



EVROPSKÁ UNIE
Evropské strukturální a investiční fondy
Operační program doprava

Ministerstvo dopravy
Státní fond dopravní
infrastruktury



SO 10 40

ČÁST E.1.4

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: „SPEU + SP_ŽST Lovosice_nástupiště_P“



SUDOP EU a.s.
Olšanská 1a, 130 80 Praha
Tel.: +420 267 094 305
E-mail: info@sudopeu.cz

Zpracovatel částí:



H-PRO GEO s.r.o.
Nerudova 1022/16, 412 01 Litoměřice
Tel.: +420 475 210 726
E-mail: projekce@h-progeo.cz
Zasílatelská adresa:
Důlce 39, 400 01 Ústí nad Labem

Hlavní inženýr projektu:

ING. PETR VIDLÁK

Garant profese:

-

Vedoucí střediska:

LUDĚK KAREŠ

Odpovědný projektant částí:

JAROSLAV ZAVADIL, DIS.

Vypracoval:

ING. LIBOR VYKOUKAL

Kontroloval:

ING. IGOR BÁLÍK

Název akce:

**REKONSTRUKCE NÁSTUPIŠŤ A ZŘÍZENÍ
BEZBARIÉROVÝCH PŘÍSTUPŮ V ŽST. LOVOSICE**

Číslo smlouvy:

17-030.640

Projektový stupeň:

DSP

Část:

STAVEBNÍ ČÁST - MOSTY, PROPUSTKY A ZDI
SO 10-40 Úprava podchodu v km 495,102 (vč. výtahových šachet)

Datum:

04 / 2019

Číslo části:

E.1.4

Název přílohy:

STATICKÝ VÝPOČET

Měřítko:

Počet formátů:

- A4

Číslo přílohy:

12



Obsah

1 Identifikační údaje	3
1.1 Technický popis konstrukce	4
1.2 Výpočetní pomůcky	4
1.3 Přehled využívaných norem a použité literatury	4
1.4 Podklady pro zpracování statického výpočtu	4
1.5 Úplná identifikace autora statického výpočtu	4
2 Grafické přílohy statického výpočtu	5
2.1 Podélný řez	5
3 Výpočet – stávajícího podchodu	5
3.1 Konstrukce	5
3.1.1 Schéma konstrukce	5
3.2 Materiály	6
3.2.1 Beton	6
3.2.2 Betonářská výztuž	6
3.3 Zatížení	6
3.3.1 Zatížení stálé	6
<u>Vlastní tíha nosné konstrukce</u>	6
<u>Ostatní stálé zatížení</u>	6
<u>Zemní tlak</u>	7
3.3.2 Pokles podpěr	7
3.3.3 Zatížení proměnné	7
<u>Zatížení dopravou</u>	7
Model zatížení 71	7
Boční ráz	7
Qsk=100kN charakteristická hodnota	7
<u>Klimatická zatížení – zatížení teplotou</u>	8
3.3.4 Kombinace zatížení	8
<u>Mezní stavy únosnosti</u>	8
<u>Mezní stavy použitelnosti</u>	9
3.4 Nosná konstrukce	9
3.4.1 Vnitřní síly	9
3.4.2 Posouzení nosné konstrukce – mezní stavy použitelnosti	10
<u>Mezní stav omezení napětí</u>	10
<u>Mezní stav omezení průhybů</u>	11
<u>Vnitřní síly</u>	11
3.4.3 Posouzení nosné konstrukce – mezní stavy únosnosti	12
<u>Ohyb a normálová síla</u>	12
<u>Vnitřní síly</u>	13
<u>Posouzení průřezu – řez 1 (dolní vlákna přičle)</u>	14
<u>Posouzení průřezu – řez 2 (horní vlákna přičle)</u>	15
3.5 Výpočet zatížitelnosti	16
4 Výpočet – schodiště	17
4.1.1 Betonářská výztuž	17
4.2 Zatížení	17
4.2.1 Zatížení stálé	17

<u>Vlastní tíha nosné konstrukce</u>	17
<u>Zemní tlak</u>	17
<u>Klimatická zatížení – zatížení teplotou</u>	18
4.2.2 Posouzení nosné konstrukce – mezní stavy použitelnosti	18
<u>Mezní stav omezení napětí</u>	18
<u>Vnitřní síly</u>	19
4.2.3 Posouzení nosné konstrukce – mezní stavy únosnosti	22
<u>Ohyb a normálová síla</u>	22
<u>Vnitřní síly</u>	23
5 Výpočet – Výtahová šachta V5	31
5.1 Konstrukce	31
5.1.1 Schéma konstrukce	31
5.2 Zatížení	31
5.2.1 Zatížení stálé	31
<u>Vlastní tíha nosné konstrukce</u>	31
<u>Pokles podpěr</u>	31
<u>Klimatická zatížení – zatížení teplotou</u>	32
5.2.2 Zatížení proměnné	33
<u>Zatížení sněhem</u>	33
<u>Zatížení větrem</u>	33
<u>Mezní stavy použitelnosti</u>	33
5.2.3 Posouzení nosné konstrukce – mezní stavy použitelnosti (strop šachty)	34
<u>Mezní stav omezení napětí</u>	34
5.2.4 Posouzení nosné konstrukce – mezní stavy únosnosti	35
<u>Ohyb a normálová síla</u>	35
5.2.5 Posouzení protlačení stropu pod stojkou	40
6 Výpočet – stěna šachty a strop nástupiště	41
6.1.1 Betonářská výztuž	41
6.2 Zatížení	41
6.2.1 Zatížení stálé	41
<u>Vlastní tíha nosné konstrukce</u>	41
<u>Ostatní stálé zatížení</u>	42
<u>Zemní tlak</u>	42
<u>Klimatická zatížení – zatížení teplotou</u>	42
6.2.2 Posouzení nosné konstrukce – mezní stavy použitelnosti	43
<u>Mezní stav omezení napětí</u>	43
<u>Vnitřní síly</u>	44
6.2.3 Posouzení nosné konstrukce – mezní stavy únosnosti	47
<u>Ohyb a normálová síla</u>	47
<u>Vnitřní síly</u>	48
6.3 Tabulka zatížitelnosti pro K01- K03 (rozpěrák)	57
7 Vyhodnocení přechodnosti	58
8 Závěr	58



1 Identifikační údaje

Stavba

**Rekonstrukce nástupišť a zřízení bezbariérových přístupů
v žst. Lovosice**

Objekt číslo

SO 10-40

Název objektu

Úprava podchodu v km 495,102 (vč. výtahových šachet)

Kraj

kraj Ústecký

Obec

Lovosice

Katastrální území

Lovosice 687707

Investor

Správa železniční dopravní cesty, s. o. (SŽDC s.o.)

Dlážděná 1003/7, 110 00 Praha 1

Hlavní inženýr projektu:

Ing. Petr Vidlák

Projektant objektu

S.A.W. Consulting s r. o.

středisko Ústí nad Labem

Masarykova 633/318, 400 01 Ústí nad Labem

Jaroslav Zavadil, DiS.

tel. 607 930 191



1.1 Technický popis konstrukce

V rámci statického výpočtu byla ověřena konstrukce stávajícího podchodu, konstrukce výtahové šachty, konstrukce schodiště.

1.2 Výpočetní pomůcky

Pro výpočet vnitřních sil na konstrukci a pro posouzení jednotlivých konstrukčních částí mostu byly použity tyto programy:

- Midas CIVIL 2019
- Microsoft Office 365
- Fine – GEO 5
- IDEA StatiCa

1.3 Přehled využívaných norem a použité literatury

- [1] ČSN EN 1990 Eurokód: Zásady navrhování konstrukcí
- [2] ČSN EN 1991-1-1 Eurokód 1: Zatížení konstrukcí – Část 1-1: Obecná zatížení – Objemové tíhy, vlastní tíha a užitná zatížení pozemních staveb
- [3] ČSN EN 1991-1-4 Eurokód 1: Zatížení konstrukcí – Část 1-4: Obecná zatížení – Zatížení větrem
- [4] ČSN EN 1991-1-5 Eurokód 1: Zatížení konstrukcí – Část 1-5: Obecná zatížení – Zatížení teplotou,
- [5] ČSN EN 1991-1-7 Eurokód 1: Zatížení konstrukcí – Část 1-7: Obecná zatížení – Mimořádná zatížení
- [6] ČSN EN 1991-2 Eurokód 1: Zatížení konstrukcí – Část 2: Zatížení mostů dopravou
- [7] ČSN EN 1992-1-1 Eurokód 2: Navrhování betonových konstrukcí – Část 1-1: Obecná pravidla a pravidla pro pozemní stavby
- [8] ČSN EN 1992-2 Eurokód 2: Navrhování betonových konstrukcí – Část 2: Betonové mosty – Navrhování a konstrukční zásady
- [9] ČSN EN 1337-1 Stavební ložiska – Část 1: Všeobecná pravidla navrhování
- [10] ČSN EN 206 Beton – Specifikace, vlastnosti, výroba a shoda
- [11] Technicko – kvalitativní podmínky staveb pozemních komunikací, v platném znění
- [12] Navrhování betonových mostů podle norem ČSN EN 1992 (Eurokódu 2), ČBS 2010

1.4 Podklady pro zpracování statického výpočtu

- (1) Rozpracovaná dokumentace ve stupni Projekt stavby, S.A.W. CONSULTING s.r.o.
- (2) Dokumentace ve stupni Příprava stavby
- (3) Inženýrskogeologický průzkum
- (4) Archivní dokumentace 04/1964

1.5 Úplná identifikace autora statického výpočtu

Ing. Libor Vykoukal

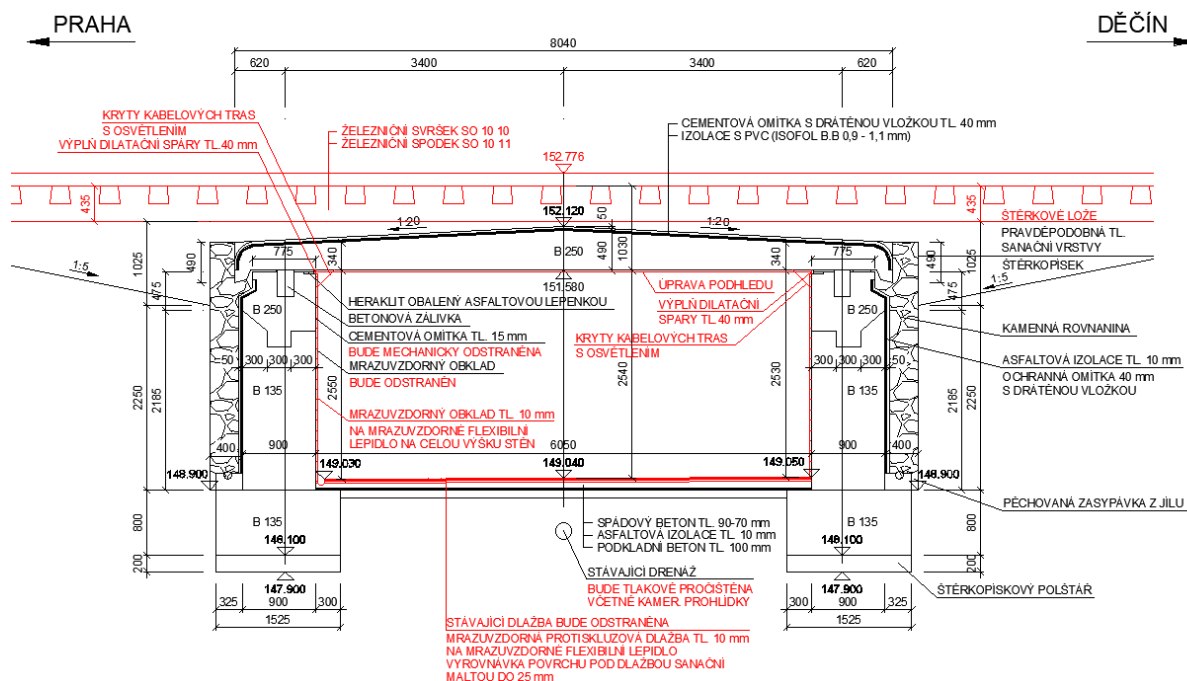
Projektant mostů a inženýrských konstrukcí

.....

Ing. Libor Vykoukal

2 Grafické přílohy statického výpočtu

2.1 Podélný řez

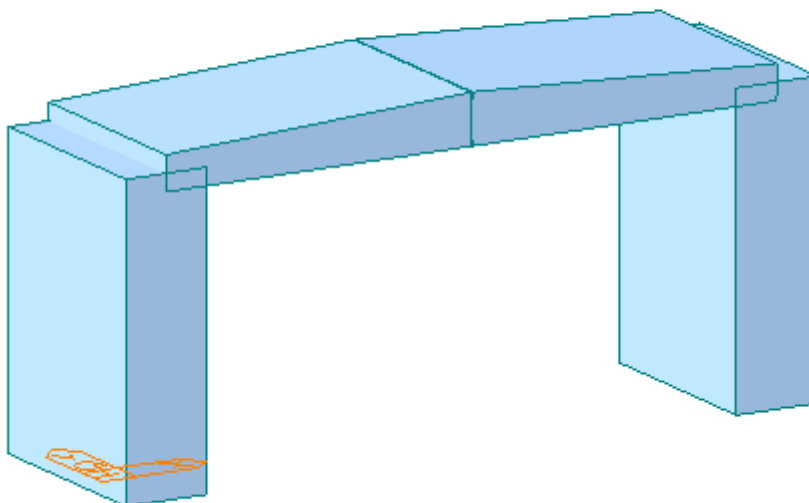


3 Výpočet – stávajícího podchodu

3.1 Konstrukce

3.1.1 Schéma konstrukce

Pro výpočet mostu byl vytvořen roštový model.



