EVROPSKÁ UNIE
Evropské strukturální a investiční fondy
Operační program doprava

Ministerstvo dopravy
Státní fond dopravní infrastruktury

SO 10-40
ČÁST E.1.4

VÝŠKOVÝ SYSTÉM Bpv SOUŘADNICOVÝ SYSTÉM S-JTSK

Číslo změny:	*Obsah změny:*	*Datum změny:*
01	-	-
02	-	-
03	-	-

Objednatel:
SPRÁVA ŽELEZNIČNÍ DOPRAVNÍ CESTY

Správa železniční dopravní cesty, s.o.
Dlážděná 1003/7, 110 00 Praha 1

Stavební správa západ
Sokolovská 278/1955, 190 00 Praha 9

Sdružení: „SEU + SP_Bezbariérové přístupy žst. Roudnice_P“
SUDOP EU
SUDOP PRAHA

Zpracovatel části:
SUDOP PRAHA

SUDOP PRAHA a.s.
Olšanská 1a, 130 80 Praha
Tel.: +420 267 094 111
E-mail: praha@sudop.cz

Hlavní inženýr projektu:
ING. STANISLAV JAROŠ

Garant profese:
-

Středisko:
MOSTŮ

Vedoucí střediska:	*Odpovědný projektant SO, IO, PS:*	*Vypracoval:*	*Kontroloval:*
ING. DANA WANGLER	ING. JAKUB GÖRINGER, Ph.D.	ING. JAKUB GÖRINGER, Ph.D.	ING. JIŘÍ ELBEL

Název akce:
REKONSTRUKCE NÁSTUPIŠŤ A ZŘÍZENÍ BEZBARIÉROVÝCH PŘÍSTUPŮ V ŽST. ROUDNICE N. L.

Číslo smlouvy: 17-091.640

Projektový stupeň: DSP

název PS/SO:
SO 10-40 ÚPRAVA PODCHODU V KM 476,674
(VČ. VÝTAHOVÝCH ŠACHET)

Datum: 10 / 2019

Číslo části: E.1.4

Název přílohy:
STATICKÝ VÝPOČET

Měřítko: -

Počet formátů: x A4

Číslo přílohy: **10**

DOKUMENT LZE UŽÍVAT POUZE VE SMYSLU PŘÍSLUŠNÉ SMLOUVY O DÍLO. ŽÁDNÁ JEHO ČÁST NEMŮŽE BÝT DLE ZÁKONA č.121/2000 Sb. KOPÍROVÁNA NEBO JINÝM ZPŮSOBEM ROZŠIŘOVÁNA BEZ SOUHLASU SUDOP EU a. s.

Obsah

1 Identifikační údaje mostu ... 3

2 Základní údaje o mostu ... 4

2.1 Založení ... 6
2.2 Nosná konstrukce ... 6
2.2.1 Tubus ... 6
2.2.2 Výtahové šachty ... 6
2.2.3 Schodiště ... 6
2.3 Materiály ... 7
2.3.1 Beton ... 7
2.3.2 Betonářská výztuž ... 7

3 Úvod ... 8

3.1 Rozsah a účel statického výpočtu ... 8
3.2 Metodika výpočtu ... 8
3.3 Použité programové vybavení ... 8

4 Statický výpočet ... 9

4.1 Výpočet zatížení ... 9
4.1.1 Úvod ... 9
4.1.2 Skupina zatížení G0 – stálé – vlastní tíha ... 9
4.1.3 Skupina zatěžovacích stavů G1 – ostatní stálé ... 9
4.1.4 Skupina zatěžovacích stavů W – zatížení větrem ... 9
4.1.5 Skupina zatěžovacích stavů T – zatížení teplotou ... 9
4.1.6 Skupina zatěžovacích stavů P – svislá železniční zatížení ... 10
4.1.7 Skupina zatěžovacích stavů R – Zatížení bočním rázem ... 10
4.1.8 Skupina zatěžovacích stavů B – Zatížení rozjezdovými a brzdnými silami ... 11
4.1.9 Skupina zat. stavů K – zatížení teplotním rozdílem mezi kolejí a NK ... 11
4.1.10 Skupina zat. stavů S – účinky nerovnoměrného sedání opěr ... 11
4.1.11 Rozsah dopravy pro posouzení na únavu ... 11
4.2 Model konstrukce ... 12
4.2.1 Popis modelu ... 12
4.3 Posouzení nosných konstrukcí ... 13
4.3.1 Základová deska tubusu ... 13
4.3.2 Stěny tubusu ... 21
4.3.3 Stropní deska tubusu – pojížděná ... 29
4.3.4 Ostatní ŽB části ... 38
4.3.5 Schodiště ... 41
4.4 Posouzení únavy ... 48
4.5 Mezní stavy použitelnosti – přetvoření a deformace ... 55
4.5.1 Svislý průhyb nosné konstrukce ... 55
4.5.2 Deformace koncového průřezu ... 55
4.5.3 Dynamická analýza ... 56

5 Přechodnost stávající konstrukce ... 57

5.1 Provozní zatížení ... 57
5.2 Posouzení průřezů pro přechodnost D2-160 ... 58

6 Závěr ... 63

7 Předpisy, normy, použité podklady ... 64

7.1 Normy ... 64

8 Příloha A - Zatížitelnost 65

8.1 Úvod 65

8.2 Výpočet zatížitelnosti 65

8.3 Přehled zatížitelnosti částí mostu 66

8.3.1 Nová konstrukce 66

8.3.2 Stávající konstrukce 67

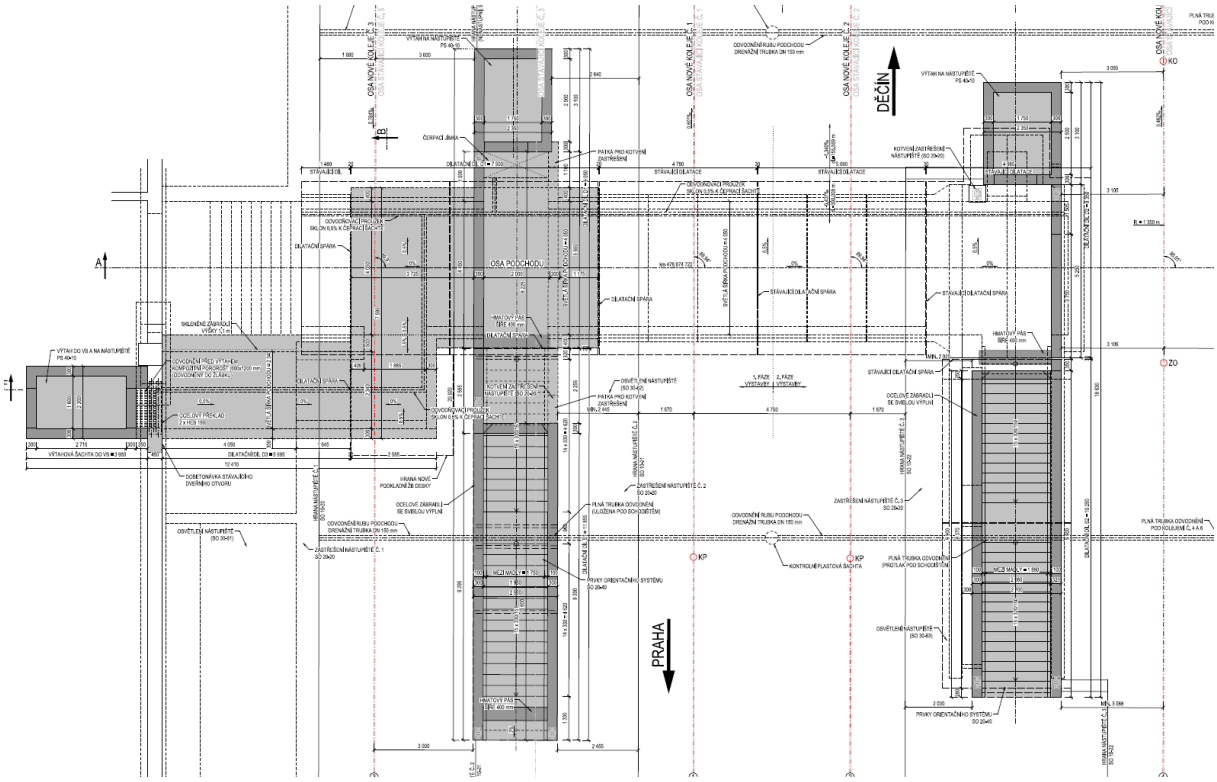
1 Identifikační údaje mostu

1.1	Stavba:	Rekonstrukce nástupišť a zřízení bezbariérových přístupů v žst. Roudnice n. L.
1.2	Objekt:	SO 10-40 Úprava podchodu v km 476,674 (vč. výtahových šachet)
1.3	Katastrální území:	Roudnice nad Labem
1.4	Kraj:	Ústecký
1.5	Objednatel:	Správa železniční dopravní cesty, státní organizace, se sídlem Praha 1, Dlážděná 1003/7, PSČ 110 00, IČ: 70994234, DIČ: CZ70994234
	HIS:	Ing. Pavel Vozka
1.6	Správce mostu:	Správa železniční dopravní cesty, s. o., Oblastní ředitelství Ústí nad Labem, Správa mostů a tunelů
1.7	Projekt stavby:	
	Zhotovitel projektu:	Společníci společnosti „SEU + SP_Bezbariérové přístupy žst. Roudnice_P“
		SUDOP EU a.s. Praha 3, Žižkov, Olšanská 2643/1a, PSČ 130 00 IČ: 05165024 (dále též „Společník 1“ nebo „Správce“)
		SUDOP PRAHA a.s. Praha 3, Žižkov, Olšanská 2643/1a, PSČ 130 00 IČ: 25793349
	HIP:	Ing. Stanislav Jaroš
	SO 10-40:	**Ing. Jakub Göringer, Ph.D.**
		e-mail: jakub.goringer@sudop.cz
		tel: +420 267 094 128
1.8	Evidenční km:	žkm 476,674
	Staničení mostu:	km 476,674 722
	Traťový úsek:	0801 Praha Masarykovo nádraží st. 4 (mimo) – Děčín hl. n. (včetně)
	Definiční úsek:	K1 žst. Roudnice nad Labem
1.9	Poloha mostu:	staniční obvod
1.10	Překonávané překážky:	přístupová komunikace na nástupiště

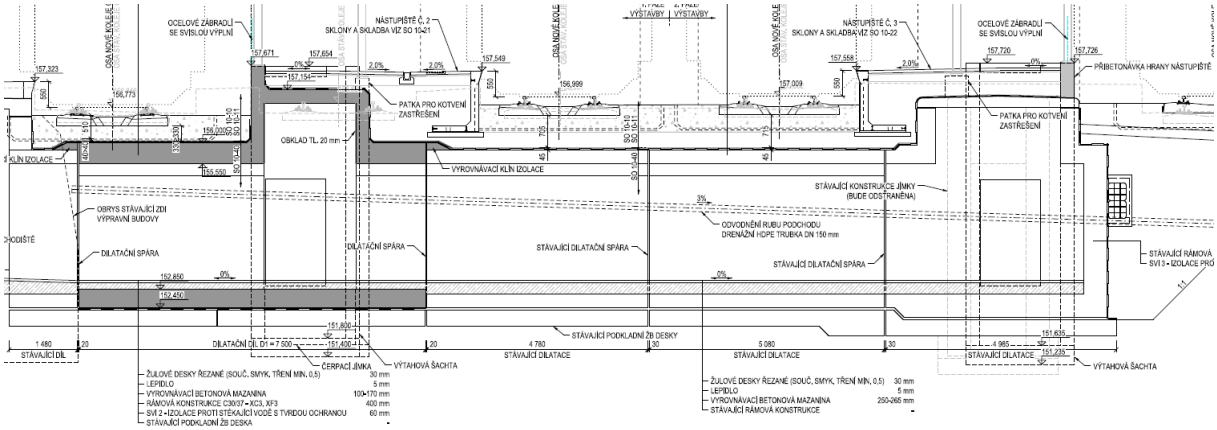
2 Základní údaje o mostu

Trvalý železniční most o jednom mostním otvoru. Objekt je tvořen prefabrikovanými dílci, které jsou v místě nástupiště č. 2 nahrazeny novou monolitickou konstrukcí s přístupovou chodbou k výtahu výpravní budovy. Konstrukce je rámová, plošně založená s nově vytvořenými přístupovými komunikacemi na nástupiště (výtahové šachty, schodišťová konstrukce na nástupiště č. 2 a upravená konstrukce schodiště na nástupiště č. 3).

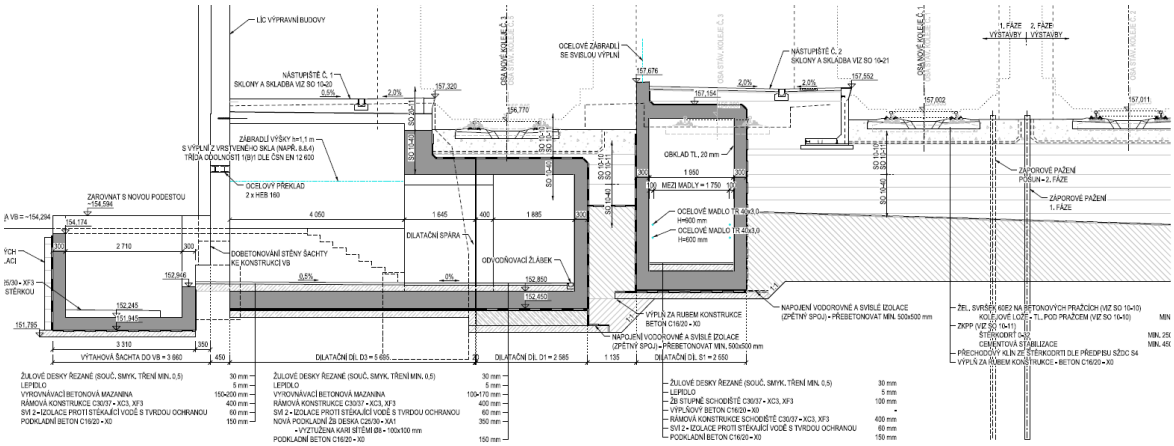
Obrázek 2-1: Nový stav - půdorys



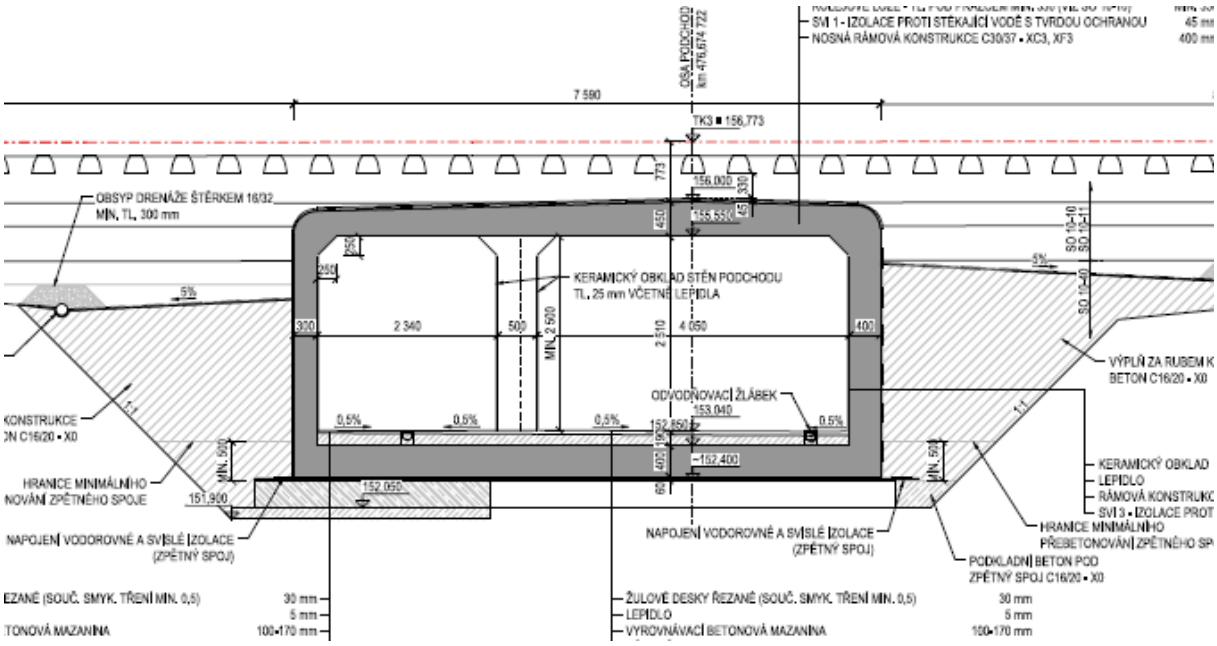
Obrázek 2-2: Nový stav – příčný řez NK



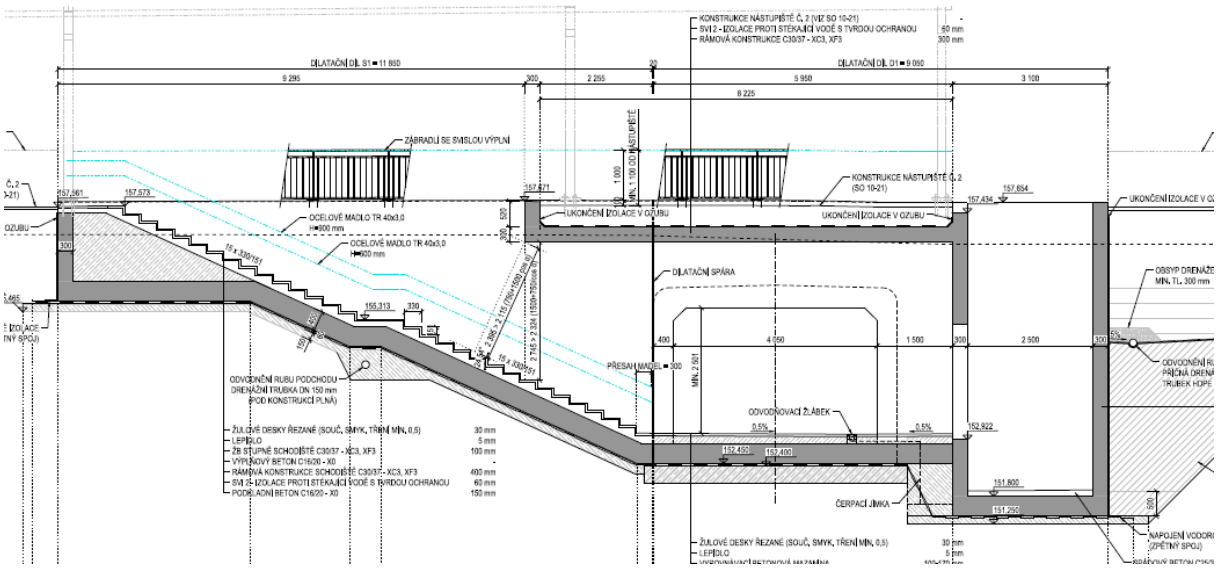
Obrázek 2-3: Nový stav – řez přístupovou chodbou



Obrázek 2-4: Nový stav – řez chodbou s novým tubusem



Obrázek 2-5: Nový stav – řez novým schodištěm



2.1 Založení

Pod nově budovanou částí tubusu podchodu bude ponechána stávající podkladní ŽB deska. V místě propojovací chodby k výtahu bude doplněna tak, aby bylo možné novou část podchodu zhotovit na obdobnou desku. Tloušťka desky zůstane zachována v souladu se stávající 350 mm. Deska přesahuje vnější rozměry podchodu o 500 mm, a je při obou površích vyztužena KARI sítěmi Ø8 – 100 x 100 mm.

2.2 Nosná konstrukce

2.2.1 Tubus

Nosnou konstrukci podchodu tvoří monolitický uzavřený rám ze železobetonu. Nově budovaná část tubusu navazuje přímo na ponechané stávající konstrukce. Nová část je rozdělena na 2 dilatační díly D1 (hlavní chodba tubusu včetně rozšíření chodbou) a D3 (chodba v místě výpravní budovy) o délkách 7,49 m a 5,7 m. Tubus je v místě křížení se schodišti prostorově rozšířen. Součástí dilatačního dílu D1 je výtahová šachta na nástupiště č. 2. Samostatné dilatační celky tvoří výtahová šachta ve výpravní budově a výtahová šachta na 3. nástupiště, která je doplněna o zídku nenástupní hrany (dilatační díl D2).

Světlá šířka tubusu mezi stěnami je 4,05 m, světlá výška mezi dolní příčlí a stropem je 2,7 m. Tloušťka horní příčle uprostřed rozpětí je 450 mm a 334 mm, resp. 406 mm ve vetknutí do stěny, se střechovitým sklonem horního povrchu příčle 2,5%. Zkosení horního rohu uvnitř tubusu je 250 / 250 mm, vně tubusu je hrana zaoblena v poloměru R = 300 mm. Tloušťka stěn hlavního tubusu je 400 mm, tloušťka základové desky je také navržena 400 mm. V místě propojovací chodby je stěna tubusu uvažována 300 mm a navazuje na dilatační díl 2. V místě styku ponechané části tubusu u výpravní budovy a propojovací chodby je navržen s ohledem na prostorové uspořádání pilíř o rozměrech 500x400 mm.

Dilatační díl D2 v místě výpravní budovy je tvořen částečně uzavřeným rámem se stropní konstrukcí kopírující průběh stropní příčle hlavního tubusu a otevřeným železobetonovým U profilem. Stěny jsou navrženy tl. 300 mm, základová deska obdobně jako u podchodu tl. 400 mm.

Konstrukce tubusu se vybetonuje ve 3 etapách, nejprve základová deska s pracovní spárou 100 mm nad horním povrchem základu, dále stěny tubusu s pracovní spárou v počátku zkosení horního rohu, a nakonec horní příčel.

Dilatační spáry mezi dilatačními díly konstrukce podchodu jsou utěsněny vnitřními elastomerovými těsnícími pásy do dilatačních spár.

2.2.2 Výtahové šachty

Výtahové šachty jsou provedeny jako železobetonové konstrukce. V případě šachty ve výpravní budově je konstrukce navržena jako otevřená vana, na kterou je následně v úrovni haly výpravní budovy přikotvena pokračující ocelová konstrukce výtahové šachty. ŽB vana je ukončena v úrovni nové schodišťové podesty výpravní budovy.

Další výtahové šachty jsou součástí jednotlivých dilatačních celků D1 a D2. Výtahové šachty jsou navrženy jako železobetonové, na které v úrovni nástupišť navazují zděné konstrukce šachet. ŽB část šachty je vytažena 100 mm nad pochozí úroveň nástupiště.

2.2.3 Schodiště

Přístup do podchodu zajišťují 2 schodiště označené jako S1 a S2, která navazují na tubus podchodu.

Konstrukci schodiště S1 tvoří monolitický železobetonový polorám. Světlá šířka mezi stěnami je navržena 2,0 m. Konstrukce schodiště S2 tvoří částečně odbourané zídky stávající konstrukce. Stěna u koleje č. 2 je pro zajištění prostorových požadavků na nástupišti z líce přibetonována stěnou tl. 600 mm, která je v úrovni nástupiště zúžena na tl. 300 mm. U koleje č. 4 je nabetonována pouze zídka tl. 300 mm.

Schodišťové zídky jsou vytaženy 100 mm nad pochozí plochu nástupiště. Na bočních stěnách budou osazena schodišťová madla.

2.3 Materiály

2.3.1 Beton

Tabulka 2-1: Použité betony

Konstrukční část stavby	Min. třída betonu	Stupeň vlivu prostředí
Nosná konstrukce	C30/37	XC3, XF3

2.3.2 Betonářská výztuž

Výztuž je navržena prutová z **žebírkové oceli B 500B**.

3 Úvod

3.1 Rozsah a účel statického výpočtu

Tento statický výpočet je nedílnou součástí projektové dokumentace SO 10-40. Statický výpočet je nutno považovat za závazný pro provádění mostního objektu.

Statický výpočet byl zpracován bez znalosti konkrétního zhotovitele SO 10-40. Případné změny, které by vyplynuly z realizační dokumentace zhotovitele, musí být odsouhlaseny odpovědným projektantem objektu a schváleny objednatelem.

Cílem statického výpočtu je návrh a posouzení prvků **nosné konstrukce mostu** a jejích detailů v rozsahu PROJEKT.

3.2 Metodika výpočtu

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

- dle metodiky mezních stavů

Ve statickém výpočtu jsou posouzeny tyto mezní stavy:

- mezní stavy únosnosti
  - únosnost ŽB průřezů pro kombinaci namáhání M+N+V
  - únosnost při únavovém zatížení
- mezní stavy použitelnosti
  - omezení napětí od charakteristického zatížení
  - ověření šířky trhlin od kvazistálé kombinace zatížení
  - ověření svislých deformací
  - ověření náchylnosti k rezonancím

3.3 Použité programové vybavení

Pro globální analýzu nosné konstrukce byl využit MKP software SCIA Engineer 2008.1 (v8.1.220) a MIDAS Civil 2019 (v1.1). Pro dílčí posouzení kritických průřezů byl využit tabulkový procesor MS Excel 365 (železobetonové průřezy).

4 Statický výpočet

4.1 Výpočet zatížení

4.1.1 Úvod

Most je navržen na zatížení dopravou dle evropské normy ČSN EN 1991-2 ed.2 „Zatížení konstrukcí, Část 2: Zatížení dopravou“.

Uvažovaná zatěžovací schémata vycházejí ze zatřídění do 2. třídy tratí dle „Kategorizace železničních tratí konvenčního železničního systému (CR) z hlediska mostů“ ČSN EN 1991-2 ed.2:

- zatěžovací schéma **71** (dle ČSN EN 1991-2) klasifikované součinitelem **α=1,21** (dle NA k ČSN EN 1991-2), které reprezentuje statický účinek běžné železniční dopravy;

Dynamické účinky pohyblivého zatížení jsou uvažovány dle ČSN EN 1991-2 čl. 6.4.5 pro standardně udržovanou kolej, dynamický součinitel $Ø_3$ – MSÚ; a pro pečlivě udržovanou kolej, dynamický součinitel $Ø_2$ - MSP. Parciální součinitele zatížení jsou uvažovány dle téže normy. Roznos zatížení štěrkovým ložem je uvažován ve sklonu 4:1 dle ČSN EN 1991-2 čl. 6.3.6.3.

Obecná zatížení (tíha materiálů aj.) bylo uvažováno dle ČSN EN 1991-1-1.

Zatížení větrem bylo uvažováno dle ČSN EN 1991-1-4.

Zatížení teplotou bylo uvažováno dle ČSN EN 1991-1-5.

Kombinace zatížení byly použity dle ČSN EN 1990 ed. 2./A2 včetně sestav zatížení.

4.1.2 Skupina zatížení G0 – stálé – vlastní tíha

Zatížení vlastní tíhou je automaticky generováno použitým programem MIDAS Civil, resp. SCIA Engineer.

4.1.3 Skupina zatěžovacích stavů G1 – ostatní stálé

Uvažovaná zatížení jsou zadávána plošně s odpovídajícím roznosem, liniově nebo v případě koncentrovaných zatížení jako osamělá břemena, tak aby jejich umístění co nejvíce odpovídalo skutečnosti.

Plošná zatížení				
Označ.	Popis	tl.	γ	q
		[m]	[kN/m3]	[kN/m2]
G1	SVI - tvrdá ochrana	-	-	1.50
G1	Kolejové lože	0.56	23.00	12.88

4.1.4 Skupina zatěžovacích stavů W – zatížení větrem

S ohledem na působení konstrukce bylo zanedbáno.

4.1.5 Skupina zatěžovacích stavů T – zatížení teplotou

Pro návrh NK byly uvažovány vlivy rovnoměrného oteplení, resp. ochlazení a lineární průběh teploty dle tab. 6.1 (s ohledem na přesypání konstrukce) v ČSN EN 1991-1-5. Teplota provádění NK byla uvažována 10°C.

Teplota - rovnoměrná										
Označ.	Popis	T_{max}	T_{min}	$T_{e,max}$	$T_{e,min}$	$T_{n,exp}$	$T_{n.con}$	Typ NK		III
		[°C]	[°C]	[°C]	[°C]	[°C]	[°C]			
T	rovnoměrná teplota	40.0	-32.0	41.5	-24.0	31.5	-34.0	-	-	-

Teplota - lineární										
Označ.	Popis	$T_{M,heat}$	$T_{M,cool}$	$k_{sur,heat}$	$k_{sur,cool}$	$\Delta T_{M,heat}$	$\Delta T_{M,cool}$	Typ NK IIIa		
		[°C]	[°C]	[-]	[-]	[°C]	[°C]	Svršek	štěrk.	lože
T	lineární spád	15.0	8.0	0.6	1.0	9.0	8.0	-	-	-

4.1.6 Skupina zatěžovacích stavů P – svislá železniční zatížení

Pro vyhodnocení svislých pohyblivých zatížení od dopravy bylo využito generované zatížení po trase v programu SCIA Engineer. Pro kolej č. 3 byla definována dráha, která kopíruje její směrové vedení.

Excentricita pohyblivého zatížení nebyla zadávána s ohledem na její zanedbatelné účinky na tento typ konstrukcí.

Dynamické součinitele byly uvažovány Dle ČSN EN 1991-2. Pro mezní stavy použitelnosti byl využit dynamický součinitel pro pečlivě udržovanou kolej, pro mezní stavy použitelnosti byl využit dynamický součinitel pro standardně udržovanou kolej.

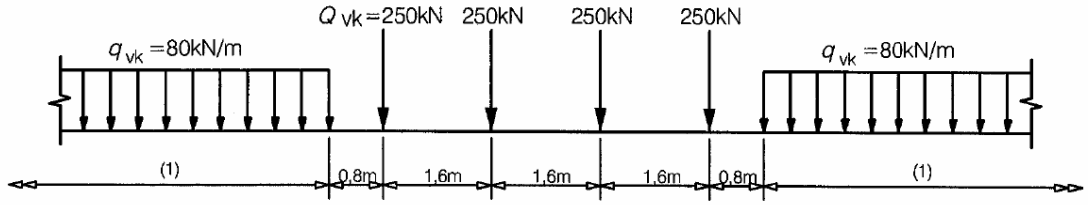
Dynamický součinitel

pro standardně udržovanou kolej	Φ_3 = 2,16/(L_Φ^0,5-0,2)+0,73	< 2,00
pro pečlivě udržovanou kolej	Φ_2 = 1,73/(L_Φ^0,5-0,2)+0,82	< 1,67

Náhradní délky prvků NK				Φ_3	Φ_2
hlavní nosná konstrukce	L =		m		
	L_Φ =	1.3(ΣLi)/3	m		
	L_Φ =	4.62	m	**1.839**	*1.559*

Zatěžovací schéma LM71 klasifikované součinitelem α, s osamělými nápravovými silami

klasifikační součinitel	α =	1.21	-
nápravová síla, char. hodnota	$Q_{71,1,k}$ =	α . 250	kN
	=	302.5	kN
rovnoměrné zatížení, char. hodnota	$q_{71,2,k}$ =	α . 80	kN/m
	=	96.8	kN/m



4.1.7 Skupina zatěžovacích stavů R – Zatížení bočním rázem

S ohledem na působení konstrukce bylo zanedbáno.

4.1.8 Skupina zatěžovacích stavů B – Zatížení rozjezdovými a brzdnými silami

S ohledem na rámové působení konstrukce s vlivem zásypu za stojkami byl účinek rozjezdových / brzdných sil zanedbán.

4.1.9 Skupina zat. stavů K – zatížení teplotním rozdílem mezi kolejí a NK

S ohledem na typ konstrukce bylo zanedbáno.

4.1.10 Skupina zat. stavů S – účinky nerovnoměrného sedání opěr

Účinky nerovnoměrného sedání nebyly s ohledem na využití stávající podkladní ŽB desky uvažovány. Schodišťová konstrukce je založena samostatně.

4.1.11 Rozsah dopravy pro posouzení na únavu

Pro posouzení na únavu byly využity výhledové rozsahy dopravy dle části B.02 – Provozní a dopravní technologie.

Pro kolej č. 3 byl vypočten na základě informací o koleji 1 a 2 odhad (výpočet dle S3, díl 02).

- T_v = 2,49 (odhad 50% koleje č. 1)
- T_m = 5,89 (odhad 1/3 koleje č. 1)
- $S_v = S_m$ = 1,05 (80 km/h)
- L_v = 1,08 (převážně vedené lokomotivou)
- L_m = 1,02 (pro K_m = 1,15)
- K_m = 1,15 (v ČR vždy)

Tabulka 4-1: Rozsah dopravy pro jednotlivé koleje

Kolej	T_f (mil. hr. t / rok)
1	33,14
2	25,39
3	10,08 (odhad)

4.2 Model konstrukce

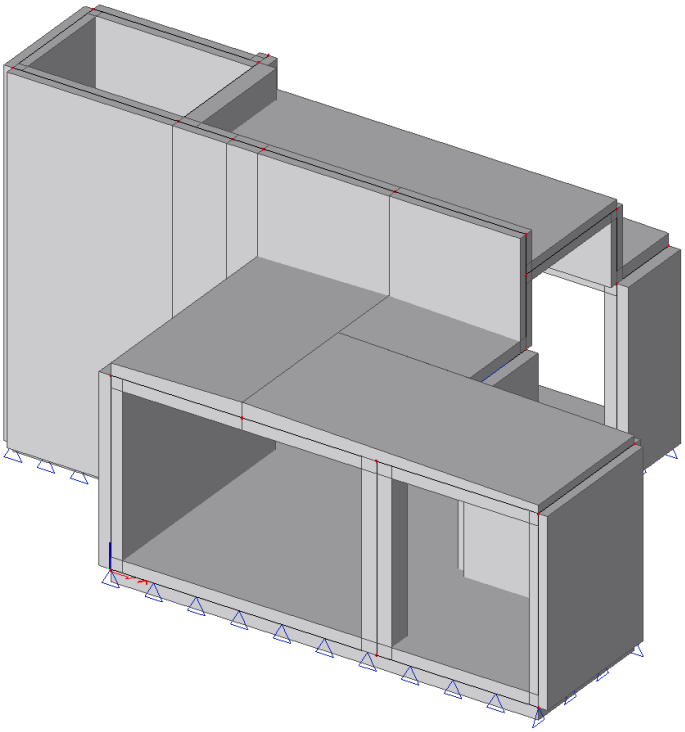
Výpočet vnitřních sil pro tubus podchodu byl proveden na 3D desko-stěnovém modelu v MKP SCIA Engineer. Vnitřní síly byly vyhodnocovány na řezech délky 1,0 m vedených v nejméně příznivých oblastech.

Konstrukce schodiště byla zjednodušeně modelována dvěma prutovými náhradami v program MIDAS Civil. První náhrada byla uvažována jako uzavřená část konstrukce schodiště, druhá náhrada jako samostatná U vana v nejvyšším místě konstrukce.

4.2.1 Popis modelu

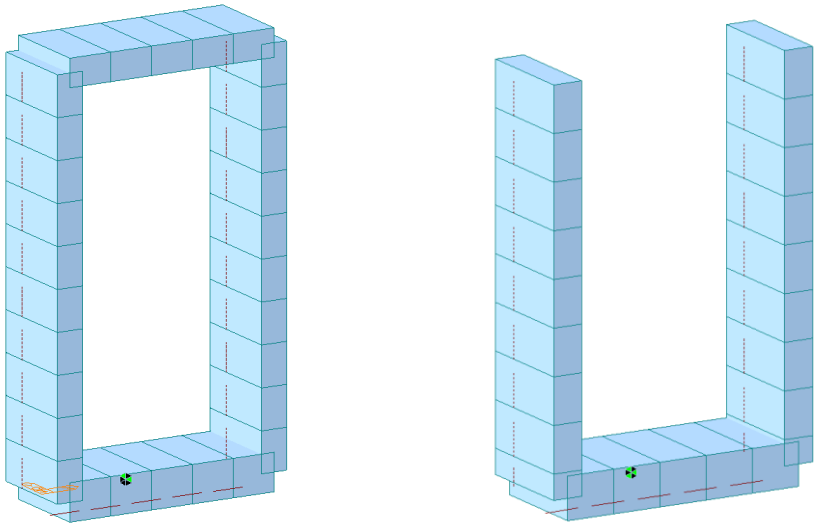
Nosná konstrukce podchodu byla modelována pomocí plošných elementů. V místě středového pilíře byla plocha doplněna fiktivním žebrem pro přímou integraci vnitřních sil. Založení bylo uvažováno plošné se svislou tuhostí 100 MN/m^2.

Obrázek 4-1: Model konstrukce tubusu - axonometrie



Obrázek 4-2: Model konstrukce přístupové chodby - axonometrie

Obrázek 4-3: Model konstrukce schodiště – dva modely

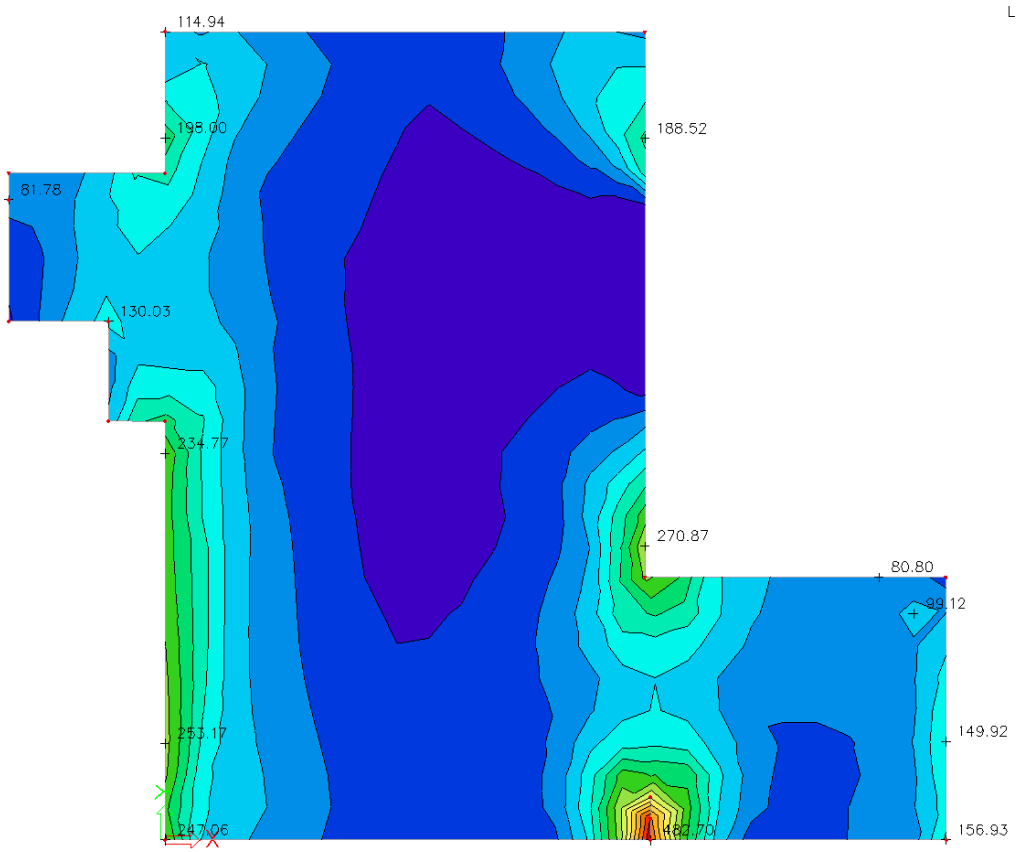


4.3 Posouzení nosných konstrukcí

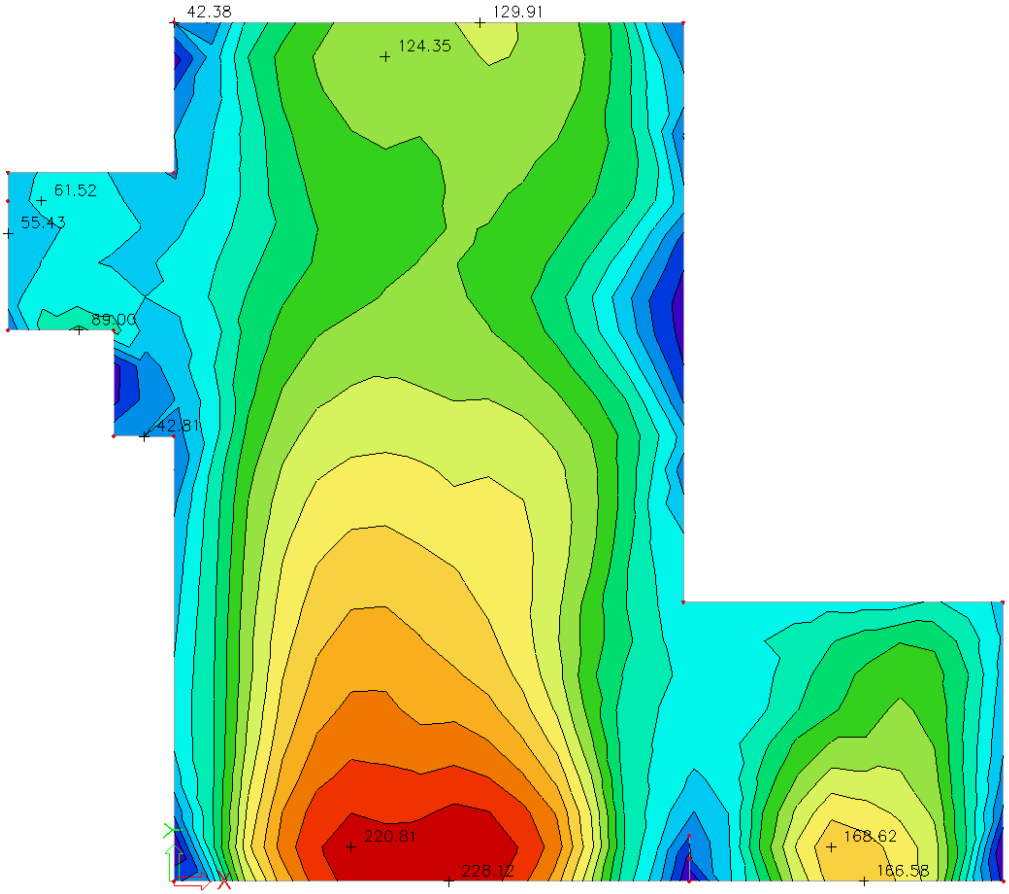
4.3.1 Základová deska tubusu

Základová deska je navržena tl. 400 mm. Posouzení bylo provedeno na základě vnitřních sil průměrovaných na délku 1,0 m v úseku nejméně příznivých namáhání.

