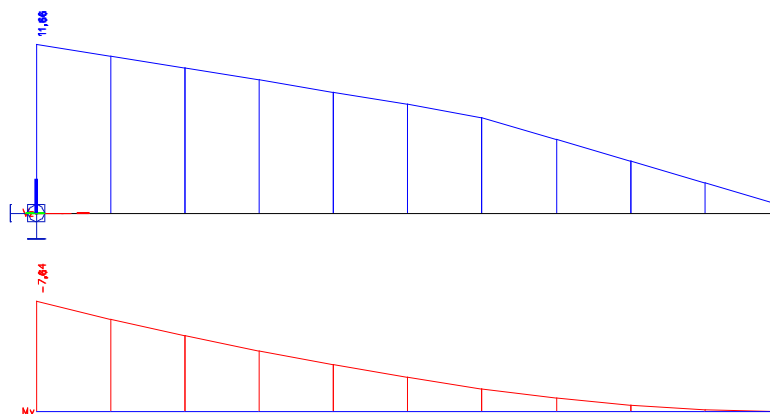
8.2 Posúdenie konzoly spriahujúcej dosky



Obrázok 34 Pribeh priečnej sily a ohybového momentu na konzole dosky (MSÚ)



Obrázok 35 Pribeh priečnej sily a ohybového momentu na konzole dosky (MSP)



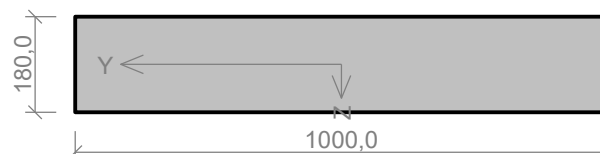
Obrázok 36 Pribeh priečnej sily a ohybového momentu na konzole dosky (MSP - kvázistála)

1 Konzola dosky hr.180mm

1.1 Vstupní data

Typ prvku: deska
 Prostředí: XC3, XD1, XF1

Průřez



Materiály

Beton: C 30/37

$f_{ck} = 30,0 \text{ MPa}$; $f_{ctm} = 2,9 \text{ MPa}$; $E_{cm} = 33000 \text{ MPa}$

Ocel podélná: B500B

$f_{yk} = 500,0 \text{ MPa}$; $E_s = 200000 \text{ MPa}$

Ocel příčná: B500

$f_{yk} = 500,0 \text{ MPa}$; $E_s = 200000 \text{ MPa}$

Vnitřní síly - základní návrhová (MSÚ)

č.	Název zatěžovacího případu	N_{Ed} [kN]	M_{Edy} [kNm]	V_{Edz} [kN]	QP koef. [-]
1	MSÚ	0,00	-37,00	69,00	1,000

Vnitřní síly - charakteristická (MSP)

č.	Název zatěžovacího případu	N_{Ed} [kN]	M_{Edy} [kNm]	QP koef. [-]
1	MSP	0,00	-28,00	1,000

Vnitřní síly - kvazistálá (MSP)

č.	Název zatěžovacího případu	N_{Ed} [kN]	M_{Edy} [kNm]
1	MSP _q	0,00	-8,00

Podélná výztuž

Počet	Profil [mm]	Krytí [mm]	Umístění
5	14	40,0	horní výztuž
5	12	50,0	dolní výztuž

○	○	○	○	○	5x14-kr.40,0
○	○	○	○	○	5x12-kr.50,0

S tlačnou výztuží není počítáno.

Minimální krytí

Třída konstrukce: S5

Návrhová životnost: 100 let

Jedná se o deskovou konstrukci

Výsledná třída konstrukce: S5

$c_{min} = \max(c_{min,b}; c_{min,dur}; 10) = \max(14; 40; 10) = 40 \text{ mm}$

$c_{nom} = c_{min} + \Delta c_{dev} = 40 + 10 = 50 \text{ mm}$

1.2 Výsledky

Posouzení min. a max. stupně vyztužení

Deska (tažená výztuž - minimum, celková výztuž - maximum):

$\rho_{s,t} = 0,00579 \geq \rho_{s,min} = 0,00151$

$\rho_{s,t,CSN} = 0,00428 \geq \rho_{s,min,CSN} = 0,0018 \Rightarrow$ **Vyhovuje**

$\rho_s = 0,00742 \leq \rho_{s,max} = 0,04 \Rightarrow$ **Vyhovuje**

Posouzení vzdáleností vložek

Vzdálenosti mezi vložkami vyhovují.

Posouzení mezního stavu únosnosti

č.	Název	N_{Ed} [kN]	N_{Rd} [kN]	M_{Edy} [kNm]	M_{Rdy} [kNm]	V_{Edz} [kN]	V_{Rdz} [kN]	Posouzení
1	MSÚ	0,00	0,00	-37,00	-49,68	69,00	82,65	Vyhovuje

Mezní stav únosnosti VYHOVUJE

Posouzení mezního stavu použitelnosti

Mezní stav omezení napětí

č.	Název	N_{Ed} [kN]	M_{Edy} [kNm]	σ_c [MPa]	$\sigma_{s,max}$ [MPa]	$\sigma_{s,min}$ [MPa]	Posouzení
2	MSP	0,00	-28,00	15,30	280,71	-64,52	Vyhovuje
Limitní hodnoty $k_1 \times f_{ck} / k_3 \times f_{yk}$				18,00	400,00		

Mezní stav omezení šířky trhlin

č.	Název	N_{Ed} [kN]	M_{Edy} [kNm]	$\Delta\epsilon$ [-]	$s_{r,max}$ [m]	w [mm]	Posouzení
3	MSP _q	0,00	-8,00	$241 \cdot 10^{-6}$	0,359	0,086	Vyhovuje
Maximální povolená šířka w_{max}						0,300	

Mezní stav použitelnosti VYHOVUJE

Celkové posouzení - Průřez VYHOVUJE

Do spriahujúcej dosky navrhujem:

- Hornú pozdĺžnu výstuž Ø10 á 200mm
- Dolnú pozdĺžnu výstuž Ø10 á 200mm

- Hornú priečnu výstuž Ø14 á 200mm
- Dolnú priečnu výstuž Ø12 á 200mm

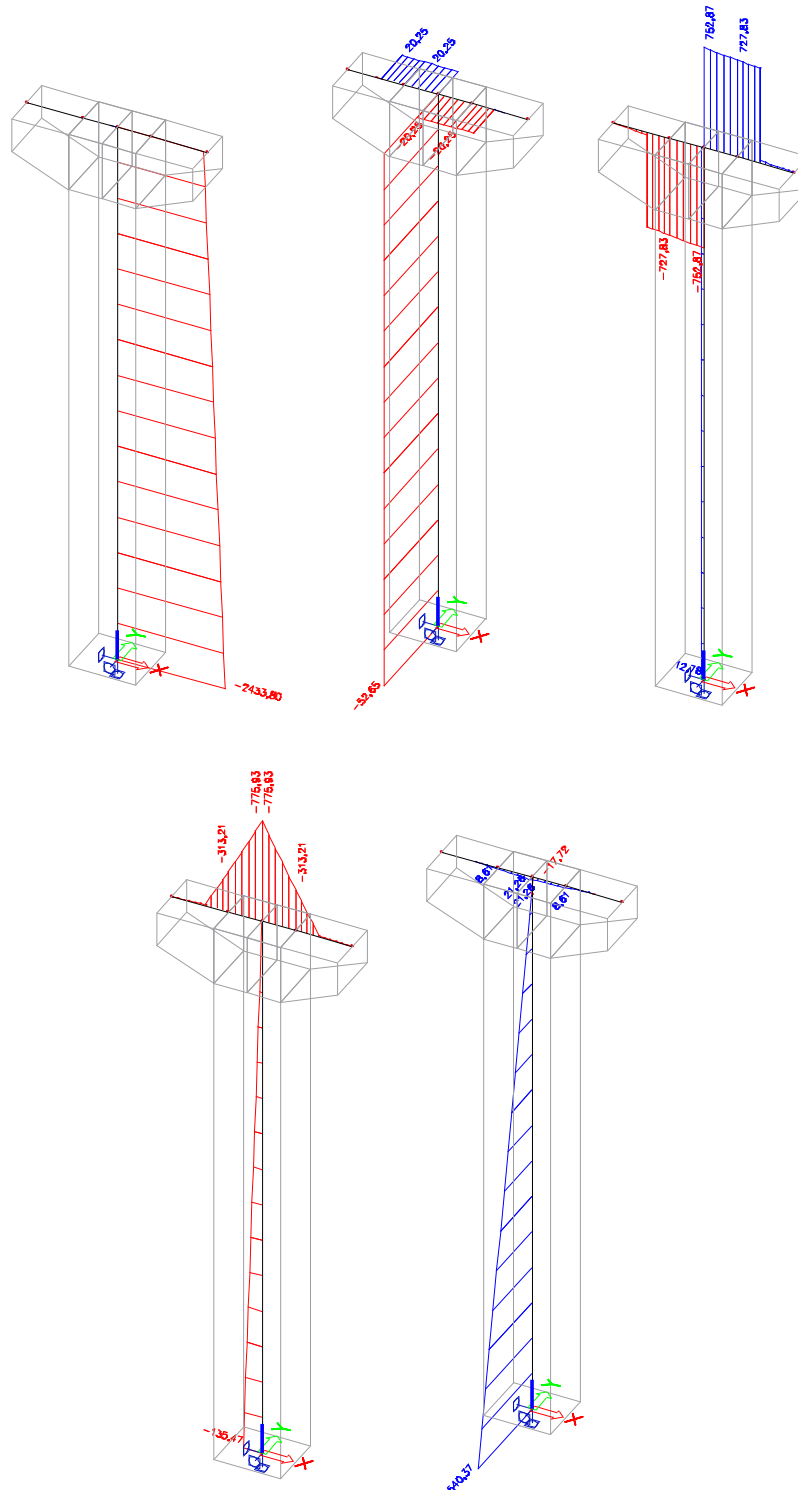
Spriahnutie medzi železobetónovou doskou a nosníkom navrhujem:

0 – 0,25 l 3ks Ø14 á 250mm (B500B)
 0,25 l – 0,50 l 2ks Ø14 á 400mm (B500B)
 Vrt Ø18 hĺbky 120mm v stojinách nosníka a 70mm v strede nosníka

9. POSÚDENIE SPODNEJ STAVBY

V nasledujúcom odseku sa posúdili prierezy vnútorných pilierov a plošné založenie pilierov. Posúdenie krajných podpier (opôr) sa po preštudovaní pôvodného statického výpočtu lávky nevykonalo. Pôvodný statický výpočet deklaruje dostatočné rezervy v založení opôr.

9.1 Vnútorne sily na pilieri č.5



Obrázok 37 Priebehy vnútorných síl na naviac namáhanom pilieri č.5 (MSÚ)

Vnútročné sily na stĺpe piliera

Lineárny výpočet, Extrém : Globálny, Systém : Hlavné

Výber : B1

Kombinácie : MSU

Prút	Stav	dx [m]	N [kN]	Vy [kN]	Vz [kN]	Mx [kNm]	My [kNm]	Mz [kNm]
B1	MSU/1	0,000	-2433,80	-52,65	12,78	0,00	-135,47	540,37
B1	MSU/2	10,600	-123,34	-52,65	0,00	0,00	0,00	-17,72
B1	MSU/2	0,000	-605,90	-52,65	0,00	0,00	0,00	540,37
B1	MSU/3	10,600	-123,34	-52,65	12,78	0,00	0,00	-17,72

Lineárny výpočet, Extrém : Globálny, Systém : Hlavné

Výber : B1

Kombinácie : MSP

Prút	Stav	dx [m]	N [kN]	Vy [kN]	Vz [kN]	Mx [kNm]	My [kNm]	Mz [kNm]
B1	MSP/6	0,000	-1802,82	-39,00	8,52	0,00	-90,31	400,28
B1	MSP/7	10,600	-91,37	-39,00	0,00	0,00	0,00	-13,13
B1	MSP/7	0,000	-448,82	-39,00	0,00	0,00	0,00	400,28
B1	MSP/8	10,600	-91,37	-39,00	8,52	0,00	0,00	-13,13

9.2 Posúdenie konzoly piliera

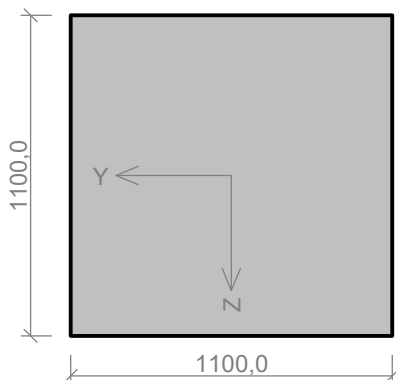
1 Konzola piliera 1100x1100mm

1.1 Vstupní data

Typ prvku: nosník

Prostředí: X0

Průřez



Materiály

Beton: C 20/25
 $f_{ck} = 20,0 \text{ MPa}$; $f_{ctm} = 2,2 \text{ MPa}$; $E_{cm} = 30000 \text{ MPa}$
Ocel podélná: 10425 (VB)
 $f_{yk} = 420,0 \text{ MPa}$; $E_s = 200000 \text{ MPa}$
Ocel příčná: 10425 (V)
 $f_{yk} = 420,0 \text{ MPa}$; $E_s = 200000 \text{ MPa}$

Vnitřní síly - základní návrhová (MSÚ)

č.	Název zatěžovacího případu	N_{Ed} [kN]	M_{Edy} [kNm]	M_{Edz} [kNm]	V_{Edz} [kN]	V_{Edy} [kN]	T_{Ed} [kNm]	QP koef. [-]
1	MSU	0,00	-313,00	44,00	730,00	42,00	0,00	1,000

Vnitřní síly - charakteristická (MSP)

č.	Název zatěžovacího případu	N_{Ed} [kN]	M_{Edy} [kNm]	M_{Edz} [kNm]	QP koef. [-]
1	MSP	0,00	-232,00	33,00	1,000

Podélná výztuž

Počet	Profil [mm]	Krytí [mm]	Umístění
10	18	50,0	horní výztuž
4	12	50,0	dolní výztuž
2	12	350,0	dolní výztuž
2	12	750,0	dolní výztuž

• • • • • • • • • •	10x18-kr.50,0
•	2x12-kr.338,0
•	2x12-kr.350,0
• • • •	4x12-kr.50,0

S tlačnou výztuží je počítáno.