3.2 Materiály

3.2.1 Beton

Beton:	B250 dle C20/25
Sečnový modul pružnosti:	$E_{cm} = 29\,000\text{ MPa}$
Dílčí součinitel (MSÚ):	$\gamma_c = 1,35$
pozn.: hodnota pro mosty starší než 30 let	
Pevnost betonu v dostředném tahu:	$f_{ctm} = 1,9\text{ MPa}$
Poissonův součinitel:	$\nu = 0,2$

3.2.2 Betonářská výztuž

Ocel:	III A (10 400)
Charakteristická mez kluzu:	$f_{yk} = 400\text{ MPa}$
Dílčí součinitel: zákl. komb.	$\gamma_s = 1,10$
pozn.: hodnota pro mosty starší než 30 let	
Návrhová mez kluzu: zákl. komb.	$f_{yd} = 363\text{ MPa}$
Návrhová hodnota modulu pružnosti:	$E_s = 200\text{ GPa}$

3.3 Zatížení

Zatížení jsou uvažována dle EN 1991 Eurokód 1: Zatížení konstrukcí.

3.3.1 Zatížení stálé

Vlastní tíha nosné konstrukce

Objemová tíha obvyčejného betonu se uvažuje hodnotou 24,0 kN/m³. Tato hodnota se zvětší o 1 kN/m³ pro běžné procento vyztužení.

Ostatní stálé zatížení

Ostatní stálé zatížení zahrnuje tíhu ostatních částí mostu, přenášenou nosnou konstrukcí.

- | | |
|-------------------------|--|
| • izolace | $0,010\text{ m} \cdot 14\text{ kNm}^3 = 0,14\text{ kNm}^{-2}$ |
| • tvrdá ochrana izolace | $0,04\text{ m} \cdot 25\text{ kNm}^3 = 1,00\text{ kNm}^{-2}$ |
| • štěrkové lože | $0,52\text{ m} \cdot 22,0\text{ kNm}^{-3} = 11,44\text{ kNm}^{-2}$ |
| • kolejnice a pražce | $4,80\text{ kNm}^{-1}$ |

$$g_1 = (0,14 + 1,0 + 11,44) \cdot 2,290 + 4,80 = 33,60\text{ kNm}^{-1}$$

Šířka prefabrikátu 2 290 mm

Prefabrikáty jsou zmonolitněny ve dvojici.

Zemní tlakZásyp, $\phi=30^\circ$

$$k_0 = 1 - \sin(\phi) = 0,5$$

$$\gamma = 20 \text{ kNm}^{-3}$$

$$\sigma_1 = 0,74 * k_0 * \gamma = 7,4 \text{ kNm}^{-3} * 2,29 \text{ m} = 16,95 (\text{ke střednici})$$

$$\sigma_2 = 4,00 * k_0 * \gamma = 40,0 \text{ kNm}^{-3} * 2,29 \text{ m} = 91,60 (\text{ke střednici})$$

3.3.2 Pokles podpěr

Konstrukce je staticky určitá, neuvažuje se.

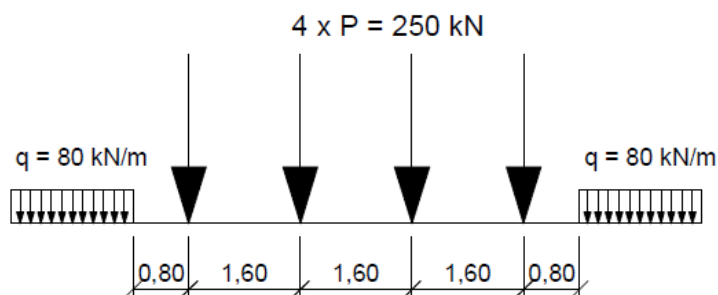
3.3.3 Zatížení proměnnéZatížení dopravou*Dynamický součinitel*náhradní délka $L_\Phi = 6,8 \text{ m}$

Dynamický součinitel je stanoven dle kap. 6.4.5.2 ČSN EN 1991-2 pro standardně udržovanou kolej:

$$\Phi = 2,16 / (L_\Phi^{0,5} - 0,2) + 0,73 = 1,627$$

*Model zatížení 71*Zatěž. schéma LM71, klas. souč. $\alpha=1,00$ (~ vlak ČD Z)Odvozen ze zatěžovacího vlaku UIC-71 vynásobením součinitelem $\alpha = 1,00$. ($\gamma_f = 1,30$, $\Phi = 1,627$)

Vlak UIC – 71



$$\text{roznos zatížení na rovnoměrné} : q_{71} = (4 * 250) / 6,4 = 156,25 \text{ kNm}^{-1}$$

Boční ráz

Boční ráz se uvažuje jako osamělá síla, působící vodorovně v úrovni temene kolejnic kolmo na osu koleje. Boční ráz se vždy kombinuje se svislým zatížením dopravou.

Qsk=100kN charakteristická hodnota

Přítížení za opěrou– LM71

rovnoměrně rozdělené na šířku 3,0 m

$$q_{vk,2} = 156,25 \text{ kN/m}$$

$$\alpha = 1,00$$

$$q_{vk,2} = 156,25 \text{ kN/m}$$

$$b = 3,00 \text{ m}$$

$$q_{vk,2} = 52,08 \text{ kN/m}^2$$

Klimatická zatížení – zatížení teplotou

3. typ: betonová nosná konstrukce, betonová deska

Konstrukce je staticky určitá, neuvažuje se.

3.3.4 Kombinace zatížení**Mezní stavy únosnosti**

Dle EN 1990 se pro mezní stavy STR (vnitřní porucha nebo nadměrná deformace) a GEO (porucha nebo nadměrná deformace základové půdy) použijí následující kombinace zatížení.

$$6.10 \quad \Sigma \gamma_G G + \gamma_{Q,1} Q_{k,1} + \Sigma \gamma_{Q,i} \psi_{0,i} Q_{k,i}$$

Hodnoty součinitelů zatížení a kombinace:

$\gamma_G = 1,25$...součinitel stálého zatížení – příznivá

pozn.: hodnota platí pouze pro prvky nosného systému, pro ostatní stálé je hodnota 1,35)

$\gamma_G = 1,00$...součinitel stálého zatížení - nepříznivá

$\gamma_Q = 1,30$...součinitel zatížení pro dopravu – příznivá

pozn.: hodnota platí pouze pro mosty starší 30 let)

$\gamma_Q = 1,00$...součinitel zatížení pro dopravu – nepříznivá

$\gamma_Q = 1,50$...součinitel zatížení pro další proměnná zatížení

$\gamma_P = 1,00$...součinitel zatížení pro předpětí

$\psi_0 = 0,8$...součinitel kombinace pro LM

$\psi_1 = 0,8$...součinitel kombinace pro LM

$\psi_2 = 0,0$...součinitel kombinace pro LM

Mezní stavy použitelnosti

Dle ČSN EN 1990 a ČSN EN 1992 se pro mezní stavy použitelnosti použijí následující kombinace zatížení.

a) Charakteristická kombinace

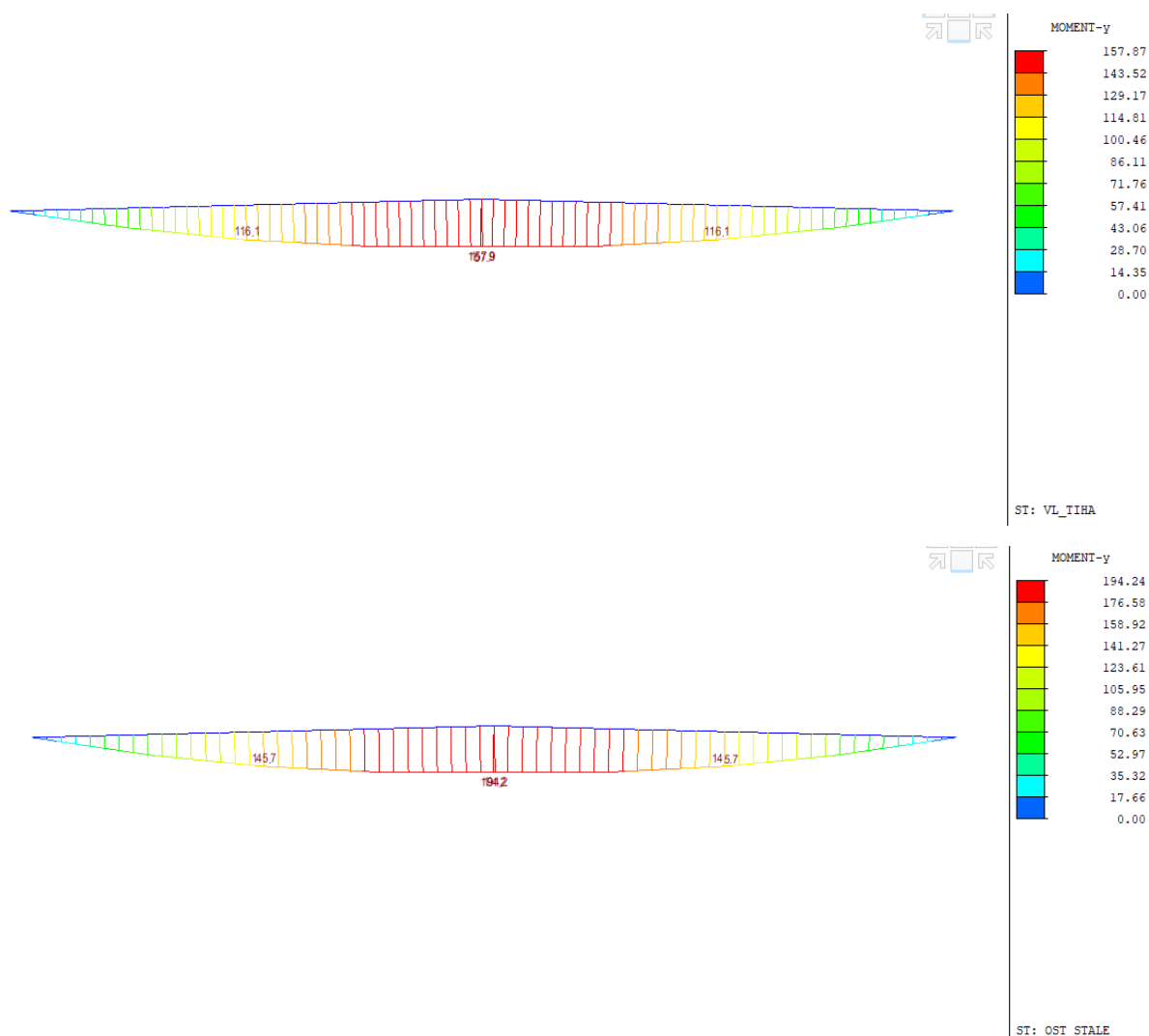
$$\sum G + Q_{k,1} + \sum \psi_{0,i} Q_{k,i}$$