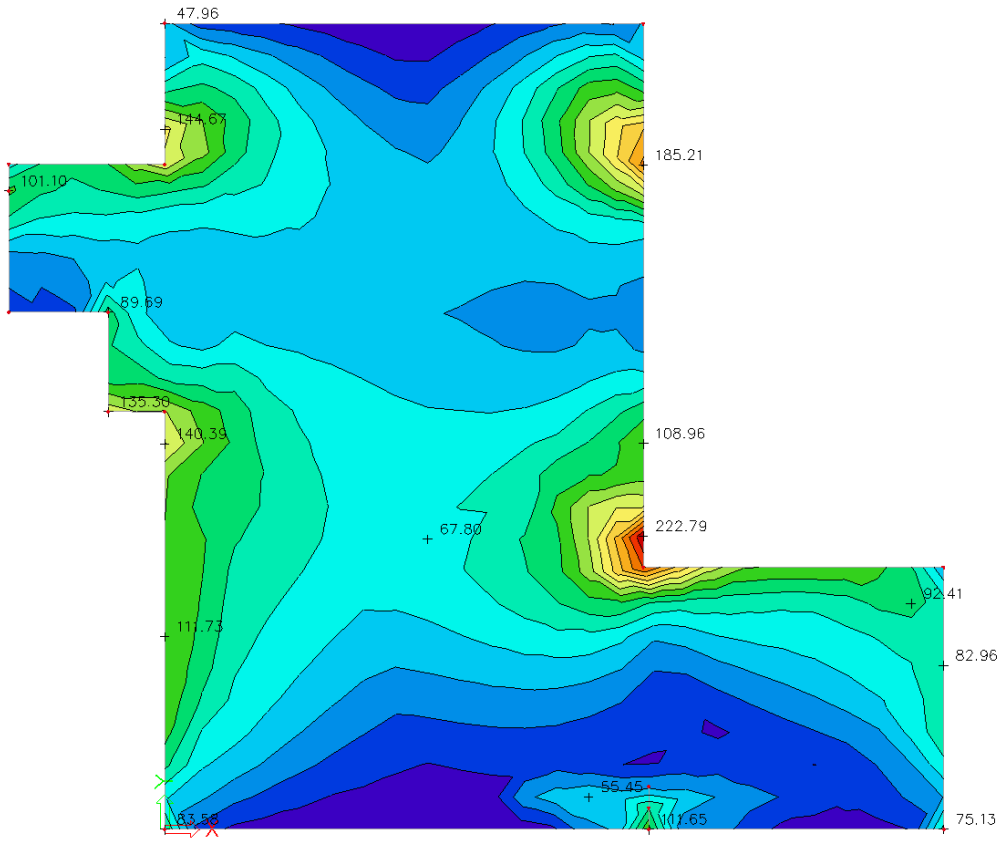
- **Základová deska – mxD- [kNm/m]**



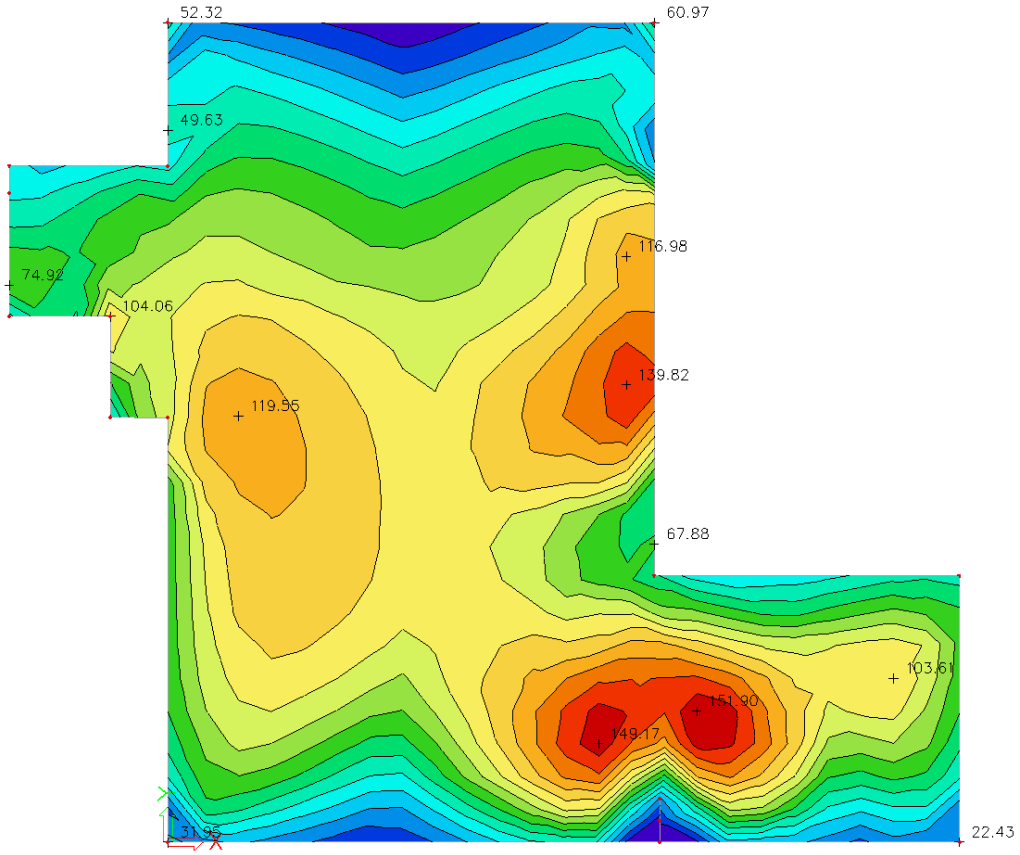
- **Základová deska – mxD+ [kNm/m]**



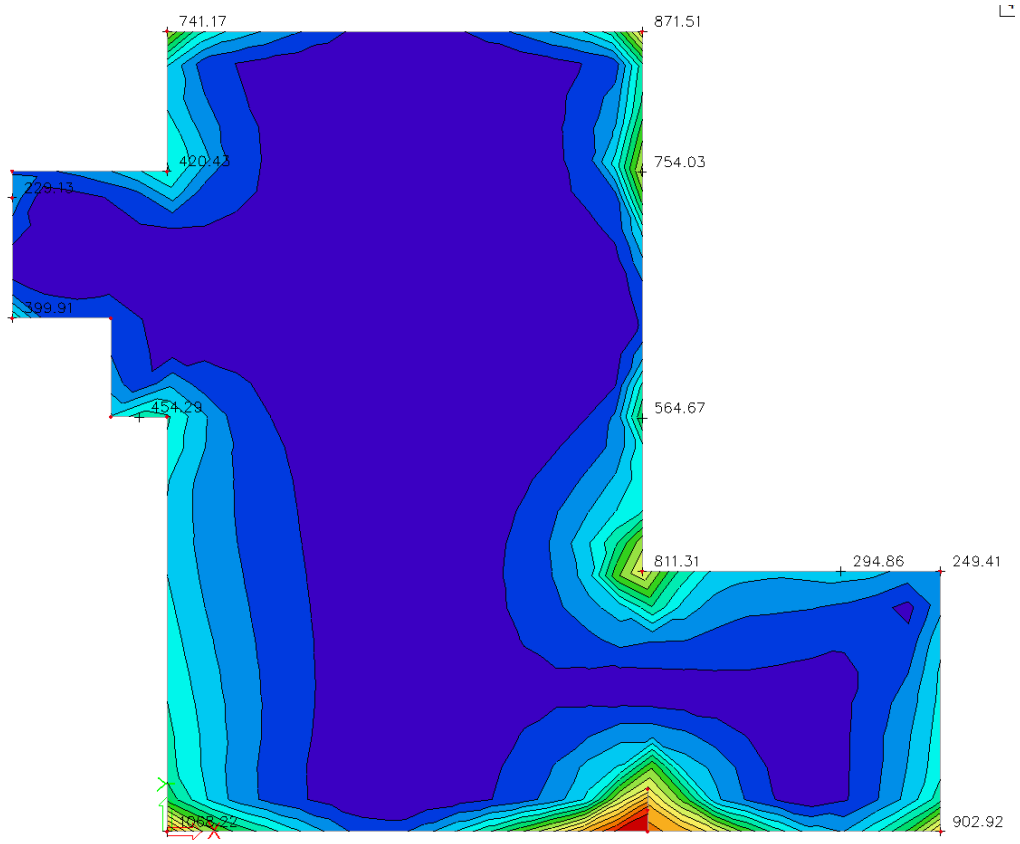
- **Základová deska – myD- [kNm/m]**



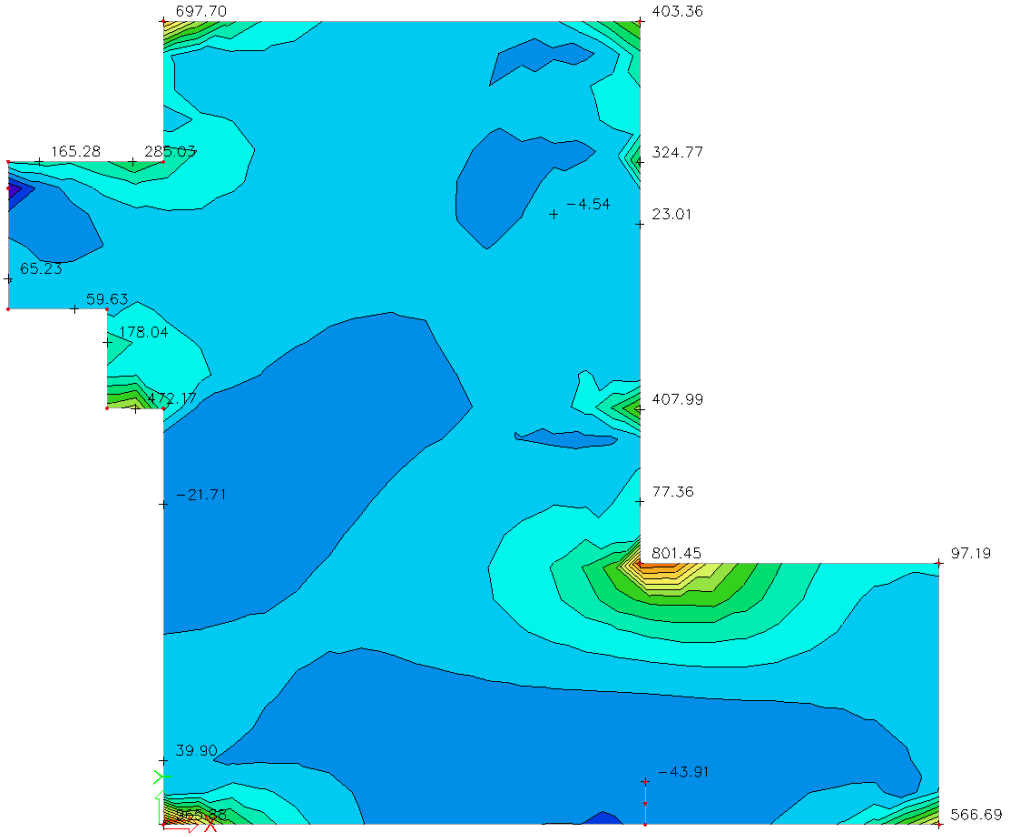
- **Základová deska – myD+ [kNm/m]**



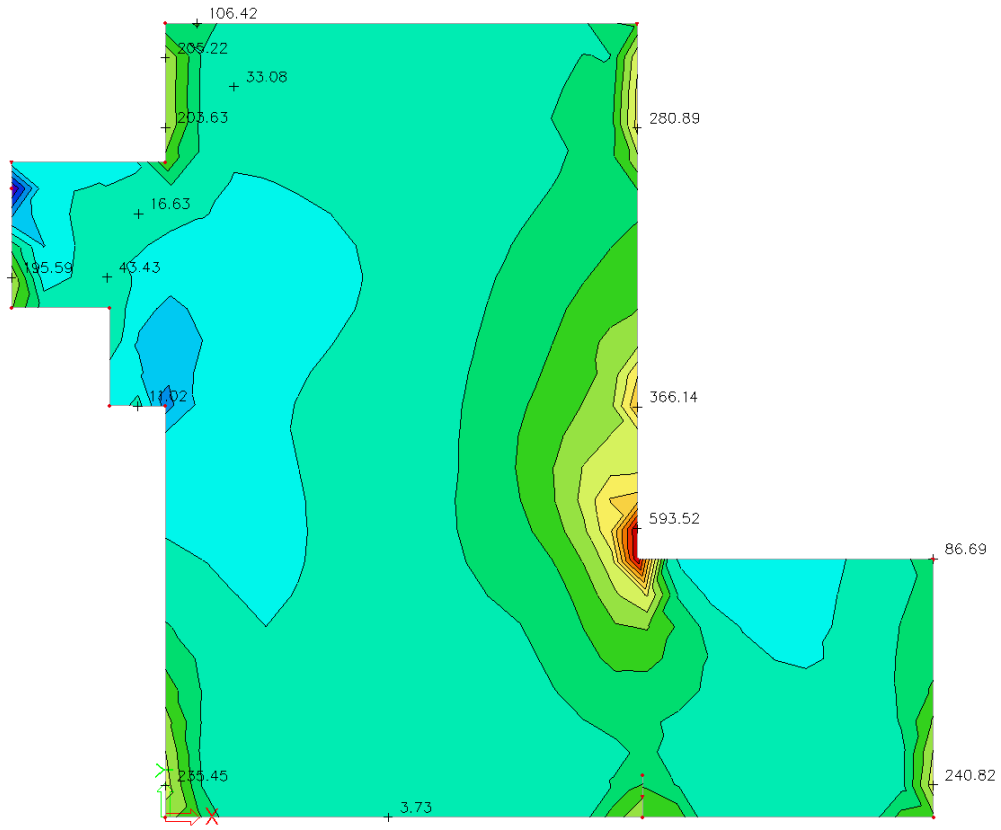
- **Základová deska – q_{max} [kN/m]**



- **Základová deska – n_x [kN/m]**



- **Základová deska – n_y [kN/m]**



- horní výztuž ve směru koleje (podélná) – pole

ZD - podélná - horní - mxD+

Průřez

b_{eff} =	1000 mm	b_w =	1000 mm	H =	400 mm		
c_1 =	50 mm	c_2 =	50 mm	$w_{k,max}$ =	0.20 mm		XD, XS, XF

Materiály

ocel:	B	500	B			**beton:**	C30/37	f_{ck} =	30.0	MPa	
f_{yk} =	500	MPa	γ_s =	1.15	-	α_{cc} =	0.9	-	E_{cm} =	33.0	GPa
f_{yd} =	434.8	MPa	$\varepsilon_{ud}/\varepsilon_{uk}$ =	0.9	-	γ_c =	1.5	-	f_{cd} =	18.0	MPa
E_y =	200.0	GPa	$k = f_t/f_y$ =	1.08	-	α_e =	6.06	-	$f_{c,t,m}$ =	2.9	MPa
ε_{uk} =	50	$[.10^{-3}]$				ε_{c3} =	-1.75		ε_{cu3} =	-3.5	$[.10^{-3}]$

Ohybová výztuž

tažená výztuž	6.66667 Φ 20 mm	1. řada	z=0.070	$A_{s1,1}$	= 2094 mm²	(0.524%)
	0 Φ 20 mm	2. řada	z=0.080	$A_{s1,2}$	= mm²	(0.000%)
	0 Φ 20 mm	3. řada	z=0.250	$A_{s1,3}$	= mm²	(0.000%)
tlačená výztuž	6.66667 Φ 20 mm		z=0.070	A_{s2}	= 2094 mm²	(0.524%)

Rozdělovací výztuž (minimální) — *Stupeň vyztužení*

9.0 Φ 8 mm $A_{s,perp}$ = 419 mm² — $A_{s,min}$ < $A_{s,t}$ < A_s < $A_{s,max}$

(pro desky) 498 < 2 094 < 4189 < 16 000 — Vyhovuje

Smyková výztuž

třmínky	3.33333 Φ 10 mm	$A_{w,stirrup}$ = 262 mm²	α_w =	90 °
	$s_{w,st}$ = 150 mm	$A_{w,stirrup}$ = 1745 mm²/m²	$\rho_{w,s}$ =	0.17%
ohyby	0 Φ 16 mm	$A_{w,bend}$ = mm²	α_b =	45 °
	$s_{w,b}$ = 450 mm	$\rho_{w,b}$ = 0.00% <	$\rho_{w,s}$ = 0.17%	Vyhovuje

Stupeň vyztužení

$\rho_{w,s,min}$ < $\rho_{w,s}$ < $\rho_{w,s,max}$

0.09% 0.17% 1.00% — Vyhovuje

Vnitřní síly na průřezu

M_{Ed} =	215	kNm	N_{Ed} =	-48	kN	V_{Ed} =	55	kN	(MSÚ)
Excentricita pro MSÚ:			Ne			$e_{MSÚ}$ =	4.479	m	
$M_{Ek,char}$ =	153	kNm	$N_{Ek,char}$ =	-50	kN	e_{char} =	3.060	m	(Charakteristická)
$M_{Ek,kvazi}$ =	66	kNm	$N_{Ek,kvazi}$ =	-80	kN	e_{kvazi} =	0.825	m	(Kvazistálá)

Štíhlostní kritérium

L_0 = 0.7 * 0 = 0.000 m *vetknutí-kloub* — L = 0.00 m

i = √(0.005 / 0.400)= 0.115 m — λ = 0.000 / 0.115 = **0.000** -

Posouzení λ_{lim} = **147.288** - > λ = **0.000** - — Masivní prvek

Smyková únosnost - bez smykové výztuže

$V_{Rd,c}$ = (0.12 * 1.778 *(0.635 * 30.0)+ 0.15 * 0.120) 1000 * 330 = **0.194 MN**

Posouzení $V_{Rd,c}$ = **0.194** MN > V_{Ed} = **0.055** MN — 28% Vyhovuje

Smyková únosnost - se smykovou výztuží

Sklon tlakových diagonál 1 < **cot θ = 1.428** < 2.5 θ = **35.00°** — Vyhovuje

součinitel redukce únosnosti tlak. diag. **v = 0.528** -

Dodatečná tahová síla

ΔF_{td} = 1 * 55 *(1.428 - 0.000) = **0.079 MN**

Únosnost tlakové diagonály

$V_{Rd,max}$ = 0.528 * 18.0 * 1000 * 284 /(0.70021 + 1.42815)= **1.266 MN**

Únosnost třmínků

$V_{Rd,st}$ = 262 * 434.8 * 0.284 * 1.42815 / 150 = **0.307 MN**

Únosnost ohybů

$V_{Rd,b}$ = 0 * 434.8 * 0.707 * 0.284 * 2.42815 / 450 = **0.000 MN**

Posouzení $V_{Rd,s}$ = **0.307** MN > V_{Ed} = **0.055** MN — 18% Vyhovuje

Stanovení napjatosti průřezu na MSÚ (M+N+V)

Přetvoření betonu v tlaku ε_c = **-0.991** $[.10^{-3}]$ — *Úprava polohy N.O.*

excentricita tlačených vláken e_{z+} = 0.120 m — +0,1 mm / -0,1 mm / +1,0 mm / -1,0 mm

vzdálenost N.O. od spodních vláken e_z = **0.280** m

Silová podmínka rovnováhy **celkem** **-0.0004** MN — Silová podmínka vyhovuje

Momentová podm. rovnováhy M_{Rd} = **0.215** MNm — **rameno vnitřních sil** **z = 0.284 m**

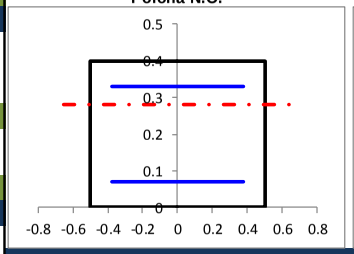
Interakce ohybového a smykového namáhání

Materiál	Síla M [MN]	Síla V [MN]	σ_{max} [MPa]	ε_{max} $[.10^{-3}]$	Posouzení
Beton	-0.609	-	-10.199	-1.0	**Max.přetvoření betonu vyhovuje**
Výztuž (1)	0.731	0.039	368.0	1.8	**Max.přetvoření výztuže vyhovuje**
Výztuž (2)	0.000	0.000	0.0	0.0	**Max.přetvoření výztuže vyhovuje**
Výztuž (3)	0.000	0.000	0.0	0.0	**Max.přetvoření výztuže vyhovuje**
Výztuž tl.	-0.172	0.039	-63.4	-0.3	**Max.přetvoření výztuže vyhovuje**

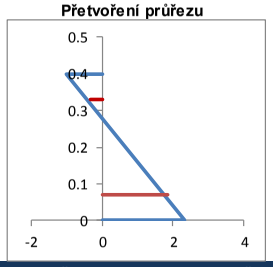
Posouzení - beton f_{cd} = **18.000** MPa > σ_{cc} = **10.199** MPa — 57% Vyhovuje

Posouzení - ocel f_{std} = **465.929** MPa > σ_s = **368.034** MPa — 79% Vyhovuje

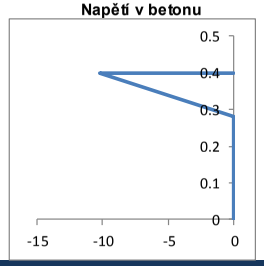
Poloha N.O.



Přetvoření průřezu



Napětí v betonu

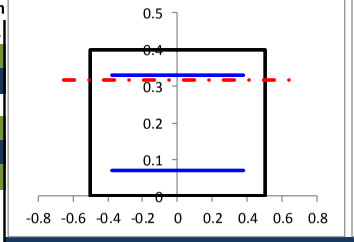


Mezní stav použitelnosti - omezení napětí

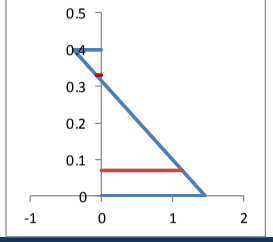
Posouzení - beton 0,6.f_{ck} = **18.000** MPa > σ_{cc} = **12.433** MPa — 69% Vyhovuje

Posouzení - ocel 0,8.f_{yk} = **400.000** MPa > $\sigma_{s,max}$ = **228.937** MPa — 57% Vyhovuje

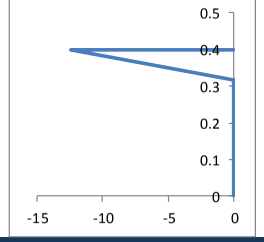
Poloha N.O.



Přetvoření průřezu



Napětí v betonu



Mezní stav použitelnosti - výpočet trhlin

Posouzení - beton 0,45.f_{ck} = 13.500 MPa > σ_{cc} = 5.277 MPa — 39% lin.dotvar

Napětí v oceli $\sigma_{s,max}$ = 83.936 MPa — Dlouhodobé účinky: Ano

ε_{sm}-ε_{cm} =(83.936 - 0.4 * 142.5986 *(1 + 0.123253)/ 200.0 = 0.0001

ε_{sm}-ε_{cm} = 0.6 * 83.936 / 200.0 = 0.000252 — ε_{sm}-ε_{cm} = **0.00025**

$s_{r,max}$ = 1.89673 * 60 + 0.17 * 983.4388 = 281 mm

w_k = 281 * 0.000252 = **0.071** mm — σ_{ct} = **2.103** MPa — Trhliny při char.komb.

Posouzení $w_{k,max}$ = **0.200** mm > w_k = **0.071** mm — 35% Vyhovuje

- horní výztuž kolmo na kolej (příčná)

ZD - podélná - horní - mxD+

Průřez

b_{eff} =	1000 mm	b_w =	1000 mm	H =	400 mm		
c_1 =	50 mm	c_2 =	50 mm	$w_{k,max}$ =	0.20 mm		XD, XS, XF

Materiály

ocel:	**B 500 B**				**beton:**	**C30/37**	f_{ck} =	30.0	MPa
f_{yk} =	500	MPa	γ_s =	1.15	-	α_{cc} = 0.9	-	E_{cm} =	33.0	GPa
f_{yd} =	434.8	MPa	$\varepsilon_{ud}/\varepsilon_{uk}$ =	0.9	-	γ_c = 1.5	-	f_{cd} =	18.0	MPa
E_y =	200.0	GPa	$k = f_t/f_y$ =	1.08	-	α_e = 6.06	-	$f_{c,t,m}$ =	2.9	MPa
ε_{uk} =	50	[.10^{-3}]				ε_{c3} = -1.75		ε_{cu3} =	-3.5	[.10^{-3}]

Ohybová výztuž

tažená výztuž	6.66667 Φ 16 mm	*1. řada*	z=0.088	$A_{s1,1}$	= 1340 mm²	(0.335%)
	0 Φ 20 mm	*2. řada*	z=0.080	$A_{s1,2}$	= mm²	(0.000%)
	0 Φ 20 mm	*3. řada*	z=0.250	$A_{s1,3}$	= mm²	(0.000%)
tlačená výztuž	6.66667 Φ 16 mm		z=0.088	A_{s2}	= 1340 mm²	(0.335%)

Rozdělovací výztuž (minimální)

6.0 Φ 8 mm $A_{s,perp}$ = 268 mm²

Stupeň vyztužení

	$A_{s,min}$	<	$A_{s,t}$	<	A_s	<	$A_{s,max}$		
(pro desky)	470	<	2 681	<	2681	<	16 000		Vyhovuje

Smyková výztuž

třmínky	3.33333 Φ 10 mm	$A_{w,stirrup}$ = 262 mm²		α_w =	90 °
	$s_{w,st}$ = 150 mm	$A_{w,stirrup}$ = 1745 mm²/m²		$\rho_{w,s}$ =	0.17%
ohyby	0 Φ 16 mm	$A_{w,bend}$ = mm²		α_b =	45 °
	$s_{w,b}$ = 450 mm	$\rho_{w,b}$ = 0.00% <	$\rho_{w,s}$ = 0.17%		Vyhovuje

Stupeň vyztužení

$\rho_{w,s,min}$	<	$\rho_{w,s}$	<	$\rho_{w,s,max}$		
0.09%		0.17%		1.00%		Vyhovuje

Vnitřní síly na průřezu

M_{Ed} =	151	kNm	N_{Ed} =	153	kN	V_{Ed} =	55	kN	(MSÚ)
Excentricita pro MSÚ:			Ne			$e_{MSÚ}$ =	0.987	m	
$M_{Ek,char}$ =	108	kNm	$N_{Ek,char}$ =	94	kN	e_{char} =	1.149	m	(Charakteristická)
$M_{Ek,kvazi}$ =	55	kNm	$N_{Ek,kvazi}$ =	20	kN	e_{kvazi} =	2.750	m	(Kvazistálá)

Štíhlostní kritérium

L_0 = 0.7 * 0 = 0.000 m *vetknutí-kloub* L = 0.00 m

i = √(0.005 / 0.400)= 0.115 m λ = 0.000 / 0.115 = **0.000** -

Posouzení λ_{lim} = **500.000** - > λ = **0.000** - **Masivní prvek**

Smyková únosnost - bez smykové výztuže

$V_{Rd,c}$ = (0.12 * 1.801 *(0.430 * 30.0)+ 0.15 * -0.383) 1000 * 312 = **0.140 MN**

Posouzení $V_{Rd,c}$ = **0.140** MN > V_{Ed} = **0.055** MN **39%** **Vyhovuje**

Smyková únosnost - se smykovou výztuží

Sklon tlakových diagonál 1 < **cot θ = 1.428** < 2.5 θ = **35.00°** Vyhovuje

součinitel redukce únosnosti tlak. diag. **v = 0.528** -

Dodatečná tahová síla

ΔF_{td} = 1 * 55 *(1.428 - 0.000) = **0.079 MN**

Únosnost tlakové diagonály

$V_{Rd,max}$ = 0.528 * 18.0 * 1000 * 250 /(0.70021 + 1.42815)= **1.118 MN**

Únosnost třmínků

$V_{Rd,st}$ = 262 * 434.8 * 0.250 * 1.42815 / 150 = **0.271 MN**

Únosnost ohybů

$V_{Rd,b}$ = 0 * 434.8 * 0.707 * 0.250 * 2.42815 / 450 = **0.000 MN**

Posouzení $V_{Rd,s}$ = **0.271** MN > V_{Ed} = **0.055** MN **20%** **Vyhovuje**

Stanovení napjatosti průřezu na MSÚ (M+N+V)

Přetvoření betonu v tlaku ε_c = **-1.589** [.10^{-3}] *Úprava polohy N.O.*

excentricita tlačených vláken e_{z+} = 0.068 m

+0,1 mm | -0,1 mm | +1,0 mm | -1,0 mm

vzdálenost N.O. od spodních vláken e_z = **0.332** m

Silová podmínka rovnováhy **celkem** **-0.0017** MN **Silová podmínka vyhovuje**

Momentová podm. rovnováhy M_{Rd} = **0.151** MNm **rameno vnitřních sil** **z = 0.250 m**

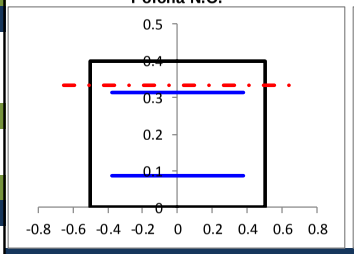
Interakce ohybového a smykového namáhání

Materiál	Síla M [MN]	Síla V [MN]	σ_{max} [MPa]	ε_{max} [.10^{-3}]	Posouzení
Beton	-0.558	-	-16.348	-1.6	**Max.přetvoření betonu vyhovuje**
Výztuž (1)	0.586	0.000	437.5	6.0	**Max.přetvoření výztuže vyhovuje**
Výztuž (2)	0.000	0.000	0.0	0.0	**Max.přetvoření výztuže vyhovuje**
Výztuž (3)	0.000	0.000	0.0	0.0	**Max.přetvoření výztuže vyhovuje**
Výztuž tl.	0.123	0.077	149.7	0.7	**Max.přetvoření výztuže vyhovuje**

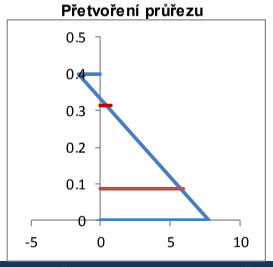
Posouzení - beton f_{cd} = **18.000** MPa > σ_{cc} = **16.348** MPa **91%** **Vyhovuje**

Posouzení - ocel f_{std} = **465.929** MPa > σ_s = **437.539** MPa **94%** **Vyhovuje**

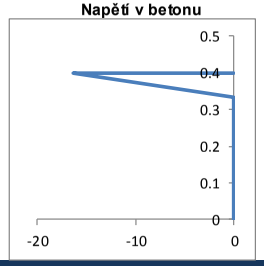
Poloha N.O.



Přetvoření průřezu



Napětí v betonu

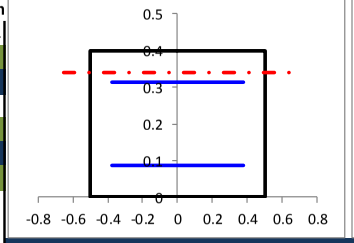


Mezní stav použitelnosti - omezení napětí

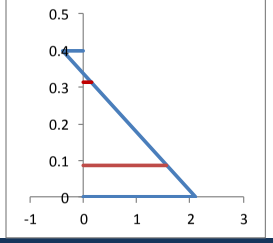
Posouzení - beton 0,6.f_{ck} = **18.000** MPa > σ_{cc} = **12.269** MPa **68%** **Vyhovuje**

Posouzení - ocel 0,8.f_{yk} = **400.000** MPa > $\sigma_{s,max}$ = **321.754** MPa **80%** **Vyhovuje**

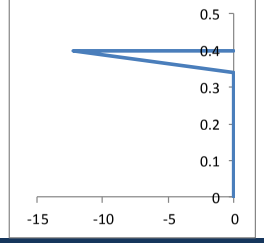
Poloha N.O.



Přetvoření průřezu



Napětí v betonu



Mezní stav použitelnosti - výpočet trhlin

Posouzení - beton 0,45.f_{ck} = 13.500 MPa > σ_{cc} = 6.237 MPa **46%** **lin.dotvar**

Napětí v oceli $\sigma_{s,max}$ = 147.945 MPa Dlouhodobé účinky: Ano

ε_{sm}-ε_{cm} =(147.945 - 0.4 * 242.6786 *(1 + 0.072424)/ 200.0 = 0.0002

ε_{sm}-ε_{cm} = 0.6 * 147.945 / 200.0 = 0.000444 ε_{sm}-ε_{cm} = **0.00044**

$s_{r,max}$ = 1.56571 * 80 + 0.17 * 1338.917 = 353 mm

w_k = 353 * 0.000444 = **0.157** mm σ_{ct} = **2.035** MPa **Trhliny při char.komb.**

Posouzení $w_{k,max}$ = **0.200** mm > w_k = **0.157** mm **78%** **Vyhovuje**

- spodní výztuž podélná

ZD - podélná - spodní - mxD-

Průřez

b_{eff} =	1000 mm	b_w =	1000 mm	H =	400 mm		
c_1 =	50 mm	c_2 =	50 mm	$w_{k,max}$ =	0.20 mm		XD, XS, XF

Materiály

ocel:	**B**	**500**	**B**			**beton:**	**C30/37**	f_{ck} =	30.0	MPa	
f_{yk} =	500	MPa	γ_s =	1.15	-	α_{cc} =	0.9	- E_{cm} =	33.0	GPa	
f_{yd} =	434.8	MPa	$\varepsilon_{ud}/\varepsilon_{uk}$ =	0.9	-	γ_c =	1.5	- f_{cd} =	18.0	MPa	
E_y =	200.0	GPa	$k = f_t/f_y$ =	1.08	-	α_e =	6.06	- $f_{c,t,m}$ =	2.9	MPa	
ε_{uk} =	50	$[.10^{-3}]$				ε_{c3} =	-1.75	ε_{cu3} =	-3.5	$[.10^{-3}]$	

Ohybová výztuž

tažená výztuž	**6.66667 Φ 25 mm**	*1. řada*	z=0.073	$A_{s1,1}$	**= 3272 mm²**	(0.818%)
	0 Φ 20 mm	*2. řada*	z=0.080	$A_{s1,2}$	**= mm²**	(0.000%)
	0 Φ 20 mm	*3. řada*	z=0.250	$A_{s1,3}$	**= mm²**	(0.000%)
tlačená výztuž	**6.66667 Φ 20 mm**		z=0.070	A_{s2}	**= 2094 mm²**	(0.524%)

Rozdělovací výztuž (minimální) — *Stupeň vyztužení*

14.0 Φ 8 mm $A_{s,perp}$ = 654 mm² — $A_{s,min}$ < $A_{s,t}$ < A_s < $A_{s,max}$

(pro desky) 494 < 3 272 < 5367 < 16 000 **Vyhovuje**

Smyková výztuž

třmínky	**6.66667 Φ 10 mm**	$A_{w,stirrup}$ = 524 mm²		α_w =	90 °
	$s_{w,st}$ = 150 mm	$A_{w,stirrup}$ = 3491 mm²/m²		$\rho_{w,s}$ =	0.35%
ohyby	**0 Φ 16 mm**	$A_{w,bend}$ = mm²		α_b =	45 °
	$s_{w,b}$ = 450 mm	$\rho_{w,b}$ = 0.00% <	$\rho_{w,s}$ = 0.35%	**Vyhovuje**	

Stupeň vyztužení

$\rho_{w,s,min}$ < $\rho_{w,s}$ < $\rho_{w,s,max}$

0.09% 0.35% 1.00% **Vyhovuje**

Vnitřní síly na průřezu

M_{Ed} =	**228**	**kNm**	N_{Ed} =	**-55**	**kN**	V_{Ed} =	**572**	**kN**	(MSÚ)
Excentricita pro MSÚ:			Ne			$e_{MSÚ}$ =	**4.145**	**m**	
$M_{Ek,char}$ =	**162**	**kNm**	$N_{Ek,char}$ =	**-62**	**kN**	e_{char} =	**2.613**	**m**	(Charakteristická)
$M_{Ek,kvazi}$ =	**35**	**kNm**	$N_{Ek,kvazi}$ =	**-110**	**kN**	e_{kvazi} =	**0.318**	**m**	(Kvazistálá)

Štíhlostní kritérium

L_0 = 0.7 * 0 = 0.000 m ***vetknutí-kloub*** L = 0.00 m

i = √(0.005 / 0.400)= 0.115 m λ = 0.000 / 0.115 = **0.000** -

Posouzení λ_{lim} = **143.950** - > λ = **0.000** - **Masivní prvek**

Smyková únosnost - bez smykové výztuže

$V_{Rd,c}$ = (0.12 * 1.781 *(0.999 * 30.0)+ 0.15 * 0.138) 1000 * 328 = **0.224 MN**

Posouzení $V_{Rd,c}$ = **0.224 MN** < V_{Ed} = **0.572 MN** **255% Nevyhovuje**

Smyková únosnost - se smykovou výztuží

Sklon tlakových diagonál 1 < **cot θ = 1.428** < 2.5 θ = **35.00°** **Vyhovuje**

součinitel redukce únosnosti tlak. diag. **v = 0.528** -

Dodatečná tahová síla

ΔF_{td} = 1 * 572 *(1.428 - 0.000) = **0.817 MN**

Únosnost tlakové diagonály

$V_{Rd,max}$ = 0.528 * 18.0 * 1000 * 275 /(0.70021 + 1.42815)= **1.230 MN**

Únosnost třmínků

$V_{Rd,st}$ = 524 * 434.8 * 0.275 * 1.42815 / 150 = **0.597 MN**

Únosnost ohybů

$V_{Rd,b}$ = 0 * 434.8 * 0.707 * 0.275 * 2.42815 / 450 = **0.000 MN**

Posouzení $V_{Rd,s}$ = **0.597 MN** > V_{Ed} = **0.572 MN** **96% Vyhovuje**

Stanovení napjatosti průřezu na MSÚ (M+N+V)

Přetvoření betonu v tlaku ε_c = **-0.915** $[.10^{-3}]$ *Úprava polohy N.O.*

excentricita tlačených vláken e_{z+} = 0.140 m

+0,1 mm | -0,1 mm | +1,0 mm | -1,0 mm

vzdálenost N.O. od spodních vláken e_z = **0.260 m**

Silová podmínka rovnováhy **celkem** **-0.0020 MN** **Silová podmínka vyhovuje**

Momentová podm. rovnováhy M_{Rd} = **0.228 MNm** **rameno vnitřních sil** **z = 0.275 m**

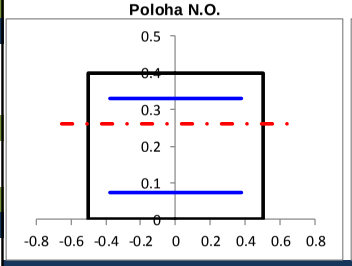
Interakce ohybového a smykového namáhání

Materiál	Síla M [MN]	Síla V [MN]	σ_{max} [MPa]	ε_{max} $[.10^{-3}]$	Posouzení
Beton	-0.660	-	-9.402	-0.9	**Max.přetvoření betonu vyhovuje**
Výztuž (1)	0.797	0.498	395.7	2.0	**Max.přetvoření výztuže vyhovuje**
Výztuž (2)	0.000	0.000	0.0	0.0	**Max.přetvoření výztuže vyhovuje**
Výztuž (3)	0.000	0.000	0.0	0.0	**Max.přetvoření výztuže vyhovuje**
Výztuž tl.	-0.192	0.319	60.5	0.3	**Max.přetvoření výztuže vyhovuje**

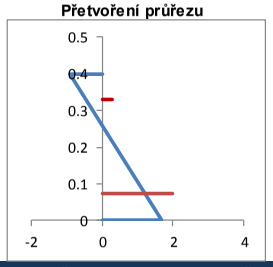
Posouzení - beton f_{cd} = **18.000 MPa** > σ_{cc} = **9.402 MPa** **52% Vyhovuje**

Posouzení - ocel f_{std} = **465.929 MPa** > σ_s = **395.701 MPa** **85% Vyhovuje**

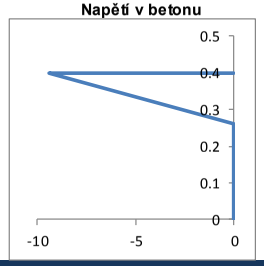
Poloha N.O.



Přetvoření průřezu



Napětí v betonu

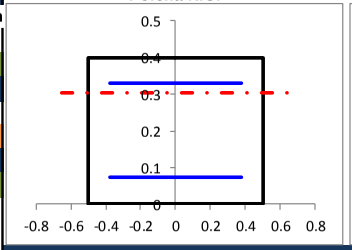


Mezní stav použitelnosti - omezení napětí

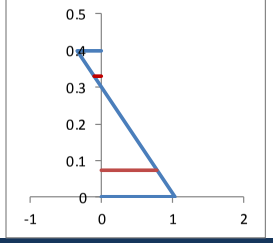
Posouzení - beton **0,6.f_{ck}** = **18.000 MPa** > σ_{cc} = **11.093 MPa** **62% Vyhovuje**

Posouzení - ocel **0,8.f_{yk}** = **400.000 MPa** > $\sigma_{s,max}$ = **158.501 MPa** **40% Vyhovuje**

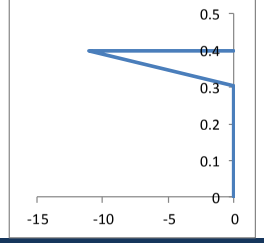
Poloha N.O.



Přetvoření průřezu



Napětí v betonu



Mezní stav použitelnosti - výpočet trhlin

Posouzení - beton 0,45.f_{ck} = 13.500 MPa > σ_{cc} = 2.376 MPa **18% lin.dotvar**

Napětí v oceli $\sigma_{s,max}$ = 20.260 MPa Dlouhodobé účinky: Ano

ε_{sm}-ε_{cm} =(20.260 - 0.4 * 77.96462 *(1 + 0.225432)/ 200.0 = -0.0001

ε_{sm}-ε_{cm} = 0.6 * 20.260 / 200.0 = 6.08E-05 **ε_{sm}-ε_{cm} = 0.00006**

$s_{r,max}$ = 1.89673 * 60 + 0.17 * 672.1088 = 228 mm

w_k = 228 * 6.08E-05 = 0.014 mm σ_{ct} = 0.934 MPa **Trhliny při char.komb.**

Posouzení **$w_{k,max}$ = 0.200 mm** > **w_k = 0.014 mm** **7% Vyhovuje**

- výztuž na protlačení v místě pilíře

PROTLAČENÍ BETONOVÝCH DESEK (EN 1992-1-1 ed. 2/Z1)

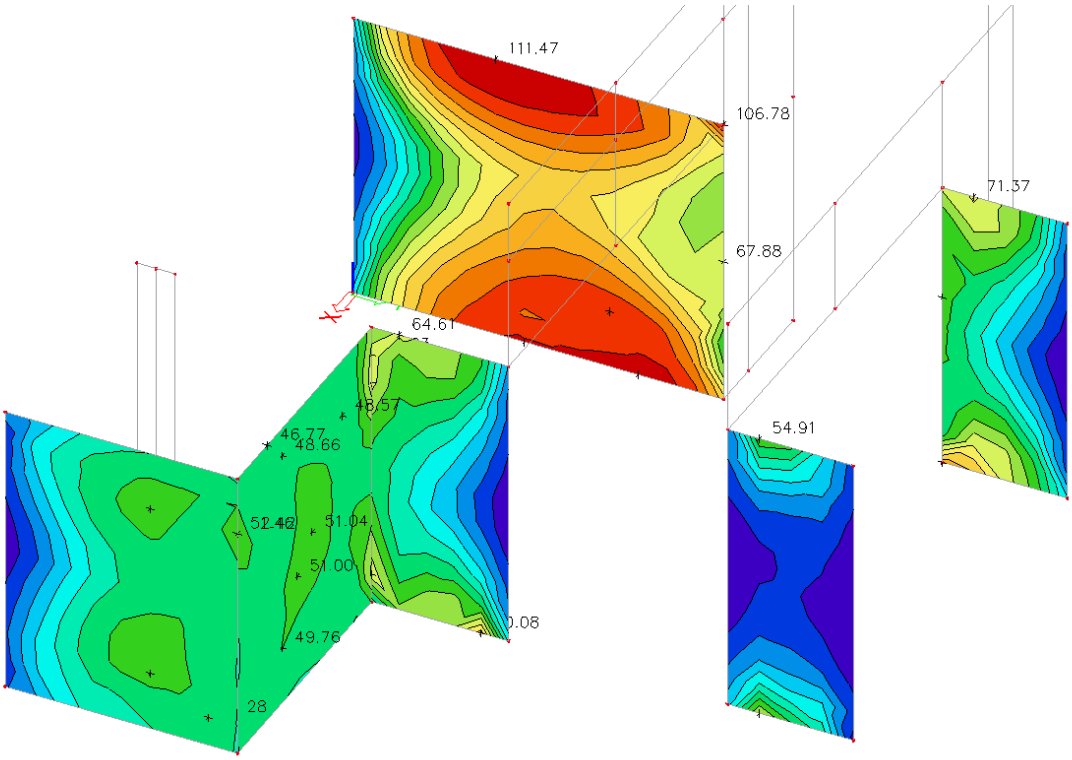
Geometrie konstrukce							
Tloušťka desky:	h=	0.400	m	Tvar podpory:		obdélník	
Umístění sloupu:		okrajový		Hlavice:		NE	
Délka hlavice - x:	l_{H-x}=	0.250	m	Výška hlavice (od desky):	h_H=	0.250	m
Délka hlavice - y:	l_{H-y}=	0.000	m	Poměr $l_H < 2h_H$:		ANO	
Vzdálenost obvodu - int:	$r_{cont,int}$=	-	m	Vzdálenost obvodu - ext:	$r_{cont,ext}$=	0.931	m
Účinná výška desky - x:	d_x=	0.338	m	Rozměr ve směru - x:	b=	0.500	m
Účinná výška desky - y:	d_y=	0.317	m	Rozměr ve směru - y:	l=	0.400	m
Účinná výška desky:	d_{eff}=	0.3273	m	Účinná výška hlavice:	$d_{eff,h}$=	0.3273	m
Kontrol. obvod 0:	u_0=	1.300	m	Kontrol. obvod 1:	u_1=	3.354	m

Materiál							
Beton:		C30/37		Ocel:		B500B	
tlaková pevnost:	f_{ck}=	30.000	MPa	mez kluzu oceli:	f_{yk}=	500.000	MPa
součinitel materiálu:	γ_c=	1.500	-	součinitel materiálu:	γ_s=	1.150	-
Zatížení							
Moment - x:	$M_{x,Ed}$=	119.000	kNm	Moment - y:	$M_{y,Ed}$=	36.000	kNm
Síla v podpoře:	V_{Ed}=	1107.000	kN	Souč. rozměrů sloupu:	k=	0.540	-
Modul rozdělení smyku:	W_1=	3.470	m2	Souč. excentricity - výpočet:	β_{cal}=	1.118	-
Souč. excentricity:	β=	1.400	-	Souč. exc. - doporučení:	β_{rec}=	1.400	-
Posouzení							
Max. únosnost ve smyku:	$v_{Rd,max}$=	4.224	MPa	Smyk. napětí 0:	$v_{Ed.0}$=	3.643	MPa
Únosnost bez smyk. výztuže:	$v_{Rd,c}$=	0.532	MPa	Smyk. napětí 1:	$v_{Ed.1}$=	1.412	MPa
	$C_{Rd,c}$=	0.12	-	výztuž x:	$A_{s,x}$=	3272.000	mm^2/m
	k=	1.770	-	výztuž y:	$A_{s,y}$=	1340.000	mm^2/m
	ρ_l=	0.005	-	vyztužení x:	ρ_x=	0.008	-
	σ_{cp}=	0.000	MPa	vyztužení y:	ρ_y=	0.003	-
Vyhovuje oblast sloupu				kontr. obvod bez výzt.:	$u_{out,ef}$=	8.905	m
Nutno navrhnout výztuž				poloměr bez výztuže:	r_{out}=	1.417	m
Návrh výztuže							
Nutná plocha výztuže:	$A_{sw,req}$=	1024.022	mm^2	účinná pevnost smyk. výzt.:	$f_{ywd,eff}$=	331.813	MPa
průměr smykové výztuže:	$Ø_w$=	10.000	mm	radiální vzd. obvodů výzt.:	s_r=	0.150	m
Min. počet kusů v 1 obvodu:	n_{min}=	14.000	ks	tangenciální vzd. obvodů výz	s_r=	0.150	m
Stupeň vyztužení:	ρ_{sw}=	0.005	-	úhel smykové výztuže:	α=	90.000	°
Min. stupeň vyztužení:	$\rho_{sw,min}$=	0.001	-	**Stupeň vyztužení vyhovuje**			

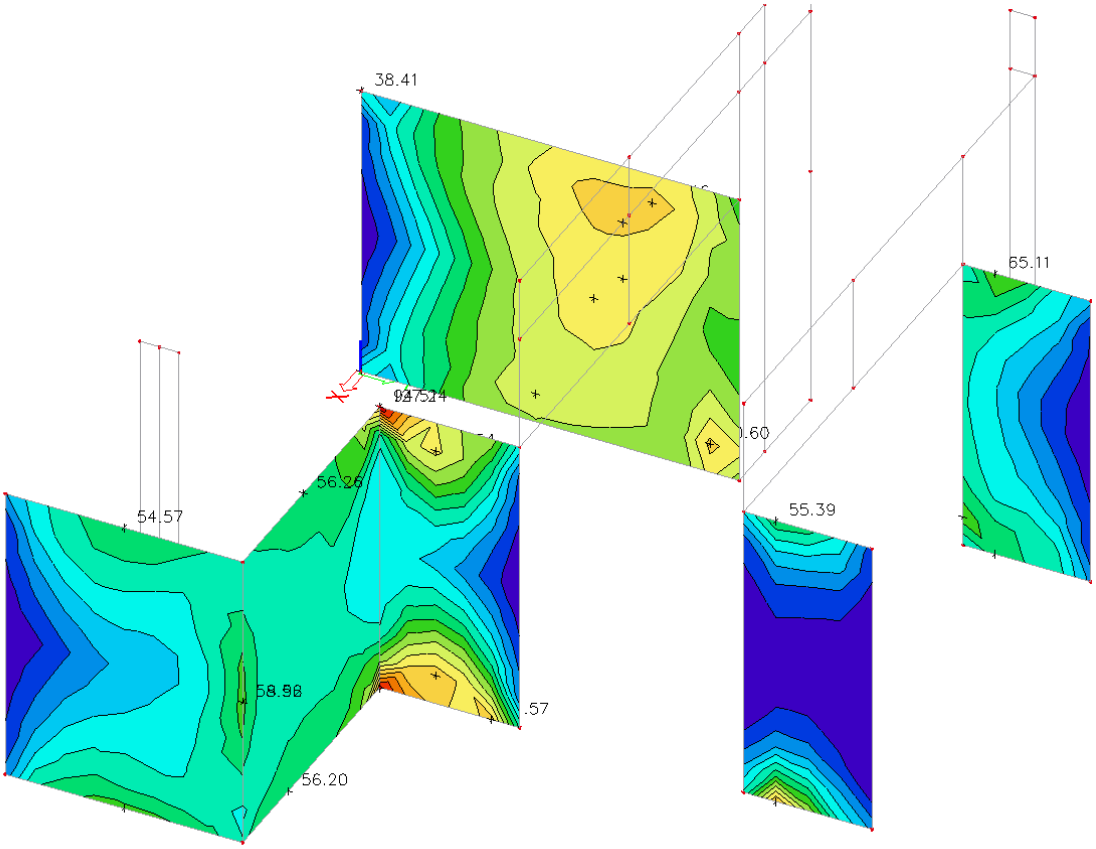
4.3.2 Stěny tubusu

Stěny tubusu jsou navrženy tl. 400 mm. V místě přístupové chodby k výtahu jsou stěny navrženy tl. 300 mm.