Smyková výztuž

Spony, vnitřní třmínky svislé

Profil: 10 mm; Vzdálenost: 100,0 mm; Střihy: 4

Minimální krytí

Třída konstrukce: S4

$$c_{min} = \max(c_{min,b}; c_{min,dur}; 10) = \max(18; 10; 10) = 18 \text{ mm}$$

$$c_{nom} = c_{min} + \Delta c_{dev} = 18 + 10 = 28 \text{ mm}$$

1.2 Výsledky

Posouzení min. a max. stupně vyztužení

Nosník (tažená výztuž - minimum, celková výztuž - maximum):

$$\rho_{s,t} = 0,00257 \geq \rho_{s,min} = 0,00136 \Rightarrow \text{Vyhovuje}$$

$$\rho_s = 0,00285 \leq \rho_{s,max} = 0,04 \Rightarrow \text{Vyhovuje}$$

Stupeň vyztužení smykovou výztuží - Posouzení svisle

$$\rho_{w,min} = 0,000852 \leq \rho_w = 0,00286 \Rightarrow \text{Vyhovuje}$$

$$\text{Maximální vzdálenost třmínků } s_{l,max} = 400,0 \text{ mm} \Rightarrow \text{Vyhovuje}$$

$$\text{Maximální vzdálenost větví třmínků } s_{t,max} = 600,0 \text{ mm}$$

Posouzení mezního stavu únosnosti

č.	Název	N_{Ed} N_{Rd} [kN]	M_{Edy} M_{Rdy} [kNm]	M_{Edz} M_{Rdz} [kNm]	V_{Edz} V_{Rdz} [kN]	V_{Edy} V_{Rdy} [kN]	Posouzení
1	MSU	0,00	-313,00	44,00	730,00	42,00	Vyhovuje
		0,00	-1045,29	146,94	1952,42	112,33	

Mezní stav únosnosti VYHOVUJE

Posouzení mezního stavu použitelnosti

Mezní stav omezení napětí

č.	Název	N_{Ed} [kN]	M_{Edy} [kNm]	M_{Edz} [kNm]	σ_c [MPa]	$\sigma_{s,max}$ [MPa]	$\sigma_{s,min}$ [MPa]	Posouzení
2	MSP	0,00	-232,00	33,00	3,36	93,84	16,40	Vyhovuje
Limitní hodnoty $k_3 \times f_{yk}$						336,00		

Mezní stav použitelnosti VYHOVUJE

Celkové posouzení - Průřez VYHOVUJE

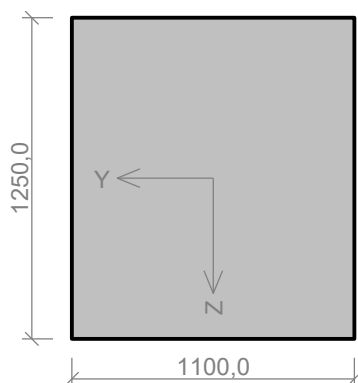
9.3 Posúdenie stĺpa piliera

1 Stĺp piliera 1250x1100mm

1.1 Vstupní data

Typ prvku: sloup
Prostředí: X0
Délka dílce: 10,60m

Průřez



Materiály

Beton: C 20/25

Válcová pevnost v tlaku f_{ck} = 20,0 MPa
Pevnost v tahu f_{ctm} = 2,2 MPa
Modul pružnosti E_{cm} = 30000 MPa

Ocel podélná: 10425 (V)B

Mez kluzu f_{yk} = 420,0 MPa
Modul pružnosti E_s = 200000 MPa

Ocel příčná: 10425 (V)

Mez kluzu f_{yk} = 420,0 MPa
Modul pružnosti E_s = 200000 MPa

Vnitřní síly - základní návrhová (MSÚ)

č.	Název zatěžovacího případu	N_{Ed} [kN]	M_{Edy} [kNm]	M_{Edz} [kNm]	V_{Edz} [kN]	V_{Edy} [kN]	T_{Ed} [kNm]	QP koef. [-]
1	MSU	-2433,00	90,00	540,00	13,00	55,00	0,00	1,000

Vnitřní síly - charakteristická (MSP)

č.	Název zatěžovacího případu	N_{Ed} [kN]	M_{Edy} [kNm]	M_{Edz} [kNm]	QP koef. [-]
1	MSP	-1802,00	0,00	400,00	1,000

Vzpěr

Délka prvku [m]	Koef. vzpěru [-]	Vzpěrná délka [m]	Kolmo k ose
10,60	2,00	21,20	Y
10,60	2,00	21,20	Z

Podélná výztuž

Počet	Profil [mm]	Krytí [mm]	Umístění
3	20	50,0	horní výztuž
2	20	380,0	horní výztuž
3	20	50,0	dolní výztuž
2	20	380,0	dolní výztuž



S tlačnou výztuží je počítáno.

Smyková výztuž

Spony, vnútorné tŕminky svislé

Profil: 8 mm; Vzdálenosť: 200,0 mm; Střihy: 6

Minimální krytí

Třída konstrukce: S4

$$c_{\min} = \max(c_{\min,b}; c_{\min,dur}; 10) = \max(20; 10; 10) = 20 \text{ mm}$$

$$c_{\text{nom}} = c_{\min} + \Delta c_{\text{dev}} = 20 + 10 = 30 \text{ mm}$$

1.2 Výsledky

Ideální průřez

Poměr tuhosti výztuže a betonu: $\alpha_e = 6,667$

Průřezová plocha: $A = 1,40 \cdot 10^6 \text{ mm}^2$

Poloha těžiště (od levého spodního rohu obálky průřezu):

$$y_t = 550 \text{ mm}; z_t = 625 \text{ mm}$$

Moment setrvačnosti:

$$I_y = 184 \cdot 10^9 \text{ mm}^4; I_z = 143 \cdot 10^9 \text{ mm}^4$$

Statický moment výztuže vůči těžišti průřezu:

$$S_{y,s} = 0 \text{ mm}^4; S_{z,s} = 0 \text{ mm}^4$$

1: **MSU** - základní návrhová

$$N = -2433,00 \text{ kN}; M_y = 90,00 \rightarrow 667,11 \text{ kNm}; M_z = 540,00 \rightarrow 1160,00 \text{ kNm}; V_z = 13,00 \text{ kN}; V_y = 55,00 \text{ kN};$$

$$T = 0,00 \text{ kNm}$$

Podrobné posouzení TLAK A OHYB: MSU

Normálová síla pro výpočet minimální excentricity dle 6.1(4) normy: **Vyhovuje**

Výpočet imperfekce

$$e_i = l_0 / 400 = 10,6 / 400 = 0,0265 \text{ m}$$

$$M_{0Edy} = M_y + e_i \times |N_{Ed}| \times 0,164 = 90 + 0,0265 \times |-2\,433| \times 0,164 = 100,6 \text{ kNm}$$

$$M_{0Edz} = M_z + e_i \times |N_{Ed}| \times (-0,986) = (-540) + 0,0265 \times |-2\,433| \times (-0,986) = -603,6 \text{ kNm}$$

Součinitel dotvarování:

$$h_0 = 2 \times A_c / u = 2 \times 1,38 \cdot 10^6 / 4\,700 = 585,1 \text{ mm}$$

$$\varphi_{RH} = 1 + (1 - RH / 100) / (0,1 \times \sqrt[3]{h_0}) = 1 + (1 - 80 / 100) / (0,1 \times \sqrt[3]{585,1}) = 1,239$$

$$\beta(f_{cm}) = 16,8 \cdot 10^6 / \sqrt{f_{cm}} = 16,8 \cdot 10^6 / \sqrt{28} = 3,175$$

$$\beta(t_0) = 1 / (0,1 + t_0^{0,2}) = 1 / (0,1 + 28,00^{0,2}) = 0,488$$

$$\varphi_0 = \varphi_{RH} \times \beta(f_{cm}) \times \beta(t_0) = 1,239 \times 3,175 \times 0,488 = 1,922$$

$$\beta_H = \min(1,5 \times [1 + (0,012 \times RH)^{18}] \times h_0 + 250; 1\,500) = \min(1,5 \times [1 + (0,012 \times 80)^{18}] \times 585,1 + 250; 1\,500) = \min(1\,549; 1\,500) = 1\,500$$

$$\beta(t/t_0) = [(t - t_0) / (\beta_H + t - t_0)]^{0,3} = [(29\,200 - 28,00) / (1\,500 + 29\,200 - 28,00)]^{0,3} = 0,985$$

$$\varphi = \varphi_0 \times \beta(t/t_0) = 1,922 \times 0,985 = \mathbf{1,893}$$

Vzpěr

Pro výpočet vlivu vzpěru použita metoda založená na jmenovité křivosti.

Štíhlost kolmo k ose y:

$$i_y = \sqrt{I_{cy} / A_c} = \sqrt{0,179 / 1,375} = 0,361 \text{ m}$$

$$\lambda_y = L_{0y} / i_y = 21,2 / 0,361 = 58,75$$

Štíhlost kolmo k ose z:

$$i_z = \sqrt{I_{cz} / A_c} = \sqrt{0,139 / 1,375} = 0,318 \text{ m}$$

$$\lambda_z = L_{0z} / i_z = 21,2 / 0,318 = 66,76$$

$$n = |N_{Ed}| / (A_c \times f_{cd}) = |-2\,433| / (1,375 \times 13,33) = 0,133$$

$$\varphi_{ef} = \varphi \times 1 = 1,893 \times 1 = 1,893$$

$$A = 1 / (1 + 0,2 \times \varphi_{ef}) = 1 / (1 + 0,2 \times 1,893) = 0,725$$

$$\omega = A_s \times f_{yd} / (A_c \times f_{cd}) = 0,00314 \times 365,2 / (1,375 \times 13,33) = 0,0626$$

$$B = \sqrt{(1 + 2 \times \omega)} = \sqrt{(1 + 2 \times 0,0626)} = 1,061$$

$$C = 1,7 - 1 = 1,7 - 1 = 0,7$$

$$n < 0,41 \quad (0,133 < 0,41) \Rightarrow$$

$$\lambda_{lim} = \min(20 \times A \times B \times C / \sqrt{n}; 75) = \min(20 \times 0,725 \times 1,061 \times 0,7 / \sqrt{0,133}; 75) = \min(29,57; 75) = \mathbf{29,57}$$

Směr y: $\lambda_y > \lambda_{lim} \Rightarrow$ Je proveden podrobný výpočet vzpěru

$$\omega = A_s \times f_{yd} / (A_c \times f_{cd}) = 0,00314 \times 365,2 / (1,375 \times 13,33) = 0,0626$$

$$n_u = 1 + \omega = 1 + 0,0626 = 1,063$$

$$n = -N_{Ed} / (A_c \times f_{cd}) = -(-2\,433) / (1,375 \times 13,33) = 0,133$$

$$K_r = \min((n_u - n) / (n_u - n_{bal}); 1) = \min((1,063 - 0,133) / (1,063 - 0,4); 1) = \min(1,403; 1) = 1$$

$$\beta_y = 0,35 + f_{ck} / 200 - \lambda_y / 150 = 0,35 + 20 / 200 - 58,75 / 150 = 0,0583$$

$$\varphi_{ef} = \varphi \times 1 = 1,893 \times 1 = 1,893$$

$$K_{\varphi y} = \max(1; 1 + \beta_y \times \varphi_{ef}) = \max(1; 1 + 0,0583 \times 1,893) = \max(1; 1,11) = 1,11$$

$$d_y = h / 2 + i_s = 1,25 / 2 + 0,462 = 1,087 \text{ m}$$

$$1/r_0 = \varepsilon_{yd} / (0,45 \times d_y) = 0,00183 / (0,45 \times 1,087) = 0,00373 \text{ m}^{-1}$$

$$1/r = K_r \times K_{\varphi y} \times 1/r_0 = 1 \times 1,11 \times 0,00373 = 0,00414 \text{ m}^{-1}$$

$$e_{2y} = 1/r \times L_{0y}^2 / c_y = 0,00414 \times 21,2^2 / 8 = 0,233$$

$$M_{2y} = -N_{Ed} \times e_{2y} = -(-2\,433) \times 0,233 = 566,5 \text{ kNm}$$

$$\mathbf{M_{Edy} = M_{0Edy} + M_{2y} = 100,6 + 566,5 = \mathbf{667,1 \text{ kNm}}}$$