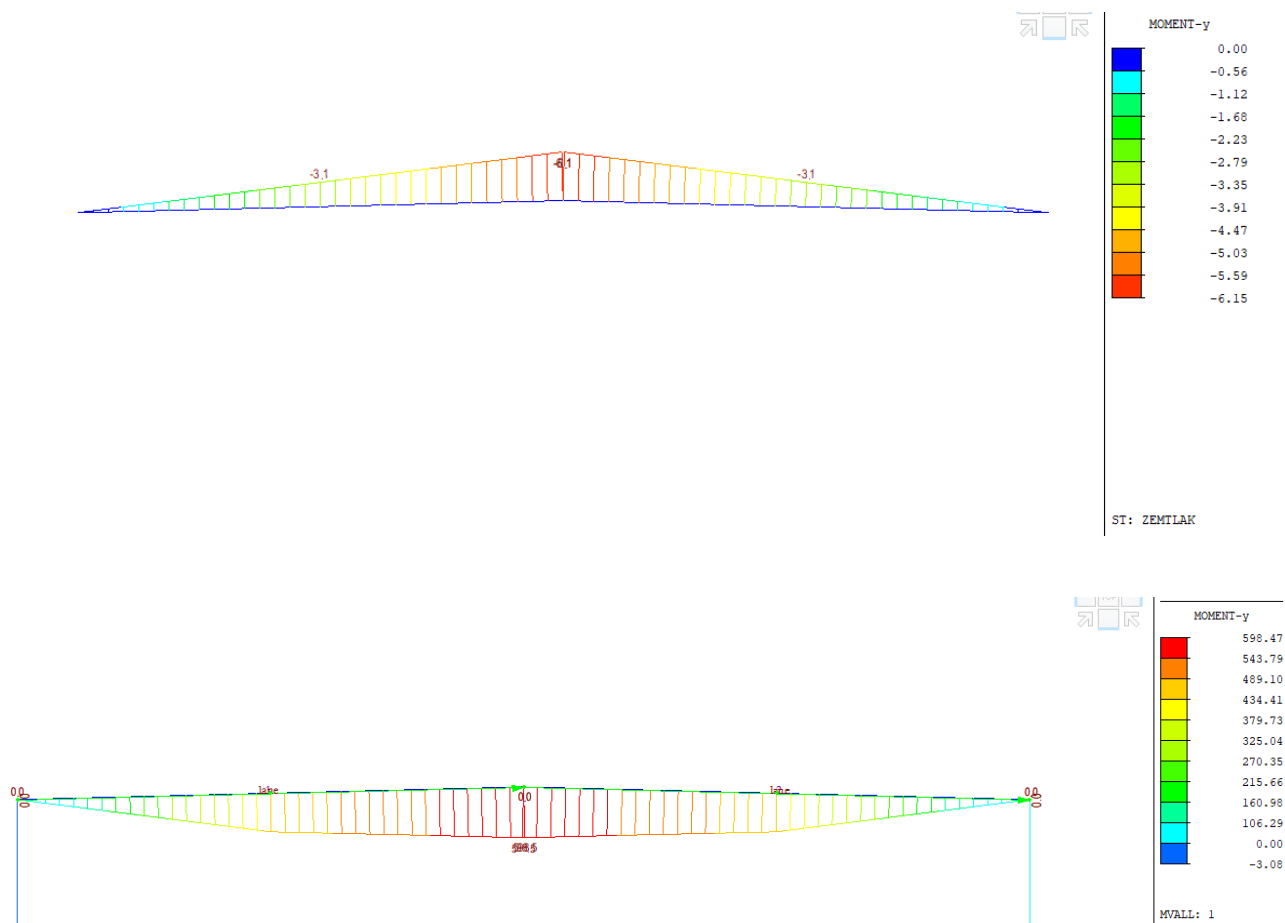
b) kvazistálá kombinace

$$\sum G + \sum \psi_{2,i} Q_{k,i}$$

3.4 Nosná konstrukce**3.4.1 Vnitřní síly**

Na následujících obrázcích jsou průběhy jednotlivých vnitřních sil pro uvažovaná zatížení a kombinace. Síly jsou pro 1 m běžný.





3.4.2 Posouzení nosné konstrukce – mezní stavy použitelnosti

V rámci posouzení v mezních stavech použitelnosti byla konstrukce ověřena z hlediska:

- Omezení napětí
- Omezení trhlin
- Omezení průhybů.

Při výpočtu napětí a průhybů byly uvažovány průřezy neporušené trhlinami, pokud napětí v tahu za ohybu nepřekročilo pevnost betonu v tahu f_{ctm} (dle ČSN EN 1992-1-1).

Mezní stav omezení napětí

Tlakové napětí v betonu je nutné omezit tak, aby se zabránilo vzniku podélných trhlin, rozvoji mikrotrhlin nebo nadměrnému dotvarování.

Podélné trhliny mohou vznikat, pokud úroveň napětí betonu překročí kritickou hodnotu. Pokud se neučiní jiná opatření, má se tlakové napětí betonu při charakteristické kombinaci zatížení omezit na hodnotu $0,6 \cdot f_{ck}$. Pokud je napětí v betonu při kvazi-stálé kombinaci zatížení menší nebo rovno $0,45 \cdot f_{ck}$, lze předpokládat lineární dotvarování.

$$0,6 \cdot f_{ck} = 0,6 \cdot 20 = 12,0 \text{ MPa (charakteristická kombinace)}$$

$$0,45 \cdot f_{ck} = 0,45 \cdot 20 = 9,0 \text{ MPa (kvázistálá kombinace)}$$

Mezní stav omezení trhlin

Dle ČSN EN 1992-2/Z2 tab. NA1 je pro železobetonové prvky XD, XS, XF požadována šířka trhliny od kvázistálé kombinace zatížení $w_{max}=0,2 \text{ mm}$.

Mezní stav omezení průhybů

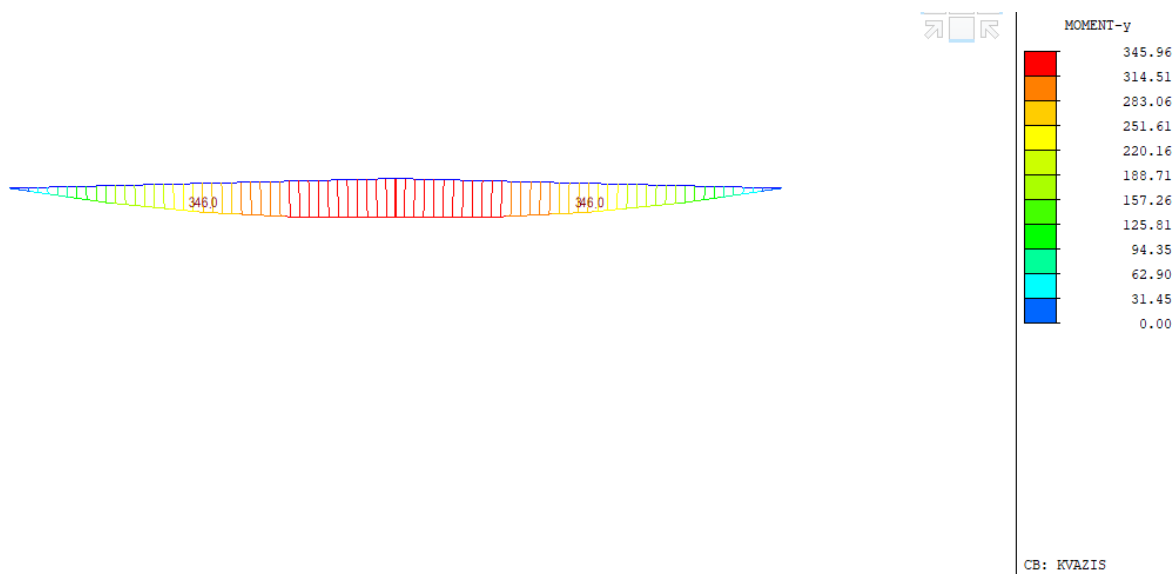
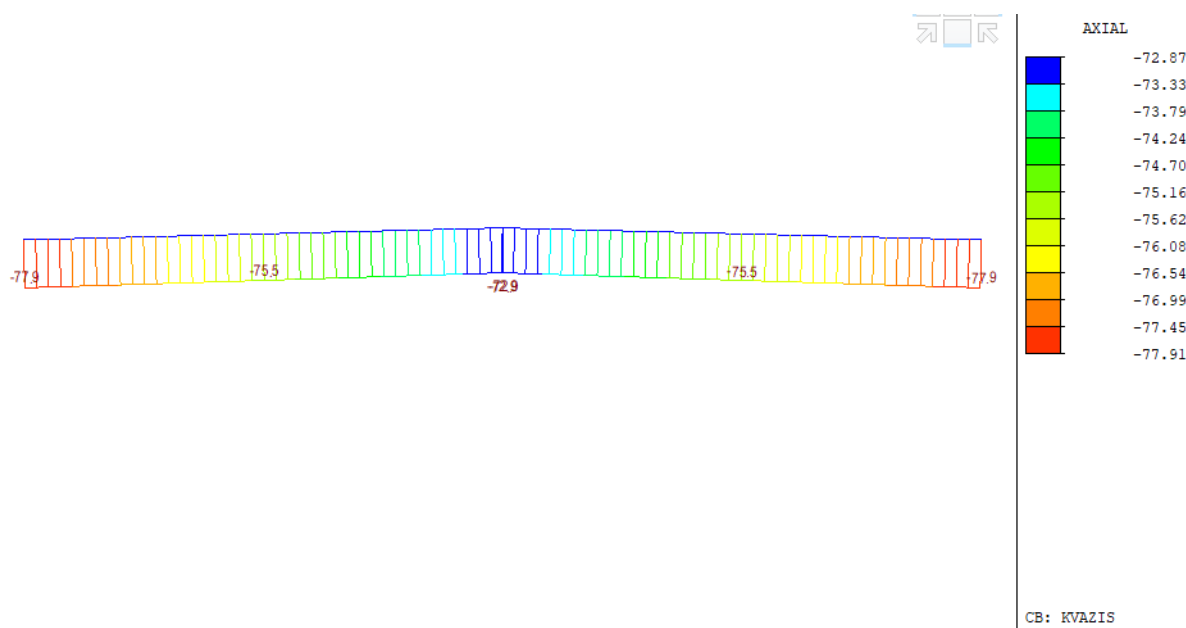
Spočtený průhyb od stálých zatížení : $\delta_G = 2,547 \text{ mm}$

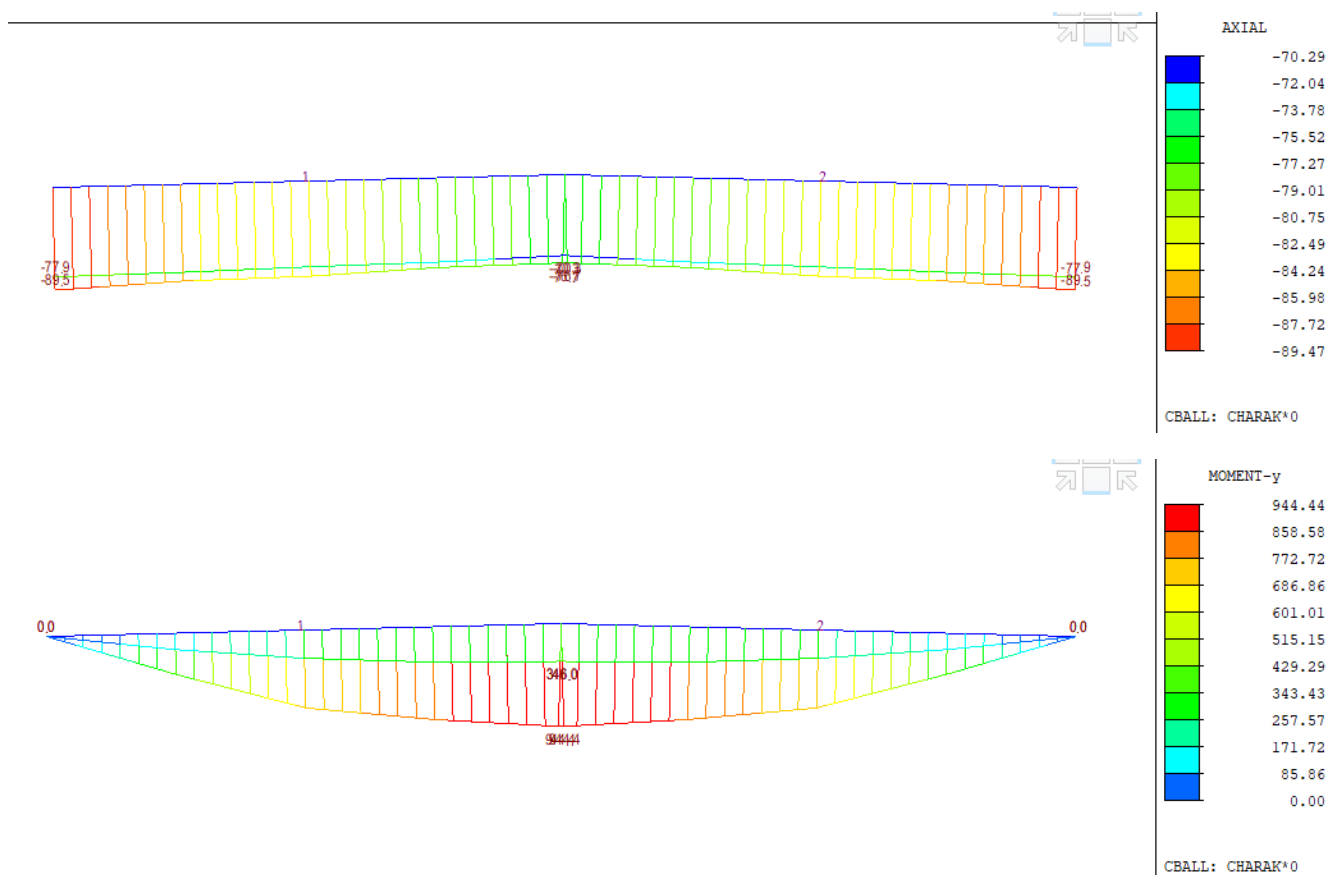
Spočtený průhyb z hlediska bezpečnosti: $\delta_{\max} = 4,2 \text{ mm} < \delta_{\lim} = 6800/600 = 11 \text{ mm}$

Spočtený průhyb z hlediska pohodlí cestujících:

$\delta_{\max} = 4,2 \text{ mm} < \delta_{\lim} (140 \text{ km/h, 1 otvor}) = (6800/900)/0,7 = 5,28 \text{ mm}$