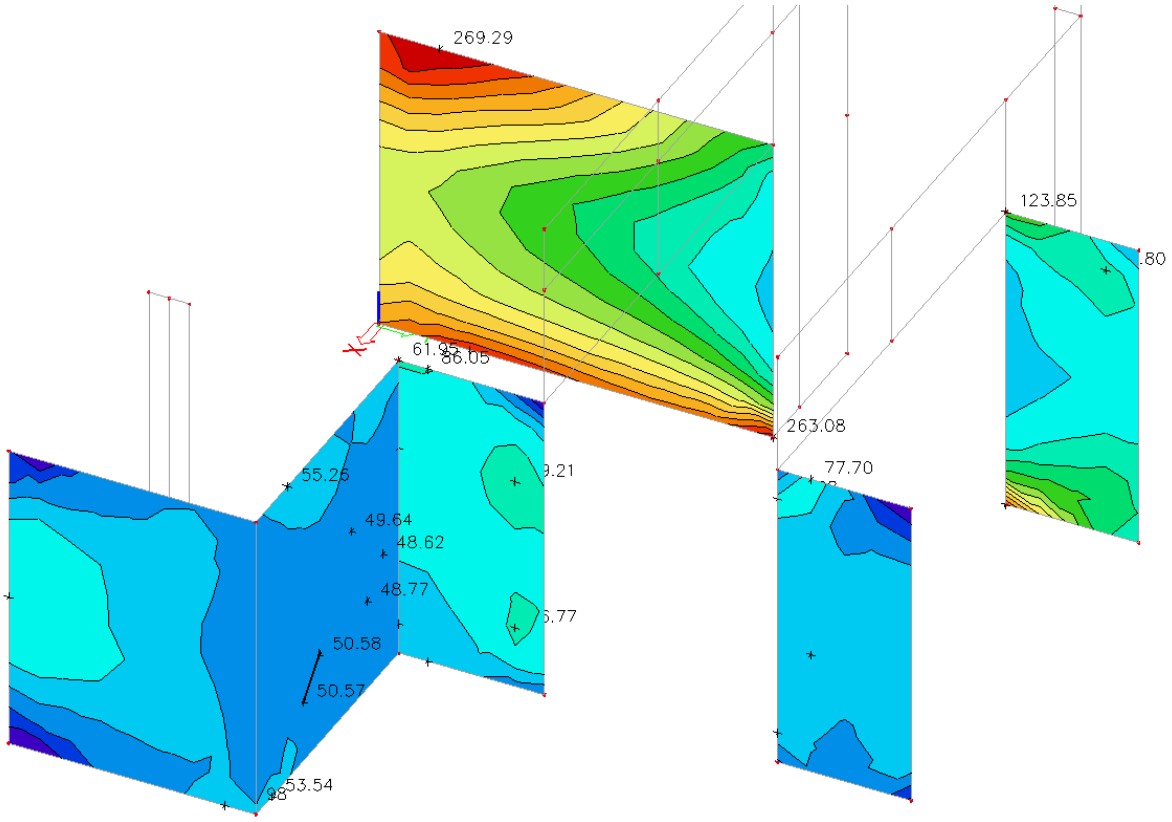
- **Stěny tubusu – mxD- [kNm/m] – děčínský líc stěn – vodorovný moment**



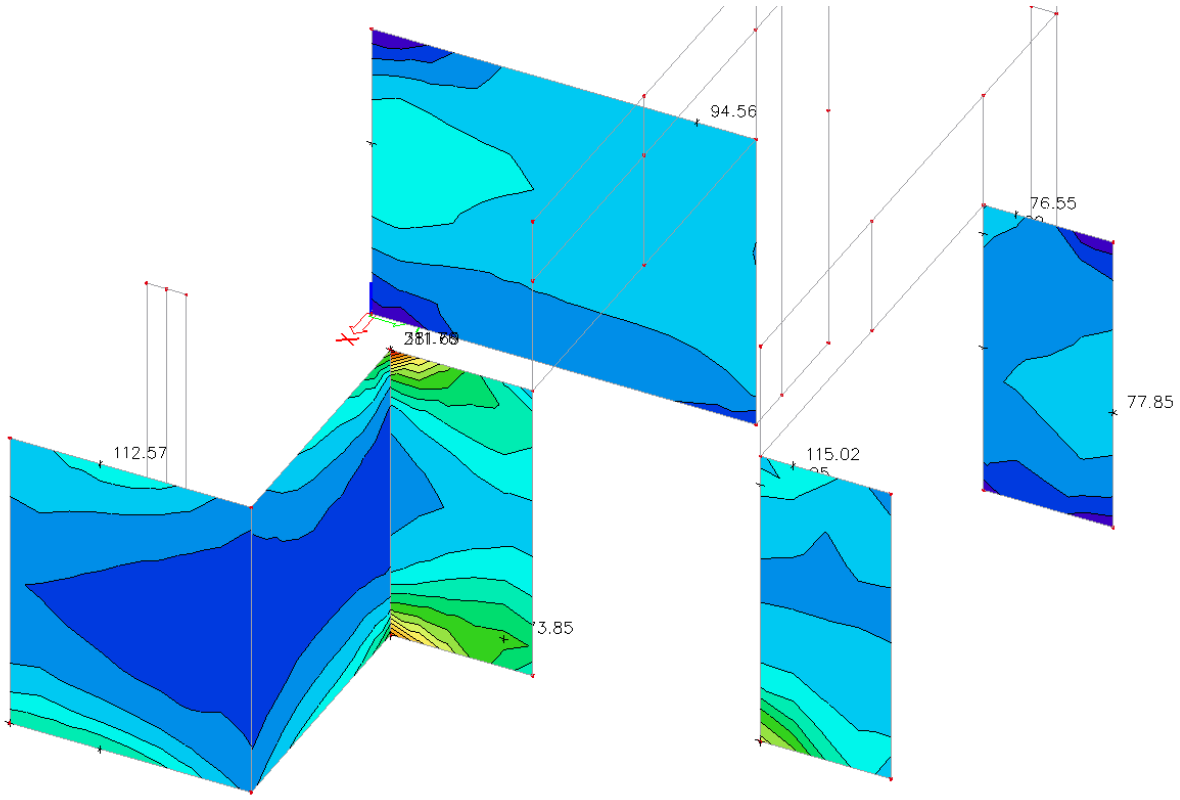
- **Stěny tubusu – mxD+ [kNm/m] – pražský líc stěn – vodorovný moment**



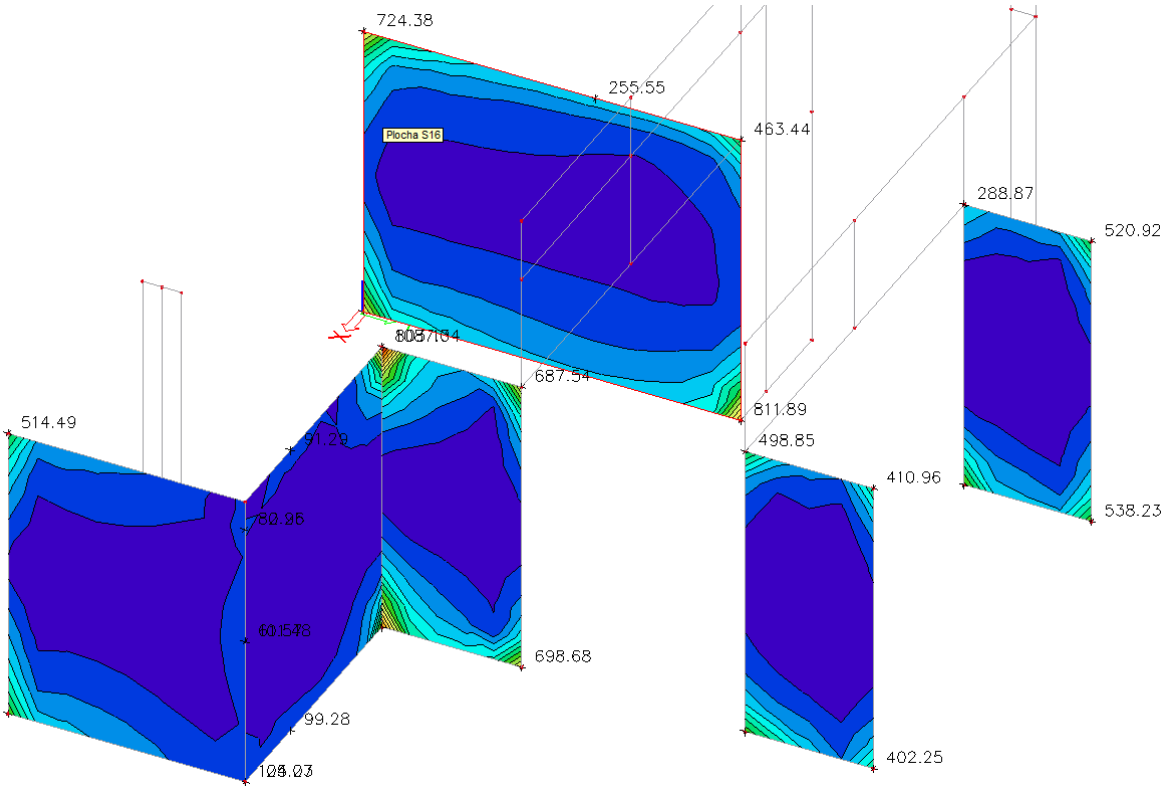
- **Stěny tubusu – myD- [kNm/m] – děčínský líc stěn – svislý moment**



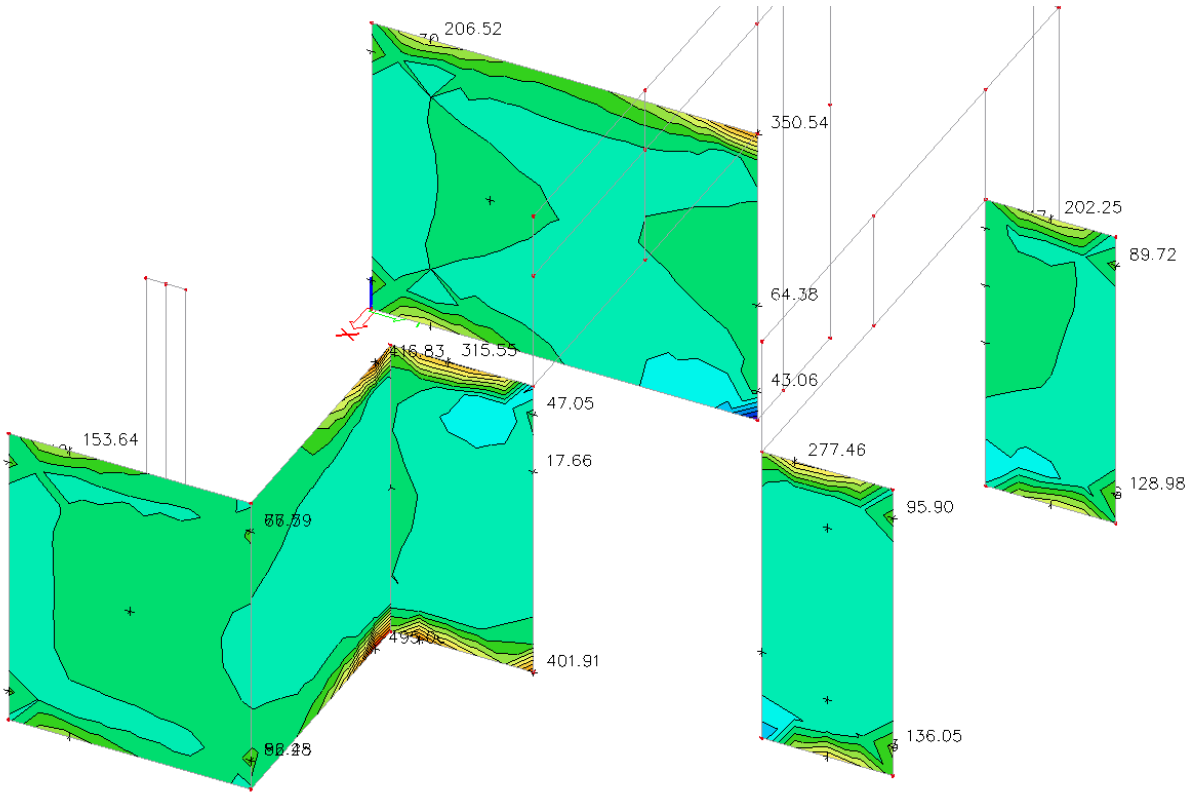
- **Stěny tubusu – myD+ [kNm/m] – pražský líc stěn – svislý moment**



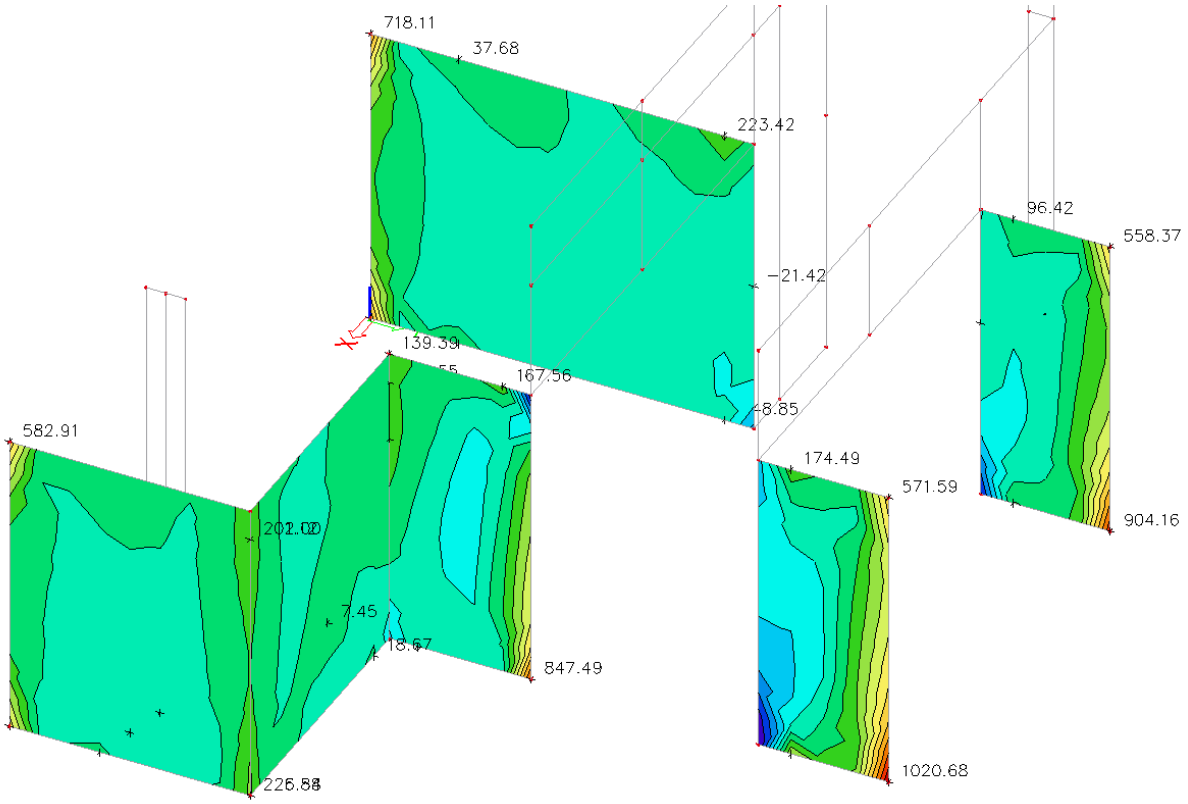
- **Stěny tubusu – qmax [kN/m]**



- **Stěny tubusu – nx [kN/m] – vodorovná síla**



- **Stěny tubusu – ny [kN/m] – svislá síla**



- stěna – rubová svislá výztuž

Stěna 400 (tubus) rub - myD+

Průřez

b_{eff} =	1000 mm	b_w =	1000 mm	H =	400 mm	
c_1 =	50 mm	c_2 =	50 mm	$w_{k,max}$ =	0.20 mm	XD, XS, XF

Materiály

ocel:	B 500 B			**beton:**	C30/37	f_{ck} =	30.0	MPa
f_{yk} =	500	MPa	γ_s = 1.15	-	α_{cc} = 0.9	-	E_{cm} = 33.0	GPa
f_{yd} =	434.8	MPa	$\varepsilon_{ud}/\varepsilon_{uk}$ = 0.9	-	γ_c = 1.5	-	f_{cd} = 18.0	MPa
E_y =	200.0	GPa	$k = f_t/f_y$ = 1.08	-	α_e = 6.06	-	$f_{c,t,m}$ = 2.9	MPa
ε_{uk} =	50	$[.10^{-3}]$			ε_{c3} = -1.75		ε_{cu3} = -3.5	$[.10^{-3}]$

Ohybová výztuž

tažená výztuž	6.66667 Φ 25 mm	*1. řada*	z=0.063	$A_{s1,1}$ = 3272 mm²	(0.818%)
	0 Φ 20 mm	*2. řada*	z=0.080	$A_{s1,2}$ = mm²	(0.000%)
	0 Φ 20 mm	*3. řada*	z=0.250	$A_{s1,3}$ = mm²	(0.000%)
tlačená výztuž	6.66667 Φ 16 mm		z=0.058	A_{s2} = 1340 mm²	(0.335%)

Rozdělovací výztuž (minimální) — *Stupeň vyztužení*

14.0 Φ 8 mm $A_{s,perp}$ = 654 mm² — $A_{s,min}$ < $A_{s,t}$ < A_s < $A_{s,max}$

(pro desky) 509 < 3 272 < 4613 < 16 000 — Vyhovuje

Smyková výztuž

třmínky	3.33333 Φ 10 mm	$A_{w,stirrup}$ = 262 mm²	α_w = 90	°
	$s_{w,st}$ = 150 mm	$A_{w,stirrup}$ = 1745 mm²/m²	$\rho_{w,s}$ = 0.17%	
ohyby	0 Φ 25 mm	$A_{w,bend}$ = mm²	α_b = 45	°
	$s_{w,b}$ = 450 mm	$\rho_{w,b}$ = 0.00% <	$\rho_{w,s}$ = 0.17%	Vyhovuje

Stupeň vyztužení

$\rho_{w,s,min}$ < $\rho_{w,s}$ < $\rho_{w,s,max}$

0.09% 0.17% 1.00% — Vyhovuje

Vnitřní síly na průřezu

M_{Ed} =	270	kNm	N_{Ed} =	114	kN	V_{Ed} =	264	kN	(MSÚ)
Excentricita pro MSÚ:			Ne			$e_{MSÚ}$ =	2.368	m	
$M_{Ek,char}$ =	191	kNm	$N_{Ek,char}$ =	63	kN	e_{char} =	3.032	m	(Charakteristická)
$M_{Ek,kvazi}$ =	120	kNm	$N_{Ek,kvazi}$ =	0	kN	e_{kvazi} =	0.000	m	(Kvazistálá)

Štíhlostní kritérium

L_0 = 0.7 * 0 = 0.000 m *vetknutí-kloub* L = 0.00 m

i = √(0.005 / 0.400)= 0.115 m λ = 0.000 / 0.115 = **0.000** -

Posouzení λ_{lim} = **500.000** - > λ = **0.000** - — Masivní prvek

Smyková únosnost - bez smykové výztuže

$V_{Rd,c}$ = (0.12 * 1.770 *(0.970 * 30.0)+ 0.15 * -0.285) 1000 * 338 = **0.206 MN**

Posouzení $V_{Rd,c}$ = **0.206** MN < V_{Ed} = **0.264** MN — 128% Nevyhovuje

Smyková únosnost - se smykovou výztuží

Sklon tlakových diagonál 1 < **cot θ = 1.428** < 2.5 θ = **35.00°** — Vyhovuje

součinitel redukce únosnosti tlak. diag. **v = 0.528** -

Dodatečná tahová síla

ΔF_{td} = 1 * 264 *(1.428 - 0.000) = **0.377 MN**

Únosnost tlakové diagonály

$V_{Rd,max}$ = 0.528 * 18.0 * 1000 * 290 /(0.70021 + 1.42815)= **1.294 MN**

Únosnost třmínků

$V_{Rd,st}$ = 262 * 434.8 * 0.290 * 1.42815 / 150 = **0.314 MN**

Únosnost ohybů

$V_{Rd,b}$ = 0 * 434.8 * 0.707 * 0.290 * 2.42815 / 450 = **0.000 MN**

Posouzení $V_{Rd,s}$ = **0.314** MN > V_{Ed} = **0.264** MN — 84% Vyhovuje

Stanovení napjatosti průřezu na MSÚ (M+N+V)

Přetvoření betonu v tlaku ε_c = **-1.026** $[.10^{-3}]$

excentricita tlačených vláken e_{z+} = 0.136 m

Úprava polohy N.O.: +0,1 mm, -0,1 mm, +1,0 mm, -1,0 mm

vzdálenost N.O. od spodních vláken e_z = **0.264** m

Silová podmínka rovnováhy **celkem** **0.0040** MN — Silová podmínka vyhovuje

Momentová podm. rovnováhy M_{Rd} = **0.270** MNm **rameno vnitřních sil** **z = 0.290 m**

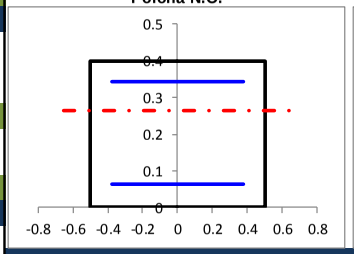
Interakce ohybového a smykového namáhání

Materiál	Síla M [MN]	Síla V [MN]	σ_{max} [MPa]	ε_{max} $[.10^{-3}]$	Posouzení
Beton	-0.719	-	-10.563	-1.0	**Max.přetvoření betonu vyhovuje**
Výztuž (1)	0.994	0.268	385.4	1.9	**Max.přetvoření výztuže vyhovuje**
Výztuž (2)	0.000	0.000	0.0	0.0	**Max.přetvoření výztuže vyhovuje**
Výztuž (3)	0.000	0.000	0.0	0.0	**Max.přetvoření výztuže vyhovuje**
Výztuž tl.	-0.158	0.110	-36.1	-0.2	**Max.přetvoření výztuže vyhovuje**

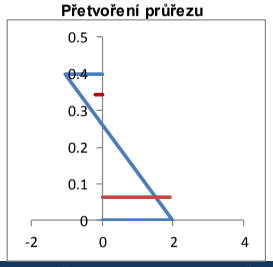
Posouzení - beton f_{cd} = **18.000** MPa > σ_{cc} = **10.563** MPa — 59% Vyhovuje

Posouzení - ocel f_{std} = **465.929** MPa > σ_s = **385.418** MPa — 83% Vyhovuje

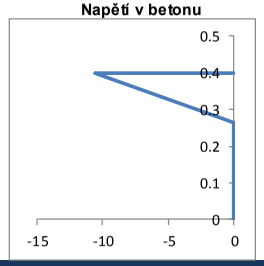
Poloha N.O.



Přetvoření průřezu



Napětí v betonu

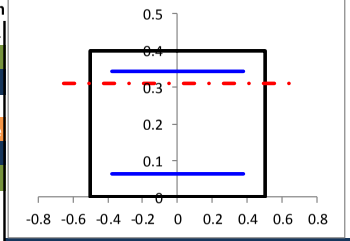


Mezní stav použitelnosti - omezení napětí

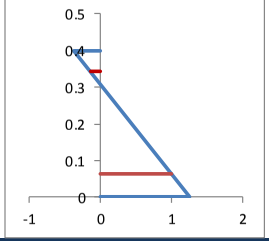
Posouzení - beton 0,6.f_{ck} = **18.000** MPa > σ_{cc} = **12.312** MPa — 68% Vyhovuje

Posouzení - ocel 0,8.f_{yk} = **400.000** MPa > $\sigma_{s,max}$ = **201.428** MPa — 50% Vyhovuje

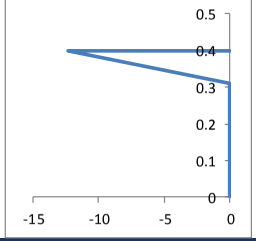
Poloha N.O.



Přetvoření průřezu



Napětí v betonu



Mezní stav použitelnosti - výpočet trhlin

Posouzení - beton 0,45.f_{ck} = 13.500 MPa > σ_{cc} = 7.811 MPa — 58% lin.dotvar

Napětí v oceli $\sigma_{s,max}$ = 120.824 MPa Dlouhodobé účinky: Ano

ε_{sm}-ε_{cm} =(120.824 - 0.4 * 90.09152 *(1 + 0.195088)/ 200.0 = 0.0004

ε_{sm}-ε_{cm} = 0.6 * 120.824 / 200.0 = 0.000362 ε_{sm}-ε_{cm} = **0.00039**

$s_{r,max}$ = 2.14187 * 50 + 0.17 * 776.651 = 239 mm

w_k = 239 * 0.000389 = **0.093** mm

Posouzení $w_{k,max}$ = **0.200** mm > w_k = **0.093** mm — 46% Vyhovuje

- stěna – lícová svislá výztuž

Stěna 400 (tubus) líc - myD-

Průřez

b_{eff} =	1000 mm	b_w =	1000 mm	H =	400 mm		
c_1 =	50 mm	c_2 =	50 mm	$w_{k,max}$ =	0.20 mm	XD, XS, XF	

Materiály

ocel:	**B 500 B**				**beton:**	**C30/37**	f_{ck} =	30.0	MPa		
f_{yk} =	500	MPa	γ_s =	1.15	-	α_{cc} =	0.9	-	E_{cm} =	33.0	GPa
f_{yd} =	434.8	MPa	$\varepsilon_{ud}/\varepsilon_{uk}$ =	0.9	-	γ_c =	1.5	-	f_{cd} =	18.0	MPa
E_y =	200.0	GPa	$k = f_t/f_y$ =	1.08	-	α_e =	6.06	-	$f_{c,t,m}$ =	2.9	MPa
ε_{uk} =	50	$[.10^{-3}]$				ε_{c3} =	-1.75		ε_{cu3} =	-3.5	$[.10^{-3}]$

Ohybová výztuž

tažená výztuž	6.66667 Φ 16 mm	*1. řada*	z=0.058	$A_{s1,1}$	= 1340 mm²	(0.335%)
	0 Φ 20 mm	*2. řada*	z=0.080	$A_{s1,2}$	= mm²	(0.000%)
	0 Φ 20 mm	*3. řada*	z=0.250	$A_{s1,3}$	= mm²	(0.000%)
tlačená výztuž	6.66667 Φ 25 mm		z=0.063	A_{s2}	= 3272 mm²	(0.818%)

Rozdělovací výztuž (minimální)

6.0 Φ 8 mm $A_{s,perp}$ = 268 mm²

Stupeň vyztužení

	$A_{s,min}$	<	$A_{s,t}$	<	A_s	<	$A_{s,max}$	
(pro desky)	516	<	1 340	<	4613	<	16 000	Vyhovuje

Smyková výztuž

třmínky	3.33333 Φ 10 mm	$A_{w,stirrup}$ = 262 mm²		α_w =	90 °
	$s_{w,st}$ = 150 mm	$A_{w,stirrup}$ = 1745 mm²/m²		$\rho_{w,s}$ =	0.17%
ohyby	0 Φ 25 mm	$A_{w,bend}$ = mm²		α_b =	45 °
	$s_{w,b}$ = 450 mm	$\rho_{w,b}$ = 0.00% <	$\rho_{w,s}$ = 0.17%		Vyhovuje

Stupeň vyztužení

$\rho_{w,s,min}$	<	$\rho_{w,s}$	<	$\rho_{w,s,max}$	
0.09%		0.17%		1.00%	Vyhovuje

Vnitřní síly na průřezu

M_{Ed} =	111 kNm	N_{Ed} =	18 kN	V_{Ed} =	62 kN			(MSÚ)
Excentricita pro MSÚ:		Ne		$e_{MSÚ}$ =	6.167 m			
$M_{Ek,char}$ =	74 kNm	$N_{Ek,char}$ =	0 kN	e_{char} =	0.000 m			(Charakteristická)
$M_{Ek,kvazi}$ =	24 kNm	$N_{Ek,kvazi}$ =	-28 kN	e_{kvazi} =	0.857 m			(Kvazistálá)

Štíhlostní kritérium

L_0 = 0.7 * 0 = 0.000 m *vetknutí-kloub* L = 0.00 m

i = √(0.005 / 0.400)= 0.115 m λ = 0.000 / 0.115 = **0.000** -

Posouzení λ_{lim} = **500.000** - > λ = **0.000** - **Masivní prvek**

Smyková únosnost - bez smykové výztuže

$V_{Rd,c}$ = (0.12 * 1.765 *(0.392 * 30.0)+ 0.15 * -0.045) 1000 * 342 = **0.162 MN**

Posouzení $V_{Rd,c}$ = **0.162** MN > V_{Ed} = **0.062** MN **38%** **Vyhovuje**

Smyková únosnost - se smykovou výztuží

Sklon tlakových diagonál 1 < **cot θ = 1.428** < 2.5 θ = **35.00°** Vyhovuje

součinitel redukce únosnosti tlak. diag. **ν = 0.528** -

Dodatečná tahová síla

ΔF_{td} = 1 * 62 *(1.428 - 0.000) = **0.089 MN**

Únosnost tlakové diagonály

$V_{Rd,max}$ = 0.528 * 18.0 * 1000 * 301 /(0.70021 + 1.42815)= **1.346 MN**

Únosnost třmínků

$V_{Rd,st}$ = 262 * 434.8 * 0.301 * 1.42815 / 150 = **0.327 MN**

Únosnost ohybů

$V_{Rd,b}$ = 0 * 434.8 * 0.707 * 0.301 * 2.42815 / 450 = **0.000 MN**

Posouzení $V_{Rd,s}$ = **0.327** MN > V_{Ed} = **0.062** MN **19%** **Vyhovuje**

Stanovení napjatosti průřezu na MSÚ (M+N+V)

Přetvoření betonu v tlaku ε_c = **-0.524** $[.10^{-3}]$

excentricita tlačených vláken e_{z+} = 0.093 m

Úprava polohy N.O.

+0,1 mm | -0,1 mm | +1,0 mm | -1,0 mm

vzdálenost N.O. od spodních vláken e_z = **0.307** m

Silová podmínka rovnováhy **celkem** **-0.0005** MN **Silová podmínka vyhovuje**

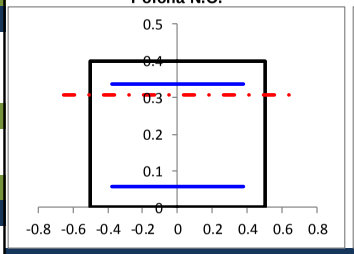
Momentová podm. rovnováhy M_{Rd} = **0.111** MNm **rameno vnitřních sil** **z = 0.301 m**

Interakce ohybového a smykového namáhání

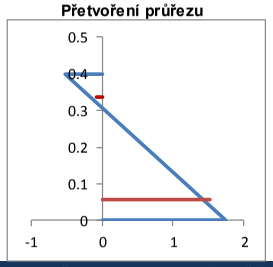
Materiál	Síla M [MN]	Síla V [MN]	σ_{max} [MPa]	ε_{max} $[.10^{-3}]$	Posouzení
Beton	-0.250	-	-5.393	-0.5	**Max.přetvoření betonu vyhovuje**
Výztuž (1)	0.378	0.026	301.5	1.5	**Max.přetvoření výztuže vyhovuje**
Výztuž (2)	0.000	0.000	0.0	0.0	**Max.přetvoření výztuže vyhovuje**
Výztuž (3)	0.000	0.000	0.0	0.0	**Max.přetvoření výztuže vyhovuje**
Výztuž tl.	-0.112	0.063	-14.8	-0.1	**Max.přetvoření výztuže vyhovuje**

Posouzení - beton	f_{cd} =	18.000	MPa	>	σ_{cc} =	5.393	MPa	30%	Vyhovuje
Posouzení - ocel	f_{std} =	465.929	MPa	>	σ_s =	301.509	MPa	65%	Vyhovuje

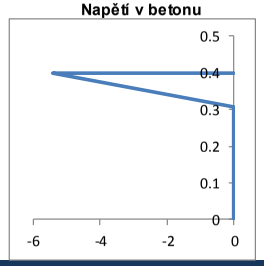
Poloha N.O.



Přetvoření průřezu



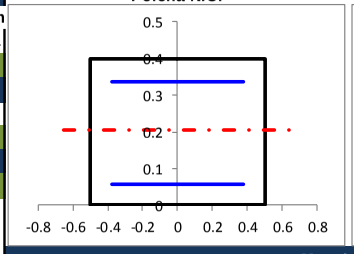
Napětí v betonu



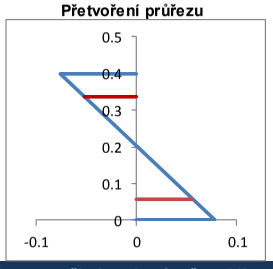
Mezní stav použitelnosti - omezení napětí

Posouzení - beton	$0{,}6.f_{ck}$ =	18.000	MPa	>	σ_{cc} =	2.476	MPa	14%	Vyhovuje
Posouzení - ocel	$0{,}8.f_{yk}$ =	400.000	MPa	>	$\sigma_{s,max}$ =	11.137	MPa	3%	Vyhovuje

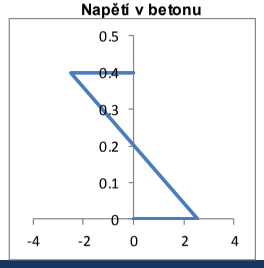
Poloha N.O.



Přetvoření průřezu



Napětí v betonu



Mezní stav použitelnosti - výpočet trhlin

Posouzení - beton	$0{,}45.f_{ck}$ =	13.500	MPa	>	σ_{cc} =	0.865	MPa	6%	lin.dotvar
Napětí v oceli	$\sigma_{s,max}$ =	3.200	MPa		Dlouhodobé účinky:			Ano	

$\varepsilon_{sm}-\varepsilon_{cm}$ =(3.200 - 0.4 * 233.7981 *(1 + 0.075175)/ 200.0 = -0.0005

$\varepsilon_{sm}-\varepsilon_{cm}$ = 0.6 * 3.200 / 200.0 = 9.6E-06 $\varepsilon_{sm}-\varepsilon_{cm}$ = **0.00001**

$s_{r,max}$ = 2.14187 * 50 + 0.17 * 1289.921 = 326 mm

w_k = 326 * 9.6E-06 = **0.000** mm σ_{ct} = **0.764** MPa **Trhliny nevznikají**

Posouzení $w_{k,max}$ = **0.200** mm > w_k = **0.000** mm **Vyhovuje**

- stěna – rubová vodorovná výztuž

Stěna 400 (tubus) rub - mxD-

Průřez

b_{eff} =	1000 mm	b_w =	1000 mm	H =	400 mm	
c_1 =	50 mm	c_2 =	50 mm	$w_{k,max}$ =	0.20 mm	XD, XS, XF

Materiály

ocel:	**B 500 B**			**beton:**	**C30/37**	f_{ck} =	30.0	MPa
f_{yk} =	500	MPa	γ_s = 1.15	-	α_{cc} = 0.9	-	E_{cm} = 33.0	GPa
f_{yd} =	434.8	MPa	$\varepsilon_{ud}/\varepsilon_{uk}$ = 0.9	-	γ_c = 1.5	-	f_{cd} = 18.0	MPa
E_y =	200.0	GPa	$k = f_t/f_y$ = 1.08	-	α_e = 6.06	-	$f_{c,t,m}$ = 2.9	MPa
ε_{uk} =	50	$[.10^{-3}]$			ε_{c3} = -1.75		ε_{cu3} = -3.5	$[.10^{-3}]$

Ohybová výztuž

tažená výztuž	6.66667 Φ 16 mm	*1. řada*	z=0.083	$A_{s1,1}$	= 1340 mm²	(0.335%)
	0 Φ 20 mm	*2. řada*	z=0.080	$A_{s1,2}$	= mm²	(0.000%)
	0 Φ 20 mm	*3. řada*	z=0.250	$A_{s1,3}$	= mm²	(0.000%)
tlačená výztuž	6.66667 Φ 16 mm		z=0.074	A_{s2}	= 1340 mm²	(0.335%)

Rozdělovací výztuž (minimální) — *Stupeň vyztužení*

6.0 Φ 8 mm $A_{s,perp}$ = 268 mm² — $A_{s,min}$ < $A_{s,t}$ < A_s < $A_{s,max}$

(pro desky) 478 < 1 340 < 2681 < 16 000 **Vyhovuje**

Smyková výztuž

třmínky	3.33333 Φ 10 mm	$A_{w,stirrup}$ = 262 mm²	α_w = 90	°
	$s_{w,st}$ = 150 mm	$A_{w,stirrup}$ = 1745 mm²/m²	$\rho_{w,s}$ = 0.17%	
ohyby	0 Φ 25 mm	$A_{w,bend}$ = mm²	α_b = 45	°
	$s_{w,b}$ = 450 mm	$\rho_{w,b}$ = 0.00% <	$\rho_{w,s}$ = 0.17%	**Vyhovuje**

Stupeň vyztužení

$\rho_{w,s,min}$ < $\rho_{w,s}$ < $\rho_{w,s,max}$

0.09% 0.17% 1.00% **Vyhovuje**

Vnitřní síly na průřezu

M_{Ed} =	111	kNm	N_{Ed} =	37	kN	V_{Ed} =	156	kN	(MSÚ)
Excentricita pro MSÚ:			Ne			$e_{MSÚ}$ =	3.000	m	
$M_{Ek,char}$ =	76	kNm	$N_{Ek,char}$ =	25	kN	e_{char} =	3.040	m	(Charakteristická)
$M_{Ek,kvazi}$ =	40	kNm	$N_{Ek,kvazi}$ =	2	kN	e_{kvazi} =	20.000	m	(Kvazistálá)

Štíhlostní kritérium

L_0 = 0.7 * 0 = 0.000 m *vetknutí-kloub* L = 0.00 m

i = √(0.005 / 0.400)= 0.115 m λ = 0.000 / 0.115 = **0.000** -

Posouzení λ_{lim} = **500.000** - > λ = **0.000** - **Masivní prvek**

Smyková únosnost - bez smykové výztuže

$V_{Rd,c}$ = (0.12 * 1.794 *(0.423 * 30.0)+ 0.15 * -0.093) 1000 * 317 = **0.155 MN**

Posouzení $V_{Rd,c}$ = **0.155 MN** < V_{Ed} = **0.156 MN** **101% Nevyhovuje**

Smyková únosnost - se smykovou výztuží

Sklon tlakových diagonál 1 < **cot θ = 1.428** < 2.5 θ = **35.00°** **Vyhovuje**

součinitel redukce únosnosti tlak. diag. **v = 0.528** -

Dodatečná tahová síla

ΔF_{td} = 1 * 156 *(1.428 - 0.000) = **0.223 MN**

Únosnost tlakové diagonály

$V_{Rd,max}$ = 0.528 * 18.0 * 1000 * 280 /(0.70021 + 1.42815)= **1.251 MN**

Únosnost třmínků

$V_{Rd,st}$ = 262 * 434.8 * 0.280 * 1.42815 / 150 = **0.304 MN**

Únosnost ohybů

$V_{Rd,b}$ = 0 * 434.8 * 0.707 * 0.280 * 2.42815 / 450 = **0.000 MN**

Posouzení $V_{Rd,s}$ = **0.304 MN** > V_{Ed} = **0.156 MN** **51% Vyhovuje**

Stanovení napjatosti průřezu na MSÚ (M+N+V)

Přetvoření betonu v tlaku ε_c = **-0.680** $[.10^{-3}]$ *Úprava polohy N.O.*

excentricita tlačených vláken e_{z+} = 0.097 m

+0,1 mm | -0,1 mm | +1,0 mm | -1,0 mm

vzdálenost N.O. od spodních vláken e_z = **0.303 m**

Silová podmínka rovnováhy **celkem** **-0.0008 MN** **Silová podmínka vyhovuje**

Momentová podm. rovnováhy M_{Rd} = **0.111 MNm** **rameno vnitřních sil** **z = 0.280 m**

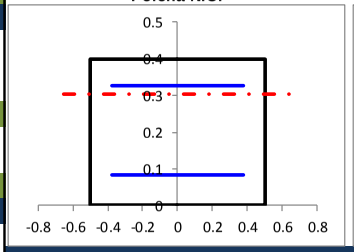
Interakce ohybového a smykového namáhání

Materiál	Síla M [MN]	Síla V [MN]	σ_{max} [MPa]	ε_{max} $[.10^{-3}]$	Posouzení
Beton	-0.338	-	-7.004	-0.7	**Max.přetvoření betonu vyhovuje**
Výztuž (1)	0.416	0.111	393.3	2.0	**Max.přetvoření výztuže vyhovuje**
Výztuž (2)	0.000	0.000	0.0	0.0	**Max.přetvoření výztuže vyhovuje**
Výztuž (3)	0.000	0.000	0.0	0.0	**Max.přetvoření výztuže vyhovuje**
Výztuž tl.	-0.043	0.111	50.9	0.3	**Max.přetvoření výztuže vyhovuje**

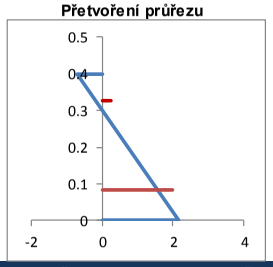
Posouzení - beton f_{cd} = **18.000 MPa** > σ_{cc} = **7.004 MPa** **39% Vyhovuje**

Posouzení - ocel f_{std} = **465.929 MPa** > σ_s = **393.344 MPa** **84% Vyhovuje**

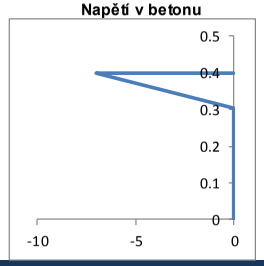
Poloha N.O.



Přetvoření průřezu



Napětí v betonu

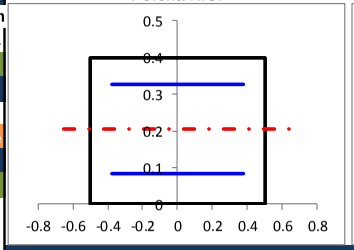


Mezní stav použitelnosti - omezení napětí

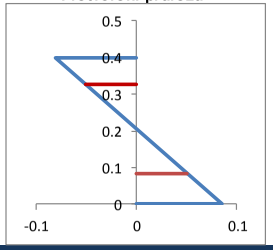
Posouzení - beton $0{,}6.f_{ck}$ = **18.000 MPa** > σ_{cc} = **2.665 MPa** **15% Vyhovuje**

Posouzení - ocel $0{,}8.f_{yk}$ = **400.000 MPa** > $\sigma_{s,max}$ = **10.296 MPa** **3% Vyhovuje**

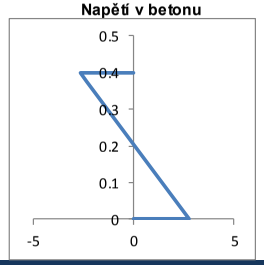
Poloha N.O.