Směr z: $\lambda_z > \lambda_{lim} \Rightarrow$ Je proveden podrobný výpočet vzpěru

$$\omega = A_s \times f_{yd} / (A_c \times f_{cd}) = 0,00314 \times 365,2 / (1,375 \times 13,33) = 0,0626$$

$$n_u = 1 + \omega = 1 + 0,0626 = 1,063$$

$$n = -N_{Ed} / (A_c \times f_{cd}) = -(-2\,433) / (1,375 \times 13,33) = 0,133$$

$$K_r = \min((n_u - n) / (n_u - n_{bal}); 1) = \min((1,063 - 0,133) / (1,063 - 0,4); 1) = \min(1,403; 1) = 1$$

$$\beta_z = 0,35 + f_{ck} / 200 - \lambda_z / 150 = 0,35 + 20 / 200 - 66,76 / 150 = 0,00492$$

$$\varphi_{ef} = \varphi \times 1 = 1,893 \times 1 = 1,893$$

$$K_{\varphi z} = \max(1; 1 + \beta_z \times \varphi_{ef}) = \max(1; 1 + 0,00492 \times 1,893) = \max(1; 1,009) = 1,009$$

$$d_z = h / 2 + i_s = 1,1 / 2 + 0,456 = 1,006 \text{ m}$$

$$1/r_0 = \varepsilon_{yd} / (0,45 \times d_z) = 0,00183 / (0,45 \times 1,006) = 0,00403 \text{ m}^{-1}$$

$$1/r = K_r \times K_{\varphi z} \times 1/r_0 = 1 \times 1,009 \times 0,00403 = 0,00407 \text{ m}^{-1}$$

$$e_{2z} = 1/r \times L_{0z}^2 / c_z = 0,00407 \times 21,2^2 / 8 = 0,229$$

$$M_{2z} = -N_{Ed} \times e_{2z} = -(-2\,433) \times 0,229 = 556,4 \text{ kNm}$$

$$\mathbf{M_{Edz} = M_{0Edz} - M_{2z} = (-603,6) - 556,4 = \mathbf{-1\,160 \text{ kNm}}}$$

Posouzení min. a max. stupně vyztužení

Sloup (celková výztuž):

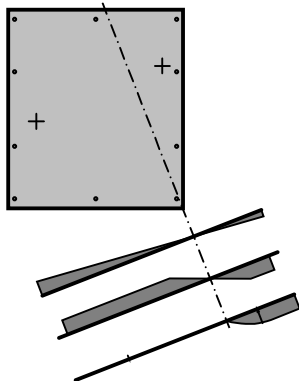
$$\rho_s = A_s / A_c = 3\,142 / 1,38 \cdot 10^6 = 0,00228$$

$$\rho_{s,min} = \max(0,1 \times |N_{Ed}| / (f_{yd} \times A_c); 0,002) = \max(0,1 \times |-2\,433| / (365,2 \times 1,38 \cdot 10^6); 0,002) = \max(0,000484; 0,002) = 0,002$$

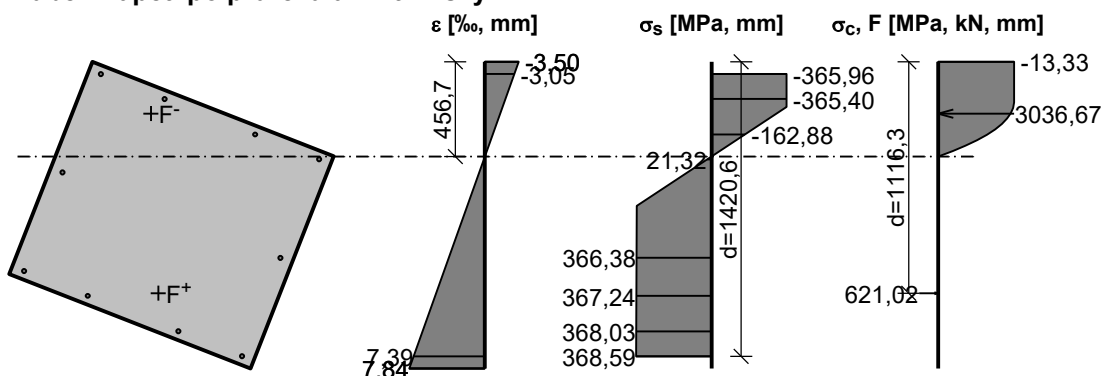
$$\rho_s = 0,00228 \geq \rho_{s,min} = 0,002 \Rightarrow \mathbf{Vyhovuje}$$

$$\rho_s = 0,00228 \leq \rho_{s,max} = 0,04 \Rightarrow \mathbf{Vyhovuje}$$

Orientace neutrální osy



Průběh napětí po průřezu a vnitřní síly



Deformace v krajních vláknech průřezu

Nejmenší deformace v betonu: -3,50 ‰
 Největší deformace v betonu: 7,84 ‰
 Nejmenší deformace ve výztuži: -3,05 ‰
 Největší deformace ve výztuži: 7,39 ‰
 Směr neutrálné osy: 291,36 °

$$N_{Ed} = -2433,00 \text{ kN} \leq N_{Rd} = -19481,03 \text{ kN}$$

$$M_{Edy} = 90,00 \rightarrow 667,11 \leq M_{Rdy} = 869,87 \text{ kNm}$$

$$M_{Edz} = 540,00 \rightarrow 1160,00 \leq M_{Rdz} = 1512,56 \text{ kNm}$$

Posouzení průřezu na tlak a ohyb Vyhovuje

Využití: 76,7 %

Podrobné posouzení SMYK: MSU

Posouzení konstrukčních zásad třmínků

Minimální průměr třmínků $d = 6 \text{ mm} \Rightarrow$ **Vyhovuje**

Maximální vzdálenost třmínků $s_{cl,max} = 300,0 \text{ mm} \Rightarrow$ **Vyhovuje**

Použití model náhradní příhradoviny

Sklon tlačené diagonály : $\theta = 21,8^\circ$

Únosnost betonu

$$C_{Rd,c} = 0,18 / \gamma_C = 0,18 / 1,5 = 0,12$$

$$k = \min(1 + \sqrt{(200 / d)}; 2) = \min(1 + \sqrt{(200 / 1175)}; 2) = \min(1,413; 2) = 1,413$$

$$\rho_l = \min(A_{sl} / (b_w \times d); 0,02) = \min(1257 / (816,3 \times 1175); 0,02) = \min(0,00131; 0,02) = 0,00131$$

$$v_{min} = 0,035 \times k^{1,5} \times \sqrt{f_{ck}} = 0,035 \times 1,413^{1,5} \times \sqrt{20} = 0,263 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{cp} = \min(-N_{Ed} / A_c; 0,2 \times f_{cd}) = \min(-(-2433) / 1,38.10^6; 0,2 \times 13,33) = \min(1,769; 2,667) = 1,769 \text{ MPa}$$

$$V_{Rdc} = (\max(C_{Rd,c} \times k \times \sqrt[3]{(100 \times \rho_l \times f_{ck})}; v_{min}) + k_1 \times \sigma_{cp}) \times b_w \times d = (\max(0,12 \times 1,413 \times \sqrt[3]{(100 \times 0,00131 \times 20)}; 0,263) + 0,15 \times 1,769) \times 816,3 \times 1175 = 506,8 \text{ kN}$$

Únosnost smykové výztuže

$$V_{Rds} = A_{sw} / s \times z \times f_{yd} \times \cot \theta = 15,96 / 200 \times 970,8 \times 365,2 \times 2,5 = 70,73 \text{ kN}$$

Únosnost tlakové diagonály

$$v_1 = 0,6 \times (1 - f_{ck} / 250) = 0,6 \times (1 - 20 / 250) = 0,552$$

$$V_{Rdmax} = \alpha_{cw} \times b_w \times z \times v_1 \times f_{cd} / (\cot \theta + \tan \theta) = 1 \times 816,3 \times 970,8 \times 0,552 \times 13,33 / (2,5 + 0,4) = 2\,011 \text{ kN}$$

Výsledná únosnost

$$V_{Rd} = \max(V_{Rdc}; \min(V_{Rdmax}; V_{Rds})) = \max(506,8; \min(2\,011; 70,73)) = \max(506,8; 70,73) = 506,8 \text{ kN}$$

$$V_{Ed} = 56,52 \text{ kN} \leq V_{Rd} = 506,8 \text{ kN} \Rightarrow \text{Pouze konstrukční smyková výztuž.}$$

Únosnost průřezu ve smyku Vyhovuje

Využití: 11,2 %

Podrobné posouzení KROUCENÍ: MSU

Průřez není namáhán kroucením.

2: **MSP** - charakteristická

$$N = -1802,00 \text{ kN}; M_y = 0,00 \rightarrow -419,58 \text{ kNm}; M_z = 400,00 \rightarrow 859,85 \text{ kNm}$$

Podrobné posouzení - Omezení napětí: MSP

Výpočet imperfekce

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

$$e_i = l_0 / 400 = 10,6 / 400 = 0,0265 \text{ m}$$

$$M_{0Edz} = M_z - e_i \times |N_{Ed}| = (-400) - 0,0265 \times |-1\,802| = -447,8 \text{ kNm}$$

Součinitel dotvarování:

$$h_0 = 2 \times A_c / u = 2 \times 1,38 \cdot 10^6 / 4\,700 = 585,1 \text{ mm}$$

$$\varphi_{RH} = 1 + (1 - RH / 100) / (0,1 \times \sqrt[3]{h_0}) = 1 + (1 - 80 / 100) / (0,1 \times \sqrt[3]{585,1}) = 1,239$$

$$\beta(f_{cm}) = 16,8 \cdot 10^6 / \sqrt{f_{cm}} = 16,8 \cdot 10^6 / \sqrt{28} = 3,175$$

$$\beta(t_0) = 1 / (0,1 + t_0^{0,2}) = 1 / (0,1 + 28,00^{0,2}) = 0,488$$

$$\varphi_0 = \varphi_{RH} \times \beta(f_{cm}) \times \beta(t_0) = 1,239 \times 3,175 \times 0,488 = 1,922$$

$$\beta_H = \min(1,5 \times [1 + (0,012 \times RH)^{18}] \times h_0 + 250; 1\,500) = \min(1,5 \times [1 + (0,012 \times 80)^{18}] \times 585,1 + 250; 1\,500) = \min(1\,549; 1\,500) = 1\,500$$

$$\beta(t/t_0) = [(t - t_0) / (\beta_H + t - t_0)]^{0,3} = [(29\,200 - 28,00) / (1\,500 + 29\,200 - 28,00)]^{0,3} = 0,985$$

$$\varphi = \varphi_0 \times \beta(t/t_0) = 1,922 \times 0,985 = \mathbf{1,893}$$

Vzpěr

Pro výpočet vlivu vzpěru použita metoda založená na jmenovité křivosti.

Štíhlost kolmo k ose y:

$$i_y = \sqrt{I_{cy} / A_c} = \sqrt{0,179 / 1,375} = 0,361 \text{ m}$$

$$\lambda_y = L_{0y} / i_y = 21,2 / 0,361 = 58,75$$

Štíhlost kolmo k ose z:

$$i_z = \sqrt{I_{cz} / A_c} = \sqrt{0,139 / 1,375} = 0,318 \text{ m}$$

$$\lambda_z = L_{0z} / i_z = 21,2 / 0,318 = 66,76$$

$$n = |N_{Ed}| / (A_c \times f_{cd}) = |-1\,802| / (1,375 \times 13,33) = 0,0983$$

$$\varphi_{ef} = \varphi \times 1 = 1,893 \times 1 = 1,893$$

$$A = 1 / (1 + 0,2 \times \varphi_{ef}) = 1 / (1 + 0,2 \times 1,893) = 0,725$$

$$\omega = A_s \times f_{yd} / (A_c \times f_{cd}) = 0,00314 \times 365,2 / (1,375 \times 13,33) = 0,0626$$

$$B = \sqrt{1 + 2 \times \omega} = \sqrt{1 + 2 \times 0,0626} = 1,061$$

$$C = 1,7 - 1 = 1,7 - 1 = 0,7$$

$$n < 0,41 \quad (0,0983 < 0,41) \Rightarrow$$

$$\lambda_{lim} = \min(20 \times A \times B \times C / \sqrt{n}; 75) = \min(20 \times 0,725 \times 1,061 \times 0,7 / \sqrt{0,0983}; 75) = \min(34,36; 75) = 34,36$$