Vnitřní síly





3.4.3 Posouzení nosné konstrukce – mezní stavy únosnosti

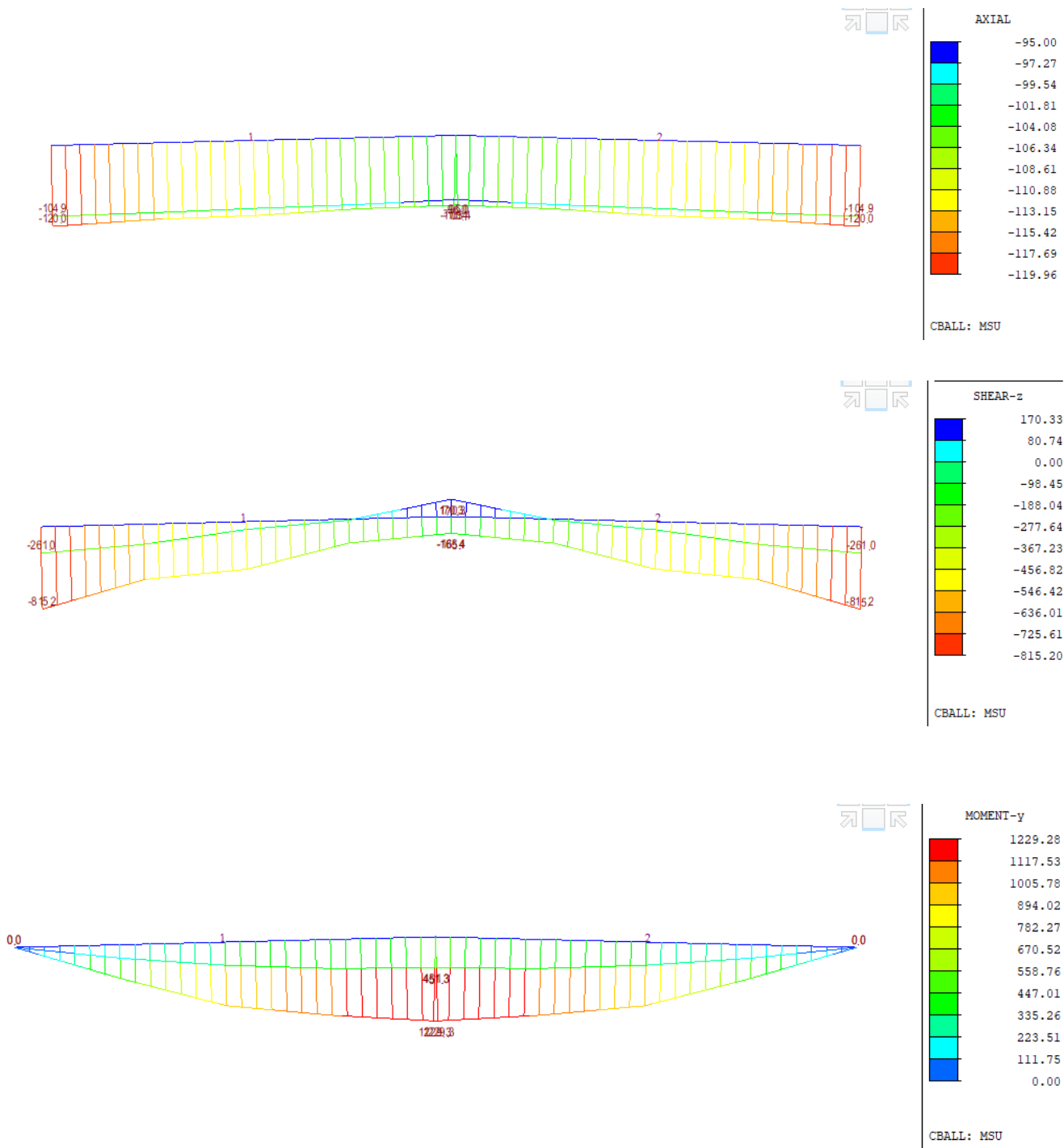
Při posuzování mezních stavů únosnosti bylo uvažováno obdelníkové rozdělení napětí v tláčeném betonu, poměrné přetvoření betonu je omezeno hodnotou $\varepsilon_{cu3} = 0,35 \%$, poměrné přetvoření výztuže je uvažováno neomezené – pracovní diagram výztuže s vodorovnou plastickou větví.

Ohyb a normálová síla

Při stanovení mezního momentu únosnosti betonového průřezu se uvažují následující předpoklady:

- rovinné průřezy zůstávají rovinné
- poměrné přetvoření soudržné betonářské nebo předpínací výztuže v tahu i tlaku je stejné jako poměrné přetvoření okolního betonu
- tahová pevnost betonu se zanedbává

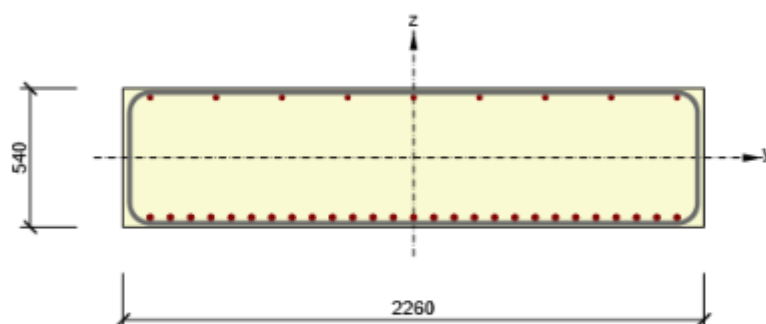
Vnitřní síly



Posouzení průřezu – řez 1 (dolní vlákna příčle)

2.1.1 Extrém S 1 - E 1

Dimenzační dílec	M 1
Vyztužený průřez	R 1



Beton: C20/25
 Stáří: 28.0 d
 Výztuž: (B 400B)
 9ø20 (2827mm²), z = 235 mm
 27ø25 (13254mm²), z = -233 mm
 Třmínky:
 ø20 - 250 mm

2.1.1.1 Účinky zatížení - vnitřní síly

Typ zatížení	Typ kombinace	N [kN]	V _y [kN]	V _z [kN]	T [kNm]	M _y [kNm]	M _z [kNm]
Celkové	Základní MSÚ	-120.0	0.0	170.0	0.0	1299.3	0.0
Celkové	Charakteristická	-89.5	0.0	0.0	0.0	944.4	0.0
Celkové	Kvazistálá	-72.9	0.0	0.0	0.0	346.0	0.0

2.1.1.2 Souhrn

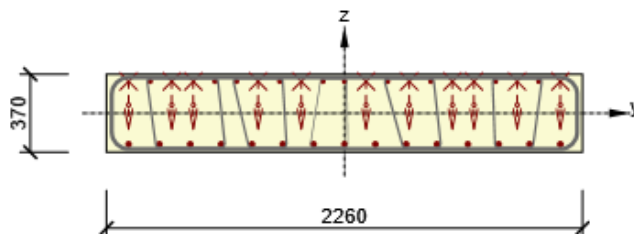
Rozhodující typ posudku	N _{Ed} [kN]	M _{Ed,y} [kNm]	M _{Ed,z} [kNm]	V _{Ed} [kN]	T _{Ed} [kNm]	Hodnota [%]	Posudek
Omezení napětí	-89.5	944.4	0.0			91.0	OK
Typ posudku	N _{Ed} [kN]	M _{Ed,y} [kNm]	M _{Ed,z} [kNm]	V _{Ed} [kN]	T _{Ed} [kNm]	Hodnota [%]	Posudek
Únosnost N-M-M	-120.0	1299.3	0.0			60.4	OK
Smyk	-120.0			170.0	0.0	26.1	OK
Kroucení					0.0	0.0	OK
Interakce	-120.0	1299.3	0.0	170.0	0.0	60.5	OK
Omezení napětí	-89.5	944.4	0.0			91.0	OK
Šířka trhliny	-72.9	346.0	0.0			13.5	OK

Mezní hodnota využití průřezu: 100.0 %

Posouzení průřezu – řez 2 (horní vlákna příčle)

2.1.1 Extrém S 1 - E 1

Dimenzační dílec	M 1
Vyztužený průřez	R 1



Beton: C16/20
 Stáří: 28.0 d
 Výztuž: (B 400B)
 10ø18 (2545mm²), z = 151 mm
 15ø25 (7363mm²), z = -148 mm
 Ohyby vložek:
 11ø18 (2799mm²), z = 151 mm, α
 = 45.0 °
 Třmínky:
 ø20 - 250 mm
 ø11 - 250 mm
 ø11 - 250 mm
 ø11 - 250 mm
 ø11 - 250 mm
 ø5 - 250 mm

2.1.1.1 Účinky zatížení - vnitřní síly

Typ zatížení	Typ kombinace	N [kN]	V _y [kN]	V _z [kN]	T [kNm]	M _y [kNm]	M _z [kNm]
Celkové	Základní MSÚ	-121.2	0.0	844.5	0.0	0.0	0.0

2.1.1.2 Souhrn

Rozhodující typ posudku	N _{Ed} [kN]	M _{Ed,y} [kNm]	M _{Ed,z} [kNm]	V _{Ed} [kN]	T _{Ed} [kNm]	Hodnota [%]	Posudek
Smyk	-121.2			844.5	0.0	51.6	OK

Mezní hodnota využití průřezu: 100.0 %

3.5 Výpočet zatížitelnosti

polovina rozpětí $h = 540$ mm

řez 1

MSÚ

$M_{Rd} (R_d)$ 2149.7 kNm

$M_{Sd,LM71*d}$ 778.02 kNm

$M_{Sd,rs}$ 451.26 kNm

Z_{LM71} **2.183** –

MSP - omezení napětí pro charakteristickou kombinaci

Beton - horní vlákna

$R_d (R_d)$ 12 MPa

$S_{d,LM71*d}$ 6.9 MPa

$S_{d,rs}$ 4.0 MPa

Z_{LM71} **1.159** –

průhyb NK (hlediska pohodlí cestujících)

δ_{lim} 5,28 mm

δ_{LM71*d} 4.20 mm

Z_{LM71} **1.26** –

řez 2

konec náběhu $h = 370$ mm

MSÚ

$V_{Rd} (R_d)$ 1636.7 kN

$V_{Sd,LM71*d}$ 554.2 kN

$V_{Sd,rs}$ 261.0 kN

Z_{LM71} **2.482** -

4 Výpočet – schodiště

4.1.1 Betonářská výztuž

Ocel:	B500B (10 505.9)
Charakteristická mez kluzu:	$f_{yk} = 500 \text{ MPa}$
Dílčí součinitel: zákl. komb.	$\gamma_s = 1,15$
Dílčí součinitel: mim. komb.	$\gamma_s = 1,00$
Návrhová mez kluzu: zákl. komb.	$f_{yd} = 434 \text{ MPa}$
Návrhová mez kluzu: mim. komb.	$f_{yd} = 500 \text{ MPa}$
Návrhová hodnota modulu pružnosti:	$E_s = 200 \text{ GPa}$

4.2 Zatížení

Zatížení jsou uvažována dle EN 1991 Eurokód 1: Zatížení konstrukcí.

4.2.1 Zatížení stálé

Vlastní tíha nosné konstrukce

Objemová tíha obvyčejného betonu se uvažuje hodnotou 24,0 kN/m³. Tato hodnota se zvětší o 1 kN/m³ pro běžné procento vyztužení.

Zemní tlak

Zásyp, $\phi = 30^\circ$

$$k_0 = 1 - \sin(\phi) = 0,5$$

$$\gamma = 20 \text{ kNm}^{-3}$$

$$\sigma_1 = z * k_0 * \gamma$$

Přítížení za opěrou – LM71

rovnoměrně rozdělené na šířku 3,0 m

$$q_{vk,2} = 156,25 \text{ kN/m}$$

$$\alpha = 1,21$$

$$q_{vk,2} = 189,06 \text{ kN/m}$$

$$b = 3,00 \text{ m}$$

$$q_{vk,2} = 63,02 \text{ kN/m}^2$$

Klimatická zatížení – zatížení teplotou

3. typ: betonová nosná konstrukce, betonová deska

Rovnoměrná změna teploty nosné konstrukce:

Podle umístění stavby byly určeny maximální a minimální teploty ve stínu platné pro ČR:

$$T_{\max} = 40^{\circ}\text{C}, T_{\min} = -34^{\circ}\text{C}.$$

Dle národní přílohy byly na základě výše uvedených teplot určeny:

$$T_{e,\max} = T_{\max} + 1,5^{\circ}\text{C} = 41,5^{\circ}\text{C},$$

$$T_{e,\min} = T_{\min} + 8,0^{\circ}\text{C} = -26^{\circ}\text{C}.$$

Referenční teplota $T_0 = 10^{\circ}\text{C}$, potom:

$$\Delta T_{N,\text{con}} = T_{e,\min} - T_0 = -26 - 10 = -36^{\circ}\text{C}$$

$$\Delta T_{N,\text{exp}} = T_{e,\max} - T_0 = 41,5 - 10 = +31,5^{\circ}\text{C}$$

$$\Delta T_N = 67,5^{\circ}\text{C}$$

Rozdílová složka teploty

Teplota rozdílová nerovnoměrná +

- oteplení horního povrchu o $15 \cdot 0,6 = 9^{\circ}\text{C}$

Teplota rozdílová nerovnoměrná –

- ochlazení horního povrchu o $-8 \cdot 1,0 = -8^{\circ}\text{C}$

4.2.2 Posouzení nosné konstrukce – mezní stavy použitelnosti

V rámci posouzení v mezních stavech použitelnosti byla konstrukce ověřena z hlediska:

- Omezení napětí
- Omezení trhlin

Při výpočtu napětí a průhybů byly uvažovány průřezy neporušené trhlinami, pokud napětí v tahu za ohybu nepřekročilo pevnost betonu v tahu f_{ctm} (dle ČSN EN 1992-1-1).