Přetvoření průřezu



Napětí v betonu



Mezní stav použitelnosti - výpočet trhlin

Posouzení - beton $0{,}45.f_{ck}$ = 13.500 MPa > σ_{cc} = 1.429 MPa **11% lin.dotvar**

Napětí v oceli $\sigma_{s,max}$ = 5.256 MPa Dlouhodobé účinky: Ano

ε_{sm}-ε_{cm} =(5.256 - 0.4 * 241.1164 *(1 + 0.072893)/ 200.0 = -0.0005

ε_{sm}-ε_{cm} = 0.6 * 5.256 / 200.0 = 1.58E-05 ε_{sm}-ε_{cm} = **0.00002**

$s_{r,max}$ = 1.63455 * 75 + 0.17 * 1330.297 = 349 mm

w_k = 349 * 1.58E-05 = **0.000 mm** σ_{ct} = **1.441 MPa** **Trhliny nevznikají**

Posouzení $w_{k,max}$ = **0.200 mm** > w_k = **0.000 mm** **Vyhovuje**

- stěna – lícová vodorovná výztuž

Stěna 400 (tubus) líc - mxD+

Průřez

b_{eff} =	1000 mm	b_w =	1000 mm	H =	400 mm		
c_1 =	50 mm	c_2 =	50 mm	$w_{k,max}$ =	0.20 mm		XD, XS, XF

Materiály

ocel:	**B**	**500**	**B**			**beton:**	**C30/37**	f_{ck} =	30.0	MPa	
f_{yk} =	500	MPa	γ_s =	1.15	-	α_{cc} =	0.9	- E_{cm} =	33.0	GPa	
f_{yd} =	434.8	MPa	$\varepsilon_{ud}/\varepsilon_{uk}$ =	0.9	-	γ_c =	1.5	- f_{cd} =	18.0	MPa	
E_y =	200.0	GPa	k = f_t/f_y =	1.08	-	α_e =	6.06	- $f_{c,t,m}$ =	2.9	MPa	
ε_{uk} =	50	[.10^{-3}]				ε_{c3} =	-1.75	ε_{cu3} =	-3.5	[.10^{-3}]	

Ohybová výztuž

tažená výztuž	**6.66667 Φ 16 mm**	*1. řada*	z=0.074	$A_{s1,1}$	**= 1340 mm²**	(0.335%)
	0 Φ 20 mm	*2. řada*	z=0.080	$A_{s1,2}$	**= mm²**	(0.000%)
	0 Φ 20 mm	*3. řada*	z=0.250	$A_{s1,3}$	**= mm²**	(0.000%)
tlačená výztuž	**6.66667 Φ 16 mm**		z=0.083	A_{s2}	**= 1340 mm²**	(0.335%)

Rozdělovací výztuž (minimální) — *Stupeň vyztužení*

6.0 Φ 8 mm $A_{s,perp}$ = 268 mm² — $A_{s,min}$ < $A_{s,t}$ < A_s < $A_{s,max}$

(pro desky) 492 < 1 340 < 2681 < 16 000 **Vyhovuje**

Smyková výztuž

třmínky	**3.33333 Φ 10 mm**	$A_{w,stirrup}$ = 262 mm²		α_w =	90 °
	$s_{w,st}$ = 150 mm	$A_{w,stirrup}$ = 1745 mm²/m²		$\rho_{w,s}$ =	0.17%
ohyby	**0 Φ 25 mm**	$A_{w,bend}$ = mm²		α_b =	45 °
	$s_{w,b}$ = 450 mm	$\rho_{w,b}$ = 0.00% <	$\rho_{w,s}$ = 0.17%	**Vyhovuje**	

Stupeň vyztužení

$\rho_{w,s,min}$ < $\rho_{w,s}$ < $\rho_{w,s,max}$

0.09% 0.17% 1.00% **Vyhovuje**

Vnitřní síly na průřezu

M_{Ed} =	**92**	**kNm**	N_{Ed} =	**64**	**kN**	V_{Ed} =	**156**	**kN**	(MSÚ)
Excentricita pro MSÚ:			Ne			$e_{MSÚ}$ =	**1.438**	**m**	
$M_{Ek,char}$ =	**62**	**kNm**	$N_{Ek,char}$ =	**49**	**kN**	e_{char} =	**1.265**	**m**	(Charakteristická)
$M_{Ek,kvazi}$ =	**25**	**kNm**	$N_{Ek,kvazi}$ =	**41**	**kN**	e_{kvazi} =	**0.610**	**m**	(Kvazistálá)

Štíhlostní kritérium

L_0 = 0.7 * 0 = 0.000 m ***vetknutí-kloub*** L = 0.00 m

i = √(0.005 / 0.400)= 0.115 m λ = 0.000 / 0.115 = **0.000** -

Posouzení λ_{lim} = **500.000** - > λ = **0.000** - **Masivní prvek**

Smyková únosnost - bez smykové výztuže

$V_{Rd,c}$ = (0.12 * 1.783 *(0.411 * 30.0)+ 0.15 * -0.160) 1000 * 326 = **0.153 MN**

Posouzení $V_{Rd,c}$ = **0.153 MN** < V_{Ed} = **0.156 MN** **102%** **Nevyhovuje**

Smyková únosnost - se smykovou výztuží

Sklon tlakových diagonál 1 < **cot θ = 1.428** < 2.5 θ = **35.00°** **Vyhovuje**

součinitel redukce únosnosti tlak. diag. **v = 0.528** -

Dodatečná tahová síla

ΔF_{td} = 1 * 156 *(1.428 - 0.000) = **0.223 MN**

Únosnost tlakové diagonály

$V_{Rd,max}$ = 0.528 * 18.0 * 1000 * 291 /(0.70021 + 1.42815)= **1.298 MN**

Únosnost třmínků

$V_{Rd,st}$ = 262 * 434.8 * 0.291 * 1.42815 / 150 = **0.315 MN**

Únosnost ohybů

$V_{Rd,b}$ = 0 * 434.8 * 0.707 * 0.291 * 2.42815 / 450 = **0.000 MN**

Posouzení $V_{Rd,s}$ = **0.315 MN** > V_{Ed} = **0.156 MN** **50%** **Vyhovuje**

Stanovení napjatosti průřezu na MSÚ (M+N+V)

Přetvoření betonu v tlaku ε_c = **-0.549** [.10^{-3}] *Úprava polohy N.O.*

excentricita tlačených vláken e_{z+} = 0.096 m

+0,1 mm | -0,1 mm | +1,0 mm | -1,0 mm

vzdálenost N.O. od spodních vláken e_z = **0.304 m**

Silová podmínka rovnováhy **celkem** **-0.0002** **MN** **Silová podmínka vyhovuje**

Momentová podm. rovnováhy M_{Rd} = **0.092** **MNm** **rameno vnitřních sil** **z = 0.291 m**

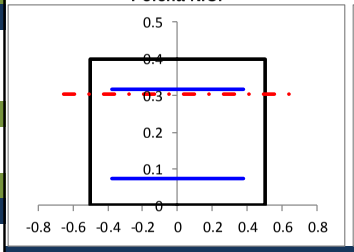
Interakce ohybového a smykového namáhání

Materiál	Síla M [MN]	Síla V [MN]	σ_{max} [MPa]	ε_{max} [.10^{-3}]	Posouzení
Beton	-0.270	-	-5.638	-0.5	**Max.přetvoření betonu vyhovuje**
Výztuž (1)	0.354	0.111	346.8	1.7	**Max.přetvoření výztuže vyhovuje**
Výztuž (2)	0.000	0.000	0.0	0.0	**Max.přetvoření výztuže vyhovuje**
Výztuž (3)	0.000	0.000	0.0	0.0	**Max.přetvoření výztuže vyhovuje**
Výztuž tl.	-0.019	0.111	68.3	0.3	**Max.přetvoření výztuže vyhovuje**

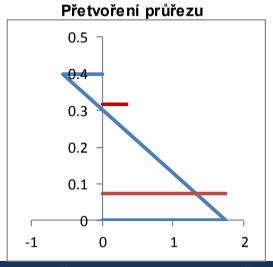
Posouzení - beton f_{cd} = **18.000** **MPa** > σ_{cc} = **5.638** **MPa** **31%** **Vyhovuje**

Posouzení - ocel f_{std} = **465.929** **MPa** > σ_s = **346.762** **MPa** **74%** **Vyhovuje**

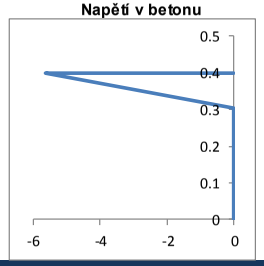
Poloha N.O.



Přetvoření průřezu



Napětí v betonu

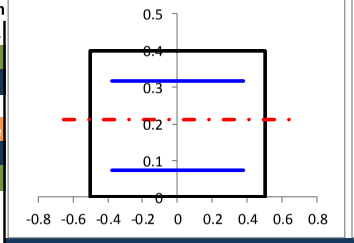


Mezní stav použitelnosti - omezení napětí

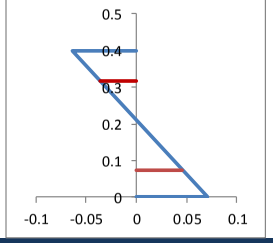
Posouzení - beton 0,6.f_{ck} = **18.000** **MPa** > σ_{cc} = **2.109** **MPa** **12%** **Vyhovuje**

Posouzení - ocel 0,8.f_{yk} = **400.000** **MPa** > $\sigma_{s,max}$ = **9.195** **MPa** **2%** **Vyhovuje**

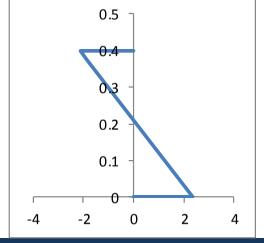
Poloha N.O.



Přetvoření průřezu



Napětí v betonu



Mezní stav použitelnosti - výpočet trhlin

Posouzení - beton 0,45.f_{ck} = 13.500 MPa > σ_{cc} = 0.799 MPa **6%** **lin.dotvar**

Napětí v oceli $\sigma_{s,max}$ = 4.017 MPa Dlouhodobé účinky: Ano

ε_{sm}-ε_{cm} =(4.017 - 0.4 * 248.8862 *(1 + 0.070618)/ 200.0 = -0.0005

ε_{sm}-ε_{cm} = 0.6 * 4.017 / 200.0 = 1.2E-05 ε_{sm}-ε_{cm} = **0.00001**

$s_{r,max}$ = 1.77996 * 66 + 0.17 * 1373.165 = 351 mm

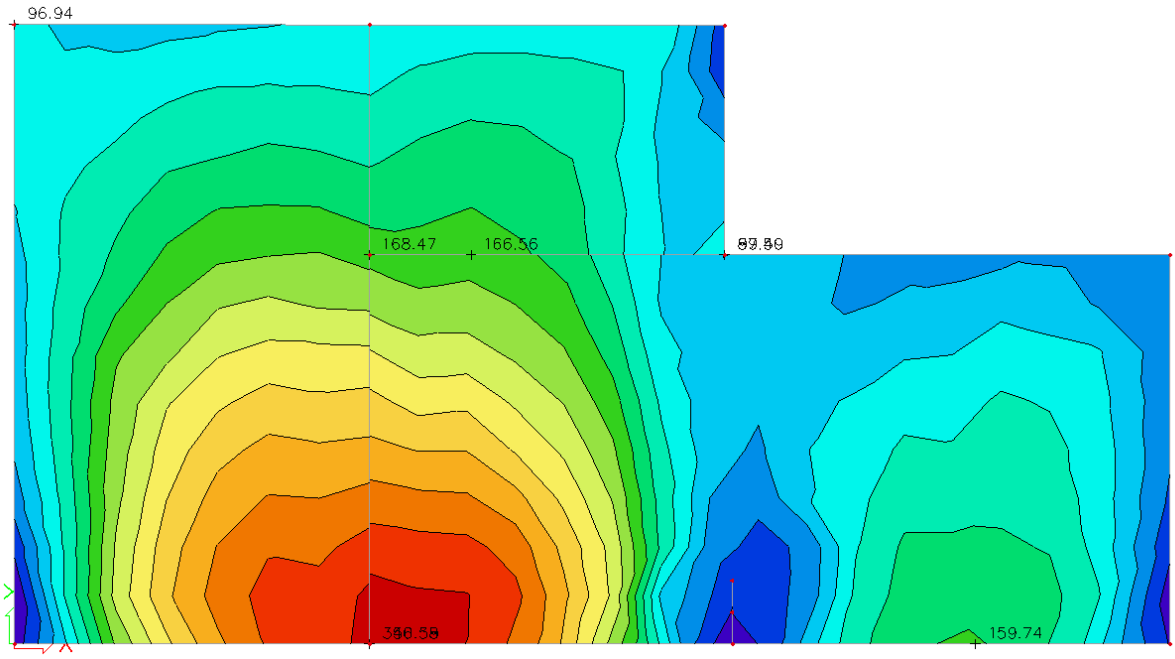
w_k = 351 * 1.2E-05 = **0.000** **mm** σ_{ct} = **0.995** **MPa** **Trhliny nevznikají**

Posouzení $w_{k,max}$ = **0.200** **mm** > w_k = **0.000** **mm** **Vyhovuje**

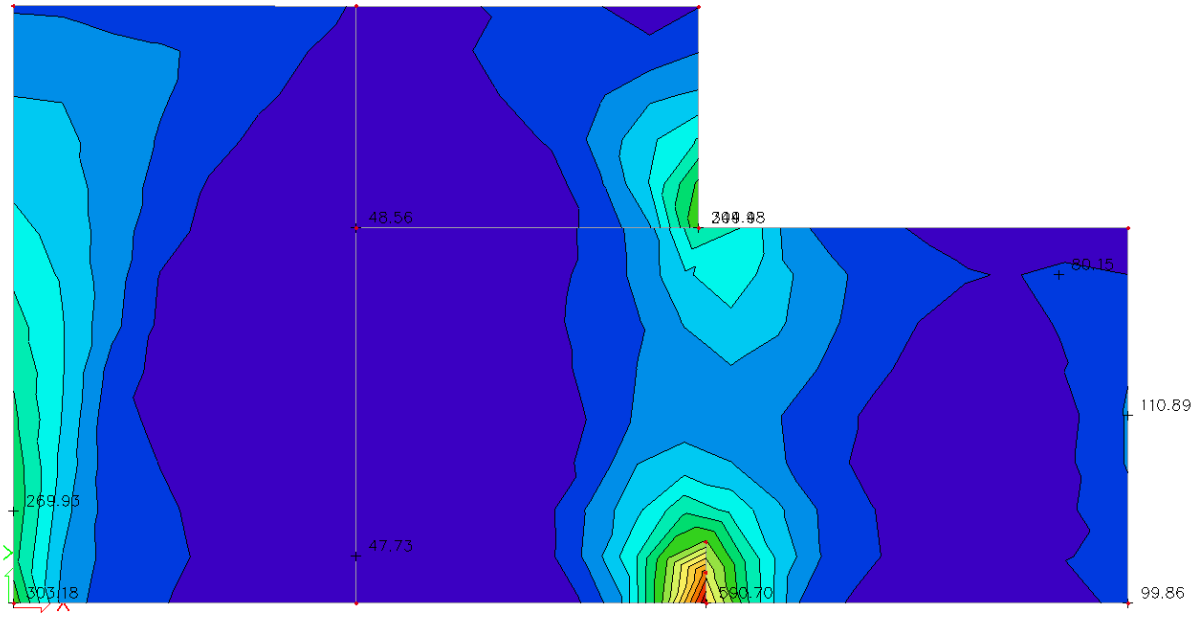
4.3.3 Stropní deska tubusu – pojížděná

Stropní deska je navržena ve střechovitém podélném sklonu 2,5% s maximální tl. ve vrcholu 450 mm.

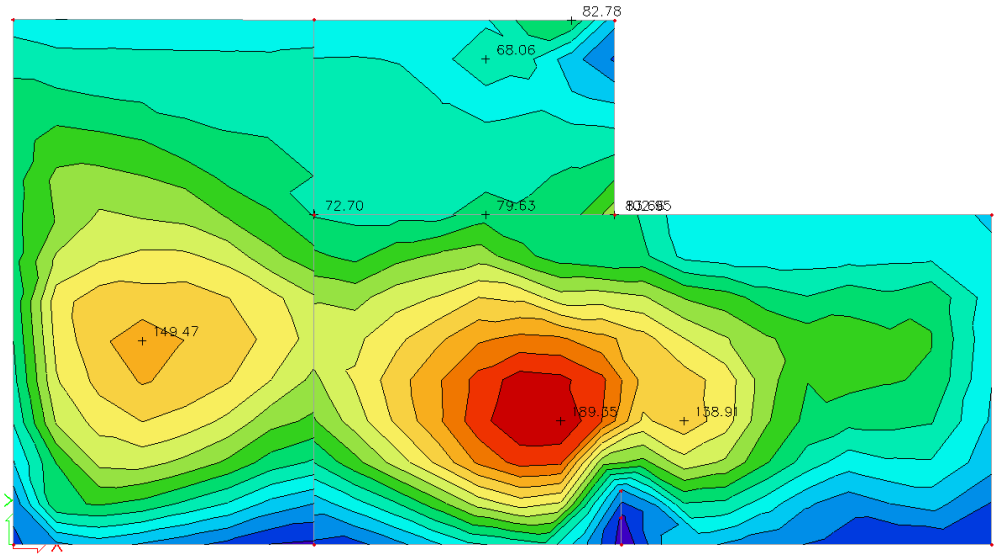
- **Strop tubusu – mxD- [kNm/m] – podélná výztuž**



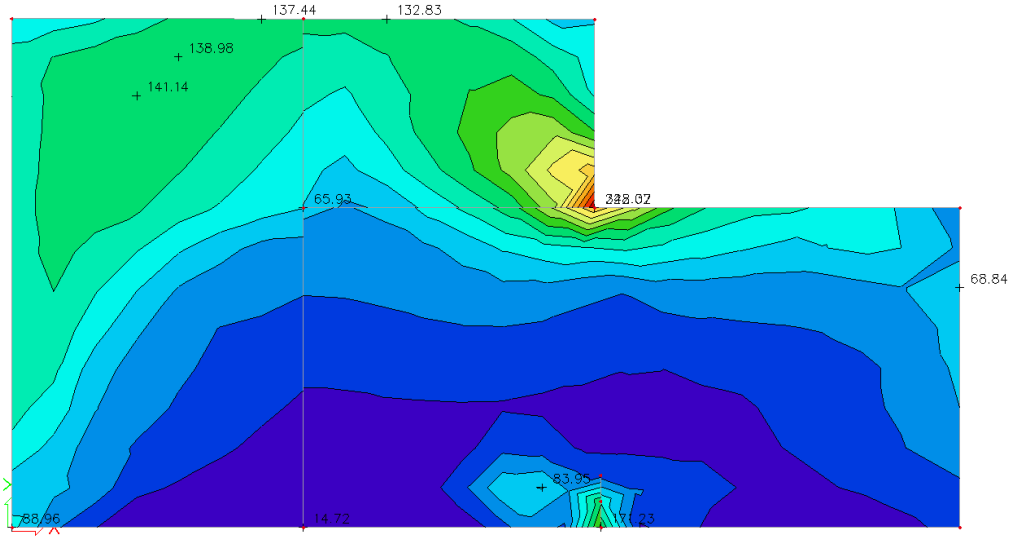
- **Strop tubusu – mxD+ [kNm/m] – podélná výztuž**



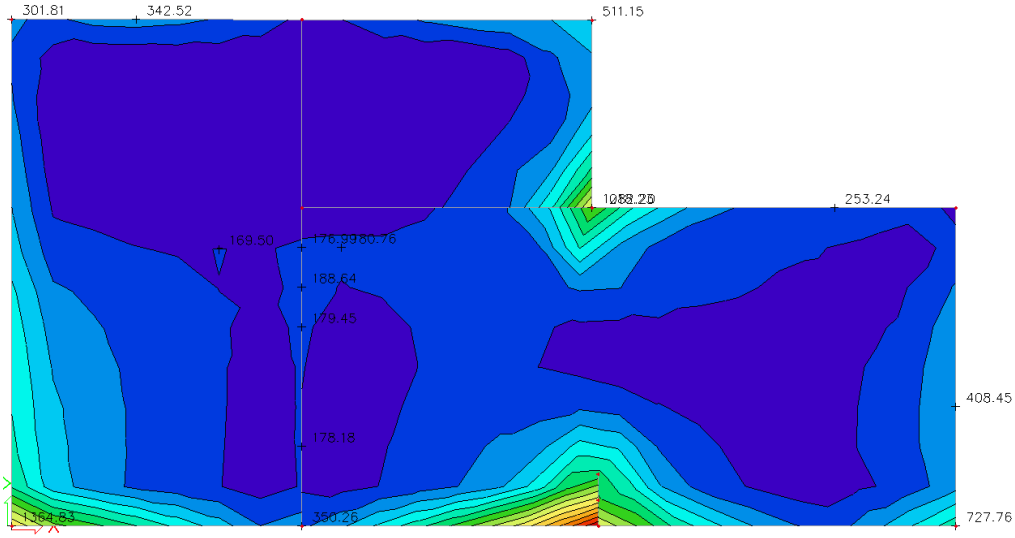
- **Strop tubusu – myD- [kNm/m] – příčná výztuž**



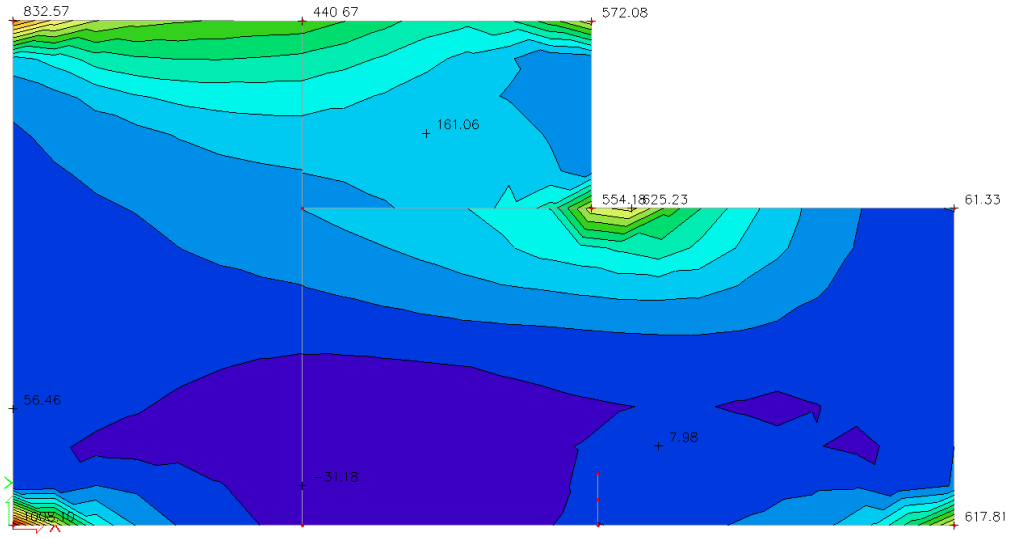
- **Strop tubusu – myD+ [kNm/m] – příčná výztuž**



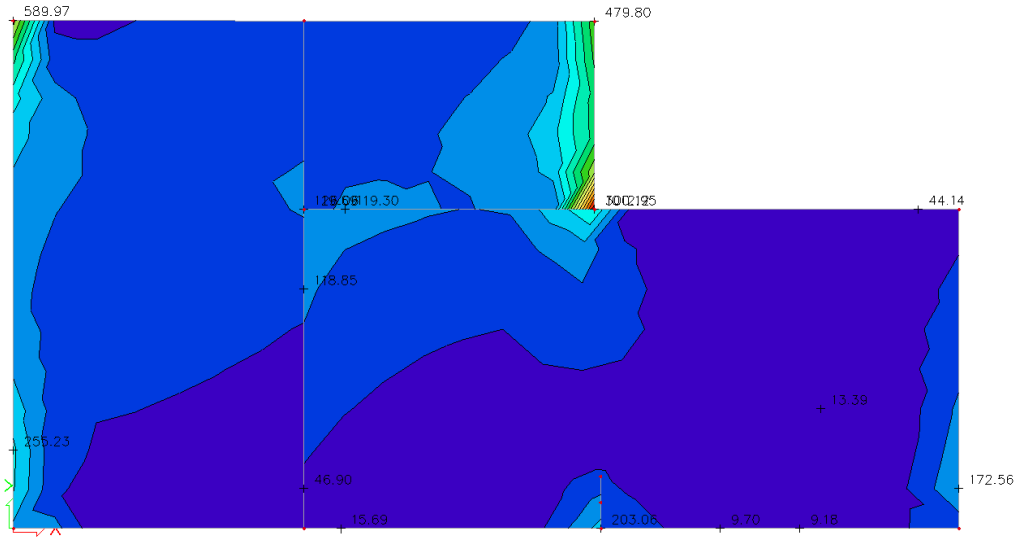
- **Strop tubusu – qmax [kN/m]**



- **Strop tubusu – nx [kN/m] – podélná síla**



- **Strop tubusu – ny [kN/m] – příčná síla**



- strop – spodní podélná výztuž

Průřez v poli (tubus) - mxD-

Průřez

b_{eff} =	1000 mm	b_w =	1000 mm	H =	450 mm		
c_1 =	50 mm	c_2 =	50 mm	$w_{k,max}$ =	0.20 mm		XD, XS, XF

Materiály

ocel:	**B**	**500**	**B**			**beton:**	**C30/37**	f_{ck} =	30.0	MPa
f_{yk} =	500	MPa	γ_s =	1.15	-	α_{cc} =	0.9	-	E_{cm} =	33.0	GPa
f_{yd} =	434.8	MPa	$\varepsilon_{ud}/\varepsilon_{uk}$ =	0.9	-	γ_c =	1.5	-	f_{cd} =	18.0	MPa
E_y =	200.0	GPa	$k = f_t/f_y$ =	1.08	-	α_e =	6.06	-	$f_{c,t,m}$ =	2.9	MPa
ε_{uk} =	50	$[.10^{-3}]$				ε_{c3} =	-1.75		ε_{cu3} =	-3.5	$[.10^{-3}]$

Ohybová výztuž

tažená výztuž	6.66667 Φ 25 mm	*1. řada*	z=0.071	$A_{s1,1}$	= 3272 mm²	(0.727%)
	0 Φ 20 mm	*2. řada*	z=0.080	$A_{s1,2}$	= mm²	(0.000%)
	0 Φ 20 mm	*3. řada*	z=0.250	$A_{s1,3}$	= mm²	(0.000%)
tlačená výztuž	6.66667 Φ 25 mm		z=0.071	A_{s2}	= 3272 mm²	(0.727%)

Rozdělovací výztuž (minimální)

14.0 Φ 8 mm $A_{s,perp}$ = 654 mm²

(pro desky)

Stupeň vyztužení

$A_{s,min}$	<	$A_{s,t}$	<	A_s	<	$A_{s,max}$	
572	<	3 272	<	6545	<	18 000	Vyhovuje

Smyková výztuž

třmínky	3.33333 Φ 8 mm	$A_{w,stirrup}$ = 168 mm²		α_w =	90 °
	$s_{w,st}$ = 150 mm	$A_{w,stirrup}$ = 1117 mm²/m²		$\rho_{w,s}$ =	0.11%
ohyby	0 Φ 16 mm	$A_{w,bend}$ = mm²		α_b =	45 °
	$s_{w,b}$ = 450 mm	$\rho_{w,b}$ = 0.00% <	$\rho_{w,s}$ = 0.11%		Vyhovuje

Stupeň vyztužení

$\rho_{w,s,min}$	<	$\rho_{w,s}$	<	$\rho_{w,s,max}$	
0.09%		0.11%		1.00%	Vyhovuje

Vnitřní síly na průřezu

M_{Ed} =	329	kNm	N_{Ed} =	-50	kN	V_{Ed} =	194	kN	(MSÚ)
Excentricita pro MSÚ:			Ne			$e_{MSÚ}$ =	6.580	m	
$M_{Ek,char}$ =	232	kNm	$N_{Ek,char}$ =	-49	kN	e_{char} =	4.735	m	(Charakteristická)
$M_{Ek,kvazi}$ =	56	kNm	$N_{Ek,kvazi}$ =	-51	kN	e_{kvazi} =	1.098	m	(Kvazistálá)

Štíhlostní kritérium

L_0 = 0.7 * 0 = 0.000 m *vetknutí-kloub* L = 0.00 m

i = √(0.008 / 0.450)= 0.130 m λ = 0.000 / 0.130 = **0.000** -

Posouzení λ_{lim} = **162.758** - > λ = **0.000** - Masivní prvek

Smyková únosnost - bez smykové výztuže

$V_{Rd,c}$ = (0.12 * 1.726 *(0.862 * 30.0)+ 0.15 * 0.111) 1000 * 380 = **0.239 MN**

Posouzení $V_{Rd,c}$ = **0.239** MN > V_{Ed} = **0.194** MN 81% Vyhovuje

Smyková únosnost - se smykovou výztuží

Sklon tlakových diagonál 1 < **cot θ = 1.428** < 2.5 θ = **35.00°** Vyhovuje

součinitel redukce únosnosti tlak. diag. **v = 0.528** -

Dodatečná tahová síla

ΔF_{td} = 1 * 194 *(1.428 - 0.000) = **0.277 MN**

Únosnost tlakové diagonály

$V_{Rd,max}$ = 0.528 * 18.0 * 1000 * 324 /(0.70021 + 1.42815)= **1.446 MN**

Únosnost třmínků

$V_{Rd,st}$ = 168 * 434.8 * 0.324 * 1.42815 / 150 = **0.225 MN**

Únosnost ohybů

$V_{Rd,b}$ = 0 * 434.8 * 0.707 * 0.324 * 2.42815 / 450 = **0.000 MN**

Posouzení $V_{Rd,s}$ = **0.225** MN > V_{Ed} = **0.194** MN 86% Vyhovuje

Stanovení napjatosti průřezu na MSÚ (M+N+V)

Přetvoření betonu v tlaku ε_c = **-0.951** $[.10^{-3}]$

excentricita tlačených vláken e_{z+} = 0.147 m

Úprava polohy N.O.

+0,1 mm | -0,1 mm | +1,0 mm | -1,0 mm

vzdálenost N.O. od spodních vláken e_z = **0.303** m

Silová podmínka rovnováhy **celkem** **-0.0014** MN — Silová podmínka vyhovuje

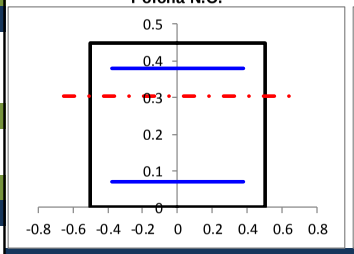
Momentová podm. rovnováhy M_{Rd} = **0.329** MNm **rameno vnitřních sil** **z = 0.324 m**

Interakce ohybového a smykového namáhání

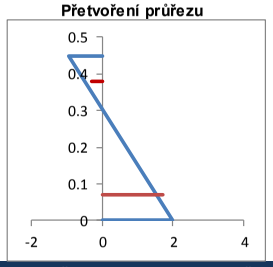
Materiál	Síla M [MN]	Síla V [MN]	σ_{max} [MPa]	ε_{max} $[.10^{-3}]$	Posouzení
Beton	-0.718	-	-9.785	-1.0	**Max.přetvoření betonu vyhovuje**
Výztuž (1)	0.988	0.139	344.3	1.7	**Max.přetvoření výztuže vyhovuje**
Výztuž (2)	0.000	0.000	0.0	0.0	**Max.přetvoření výztuže vyhovuje**
Výztuž (3)	0.000	0.000	0.0	0.0	**Max.přetvoření výztuže vyhovuje**
Výztuž tl.	-0.323	0.139	-56.4	-0.3	**Max.přetvoření výztuže vyhovuje**

Posouzení - beton	f_{cd} =	**18.000**	MPa	>	σ_{cc} =	**9.785**	MPa	54%	Vyhovuje
Posouzení - ocel	f_{std} =	**465.929**	MPa	>	σ_s =	**344.321**	MPa	74%	Vyhovuje

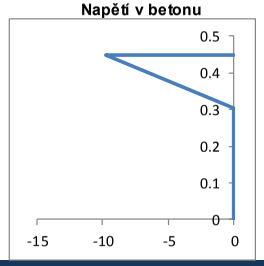
Poloha N.O.



Přetvoření průřezu



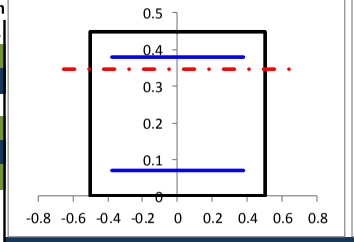
Napětí v betonu



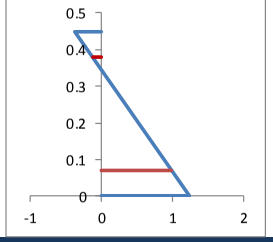
Mezní stav použitelnosti - omezení napětí

Posouzení - beton	$0,6.f_{ck}$ =	**18.000**	MPa	>	σ_{cc} =	**12.203**	MPa	68%	Vyhovuje
Posouzení - ocel	$0,8.f_{yk}$ =	**400.000**	MPa	>	$\sigma_{s,max}$ =	**199.853**	MPa	50%	Vyhovuje

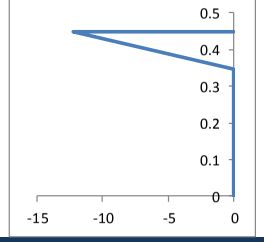
Poloha N.O.



Přetvoření průřezu



Napětí v betonu



Mezní stav použitelnosti - výpočet trhlin

Posouzení - beton	$0,45.f_{ck}$ =	13.500	MPa	>	σ_{cc} =	2.960	MPa	22%	lin.dotvar
Napětí v oceli	$\sigma_{s,max}$ =	42.240	MPa			Dlouhodobé účinky:		Ano	

$\varepsilon_{sm}-\varepsilon_{cm}$ =(42.240 - 0.4 * 99.50824 *(1 + 0.176626)/ 200.0 = 0.0000

$\varepsilon_{sm}-\varepsilon_{cm}$ = 0.6 * 42.240 / 200.0 = 0.000127 $\varepsilon_{sm}-\varepsilon_{cm}$ = **0.00013**

$s_{r,max}$ = 1.94008 * 58 + 0.17 * 857.8297 = 258 mm

w_k = 258 * 0.000127 = **0.033** mm σ_{ct} = **1.371** MPa Trhliny při char.komb.

Posouzení $w_{k,max}$ = **0.200** mm > w_k = **0.033** mm 16% Vyhovuje

- strop – horní podélná výztuž – u stěny tl. 400

Průřez nad stěnou (tubus) - mxD+

Průřez

b_{eff} =	1000 mm	b_w =	1000 mm	H =	406 mm	
c_1 =	50 mm	c_2 =	50 mm	$w_{k,max}$ =	0.20 mm	XD, XS, XF

Materiály

ocel:	B	500	B			**beton:**	C30/37	f_{ck} =	30.0	MPa
f_{yk} =	500	MPa	γ_s =	1.15	-	α_{cc} =	0.9	- E_{cm} =	33.0	GPa
f_{yd} =	434.8	MPa	$\varepsilon_{ud}/\varepsilon_{uk}$ =	0.9	-	γ_c =	1.5	- f_{cd} =	18.0	MPa
E_y =	200.0	GPa	$k = f_t/f_y$ =	1.08	-	α_e =	6.06	- $f_{c,t,m}$ =	2.9	MPa
ε_{uk} =	50	[.10^{-3}]				ε_{c3} =	-1.75	ε_{cu3} =	-3.5	[.10^{-3}]

Ohybová výztuž

tažená výztuž	6.66667 Φ 25 mm	*1. řada*	z=0.073	$A_{s1,1}$	= 3272 mm²	(0.806%)
	0 Φ 20 mm	*2. řada*	z=0.080	$A_{s1,2}$	= mm²	(0.000%)
	0 Φ 20 mm	*3. řada*	z=0.250	$A_{s1,3}$	= mm²	(0.000%)
tlačená výztuž	6.66667 Φ 16 mm		z=0.068	A_{s2}	= 1340 mm²	(0.330%)

Rozdělovací výztuž (minimální) — *Stupeň vyztužení*

14.0	Φ 8 mm	$A_{s,perp}$	= 654 mm²	$A_{s,min}$	<	$A_{s,t}$	<	A_s	<	$A_{s,max}$		
(pro desky)				503	<	3 272	<	4613	<	16 240		Vyhovuje

Smyková výztuž

třmínky	3.33333 Φ 10 mm	$A_{w,stirrup}$ = 262 mm²			α_w =	90 °
	$s_{w,st}$ = 150 mm	$A_{w,stirrup}$ = 1745 mm²/m²			$\rho_{w,s}$ =	0.17%
ohyby	1 Φ 25 mm	$A_{w,bend}$ = 491 mm²			α_b =	45 °
	$s_{w,b}$ = 450 mm	$\rho_{w,b}$ = 0.15%	<	$\rho_{w,s}$ = 0.17%		Vyhovuje

Stupeň vyztužení

$\rho_{w,s,min}$	<	$\rho_{w,s}$	<	$\rho_{w,s,max}$	
0.09%		0.33%		1.00%	Vyhovuje

Vnitřní síly na průřezu

M_{Ed} =	267	kNm	N_{Ed} =	141	kN	V_{Ed} =	482	kN	(MSÚ)
Excentricita pro MSÚ:			Ne			$e_{MSÚ}$ =	1.894	m	
$M_{Ek,char}$ =	190	kNm	$N_{Ek,char}$ =	89	kN	e_{char} =	2.135	m	(Charakteristická)
$M_{Ek,kvazi}$ =	46	kNm	$N_{Ek,kvazi}$ =	15	kN	e_{kvazi} =	3.067	m	(Kvazistálá)

Štíhlostní kritérium

L_0 = 0.7 * 0 = 0.000 m *vetknutí-kloub* L = 0.00 m

i = √(0.006 / 0.406)= 0.117 m λ = 0.000 / 0.117 = **0.000** -

Posouzení λ_{lim} = **500.000** - > λ = **0.000** - **Masivní prvek**

Smyková únosnost - bez smykové výztuže

$V_{Rd,c}$ = (0.12 * 1.774 *(0.981 * 30.0)+ 0.15 * -0.347) 1000 * 334 = **0.202 MN**

Posouzení $V_{Rd,c}$ = **0.202** MN < V_{Ed} = **0.482** MN **239%** **Nevyhovuje**

Smyková únosnost - se smykovou výztuží

Sklon tlakových diagonál 1 < **cot θ = 1.428** < 2.5 θ = **35.00°** Vyhovuje

součinitel redukce únosnosti tlak. diag. **ν = 0.528** -

Dodatečná tahová síla

ΔF_{td} = 1 * 482 *(1.428 - 0.000) = **0.688 MN**

Únosnost tlakové diagonály

$V_{Rd,max}$ = 0.528 * 18.0 * 1000 * 285 /(0.70021 + 1.42815)= **1.272 MN**

Únosnost třmínků

$V_{Rd,st}$ = 262 * 434.8 * 0.285 * 1.42815 / 150 = **0.309 MN**

Únosnost ohybů

$V_{Rd,b}$ = 491 * 434.8 * 0.707 * 0.285 * 2.42815 / 450 = **0.232 MN**

Posouzení $V_{Rd,s}$ = **0.541** MN > V_{Ed} = **0.482** MN **89%** **Vyhovuje**

Stanovení napjatosti průřezu na MSÚ (M+N+V)

Přetvoření betonu v tlaku ε_c = **-1.055** [.10^{-3}] *Úprava polohy N.O.*

excentricita tlačených vláken e_{z+} = 0.135 m

+0,1 mm | -0,1 mm | +1,0 mm | -1,0 mm

vzdálenost N.O. od spodních vláken e_z = **0.271** m

Silová podmínka rovnováhy **celkem** **0.0034** MN **Silová podmínka vyhovuje**

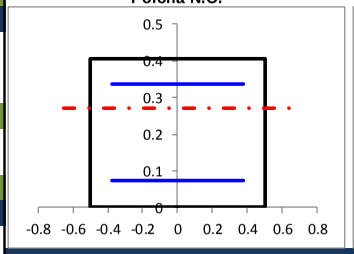
Momentová podm. rovnováhy M_{Rd} = **0.267** MNm **rameno vnitřních sil** **z = 0.285 m**

Interakce ohybového a smykového namáhání

Materiál	Síla M [MN]	Síla V [MN]	σ_{max} [MPa]	ε_{max} [.10^{-3}]	Posouzení
Beton	-0.733	-	-10.855	-1.1	**Max.přetvoření betonu vyhovuje**
Výztuž (1)	1.016	0.408	434.9	2.4	**Max.přetvoření výztuže vyhovuje**
Výztuž (2)	0.000	0.000	0.0	0.0	**Max.přetvoření výztuže vyhovuje**
Výztuž (3)	0.000	0.000	0.0	0.0	**Max.přetvoření výztuže vyhovuje**
Výztuž tl.	-0.140	0.278	102.8	0.5	**Max.přetvoření výztuže vyhovuje**

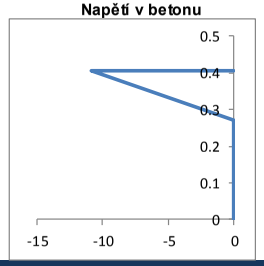
Posouzení - beton	f_{cd} =	**18.000**	MPa	>	σ_{cc} =	**10.855**	MPa	**60%**	**Vyhovuje**
Posouzení - ocel	f_{std} =	**465.929**	MPa	>	σ_s =	**434.929**	MPa	**93%**	**Vyhovuje**

Poloha N.O.



Přetvoření průřezu

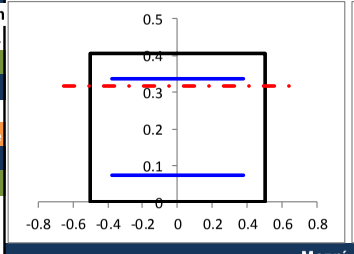
Napětí v betonu



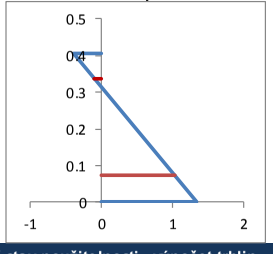
Mezní stav použitelnosti - omezení napětí

Posouzení - beton	0,6.f_{ck} =	**18.000**	MPa	>	σ_{cc} =	**12.606**	MPa	**70%**	**Vyhovuje**
Posouzení - ocel	0,8.f_{yk} =	**400.000**	MPa	>	$\sigma_{s,max}$ =	**207.518**	MPa	**52%**	**Vyhovuje**

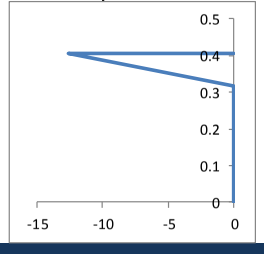
Poloha N.O.