Směr y: $\lambda_y > \lambda_{lim} \Rightarrow$ Je proveden podrobný výpočet vzpěru

$$\omega = A_s \times f_{yd} / (A_c \times f_{cd}) = 0,00314 \times 365,2 / (1,375 \times 13,33) = 0,0626$$

$$n_u = 1 + \omega = 1 + 0,0626 = 1,063$$

$$n = -N_{Ed} / (A_c \times f_{cd}) = -(-1\,802) / (1,375 \times 13,33) = 0,0983$$

$$K_r = \min((n_u - n) / (n_u - n_{bal}); 1) = \min((1,063 - 0,0983) / (1,063 - 0,4); 1) = \min(1,455; 1) = 1$$

$$\beta_y = 0,35 + f_{ck} / 200 - \lambda_y / 150 = 0,35 + 20 / 200 - 58,75 / 150 = 0,0583$$

$$\varphi_{ef} = \varphi \times 1 = 1,893 \times 1 = 1,893$$

$$K_{\varphi y} = \max(1; 1 + \beta_y \times \varphi_{ef}) = \max(1; 1 + 0,0583 \times 1,893) = \max(1; 1,11) = 1,11$$

$$d_y = h / 2 + i_s = 1,25 / 2 + 0,462 = 1,087 \text{ m}$$

$$1/r_0 = \varepsilon_{yd} / (0,45 \times d_y) = 0,00183 / (0,45 \times 1,087) = 0,00373 \text{ m}^{-1}$$

$$1/r = K_r \times K_{\varphi y} \times 1/r_0 = 1 \times 1,11 \times 0,00373 = 0,00414 \text{ m}^{-1}$$

$$e_{2y} = 1/r \times L_{0y}^2 / c_y = 0,00414 \times 21,2^2 / 8 = 0,233$$

$$M_{2y} = -N_{Ed} \times e_{2y} = -(-1\,802) \times 0,233 = 419,6 \text{ kNm}$$

$$M_{Edy} = M_{0Edy} - M_{2y} = 0 - 419,6 = -419,6 \text{ kNm}$$

Směr z: $\lambda_z > \lambda_{lim} \Rightarrow$ Je proveden podrobný výpočet vzpěru

$$\omega = A_s \times f_{yd} / (A_c \times f_{cd}) = 0,00314 \times 365,2 / (1,375 \times 13,33) = 0,0626$$

$$n_u = 1 + \omega = 1 + 0,0626 = 1,063$$

$$n = -N_{Ed} / (A_c \times f_{cd}) = -(-1\,802) / (1,375 \times 13,33) = 0,0983$$

$$K_r = \min((n_u - n) / (n_u - n_{bal}); 1) = \min((1,063 - 0,0983) / (1,063 - 0,4); 1) = \min(1,455; 1) = 1$$

$$\beta_z = 0,35 + f_{ck} / 200 - \lambda_z / 150 = 0,35 + 20 / 200 - 66,76 / 150 = 0,00492$$

$$\varphi_{ef} = \varphi \times 1 = 1,893 \times 1 = 1,893$$

$$K_{\varphi z} = \max(1; 1 + \beta_z \times \varphi_{ef}) = \max(1; 1 + 0,00492 \times 1,893) = \max(1; 1,009) = 1,009$$

$$d_z = h / 2 + i_s = 1,1 / 2 + 0,456 = 1,006 \text{ m}$$

$$1/r_0 = \varepsilon_{yd} / (0,45 \times d_z) = 0,00183 / (0,45 \times 1,006) = 0,00403 \text{ m}^{-1}$$

$$1/r = K_r \times K_{\varphi z} \times 1/r_0 = 1 \times 1,009 \times 0,00403 = 0,00407 \text{ m}^{-1}$$

$$e_{2z} = 1/r \times L_{0z}^2 / c_z = 0,00407 \times 21,2^2 / 8 = 0,229$$

$$M_{2z} = -N_{Ed} \times e_{2z} = -(-1\,802) \times 0,229 = 412,1 \text{ kNm}$$

$$M_{Edz} = M_{0Edz} - M_{2z} = (-447,8) - 412,1 = -859,9 \text{ kNm}$$

Ideální průřez

Poměr tuhosti výztuže a betonu: $\alpha_e = 6,667$

Průřezová plocha: $A = 1,40 \cdot 10^6 \text{ mm}^2$

Poloha těžiště (od levého spodního rohu obálky průřezu):

$y_t = 550 \text{ mm}$; $z_t = 625 \text{ mm}$

Moment setrvačnosti:

$I_y = 184 \cdot 10^9 \text{ mm}^4$; $I_z = 143 \cdot 10^9 \text{ mm}^4$

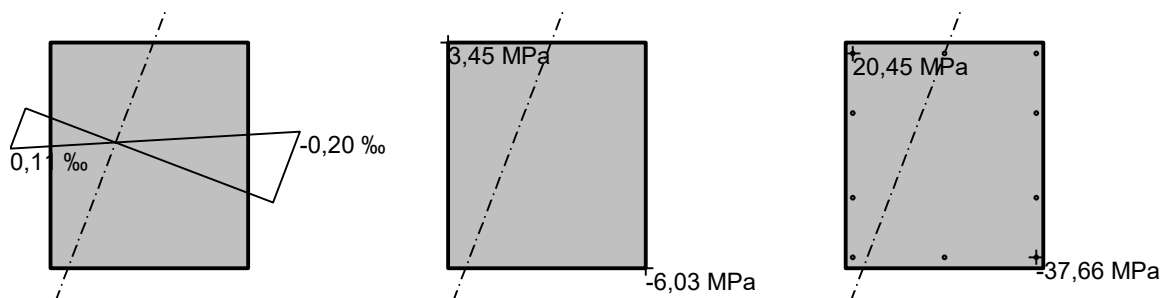
Statický moment výztuže vůči těžišti průřezu:

$S_{y,s} = 0 \text{ mm}^4$; $S_{z,s} = 0 \text{ mm}^4$

Deformace v průřezu

Napětí v betonu

Napětí ve výztuži



Průřez s vyloučením tahu v betonu

Průřezová plocha: $A = 473 \cdot 10^3 \text{ mm}^2$

Poloha těžiště (od levého spodního rohu obálky průřezu):

$y_t = 885,6 \text{ mm}$; $z_t = 516,3 \text{ mm}$

Moment setrvačnosti:

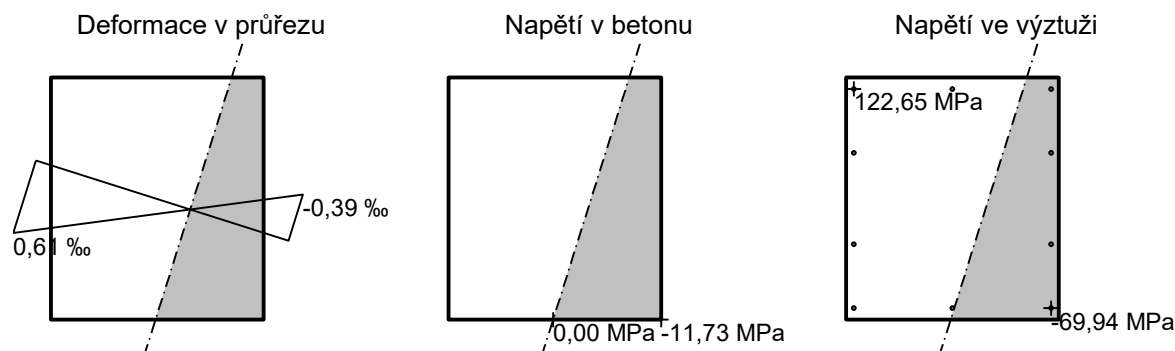
$I_y = 57,8 \cdot 10^9 \text{ mm}^4$; $I_z = 14,5 \cdot 10^9 \text{ mm}^4$

Statický moment výztuže vůči těžišti průřezu:

$S_{y,s} = 341 \cdot 10^6 \text{ mm}^4$; $S_{z,s} = -1,05 \cdot 10^9 \text{ mm}^4$

Vnitřní síly po přepočtu vůči těžišti průřezu:

$N = -1\,802 \text{ kN}$; $M_y = -223,7 \text{ kNm}$; $M_z = 255 \text{ kNm}$



Maximální tlakové napětí v betonu

$\sigma_c = 11,73 \text{ MPa}$

Prostředí: X0 \Rightarrow Posouzení napětí betonu v tlaku není potřeba

Maximální tahové napětí v betonu $\sigma_{c,max} = 3,45 \text{ MPa}$

Maximální tlakové napětí ve výztuži $\sigma_{s,min} = 69,94 \text{ MPa}$

Maximální tahové napětí ve výztuži $\sigma_{s,max} = 122,65 \text{ MPa}$

Omezení tahového napětí ve výztuži $k_3 \times f_{yk} = 336,00 \text{ MPa}$

Výška tlačené části průřezu $h = 533,0 \text{ mm}$

Využití průřezu: 36,5 %

Posouzení průřezu na mezní stav omezení napětí Vyhovuje

Posouzení min. a max. stupně vyztužení

Sloup (celková výztuž):

$\rho_s = 0,00228 \geq \rho_{s,min} = 0,002 \Rightarrow$ **Vyhovuje**

$\rho_s = 0,00228 \leq \rho_{s,max} = 0,04 \Rightarrow$ **Vyhovuje**

Posouzení konstrukčních zásad třmínků

Minimální průměr třmínků $d = 6 \text{ mm} \Rightarrow$ **Vyhovuje**

Maximální vzdálenost třmínků $s_{cl,max} = 300,0 \text{ mm} \Rightarrow$ **Vyhovuje**

Posouzení mezního stavu únosnosti

č.	Název	N_{Ed} N_{Rd} [kN]	M_{Edy} M_{Rdy} [kNm]	M_{Edz} M_{Rdz} [kNm]	V_{Edz} V_{Rdz} [kN]	V_{Edy} V_{Rdy} [kN]	Využití [%]	Posouzení
1	MSU	-2433,00	90,00 → 667,11	540,00 → 1160,00	13,00	55,00	76,7	Vyhovuje
		- 19481,03	869,87	1512,56	116,57	493,18		

Mezní stav únosnosti VYHOVUJE - 76,7 %

Posouzení mezního stavu použitelnosti

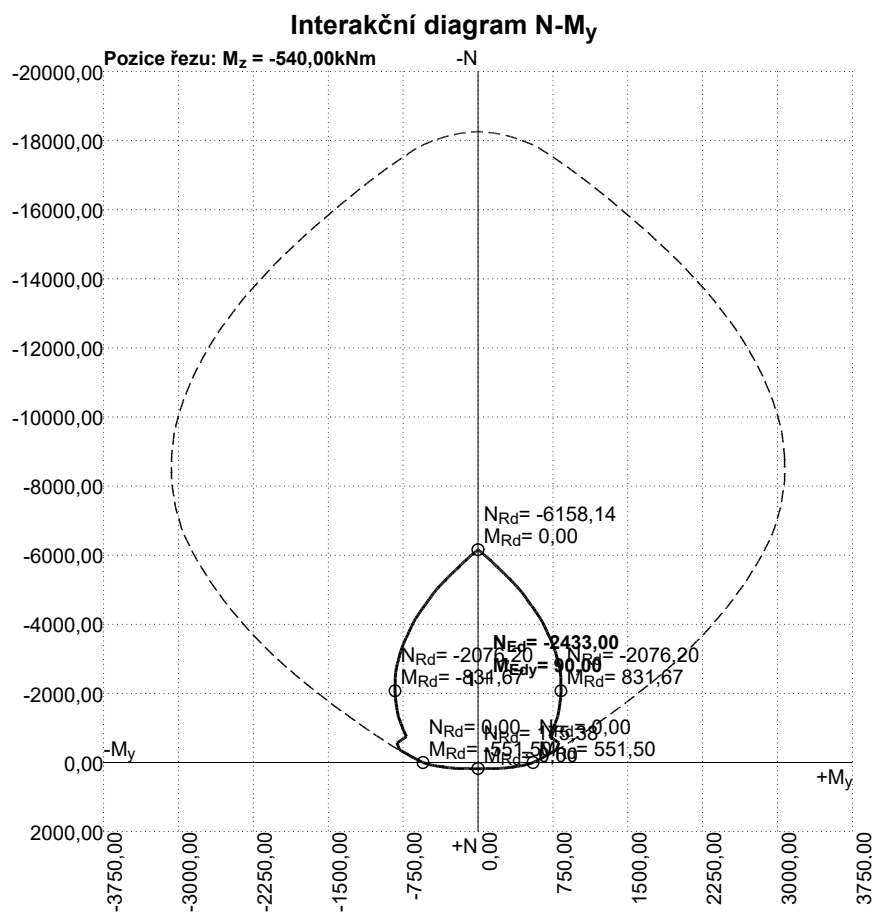
Mezní stav omezení napětí

č.	Název	N_{Ed} [kN]	M_{Edy} [kNm]	M_{Edz} [kNm]	σ_c [MPa]	$\sigma_{s,max}$ [MPa]	$\sigma_{s,min}$ [MPa]	Využití [%]	Posouzení
2	MSP	- 1802,00	0,00 → - 419,58	400,00 → 859,85	11,73	122,65	69,94	36,5	Vyhovuje
Limitní hodnoty $k_3 \times f_{yk}$						336,00			

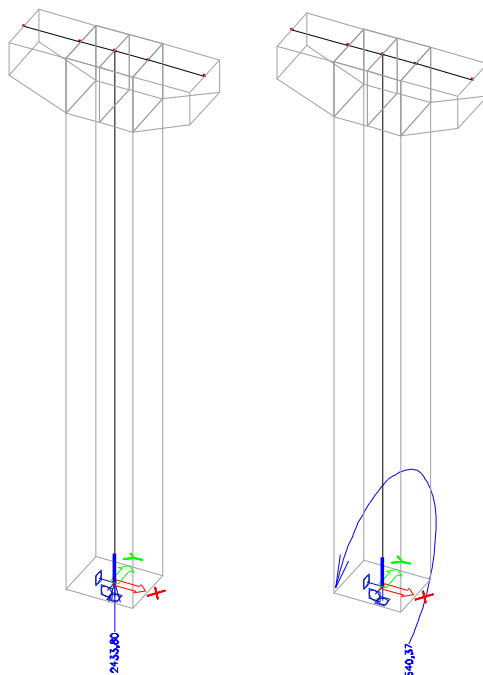
Mezní stav použitelnosti VYHOVUJE - 36,5 %