Mezní stav omezení napětí

Tlakové napětí v betonu je nutné omezit tak, aby se zabránilo vzniku podélných trhlin, rozvoji mikrotrhlin nebo nadměrnému dotvarování.

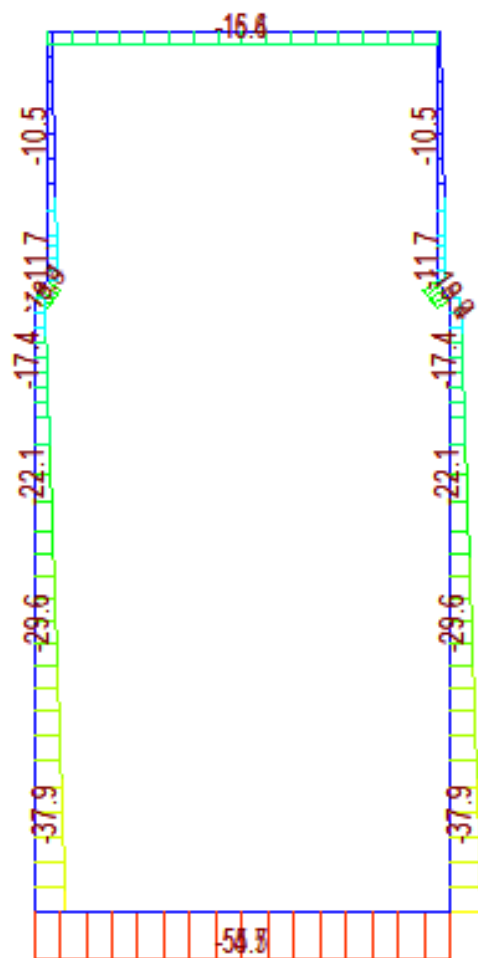
Podélné trhliny mohou vznikat, pokud úroveň napětí betonu překročí kritickou hodnotu. Pokud se neučiní jiná opatření, má se tlakové napětí betonu při charakteristické kombinaci zatížení omezit na hodnotu $0,6 \cdot f_{ck}$. Pokud je napětí v betonu při kvazi-stálé kombinaci zatížení menší nebo rovno $0,45 \cdot f_{ck}$, lze předpokládat lineární dotvarování.

$$0,6 \cdot f_{ck} = 0,6 \cdot 30 = 18,0 \text{ MPa (charakteristická kombinace)}$$

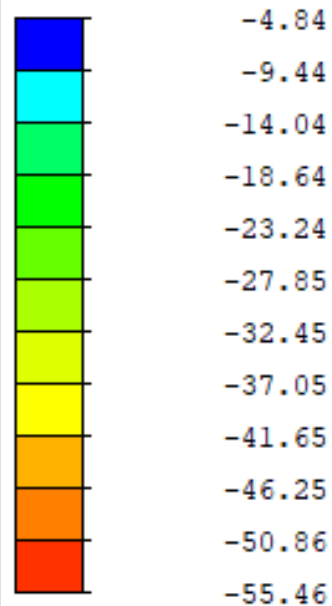
$$0,45 \cdot f_{ck} = 0,45 \cdot 30 = 13,50 \text{ MPa (kvázistálá kombinace)}$$

Mezní stav omezení trhlin

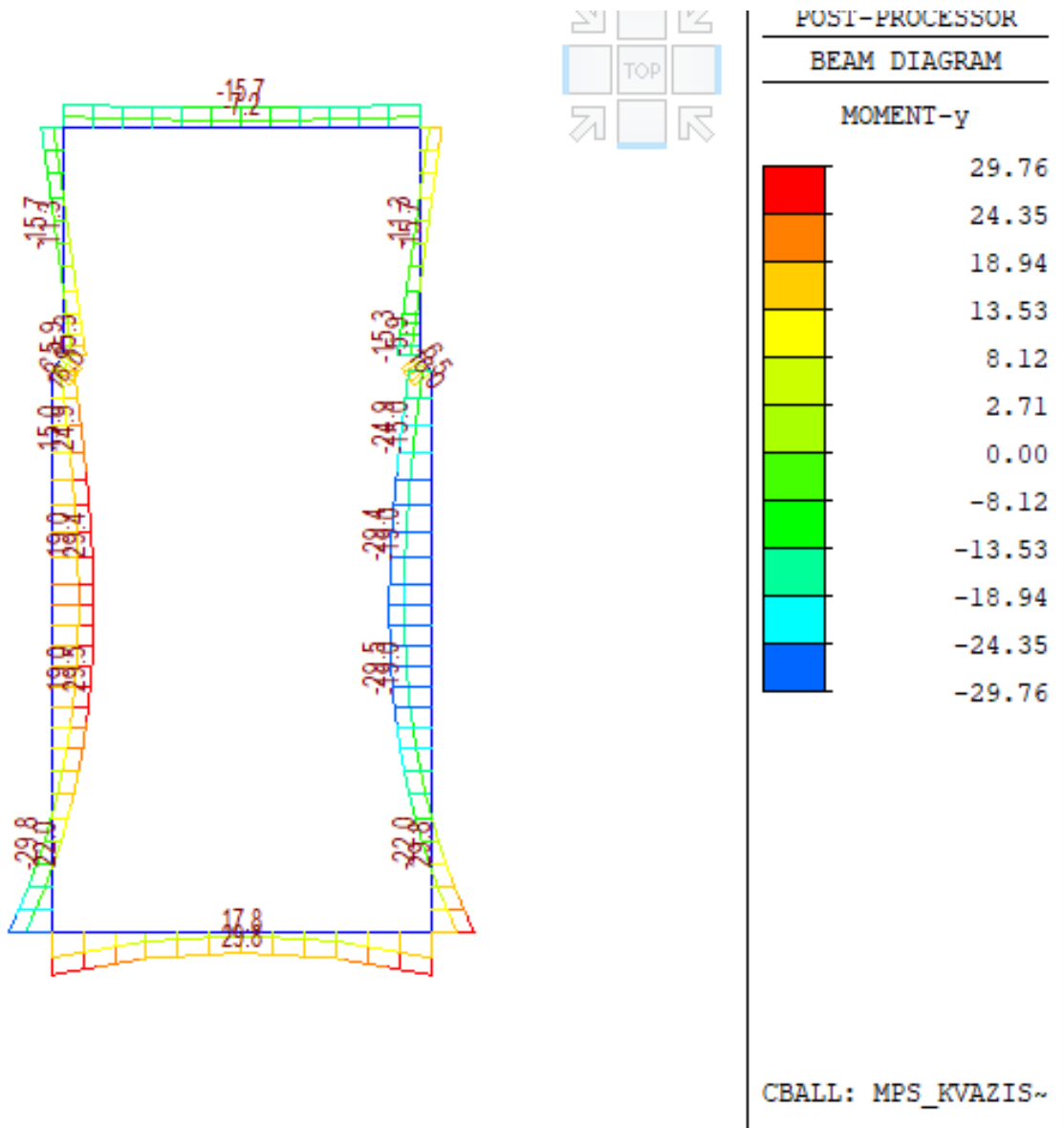
Dle ČSN EN 1992-2/Z2 tab. NA1 je pro železobetonové prvky XD, XS, XF požadována šířka trhliny od kvazistálé kombinace zatížení $w_{\max}=0,2$ mm.

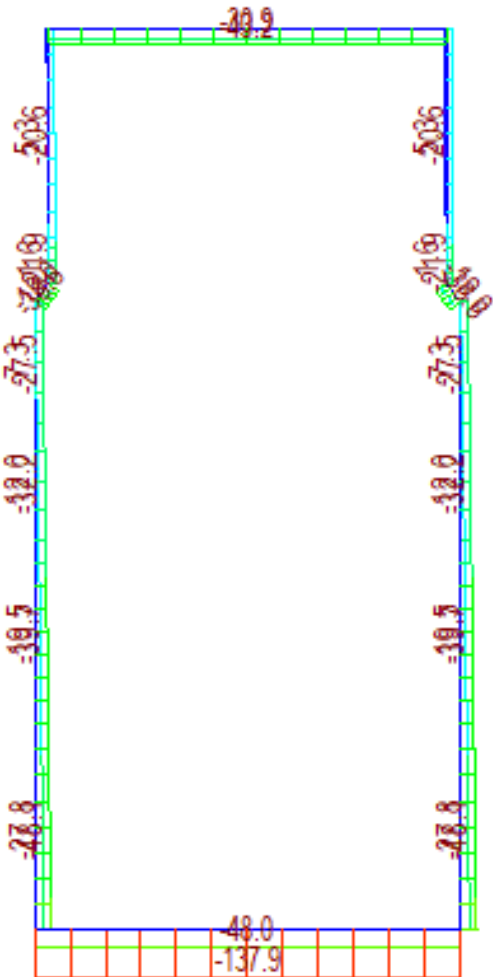
Vnitřní síly

AXIAL

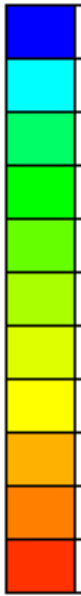


CBALL: MPS_KVAZIS~



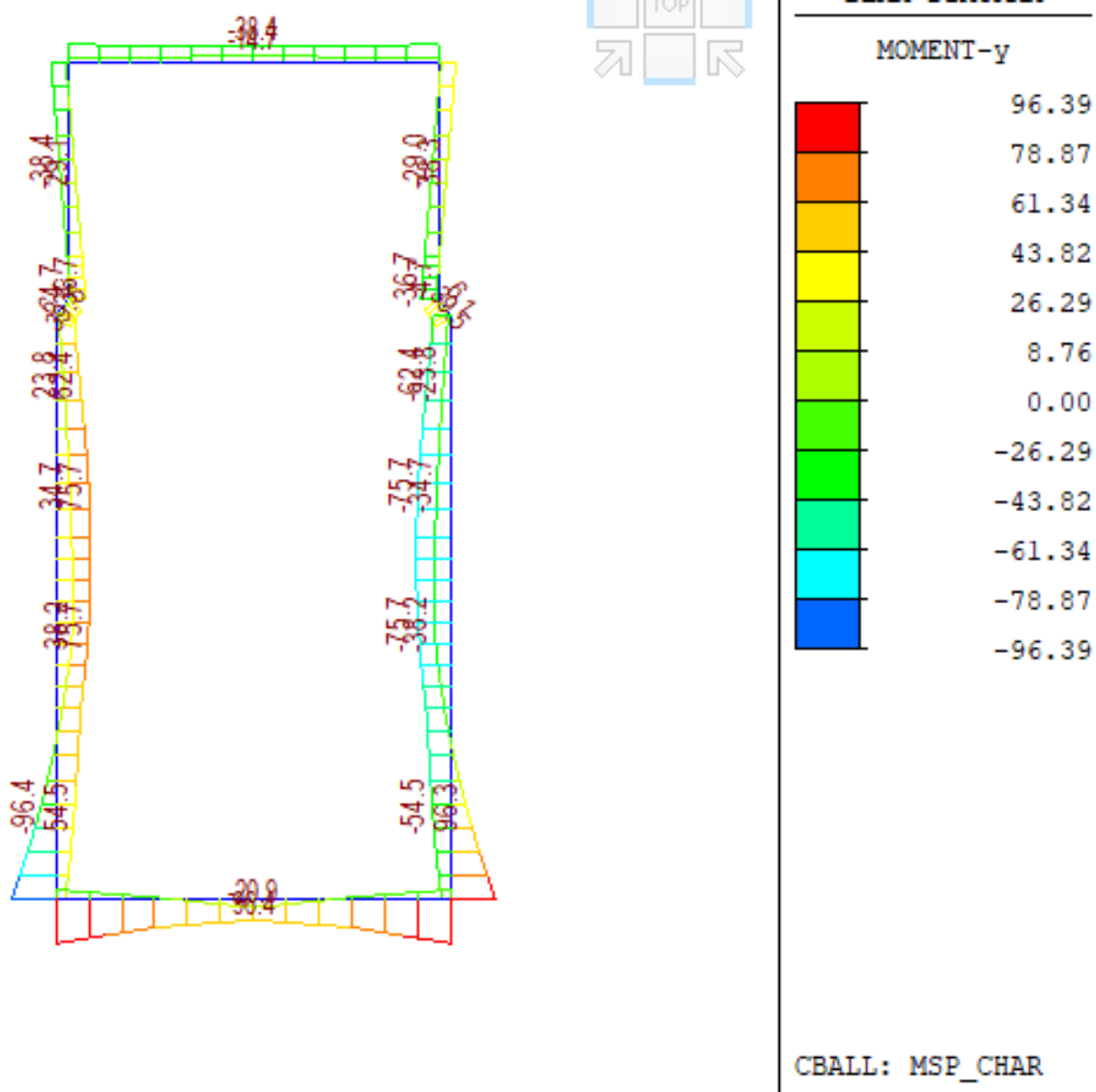


AXIAL



- 5.28
- 0.00
- 20.76
- 33.78
- 46.80
- 59.81
- 72.83
- 85.85
- 98.87
- 111.88
- 124.90
- 137.92