Přetvoření průřezu



Napětí v betonu



Mezní stav použitelnosti - výpočet trhlin

Posouzení - beton 0,45.f_{ck} = 13.500 MPa > σ_{cc} = 3.056 MPa **23%** **lin.dotvar**

Napětí v oceli $\sigma_{s,max}$ = 49.040 MPa Dlouhodobé účinky: Ano

ε_{sm}-ε_{cm} =(49.040 - 0.4 * 92.9239 *(1 + 0.189141)/ 200.0 = 0.0000

ε_{sm}-ε_{cm} = 0.6 * 49.040 / 200.0 = 0.000147 ε_{sm}-ε_{cm} = **0.00015**

$s_{r,max}$ = 1.89673 * 60 + 0.17 * 801.0681 = 250 mm

w_k = 250 * 0.000147 = **0.037** mm σ_{ct} = **1.548** MPa **Trhliny při char.komb.**

Posouzení $w_{k,max}$ = **0.200** mm > w_k = **0.037** mm **18%** **Vyhovuje**

- strop – horní podélná výztuž – u stěny tl. 300

Stanovení napjatosti průřezu na MSÚ (M+N+V)

Přetvoření betonu v tlaku ε_c = **-0.575** [$.10^{-3}$]
excentricita tlačených vláken e_{z+} = 0.111 m
vzdálenost N.O. od spodních vláken e_z = **0.224** m
Silová podmínka rovnováhy **celkem** **-0.0020** **MN**
Momentová podm. rovnováhy M_{Rd} = **0.100** **MNm** **rameno vnitřních sil** **z = 0.218 m**

Úprava polohy N.O.: +0,1 mm, -0,1 mm, +1,0 mm, -1,0 mm

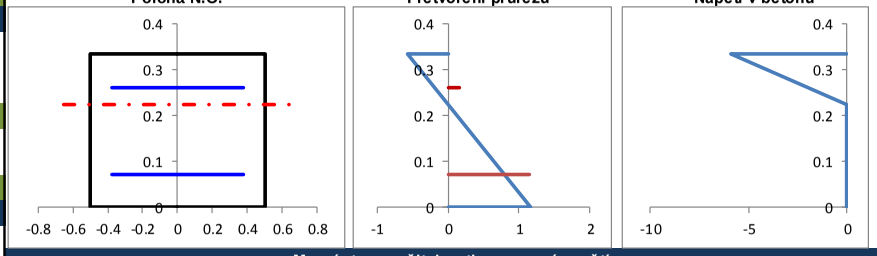
Silová podmínka vyhovuje

Interakce ohybového a smykového namáhání

Materiál	Síla M [MN]	Síla V [MN]	σ_{max} [MPa]	ε_{max} [$.10^{-3}$]	Posouzení
Beton	-0.329	-	-5.910	-0.6	**Max.přetvoření betonu vyhovuje**
Výztuž (1)	0.510	0.236	227.8	1.1	**Max.přetvoření výztuže vyhovuje**
Výztuž (2)	0.000	0.000	0.0	0.0	**Max.přetvoření výztuže vyhovuje**
Výztuž (3)	0.000	0.000	0.0	0.0	**Max.přetvoření výztuže vyhovuje**
Výztuž tl.	-0.088	0.157	31.8	0.2	**Max.přetvoření výztuže vyhovuje**

Posouzení - beton f_{cd} = **18.000** MPa > σ_{cc} = **5.910** MPa — 33% Vyhovuje
Posouzení - ocel f_{std} = **465.929** MPa > σ_s = **227.794** MPa — 49% Vyhovuje

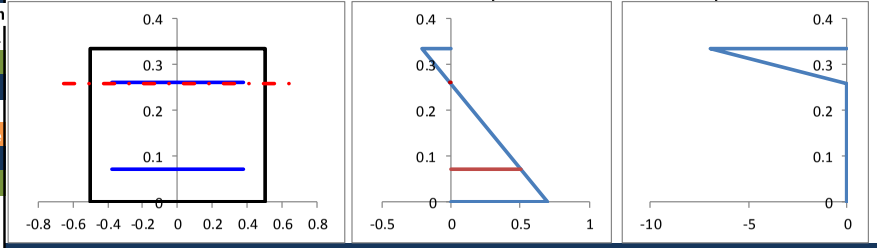
Poloha N.O. | Přetvoření průřezu | Napětí v betonu



Mezní stav použitelnosti - omezení napětí

Posouzení - beton 0,6.f_{ck} = **18.000** MPa > σ_{cc} = **6.914** MPa — 38% Vyhovuje
Posouzení - ocel 0,8.f_{yk} = **400.000** MPa > $\sigma_{s,max}$ = **100.794** MPa — 25% Vyhovuje

Poloha N.O. | Přetvoření průřezu | Napětí v betonu



Mezní stav použitelnosti - výpočet trhlin

Posouzení - beton 0,45.f_{ck} = 13.500 MPa > σ_{cc} = 1.907 MPa — 14% lin.dotvar
Napětí v oceli $\sigma_{s,max}$ = 26.630 MPa — Dlouhodobé účinky: Ano
ε_{sm}-ε_{cm} =(26.630 - 0.4 * 75.48492 *(1 + 0.232838)/ 200.0 = -0.0001
ε_{sm}-ε_{cm} = 0.6 * 26.630 / 200.0 = 7.99E-05 — ε_{sm}-ε_{cm} = **0.00008**
$s_{r,max}$ = 1.89673 * 60 + 0.17 * 650.732 = 224 mm
w_k = 224 * 7.99E-05 = **0.018** **mm** — σ_{ct} = **0.945** MPa — Trhliny při char.komb.
Posouzení $w_{k,max}$ = **0.200** **mm** > w_k = **0.018** **mm** — 9% Vyhovuje

Průřez nad stěnou 300 (tubus) - mxD+

Průřez

b_{eff} = 1000 mm | b_w = 1000 mm | H = 335 mm
c_1 = 50 mm | c_2 = 50 mm | $w_{k,max}$ = 0.20 mm | XD, XS, XF

Materiály

ocel: B 500 B — **beton: C30/37**
f_{yk} = 500 MPa — γ_s = 1.15 - α_{cc} = 0.9 - E_{cm} = 33.0 GPa — f_{ck} = 30.0 MPa
f_{yd} = 434.8 MPa — $\varepsilon_{ud}/\varepsilon_{uk}$ = 0.9 - γ_c = 1.5 - f_{cd} = 18.0 MPa
E_y = 200.0 GPa — k = f_t/f_y = 1.08 - α_e = 6.06 - $f_{c,t,m}$ = 2.9 MPa
ε_{uk} = 50 [$.10^{-3}$] — ε_{c3} = -1.75 — ε_{cu3} = -3.5 [$.10^{-3}$]

Ohybová výztuž

tažená výztuž	**6.66667 Φ 25 mm**	*1. řada*	z=0.073	$A_{s1,1}$ = **3272 mm²**	(0.977%)
	0 Φ 20 mm	*2. řada*	z=0.080	$A_{s1,2}$ = **mm²**	(0.000%)
	0 Φ 20 mm	*3. řada*	z=0.250	$A_{s1,3}$ = **mm²**	(0.000%)
tlačená výztuž	**4.44444 Φ 25 mm**		z=0.073	A_{s2} = **2182 mm²**	(0.651%)

Rozdělovací výztuž (minimální) — *Stupeň vyztužení*
14.0 Φ 8 mm $A_{s,perp}$ = 654 mm² — $A_{s,min}$ < $A_{s,t}$ < A_s < $A_{s,max}$
(pro desky) — 396 < 3 272 < 5454 < 13 400 — Vyhovuje

Smyková výztuž

třmínky **3.33333 Φ 10 mm** — $A_{w,stirrup}$ = 262 mm² — α_w = 90 °
$s_{w,st}$ = 150 mm — $A_{w,stirrup}$ = 1745 mm²/m² — $\rho_{w,s}$ = 0.17%
ohyby **1 Φ 25 mm** — $A_{w,bend}$ = 491 mm² — α_b = 45 °
$s_{w,b}$ = 450 mm — $\rho_{w,b}$ = 0.15% < $\rho_{w,s}$ = 0.17% — Vyhovuje

Stupeň vyztužení
$\rho_{w,s,min}$ < $\rho_{w,s}$ < $\rho_{w,s,max}$
0.09% — 0.33% — 1.00% — Vyhovuje

Vnitřní síly na průřezu

M_{Ed} = **100** **kNm** — N_{Ed} = **95** **kN** — V_{Ed} = **275** **kN** (MSÚ)
Excentricita pro MSÚ: Ne — $e_{MSÚ}$ = **1.053** **m**
$M_{Ek,char}$ = **70** **kNm** — $N_{Ek,char}$ = **58** **kN** — e_{char} = **1.207** **m** (Charakteristická)
$M_{Ek,kvazi}$ = **19** **kNm** — $N_{Ek,kvazi}$ = **10** **kN** — e_{kvazi} = **1.900** **m** (Kvazistálá)

Štíhlostní kritérium

L_0 = 0.7 * 0 = 0.000 m — ***vetknutí-kloub*** — L = 0.00 m
i = √(0.003 / 0.335)= 0.097 m — λ = 0.000 / 0.097 = **0.000** -
Posouzení λ_{lim} = **500.000** - > λ = **0.000** - — Masivní prvek

Smyková únosnost - bez smykové výztuže

$V_{Rd,c}$ = (0.12 * 1.873 *(1.247 * 30.0)+ 0.15 * -0.284) 1000 * 263 = **0.186 MN**
Posouzení $V_{Rd,c}$ = **0.186** **MN** < V_{Ed} = **0.275** **MN** — 148% Nevyhovuje

Smyková únosnost - se smykovou výztuží

Sklon tlakových diagonál 1 < **cot θ** = **1.428** < 2.5 θ = **35.00°** — Vyhovuje
součinitel redukce únosnosti tlak. diag. **v** = **0.528** -

Dodatečná tahová síla
ΔF_{td} = 1 * 275 *(1.428 - 0.000) = **0.393** **MN**

Únosnost tlakové diagonály
$V_{Rd,max}$ = 0.528 * 18.0 * 1000 * 218 /(0.70021 + 1.42815)= **0.973** **MN**

Únosnost třmínků
$V_{Rd,st}$ = 262 * 434.8 * 0.218 * 1.42815 / 150 = **0.236** **MN**

Únosnost ohybů
$V_{Rd,b}$ = 491 * 434.8 * 0.707 * 0.218 * 2.42815 / 450 = **0.177** **MN**

Posouzení $V_{Rd,s}$ = **0.414** **MN** > V_{Ed} = **0.275** **MN** — 66% Vyhovuje

- strop – horní podélná výztuž – u pilíře

SUDOP PRAHA

Průřez nad pilířem (tubus) - mxD+

Průřez

b_{eff} =	1000 mm	b_w =	1000 mm	H =	390 mm		
c_1 =	50 mm	c_2 =	50 mm	$w_{k,max}$ =	0.20 mm		XD, XS, XF

Materiály

ocel:	**B**	**500**	**B**			**beton:**	**C30/37**	f_{ck} =	30.0	MPa
f_{yk} =	500	MPa	γ_s =	1.15	-	α_{cc} =	0.9	-	E_{cm} =	33.0	GPa
f_{yd} =	434.8	MPa	$\varepsilon_{ud}/\varepsilon_{uk}$ =	0.9	-	γ_c =	1.5	-	f_{cd} =	18.0	MPa
E_y =	200.0	GPa	$k = f_t/f_y$ =	1.08	-	α_e =	6.06	-	$f_{c,t,m}$ =	2.9	MPa
ε_{uk} =	50	$[.10^{-3}]$				ε_{c3} =	-1.75		ε_{cu3} =	-3.5	$[.10^{-3}]$

Ohybová výztuž

tažená výztuž	**6.66667 Φ 25 mm**	*1. řada*	z=0.073	$A_{s1,1}$	**= 3272 mm²**	(0.839%)
	0 Φ 20 mm	*2. řada*	z=0.080	$A_{s1,2}$	**= mm²**	(0.000%)
	0 Φ 20 mm	*3. řada*	z=0.250	$A_{s1,3}$	**= mm²**	(0.000%)
tlačená výztuž	**6.66667 Φ 25 mm**		z=0.073	A_{s2}	**= 3272 mm²**	(0.839%)

Rozdělovací výztuž (minimální)

14.0 Φ 8 mm $A_{s,perp}$ = 654 mm²

(pro desky)

Stupeň vyztužení

$A_{s,min}$	<	$A_{s,t}$	<	A_s	<	$A_{s,max}$	
479	<	3 272	<	6545	<	15 600	Vyhovuje

Smyková výztuž

třmínky	**6.66667 Φ 10 mm**	$A_{w,stirrup}$ = 524 mm²		α_w =	90 °
	$s_{w,st}$ = 150 mm	$A_{w,stirrup}$ = 3491 mm²/m²		$\rho_{w,s}$ =	0.35%
ohyby	**0 Φ 16 mm**	$A_{w,bend}$ = mm²		α_b =	45 °
	$s_{w,b}$ = 450 mm	$\rho_{w,b}$ = 0.00% <	$\rho_{w,s}$ = 0.35%	Vyhovuje	

Stupeň vyztužení

$\rho_{w,s,min}$	<	$\rho_{w,s}$	<	$\rho_{w,s,max}$	
0.09%		0.35%		1.00%	Vyhovuje

Vnitřní síly na průřezu

M_{Ed} =	**299**	**kNm**	N_{Ed} =	**0**	**kN**	V_{Ed} =	**468**	**kN**	(MSÚ)
Excentricita pro MSÚ:			Ne			$e_{MSÚ}$ =	**0.000**	**m**	
$M_{Ek,char}$ =	**212**	**kNm**	$N_{Ek,char}$ =	**0**	**kN**	e_{char} =	**0.000**	**m**	(Charakteristická)
$M_{Ek,kvazi}$ =	**43**	**kNm**	$N_{Ek,kvazi}$ =	**-27**	**kN**	e_{kvazi} =	**1.593**	**m**	(Kvazistálá)

Štíhlostní kritérium

L_0 = 0.7 * 0 = 0.000 m ***vetknutí-kloub*** L = 0.00 m

i = √(0.005 / 0.390)= 0.113 m λ = 0.000 / 0.113 = **0.000** -

Posouzení λ_{lim} = **500.000** - > λ = **0.000** - Masivní prvek

Smyková únosnost - bez smykové výztuže

$V_{Rd,c}$ = (0.12 * 1.794 *(1.031 * 30.0)+ 0.15 * 0.000) 1000 * 318 = **0.214 MN**

Posouzení $V_{Rd,c}$ = **0.214 MN** < V_{Ed} = **0.468 MN** 218% Nevyhovuje

Smyková únosnost - se smykovou výztuží

Sklon tlakových diagonál 1 < **cot θ = 1.428** < 2.5 θ = **35.00°** Vyhovuje

součinitel redukce únosnosti tlak. diag. **ν = 0.528** -

Dodatečná tahová síla

ΔF_{td} = 1 * 468 *(1.428 - 0.000) = **0.668 MN**

Únosnost tlakové diagonály

$V_{Rd,max}$ = 0.528 * 18.0 * 1000 * 266 /(0.70021 + 1.42815)= **1.186 MN**

Únosnost třmínků

$V_{Rd,st}$ = 524 * 434.8 * 0.266 * 1.42815 / 150 = **0.576 MN**

Únosnost ohybů

$V_{Rd,b}$ = 0 * 434.8 * 0.707 * 0.266 * 2.42815 / 450 = **0.000 MN**

Posouzení $V_{Rd,s}$ = **0.576 MN** > V_{Ed} = **0.468 MN** 81% Vyhovuje

Stanovení napjatosti průřezu na MSÚ (M+N+V)

Přetvoření betonu v tlaku ε_c = **-1.182** $[.10^{-3}]$

excentricita tlačených vláken e_{z+} = 0.129 m

Úprava polohy N.O.

+0,1 mm | -0,1 mm | +1,0 mm | -1,0 mm

vzdálenost N.O. od spodních vláken e_z = **0.261 m**

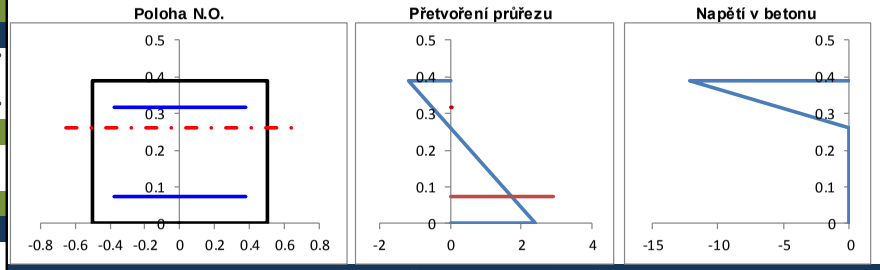
Silová podmínka rovnováhy **celkem** **-0.0003** **MN** **Silová podmínka vyhovuje**

Momentová podm. rovnováhy M_{Rd} = **0.299** **MNm** **rameno vnitřních sil** **z = 0.266 m**

Interakce ohybového a smykového namáhání

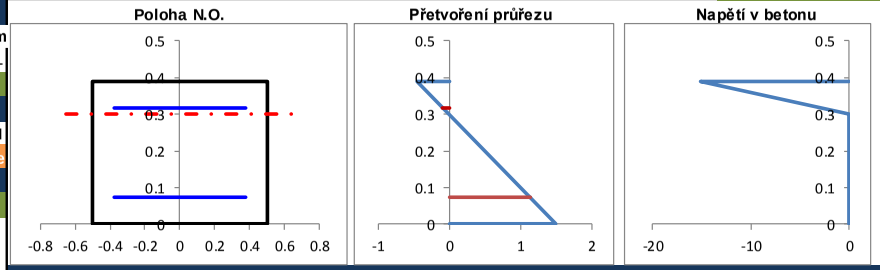
Materiál	Síla M [MN]	Síla V [MN]	σ_{max} [MPa]	ε_{max} $[.10^{-3}]$	Posouzení
Beton	-0.785	-	-12.150	-1.2	**Max.přetvoření betonu vyhovuje**
Výztuž (1)	1.127	0.298	435.3	2.9	**Max.přetvoření výztuže vyhovuje**
Výztuž (2)	0.000	0.000	0.0	0.0	**Max.přetvoření výztuže vyhovuje**
Výztuž (3)	0.000	0.000	0.0	0.0	**Max.přetvoření výztuže vyhovuje**
Výztuž tl.	-0.339	0.370	9.3	0.0	**Max.přetvoření výztuže vyhovuje**

Posouzení - beton	f_{cd} =	**18.000**	**MPa**	>	σ_{cc} =	**12.150**	**MPa**	68% Vyhovuje
Posouzení - ocel	f_{std} =	**465.929**	**MPa**	>	σ_s =	**435.311**	**MPa**	93% Vyhovuje



Mezní stav použitelnosti - omezení napětí

Posouzení - beton	$0,6.f_{ck}$ =	**18.000**	**MPa**	>	σ_{cc} =	**15.091**	**MPa**	84% Vyhovuje
Posouzení - ocel	$0,8.f_{yk}$ =	**400.000**	**MPa**	>	$\sigma_{s,max}$ =	**228.273**	**MPa**	57% Vyhovuje



Mezní stav použitelnosti - výpočet trhlin

Posouzení - beton $0,45.f_{ck}$ = 13.500 MPa > σ_{cc} = 3.099 MPa 23% lin.dotvar

Napětí v oceli $\sigma_{s,max}$ = 42.474 MPa Dlouhodobé účinky: Ano

ε_{sm}-ε_{cm} =(42.474 - 0.4 * 86.44822 *(1 + 0.20331)/ 200.0 = 0.0000

ε_{sm}-ε_{cm} = 0.6 * 42.474 / 200.0 = 0.000127 **ε_{sm}-ε_{cm} = 0.00013**

$s_{r,max}$ = 1.89673 * 60 + 0.17 * 745.2433 = 240 mm

w_k = 240 * 0.000127 = **0.031 mm** σ_{cl} = **1.451 MPa** Trhliny při char.komb.

Posouzení $w_{k,max}$ = **0.200 mm** > w_k = **0.031 mm** 15% Vyhovuje

- strop – spodní příčná výztuž

Průřez v poli (tubus) - mxD-

Průřez

b_{eff} =	1000 mm	b_w =	1000 mm	H =	380 mm		
c_1 =	50 mm	c_2 =	50 mm	$w_{k,max}$ =	0.20 mm	XD, XS, XF	

Materiály

ocel:	B	500	B			**beton:**	C30/37	f_{ck} =	30.0	MPa	
f_{yk} =	500	MPa	γ_s =	1.15	-	α_{cc} =	0.9	-	E_{cm} =	33.0	GPa
f_{yd} =	434.8	MPa	$\varepsilon_{ud}/\varepsilon_{uk}$ =	0.9	-	γ_c =	1.5	-	f_{cd} =	18.0	MPa
E_y =	200.0	GPa	k = f_t/f_y =	1.08	-	α_e =	6.06	-	$f_{c,t,m}$ =	2.9	MPa
ε_{uk} =	50	[.10^{-3}]				ε_{c3} =	-1.75		ε_{cu3} =	-3.5	[.10^{-3}]

Ohybová výztuž

tažená výztuž	6.66667 Φ 20 mm	*1. řada*	z=0.095	$A_{s1,1}$	= 2094 mm²	(0.551%)
	0 Φ 20 mm	*2. řada*	z=0.080	$A_{s1,2}$	= mm²	(0.000%)
	0 Φ 20 mm	*3. řada*	z=0.250	$A_{s1,3}$	= mm²	(0.000%)
tlačená výztuž	6.66667 Φ 16 mm		z=0.093	A_{s2}	= 1340 mm²	(0.353%)

Rozdělovací výztuž (minimální)

9.0 Φ 8 mm $A_{s,perp}$ = 419 mm²

Stupeň vyztužení

	$A_{s,min}$	<	$A_{s,t}$	<	A_s	<	$A_{s,max}$	
(pro desky)	430	<	2 094	<	3435	<	15 200	Vyhovuje

Smyková výztuž

třmínky	3.33333 Φ 10 mm	$A_{w,stirrup}$ = 262 mm²		α_w =	90 °
	$s_{w,st}$ = 150 mm	$A_{w,stirrup}$ = 1745 mm²/m²		$\rho_{w,s}$ =	0.17%
ohyby	0 Φ 16 mm	$A_{w,bend}$ = mm²		α_b =	45 °
	$s_{w,b}$ = 450 mm	$\rho_{w,b}$ = 0.00% <	$\rho_{w,s}$ = 0.17%		Vyhovuje

Stupeň vyztužení

$\rho_{w,s,min}$	<	$\rho_{w,s}$	<	$\rho_{w,s,max}$	
0.09%		0.17%		1.00%	Vyhovuje

Vnitřní síly na průřezu

M_{Ed} =	182	kNm	N_{Ed} =	33	kN	V_{Ed} =	227	kN	(MSÚ)
Excentricita pro MSÚ:			Ne			$e_{MSÚ}$ =	5.515	m	
$M_{Ek,char}$ =	128	kNm	$N_{Ek,char}$ =	24	kN	e_{char} =	5.333	m	(Charakteristická)
$M_{Ek,kvazi}$ =	32	kNm	$N_{Ek,kvazi}$ =	4	kN	e_{kvazi} =	8.000	m	(Kvazistálá)

Štíhlostní kritérium

L_0 = 0.7 * 0 = 0.000 m *vetknutí-kloub* L = 0.00 m

i = √(0.005 / 0.380)= 0.110 m λ = 0.000 / 0.110 = **0.000** -

Posouzení λ_{lim} = **500.000** - > λ = **0.000** - Masivní prvek

Smyková únosnost - bez smykové výztuže

$V_{Rd,c}$ = (0.12 * 1.838 *(0.735 * 30.0)+ 0.15 * -0.087) 1000 * 285 = **0.173 MN**

Posouzení $V_{Rd,c}$ = **0.173** MN < V_{Ed} = **0.227** MN 132% Nevyhovuje

Smyková únosnost - se smykovou výztuží

Sklon tlakových diagonál 1 < **cot θ = 1.428** < 2.5 θ = **35.00°** Vyhovuje

součinitel redukce únosnosti tlak. diag. **ν = 0.528** -

Dodatečná tahová síla

ΔF_{td} = 1 * 227 *(1.428 - 0.000) = **0.324 MN**

Únosnost tlakové diagonály

$V_{Rd,max}$ = 0.528 * 18.0 * 1000 * 244 /(0.70021 + 1.42815)= **1.088 MN**

Únosnost třmínků

$V_{Rd,st}$ = 262 * 434.8 * 0.244 * 1.42815 / 150 = **0.264 MN**

Únosnost ohybů

$V_{Rd,b}$ = 0 * 434.8 * 0.707 * 0.244 * 2.42815 / 450 = **0.000 MN**

Posouzení $V_{Rd,s}$ = **0.264** MN > V_{Ed} = **0.227** MN 86% Vyhovuje

Stanovení napjatosti průřezu na MSÚ (M+N+V)

Přetvoření betonu v tlaku ε_c = **-1.183** [.10^{-3}] *Úprava polohy N.O.*

excentricita tlačených vláken e_{z+} = 0.112 m

+0,1 mm | -0,1 mm | +1,0 mm | -1,0 mm

vzdálenost N.O. od spodních vláken e_z = **0.268** m

Silová podmínka rovnováhy **celkem** **0.0035** MN **Silová podmínka vyhovuje**

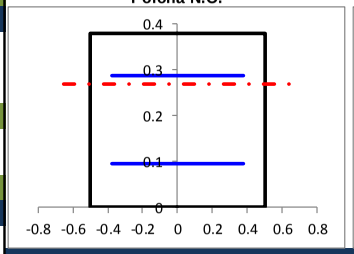
Momentová podm. rovnováhy M_{Rd} = **0.182** MNm **rameno vnitřních sil** **z = 0.244 m**

Interakce ohybového a smykového namáhání

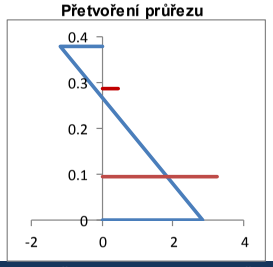
Materiál	Síla M [MN]	Síla V [MN]	σ_{max} [MPa]	ε_{max} [.10^{-3}]	Posouzení
Beton	-0.680	-	-12.170	-1.2	**Max.přetvoření betonu vyhovuje**
Výztuž (1)	0.769	0.143	435.4	3.0	**Max.přetvoření výztuže vyhovuje**
Výztuž (2)	0.000	0.000	0.0	0.0	**Max.přetvoření výztuže vyhovuje**
Výztuž (3)	0.000	0.000	0.0	0.0	**Max.přetvoření výztuže vyhovuje**
Výztuž tl.	-0.053	0.180	94.4	0.5	**Max.přetvoření výztuže vyhovuje**

Posouzení - beton	f_{cd} =	**18.000**	MPa	>	σ_{cc} =	**12.170**	MPa	68%	Vyhovuje
Posouzení - ocel	f_{std} =	**465.929**	MPa	>	σ_s =	**435.352**	MPa	93%	Vyhovuje

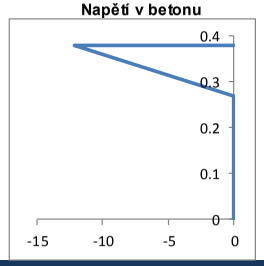
Poloha N.O.



Přetvoření průřezu



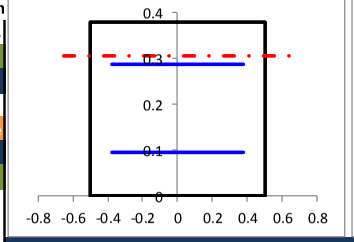
Napětí v betonu



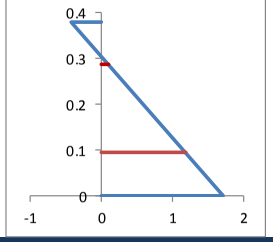
Mezní stav použitelnosti - omezení napětí

Posouzení - beton	0,6.f_{ck} =	**18.000**	MPa	>	σ_{cc} =	**13.659**	MPa	76%	Vyhovuje
Posouzení - ocel	0,8.f_{yk} =	**400.000**	MPa	>	$\sigma_{s,max}$ =	**254.276**	MPa	64%	Vyhovuje

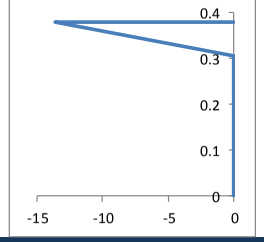
Poloha N.O.



Přetvoření průřezu



Napětí v betonu



Mezní stav použitelnosti - výpočet trhlin

Posouzení - beton 0,45.f_{ck} = 13.500 MPa > σ_{cc} = 3.416 MPa 25% lin.dotvar

Napětí v oceli $\sigma_{s,max}$ = 58.911 MPa Dlouhodobé účinky: Ano

ε_{sm}-ε_{cm} =(58.911 - 0.4 * 141.1862 *(1 + 0.124486)/ 200.0 = 0.0000

ε_{sm}-ε_{cm} = 0.6 * 58.911 / 200.0 = 0.000177 ε_{sm}-ε_{cm} = **0.00018**

$s_{r,max}$ = 1.50369 * 85 + 0.17 * 973.6979 = 293 mm

w_k = 293 * 0.000177 = **0.052** mm σ_{ct} = **1.279** MPa Trhliny při char.komb.

Posouzení $w_{k,max}$ = **0.200** mm > w_k = **0.052** mm 26% Vyhovuje

- strop – horní příčná výztuž

Příčná výztuž - myD+

Průřez

b_{eff} =	1000 mm	b_w =	1000 mm	H =	380 mm		
c_1 =	50 mm	c_2 =	50 mm	$w_{k,max}$ =	0.20 mm	XD, XS, XF	

Materiály

ocel:	B 500 B				beton:	C30/37		f_{ck} =	30.0	MPa	
f_{yk} =	500	MPa	γ_s =	1.15	-	α_{cc} =	0.9	-	E_{cm} =	33.0	GPa
f_{yd} =	434.8	MPa	$\varepsilon_{ud}/\varepsilon_{uk}$ =	0.9	-	γ_c =	1.5	-	f_{cd} =	18.0	MPa
E_y =	200.0	GPa	k = f_t/f_y =	1.08	-	α_e =	6.06	-	$f_{c,t,m}$ =	2.9	MPa
ε_{uk} =	50	[.10^{-3}]				ε_{c3} =	-1.75		ε_{cu3} =	-3.5	[.10^{-3}]

Ohybová výztuž

tažená výztuž	6.66667 Φ 20 mm	1. řada	z=0.095	$A_{s1,1}$	= 2094 mm²	(0.551%)
	0 Φ 20 mm	2. řada	z=0.080	$A_{s1,2}$	= mm²	(0.000%)
	0 Φ 20 mm	3. řada	z=0.250	$A_{s1,3}$	= mm²	(0.000%)
tlačená výztuž	6.66667 Φ 20 mm		z=0.095	A_{s2}	= 2094 mm²	(0.551%)

Rozdělovací výztuž (minimální)

9.0 Φ 8 mm $A_{s,perp}$ = 419 mm²

Stupeň vyztužení

	$A_{s,min}$	<	$A_{s,t}$	<	A_s	<	$A_{s,max}$	
(pro desky)	430	<	4 189	<	4189	<	15 200	Vyhovuje

Smyková výztuž

třmínky	6.66667 Φ 10 mm	$A_{w,stirrup}$ = 524 mm²		α_w =	90 °
	$s_{w,st}$ = 150 mm	$A_{w,stirrup}$ = 3491 mm²/m²		$\rho_{w,s}$ =	0.35%
ohyby	0 Φ 16 mm	$A_{w,bend}$ = mm²		α_b =	45 °
	$s_{w,b}$ = 450 mm	$\rho_{w,b}$ = 0.00% <	$\rho_{w,s}$ = 0.35%		Vyhovuje

Stupeň vyztužení

$\rho_{w,s,min}$	<	$\rho_{w,s}$	<	$\rho_{w,s,max}$	
0.09%		0.35%		1.00%	Vyhovuje

Vnitřní síly na průřezu

M_{Ed} =	204 kNm	N_{Ed} =	213 kN	V_{Ed} =	345 kN			(MSÚ)
Excentricita pro MSÚ:		Ne		$e_{MSÚ}$ =	0.958 m			
$M_{Ek,char}$ =	141 kNm	$N_{Ek,char}$ =	148 kN	e_{char} =	0.953 m			(Charakteristická)
$M_{Ek,kvazi}$ =	40 kNm	$N_{Ek,kvazi}$ =	24 kN	e_{kvazi} =	1.667 m			(Kvazistálá)

Štíhlostní kritérium

L_0 = 0.7 * 0 = 0.000 m *vetknutí-kloub* L = 0.00 m

i = √(0.005 / 0.380)= 0.110 m λ = 0.000 / 0.110 = 0.000 -

Posouzení λ_{lim} = 500.000 - > λ = 0.000 - Masivní prvek

Smyková únosnost - bez smykové výztuže

$V_{Rd,c}$ = (0.12 * 1.838 *(0.735 * 30.0)+ 0.15 * -0.561) 1000 * 285 = 0.152 MN

Posouzení $V_{Rd,c}$ = 0.152 MN < V_{Ed} = 0.345 MN 227% Nevyhovuje

Smyková únosnost - se smykovou výztuží

Sklon tlakových diagonál 1 < cot θ = 1.428 < 2.5 θ = 35.00° Vyhovuje

součinitel redukce únosnosti tlak. diag. v = 0.528 -

Dodatečná tahová síla

ΔF_{td} = 1 * 345 *(1.428 - 0.000) = 0.493 MN

Únosnost tlakové diagonály

$V_{Rd,max}$ = 0.528 * 18.0 * 1000 * 244 /(0.70021 + 1.42815)= 1.089 MN

Únosnost třmínků

$V_{Rd,st}$ = 524 * 434.8 * 0.244 * 1.42815 / 150 = 0.529 MN

Únosnost ohybů

$V_{Rd,b}$ = 0 * 434.8 * 0.707 * 0.244 * 2.42815 / 450 = 0.000 MN

Posouzení $V_{Rd,s}$ = 0.529 MN > V_{Ed} = 0.345 MN 65% Vyhovuje

Stanovení napjatosti průřezu na MSÚ (M+N+V)

Přetvoření betonu v tlaku ε_c = -1.701 [.10^{-3}]

excentricita tlačených vláken e_{z+} = 0.087 m

vzdálenost N.O. od spodních vláken e_z = 0.293 m

Úprava polohy N.O.: +0,1 mm, -0,1 mm, +1,0 mm, -1,0 mm

Silová podmínka rovnováhy celkem -0.0041 MN — Silová podmínka vyhovuje

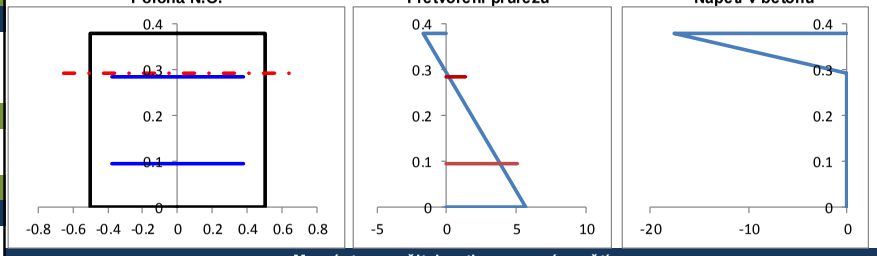
Momentová podm. rovnováhy M_{Rd} = 0.204 MNm rameno vnitřních sil z = 0.244 m

Interakce ohybového a smykového namáhání

Materiál	Síla M [MN]	Síla V [MN]	σ_{max} [MPa]	ε_{max} [.10^{-3}]	Posouzení
Beton	-0.765	-	-17.499	-1.7	Max.přetvoření betonu vyhovuje
Výztuž (1)	0.913	0.002	436.9	5.0	Max.přetvoření výztuže vyhovuje
Výztuž (2)	0.000	0.000	0.0	0.0	Max.přetvoření výztuže vyhovuje
Výztuž (3)	0.000	0.000	0.0	0.0	Max.přetvoření výztuže vyhovuje
Výztuž tl.	0.062	0.490	263.4	1.3	Max.přetvoření výztuže vyhovuje

Posouzení - beton	f_{cd} =	18.000	MPa	>	σ_{cc} =	17.499	MPa	97% Vyhovuje
Posouzení - ocel	f_{std} =	465.929	MPa	>	σ_s =	436.851	MPa	94% Vyhovuje

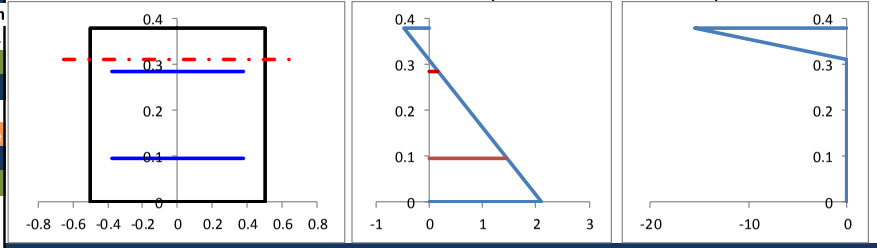
Poloha N.O. | Přetvoření průřezu | Napětí v betonu



Mezní stav použitelnosti - omezení napětí

Posouzení - beton	0,6.f_{ck} =	18.000	MPa	>	σ_{cc} =	15.481	MPa	86% Vyhovuje
Posouzení - ocel	0,8.f_{yk} =	400.000	MPa	>	$\sigma_{s,max}$ =	312.087	MPa	78% Vyhovuje

Poloha N.O. | Přetvoření průřezu | Napětí v betonu



Mezní stav použitelnosti - výpočet trhlin

Posouzení - beton 0,45.f_{ck} = 13.500 MPa > σ_{cc} = 4.326 MPa 32% lin.dotvar

Napětí v oceli $\sigma_{s,max}$ = 77.326 MPa Dlouhodobé účinky: Ano

ε_{sm}-ε_{cm} =(77.326 - 0.4 * 142.0796 *(1 + 0.123704)/ 200.0 = 0.0001

ε_{sm}-ε_{cm} = 0.6 * 77.326 / 200.0 = 0.000232 ε_{sm}-ε_{cm} = 0.00023

$s_{r,max}$ = 1.50369 * 85 + 0.17 * 979.8591 = 294 mm

w_k = 294 * 0.000232 = 0.068 mm σ_{ct} = 1.642 MPa Trhliny při char.komb.

Posouzení $w_{k,max}$ = 0.200 mm > w_k = 0.068 mm 34% Vyhovuje

- strop – výztuž na protlačení v místě pilíře

PROTLAČENÍ BETONOVÝCH DESEK (EN 1992-1-1 ed. 2/Z1)

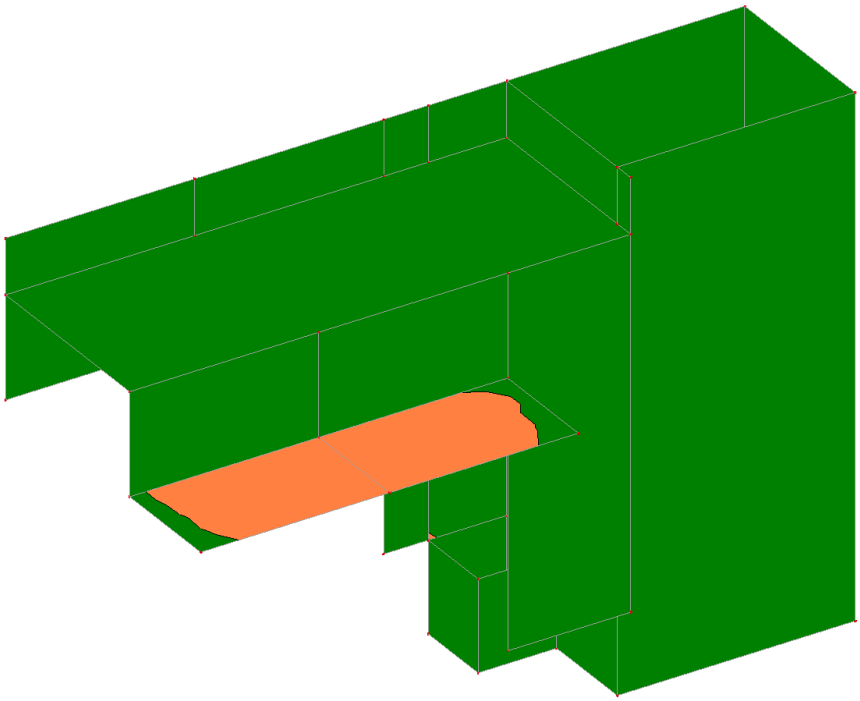
Geometrie konstrukce							
Tloušťka desky:	h=	0.390	m	Tvar podpory:		obdélník	
Umístění sloupu:		okrajový		Hlavice:		ANO	
Délka hlavice - x:	l_{H-x}=	0.250	m	Výška hlavice (od desky):	h_H=	0.250	m
Délka hlavice - y:	l_{H-y}=	0.000	m	Poměr $l_H < 2h_H$:		ANO	
Vzdálenost obvodu - int:	$r_{cont,int}$=	-	m	Vzdálenost obvodu - ext:	$r_{cont,ext}$=	0.911	m
Účinná výška desky - x:	d_x=	0.328	m	Rozměr ve směru - x:	b=	0.500	m
Účinná výška desky - y:	d_y=	0.307	m	Rozměr ve směru - y:	l=	0.400	m
Účinná výška desky:	d_{eff}=	0.3175	m	Účinná výška hlavice:	$d_{eff,h}$=	0.5675	m
Kontrol. obvod 0:	u_0=	1.800	m	Kontrol. obvod 1:	u_1=	3.729	m
				Zadán kontrolovaný obvod v hlavici?		NE	
Materiál							
Beton:		C30/37		Ocel:		B500B	
tlaková pevnost:	f_{ck}=	30.000	MPa	mez kluzu oceli:	f_{yk}=	500.000	MPa
součinitel materiálu:	γ_c=	1.500	-	součinitel materiálu:	γ_s=	1.150	-
Zatížení							
Moment - x:	$M_{x,Ed}$=	119.000	kNm	Moment - y:	$M_{y,Ed}$=	36.000	kNm
Síla v podpoře:	V_{Ed}=	1107.000	kN	Souč. rozměrů sloupu:	k=	0.540	-
Modul rozdělení smyku:	W_1=	3.326	m2	Souč. excentricity - výpočet:	β_{cal}=	1.120	-
Souč. excentricity:	β=	1.400	-	Souč. exc. - doporučení:	β_{rec}=	1.400	-
Posouzení							
Max. únosnost ve smyku:	$v_{Rd,max}$=	4.224	MPa	Smyk. napětí 0:	$v_{Ed.0}$=	1.517	MPa
Únosnost bez smyk. výztuže:	$v_{Rd,c}$=	0.540	MPa	Smyk. napětí 1:	$v_{Ed.1}$=	1.309	MPa
	$C_{Rd,c}$=	0.12	-	výztuž x:	$A_{s,x}$=	3272.000	mm^2/m
	k=	1.781	-	výztuž y:	$A_{s,y}$=	1340.000	mm^2/m
	ρ_l=	0.005	-	vyztužení x:	ρ_x=	0.008	-
	σ_{cp}=	0.000	MPa	vyztužení y:	ρ_y=	0.003	-
Vyhovuje oblast sloupu				kontr. obvod bez výzt.:	$u_{out,ef}$=	9.044	m
Nutno navrhnout výztuž				poloměr bez výztuže:	r_{out}=	1.439	m
Návrh výztuže							
Nutná plocha výztuže:	$A_{sw,req}$=	1023.738	mm^2	účinná pevnost smyk. výzt.:	$f_{ywd,eff}$=	329.375	MPa
průměr smykové výztuže:	$Ø_w$=	10.000	mm	radiální vzd. obvodů výzt.:	s_r=	0.150	m
Min. počet kusů v 1 obvodu:	n_{min}=	14.000	ks	tangenciální vzd. obvodů výz	s_r=	0.150	m
Stupeň vyztužení:	ρ_{sw}=	0.005	-	úhel smykové výztuže:	α=	90.000	°
Min. stupeň vyztužení:	$\rho_{sw,min}$=	0.001	-	**Stupeň vyztužení vyhovuje**			

4.3.4 Ostatní ŽB části

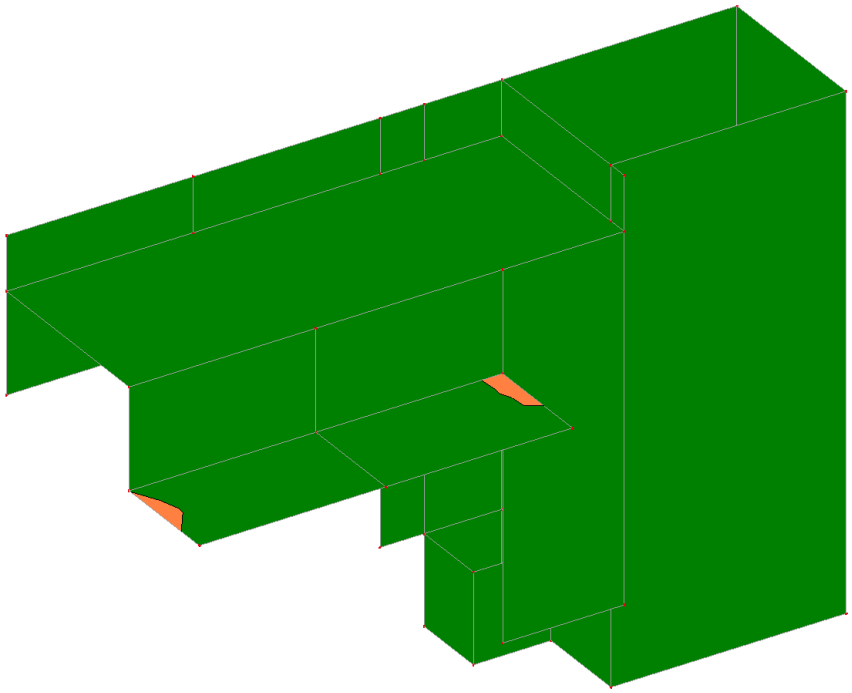
S ohledem na menší využití bylo jejich posouzení provedeno pomocí určení momentů na MSÚ od různých typu vyztužení a jejich potřeba v daném místě pomocí grafického znázornění izoliniemi.

- **Ø12** po 150 mm
- **Ø16** po 150 mm

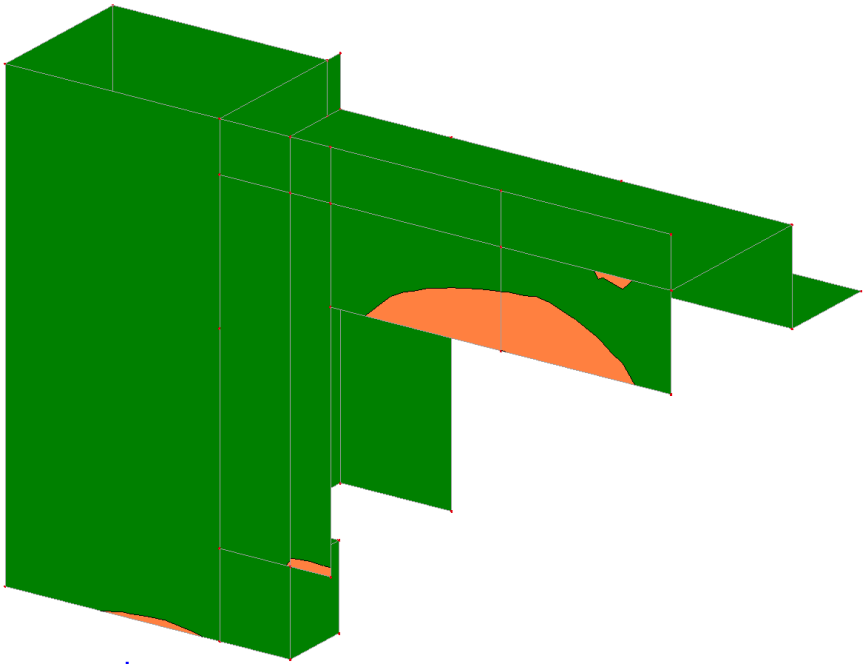
- **mxD- [kNm/m] – (stěny vodorovná výztuž vnější / strop podélná spodní)**



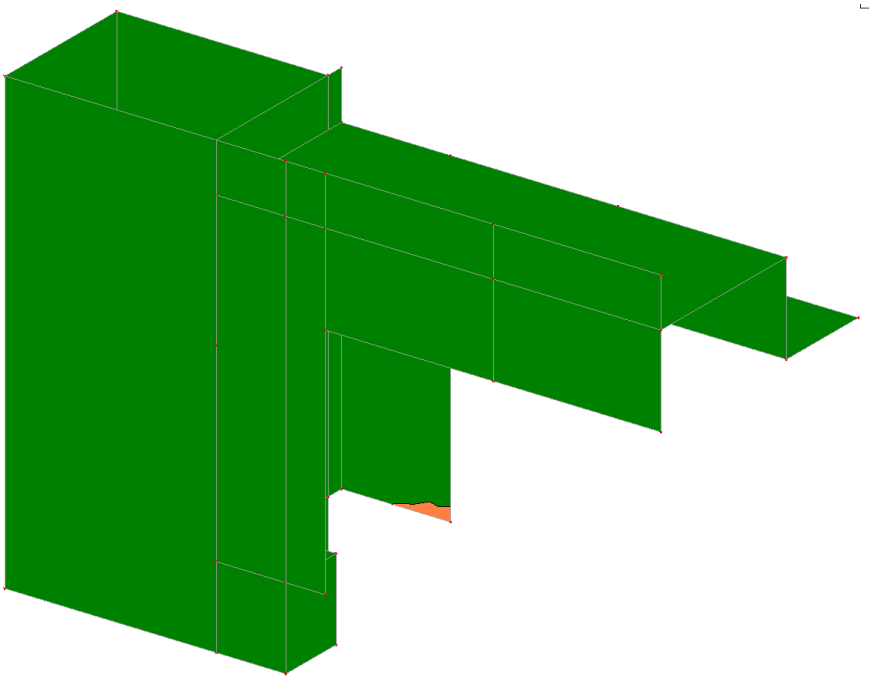
- **mxD+ [kNm/m] – (stěny vodorovná výztuž vnitřní / strop podélná horní)**



- **myD- [kNm/m] – (stěny svislá výztuž vnější / strop příčná spodní)**



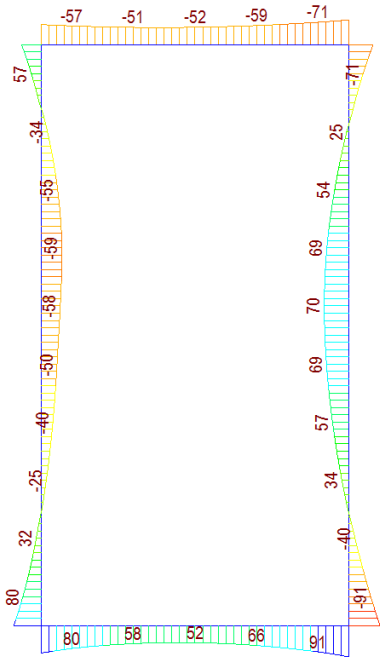
- **myD+ [kNm/m] – (stěny svislá výztuž vnitřní / strop příčná horní)**



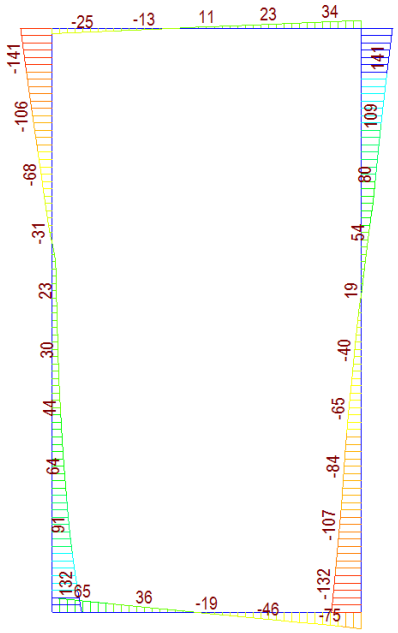
4.3.5 Schodiště

Schodiště na 2. nástupiště je samostatně stojící dilatační díl. Posouzení bylo provedeno na zjednodušeném prutovém modelu s uvážením roznosu zatížení od vlaku na svislé plochy.