Celkové posouzení - Průřez VYHOVUJE

Využití: 76,7 %



9.4 Reakcie na plošný základ piliera



Lineárny výpočet, Extrém : Globálny
Výber : Všetko
Kombinácie : MSU

Podpera	Stav	Rx [kN]	Ry [kN]	Rz [kN]	Mx [kNm]	My [kNm]	Mz [kNm]
Sn1/N1	MSU/1	-12,78	-52,65	2433,80	540,37	-135,47	0,00
Sn1/N1	MSU/2	0,00	-52,65	605,90	540,37	0,00	0,00

9.5 Posúdenie plošného založenia piliera

Posouzení plošného základu

Vstupní data

Projekt

Datum : 31. 8. 2020

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	φ_{ef} [°]	c_{ef} [kPa]	γ [kN/m ³]	γ_{su} [kN/m ³]	δ [°]
1	Třída F5, konzistence tuhá		19,00	8,00	20,00	12,00	
2	Třída F3, konzistence tuhá		24,00	8,00	18,00	9,00	
3	Třída G4		30,00	0,00	19,00	10,00	

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

Parametry zemín

Třída F5, konzistence tuhá

Objemová tíha :	γ	=	20,00 kN/m ³
Úhel vnitřního tření :	φ_{ef}	=	19,00 °
Soudržnost zeminy :	c_{ef}	=	8,00 kPa
Edometrický modul :	E_{oed}	=	6,00 MPa
Obj.tíha sat.zeminy :	γ_{sat}	=	22,00 kN/m ³

Třída F3, konzistence tuhá

Objemová tíha :	γ	=	18,00 kN/m ³
Úhel vnitřního tření :	φ_{ef}	=	24,00 °
Soudržnost zeminy :	c_{ef}	=	8,00 kPa
Edometrický modul :	E_{oed}	=	8,00 MPa
Obj.tíha sat.zeminy :	γ_{sat}	=	19,00 kN/m ³

Třída G4

Objemová tíha :	γ	=	19,00 kN/m ³
Úhel vnitřního tření :	φ_{ef}	=	30,00 °
Soudržnost zeminy :	c_{ef}	=	0,00 kPa
Edometrický modul :	E_{oed}	=	80,00 MPa
Obj.tíha sat.zeminy :	γ_{sat}	=	20,00 kN/m ³

Založení

Typ základu: centrická patka

Hloubka od původního terénu	h_z	=	3,50 m
Hloubka základové spáry	d	=	3,50 m
Tloušťka základu	t	=	1,40 m
Sklon upraveného terénu	s_1	=	0,00 °
Sklon základové spáry	s_2	=	0,00 °

Objemová tíha zeminy nad základem = 25,00 kN/m³

Geometrie konstrukce

Typ základu: centrická patka

Délka patky $x = 4,00 \text{ m}$
 Šířka patky $y = 2,30 \text{ m}$
 Šířka sloupu ve směru x $c_x = 1,25 \text{ m}$
 Šířka sloupu ve směru y $c_y = 1,10 \text{ m}$
 Objem patky $= 12,88 \text{ m}^3$

Materiál konstrukce

Objemová tíha $\gamma = 25,00 \text{ kN/m}^3$

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

Beton : C 20/25

Válcová pevnost v tlaku $f_{ck} = 20,00 \text{ MPa}$
 Pevnost v tahu $f_{ctm} = 2,20 \text{ MPa}$
 Modul pružnosti $E_{cm} = 30000,00 \text{ MPa}$



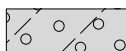
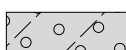
Ocel podélná : 10425 (V)

Mez kluzu $f_{yk} = 420,00 \text{ MPa}$

Ocel příčná: 10425 (V)

Mez kluzu $f_{yk} = 420,00 \text{ MPa}$

Geologický profil a přiřazení zemin

Číslo	Vrstva [m]	Přiřazená zemina	Vzorek
1	0,90	Třída F5, konzistence tuhá	
2	0,80	Třída F3, konzistence tuhá	
3	3,70	Třída G4	
4	-	Třída G4	

Zatížení

Číslo	Zatížení		Název	Typ	N [kN]	M_x [kNm]	M_y [kNm]	H_x [kN]	H_y [kN]
	nové	změna							
1	Ano		MSU-max	Návrhové	2433,00	540,00	135,00	13,00	52,00
2	Ano		MSP-max	Užitné	1800,00	400,00	90,00	10,00	39,00
3	Ano		MSU-min	Návrhové	606,00	540,00	0,00	0,00	52,00
4	Ano		MSP-min	Užitné	448,00	0,00	400,00	0,00	39,00

Hladina podzemní vody

Hladina podzemní vody je v hloubce 4,20 m od původního terénu.

Celkové nastavení výpočtu

Typ výpočtu : výpočet pro odvozené podmínky

Nastavení výpočtu fáze

Návrhová situace : trvalá

Posouzení čís. 1

Posouzení zatěžovacích stavů

Název	VI. tíha příznivě	e_x [m]	e_y [m]	σ [kPa]	R_d [kPa]	Využití [%]	Vyhovuje
MSU-max	Ano	-0,04	-0,19	421,53	1201,35	35,09	Ano
MSU-max	Ne	-0,03	-0,18	448,24	1208,84	37,08	Ano

Výpočet 1.MS - mezivýsledky

$$\begin{aligned}
 \varphi_d &= 30,000^\circ \\
 c_d &= 0,000 \text{ kPa} \\
 \gamma_{1\text{prum}} &= 19,029 \text{ kN/m}^3 \\
 \gamma_{2\text{prum}} &= 12,768 \text{ kN/m}^3 \\
 b_{ef} &= 1,942 \text{ m} \\
 N_q &= 18,401 \\
 N_c &= 30,140 \\
 N_\gamma &= 20,093 \\
 s_q &= 1,247 \\
 s_c &= 1,261 \\
 s_\gamma &= 0,852 \\
 d_q &= 1,000 \\
 d_c &= 1,000 \\
 d_\gamma &= 1,000 \\
 i_q &= 0,974 \\
 i_c &= 0,973 \\
 i_\gamma &= 0,959 \\
 b_q &= 1,000 \\
 b_c &= 1,000 \\
 b_\gamma &= 1,000 \\
 g_q &= 1,000 \\
 g_c &= 1,000 \\
 g_\gamma &= 1,000 \\
 R_d &= 1692,373 \text{ kPa}
 \end{aligned}$$

Výpočet proveden pro zatěžovací stav číslo 1. (MSU-max)

Spočtená vlastní tíha patky $G = 434,70 \text{ kN}$
 Spočtená tíha nadloží $Z = 554,60 \text{ kN}$

Posouzení svislé únosnosti

Tvar kontaktního napětí : obdélník

Parametry smykové plochy pod základem:

Hloubka smykové plochy $z_{sp} = 3,64 \text{ m}$

Dosah smykové plochy $l_{sp} = 11,00 \text{ m}$

Výpočtová únosnost zákl. půdy $R_d = 1208,84 \text{ kPa}$

Extrémní kontaktní napětí $\sigma = 448,24 \text{ kPa}$

Svislá únosnost VYHOVUJE

Posouzení excentricity zatížení

Max. excentricita ve směru délky patky $e_x = 0,009 < 0,333$

Max. excentricita ve směru šířky patky $e_y = 0,084 < 0,333$

Max. prostorová excentricita $e_t = 0,085 < 0,333$

Excentricita zatížení základu VYHOVUJE

Posouzení vodorovné únosnosti

Zemní odpor: klidový

Výpočtová velikost zemního odporu $S_{pd} = 85,81 \text{ kN}$

Horizontální únosnost základu $R_{dh} = 1739,63 \text{ kN}$

Extrémní horizontální síla $H = 53,60 \text{ kN}$

Vodorovná únosnost VYHOVUJE

Únosnost základu VYHOVUJE

Posouzení čís. 1

Sednutí a natočení základu - vstupní data

Výpočet proveden s automatickým výběrem nejneprůznivějších zatěžovacích stavů.

Výpočet proveden s uvažováním koeficientu κ_1 (vliv hloubky založení).

Napětí v základové spáře uvažováno od původního terénu.

Spočtená vlastní tíha patky $G = 322,00 \text{ kN}$

Spočtená tíha nadloží $Z = 410,81 \text{ kN}$

Sednutí a natočení základu - mezivýsledky

Vrstva a čís.	Počátek [m]	Konec [m]	Mocnost [m]	E_{def} [MPa]	σ_{or} [kPa]	$\Delta\sigma_z$ [kPa]	Sednutí [mm]
1	3,50	3,55	0,05	59,43	67,07	208,30	0,13
2	3,55	3,60	0,05	59,43	68,03	205,60	0,13
3	3,60	3,65	0,05	59,43	68,97	199,02	0,12
4	3,65	3,70	0,05	59,43	69,93	189,33	0,12
5	3,70	3,75	0,05	59,43	70,88	178,29	0,11
6	3,75	3,80	0,05	59,43	71,82	167,22	0,10
7	3,80	3,90	0,10	59,43	73,25	152,33	0,19
8	3,90	4,00	0,10	59,43	75,15	135,33	0,17
9	4,00	4,10	0,10	59,43	77,05	121,81	0,15
10	4,10	4,20	0,10	59,43	78,95	111,00	0,14
11	4,20	4,30	0,10	59,43	80,40	102,16	0,13
12	4,30	4,40	0,10	59,43	81,40	94,77	0,12
13	4,40	4,65	0,25	59,43	83,15	84,66	0,26
14	4,65	4,90	0,25	59,43	85,65	72,82	0,23
15	4,90	5,15	0,25	59,43	88,15	63,58	0,20
16	5,15	5,40	0,25	59,43	90,65	56,06	0,18
17	5,40	5,65	0,25	59,43	93,15	49,80	0,16
18	5,65	5,90	0,25	59,43	95,65	44,52	0,14
19	5,90	6,40	0,50	59,43	99,40	38,23	0,24
20	6,40	6,90	0,50	59,43	104,40	31,47	0,20
21	6,90	7,40	0,50	59,43	109,40	26,34	0,16
22	7,40	7,90	0,50	59,43	114,40	22,37	0,14
23	7,90	8,40	0,50	59,43	119,40	19,24	0,12
24	8,40	8,90	0,50	59,43	124,40	16,73	0,10
25	8,90	9,57	0,67	59,43	130,23	14,48	0,08

Sednutí středu hrany x - 1 = 4,4 mm

Sednutí středu hrany x - 2 = 2,8 mm

Sednutí středu hrany y - 1 = 3,2 mm

Sednutí středu hrany y - 2 = 3,0 mm

Sednutí středu základu = 5,3 mm
 Sednutí charakterist. bodu = 3,8 mm
 (1-hrana max.tlačená; 2-hrana min.tlačená)

Sednutí a natočení základu - výsledky

Tuhost základu:

Spočtený vážený průměrný modul přetvárnosti $E_{def} = 59,43 \text{ MPa}$

Základ je ve směru délky tuhý ($k=21,64$)

Základ je ve směru šířky tuhý ($k=113,85$)

Posouzení excentricity zatížení

Max. excentricita ve směru délky patky $e_x = 0,085 < 0,333$

Max. excentricita ve směru šířky patky $e_y = 0,078 < 0,333$

Max. prostorová excentricita $e_t = 0,087 < 0,333$

Excentricita zatížení základu VYHOVUJE

Celkové sednutí a natočení základu:

Sednutí základu = 3,8 mm

Hloubka deformační zóny = 6,07 m

Natočení ve směru x = 0,298 ($\tan \cdot 1000$); ($1,7E-02^\circ$)

Natočení ve směru y = 0,666 ($\tan \cdot 1000$); ($3,8E-02^\circ$)

Dimenzace čís. 1

Výpočet proveden pro zatěžovací stav číslo 1.(MSU-max)

Posouzení podélné výztuže základu ve směru x

15 ks profil 16,0 mm, krytí 50,0 mm

Šířka průřezu = 2,30 m

Výška průřezu = 1,40 m

Stupeň vyztužení $\rho = 0,10 \% < 0,14 \% = \rho_{min}$

Průřez NEVYHOVUJE ; nutno přidat výztuž. (v priereze sa naviac nachádza konštrukčná výstuž)

Posouzení podélné výztuže základu ve směru y

Maximální vyložení patky je menší než $0,50 \cdot$ tloušťka patky, výztuž není nutná.