CBALL: MSP_CHAR



4.2.3 Posouzení nosné konstrukce – mezní stavy únosnosti

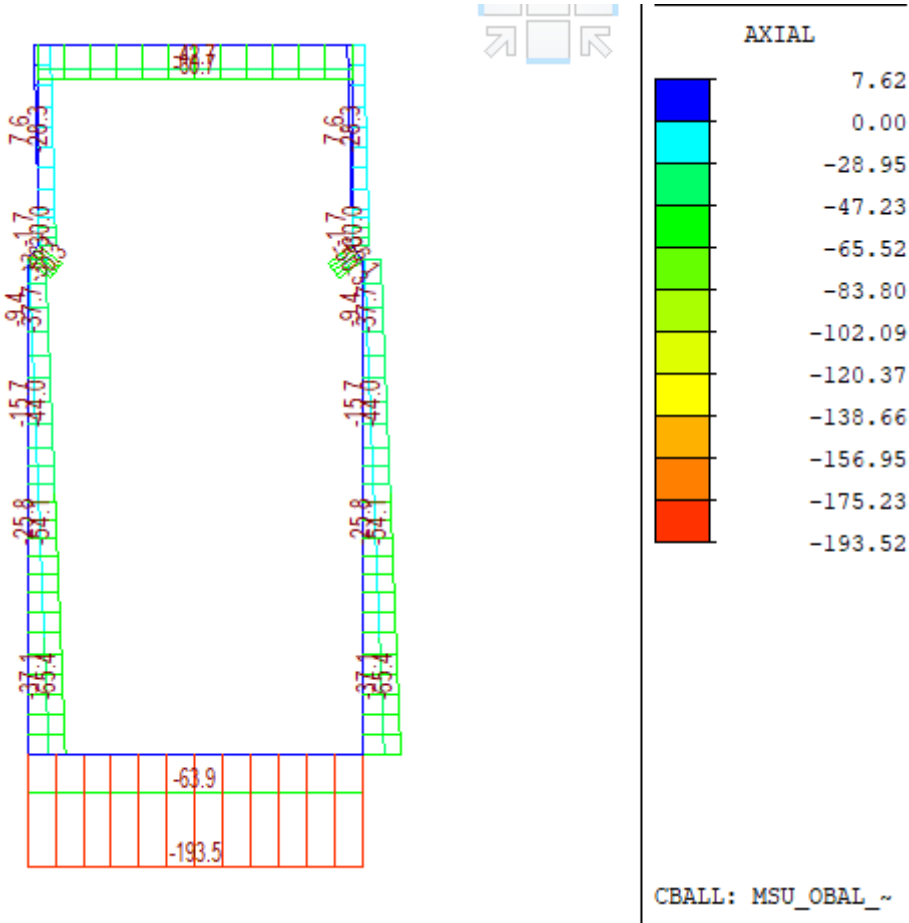
Při posuzování mezních stavů únosnosti bylo uvažováno obdelníkové rozdělení napětí v tlačném betonu, poměrné přetvoření betonu je omezeno hodnotou $\varepsilon_{cu3} = 0,35 \%$, poměrné přetvoření výztuže je uvažováno neomezené – pracovní diagram výztuže s vodorovnou plastickou větví.

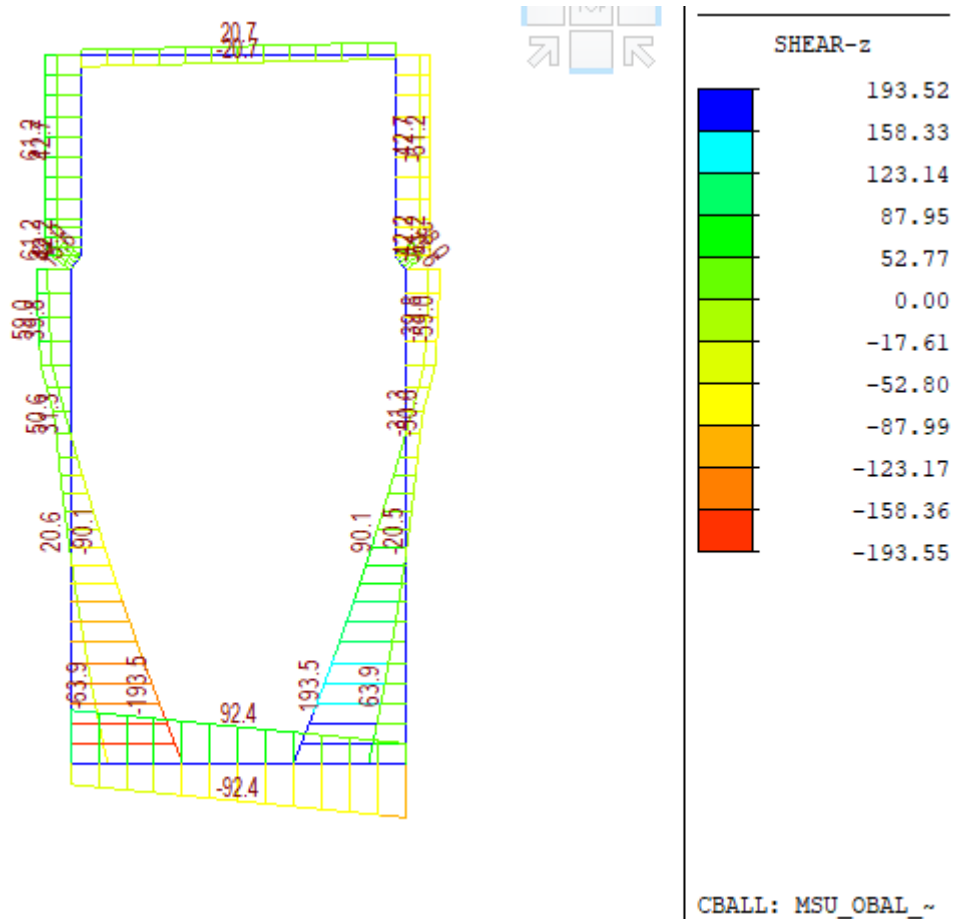
Ohyb a normálová síla

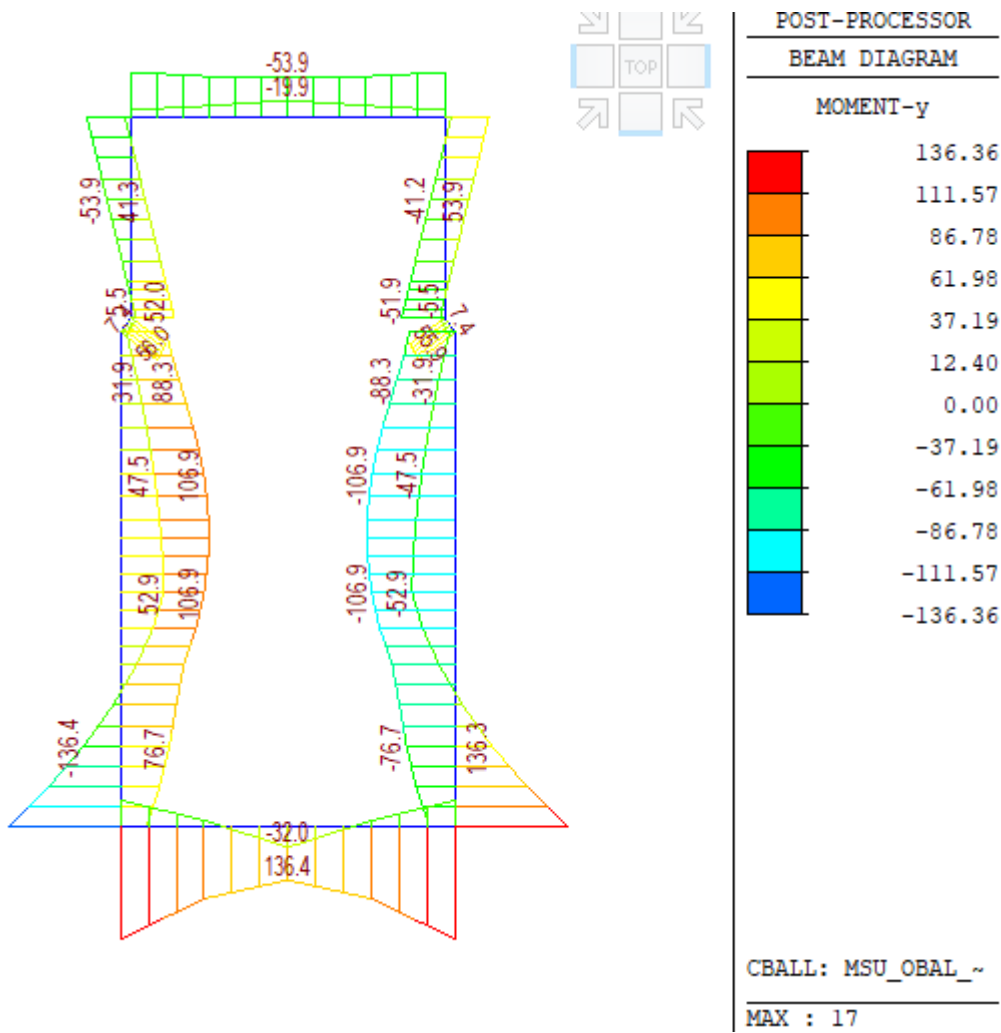
Při stanovení mezního momentu únosnosti betonového průřezu se uvažují následující předpoklady:

- rovinné průřezy zůstávají rovinné
- poměrné přetvoření soudržné betonářské nebo předpínací výztuže v tahu i tlaku je stejné jako poměrné přetvoření okolního betonu
- tahová pevnost betonu se zanedbává

Vnitřní síly

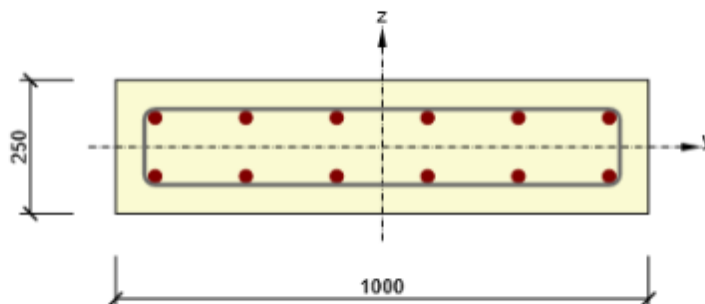






Posouzení průřezu – základová deska**2.1 Řez S 1****2.1.1 Extrém S 1 - E 2_spodek**

Dimenzační dílec	M 1
Vyztužený průřez	R 1



Beton: C35/45
 Stáří: 28.0 d
 Výztuž: (B 500B)
 6ø24 (2714mm²), z = 55 mm
 6ø24 (2714mm²), z = -55 mm
 Tříminky:
 ø8 - 300000 mm
 Krytí:
 Dolní povrch: 50 mm
 Ostatní povrchy: 50 mm
 Horní povrch: 50 mm

2.1.1.1 Účinky zatížení - vnitřní síly

Typ zatížení	Typ kombinace	N [kN]	V _y [kN]	V _z [kN]	T [kNm]	M _y [kNm]	M _z [kNm]
Celkové	Základní MSÚ	-191.7	0.0	101.6	0.0	135.1	0.0
Celkové	Charakteristická	-136.6	0.0	0.0	0.0	95.5	0.0
Celkové	Kvazistálá	-54.9	0.0	0.0	0.0	30.2	0.0

2.1.1.2 Souhrn

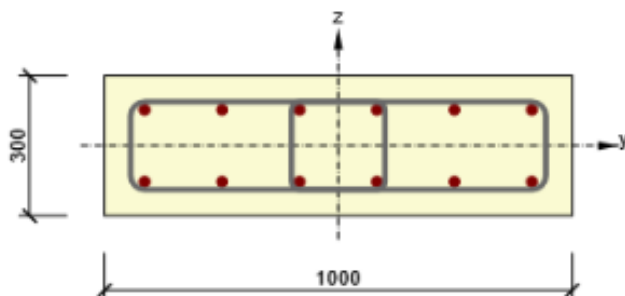
Rozhodující typ posudku	N _{Ed} [kN]	M _{Ed,y} [kNm]	M _{Ed,z} [kNm]	V _{Ed} [kN]	T _{Ed} [kNm]	Hodnota [%]	Posudek
Omezení napětí	-136.6	95.5	0.0			93.0	OK
Typ posudku	N _{Ed} [kN]	M _{Ed,y} [kNm]	M _{Ed,z} [kNm]	V _{Ed} [kN]	T _{Ed} [kNm]	Hodnota [%]	Posudek
Únosnost N-M-M	-191.7	135.1	0.0			69.2	OK
Smyk	-191.7			101.6	0.0	55.6	OK
Kroucení					0.0	0.0	OK
Interakce	-191.7	135.1	0.0	101.6	0.0	67.9	OK
Omezení napětí	-136.6	95.5	0.0			93.0	OK
Šířka trhliny	-54.9	30.2	0.0			33.9	OK