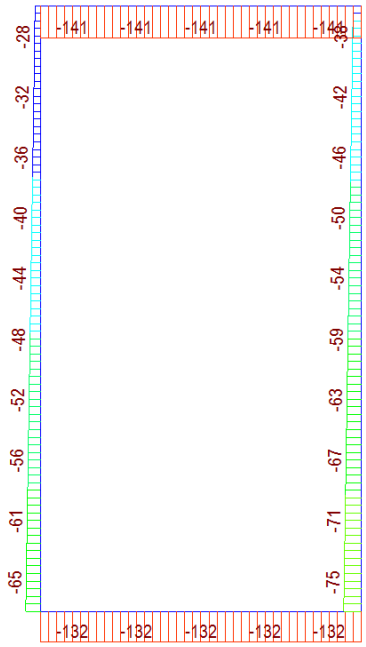
MSÚ – M_y [kNm]



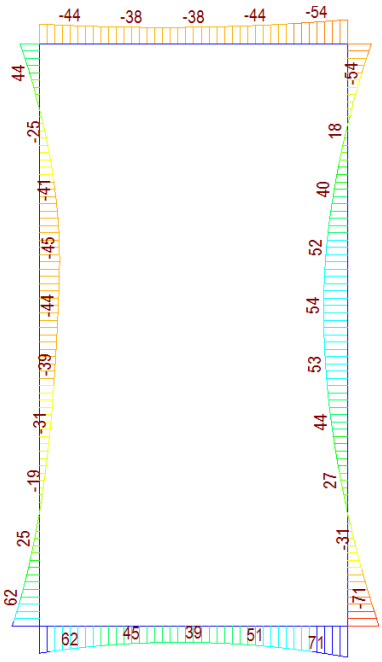
MSÚ – V_z [kN]



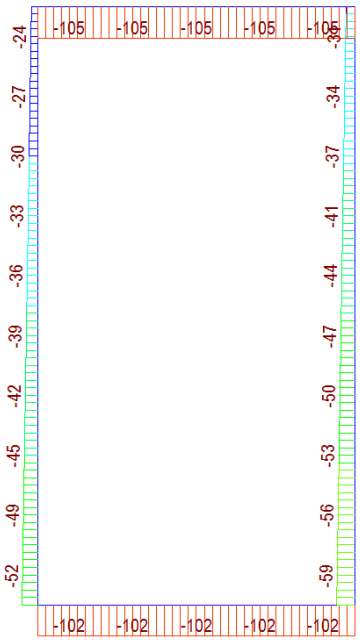
MSÚ – N_x [kN]



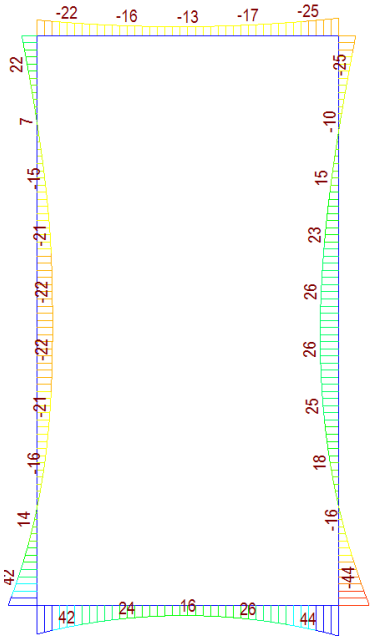
Char – M_y [kNm]



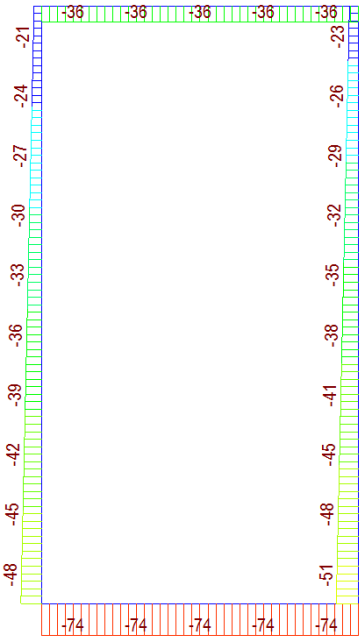
Char – N_x [kN]



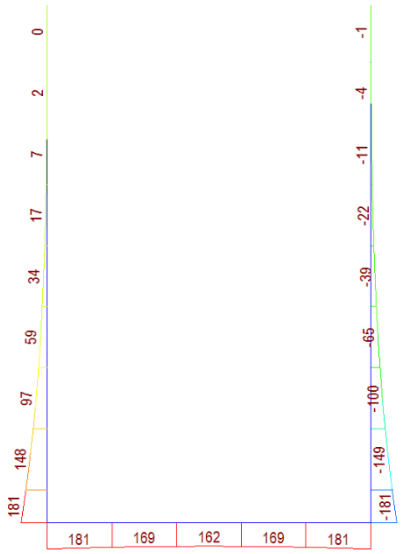
Kvazi – M_y [kNm]



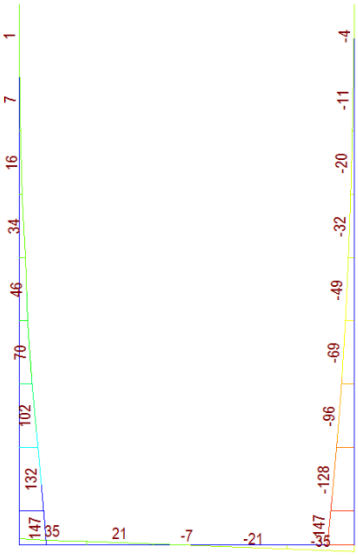
Kvazi – N_x [kN]



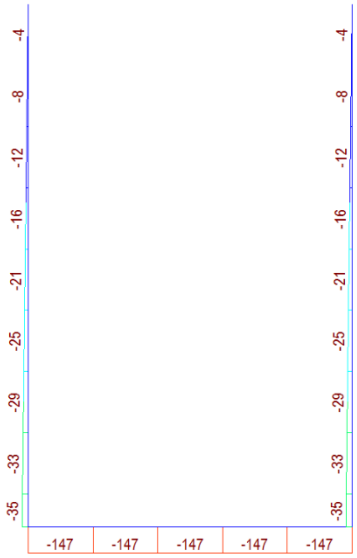
MSÚ – M_y [kNm]



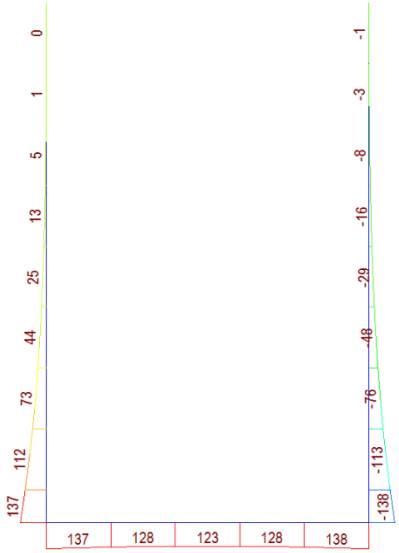
MSÚ – V_z [kN]



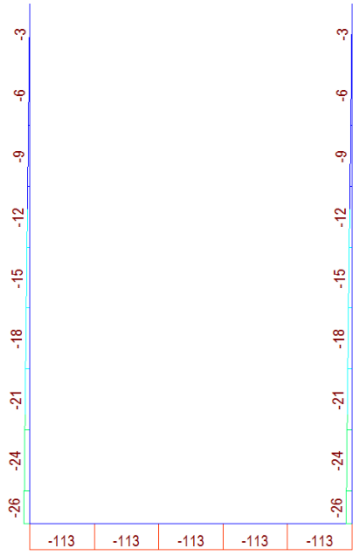
MSÚ – N_x [kN]



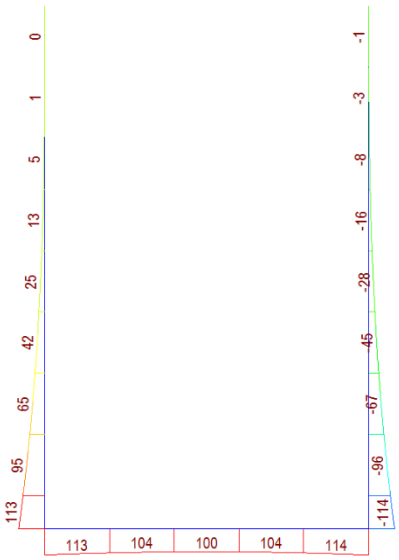
Char – M_y [kNm]



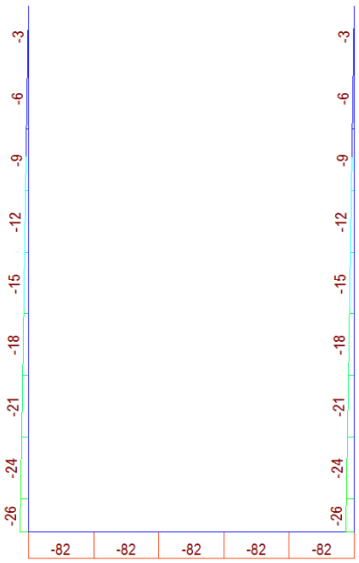
Char – N_x [kN]



Kvazi – M_y [kNm]



Kvazi – N_x [kN]



- Stěna – svislá výztuž – rub

Stěna schodiště - svislá výztuž - dole (rub)

Průřez

b_{eff} =	1000 mm	b_w =	1000 mm	H =	280 mm		
c_1 =	50 mm	c_2 =	50 mm	$w_{k,max}$ =	0.20 mm		XD, XS, XF

Materiály

ocel:	**B**	**500**	**B**			**beton:**	**C30/37**	f_{ck} =	30.0	MPa	
f_{yk} =	500	MPa	γ_s =	1.15	-	α_{cc} =	0.9	- E_{cm} =	33.0	GPa	
f_{yd} =	434.8	MPa	$\varepsilon_{ud}/\varepsilon_{uk}$ =	0.9	-	γ_c =	1.5	- f_{cd} =	18.0	MPa	
E_y =	200.0	GPa	$k = f_t/f_y$ =	1.08	-	α_e =	6.06	- $f_{c,t,m}$ =	2.9	MPa	
ε_{uk} =	50	$[.10^{-3}]$				ε_{c3} =	-1.75	ε_{cu3} =	-3.5	$[.10^{-3}]$	

Ohybová výztuž

tažená výztuž	6.66667 Φ 25 mm	*1. řada*	z=0.071	$A_{s1,1}$	= 3272 mm²	(1.169%)
	0 Φ 20 mm	*2. řada*	z=0.080	$A_{s1,2}$	= mm²	(0.000%)
	0 Φ 20 mm	*3. řada*	z=0.250	$A_{s1,3}$	= mm²	(0.000%)
tlačená výztuž	6.66667 Φ 20 mm		z=0.068	A_{s2}	= 2094 mm²	(0.748%)

Rozdělovací výztuž (minimální) — *Stupeň vyztužení*

14.0 Φ 8 mm $A_{s,perp}$ = 654 mm²

			$A_{s,min}$	<	$A_{s,t}$	<	A_s	<	$A_{s,max}$
(pro desky)			316	<	3 272	<	5367	<	11 200

Vyhovuje

Smyková výztuž

třmínky	3.33333 Φ 8 mm	$A_{w,stirrup}$ = 168 mm²		α_w =	90 °
	$s_{w,st}$ = 300 mm	$A_{w,stirrup}$ = 559 mm²/m²		$\rho_{w,s}$ =	0.06%
ohyby	0 Φ 25 mm	$A_{w,bend}$ = mm²		α_b =	45 °
	$s_{w,b}$ = 450 mm	$\rho_{w,b}$ = 0.00% <	$\rho_{w,s}$ = 0.06%	Vyhovuje	

Stupeň vyztužení

$\rho_{w,s,min}$	<	$\rho_{w,s}$	<	$\rho_{w,s,max}$	
0.09%		0.06%		1.00%	Vyhovuje

Vnitřní síly na průřezu

M_{Ed} =	181	kNm	N_{Ed} =	-25	kN	V_{Ed} =	132	kN	(MSÚ)
Excentricita pro MSÚ:			Ne			$e_{MSÚ}$ =	7.240	m	
$M_{Ek,char}$ =	111	kNm	$N_{Ek,char}$ =	-24	kN	e_{char} =	4.625	m	(Charakteristická)
$M_{Ek,kvazi}$ =	93	kNm	$N_{Ek,kvazi}$ =	-26	kN	e_{kvazi} =	3.573	m	(Kvazistálá)

Štíhlostní kritérium

L_0 = 0.7 * 0 = 0.000 m *vetknutí-kloub* L = 0.00 m

i = √(0.002 / 0.280)= 0.081 m λ = 0.000 / 0.081 = **0.000** -

Posouzení λ_{lim} = **193.106** - > λ = **0.000** - **Masivní prvek**

Smyková únosnost - bez smykové výztuže

$V_{Rd,c}$ = (0.12 * 1.977 *(1.562 * 30.0)+ 0.15 * 0.089) 1000 * 210 = **0.182 MN**

Posouzení $V_{Rd,c}$ = **0.182** MN > V_{Ed} = **0.132** MN 73% Vyhovuje

Smyková únosnost - se smykovou výztuží

Sklon tlakových diagonál 1 < **cot θ = 1.428** < 2.5 θ = **35.00°** Vyhovuje

součinitel redukce únosnosti tlak. diag. **v = 0.528** -

Dodatečná tahová síla

ΔF_{td} = 1 * 132 *(1.428 - 0.000) = **0.189 MN**

Únosnost tlakové diagonály

$V_{Rd,max}$ = 0.528 * 18.0 * 1000 * 168 /(0.70021 + 1.42815)= **0.749 MN**

Únosnost třmínků

$V_{Rd,st}$ = 168 * 434.8 * 0.168 * 1.42815 / 300 = **0.058 MN**

Únosnost ohybů

$V_{Rd,b}$ = 0 * 434.8 * 0.707 * 0.168 * 2.42815 / 450 = **0.000 MN**

Posouzení $V_{Rd,s}$ = **0.058** MN < V_{Ed} = **0.132** MN 227% Nevyhovuje

Stanovení napjatosti průřezu na MSÚ (M+N+V)

Přetvoření betonu v tlaku ε_c = **-1.603** $[.10^{-3}]$ *Úprava polohy N.O.*

excentricita tlačených vláken e_{z+} = 0.104 m

+0,1 mm | -0,1 mm | +1,0 mm | -1,0 mm

vzdálenost N.O. od spodních vláken e_z = **0.176** m

Silová podmínka rovnováhy **celkem** **-0.0004** MN **Silová podmínka vyhovuje**

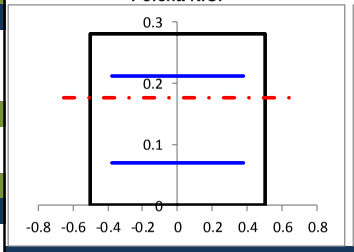
Momentová podm. rovnováhy M_{Rd} = **0.181** MNm **rameno vnitřních sil** **z = 0.168 m**

Interakce ohybového a smykového namáhání

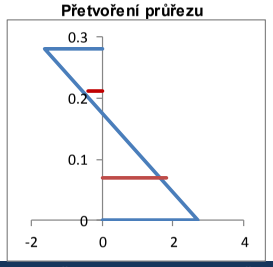
Materiál	Síla M [MN]	Síla V [MN]	σ_{max} [MPa]	ε_{max} $[.10^{-3}]$	Posouzení
Beton	-0.857	-	-16.483	-1.6	**Max.přetvoření betonu vyhovuje**
Výztuž (1)	1.064	0.115	360.3	1.8	**Max.přetvoření výztuže vyhovuje**
Výztuž (2)	0.000	0.000	0.0	0.0	**Max.přetvoření výztuže vyhovuje**
Výztuž (3)	0.000	0.000	0.0	0.0	**Max.přetvoření výztuže vyhovuje**
Výztuž tl.	-0.232	0.074	-75.7	-0.4	**Max.přetvoření výztuže vyhovuje**

Posouzení - beton	f_{cd} =	**18.000**	MPa	>	σ_{cc} =	**16.483**	MPa	92%	Vyhovuje
Posouzení - ocel	f_{std} =	**465.929**	MPa	>	σ_s =	**360.350**	MPa	77%	Vyhovuje

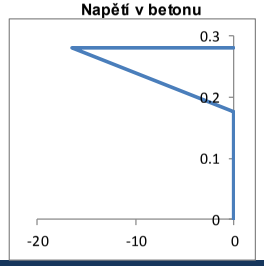
Poloha N.O.



Přetvoření průřezu



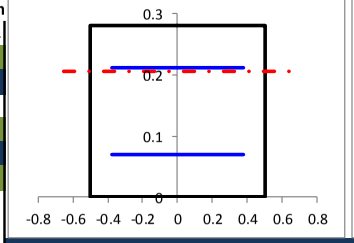
Napětí v betonu



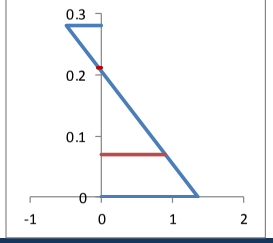
Mezní stav použitelnosti - omezení napětí

Posouzení - beton	$0,6.f_{ck}$ =	**18.000**	MPa	>	σ_{cc} =	**16.130**	MPa	90%	Vyhovuje
Posouzení - ocel	$0,8.f_{yk}$ =	**400.000**	MPa	>	$\sigma_{s,max}$ =	**179.694**	MPa	45%	Vyhovuje

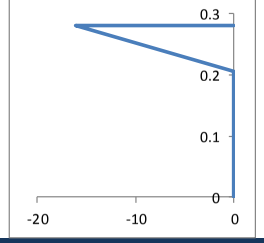
Poloha N.O.



Přetvoření průřezu



Napětí v betonu



Mezní stav použitelnosti - výpočet trhlin

Posouzení - beton $0,45.f_{ck}$ = 13.500 MPa > σ_{cc} = 13.487 MPa 100% lin.dotvar

Napětí v oceli $\sigma_{s,max}$ = 149.184 MPa Dlouhodobé účinky: Ano

$\varepsilon_{sm}-\varepsilon_{cm}$ =(149.184 - 0.4 * 60.80441 *(1 + 0.289054)/ 200.0 = 0.0006

$\varepsilon_{sm}-\varepsilon_{cm}$ = 0.6 * 149.184 / 200.0 = 0.000448 $\varepsilon_{sm}-\varepsilon_{cm}$ = **0.00059**

$s_{r,max}$ = 1.94008 * 58 + 0.17 * 524.1759 = 202 mm

w_k = 202 * 0.000589 = **0.119** mm

Posouzení $w_{k,max}$ = **0.200** mm > w_k = **0.119** mm 59% Vyhovuje

- Stěna – svislá výztuž – líc

Stěna - líc

Průřez

b_{eff} =	1000 mm	b_w =	1000 mm	H =	280 mm		
c_1 =	50 mm	c_2 =	50 mm	$w_{k,max}$ =	0.20 mm		XD, XS, XF

Materiály

ocel:	**B**	**500**	**B**			**beton:**	**C30/37**	f_{ck} =	30.0	MPa	
f_{yk} =	500	MPa	γ_s =	1.15	-	α_{cc} =	0.9	- E_{cm} =	33.0	GPa	
f_{yd} =	434.8	MPa	$\varepsilon_{ud}/\varepsilon_{uk}$ =	0.9	-	γ_c =	1.5	- f_{cd} =	18.0	MPa	
E_y =	200.0	GPa	$k = f_t/f_y$ =	1.08	-	α_e =	6.06	- $f_{c,t,m}$ =	2.9	MPa	
ε_{uk} =	50	$[.10^{-3}]$				ε_{c3} =	-1.75	ε_{cu3} =	-3.5	$[.10^{-3}]$	

Ohybová výztuž

tažená výztuž	**6.66667 Φ 16 mm**	*1. řada*	z=0.058	$A_{s1,1}$	**= 1340 mm²**	(0.479%)
	0 Φ 20 mm	*2. řada*	z=0.080	$A_{s1,2}$	**= mm²**	(0.000%)
	0 Φ 20 mm	*3. řada*	z=0.250	$A_{s1,3}$	**= mm²**	(0.000%)
tlačená výztuž	**6.66667 Φ 16 mm**		z=0.058	A_{s2}	**= 1340 mm²**	(0.479%)

Rozdělovací výztuž (minimální) — *Stupeň vyztužení*

6.0 Φ 8 mm $A_{s,perp}$ = 268 mm² — $A_{s,min}$ < $A_{s,t}$ < A_s < $A_{s,max}$

(pro desky) — 335 < 1 340 < 2681 < 11 200 — Vyhovuje

Smyková výztuž

třmínky	**3.33333 Φ 10 mm**	$A_{w,stirrup}$ = 262 mm²		α_w =	90 °
	$s_{w,st}$ = 300 mm	$A_{w,stirrup}$ = 873 mm²/m²		$\rho_{w,s}$ =	0.09%
ohyby	**0 Φ 25 mm**	$A_{w,bend}$ = mm²		α_b =	45 °
	$s_{w,b}$ = 450 mm	$\rho_{w,b}$ = 0.00% <	$\rho_{w,s}$ = 0.09%	Vyhovuje	

Stupeň vyztužení

$\rho_{w,s,min}$ < $\rho_{w,s}$ < $\rho_{w,s,max}$

0.09% — 0.09% — 1.00% — Vyhovuje

Vnitřní síly na průřezu

M_{Ed} =	**70**	**kNm**	N_{Ed} =	**-48**	**kN**	V_{Ed} =	**0**	**kN**	(MSÚ)
Excentricita pro MSÚ:			Ne			$e_{MSÚ}$ =	**1.458**	**m**	
$M_{Ek,char}$ =	**54**	**kNm**	$N_{Ek,char}$ =	**-40**	**kN**	e_{char} =	**1.350**	**m**	(Charakteristická)
$M_{Ek,kvazi}$ =	**26**	**kNm**	$N_{Ek,kvazi}$ =	**-35**	**kN**	e_{kvazi} =	**0.743**	**m**	(Kvazistálá)

Štíhlostní kritérium

L_0 = 0.7 * 0 = 0.000 m — *vetknutí-kloub* — L = 0.00 m

i = √(0.002 / 0.280)= 0.081 m — λ = 0.000 / 0.081 = **0.000** -

Posouzení — λ_{lim} = **121.443** - > λ = **0.000** - — Masivní prvek

Smyková únosnost - bez smykové výztuže

$V_{Rd,c}$ = (0.12 * 1.949 *(0.604 * 30.0)+ 0.15 * 0.171) 1000 * 222 = **0.142 MN**

Posouzení — $V_{Rd,c}$ = **0.142** MN > V_{Ed} = **0.000** MN — 0% — Vyhovuje

Smyková únosnost - se smykovou výztuží

Sklon tlakových diagonál — 1 < **cot θ = 1.428** < 2.5 — θ = **35.00°** — Vyhovuje

součinitel redukce únosnosti tlak. diag. — **v = 0.528** -

Dodatečná tahová síla

ΔF_{td} = 1 * 0 *(1.428 - 0.000) = **0.000 MN**

Únosnost tlakové diagonály

$V_{Rd,max}$ = 0.528 * 18.0 * 1000 * 189 /(0.70021 + 1.42815)= **0.846 MN**

Únosnost třmínků

$V_{Rd,st}$ = 262 * 434.8 * 0.189 * 1.42815 / 300 = **0.103 MN**

Únosnost ohybů

$V_{Rd,b}$ = 0 * 434.8 * 0.707 * 0.189 * 2.42815 / 450 = **0.000 MN**

Posouzení — $V_{Rd,s}$ = **0.103** MN > V_{Ed} = **0.000** MN — 0% — Vyhovuje

Stanovení napjatosti průřezu na MSÚ (M+N+V)

Přetvoření betonu v tlaku — ε_c = **-0.763** $[.10^{-3}]$ — *Úprava polohy N.O.*

excentricita tlačených vláken — e_{z+} = 0.083 m — +0,1 mm / -0,1 mm / +1,0 mm / -1,0 mm

vzdálenost N.O. od spodních vláken — e_z = **0.197 m**

Silová podmínka rovnováhy — **celkem -0.0019 MN** — Silová podmínka vyhovuje

Momentová podm. rovnováhy — M_{Rd} = **0.070 MNm** — **rameno vnitřních sil z = 0.189 m**

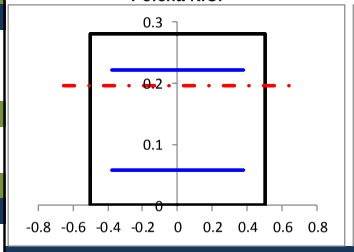
Interakce ohybového a smykového namáhání

Materiál	Síla M [MN]	Síla V [MN]	σ_{max} [MPa]	ε_{max} $[.10^{-3}]$	Posouzení
Beton	-0.327	-	-7.844	-0.8	**Max.přetvoření betonu vyhovuje**
Výztuž (1)	0.340	0.000	253.4	1.3	**Max.přetvoření výztuže vyhovuje**
Výztuž (2)	0.000	0.000	0.0	0.0	**Max.přetvoření výztuže vyhovuje**
Výztuž (3)	0.000	0.000	0.0	0.0	**Max.přetvoření výztuže vyhovuje**
Výztuž tl.	-0.062	0.000	-46.5	-0.2	**Max.přetvoření výztuže vyhovuje**

Posouzení - beton — f_{cd} = **18.000** MPa > σ_{cc} = **7.844** MPa — 44% — Vyhovuje

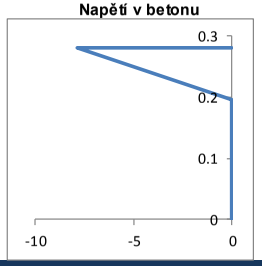
Posouzení - ocel — f_{std} = **465.929** MPa > σ_s = **253.389** MPa — 54% — Vyhovuje

Poloha N.O.



Přetvoření průřezu

Napětí v betonu

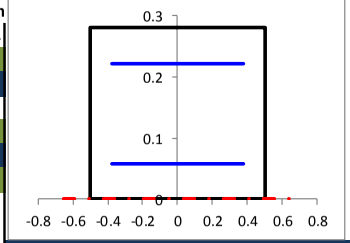


Mezní stav použitelnosti - omezení napětí

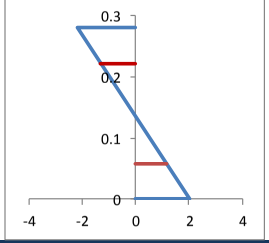
Posouzení - beton — 0,6.f_{ck} = **18.000** MPa > σ_{cc} = **0.000** MPa — 0% — Vyhovuje

Posouzení - ocel — 0,8.f_{yk} = **400.000** MPa > $\sigma_{s,max}$ = **230.726** MPa — 58% — Vyhovuje

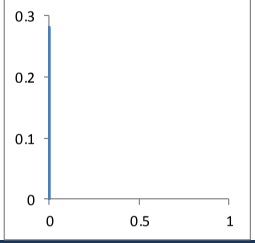
Poloha N.O.



Přetvoření průřezu



Napětí v betonu



Mezní stav použitelnosti - výpočet trhlin

Posouzení - beton — 0,45.f_{ck} = 13.500 MPa > σ_{cc} = 4.732 MPa — 35% — lin.dotvar

Napětí v oceli — $\sigma_{s,max}$ = 78.891 MPa — Dlouhodobé účinky: Ano

ε_{sm}-ε_{cm} =(78.891 - 0.4 * 159.2427 *(1 + 0.110371)/ 200.0 = 0.0000

ε_{sm}-ε_{cm} = 0.6 * 78.891 / 200.0 = 0.000237 — ε_{sm}-ε_{cm} = **0.00024**

$s_{r,max}$ = 2.14187 * 50 + 0.17 * 878.5802 = 256 mm

w_k = 256 * 0.000237 = **0.061 mm** — σ_{ct} = 1.760 MPa — Trhliny při char.komb.

Posouzení — $w_{k,max}$ = **0.200 mm** > w_k = **0.061 mm** — 30% — Vyhovuje

- základová deska – spodní výztuž

ZD schodiště - spodní výztuž

Průřez

b_{eff} =	1000 mm	b_w =	1000 mm	H =	400 mm		
c_1 =	50 mm	c_2 =	50 mm	$w_{k,max}$ =	0.20 mm		XD, XS, XF

Materiály

ocel:	**B**	**500**	**B**			**beton:**	**C30/37**	f_{ck} =	30.0	MPa	
f_{yk} =	500	MPa	γ_s =	1.15	-	α_{cc} =	0.9	- E_{cm} =	33.0	GPa	
f_{yd} =	434.8	MPa	$\varepsilon_{ud}/\varepsilon_{uk}$ =	0.9	-	γ_c =	1.5	- f_{cd} =	18.0	MPa	
E_y =	200.0	GPa	$k = f_t/f_y$ =	1.08	-	α_e =	6.06	- $f_{c,t,m}$ =	2.9	MPa	
ε_{uk} =	50	$[.10^{-3}]$				ε_{c3} =	-1.75	ε_{cu3} =	-3.5	$[.10^{-3}]$	

Ohybová výztuž

tažená výztuž	**6.66667 Φ 25 mm**	*1. řada*	z=0.063	$A_{s1,1}$	**= 3272 mm²**	(0.818%)
	0 Φ 20 mm	*2. řada*	z=0.080	$A_{s1,2}$	**= mm²**	(0.000%)
	0 Φ 20 mm	*3. řada*	z=0.250	$A_{s1,3}$	**= mm²**	(0.000%)
tlačená výztuž	**6.66667 Φ 16 mm**		z=0.058	A_{s2}	**= 1340 mm²**	(0.335%)

Rozdělovací výztuž (minimální) — *Stupeň vyztužení*

14.0 Φ 8 mm $A_{s,perp}$ = 654 mm² — $A_{s,min}$ < $A_{s,t}$ < A_s < $A_{s,max}$

(pro desky) 509 < 3 272 < 4613 < 16 000 **Vyhovuje**

Smyková výztuž

třmínky	**3.33333 Φ 10 mm**	$A_{w,stirrup}$ = 262 mm²		α_w =	90 °
	$s_{w,st}$ = 300 mm	$A_{w,stirrup}$ = 873 mm²/m²		$\rho_{w,s}$ =	0.09%
ohyby	**0 Φ 25 mm**	$A_{w,bend}$ = mm²		α_b =	45 °
	$s_{w,b}$ = 450 mm	$\rho_{w,b}$ = 0.00% <	$\rho_{w,s}$ = 0.09%	**Vyhovuje**	

Stupeň vyztužení

$\rho_{w,s,min}$ < $\rho_{w,s}$ < $\rho_{w,s,max}$

0.09% 0.09% 1.00% **Vyhovuje**

Vnitřní síly na průřezu

M_{Ed} =	**181**	**kNm**	N_{Ed} =	**-130**	**kN**	V_{Ed} =	**26**	**kN**		(MSÚ)
Excentricita pro MSÚ:			Ne			$e_{MSÚ}$ =	**1.392**	**m**		
$M_{Ek,char}$ =	**132**	**kNm**	$N_{Ek,char}$ =	**-107**	**kN**	e_{char} =	**1.234**	**m**		(Charakteristická)
$M_{Ek,kvazi}$ =	**113**	**kNm**	$N_{Ek,kvazi}$ =	**-80**	**kN**	e_{kvazi} =	**1.413**	**m**		(Kvazistálá)

Štíhlostní kritérium

L_0 = 0.7 * 0 = 0.000 m ***vetknutí-kloub*** L = 0.00 m

i = √(0.005 / 0.400)= 0.115 m λ = 0.000 / 0.115 = **0.000** -

Posouzení λ_{lim} = **91.008** - > λ = **0.000** - **Masivní prvek**

Smyková únosnost - bez smykové výztuže

$V_{Rd,c}$ = (0.12 * 1.770 *(0.970 * 30.0)+ 0.15 * 0.325) 1000 * 338 = **0.237 MN**

Posouzení $V_{Rd,c}$ = **0.237** MN > V_{Ed} = **0.026** MN **11%** **Vyhovuje**

Smyková únosnost - se smykovou výztuží

Sklon tlakových diagonál 1 < **cot θ = 1.428** < 2.5 θ = **35.00°** **Vyhovuje**

součinitel redukce únosnosti tlak. diag. **v = 0.528** -

Dodatečná tahová síla

ΔF_{td} = 1 * 26 *(1.428 - 0.000) = **0.037 MN**

Únosnost tlakové diagonály

$V_{Rd,max}$ = 0.528 * 18.0 * 1000 * 285 /(0.70021 + 1.42815)= **1.273 MN**

Únosnost třmínků

$V_{Rd,st}$ = 262 * 434.8 * 0.285 * 1.42815 / 300 = **0.154 MN**

Únosnost ohybů

$V_{Rd,b}$ = 0 * 434.8 * 0.707 * 0.285 * 2.42815 / 450 = **0.000 MN**

Posouzení $V_{Rd,s}$ = **0.154** MN > V_{Ed} = **0.026** MN **17%** **Vyhovuje**

Stanovení napjatosti průřezu na MSÚ (M+N+V)

Přetvoření betonu v tlaku ε_c = **-0.729** $[.10^{-3}]$ *Úprava polohy N.O.*

excentricita tlačených vláken e_{z+} = 0.154 m

+0,1 mm | -0,1 mm | +1,0 mm | -1,0 mm

vzdálenost N.O. od spodních vláken e_z = **0.246** m

Silová podmínka rovnováhy **celkem** **-0.0008** MN **Silová podmínka vyhovuje**

Momentová podm. rovnováhy M_{Rd} = **0.181** MNm **rameno vnitřních sil** **z = 0.285 m**

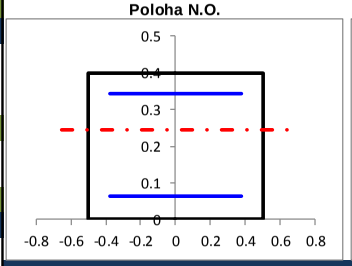
Interakce ohybového a smykového namáhání

Materiál	Síla M [MN]	Síla V [MN]	σ_{max} [MPa]	ε_{max} $[.10^{-3}]$	Posouzení
Beton	-0.576	-	-7.490	-0.7	**Max.přetvoření betonu vyhovuje**
Výztuž (1)	0.568	0.027	181.9	0.9	**Max.přetvoření výztuže vyhovuje**
Výztuž (2)	0.000	0.000	0.0	0.0	**Max.přetvoření výztuže vyhovuje**
Výztuž (3)	0.000	0.000	0.0	0.0	**Max.přetvoření výztuže vyhovuje**
Výztuž tl.	-0.122	0.011	-82.6	-0.4	**Max.přetvoření výztuže vyhovuje**

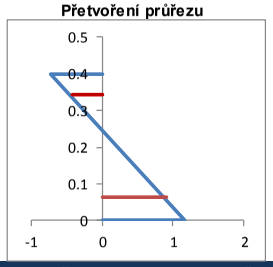
Posouzení - beton f_{cd} = **18.000** MPa > σ_{cc} = **7.490** MPa **42%** **Vyhovuje**

Posouzení - ocel f_{std} = **465.929** MPa > σ_s = **181.895** MPa **39%** **Vyhovuje**

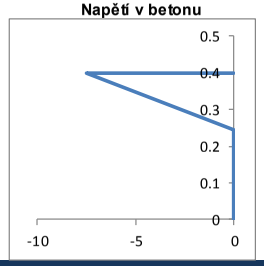
Poloha N.O.



Přetvoření průřezu



Napětí v betonu

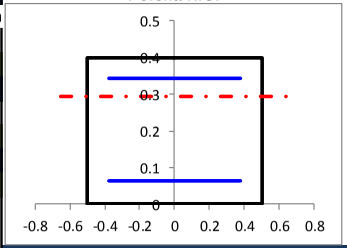


Mezní stav použitelnosti - omezení napětí

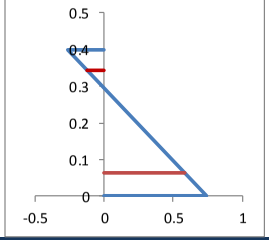
Posouzení - beton **0,6.f_{ck}** = **18.000** MPa > σ_{cc} = **8.699** MPa **48%** **Vyhovuje**

Posouzení - ocel **0,8.f_{yk}** = **400.000** MPa > $\sigma_{s,max}$ = **116.532** MPa **29%** **Vyhovuje**

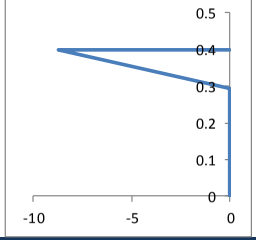
Poloha N.O.



Přetvoření průřezu



Napětí v betonu



Mezní stav použitelnosti - výpočet trhlin

Posouzení - beton 0,45.f_{ck} = 13.500 MPa > σ_{cc} = 7.442 MPa **55%** **lin.dotvar**

Napětí v oceli $\sigma_{s,max}$ = 101.558 MPa Dlouhodobé účinky: Ano

ε_{sm}-ε_{cm} =(101.558 - 0.4 * 87.49871 *(1 + 0.200869)/ 200.0 = 0.0003

ε_{sm}-ε_{cm} = 0.6 * 101.558 / 200.0 = 0.000305 **ε_{sm}-ε_{cm} = 0.00030**

$s_{r,max}$ = 2.14187 * 50 + 0.17 * 754.2992 = 235 mm

w_k = 235 * 0.000305 = **0.072 mm**

Posouzení **$w_{k,max}$ = 0.200 mm** > **w_k = 0.072 mm** **36%** **Vyhovuje**

- horní deska – horní výztuž

Horní deska

Průřez

b_{eff} =	1000 mm	b_w =	1000 mm	H =	300 mm		
c_1 =	50 mm	c_2 =	50 mm	$w_{k,max}$ =	0.20 mm		XD, XS, XF

Materiály

ocel:	**B**	**500**	**B**			**beton:**	**C30/37**	f_{ck} =	30.0	MPa	
f_{yk} =	500	MPa	γ_s =	1.15	-	α_{cc} =	0.9	- E_{cm} =	33.0	GPa	
f_{yd} =	434.8	MPa	$\varepsilon_{ud}/\varepsilon_{uk}$ =	0.9	-	γ_c =	1.5	- f_{cd} =	18.0	MPa	
E_y =	200.0	GPa	$k = f_t/f_y$ =	1.08	-	α_e =	6.06	- $f_{c,t,m}$ =	2.9	MPa	
ε_{uk} =	50	$[.10^{-3}]$				ε_{c3} =	-1.75	ε_{cu3} =	-3.5	$[.10^{-3}]$	

Ohybová výztuž

tažená výztuž	**6.66667 Φ 12 mm**	*1. řada*	z=0.056	$A_{s1,1}$	**= 754 mm²**	(0.251%)
	0 Φ 20 mm	*2. řada*	z=0.080	$A_{s1,2}$	**= mm²**	(0.000%)
	0 Φ 20 mm	*3. řada*	z=0.250	$A_{s1,3}$	**= mm²**	(0.000%)
tlačená výztuž	**6.66667 Φ 12 mm**		z=0.056	A_{s2}	**= 754 mm²**	(0.251%)

Rozdělovací výztuž (minimální)

3.0 Φ 8 mm $A_{s,perp}$ = 151 mm²

(pro desky)

Stupeň vyztužení

$A_{s,min}$ < $A_{s,t}$ < A_s < $A_{s,max}$

368 < 754 < 1508 < 12 000 **Vyhovuje**

Smyková výztuž

třmínky	**3.33333 Φ 10 mm**	$A_{w,stirrup}$ = 262 mm²		α_w =	90 °
	$s_{w,st}$ = 300 mm	$A_{w,stirrup}$ = 873 mm²/m²		$\rho_{w,s}$ =	0.09%
ohyby	**0 Φ 25 mm**	$A_{w,bend}$ = mm²		α_b =	45 °
	$s_{w,b}$ = 450 mm	$\rho_{w,b}$ = 0.00% <	$\rho_{w,s}$ = 0.09%	**Vyhovuje**	

Stupeň vyztužení

$\rho_{w,s,min}$ < $\rho_{w,s}$ < $\rho_{w,s,max}$

0.09% 0.09% 1.00% **Vyhovuje**

Vnitřní síly na průřezu

M_{Ed} =	**71**	**kNm**	N_{Ed} =	**-122**	**kN**	V_{Ed} =	**35**	**kN**		(MSÚ)
Excentricita pro MSÚ:			Ne			$e_{MSÚ}$ =	**0.582**	**m**		
$M_{Ek,char}$ =	**54**	**kNm**	$N_{Ek,char}$ =	**-92**	**kN**	e_{char} =	**0.587**	**m**		(Charakteristická)
$M_{Ek,kvazi}$ =	**26**	**kNm**	$N_{Ek,kvazi}$ =	**-37**	**kN**	e_{kvazi} =	**0.703**	**m**		(Kvazistálá)

Štíhlostní kritérium

L_0 = 0.7 * 0 = 0.000 m *vetknutí-kloub* L = 0.00 m

i = √(0.002 / 0.300)= 0.087 m λ = 0.000 / 0.087 = **0.000** -

Posouzení λ_{lim} = **72.686** - > λ = **0.000** - **Masivní prvek**

Smyková únosnost - bez smykové výztuže

$V_{Rd,c}$ = (0.12 * 1.905 *(0.309 * 30.0)+ 0.15 * 0.407) 1000 * 244 = **0.132 MN**

Posouzení $V_{Rd,c}$ = **0.138 MN** > V_{Ed} = **0.035 MN** **25%** **Vyhovuje**

Smyková únosnost - se smykovou výztuží

Sklon tlakových diagonál 1 < **cot θ = 1.428** < 2.5 θ = **35.00°** **Vyhovuje**

součinitel redukce únosnosti tlak. diag. **ν = 0.528** -

Dodatečná tahová síla

ΔF_{td} = 1 * 35 *(1.428 - 0.000) = **0.050 MN**

Únosnost tlakové diagonály

$V_{Rd,max}$ = 0.528 * 18.0 * 1000 * 214 /(0.70021 + 1.42815)= **0.958 MN**

Únosnost třmínků

$V_{Rd,st}$ = 262 * 434.8 * 0.214 * 1.42815 / 300 = **0.116 MN**

Únosnost ohybů

$V_{Rd,b}$ = 0 * 434.8 * 0.707 * 0.214 * 2.42815 / 450 = **0.000 MN**

Posouzení $V_{Rd,s}$ = **0.116 MN** > V_{Ed} = **0.035 MN** **30%** **Vyhovuje**

Stanovení napjatosti průřezu na MSÚ (M+N+V)

Přetvoření betonu v tlaku ε_c = **-0.841** $[.10^{-3}]$

excentricita tlačených vláken e_{z+} = 0.080 m

Úprava polohy N.O.

+0,1 mm | -0,1 mm | +1,0 mm | -1,0 mm

vzdálenost N.O. od spodních vláken e_z = **0.220 m**

Silová podmínka rovnováhy **celkem** **-0.0006 MN** **Silová podmínka vyhovuje**

Momentová podm. rovnováhy M_{Rd} = **0.071 MNm** **rameno vnitřních sil** **z = 0.214 m**

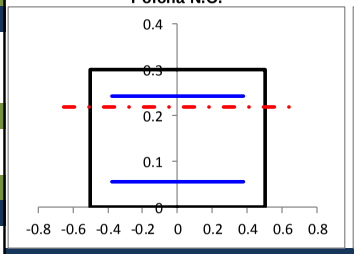
Interakce ohybového a smykového namáhání

Materiál	Síla M [MN]	Síla V [MN]	σ_{max} [MPa]	ε_{max} $[.10^{-3}]$	Posouzení
Beton	-0.345	-	-8.647	-0.8	**Max.přetvoření betonu vyhovuje**
Výztuž (1)	0.261	0.025	378.2	1.9	**Max.přetvoření výztuže vyhovuje**
Výztuž (2)	0.000	0.000	0.0	0.0	**Max.přetvoření výztuže vyhovuje**
Výztuž (3)	0.000	0.000	0.0	0.0	**Max.přetvoření výztuže vyhovuje**
Výztuž tl.	-0.038	0.025	-17.6	-0.1	**Max.přetvoření výztuže vyhovuje**

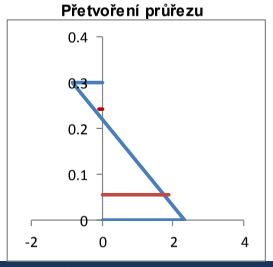
Posouzení - beton f_{cd} = **18.000 MPa** > σ_{cc} = **8.647 MPa** **48%** **Vyhovuje**

Posouzení - ocel f_{std} = **465.929 MPa** > σ_s = **378.181 MPa** **81%** **Vyhovuje**

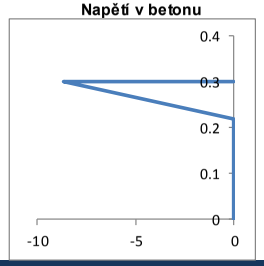
Poloha N.O.