Posouzení základu na protlačení

Normálová síla v sloupu = 2433,00 kN

Maximální únosnost na obvodu sloupu

Síla přenesená roznášením do zákl. půdy = 363,63 kN

Síla přenášená smykovou pevností ŽB = 2069,37 kN

Uvažovaný obvod sloupu u_0 = 4,70 m

Smykové napětí na obvodu sloupu $v_{Ed,max}$ = 0,45 MPa

Únosnost na obvodu sloupu $v_{Rd,max}$ = 2,94 MPa

Kritický průřez bez smykové výztuže

Síla přenesená roznášením do zákl. půdy = 1989,29 kN

Síla přenášená smykovou pevností ŽB = 443,71 kN

Vzdálenost průřezu od sloupu = 1,01 m

Délka průřezu u = 4,60 m

Smykové napětí na průřezu v_{Ed} = 0,15 MPa

Únosnost nevyztuženého průřezu $v_{Rd,c}$ = 0,68 MPa

$v_{Ed} < v_{Rd,c} \Rightarrow$ Výztuž není nutná

Základ na protlačení VYHOVUJE

10. POSÚDENIE KONŠTRUKCIE NA ÚČINKY SEIZMICITY

10.1 Uvažované seizmické kombinácie

Podľa normy STN EN 1990/A1/AC2 sa vytvorili nasledujúce seizmické kombinácie:

1. Kombinácia (SC 1): $G_{k,j} + P + (A_{Ed,x} + 0,3 \cdot A_{Ed,y} + 0,3 \cdot A_{Ed,z}) + \psi_{2,i} \cdot Q_{k,i}$
2. Kombinácia (SC 2): $G_{k,j} + P + (0,3 \cdot A_{Ed,x} + A_{Ed,y} + 0,3 \cdot A_{Ed,z}) + \psi_{2,i} \cdot Q_{k,i}$
3. Kombinácia (SC 3): $G_{k,j} + P + (0,3 \cdot A_{Ed,x} + 0,3 \cdot A_{Ed,y} + A_{Ed,z}) + \psi_{2,i} \cdot Q_{k,i}$

$G_{k,j}$ – vlastná tiaž, ostatné stále zaťaženie

P – predpätie

$A_{Ed,x}$ – horizontálne účinky od seizmicity v smere x

$A_{Ed,y}$ – horizontálne účinky od seizmicity v smere y

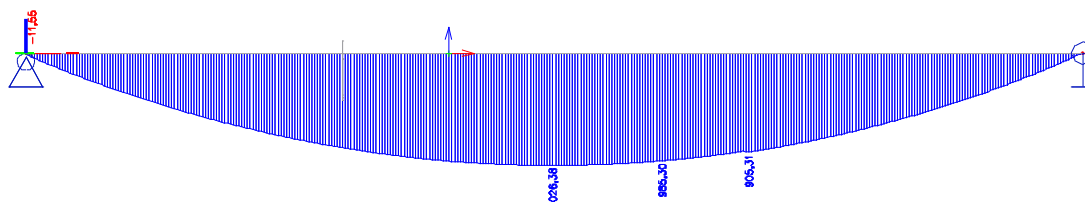
$A_{Ed,z}$ – vertikálne účinky od seizmicity v smere z

$\psi_{2,i} \cdot Q_{k,i}$ – sprievodné premenné zaťaženia

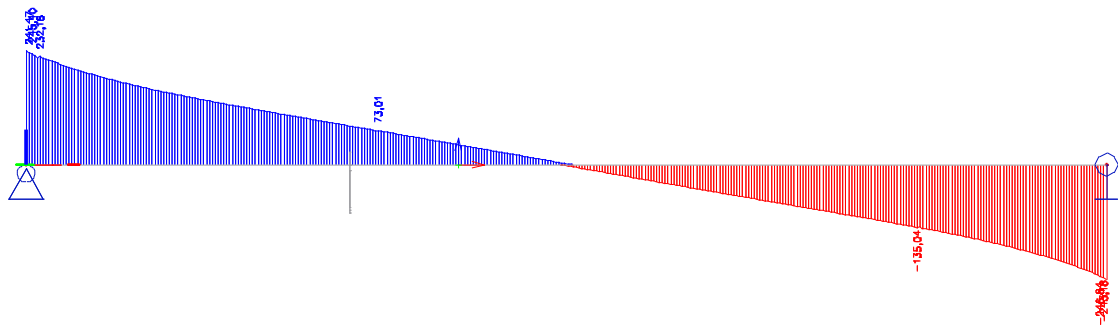
10.2 Vlastné tvary nosnej konštrukcie

N	f [Hz]	omega [1/sec]	omega^2 [1/sec^2]	T [sec]
Kombinácia hmôt : CM1				
1	5,28	33,15	1098,72	0,19
2	8,17	51,34	2636,22	0,12
3	14,19	89,13	7944,27	0,07
4	19,98	125,56	15764,73	0,05
5	22,62	142,09	20190,47	0,04
6	30,34	190,65	36345,95	0,03
7	33,34	209,48	43881,79	0,03
8	39,56	248,54	61773,67	0,03
9	40,55	254,75	64896,62	0,02
10	41,53	260,95	68095,96	0,02

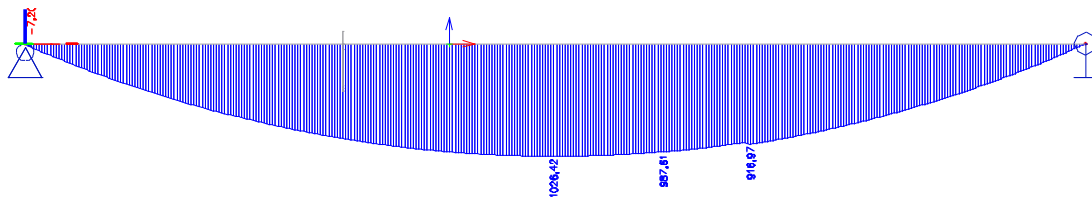
10.3 Vnútorne sily a reakcie od účinkov seizmicity



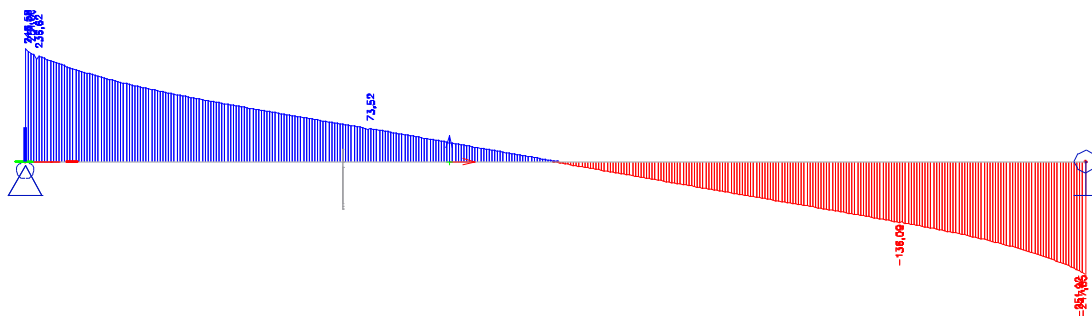
Obrázok 38 Maximálny ohybový moment M_y na najviac zaťaženom nosníku (SC 1)



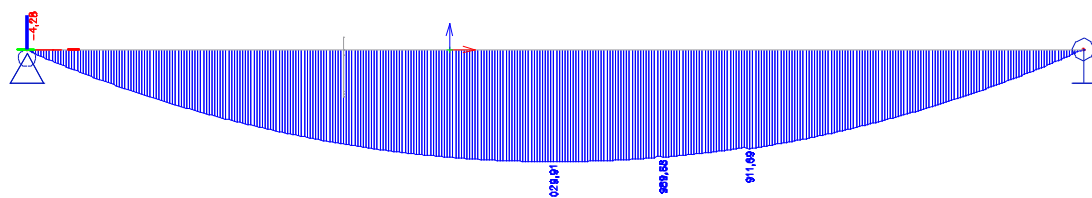
Obrázok 39 Maximálna priečna sila V_z na najviac zaťaženom nosníku (SC 1)



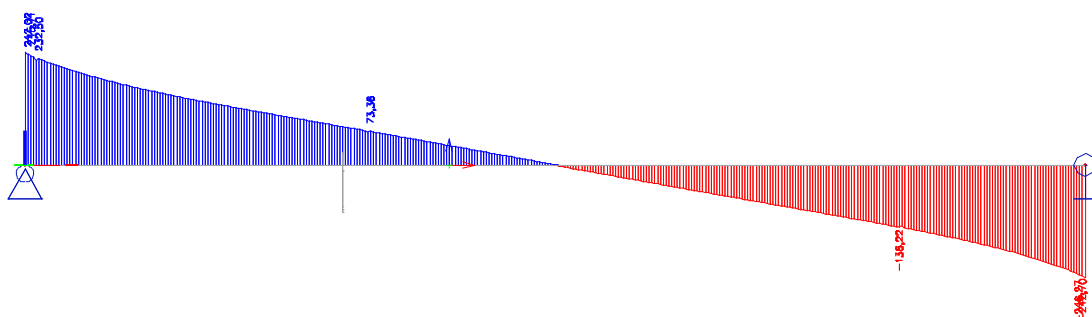
Obrázok 40 Maximálny ohybový moment M_y na najviac zaťaženom nosníku (SC 2)



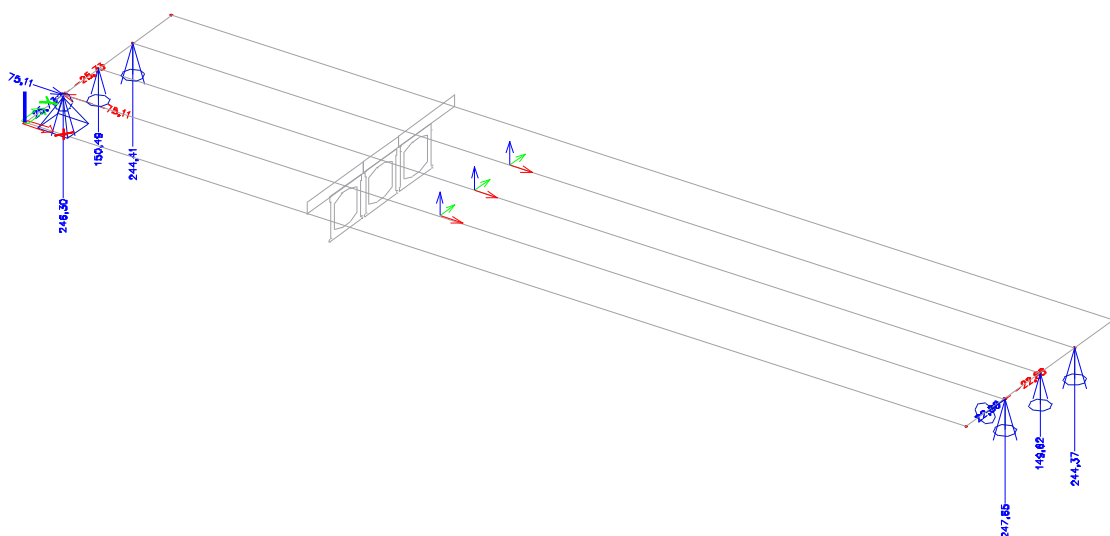
Obrázok 41 Maximálna priečna sila V_z na najviac zaťaženom nosníku (SC 2)



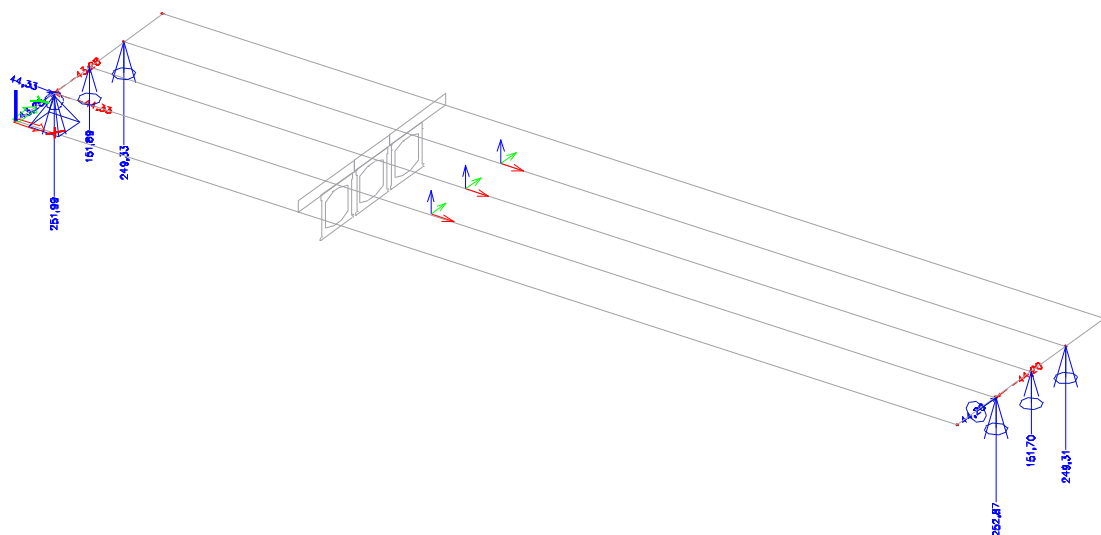
Obrázok 42 Maximálny ohybový moment M_y na najviac zaťaženom nosníku (SC 2)



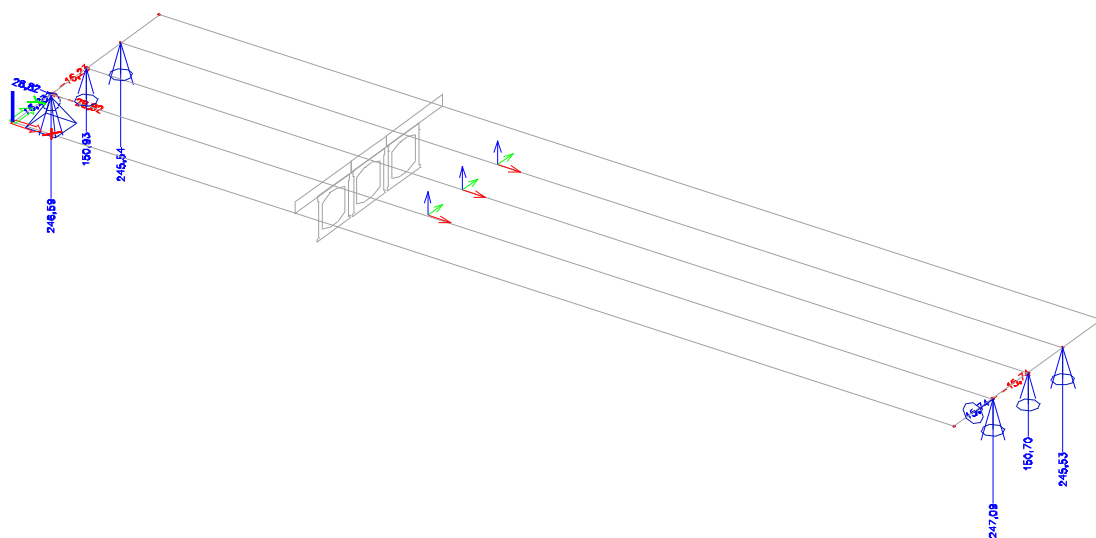
Obrázok 43 Maximálna priečna sila V_z na najviac zaťaženom nosníku (SC 3)



Obrázok 44 Reakcie na spodnú stavbu (SC 1)



Obrázok 45 Reakcie na spodnú stavbu (SC 2)



Obrázok 46 Reakcie na spodnú stavbu (SC 3)

10.4 Zhodnotenie seizmických a dynamických účinkov na konštrukciu

Seizmické účinky nevyvolajú väčšie vnútorné sily na prefabrikovaných nosníkoch ako zaťaženia od trvalej a dočasnej návrhovej situácie MSÚ od stálych a premenných zaťažení.