Mezní hodnota využití průřezu: 100.0 %

Posouzení průřezu – stěna

2.1.1 Extrém S 1 - E 1_rub

Dimenzační dílec	M 1
Vyztužený průřez	R 1



Beton: C30/37
 Stáří: 28.0 d
 Výztuž: (B 500B)
 6ø22 (2281mm²), z = 77 mm
 6ø22 (2281mm²), z = -77 mm
 Tímínky:
 ø12 - 150 mm
 ø12 - 150 mm
 Krytí:
 Dolní povrch: 50 mm
 Ostatní povrchy: 50 mm
 Horní povrch: 50 mm

2.1.1.1 Účinky zatížení - vnitřní síly

Typ zatížení	Typ kombinace	N [kN]	V _y [kN]	V _z [kN]	T [kNm]	M _y [kNm]	M _z [kNm]
Celkové	Základní MSÚ	-68.1	0.0	236.3	0.0	-135.1	0.0
Celkové	Charakteristická	-50.0	0.0	0.0	0.0	-95.5	0.0
Celkové	Kvazistálá	-39.6	0.0	0.0	0.0	-30.2	0.0

2.1.1.2 Souhrn

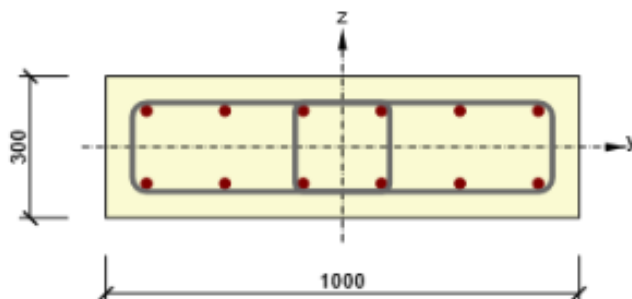
Rozhodující typ posudku	N _{Ed} [kN]	M _{Ed,y} [kNm]	M _{Ed,z} [kNm]	V _{Ed} [kN]	T _{Ed} [kNm]	Hodnota [%]	Posudek
Smyk	-68.1			236.3	0.0	94.4	OK
Typ posudku	N _{Ed} [kN]	M _{Ed,y} [kNm]	M _{Ed,z} [kNm]	V _{Ed} [kN]	T _{Ed} [kNm]	Hodnota [%]	Posudek
Únosnost N-M-M	-68.1	-135.1	0.0			65.1	OK
Smyk	-68.1			236.3	0.0	94.4	OK
Kroucení					0.0	0.0	OK
Interakce	-68.1	-135.1	0.0	236.3	0.0	94.4	OK
Omezení napětí	-50.0	-95.5	0.0			78.1	OK
Šířka trhliny	-39.6	-30.2	0.0			39.2	OK

Mezní hodnota využití průřezu: 100.0 %

2.1.1 Extrém S 1 - E 2_líc



Dimenzační dílec	M 1
Vyztužený průřez	R 1



Beton: C30/37
 Stáří: 28.0 d
 Výztuž: (B 500B)
 6ø22 (2281mm²), z = 77 mm
 6ø22 (2281mm²), z = -77 mm
 Třmínky:
 ø12 - 150 mm
 ø12 - 150 mm
 Krytí:
 Dolní povrch: 50 mm
 Ostatní povrchy: 50 mm
 Horní povrch: 50 mm

2.1.1.1 Účinky zatížení - vnitřní síly



Typ zatížení	Typ kombinace	N [kN]	V _y [kN]	V _z [kN]	T [kNm]	M _y [kNm]	M _z [kNm]
Celkové	Základní MSÚ	-68.1	0.0	0.0	0.0	103.9	0.0
Celkové	Charakteristická	-50.0	0.0	0.0	0.0	73.5	0.0
Celkové	Kvazistálá	-39.6	0.0	0.0	0.0	28.3	0.0

2.1.1.2 Souhrn

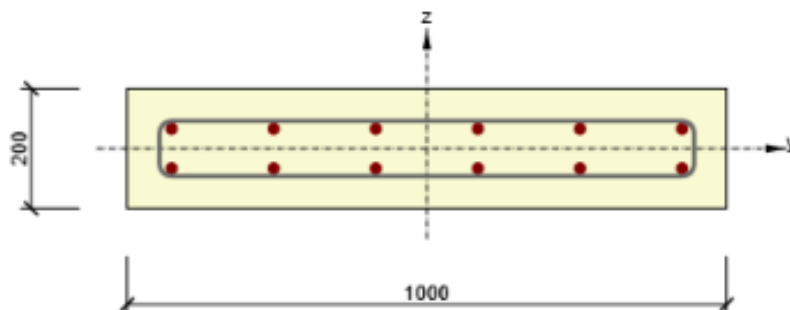


Rozhodující typ posudku	N _{Ed} [kN]	M _{Ed,y} [kNm]	M _{Ed,z} [kNm]	V _{Ed} [kN]	T _{Ed} [kNm]	Hodnota [%]	Posudek
Omezení napětí	-50.0	73.5	0.0			60.0	OK
Typ posudku	N _{Ed} [kN]	M _{Ed,y} [kNm]	M _{Ed,z} [kNm]	V _{Ed} [kN]	T _{Ed} [kNm]	Hodnota [%]	Posudek
Únosnost N-M-M	-68.1	103.9	0.0			49.4	OK
Smyk	-68.1			0.0	0.0	0.0	OK
Kroucení					0.0	0.0	OK
Interakce	-68.1	103.9	0.0	0.0	0.0	0.0	OK
Omezení napětí	-50.0	73.5	0.0			60.0	OK
Šířka trhliny	-39.6	28.3	0.0			36.3	OK

Mozní hodnota uvnitř průřezu: 100.0 %

Posouzení průřezu – parapetní zed'**2.1.1 Extrém S 1 - E 1**

Dimenzační dílec	M 1
Vyztužený průřez	R 1



Beton: C30/37
 Stáří: 28.0 d
 Výztuž: (B 500B)
 6ø18 (1527mm²), z = 33 mm
 6ø18 (1527mm²), z = -33 mm
 Třmínky:
 ø8 - 300000 mm
 Krytí:
 Dolní povrch: 50 mm
 Ostatní povrchy: 50 mm
 Horní povrch: 50 mm

2.1.1.1 Účinky zatížení - vnitřní síly

Typ zatížení	Typ kombinace	N [kN]	V _y [kN]	V _z [kN]	T [kNm]	M _y [kNm]	M _z [kNm]
Celkové	Základní MSÚ	-30.0	0.0	60.0	0.0	-53.9	0.0
Celkové	Charakteristická	-21.9	0.0	0.0	0.0	-38.4	0.0
Celkové	Kvazistálá	-11.7	0.0	0.0	0.0	-15.7	0.0

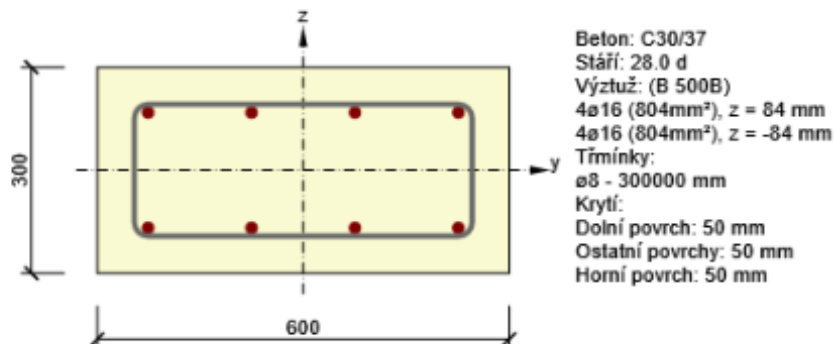
2.1.1.2 Souhrn

Rozhodující typ posudku	N _{Ed} [kN]	M _{Ed,y} [kNm]	M _{Ed,z} [kNm]	V _{Ed} [kN]	T _{Ed} [kNm]	Hodnota [%]	Posudek
Omezení napětí	-21.9	-38.4	0.0			89.2	OK
Typ posudku	N _{Ed} [kN]	M _{Ed,y} [kNm]	M _{Ed,z} [kNm]	V _{Ed} [kN]	T _{Ed} [kNm]	Hodnota [%]	Posudek
Únosnost N-M-M	-30.0	-53.9	0.0			65.8	OK
Smyk	-30.0			60.0	0.0	49.0	OK
Kroucení					0.0	0.0	OK
Interakce	-30.0	-53.9	0.0	60.0	0.0	66.6	OK
Omezení napětí	-21.9	-38.4	0.0			89.2	OK
Šířka trhliny	-11.7	-15.7	0.0			37.7	OK

Mezní hodnota využití průřezu: 100.0 %

Posouzení průřezu – rozpěra**2.1.1 Extrém S 1 - E 1_horní vlákna**

Dimenzační dílec	M 1
Vyztužený průřez	R 1

**2.1.1.1 Účinky zatížení - vnitřní síly**

Typ zatížení	Typ kombinace	N [kN]	V _y [kN]	V _z [kN]	T [kNm]	M _y [kNm]	M _z [kNm]
Celkové	Základní MSÚ	-60.7	0.0	20.7	0.0	-53.9	0.0
Celkové	Charakteristická	-43.2	0.0	0.0	0.0	-38.4	0.0
Celkové	Kvazistálá	-16.4	0.0	0.0	0.0	-15.7	0.0

2.1.1.2 Souhrn

Rozhodující typ posudku	N _{Ed} [kN]	M _{Ed,y} [kNm]	M _{Ed,z} [kNm]	V _{Ed} [kN]	T _{Ed} [kNm]	Hodnota [%]	Posudek
Interakce	-60.7	-53.9	0.0	20.7	0.0	63.6	OK
Typ posudku	N _{Ed} [kN]	M _{Ed,y} [kNm]	M _{Ed,z} [kNm]	V _{Ed} [kN]	T _{Ed} [kNm]	Hodnota [%]	Posudek
Únosnost N-M-M	-60.7	-53.9	0.0			60.3	OK
Smyk	-60.7			20.7	0.0	22.8	OK
Kroucení					0.0	0.0	OK
Interakce	-60.7	-53.9	0.0	20.7	0.0	63.6	OK
Omezení napětí	-43.2	-38.4	0.0			60.9	OK
Šířka trhliny	-16.4	-15.7	0.0			32.9	OK

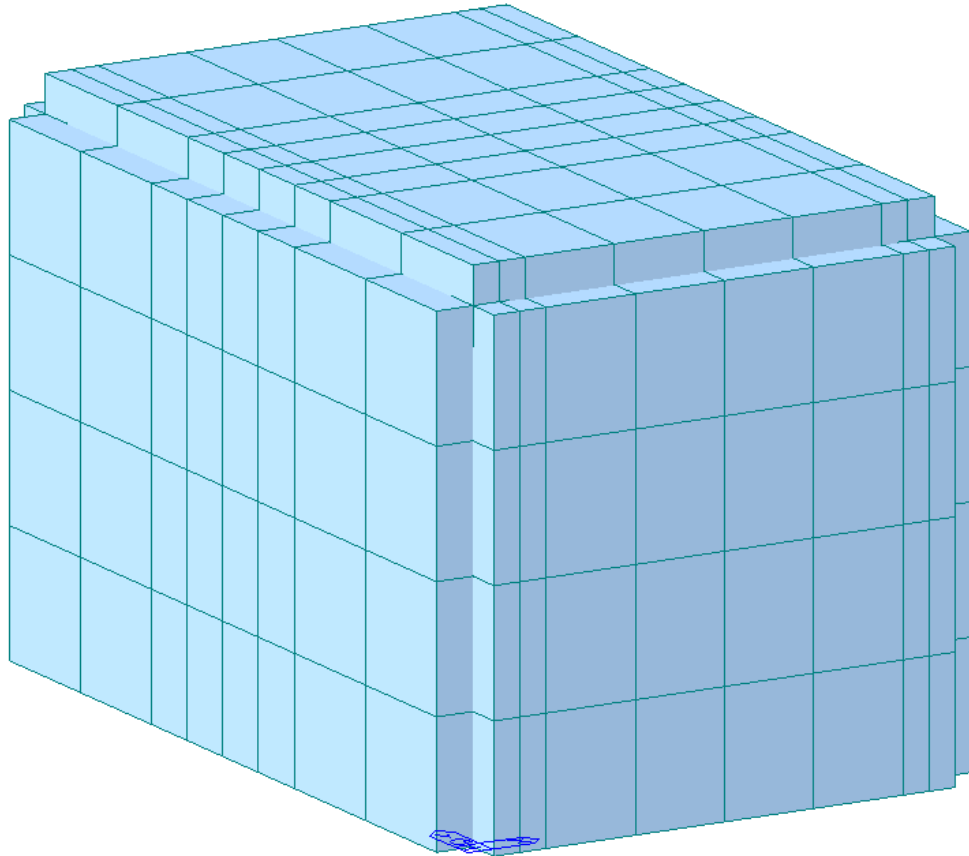
Mezní hodnota využití průřezu: 100.0 %

5 Výpočet – Výtahová šachta V5

5.1 Konstrukce

5.1.1 Schéma konstrukce

Pro výpočet mostu byl vytvořen deskostěnový model.