Přetvoření průřezu



Napětí v betonu

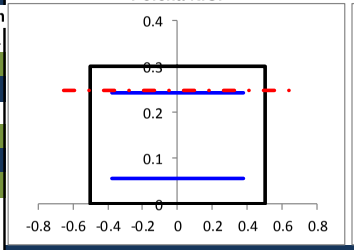


Mezní stav použitelnosti - omezení napětí

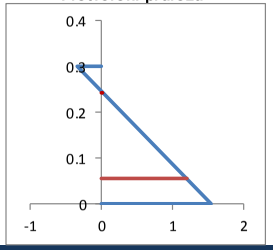
Posouzení - beton **0,6.f_{ck}** = **18.000 MPa** > σ_{cc} = **10.728 MPa** **60%** **Vyhovuje**

Posouzení - ocel **0,8.f_{yk}** = **400.000 MPa** > $\sigma_{s,max}$ = **240.760 MPa** **60%** **Vyhovuje**

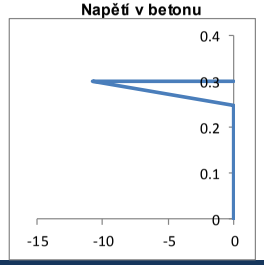
Poloha N.O.



Přetvoření průřezu



Napětí v betonu



Mezní stav použitelnosti - výpočet trhlin

Posouzení - beton 0,45.f_{ck} = 13.500 MPa > σ_{cc} = 5.158 MPa **38%** **lin.dotvar**

Napětí v oceli $\sigma_{s,max}$ = 119.679 MPa Dlouhodobé účinky: Ano

ε_{sm}-ε_{cm} =(119.679 - 0.4 * 319.8367 *(1 + 0.054952)/ 200.0 = -0.0001

ε_{sm}-ε_{cm} = 0.6 * 119.679 / 200.0 = 0.000359 ε_{sm}-ε_{cm} = **0.00036**

$s_{r,max}$ = 2.14187 * 50 + 0.17 * 1323.462 = 332 mm

w_k = 332 * 0.000359 = **0.119 mm** σ_{ct} = **1.554 MPa** **Trhliny při char.komb.**

Posouzení $w_{k,max}$ = **0.200 mm** > w_k = **0.119 mm** **60%** **Vyhovuje**

4.4 Posouzení únavy

Pro rozhodující průřezy bylo provedeno posouzení betonářské výztuže a tlačeného betonu dle ČSN EN 1992-2. Pro posouzení byl využit výhledový rozsah dopravy na mostě viz kapitola 4.1.114.1.11.

S ohledem na působení konstrukce byla na únavu posouzena pouze část, která je pod kolejí č. 3. Posudek pro beton v tlaku vychází z maximálního rozkmitu napětí v místě maximálního momentu 2. pole. Výsledky získané pomocí metody uvedené v ČSN EN 1992-2 zejména s ohledem na únavovou pevnost betonu jsou značně konzervativní – dá se předpokládat výrazně nižší vliv únavy na mezní stavy, reálnější předpoklad je možné získat posudkem dle MC2010 (fib Model Code 2010).

- horní deska – průřez v poli

POSOUZENÍ ÚNAVY ŽELEZNIČNÍCH MOSTŮ (dle ČSN EN 1992-2; dle ČSN EN 1992-1-1 ed. 2)

rozměry posuzovaného prvku

Výška průřezu:	h=	450	mm	Šířka průřezu:	b=	1000	mm
Tažená výztuž v 1. řadě:	4.44	Φ	25 mm		$A_{s,1}$=	2182	mm^2
Tlačená výztuž:	4.44	Φ	25 mm		$A_{s,c}$=	2182	mm^2
Osová vzdálenost od první řady:	c_2=	0	mm	Krytí:	c=	50	mm
Tříminky/spony:		Φ	10 mm				

Vnitřní síly

M_{max} - char. kom. LM71 + Φ	$M_{Ek,max,71}$=	171	kNm	M_{min} - char. kom. LM71 + Φ	$M_{Ek,min,71}$=	29	kNm
M_{perm} - char. kom. bez LM71	$M_{Ek,perm}$=	29	kNm	Předtlačená tahová oblast:		NE	
M - LM71 bez α a Φ	M_{LM71}=	77	kNm	Dynamický součinitel:	Φ=	1.833	-
N_{max} - char. kom. LM71 + Φ	$N_{Ek,max,71}$=	-117	kN	N_{min} - char. kom. LM71 + Φ	$N_{Ek,min,71}$=	-57	kN
N_{perm} - char. kom. bez LM71	$N_{Ek,perm}$=	-57	kN	N - LM71 bez α a Φ	N_{LM71}=	-33	kN
Spojitý nosník (vnitřní pole)				Rozhodující délka příčinkové čáry:	L=	2.00	m

Vliv dopravy

s* běžná smíšená doprava	Roční objem dopravy:	Vol=	3.300E+07	t/rok
jedna kolej na mostě	Návrhová životnost mostu:	N_{Years}=	100	let

materiálové charakteristiky

beton (dle 1992-1-1 ed. 2)

Třída betonu:		C30/37		Tlaková pevnost:		$f_{c,k}$=	30.0	MPa
Typ cementu:		třída R		Součinitel únavy:		k_1=	0.85	-
Stáří betonu:		t_0=	100.00 dnů	Součinitel pevnosti betonu:	rov. 3.2	$\beta_{cc}(t_0)$=	1.10	-
Součinitel:		α_{cc}=	0.90 -		rov. 6.76	$f_{cd,fat}$=	14.79	MPa

únavové posouzení tlačeného betonu (dle 1992-2, přílohy NN; kap. NN.3.2)

Horní napětí:	rov. NN.113	$\sigma_{cd,max,equ}$=	8.12 MPa	Opravný součinitel:	rov. NN.114	λ_c=	0.76	-
Dolní napětí:	rov. NN.113	$\sigma_{cd,min,equ}$=	1.79 MPa	Vliv trvalého napětí:	rov. NN.115	$\lambda_{c,0}$=	1.00	-
Max char. napětí v bet., LM71 + Φ		$\sigma_{c,max,71}$=	10.11 MPa	Vliv kčního prvku:	tab. NN.3	$\lambda_{c,1}$=	0.75	-
Min char. napětí v bet., LM71 + Φ		$\sigma_{c,min,71}$=	1.79 MPa	Vliv objemu dopravy:	rov. NN.116	$\lambda_{c,2,3}$=	1.02	-
Char. napětí v bet. bez LM71 + Φ		$\sigma_{c,perm}$=	1.78 MPa	Vliv více kolejí:	rov. NN.117	$\lambda_{c,4}$=	není uplatněn	-
		$E_{cd,min,equ}$=	0.12 -			$E_{cd,max,equ}$=	0.55	-
		R_{equ}=	0.22 -					

$$14\cdot(1 - E_{cd,max,equ}) / (1 - R_{equ})^{0,5} \geq 6 \quad \text{rov. NN.112}$$

7.1 ≥ 6

TLAČENÝ BETON VYHOVUJE

únavové posouzení betonářské výztuže (dle 1992-2, přílohy NN; kap. NN.3.1)

Typ výztuže:		přímé a ohýbané pruty		Opravný součinitel:	rov. NN.107	λ_s=	0.98	-
Sklon S-N čáry	tab. 6.3N (EN 1992-1-1)	k_2=	9 -	Vliv kčního prvku:	tab. NN.2	$\lambda_{s,1}$=	0.95	-
Poškozující rozkmit:	rov. NN.106	$\Delta\sigma_{s,equ}$=	140.3 MPa	Vliv objemu dopravy:	rov. NN.109	$\lambda_{s,2}$=	1.03	-
Rozkmit napětí - LM71:		$\Delta\sigma_{s,71}$=	78.1 MPa	Vliv návrhové životnosti:	rov. NN.110	$\lambda_{s,3}$=	1.00	-
				Vliv více kolejí:	rov. NN.111	$\lambda_{s,4}$=	není uplatněn	-
		$\gamma_{F,fat}$=	1.00 -			$\gamma_{s,fat}$=	1.15	-
Rozkmit napětí:		$\Delta\sigma_{s,equ}$=	162.5 MPa					

rov. 6.71 (EN 1992-1-1) $\gamma_{F,fat} \cdot \Delta\sigma_{s,equ} \leq \Delta\sigma_{Rsk} / \gamma_{s,fat}$

140.3 ≤ 141.3

TAŽENÁ BETONÁŘSKÁ VÝZTUŽ VYHOVUJE

- horní deska – průřez nad pilířem

POSOUZENÍ ÚNAVY ŽELEZNIČNÍCH MOSTŮ (dle ČSN EN 1992-2; dle ČSN EN 1992-1-1 ed. 2)

rozměry posuzovaného prvku

Výška průřezu:	h=	400	mm	Šířka průřezu:	b=	1000	mm
Tažená výztuž v 1. řadě:	6.67	Φ	20 mm		$A_{s,1}$=	2094	mm^2
Tlačená výztuž:	6.67	Φ	12 mm		$A_{s,c}$=	754	mm^2
Osová vzdálenost od první řady:	c_2=	0	mm	Krytí:	c=	50	mm
Tříminky/spony:		Φ	10 mm				

Vnitřní síly

M_{max} - char. kom. LM71 + Φ	$M_{Ek,max,71}$=	109	kNm	M_{min} - char. kom. LM71 + Φ	$M_{Ek,min,71}$=	22	kNm
M_{perm} - char. kom. bez LM71	$M_{Ek,perm}$=	23	kNm	Předtlačená tahová oblast:		NE	
M - LM71 bez α a Φ	M_{LM71}=	47	kNm	Dynamický součinitel:	Φ=	1.833	-
N_{max} - char. kom. LM71 + Φ	$N_{Ek,max,71}$=	-76	kN	N_{min} - char. kom. LM71 + Φ	$N_{Ek,min,71}$=	-9	kN
N_{perm} - char. kom. bez LM71	$N_{Ek,perm}$=	-36	kN	N - LM71 bez α a Φ	N_{LM71}=	-22	kN
Spojitý nosník (vnitřní pole)				Rozhodující délka příčinkové čáry:	L=	2.00	m

Vliv dopravy

s* běžná smíšená doprava				Roční objem dopravy:	Vol=	3.300E+07	t/rok
jedna kolej na mostě				Návrhová životnost mostu:	N_{Years}=	100	let

materiálové charakteristiky

beton (dle 1992-1-1 ed. 2)

Třída betonu:		C30/37		Tlaková pevnost:		$f_{c,k}$=	30.0	MPa
Typ cementu:		třída R		Součinitel únavy:		k_1=	0.85	-
Stáří betonu:		t_0=	100.00	dnů	Součinitel pevnosti betonu: rov. 3.2	$\beta_{cc}(t_0)$=	1.10	-
Součinitel:		α_{cc}=	0.90	-	rov. 6.76	$f_{cd,fat}$=	14.79	MPa

únavové posouzení tlačeného betonu (dle 1992-2, přílohy NN; kap. NN.3.2)

Horní napětí:	rov. NN.113	$\sigma_{cd,max,equ}$=	7.34	MPa	Opravný součinitel:	rov. NN.114	λ_c=	0.76	-
Dolní napětí:	rov. NN.113	$\sigma_{cd,min,equ}$=	1.84	MPa	Vliv trvalého napětí:	rov. NN.115	$\lambda_{c,0}$=	1.00	-
Max char. napětí v bet., LM71 + Φ		$\sigma_{c,max,71}$=	9.03	MPa	Vliv kčního prvku:	tab. NN.3	$\lambda_{c,1}$=	0.75	-
Min char. napětí v bet., LM71 + Φ		$\sigma_{c,min,71}$=	1.81	MPa	Vliv objemu dopravy:	rov. NN.116	$\lambda_{c,2,3}$=	1.02	-
Char. napětí v bet. bez LM71 + Φ		$\sigma_{c,perm}$=	1.94	MPa	Vliv více kolejí:	rov. NN.117	$\lambda_{c,4}$=	není uplatněn	-
		$E_{cd,min,equ}$=	0.12	-			$E_{cd,max,equ}$=	0.50	-
		R_{equ}=	0.25	-	**$14\cdot(1 - E_{cd,max,equ}) / (1 - R_{equ})^{0,5} \geq 6$**	rov. NN.112			

8.1 ≥ 6

TLAČENÝ BETON VYHOVUJE

únavové posouzení betonářské výztuže (dle 1992-2, přílohy NN; kap. NN.3.1)

Typ výztuže:		přímé a ohýbané pruty			Opravný součinitel:	rov. NN.107	λ_s=	0.98	-
Sklon S-N čáry	tab. 6.3N (EN 1992-1-1)	k_2=	9	-	Vliv kčního prvku:	tab. NN.2	$\lambda_{s,1}$=	0.95	-
Poškozující rozkmit:	rov. NN.106	$\Delta\sigma_{s,equ}$=	133.1	MPa	Vliv objemu dopravy:	rov. NN.109	$\lambda_{s,2}$=	1.03	-
Rozkmit napětí - LM71:		$\Delta\sigma_{s,71}$=	74.1	MPa	Vliv návrhové životnosti:	rov. NN.110	$\lambda_{s,3}$=	1.00	-
					Vliv více kolejí:	rov. NN.111	$\lambda_{s,4}$=	není uplatněn	-
		$\gamma_{F,fat}$=	1.00	-			$\gamma_{s,fat}$=	1.15	-
Rozkmit napětí:		$\Delta\sigma_{s,equ}$=	162.5	MPa					

rov. 6.71 (EN 1992-1-1) **$\gamma_{F,fat} \cdot \Delta\sigma_{s,equ} \leq \Delta\sigma_{Rsk} / \gamma_{s,fat}$**

133.1 ≤ 141.3

TAŽENÁ BETONÁŘSKÁ VÝZTUŽ VYHOVUJE

- horní deska – u stěny tl. 400 mm

POSOUZENÍ ÚNAVY ŽELEZNIČNÍCH MOSTŮ (dle ČSN EN 1992-2; dle ČSN EN 1992-1-1 ed. 2)

rozměry posuzovaného prvku

Výška průřezu:	h=	406	mm	Šířka průřezu:	b=	1000	mm
Tažená výztuž v 1. řadě:	6.67	Φ	25 mm		$A_{s,1}$=	3272	mm^2
Tlačená výztuž:	6.67	Φ	12 mm		$A_{s,c}$=	754	mm^2
Osová vzdálenost od první řady:	c_2=	0	mm	Krytí:	c=	50	mm
Tříminky/spony:		Φ	10 mm				

Vnitřní síly

M_{max} - char. kom. LM71 + Φ	$M_{Ek,max,71}$=	141	kNm	M_{min} - char. kom. LM71 + Φ	$M_{Ek,min,71}$=	30	kNm
M_{perm} - char. kom. bez LM71	$M_{Ek,perm}$=	30	kNm	Předtlačená tahová oblast:		NE	
M - LM71 bez α a Φ	M_{LM71}=	61	kNm	Dynamický součinitel:	Φ=	1.833	-
N_{max} - char. kom. LM71 + Φ	$N_{Ek,max,71}$=	-80	kN	N_{min} - char. kom. LM71 + Φ	$N_{Ek,min,71}$=	7	kN
N_{perm} - char. kom. bez LM71	$N_{Ek,perm}$=	-45	kN	N - LM71 bez α a Φ	N_{LM71}=	-19	kN
Spojitý nosník (vnitřní pole)				Rozhodující délka příčinkové čáry:	L=	2.00	m

Vliv dopravy

s* běžná smíšená doprava	Roční objem dopravy:	Vol=	3.300E+07	t/rok
jedna kolej na mostě	Návrhová životnost mostu:	N_{Years}=	100	let

materiálové charakteristiky

beton (dle 1992-1-1 ed. 2)

Třída betonu:	C30/37			Tlaková pevnost:		$f_{c,k}$=	30.0	MPa
Typ cementu:	třída R			Součinitel únavy:		k_1=	0.85	-
Stáří betonu:	t_0=	100.00	dnů	Součinitel pevnosti betonu:	rov. 3.2	$\beta_{cc}(t_0)$=	1.10	-
Součinitel:	α_{cc}=	0.90	-		rov. 6.76	$f_{cd,fat}$=	14.79	MPa

únavové posouzení tlačeného betonu (dle 1992-2, přílohy NN; kap. NN.3.2)

Horní napětí:	rov. NN.113	$\sigma_{cd,max,equ}$=	7.88	MPa	Opravný součinitel:	rov. NN.114	λ_c=	0.76	-
Dolní napětí:	rov. NN.113	$\sigma_{cd,min,equ}$=	2.04	MPa	Vliv trvalého napětí:	rov. NN.115	$\lambda_{c,0}$=	1.00	-
Max char. napětí v bet., LM71 + Φ		$\sigma_{c,max,71}$=	9.69	MPa	Vliv kčního prvku:	tab. NN.3	$\lambda_{c,1}$=	0.75	-
Min char. napětí v bet., LM71 + Φ		$\sigma_{c,min,71}$=	2.02	MPa	Vliv objemu dopravy:	rov. NN.116	$\lambda_{c,2,3}$=	1.02	-
Char. napětí v bet. bez LM71 + Φ		$\sigma_{c,perm}$=	2.13	MPa	Vliv více kolejí:	rov. NN.117	$\lambda_{c,4}$=	není uplatněn	-
		$E_{cd,min,equ}$=	0.14	-			$E_{cd,max,equ}$=	0.53	-
		R_{equ}=	0.26	-					

$$14\cdot(1 - E_{cd,max,equ}) / (1 - R_{equ})^{0,5} \geq 6 \quad \text{rov. NN.112}$$

7.6 ≥ 6

TLAČENÝ BETON VYHOVUJE

únavové posouzení betonářské výztuže (dle 1992-2, přílohy NN; kap. NN.3.1)

Typ výztuže:		přímé a ohýbané pruty			Opravný součinitel:	rov. NN.107	λ_s=	0.98	-
Sklon S-N čáry	tab. 6.3N (EN 1992-1-1)	k_2=	9	-	Vliv kčního prvku:	tab. NN.2	$\lambda_{s,1}$=	0.95	-
Poškozující rozkmit:	rov. NN.106	$\Delta\sigma_{s,equ}$=	110.7	MPa	Vliv objemu dopravy:	rov. NN.109	$\lambda_{s,2}$=	1.03	-
Rozkmit napětí - LM71:		$\Delta\sigma_{s,71}$=	61.6	MPa	Vliv návrhové životnosti:	rov. NN.110	$\lambda_{s,3}$=	1.00	-
					Vliv více kolejí:	rov. NN.111	$\lambda_{s,4}$=	není uplatněn	-
		$\gamma_{F,fat}$=	1.00	-			$\gamma_{s,fat}$=	1.15	-
Rozkmit napětí:		$\Delta\sigma_{s,equ}$=	162.5	MPa					

rov. 6.71 (EN 1992-1-1) $\gamma_{F,fat} \cdot \Delta\sigma_{s,equ} \leq \Delta\sigma_{Rsk} / \gamma_{s,fat}$

110.7 ≤ 141.3

TAŽENÁ BETONÁŘSKÁ VÝZTUŽ VYHOVUJE

- horní deska – u stěny tl. 300 mm

POSOUZENÍ ÚNAVY ŽELEZNIČNÍCH MOSTŮ (dle ČSN EN 1992-2; dle ČSN EN 1992-1-1 ed. 2)

rozměry posuzovaného prvku

Výška průřezu:	h=	335	mm	Šířka průřezu:	b=	1000	mm
Tažená výztuž v 1. řadě:	6.67	Φ	16 mm		$A_{s,1}$=	1340	mm^2
Tlačená výztuž:	6.67	Φ	12 mm		$A_{s,c}$=	754	mm^2
Osová vzdálenost od první řady:	c_2=	0	mm	Krytí:	c=	50	mm
Tříminky/spony:		Φ	10 mm				

Vnitřní síly

M_{max} - char. kom. LM71 + Φ	$M_{Ek,max,71}$=	34	kNm	M_{min} - char. kom. LM71 + Φ	$M_{Ek,min,71}$=	6	kNm
M_{perm} - char. kom. bez LM71	$M_{Ek,perm}$=	4	kNm	Předtlačená tahová oblast:		NE	
M - LM71 bez α a Φ	M_{LM71}=	16	kNm	Dynamický součinitel:	Φ=	1.833	-
N_{max} - char. kom. LM71 + Φ	$N_{Ek,max,71}$=	-41	kN	N_{min} - char. kom. LM71 + Φ	$N_{Ek,min,71}$=	-5	kN
N_{perm} - char. kom. bez LM71	$N_{Ek,perm}$=	-26	kN	N - LM71 bez α a Φ	N_{LM71}=	-8	kN
Spojitý nosník (vnitřní pole)				Rozhodující délka příčinkové čáry:	L=	2.00	m

Vliv dopravy

s* běžná smíšená doprava				Roční objem dopravy:	Vol=	3.300E+07	t/rok
jedna kolej na mostě				Návrhová životnost mostu:	N_{Years}=	100	let

materiálové charakteristiky

beton (dle 1992-1-1 ed. 2)

Třída betonu:		C30/37		Tlaková pevnost:		$f_{c,k}$=	30.0	MPa
Typ cementu:		třída R		Součinitel únavy:		k_1=	0.85	-
Stáří betonu:		t_0=	100.00	dnů	Součinitel pevnosti betonu: rov. 3.2	$\beta_{cc}(t_0)$=	1.10	-
Součinitel:		α_{cc}=	0.90	-	rov. 6.76	$f_{cd,fat}$=	14.79	MPa

únavové posouzení tlačeného betonu (dle 1992-2, přílohy NN; kap. NN.3.2)

Horní napětí:	rov. NN.113	$\sigma_{cd,max,equ}$=	3.78	MPa	Opravný součinitel:	rov. NN.114	λ_c=	0.76	-
Dolní napětí:	rov. NN.113	$\sigma_{cd,min,equ}$=	0.80	MPa	Vliv trvalého napětí:	rov. NN.115	$\lambda_{c,0}$=	1.00	-
Max char. napětí v bet., LM71 + Φ		$\sigma_{c,max,71}$=	4.75	MPa	Vliv kčního prvku:	tab. NN.3	$\lambda_{c,1}$=	0.75	-
Min char. napětí v bet., LM71 + Φ		$\sigma_{c,min,71}$=	0.83	MPa	Vliv objemu dopravy:	rov. NN.116	$\lambda_{c,2,3}$=	1.02	-
Char. napětí v bet. bez LM71 + Φ		$\sigma_{c,perm}$=	0.69	MPa	Vliv více kolejí:	rov. NN.117	$\lambda_{c,4}$=	není uplatněn	-
		$E_{cd,min,equ}$=	0.05	-			$E_{cd,max,equ}$=	0.26	-
		R_{equ}=	0.21	-	$14\cdot(1 - E_{cd,max,equ}) / (1 - R_{equ})^{0,5} \geq 6$	rov. NN.112			

11.7 ≥ 6

TLAČENÝ BETON VYHOVUJE

únavové posouzení betonářské výztuže (dle 1992-2, přílohy NN; kap. NN.3.1)

Typ výztuže:		přímé a ohýbané pruty			Opravný součinitel:	rov. NN.107	λ_s=	0.98	-
Sklon S-N čáry	tab. 6.3N (EN 1992-1-1)	k_2=	9	-	Vliv kčního prvku:	tab. NN.2	$\lambda_{s,1}$=	0.95	-
Poškozující rozkmit:	rov. NN.106	$\Delta\sigma_{s,equ}$=	87.3	MPa	Vliv objemu dopravy:	rov. NN.109	$\lambda_{s,2}$=	1.03	-
Rozkmit napětí - LM71:		$\Delta\sigma_{s,71}$=	48.6	MPa	Vliv návrhové životnosti:	rov. NN.110	$\lambda_{s,3}$=	1.00	-
					Vliv více kolejí:	rov. NN.111	$\lambda_{s,4}$=	není uplatněn	-
		$\gamma_{F,fat}$=	1.00	-			$\gamma_{s,fat}$=	1.15	-
Rozkmit napětí:		$\Delta\sigma_{s,equ}$=	162.5	MPa					

rov. 6.71 (EN 1992-1-1) $\gamma_{F,fat} \cdot \Delta\sigma_{s,equ} \leq \Delta\sigma_{Rsk} / \gamma_{s,fat}$

87.3 ≤ 141.3

TAŽENÁ BETONÁŘSKÁ VÝZTUŽ VYHOVUJE

- základová deska – spodní výztuž

POSOUZENÍ ÚNAVY ŽELEZNIČNÍCH MOSTŮ (dle ČSN EN 1992-2; dle ČSN EN 1992-1-1 ed. 2)

rozměry posuzovaného prvku

Výška průřezu:	h=	400	mm	Šířka průřezu:	b=	1000	mm
Tažená výztuž v 1. řadě:	6.67	Φ	25 mm		$A_{s,1}$=	3272	mm^2
Tlačená výztuž:	6.67	Φ	20 mm		$A_{s,c}$=	2094	mm^2
Osová vzdálenost od první řady:	c_2=	0	mm	Krytí:	c=	50	mm
Tříminky/spony:		Φ	10 mm				

Vnitřní síly

M_{max} - char. kom. LM71 + Φ	$M_{Ek,max,71}$=	122	kNm	M_{min} - char. kom. LM71 + Φ	$M_{Ek,min,71}$=	24	kNm
M_{perm} - char. kom. bez LM71	$M_{Ek,perm}$=	25	kNm	Předtlačená tahová oblast:		NE	
M - LM71 bez α a Φ	M_{LM71}=	53	kNm	Dynamický součinitel:	Φ=	1.833	-
N_{max} - char. kom. LM71 + Φ	$N_{Ek,max,71}$=	-149	kN	N_{min} - char. kom. LM71 + Φ	$N_{Ek,min,71}$=	-79	kN
N_{perm} - char. kom. bez LM71	$N_{Ek,perm}$=	-116	kN	N - LM71 bez α a Φ	N_{LM71}=	-18	kN
Spojitý nosník (vnitřní pole)				Rozhodující délka příčinkové čáry:	L=	2.00	m

Vliv dopravy

s* běžná smíšená doprava	Roční objem dopravy:	Vol=	3.300E+07	t/rok
jedna kolej na mostě	Návrhová životnost mostu:	N_{Years}=	100	let

materiálové charakteristiky

beton (dle 1992-1-1 ed. 2)

Třída betonu:		C30/37		Tlaková pevnost:		$f_{c,k}$=	30.0	MPa
Typ cementu:		třída R		Součinitel únavy:		k_1=	0.85	-
Stáří betonu:		t_0=	100.00	dnů	Součinitel pevnosti betonu: rov. 3.2	$\beta_{cc}(t_0)$=	1.10	-
Součinitel:		α_{cc}=	0.90	-	rov. 6.76	$f_{cd,fat}$=	14.79	MPa

únavové posouzení tlačeného betonu (dle 1992-2, přílohy NN; kap. NN.3.2)

Horní napětí:	rov. NN.113	$\sigma_{cd,max,equ}$=	7.20	MPa	Opravný součinitel:	rov. NN.114	λ_c=	0.76	-
Dolní napětí:	rov. NN.113	$\sigma_{cd,min,equ}$=	1.90	MPa	Vliv trvalého napětí:	rov. NN.115	$\lambda_{c,0}$=	1.00	-
Max char. napětí v bet., LM71 + Φ		$\sigma_{c,max,71}$=	8.83	MPa	Vliv kčního prvku:	tab. NN.3	$\lambda_{c,1}$=	0.75	-
Min char. napětí v bet., LM71 + Φ		$\sigma_{c,min,71}$=	1.86	MPa	Vliv objemu dopravy:	rov. NN.116	$\lambda_{c,2,3}$=	1.02	-
Char. napětí v bet. bez LM71 + Φ		$\sigma_{c,perm}$=	2.01	MPa	Vliv více kolejí:	rov. NN.117	$\lambda_{c,4}$=	není uplatněn	-
		$E_{cd,min,equ}$=	0.13	-			$E_{cd,max,equ}$=	0.49	-
		R_{equ}=	0.26	-					

$$14\cdot(1 - E_{cd,max,equ}) / (1 - R_{equ})^{0,5} \geq 6 \quad \text{rov. NN.112}$$

8.4 ≥ 6

TLAČENÝ BETON VYHOVUJE

únavové posouzení betonářské výztuže (dle 1992-2, přílohy NN; kap. NN.3.1)

Typ výztuže:		přímé a ohýbané pruty			Opravný součinitel:	rov. NN.107	λ_s=	0.98	-
Sklon S-N čáry	tab. 6.3N (EN 1992-1-1)	k_2=	9	-	Vliv kčního prvku:	tab. NN.2	$\lambda_{s,1}$=	0.95	-
Poškozující rozkmit:	rov. NN.106	$\Delta\sigma_{s,equ}$=	98.6	MPa	Vliv objemu dopravy:	rov. NN.109	$\lambda_{s,2}$=	1.03	-
Rozkmit napětí - LM71:		$\Delta\sigma_{s,71}$=	54.9	MPa	Vliv návrhové životnosti:	rov. NN.110	$\lambda_{s,3}$=	1.00	-
					Vliv více kolejí:	rov. NN.111	$\lambda_{s,4}$=	není uplatněn	-
		$\gamma_{F,fat}$=	1.00	-			$\gamma_{s,fat}$=	1.15	-
Rozkmit napětí:		$\Delta\sigma_{s,equ}$=	162.5	MPa					

rov. 6.71 (EN 1992-1-1) $\gamma_{F,fat} \cdot \Delta\sigma_{s,equ} \leq \Delta\sigma_{Rsk} / \gamma_{s,fat}$

98.6 ≤ 141.3

TAŽENÁ BETONÁŘSKÁ VÝZTUŽ VYHOVUJE

- základová deska – průřez v poli (horní výztuž)

POSOUZENÍ ÚNAVY ŽELEZNIČNÍCH MOSTŮ (dle ČSN EN 1992-2; dle ČSN EN 1992-1-1 ed. 2)

rozměry posuzovaného prvku

Výška průřezu:	h=	400	mm	Šířka průřezu:	b=	1000	mm
Tažená výztuž v 1. řadě:	6.67	Φ	20 mm		$A_{s,1}$=	2094	mm^2
Tlačená výztuž:	6.67	Φ	20 mm		$A_{s,c}$=	2094	mm^2
Osová vzdálenost od první řady:	c_2=	0	mm	Krytí:	c=	50	mm
Tříminky/spony:		Φ	10 mm				

Vnitřní síly

M_{max} - char. kom. LM71 + Φ	$M_{Ek,max,71}$=	108	kNm	M_{min} - char. kom. LM71 + Φ	$M_{Ek,min,71}$=	30	kNm
M_{perm} - char. kom. bez LM71	$M_{Ek,perm}$=	29	kNm	Předtlačená tahová oblast:		NE	
M - LM71 bez α a Φ	M_{LM71}=	43	kNm	Dynamický součinitel:	Φ=	1.833	-
N_{max} - char. kom. LM71 + Φ	$N_{Ek,max,71}$=	-87	kN	N_{min} - char. kom. LM71 + Φ	$N_{Ek,min,71}$=	-70	kN
N_{perm} - char. kom. bez LM71	$N_{Ek,perm}$=	-87	kN	N - LM71 bez α a Φ	N_{LM71}=	0	kN
Spojitý nosník (vnitřní pole)				Rozhodující délka příčinkové čáry:	L=	2.00	m

Vliv dopravy

s* běžná smíšená doprava	Roční objem dopravy:	Vol=	3.300E+07	t/rok
jedna kolej na mostě	Návrhová životnost mostu:	N_{Years}=	100	let

materiálové charakteristiky

beton (dle 1992-1-1 ed. 2)

Třída betonu:		C30/37		Tlaková pevnost:		$f_{c,k}$=	30.0	MPa
Typ cementu:		třída R		Součinitel únavy:		k_1=	0.85	-
Stáří betonu:	t_0=	100.00	dnů	Součinitel pevnosti betonu:	rov. 3.2	$\beta_{cc}(t_0)$=	1.10	-
Součinitel:	α_{cc}=	0.90	-		rov. 6.76	$f_{cd,fat}$=	14.79	MPa

únavové posouzení tlačeného betonu (dle 1992-2, přílohy NN; kap. NN.3.2)

Horní napětí:	rov. NN.113	$\sigma_{cd,max,equ}$=	7.45	MPa	Opravný součinitel:	rov. NN.114	λ_c=	0.76	-
Dolní napětí:	rov. NN.113	$\sigma_{cd,min,equ}$=	2.60	MPa	Vliv trvalého napětí:	rov. NN.115	$\lambda_{c,0}$=	1.00	-
Max char. napětí v bet., LM71 + Φ		$\sigma_{c,max,71}$=	8.98	MPa	Vliv kčního prvku:	tab. NN.3	$\lambda_{c,1}$=	0.75	-
Min char. napětí v bet., LM71 + Φ		$\sigma_{c,min,71}$=	2.61	MPa	Vliv objemu dopravy:	rov. NN.116	$\lambda_{c,2,3}$=	1.02	-
Char. napětí v bet. bez LM71 + Φ		$\sigma_{c,perm}$=	2.58	MPa	Vliv více kolejí:	rov. NN.117	$\lambda_{c,4}$=	není uplatněn	-
		$E_{cd,min,equ}$=	0.18	-			$E_{cd,max,equ}$=	0.50	-
		R_{equ}=	0.35	-					

$$14\cdot(1 - E_{cd,max,equ}) / (1 - R_{equ})^{0,5} \geq 6$$ rov. NN.112

8.6 ≥ 6

TLAČENÝ BETON VYHOVUJE

únavové posouzení betonářské výztuže (dle 1992-2, přílohy NN; kap. NN.3.1)

Typ výztuže:		přímé a ohýbané pruty			Opravný součinitel:	rov. NN.107	λ_s=	0.98	-
Sklon S-N čáry	tab. 6.3N (EN 1992-1-1)	k_2=	9	-	Vliv kčního prvku:	tab. NN.2	$\lambda_{s,1}$=	0.95	-
Poškozující rozkmit:	rov. NN.106	$\Delta\sigma_{s,equ}$=	121.7	MPa	Vliv objemu dopravy:	rov. NN.109	$\lambda_{s,2}$=	1.03	-
Rozkmit napětí - LM71:		$\Delta\sigma_{s,71}$=	67.8	MPa	Vliv návrhové životnosti:	rov. NN.110	$\lambda_{s,3}$=	1.00	-
					Vliv více kolejí:	rov. NN.111	$\lambda_{s,4}$=	není uplatněn	-
		$\gamma_{F,fat}$=	1.00	-			$\gamma_{s,fat}$=	1.15	-
Rozkmit napětí:		$\Delta\sigma_{s,equ}$=	162.5	MPa					

rov. 6.71 (EN 1992-1-1) $\gamma_{F,fat} \cdot \Delta\sigma_{s,equ} \leq \Delta\sigma_{Rsk} / \gamma_{s,fat}$

121.7 ≤ 141.3

TAŽENÁ BETONÁŘSKÁ VÝZTUŽ VYHOVUJE

4.5 Mezní stavy použitelnosti – přetvoření a deformace

Mezní stavy použitelnosti vlivem přetvoření zahrnují:

- svislý průhyb,
- zkroucení koleje,
- pootočení koncového průřezu.

Přetvoření se posuzuje pro nahodilé zatížení železniční dopravou.

4.5.1 Svislý průhyb nosné konstrukce

Průhyby nosné konstrukce jsou určeny z výpočetního modelu v SCIA Engineer. Svislý průhyb nosné konstrukce od zatížení železniční dopravou nesmí překročit:

- mezní hodnotu $\delta_{p,lim,1}$ danou kritérii bezpečnosti dopravy,

(pro stanovení deformace se použije zatížení zatěžovacími schématy včetně klasifikačního součinitele α v charakteristických hodnotách včetně dynamického součinitele; včetně účinků odstředivých sil);

- mezní hodnotu $\delta_{p,lim,2}$ danou kritérii pohodlí cestujících

(pro stanovení deformace se použije zatížení návrhovým zatěžovacím schématem LM71 v charakteristických hodnotách bez klasifikačního součinitele α; včetně dynamického součinitele ϕ; včetně účinků odstředivých sil).

Rozpětí mostu:

L =	4.5 m	

Součinitele:

Ø =	1.559	(dynamický součinitel)
α =	1.21	(klasifikační součinitel)

Posouzení z hlediska bezpečnosti dopravy:

$d_{p.1}$ =	**3.0** mm	(vč. dynamického součinitele)
$d_{p.lim.1}$ =	**7.5** mm	(L/600)
VYUŽITÍ:	**40.2** %	**VYHOVUJE**

Posouzení z hlediska pohodlí cestujících:

$d_{p.2}$ =	**2.5** mm	(bez klasif. souč. α; vč. dynamického součinitele)
$L/d_{lim.0}$ (V) =	800	(mezní hodnota svislého průhybu dle obr. 5.19)
$d_{lim.0}$ =	5.6 mm	(základní mezní hodnota svislého průhybu)
k =	0.9	(mosty o třech a více spojitých polích)
$d_{p.lim.2}$ =	**6.3** mm	
VYUŽITÍ:	**39.9** %	**VYHOVUJE**

4.5.2 Deformace koncového průřezu

S ohledem na uspořádání konstrukce se níže uvedená posouzení neuplatní:

pootočení konců Θ_p dle EN 1990, příl. A2, čl. A2.4.4.2.3;

vodorovný posun konce podélné konzoly $\delta_{h,p}$ dle EN 1991-2, čl. 6.5.4.5.2(2);

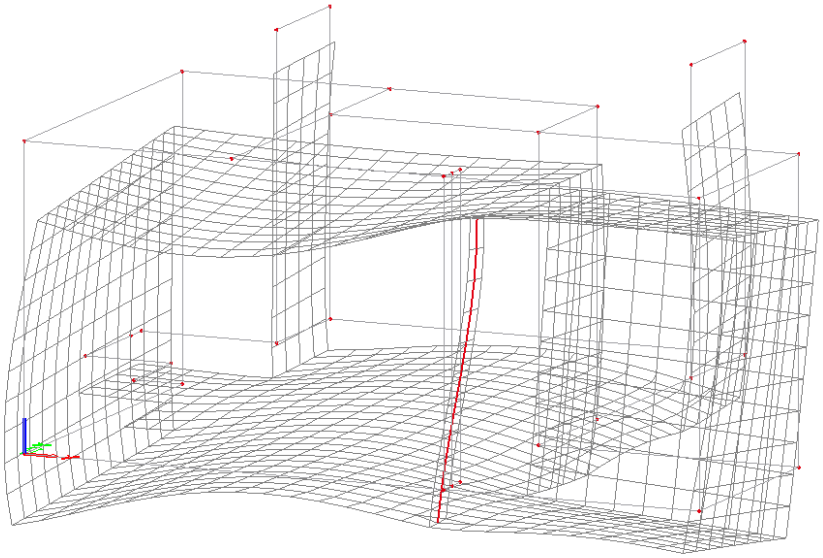
svislý posun konce podélné konzoly $\delta_{v,p}$ dle EN 1991-2, čl. 6.5.4.5.2(3).

Deformace koncového průřezu jsou stanoveny od klasifikovaného zatížení s uvážením dynamického součinitele Ø.

4.5.3 Dynamická analýza

Dle požadavku ČSN EN 1991-2 ed.2 byla provedena analýza 1. vlastní frekvence mostního objektu, která byla dále porovnána s mezemi stanovenými dle 6.4.4 (1). Nosná konstrukce splňuje kritéria, která nevyžadují dynamickou analýzu.

Obrázek 4-4: 1. vlastní tvar kmitání



První vlastní frekvence (dynamický výpočet)

náhradní délka L=	4.6 m	**18.12** Hz

Mezní hodnoty vlastních frekvencí pro rozpětí 4 až 20,0 m:

dolní mez	min no = 80,0 / L =	**17.32** Hz
horní mez	max no = 94,76. $L^{-0,748}$ =	**30.16** Hz

Posouzení:

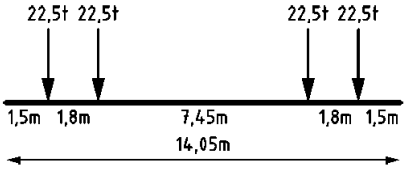
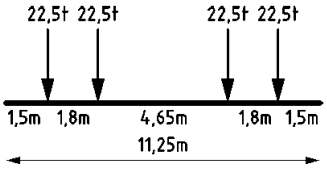
dolní mez	**17.32 Hz**	**<**	**18.12 Hz**	**VYHOVUJE!**
horní mez	**18.12 Hz**	**<**	**30.16 Hz**	**VYHOVUJE!**

5 Přechodnost stávající konstrukce

Stávající konstrukce tubusu podchodu je z prefabrikovaných prefabrikátů typ DZR 7, resp. DZR 8. Tyto prefabrikáty jsou navrženy pro skupinu náprav odpovídajících vlaku A s nápravovým tlakem 1,25 x 24 t = 30 t. Předpokládaný uvažovaný dynamický součinitel δ = 1,4 pro železobetonové konstrukce dle v čase výroby platné ČSN 73 6203.

5.1 Provozní zatížení

Provozní zatížení bylo uvažováno s ohledem na požadavky investora typu D4 s přidruženou rychlostí 120 km/h (D4-120) a D2 s přidruženou rychlostí 160 km/h (D2-160). Vzhledem k uspořádání náprav těchto referenčních souprav a k rozpětí rámového tubusu je rozhodujícím účinkem dvojice náprav, která zůstává zachována pro obě soupravy shodná. S přihlédnutím k této skutečnosti je uvažováno s D2, kdy vyšší přidružená rychlost je spojena s vyšším dynamickým součinitelem.

Referenční vůz	Zatížení na nápravu *P* (t)	Geometrické charakteristiky	Hmotnost na jednotku délky *p* (t/m) [a]
D2	22,5		6,4
D4	22,5		8,0

..

Dynamický součinitel (EN 1991-2 ed. 2 - příloha C, MP 5)

okrajové podmínky							
Náhradní délka:	$L_{Ø}$=	4.53	m	Traťová rychlost:	v=	160.00	km/h
První vlastní frekvence:	n_0=	-	Hz	Součinitel rychlosti:	α=	1.00	-
parametry koleje na mostě							
Přesypávka vyšší jak 1.0 m:		NE		Výška přesypávky:	h=	2.00	m
Styk v koleji:		NE					

situace	n_0	K	φ'	φ"	$\varphi_{2,real}$	$\varphi_{3,real}$	$\varphi_{2,(6.4)}$	$\varphi_{3,(6.5)}$
dolní mez frekvencí	17.66	0.28	0.38	0.46	1.610	1.838	**1.567**	**1.850**
horní mez frekvencí	30.61	0.16	0.19	0.80	1.593	1.995		
vypočtená frekvence	-	-	-	-	-	-		

V souvislosti s posouzením přechodnosti byl prvotně proveden zjednodušený výpočet pro ekvivalentní prostý nosník na základě vnitřních sil působící od referenční soupravy D2, resp. D4 a vlaku A dle ČSN 73 6203 (1968). S ohledem na hodnoty poměru těchto zatížení nižší než 1,0 (viz dále) byl ve výpočetním SW MIDAS Civil vytvořen pro posouzení přechodnosti stávající konstrukce byl vytvořen prutový model v MKP MIDAS Civil. Využitý model zohledňuje interakci působení tubusu se zásypem.

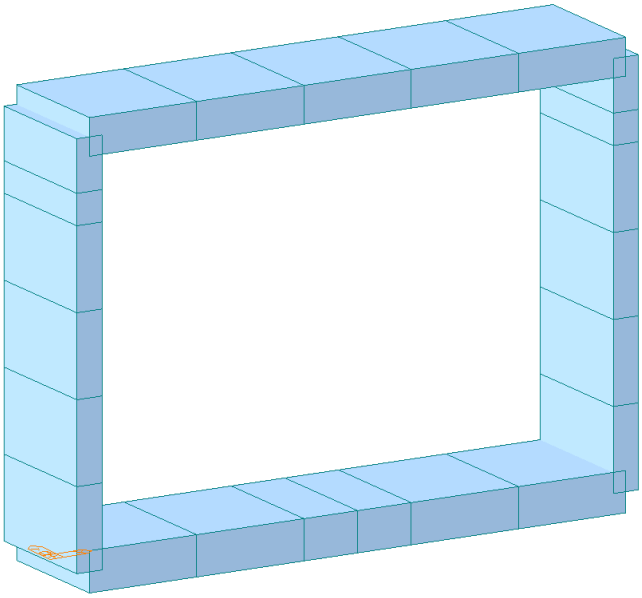
Porovnání traťových zatížení na prostém nosníku

okrajové podmínky

Klasifikační součinitel:	α=	1.00	-	Poměr dyn. součinitelů "2":	$r_{Ø.2}$=	1.12	-
Dílčí součinitel - norma:	γ_{norma}=	1.00	-	Poměr dyn. součinitelů "3":	$r_{Ø.3}$=	1.32	-
Dílčí součinitel TTZ:	γ_T=	1.00	-				

Délka nosníku	Traťová třída zatížení								Zatížení norma		D2	
	C2		C3		D2		D4		Vlak A		/ Vlak A	
	M	Q	M	Q	M	Q	M	Q	M	Q	M	Q
	[kNm]	[kN]	[kNm]	[kN]	[kNm]	[kN]	[kNm]	[kN]	[kNm]	[kN]	[-]	[-]
2	0	0	100	220	113	248	113	248	150	330	0.99	0.99
2.5	0	0	125	256	141	288	141	288	188	384	0.99	0.99
3	0	0	150	280	169	315	169	315	225	420	0.99	0.99
3.5	0	0	192	297	216	334	217	334	289	446	0.99	0.99
4	0	0	240	310	270	349	270	349	360	495	0.99	0.93
4.5	0	0	288	320	324	360	324	360	473	540	0.91	0.88
5	0	0	336	336	378	378	378	378	585	576	0.85	0.87
5.5	0	0	384	360	432	405	433	405	698	611	0.82	0.88
6	0	0	433	380	487	427	487	428	810	660	0.79	0.86

Obrázek 5-1: Model konstrukce tubusu - axonometrie



5.2 Posouzení průřezů pro přechodnost D2-160

V rámci přepočtu zatížitelnosti byly posouzeny kritické průřezy stávajících prefabrikovaných rámů DZR při uvažování traťové třídy D2-160 s dynamickým součinitelem dle metodického pokynu pro určování zatížitelnosti.