Seizmické účinky nevyvolajú väčšie zvislé reakcie ako zaťaženia od trvalej a dočasnej návrhovej situácie MSÚ od stálych a premenných zaťažení. Horizontálne reakcie od seizmicity sa na spodnú stavbu neuvažujú, lebo v skutočnosti sú nosníky uložené na gumových ložiskách, ktoré umožňujú všesmerný pohyb. Horizontálne sily od seizmicity tak na spodnú stavbu nemajú vplyv.

Kritéria pohodlia pre chodcov sa (podľa STN EN 1990/A1 čl. A2.4.3.2) na lávke nemusia overovať ak základná vlastná frekvencia nosnej konštrukcie je väčšia ako 5 Hz pre zvislé kmitanie. Podmienka je splnená a prvá vlastná frekvencia zvislého kmitania je 5,28 Hz.

Prvý vlastný tvar konštrukcie zvislého kmitania je vo frekvencii 5,28 Hz čo nezodpovedá rozsahom budiacich frekvencií vyvolaných pomalou chôdzou 1,7 Hz až pomalým behom 2,5Hz.

Maximálne zvislé zrýchlenie A_z v prípade seizmicity (SC 3) je $0,31 \text{ m/s}^2$ čo spĺňa aj podmienky pohodlia pre maximálne zvislé kmitanie $A_{z,\max} = 0,7 \text{ m/s}^2$.

11. MOSTNÉ ZÁVERY A LOŽISKÁ

11.1 Mostné závery pri oporách

Skutočné rozmery a detaily mostných záverov je potrebné aktualizovať, keď bude známy konkrétny typ použitých mostných záverov.

Dĺžka dilatačného úseku je uvažovaná od stredu nosnej konštrukcie ku krajným oporám.

Podľa výpočtu je celkový nutný rozsah dilatácie $\Delta L = 76\text{mm}$. (+31mm, -45mm)

Celkové dilatačné pohyby			
súčiniteľ bezpečnosti (rezerva 30%)	γ	1,30	(-)
výsledné maximálne predĺženie konštrukcie	ΔL^+	31	(mm)
výsledné maximálne skrátenie konštrukcie	ΔL^-	-45	(mm)
rozsah dilatácie	ΔL	76	(mm)

Vstupné hodnoty pre výpočet dilatačných pohybov konštrukcie			
dĺžka dilatovanej konštrukcie	L	78000	(mm)
výška nosnej konštrukcie	H	1070	(mm)
hrúbka vrstiev mostovky	t_v	90	(mm)
doba na dosiahnutie kockovej pevnosti betónu v tlaku f_{ck}	t_{28}	28	(dní)
	t_{28}	672	(hodín)
doba osadenia konštrukčného prvku	t_s	365	(dní)
	t_s	8760	(hodín)
	t_s	1	(rok)
	t	36500	(dní)
koniec životnosti mosta	t	876000	(hodín)
	t	100	(rok)
súčiniteľ teplotnej rozťažnosti	α_t	0,000010	(°C ⁻¹)
začiatočná teplota v čase upevnenia konštrukčného prvku	T_0	10	(°C)
maximálna teplota vzduchu podľa izoterm STN EN 1991-1-5	T_{max}	39	(°C)
minimálna teplota vzduchu podľa izoterm STN EN 1991-1-5	T_{min}	-28	(°C)
maximálna hodnota zložky rovnomernej teploty mosta	$T_{e,max}$	41	(°C)
minimálna hodnota zložky rovnomernej teploty mosta	$T_{e,min}$	-20	(°C)
max. rozsah zložky rovn. teploty mosta pri predlžovaní ($T_{e,max} \geq T_0$)	$\Delta T_{N,EXP}$	31	(°C)
max. rozsah zložky rovn. teploty mosta pri skracovaní ($T_0 \geq T_{e,min}$)	$\Delta T_{N,CON}$	30	(°C)

Vplyv teploty podľa STN EN 1991-1-5			
oteplenie konštrukcie (predĺženie konštrukcie)	$\Delta L_{T,+}$	24	(mm)
ochladenie konštrukcie (skrátenie konštrukcie)	$\Delta L_{T,-}$	-23	(mm)

Vplyv zmrašťovania podľa STN EN 1992-1-1 (príloha B.2)			
náhradná výška priečneho rezu	h_0	1200	(mm)
prierezová plocha betónového prierezu	A_c	3600000	(mm ²)
obvod časti prierezu, ktorý je vystavený vysychaniu	u	6000	(mm)
relatívna vlhkosť okolia	RH	80	(%)
100% vlhkosť okolia	RH_0	100	(%)
	β_{RH}	0,76	(-)
Trieda použitého betónu			
		C30/37	
stredná hodnota pevnosti betónu v tlaku	f_{cm}	38	(MPa)
	f_{cmo}	10	(MPa)
charakteristická valcová pevnosť betónu v tlaku vo veku 28 dní	f_{ck}	30	(MPa)
súčiniteľ, ktorý závisí od typu cementu (Typ cementu: N)	$\alpha_{ds,1}$	4	(-)
súčiniteľ, ktorý závisí od typu cementu (Typ cementu: N)	$\alpha_{ds,2}$	0,12	(-)
základné pomerné pretvorenie od zmrašťovania z vysychania	$\epsilon_{cd,0}$	0,0002690	(-)
koeficient závislý od náhradnej výšky h_0 (tab.3.3 STN EN 1992-1-1)	k_h	0,70	(-)
časová funkcia	$\beta_{ds}(t, t_s)$	0,956398	(-)
pomerné pretvorenie od zmrašťovania z vysychania	$\epsilon_{cd}(t)$	0,000180	(-)
	$\epsilon_{ca}(\infty)$	0,000050	(-)
	$\beta_{as}(t)$	1,00	(-)
pomerné pretvorenie od autogéneho zmrašťovania	$\epsilon_{ca}(t)$	0,000050	(-)
celkové pomerné pretvorenie od zmrašťovania	$\epsilon_{cs}(\infty, t_s)$	0,000230	(-)
skrátene konštrukcie v dôsledku zmrašťovania	$\Delta L_{c,shrink,-}$	-4	(mm)

Vplyv dotvarovania podľa STN EN 1992-1-1 (príloha B.1)			
priemerné napätie betónu	σ_c	10,0	(MPa)
modul pružnosti betónu	E_c	34000	(MPa)
súčiniteľ zohľadňujúci pevnosť betónu	α_1	0,944	(-)
súčiniteľ zohľadňujúci pevnosť betónu	α_2	0,984	(-)
súčiniteľ zohľadňujúci pevnosť betónu	α_3	0,960	(-)
súčiniteľ závisiaci na RH a h_0 (pre $f_{cm} \leq 35$ MPa)	$\beta_{H,1}$	2913	(-)
súčiniteľ závisiaci na RH a h_0 (pre $f_{cm} \geq 35$ MPa)	$\beta_{H,2}$	2903	(-)
	$1500 \cdot \alpha_3$	1440	(-)
súčiniteľ závisiaci na RH a h_0 (pre uvažovaný betón)	β_H	1500	(-)
súčiniteľ, ktorý popisuje rozvoj dotvarovania v čase od zať. prvku	$\beta_c(t, t_0)$	0,987982	(-)
súčiniteľ, ktorý zohľadňuje vplyv veku betónu pri zaťažení	$\beta(t_0)$	0,488450	(-)
súčiniteľ zohľadňujúci vplyv pevnosti betónu	$\beta(f_{cm})$	2,725	(-)
súčiniteľ zohľadňujúci vplyv relatívnej vlhkosti (pre $f_{cm} \leq 35$ MPa)	$\varphi_{RH,1}$	1,188	(-)
súčiniteľ zohľadňujúci vplyv relatívnej vlhkosti (pre $f_{cm} \geq 35$ MPa)	$\varphi_{RH,2}$	1,158	(-)
súčiniteľ zohľadňujúci vplyv RH (pre uvažovaný betón)	φ_{RH}	1,158	(-)
základný teoretický súčiniteľ dotvarovania	φ_0	1,542	(-)
celkový súčiniteľ dotvarovania závislý na prostredí	$\varphi(t, t_0)$	1,524	(-)
pretvorenie betónu od dotvarovania	$\epsilon_{cc}(\infty, t_s)$	0,000448	(-)
skrátene konštrukcie v dôsledku dotvarovania	$\Delta L_{c,creep,-}$	-7	(mm)

11.2 Ložiská

Na lávke sú použité pôvodné gumové vystužené ložiská (150x200x18mm) uložené v dvoch vrstvách. Celková hrúbka ložiska je tak 36mm. Každý koniec nosníka podopierajú 2ks ložísk. Ložiská sú uložené na 14mm vrstve cementovej malty.

Návrhové sily (MSÚ):

Zvislá sila na najviac namáhané ložisko	$F_{z,max} = 480/2 = 240 \text{ kN}$
Zvislá sila od stáleho zaťaženia	$F_{z,g} = 350/2 = 175 \text{ kN}$
Zvislá sila od premenného zaťaženia gr2	$F_{z,gr2} = 150/2 = 75 \text{ kN}$
Maximálna pozdĺžna sila od vplyvu trenia v ložisku	$F_{t,x} = 21/2 = 11 \text{ kN}$

Únosnosť elastomerných vystužených všesmerných ložísk (bez usmernenia).

Zvislá únosnosť ložiska je $F_z = 300 \text{ kN}$

Maximálny možný pozdĺžny pohyb $v_x = \pm 11 \text{ mm}$

Maximálny možný priečny pohyb $v_y = \pm 11 \text{ mm}$

12. ZÁVER STATICKÉHO VÝPOČTU

Bolo uskutočnené posúdenie rozhodujúcich prierezov nosnej konštrukcie a spodnej stavby lávky. V medznom stave únosnosti (MSÚ) bola overená únosnosť v ohybu a šmyku. V prierezoch bolo overené maximálne napätie v betóne a betonárskej výstuži (MSP). Ďalej bolo posúdené plošné založenie pilierov lávky, ložiská a rozsah dilatácie v mostných záveroch.

Nosná konštrukcia a spodná stavba lávky bude za dodržania okrajových podmienok daných statickým výpočtom stabilná, staticky bezpečná a bude spĺňať všetky požiadavky na prevádzkyschopnosť, trvanlivosť a životnosť nosnej konštrukcie.

V Košiciach 12/2020

Vypracoval: Ing. Marek Juhás

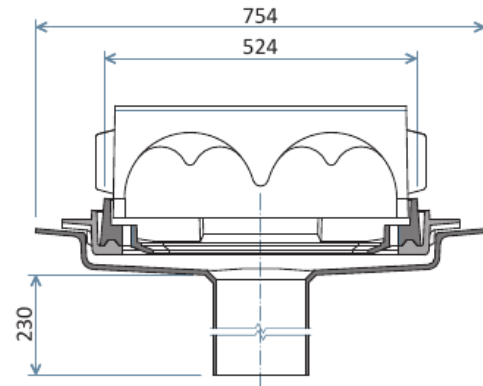
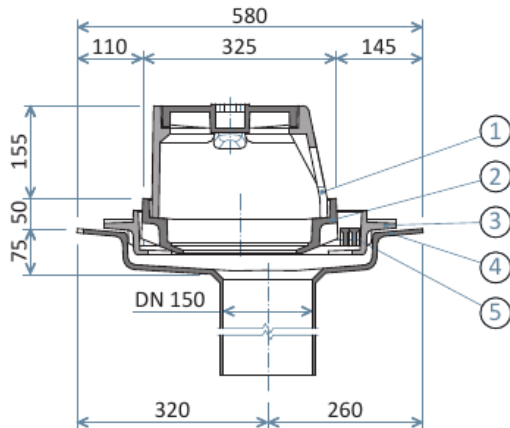
Príloha č.1: Výpočet odvodnenia lávky a návrh zberného potrubia

13. PRÍLOHY

13.1 Príloha č.1: Výpočet odvodnenia lávky a návrh zberného potrubia

Výpočet odvodnenia plochy lávky v poli (1, 2, 3, 7, 8)

Pri pozdĺžnom sklone 2,60% a šírky lávky 4,50m navrhujem osadenie chodníkových mostných odvodňovačov typu DUNAJ (Typ H-150: tanier s priamym odtokom DN 150 bez lapača).



VÝPOČET HLTNOSTI ODVODŇOVAČA A NÁVRH VPUSTOV

PREDPOKLADANÝ TYP ODVODŇOVAČA: **CHODNÍKOVÝ**

Vstupné údaje:

$p = 2,60$	[%]	- POZDĹŽNY SKLON MOSTA (najmenší sklon na moste)	
$g = 2,00$	[%]	- PRIEČNY SKLON MOSTA	
$n = 0,015$	[]	- SÚČINITEĽ DRSNOSTI POVRCHU (0,015 - 0,017)	
$B = 1,00$	[m]	- MOŽNÁ ŠÍRKA ROZLIATIA	
$h = 0,020$	[m]	- VÝŠKA VODY PRI OBRUBNÍKU	$h = B \cdot g$
$A = 0,010$	[m ²]	- PLOCHA VODY V RIGOLE	$A = \frac{B \cdot h}{2}$
$O = 1,020$	[m]	- OMOČENÝ OBVOD	$O = B + h$
$R = 0,010$	[m]	- HYDRAULICKÝ POLOMER	$R = \frac{A}{O}$
$C = 30,84$	[]	- RÝCHLOSTNÝ SÚČINITEĽ	$C = \frac{R^{\frac{1}{6}}}{n}$
$v = 0,492$	[m.s ⁻¹]	- RÝCHLOSŤ NA VTOKU	$v = C \cdot \sqrt{R} \cdot \sqrt{p}$
$Q_{rigol} = 4,924$	[l.s ⁻¹]	- MNOŽSTVO VODY PRETEKAJÚCEJ RIGOLOM	$Q_{rigol} = A \cdot v$
$v' = 0,566$	[m.s ⁻¹]	- RÝCHLOSŤ VODY NA POVRCHU	$v' = v \cdot 1,15$
$b = 0,450$	[m]	- ŠÍRKA ODVODŇOVAČA (svetlá šírka otvoru)	
$m = 0,360$	[]	- PREPADOVÝ SÚČINITEĽ (podľa tab.)	
$g = 9,810$	[m.s ⁻²]	- TIAŽOVÉ ZRÝCHLENIE	
$Q_1 = H = 2,030$	[l.s ⁻¹]	- HLTNOSŤ ODVODŇOVAČA	$Q = m \cdot b \cdot \sqrt{2 \cdot g \cdot h_0^{\frac{3}{2}}}$
$Q_3 = 2,895$	[l.s ⁻¹]	- MNOŽSTVO VODY OBTEKAJÚCEJ ODVODŇOVAČ	$Q_3 = Q - H$
$\xi = 41,217$	[%]	- POMERNÁ HLTNOSŤ ODVODŇOVAČA	$\xi = \frac{H}{Q}$

$\leq 1,5 \text{ m.s}^{-1}$

NÁVRH A POSÚDENIE ZBERNÉHO POTRUBIA ODVODNENIA

$q =$	0,0200	[l.s ⁻¹ .m ²]	- VÝDATNOSŤ DAŽĎA (max.hodnota 0,02 l/s na m2)
$\xi_1 =$	0,9		- SÚČINITEĽ ODTOKU (tiež φ)
$\xi_2 =$	2,0		- STUPEŇ BEZPEČNOSTI
$Q_0 = Q_1 =$	2,030	[l.s ⁻¹]	- HLTNOSŤ ODVODŇOVAČA
$B_{\text{mosta}} =$	4,5	[m]	- ŠÍRKA MOSTA (časti mosta odvodňovanej oblasti)

MAXIMÁLNA VZDIALENOSŤ ODVODŇOVAČOV:
$$L_{\max} = \frac{Q_0}{\xi_1 \cdot \xi_2 \cdot q \cdot B_{\text{mosta}}}$$

$L_{\max} =$ 12,53 [m] **=> NÁVRH: L = 12,0m**

$L =$	40	[m]	- DĺžKA ZBERNÉHO POTRUBIA
$n =$	0,01	[]	- STUPEŇ DRSNOSTI MATERIÁLU ZBERNÉHO POTRUBIA
$i =$	0,5	[%]	- HYDRAULICKÝ SKLON ZBERNÉHO POTRUBIA
$y =$	0,150	[m]	- MOCNITEĽ $y = 1,5 \cdot \sqrt{n}$
$Q =$	3,60	[l.s ⁻¹]	- PRIETOKOVÉ MNOŽSTVO VODY $Q = L_{\text{mosta}} \cdot B_{\text{mosta}} \cdot q$
$D_{\min} =$	0,088	[m]	- MIN. PRIEMER ZBERNÉHO POTRUBIA $D_{\min} = \left(\frac{Q \cdot n \cdot 4^{y+1,5}}{\pi \cdot \sqrt{i}} \right)^{\frac{1}{y+2,5}}$

=> NÁVRH PRIEMERU ZBERNÉHO POTRUBIA: DN150

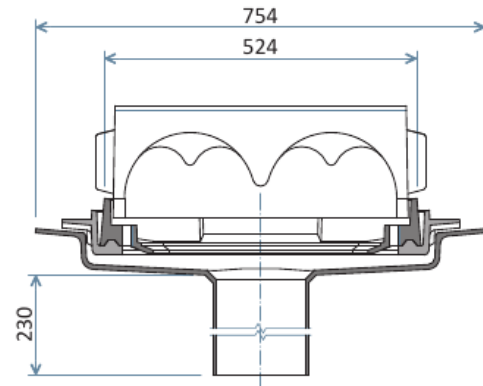
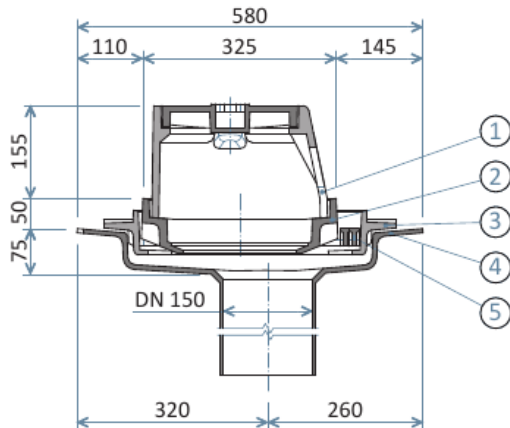
Výpočet odvodnenia plochy mosta je v súlade s TP 063 Odvodnenie mostov na pozemných komunikáciách.

Pri pozdĺžnom sklone 2,60% a šírky lávky 4,50m navrhujem osadenie chodníkových mostných odvodňovačov typu DUNAJ (Typ H-150: tanier s priamym odtokom DN 150 bez lapača) vo vzájomnej vzdialenosti 12,0m.

Podľa článku 8.1.15 (TP 063) je vzdialenosť odvodňovačov väčšia ako 7,0m a preto medzi odvodňovače navrhujem osadiť odvodňovacie rúrky (tvarovky odvodnenia izolácie) pre zabezpečenie odvodnenia povrchu izolácie.

Výpočet odvodnenia plochy lávky v poli (4, 5, 6,)

Pri pozdĺžnom sklone 0,50% a šírky lávky 4,50m navrhujem osadenie chodníkových mostných odvodňovačov typu DUNAJ (Typ H-150: tanier s priamym odtokom DN 150 bez lapača).



VÝPOČET HLTNOSTI ODVODŇOVAČA A NÁVRH VPUSTOV

PREDPOKLADANÝ TYP ODVODŇOVAČA: **CHODNÍKOVÝ**

Vstupné údaje:

p = 0,50	[%]	- POZDĹŽNY SKLON MOSTA (najmenší sklon na moste)	
g = 2,00	[%]	- PRIEČNY SKLON MOSTA	
n = 0,015	[]	- SÚČINITEĽ DRSNOSTI POVRCHU (0,015 - 0,017)	
B = 1,00	[m]	- MOŽNÁ ŠÍRKA ROZLIATIA	
h = 0,020	[m]	- VÝŠKA VODY PRI OBRUBNÍKU	$h = B \cdot g$
A = 0,010	[m ²]	- PLOCHA VODY V RIGOLE	$A = \frac{B \cdot h}{2}$
O = 1,020	[m]	- OMOČENÝ OBVOD	$O = B + h$
R = 0,010	[m]	- HYDRAULICKÝ POLOMER	$R = \frac{A}{O}$
C = 30,84	[]	- RÝCHLOSTNÝ SÚČINITEĽ	$C = \frac{R^{\frac{1}{6}}}{n}$
v = 0,216	[m.s ⁻¹]	- RÝCHLOSŤ NA VTOKU	$v = C \cdot \sqrt{R} \cdot \sqrt{p}$
Q _{rigol} = 2,159	[l.s ⁻¹]	- MNOŽSTVO VODY PRETEKAJÚCEJ RIGOLOM	$Q_{rigol} = A \cdot v$
v' = 0,248	[m.s ⁻¹]	- RÝCHLOSŤ VODY NA POVRCHU	$v' = v \cdot 1,15$
b = 0,450	[m]	- ŠÍRKA ODVODŇOVAČA (svetlá šírka otvoru)	
m = 0,360	[]	- PREPADOVÝ SÚČINITEĽ (podľa tab.)	
g = 9,810	[m.s ⁻²]	- TIAŽOVÉ ZRÝCHLENIE	
Q ₁ = H = 2,030	[l.s ⁻¹]	- HLTNOSŤ ODVODŇOVAČA	$Q = m \cdot b \cdot \sqrt{2 \cdot g \cdot h_0^{3/2}}$
Q ₃ = 0,130	[l.s ⁻¹]	- MNOŽSTVO VODY OBTEKAJÚCEJ ODVODŇOVAČ	$Q_3 = Q - H$
ξ = 93,990	[%]	- POMERNÁ HLTNOSŤ ODVODŇOVAČA	$\xi = \frac{H}{Q}$

≤ 1,5 m.s⁻¹

NÁVRH A POSÚDENIE ZBERNÉHO POTRUBIA ODVODNENIA

$q =$	0,0200	[l.s ⁻¹ .m ²]	- VÝDATNOSŤ DAŽĎA (max.hodnota 0,02 l/s na m ²)
$\xi_1 =$	0,9		- SÚČINITEĽ ODTOKU (tiež φ)
$\xi_2 =$	2,0		- STUPEŇ BEZPEČNOSTI
$Q_0 = Q_1 =$	2,030	[l.s ⁻¹]	- HLTNOSŤ ODVODŇOVAČA
$B_{\text{mosta}} =$	4,5	[m]	- ŠÍRKA MOSTA (časti mosta odovňovanej oblasti)

MAXIMÁLNA VZDIALENOSŤ ODVODŇOVAČOV:
$$L_{\max} = \frac{Q_0}{\xi_1 \cdot \xi_2 \cdot q \cdot B_{\text{mosta}}}$$

$L_{\max} =$ 12,53 [m] **=> NÁVRH: L = 12,0m**

$L =$	40	[m]	- DĹŽKA ZBERNÉHO POTRUBIA
$n =$	0,01	[]	- STUPEŇ DRSNOSTI MATERIÁLU ZBERNÉHO POTRUBIA
$i =$	0,5	[%]	- HYDRAULICKÝ SKLON ZBERNÉHO POTRUBIA
$y =$	0,150	[m]	- MOCNITEĽ $y = 1,5 \cdot \sqrt{n}$
$Q =$	3,60	[l.s ⁻¹]	- PRIETOKOVÉ MNOŽSTVO VODY $Q = L_{\text{mosta}} \cdot B_{\text{mosta}} \cdot q$
$D_{\min} =$	0,088	[m]	- MIN. PRIEMER ZBERNÉHO POTRUBIA $D_{\min} = \left(\frac{Q \cdot n \cdot 4^{y+1,5}}{\pi \cdot \sqrt{i}} \right)^{\frac{1}{y+2,5}}$

=> NÁVRH PRIEMERU ZBERNÉHO POTRUBIA: DN150

Výpočet odvodnenia plochy mosta je v súlade s TP 063 Odvodnenie mostov na pozemných komunikáciách.

Pri pozdĺžnom sklone 0,50% a šírky lávky 4,50m navrhujem osadenie chodníkových mostných odvodňovačov typu DUNAJ (Typ H-150: tanier s priamym odtokom DN 150 bez lapača) vo vzájomnej vzdialenosti 12,0m.

Podľa článku 8.1.15 (TP 063) je vzdialenosť odvodňovačov väčšia ako 7,0m a preto medzi odvodňovače navrhujem osadiť odvodňovacie rúrky (tvarovky odvodnenia izolácie) pre zabezpečenie odvodnenia povrchu izolácie.

V Košiciach, 12/2020

Vypracoval: Ing. Marek Juhás