- horní deska – pole

Příčle tubus - pole

Průřez

b_{eff} =	1000 mm	b_w =	1000 mm	H =	300 mm		
c_1 =	35 mm	c_2 =	85 mm	$w_{k,max}$ =	0.30 mm		XC2, XC3, XC

Materiály

ocel:	**10426**	**W**			**beton:**	**C25/30**		f_{ck} =	25.0	MPa	
f_{yk} =	410	MPa	γ_s =	1.10	-	α_{cc} =	0.9	-	E_{cm} =	31.0	GPa
f_{yd} =	372.7	MPa	$\varepsilon_{ud}/\varepsilon_{uk}$ =	0.9	-	γ_c =	1.5	-	f_{cd} =	15.0	MPa
E_y =	200.0	GPa	$k = f_t/f_y$ =	1.08	-	α_e =	6.45	-	$f_{c,t,m}$ =	2.6	MPa
ε_{uk} =	50	$[.10^{-3}]$				ε_{c3} =	-1.75		ε_{cu3} =	-3.5	$[.10^{-3}]$

Ohybová výztuž

	13.3333 Φ 16 mm	*1. řada*	z=0.035	$A_{s1,1}$	= 2681 mm²	(0.894%)
tažená výztuž	0 Φ 20 mm	*2. řada*	z=0.080	$A_{s1,2}$	= mm²	(0.000%)
	0 Φ 20 mm	*3. řada*	z=0.250	$A_{s1,3}$	= mm²	(0.000%)
tlačená výztuž	9 Φ 16 mm		z=0.085	A_{s2}	= 1810 mm²	(0.603%)

Rozdělovací výztuž (minimální) — *Stupeň vyztužení*

11.0	Φ 8 mm	$A_{s,perp}$	= 536 mm²	$A_{s,min}$	<	$A_{s,t}$	<	A_s	<	$A_{s,max}$	
(pro desky)				437	<	2 681	<	4490	<	12 000	Vyhovuje

Smyková výztuž

třmínky	3.33333 Φ 8 mm	$A_{w,stirrup}$ = 168 mm²			α_w =	90 °
	$s_{w,st}$ = 300 mm	$A_{w,stirrup}$ = 559 mm²/m²			$\rho_{w,s}$ =	0.06%
ohyby	0 Φ 25 mm	$A_{w,bend}$ = mm²			α_b =	45 °
	$s_{w,b}$ = 450 mm	$\rho_{w,b}$ = 0.00%	<	$\rho_{w,s}$ = 0.06%		Vyhovuje

Stupeň vyztužení

$\rho_{w,s,min}$	<	$\rho_{w,s}$	<	$\rho_{w,s,max}$		
0.10%		0.06%		1.00%		Vyhovuje

Vnitřní síly na průřezu

M_{Ed} =	211	kNm	N_{Ed} =	-35	kN	V_{Ed} =	83	kN			(MSÚ)
Excentricita pro MSÚ:			Ne			$e_{MSÚ}$ =	6.037	m			
$M_{Ek,char}$ =	141	kNm	$N_{Ek,char}$ =	-31	kN	e_{char} =	4.512	m			(Charakteristická)
$M_{Ek,kvazi}$ =	36	kNm	$N_{Ek,kvazi}$ =	-34	kN	e_{kvazi} =	1.071	m			(Kvazistálá)

Štíhlostní kritérium

L_0 =	0.7	*	0	=	0.000 m	*vetknutí-kloub*						L =	0.00	m
i =	√(0.002	/	0.300	)=	0.087 m				λ =	0.000	/	0.087 =	**0.000**	-
Posouzení			λ_{lim}	=	**146.742**	-	>	λ	=	**0.000**	-		Masivní prvek	

Smyková únosnost - bez smykové výztuže

$V_{Rd,c}$ =	(0.12	*	1.869	*(	1.012	*	25.0	)+	0.15	*	0.117	)	1000	*	265	=	**0.179 MN**
Posouzení			$V_{Rd,c}$ =		**0.179**	MN	>	V_{Ed} =	**0.083**	MN					46%		Vyhovuje

Smyková únosnost - se smykovou výztuží

Sklon tlakových diagonál			1	<	**cot θ**	=	**1.428**	<	2.5	θ	=	**35.00°**	Vyhovuje
součinitel redukce únosnosti tlak. diag.					**v**	=	**0.54**	-					

Dodatečná tahová síla

ΔF_{td}	=	1	*	83	*(	1.428	-	0.000	)	=	**0.119**	MN	

Únosnost tlakové diagonály

$V_{Rd,max}$	=	0.54	*	15.0	*	1000	*	216	/(	0.70021	+	1.42815	)=	**0.823**	MN	

Únosnost třmínků

$V_{Rd,st}$	=	168	*	372.7	*	0.216	*	1.42815	/	300			=	**0.064**	MN	

Únosnost ohybů

$V_{Rd,b}$	=	0	*	372.7	*	0.707	*	0.216	*	2.42815	/	450	=	**0.000**	MN	
Posouzení				$V_{Rd,s}$ =		**0.064**	MN	<	V_{Ed} =	**0.083**	MN			129%		Nevyhovuje

Stanovení napjatosti průřezu na MSÚ (M+N+V)

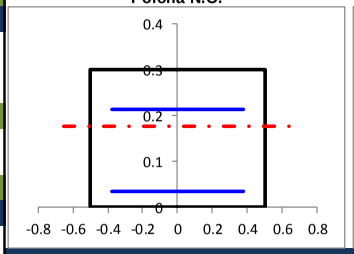
Přetvoření betonu v tlaku		ε_c =	**-1.556**	$[.10^{-3}]$	*Úprava polohy N.O.*	
excentricita tlačených vláken		e_{z+} =	0.123	m	+0,1 mm	-0,1 mm
vzdálenost N.O. od spodních vláken		e_z =	**0.177**	m	+1,0 mm	-1,0 mm
Silová podmínka rovnováhy	**celkem**	**0.0024**	**MN**		**Silová podmínka vyhovuje**	
Momentová podm. rovnováhy	M_{Rd} =	**0.212**	**MNm**	**rameno vnitřních sil**	**z = 0.216 m**	

Interakce ohybového a smykového namáhání

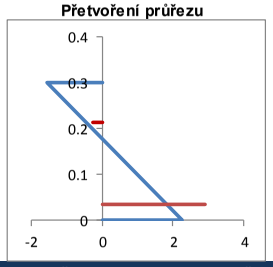
Materiál	Síla M [MN]	Síla V [MN]	σ_{max} [MPa]	ε_{max} $[.10^{-3}]$	Posouzení
Beton	-0.822	-	-13.351	-1.6	**Max.přetvoření betonu vyhovuje**
Výztuž (1)	0.962	0.036	372.3	1.9	**Max.přetvoření výztuže vyhovuje**
Výztuž (2)	0.000	0.000	0.0	0.0	**Max.přetvoření výztuže vyhovuje**
Výztuž (3)	0.000	0.000	0.0	0.0	**Max.přetvoření výztuže vyhovuje**
Výztuž tl.	-0.175	0.081	-51.9	-0.3	**Max.přetvoření výztuže vyhovuje**

Posouzení - beton	f_{cd} =	**15.000**	MPa	>	σ_{cc} =	**13.351**	MPa	89%	Vyhovuje
Posouzení - ocel	f_{std} =	**399.448**	MPa	>	σ_s =	**372.279**	MPa	93%	Vyhovuje

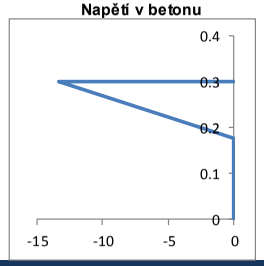
Poloha N.O.



Přetvoření průřezu



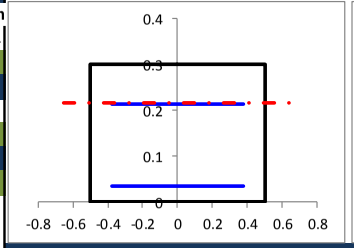
Napětí v betonu



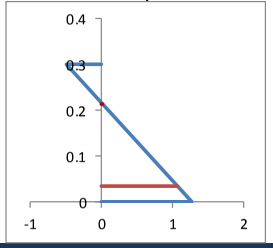
Mezní stav použitelnosti - omezení napětí

Posouzení - beton	**0,6.f_{ck}**	=	**15.000**	MPa	>	σ_{cc} =	**14.945**	MPa	100% Vyhovuje
Posouzení - ocel	**0,8.f_{yk}**	=	**328.000**	MPa	>	$\sigma_{s,max}$ =	**215.178**	MPa	66% Vyhovuje

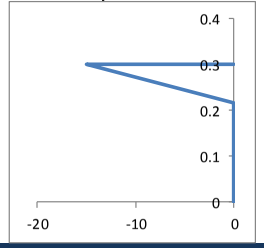
Poloha N.O.



Přetvoření průřezu



Napětí v betonu



Mezní stav použitelnosti - výpočet trhlin

Posouzení - beton			0,45.f_{ck}	=	11.250	MPa	>	σ_{cc} =	3.940	MPa				35%	lin.dotvar	
Napětí v oceli			$\sigma_{s,max}$	=	51.749	MPa					Dlouhodobé účinky:			Ano		
ε_{sm}-ε_{cm}	=(	51.749	-	0.4	*	68.76465	*(	1	+	0.243936	)/	200.0	=	0.0001		
ε_{sm}-ε_{cm}	=	0.6	*	51.749	/	200.0	=	0.000155						ε_{sm}-ε_{cm}	=	**0.00016**
$s_{r,max}$	=	3.22995	*	27	+	0.17	*	423.1671	=	159	mm					
w_k	=	159	*	0.000155	=	**0.025**	mm			σ_{ct} =	**2.014**	MPa		Trhliny při char.komb.		
Posouzení				$w_{k,max}$ =	**0.300**	mm	>	w_k =	**0.025**	mm				8%	Vyhovuje	

- horní deska – podpora

Příčle tubus - podpora

Průřez

b_{eff}	=	1000 mm	b_w	=	1000 mm	H	=	255 mm	
c_1	=	35 mm	c_2	=	35 mm	$w_{k,max}$	=	0.30 mm	XC2, XC3, XC

Materiály

ocel:	10426	W				**beton:**	C25/30		f_{ck} =	25.0	MPa
f_{yk} =	410	MPa	γ_s =	1.10	-	α_{cc} =	0.9	-	E_{cm} =	31.0	GPa
f_{yd} =	372.7	MPa	$\varepsilon_{ud}/\varepsilon_{uk}$ =	0.9	-	γ_c =	1.5	-	f_{cd} =	15.0	MPa
E_y =	200.0	GPa	$k = f_t/f_y$ =	1.08	-	α_e =	6.45	-	$f_{c,t,m}$ =	2.6	MPa
ε_{uk} =	50	$[.10^{-3}]$				ε_{c3} =	-1.75		ε_{cu3} =	-3.5	$[.10^{-3}]$

Ohybová výztuž

	13.3333 Φ 16 mm	1. řada	z=0.035	$A_{s1,1}$	= 2681 mm²	(1.051%)
tažená výztuž	0 Φ 20 mm	2. řada	z=0.080	$A_{s1,2}$	= mm²	(0.000%)
	0 Φ 20 mm	3. řada	z=0.250	$A_{s1,3}$	= mm²	(0.000%)
tlačená výztuž	7 Φ 16 mm		z=0.035	A_{s2}	= 1407 mm²	(0.552%)

Rozdělovací výztuž (minimální) — *Stupeň vyztužení*

11.0 Φ 8 mm $A_{s,perp}$ = 536 mm² — $A_{s,min}$ < $A_{s,t}$ < A_s < $A_{s,max}$

(pro desky) 363 < 2 681 < 4088 < 10 200 — Vyhovuje

Smyková výztuž

třmínky	3.33333 Φ 8 mm	$A_{w,stirrup}$ = 168 mm²		α_w =	90 °
	$s_{w,st}$ = 300 mm	$A_{w,stirrup}$ = 559 mm²/m²		$\rho_{w,s}$ =	0.06%
ohyby	6.6666 Φ 16 mm	$A_{w,bend}$ = 1340 mm²		α_b =	45 °
	$s_{w,b}$ = 1000 mm	$\rho_{w,b}$ = 0.19% >	$\rho_{w,s}$ = 0.06%	Nevyhovuje	

Stupeň vyztužení

$\rho_{w,s,min}$ < $\rho_{w,s}$ < $\rho_{w,s,max}$

0.10% 0.25% 1.00% — Vyhovuje

Vnitřní síly na průřezu

M_{Ed} =	115	kNm	N_{Ed} =	-35	kN	V_{Ed} =	235	kN		(MSÚ)
Excentricita pro MSÚ:			Ne			$e_{MSÚ}$ =	3.286	m		
$M_{Ek,char}$ =	81	kNm	$N_{Ek,char}$ =	-31	kN	e_{char} =	2.592	m		(Charakteristická)
$M_{Ek,kvazi}$ =	28	kNm	$N_{Ek,kvazi}$ =	-34	kN	e_{kvazi} =	0.824	m		(Kvazistálá)

Štíhlostní kritérium

L_0 = 0.7 * 0 = 0.000 m *vetknutí-kloub* L = 0.00 m

i = √(0.001 / 0.255)= 0.074 m λ = 0.000 / 0.074 = **0.000** -

Posouzení λ_{lim} = **137.326** - > λ = **0.000** - — Masivní prvek

Smyková únosnost - bez smykové výztuže

$V_{Rd,c}$ = (0.12 * 1.953 *(1.219 * 25.0)+ 0.15 * 0.137) 1000 * 220 = **0.166 MN**

Posouzení $V_{Rd,c}$ = **0.166** MN < V_{Ed} = **0.235** MN — 142% Nevyhovuje

Smyková únosnost - se smykovou výztuží

Sklon tlakových diagonál 1 < **cot θ = 1.732** < 2.5 θ = **30.00°** — Vyhovuje

součinitel redukce únosnosti tlak. diag. **ν = 0.54** -

Dodatečná tahová síla

ΔF_{td} = 1 * 235 *(1.732 - 0.000) = **0.407 MN**

Únosnost tlakové diagonály

$V_{Rd,max}$ = 0.54 * 15.0 * 1000 * 185 /(0.57735 + 1.73205)= **0.650 MN**

Únosnost třmínků

$V_{Rd,st}$ = 168 * 372.7 * 0.185 * 1.73205 / 300 = **0.067 MN**

Únosnost ohybů

$V_{Rd,b}$ = 1340 * 372.7 * 0.707 * 0.185 * 2.73205 / 1000 = **0.179 MN**

Posouzení $V_{Rd,s}$ = **0.246** MN > V_{Ed} = **0.235** MN — 96% Vyhovuje

Stanovení napjatosti průřezu na MSÚ (M+N+V)

Přetvoření betonu v tlaku ε_c = **-1.011** $[.10^{-3}]$ — *Úprava polohy N.O.*

excentricita tlačených vláken e_{z+} = 0.104 m — +0,1 mm / -0,1 mm / +1,0 mm / -1,0 mm

vzdálenost N.O. od spodních vláken e_z = **0.151** m

Silová podmínka rovnováhy **celkem** **-0.0012** MN — Silová podmínka vyhovuje

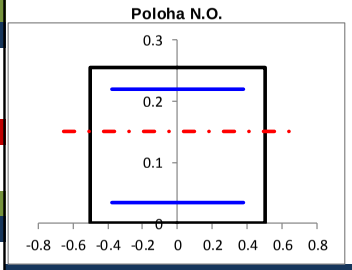
Momentová podm. rovnováhy M_{Rd} = **0.115** MNm — **rameno vnitřních sil** **z = 0.185 m**

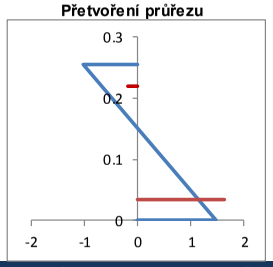
Interakce ohybového a smykového namáhání

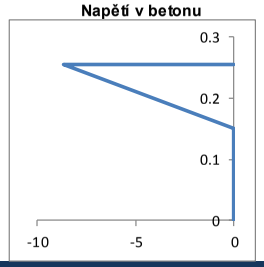
Materiál	Síla M [MN]	Síla V [MN]	σ_{max} [MPa]	ε_{max} $[.10^{-3}]$	Posouzení
Beton	-0.452	-	-8.676	-1.0	**Max.přetvoření betonu vyhovuje**
Výztuž (1)	0.603	0.268	324.9	1.6	**Max.přetvoření výztuže vyhovuje**
Výztuž (2)	0.000	0.000	0.0	0.0	**Max.přetvoření výztuže vyhovuje**
Výztuž (3)	0.000	0.000	0.0	0.0	**Max.přetvoření výztuže vyhovuje**
Výztuž tl.	-0.189	0.140	-34.6	-0.2	**Max.přetvoření výztuže vyhovuje**

Posouzení - beton f_{cd} = **15.000** MPa > σ_{cc} = **8.676** MPa — 58% Vyhovuje

Posouzení - ocel f_{std} = **399.448** MPa > σ_s = **324.852** MPa — 81% Vyhovuje



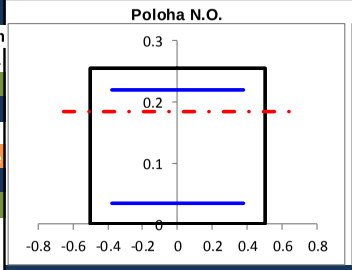


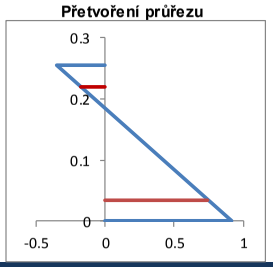


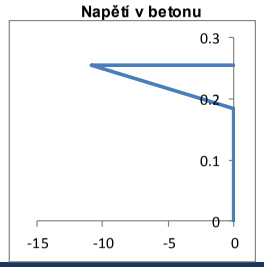
Mezní stav použitelnosti - omezení napětí

Posouzení - beton 0,6.f_{ck} = **15.000** MPa > σ_{cc} = **10.862** MPa — 72% Vyhovuje

Posouzení - ocel 0,8.f_{yk} = **328.000** MPa > $\sigma_{s,max}$ = **149.168** MPa — 45% Vyhovuje







Mezní stav použitelnosti - výpočet trhlin

Posouzení - beton 0,45.f_{ck} = 11.250 MPa > σ_{cc} = 3.856 MPa — 34% lin.dotvar

Napětí v oceli $\sigma_{s,max}$ = 47.994 MPa — Dlouhodobé účinky: Ano

ε_{sm}-ε_{cm} =(47.994 - 0.4 * 58.15517 *(1 + 0.288439)/ 200.0 = 0.0001

ε_{sm}-ε_{cm} = 0.6 * 47.994 / 200.0 = 0.000144 — ε_{sm}-ε_{cm} = **0.00014**

$s_{r,max}$ = 3.22995 * 27 + 0.17 * 357.878 = 148 mm

w_k = 148 * 0.000144 = **0.021** mm — σ_{ct} = 2.063 MPa — Trhliny při char.komb.

Posouzení $w_{k,max}$ = **0.300** mm > w_k = **0.021** mm — 7% Vyhovuje

- stěna – rub

Stěna tubus - rub

Průřez

b_{eff} =	1000 mm	b_w =	1000 mm	H =	200 mm				
c_1 =	35 mm	c_2 =	35 mm	$w_{k,max}$ =	0.30 mm	XC2, XC3, XC4			

Materiály

ocel:	**10426**	**W**			**beton:**	**C25/30**	f_{ck} =	25.0	MPa		
f_{yk} =	410	MPa	γ_s =	1.10	-	α_{cc} =	0.9	-	E_{cm} =	31.0	GPa
f_{yd} =	372.7	MPa	$\varepsilon_{ud}/\varepsilon_{uk}$ =	0.9	-	γ_c =	1.5	-	f_{cd} =	15.0	MPa
E_y =	200.0	GPa	$k = f_t/f_y$ =	1.08	-	α_e =	6.45	-	$f_{c,t,m}$ =	2.6	MPa
ε_{uk} =	50	[.10^{-3}]				ε_{c3} =	-1.75		ε_{cu3} =	-3.5	[.10^{-3}]

Ohybová výztuž

	7.3333	Φ 16 mm	1. řada	z=0.035	$A_{s1,1}$	= 1474 mm²	(0.737%)
tažená výztuž	0	Φ 20 mm	2. řada	z=0.080	$A_{s1,2}$	= mm²	(0.000%)
	0	Φ 20 mm	3. řada	z=0.250	$A_{s1,3}$	= mm²	(0.000%)
tlačená výztuž	7.3333	Φ 16 mm		z=0.035	A_{s2}	= 1474 mm²	(0.737%)

Rozdělovací výztuž (minimální) — *Stupeň vyztužení*

6.0	Φ 8 mm	$A_{s,perp}$	= 295 mm²	$A_{s,min}$	<	$A_{s,t}$	<	A_s	<	$A_{s,max}$		
(pro desky)				272	<	1 474	<	2949	<	8 000		Vyhovuje

Smyková výztuž

třmínky	26	Φ 8 mm	$A_{w,stirrup}$ = 1307 mm²			α_w =	90 °
	$s_{w,st}$ =	1000 mm	$A_{w,stirrup}$ = 1307 mm²/m²			$\rho_{w,s}$ =	0.13%
ohyby	0	Φ 16 mm	$A_{w,bend}$ = mm²			α_b =	45 °
	$s_{w,b}$ =	1000 mm	$\rho_{w,b}$ = 0.00%	<	$\rho_{w,s}$ = 0.13%		Vyhovuje

Stupeň vyztužení

$\rho_{w,s,min}$	<	$\rho_{w,s}$	<	$\rho_{w,s,max}$
0.10%		0.13%		1.00% — Vyhovuje

Vnitřní síly na průřezu

M_{Ed} =	77	kNm	N_{Ed} =	-66	kN	V_{Ed} =	80	kN	(MSÚ)
Excentricita pro MSÚ:			Ne			$e_{MSÚ}$ =	1.172	m	
$M_{Ek,char}$ =	53	kNm	$N_{Ek,char}$ =	-59	kN	e_{char} =	0.890	m	(Charakteristická)
$M_{Ek,kvazi}$ =	28	kNm	$N_{Ek,kvazi}$ =	-57	kN	e_{kvazi} =	0.491	m	(Kvazistálá)

Štíhlostní kritérium

L_0 = 0.7 * 0 = 0.000 m *vetknutí-kloub* L = 0.00 m

i = √(0.001 / 0.200)= 0.058 m λ = 0.000 / 0.058 = **0.000** -

Posouzení λ_{lim} = **86.973** - > λ = **0.000** - **Masivní prvek**

Smyková únosnost - bez smykové výztuže

$V_{Rd,c}$ = (0.12 * 2.000 *(0.894 * 25.0)+ 0.15 * 0.330) 1000 * 165 = **0.125 MN**

Posouzení $V_{Rd,c}$ = **0.125** MN > V_{Ed} = **0.080** MN **64%** **Vyhovuje**

Smyková únosnost - se smykovou výztuží

Sklon tlakových diagonál 1 < **cot θ = 1.732** < 2.5 θ = **30.00°** Vyhovuje

součinitel redukce únosnosti tlak. diag. **v = 0.54** -

Dodatečná tahová síla

ΔF_{td} = 1 * 80 *(1.732 - 0.000) = **0.139 MN**

Únosnost tlakové diagonály

$V_{Rd,max}$ = 0.54 * 15.0 * 1000 * 138 /(0.57735 + 1.73205)= **0.483 MN**

Únosnost třmínků

$V_{Rd,st}$ = 1307 * 372.7 * 0.138 * 1.73205 / 1000 = **0.116 MN**

Únosnost ohybů

$V_{Rd,b}$ = 0 * 372.7 * 0.707 * 0.138 * 2.73205 / 1000 = **0.000 MN**

Posouzení $V_{Rd,s}$ = **0.116** MN > V_{Ed} = **0.080** MN **69%** **Vyhovuje**

Stanovení napjatosti průřezu na MSÚ (M+N+V)

Přetvoření betonu v tlaku ε_c = **-1.325** [.10^{-3}] *Úprava polohy N.O.*

excentricita tlačených vláken e_{z+} = 0.070 m

+0,1 mm | -0,1 mm | +1,0 mm | -1,0 mm

vzdálenost N.O. od spodních vláken e_z = **0.130** m

Silová podmínka rovnováhy **celkem** **0.0029** MN **Silová podmínka vyhovuje**

Momentová podm. rovnováhy M_{Rd} = **0.078** MNm **rameno vnitřních sil** **z = 0.138 m**

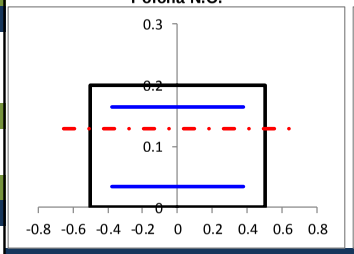
Interakce ohybového a smykového namáhání

Materiál	Síla M [MN]	Síla V [MN]	σ_{max} [MPa]	ε_{max} [.10^{-3}]	Posouzení
Beton	-0.399	-	-11.373	-1.3	**Max.přetvoření betonu vyhovuje**
Výztuž (1)	0.529	0.019	372.0	1.9	**Max.přetvoření výztuže vyhovuje**
Výztuž (2)	0.000	0.000	0.0	0.0	**Max.přetvoření výztuže vyhovuje**
Výztuž (3)	0.000	0.000	0.0	0.0	**Max.přetvoření výztuže vyhovuje**
Výztuž tl.	-0.196	0.118	-53.1	-0.3	**Max.přetvoření výztuže vyhovuje**

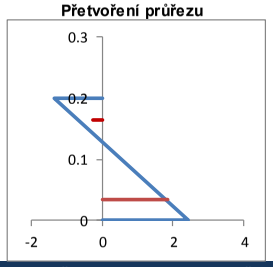
Posouzení - beton f_{cd} = **15.000** MPa > σ_{cc} = **11.373** MPa **76%** **Vyhovuje**

Posouzení - ocel f_{std} = **399.448** MPa > σ_s = **372.042** MPa **93%** **Vyhovuje**

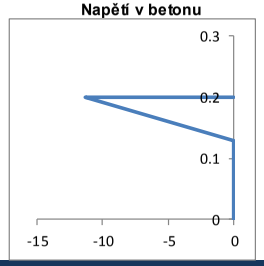
Poloha N.O.



Přetvoření průřezu



Napětí v betonu

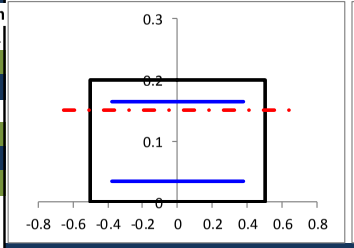


Mezní stav použitelnosti - omezení napětí

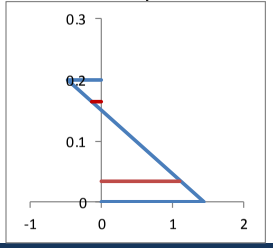
Posouzení - beton **0,6.f_{ck}** = **15.000** MPa > σ_{cc} = **14.348** MPa **96%** **Vyhovuje**

Posouzení - ocel **0,8.f_{yk}** = **328.000** MPa > $\sigma_{s,max}$ = **221.328** MPa **67%** **Vyhovuje**

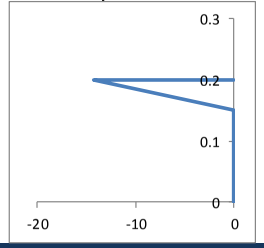
Poloha N.O.



Přetvoření průřezu



Napětí v betonu



Mezní stav použitelnosti - výpočet trhlin

Posouzení - beton 0,45.f_{ck} = 11.250 MPa > σ_{cc} = 7.462 MPa **66%** **lin.dotvar**

Napětí v oceli $\sigma_{s,max}$ = 106.548 MPa Dlouhodobé účinky: Ano

ε_{sm}-ε_{cm} =(106.548 - 0.4 * 87.37552 *(1 + 0.191978)/ 200.0 = 0.0003

ε_{sm}-ε_{cm} = 0.6 * 106.548 / 200.0 = 0.00032 **ε_{sm}-ε_{cm} = 0.00032**

$s_{r,max}$ = 3.22995 * 27 + 0.17 * 537.6955 = 179 mm

w_k = 179 * 0.000324 = 0.058 mm

Posouzení **$w_{k,max}$ = 0.300 mm** > **w_k = 0.058 mm** **19%** **Vyhovuje**

- spodní deska

Deska tubus - horní povrch

Průřez

b_{eff} =	1000 mm	b_w =	1000 mm	H =	300 mm		
c_1 =	35 mm	c_2 =	35 mm	$w_{k,max}$ =	0.30 mm	XC2, XC3, XC4	

Materiály

ocel:	**10426**	**W**			**beton:**	**C25/30**	f_{ck} =	25.0	MPa		
f_{yk} =	410	MPa	γ_s =	1.10	-	α_{cc} =	0.9	-	E_{cm} =	31.0	GPa
f_{yd} =	372.7	MPa	$\varepsilon_{ud}/\varepsilon_{uk}$ =	0.9	-	γ_c =	1.5	-	f_{cd} =	15.0	MPa
E_y =	200.0	GPa	k = f_t/f_y =	1.08	-	α_e =	6.45	-	$f_{c,t,m}$ =	2.6	MPa
ε_{uk} =	50	[.10^{-3}]				ε_{c3} =	-1.75		ε_{cu3} =	-3.5	[.10^{-3}]

Ohybová výztuž

tažená výztuž	**13.3333 Φ 16 mm**	*1. řada*	z=0.035	$A_{s1,1}$	**= 2681 mm²**	(0.894%)
	0 Φ 20 mm	*2. řada*	z=0.080	$A_{s1,2}$	**= mm²**	(0.000%)
	0 Φ 20 mm	*3. řada*	z=0.250	$A_{s1,3}$	**= mm²**	(0.000%)
tlačená výztuž	**13.3333 Φ 16 mm**		z=0.035	A_{s2}	**= 2681 mm²**	(0.894%)

Rozdělovací výztuž (minimální)

11.0 Φ 8 mm $A_{s,perp}$ = 536 mm²

Stupeň vyztužení

$A_{s,min}$	<	$A_{s,t}$	<	A_s	<	$A_{s,max}$			
437	<	2 681	<	5362	<	12 000	Vyhovuje		

(pro desky)

Smyková výztuž

třmínky	**12 Φ 8 mm**	$A_{w,stirrup}$ = 603 mm²		α_w =	90 °
	$s_{w,st}$ = 1000 mm	$A_{w,stirrup}$ = 603 mm²/m²		$\rho_{w,s}$ =	0.06%
ohyby	**0 Φ 16 mm**	$A_{w,bend}$ = mm²		α_b =	45 °
	$s_{w,b}$ = 1000 mm	$\rho_{w,b}$ = 0.00% <	$\rho_{w,s}$ = 0.06%	Vyhovuje	

Stupeň vyztužení

$\rho_{w,s,min}$	<	$\rho_{w,s}$	<	$\rho_{w,s,max}$		
0.10%		0.06%		1.00%	Vyhovuje	

Vnitřní síly na průřezu

M_{Ed} =	**166**	**kNm**	N_{Ed} =	**-55**	**kN**	V_{Ed} =	**80**	**kN**	(MSÚ)
Excentricita pro MSÚ:			Ne			$e_{MSÚ}$ =	**3.010**	**m**	
$M_{Ek,char}$ =	**112**	**kNm**	$N_{Ek,char}$ =	**-47**	**kN**	e_{char} =	**2.383**	**m**	(Charakteristická)
$M_{Ek,kvazi}$ =	**32**	**kNm**	$N_{Ek,kvazi}$ =	**-53**	**kN**	e_{kvazi} =	**0.604**	**m**	(Kvazistálá)

Štíhlostní kritérium

L_0 = 0.7 * 0 = 0.000 m *vetknutí-kloub* L = 0.00 m

i = √(0.002 / 0.300)= 0.087 m λ = 0.000 / 0.087 = **0.000** -

Posouzení λ_{lim} = **121.807** - > λ = **0.000** - Masivní prvek

Smyková únosnost - bez smykové výztuže

$V_{Rd,c}$ = (0.12 * 1.869 *(1.012 * 25.0)+ 0.15 * 0.183) 1000 * 265 = **0.182 MN**

Posouzení $V_{Rd,c}$ = **0.182** MN > V_{Ed} = **0.080** MN 44% Vyhovuje

Smyková únosnost - se smykovou výztuží

Sklon tlakových diagonál 1 < **cot θ = 1.732** < 2.5 θ = **30.00°** Vyhovuje

součinitel redukce únosnosti tlak. diag. **v = 0.54** -

Dodatečná tahová síla

ΔF_{td} = 1 * 80 *(1.732 - 0.000) = **0.139 MN**

Únosnost tlakové diagonály

$V_{Rd,max}$ = 0.54 * 15.0 * 1000 * 229 /(0.57735 + 1.73205)= **0.804 MN**

Únosnost třmínků

$V_{Rd,st}$ = 603 * 372.7 * 0.229 * 1.73205 / 1000 = **0.089 MN**

Únosnost ohybů

$V_{Rd,b}$ = 0 * 372.7 * 0.707 * 0.229 * 2.73205 / 1000 = **0.000 MN**

Posouzení $V_{Rd,s}$ = **0.089** MN > V_{Ed} = **0.080** MN 90% Vyhovuje

Stanovení napjatosti průřezu na MSÚ (M+N+V)

Přetvoření betonu v tlaku ε_c = **-0.903** [.10^{-3}]

excentricita tlačených vláken e_{z+} = 0.109 m

Úprava polohy N.O.

+0,1 mm | -0,1 mm | +1,0 mm | -1,0 mm

vzdálenost N.O. od spodních vláken e_z = **0.191 m**

Silová podmínka rovnováhy **celkem** **0.0023** MN — Silová podmínka vyhovuje

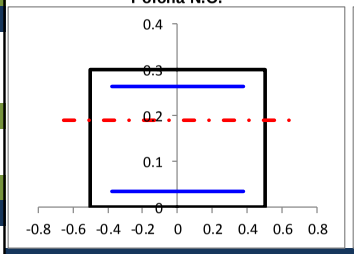
Momentová podm. rovnováhy M_{Rd} = **0.166** MNm **rameno vnitřních sil** **z = 0.229 m**

Interakce ohybového a smykového namáhání

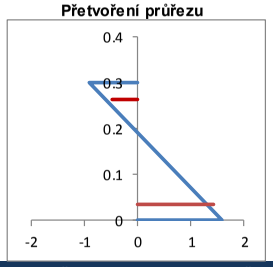
Materiál	Síla M [MN]	Síla V [MN]	σ_{max} [MPa]	ε_{max} [.10^{-3}]	Posouzení
Beton	-0.421	-	-7.744	-0.9	**Max.přetvoření betonu vyhovuje**
Výztuž (1)	0.697	0.070	285.8	1.4	**Max.přetvoření výztuže vyhovuje**
Výztuž (2)	0.000	0.000	0.0	0.0	**Max.přetvoření výztuže vyhovuje**
Výztuž (3)	0.000	0.000	0.0	0.0	**Max.přetvoření výztuže vyhovuje**
Výztuž tl.	-0.328	0.070	-96.5	-0.5	**Max.přetvoření výztuže vyhovuje**

Posouzení - beton	f_{cd} =	**15.000**	MPa	>	σ_{cc} =	**7.744**	MPa	52% Vyhovuje
Posouzení - ocel	f_{std} =	**399.448**	MPa	>	σ_s =	**285.844**	MPa	72% Vyhovuje

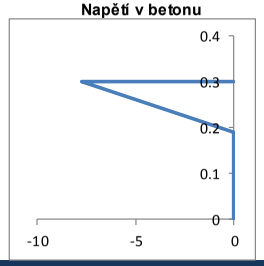
Poloha N.O.



Přetvoření průřezu



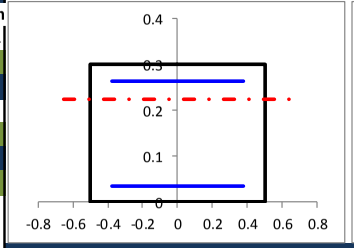
Napětí v betonu



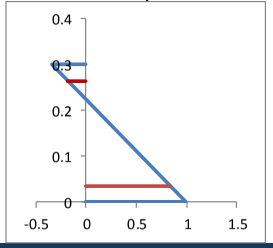
Mezní stav použitelnosti - omezení napětí

Posouzení - beton	**0,6.f_{ck}** =	**15.000**	MPa	>	σ_{cc} =	**10.441**	MPa	70% Vyhovuje
Posouzení - ocel	**0,8.f_{yk}** =	**328.000**	MPa	>	$\sigma_{s,max}$ =	**166.784**	MPa	51% Vyhovuje

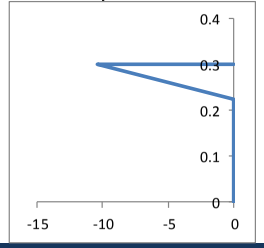
Poloha N.O.



Přetvoření průřezu



Napětí v betonu



Mezní stav použitelnosti - výpočet trhlin

Posouzení - beton 0,45.f_{ck} = 11.250 MPa > σ_{cc} = 3.072 MPa 27% lin.dotvar

Napětí v oceli $\sigma_{s,max}$ = 41.093 MPa Dlouhodobé účinky: Ano

ε_{sm}-ε_{cm} =(41.093 - 0.4 * 69.10951 *(1 + 0.242719)/ 200.0 = 0.0000

ε_{sm}-ε_{cm} = 0.6 * 41.093 / 200.0 = 0.000123 **ε_{sm}-ε_{cm} = 0.00012**

$s_{r,max}$ = 3.22995 * 27 + 0.17 * 425.2893 = 160 mm

w_k = 160 * 0.000123 = **0.020** mm σ_{ct} = **1.614** MPa Trhliny při char.komb.

Posouzení $w_{k,max}$ = **0.300** mm > w_k = **0.020** mm 7% Vyhovuje

6 Závěr

Mostní objekt byl posouzen ve smyslu platného souboru norem ČSN a ČSN EN. Veškeré posouzené prvky vyhověly požadavkům na mezní stavy únosnosti i použitelnosti.

Statický výpočet byl zpracován bez znalosti konkrétního zhotovitele SO 216. Případné změny, které by vyplynuly z realizační dokumentace zhotovitele, musí být odsouhlaseny odpovědným projektantem objektu a schváleny objednatelem.

V Praze, září ’19

Vypracoval: Ing. Jakub Göringer, Ph.D.

SUDOP PRAHA a.s, Olšanská 1a, 130 80 Praha 3

tel: 267 094 128

e-mail: jakub.goringer@sudop.cz

7 Předpisy, normy, použité podklady

7.1 Normy

[1.1]	ČSN EN 1990 ed.2	Eurokód: Zásady navrhování konstrukcí (02/2011),
[1.2]	ČSN EN 1991-1-1	Eurokód 1: Zatížení konstrukcí. Část 1-1: Obecná zatížení-Objemové tíhy, vlastní tíha a užitná zat. pozemních staveb (03/2004, vč. změn),
[1.3]	ČSN EN 1991-1-4 ed.2	Eurokód 1: Zatížení konstrukcí - Část 1-4: Obecná zatížení – Zatížení větrem (04/2013),
[1.4]	ČSN EN 1991-1-5	Eurokód 1: Zatížení konstrukcí. Část 1-5: Obecná zatížení – Zatížení teplotou (05/2005, včetně změn),
[1.5]	ČSN EN 1991-1-6	Eurokód 1: Zatížení konstrukcí. Část 1-6: Obecná zatížení – Zatížení během provádění (10/2006, včetně změn),
[1.6]	ČSN EN 1997-1	Eurokód 7: Navrhování geotechnických konstrukcí - Část 1: Obecná pravidla (09/2006, včetně změn)
[1.7]	ČSN EN 1991-2 ed.2	Eurokód 1: Zatížení konstrukcí - Část 2: Zatížení mostů dopravou (11/2015),
[1.8]	ČSN EN 1992-1-1 ed.2	Eurokód 2: Navrhování betonových konstrukcí. Část 1-1: Obecná pravidla a pravidla pro pozemní stavby (07/2011, včetně změn),
[1.9]	ČSN EN 1992-2	Navrhování betonových konstrukcí - Část 2: Betonové mosty (05/2007, včetně změn),
[1.10]	ČSN EN 1998-1 ed.2	Eurokód 8: Navrhování konstrukcí odolných proti zemětřesení – Část 1: Obecná pravidla, seizmická zatížení a pravidla pro pozemní stavby (09/2013, včetně změn),
[1.11]	ČSN EN 1998-2 ed.2	Eurokód 8: Navrhování konstrukcí odolných proti zemětřesení – Část 2: Mosty (06/2013),
[1.12]	ČSN 73 0037/1990	Zemní tlak na stavební konstrukce,
[1.13]	ČSN 73 1001/1988	Zakládání staveb. Základová půda pod plošnými základy,
[1.14]	ČSN EN 206+A1	Beton – Část 1: Specifikace, vlastnosti, výroba a shoda (04/2018),
[1.15]	ČSN 73 6201	Projektování mostních objektů (10/2008, vč. změn),
[1.16]	ČSN EN 13670	Provádění betonových konstrukcí (06/2010, vč. změn),
[1.17]	Metodický pokyn SŽDC	Metodický pokyn pro určování zatížitelnosti železničních mostních objektů (09/2015),

8 Příloha A - Zatížitelnost

8.1 Úvod

Statickým výpočtem je prokázána spolehlivost návrhu nosné konstrukce mostu. Při návrhu bylo uvažováno zatěžovací schéma LM71 dle ČSN EN 1991-2.

Základní dispozice konstrukce respektuje požadavky objednatele.

Nosná konstrukce je navržena z betonu C30/37. Betonářská výztuž B500B.

8.2 Výpočet zatížitelnosti

Zatížitelnost prvků konstrukce je uvedena na následujících stranách. Rozhodující hodnoty zatížitelnosti jsou uvedeny v tab. 5.1.

Tab. 5.1 Zatížitelnost

Nová nosná konstrukce	
Zatížitelnost	Z_{UIC} = **1,32**
Popis	Rozhodující prvek – smykové namáhání příčle u stěny
Stávající nosná konstrukce	
Zatížitelnost	Z_{UIC} = **0,97**
Popis	Rozhodující prvek – omezení napětí v betonu v poli horní příčle

8.3 Přehled zatížitelnosti částí mostu

8.3.1 Nová konstrukce

A. Identifikace mostu

TÚ (číslo, název): 0801 Praha Mas. n. – Děčín hl. n. DÚ: K1 km: **476,674 722**

B. Identifikace části mostu

Část mostu: **nová nosná konstrukce**, poř. číslo: 1 pod kolejí č.: 3
(ve směru staničení)

C. Doplňující údaje části mostu

Kategorie zatížitelnosti: **C** Výpočtový model: desko-stěnový

Geometrie koleje, uvažovaná v přepočtu části mostu (ve směru staničení):

	na začátku	uprostřed	na konci
poloměr oblouku [m]	-	-	-
převýšení koleje [mm]	-	-	-
excentricita osy koleje [m]	-	-	-
poznámka: (-/+ = vlevo/vpravo; excentricita vztažena k ose nosné konstrukce)			

Popis závad uvažovaných v přepočtu části mostu:

Datum zjištění technického stavu mostu: SŽDC, s.o.:

zpracovatelem přepočtu:

Poznámka k části mostu:

č.	Prvek	Detail	Namáhání	k_i	typ	L_p	$Ø_i$	$L_Ø$	$\gamma_{Q,LM71}$	$\gamma_{Q,LM71,E}$ 1)	Z_{LM71}	$Z_{LM71,E}$ 2)
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	13	14
Mezní stavy únosnosti												
1	NK	příčel v poli	ohyb	1,0	M	4,5	1,84	4,62	1,45		1,75	
2	NK	příčel u stěny	smyk	1,0	Q	4,5	1,84	4,62	1,45		1,32	
3	NK	příčel u pilíře	protlačení	1,0	Q	4,5	1,84	4,62	1,45		1,33	
Mezní stavy použitelnosti												
2	NK	spodní vl. příčel (pilíř)	omezení napětí	1,0	M	4,5	1,56	4,62	1,00		1,93	

Dne: 5. 8. 2019 zatížitelnost určil: Ing. Jakub Göringer, Ph.D.

8.3.2 Stávající konstrukce

A. Identifikace mostu

TÚ (číslo, název): 0801 Praha Mas. n. – Děčín hl. n. DÚ: K1 km: **476,674 722**

B. Identifikace části mostu

Část mostu: **stávající nosná konstrukce**, poř. číslo: 2 pod kolejí č.: 1, 2
(ve směru staničení)

C. Doplňující údaje části mostu

Kategorie zatížitelnosti: **C** Výpočtový model: prutový

Geometrie koleje, uvažovaná v přepočtu části mostu (ve směru staničení):

	na začátku	uprostřed	na konci
poloměr oblouku [m]	-	-	-
převýšení koleje [mm]	-	-	-
excentricita osy koleje [m]	-	-	-
poznámka: (-/+ = vlevo/vpravo; excentricita vztažena k ose nosné konstrukce)			

Popis závad uvažovaných v přepočtu části mostu:

Datum zjištění technického stavu mostu: SŽDC, s.o.:

zpracovatelem přepočtu:

Poznámka k části mostu:

č.	Prvek	Detail	Namáhání	k_i	typ	L_p	$Ø_i$	$L_ø$	$\gamma_{Q,LM71}$	$\gamma_{Q,LM71,E}$ 1)	Z_{LM71}	$Z_{LM71,E}$ 2)
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	13	14
Mezní stavy únosnosti												
1	NK	příčel v poli	MSÚ ŽB	1,0	M	4,05	1,85	4,53	1,45		1,05	
Mezní stavy použitelnosti												
2	NK	Horní vl. příčel	omezení napětí	1,0	M	4,05	1,567	4,53	1,00		0,97	

Dne: 5. 8. 2019 zatížitelnost určil: Ing. Jakub Göringer, Ph.D.