5.2 Zatížení

Zatížení jsou uvažována dle EN 1991 Eurokód 1: Zatížení konstrukcí.

5.2.1 Zatížení stálé

Vlastní tíha nosné konstrukce

Objemová tíha obvyčejného betonu se uvažuje hodnotou 24,0 kN/m³. Tato hodnota se zvětší o 1 kN/m³ pro běžné procento vyztužení.

Pokles podpěr

Neuvažuje se.

Klimatická zatížení – zatížení teplotou

3. typ: betonová nosná konstrukce, betonová deska

Rovnoměrná změna teploty nosné konstrukce:

Podle umístění stavby byly určeny maximální a minimální teploty ve stínu platné pro ČR:

$T_{\max} = 40^{\circ}\text{C}$, $T_{\min} = -34^{\circ}\text{C}$.

Dle národní přílohy byly na základě výše uvedených teplot určeny:

$T_{e,\max} = T_{\max} + 1,5^{\circ}\text{C} = 41,5^{\circ}\text{C}$,

$T_{e,\min} = T_{\min} + 8,0^{\circ}\text{C} = -26^{\circ}\text{C}$.

Referenční teplota $T_0 = 10^{\circ}\text{C}$, potom:

$\Delta T_{N,\text{con}} = T_{e,\min} - T_0 = -26 - 10 = -36^{\circ}\text{C}$

$\Delta T_{N,\text{exp}} = T_{e,\max} - T_0 = 41,5 - 10 = +31,5^{\circ}\text{C}$

$\Delta T_N = 67,5^{\circ}\text{C}$

Teplota rozdílová nerovnoměrná +

- oteplení horního povrchu o $15 \cdot 0,6 = 9^{\circ}\text{C}$

Teplota rozdílová nerovnoměrná –

- ochlazení horního povrchu o $-8 \cdot 1,0 = -8^{\circ}\text{C}$

5.2.2 Zatížení proměnné

Osamělé břemeno zavěšená na strop šachty při montáži výstroji.

Síla R10: 15 kN
Síla R9 20kN

Reakce od přístřešku

Reakce v MSU (tlak): - 184,7 kN
Reakce v MSU (tah): + 160,0 kN

Pozn: břemeno bylo přeneseno do nejnepříznivější polohy

Zatížení sněhem

$$q_w = 0,6 \text{ kNm}^{-2}$$

Zatížení větrem

Zatížení větrem je uvažováno dle ČSN EN 1991-1-4 Eurokód 1: Zatížení konstrukcí – Část 1-4: Obecná zatížení – Zatížení větrem

Mezní stavy použitelnosti

Dle ČSN EN 1990 a ČSN EN 1992 se pro mezní stavy použitelnosti použijí následující kombinace zatížení.

c) Charakteristická kombinace

$$\sum G + Q_{k,1} + \sum \psi_{0,i} Q_{k,i}$$

d) kvazistálá kombinace

$$\sum G + \sum \psi_{2,i} Q_{k,i}$$

5.2.3 Posouzení nosné konstrukce – mezní stavy použitelnosti (strop šachty)

V rámci posouzení v mezních stavech použitelnosti byla konstrukce ověřena z hlediska:

- Omezení napětí
- Omezení trhlin

Při výpočtu napětí a průhybů byly uvažovány průřezy neporušené trhlinami, pokud napětí v tahu za ohybu nepřekročilo pevnost betonu v tahu f_{ctm} (dle ČSN EN 1992-1-1).

Mezní stav omezení napětí

Tlakové napětí v betonu je nutné omezit tak, aby se zabránilo vzniku podélných trhlin, rozvoji mikrotrhlin nebo nadměrnému dotvarování.

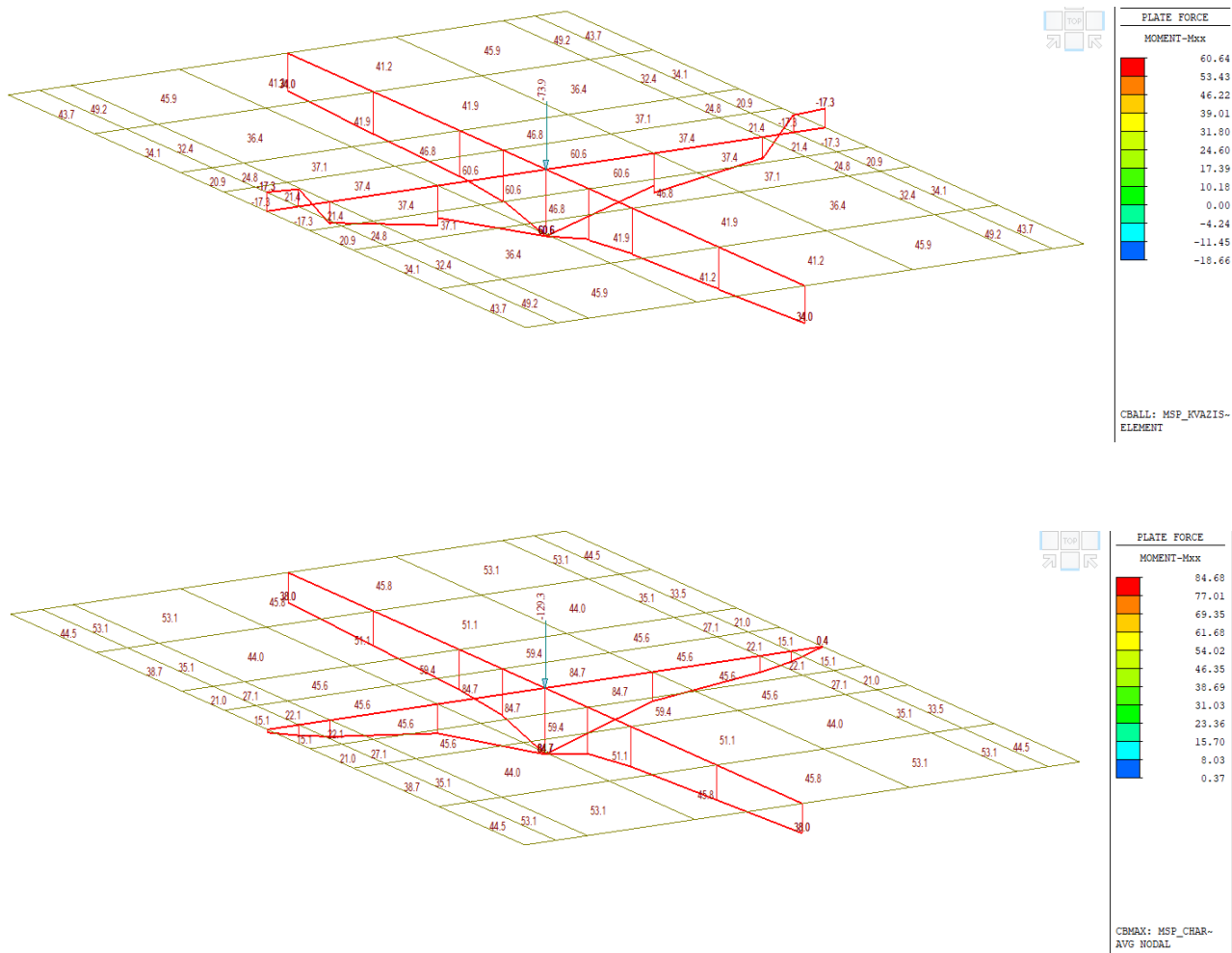
Podélné trhliny mohou vznikat, pokud úroveň napětí betonu překročí kritickou hodnotu. Pokud se neučiní jiná opatření, má se tlakové napětí betonu při charakteristické kombinaci zatížení omezit na hodnotu $0,6 \cdot f_{ck}$. Pokud je napětí v betonu při kvazi-stálé kombinaci zatížení menší nebo rovno $0,45 \cdot f_{ck}$, lze předpokládat lineární dotvarování.

$$0,6 \cdot f_{ck} = 0,6 \cdot 30 = 18,0 \text{ MPa (charakteristická kombinace)}$$

$$0,45 \cdot f_{ck} = 0,45 \cdot 30 = 13,50 \text{ MPa (kvázistálá kombinace)}$$

Mezní stav omezení trhlin

Dle ČSN EN 1992-2/Z2 tab. NA1 je pro železobetonové prvky XD, XS, XF požadována šířka trhliny od kvázistálé kombinace zatížení $w_{max}=0,2 \text{ mm}$.



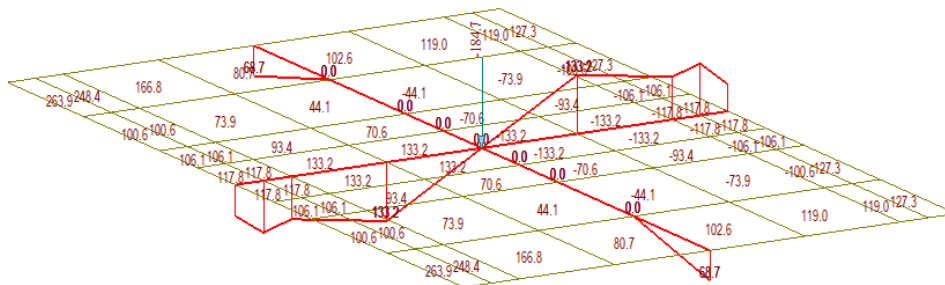
5.2.4 Posouzení nosné konstrukce – mezní stavy únosnosti

Při posuzování mezních stavů únosnosti bylo uvažováno obdelníkové rozdělení napětí v tlačném betonu, poměrné přetvoření betonu je omezeno hodnotou $\varepsilon_{cu3} = 0,35 \%$, poměrné přetvoření výztuže je uvažováno neomezené – pracovní diagram výztuže s vodorovnou plastickou větví.

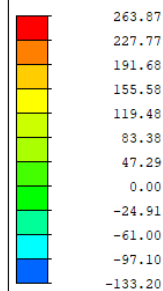
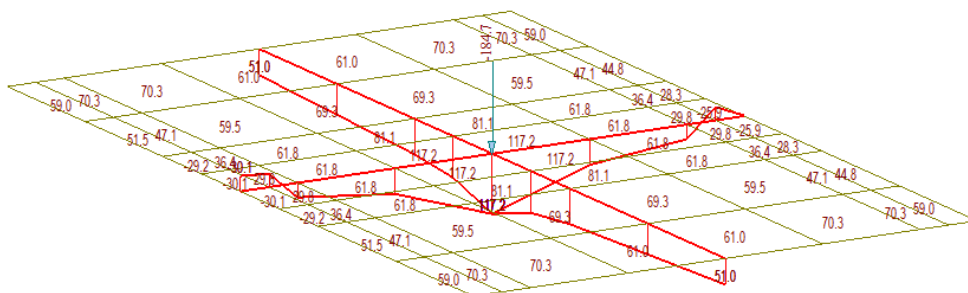
Ohyb a normálová síla

Při stanovení mezního momentu únosnosti betonového průřezu se uvažují následující předpoklady:

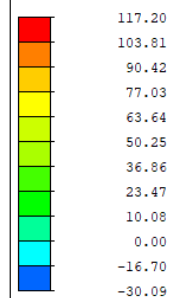
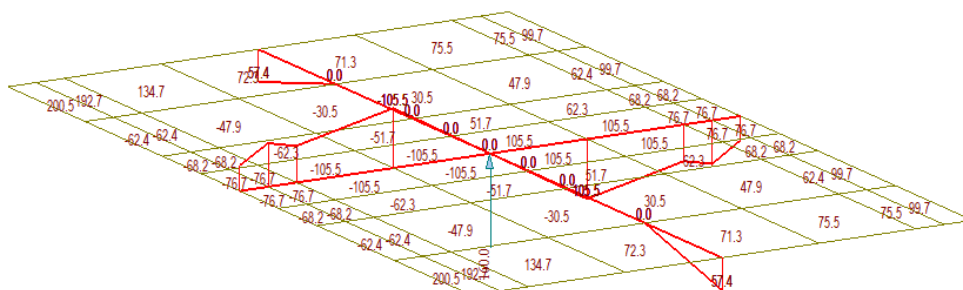
- rovinné průřezy zůstávají rovinné
- poměrné přetvoření soudržné betonářské nebo předpínací výztuže v tahu i tlaku je stejné jako poměrné přetvoření okolního betonu
- tahová pevnost betonu se zanedbává



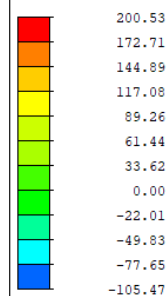
SHEAR-Vxx

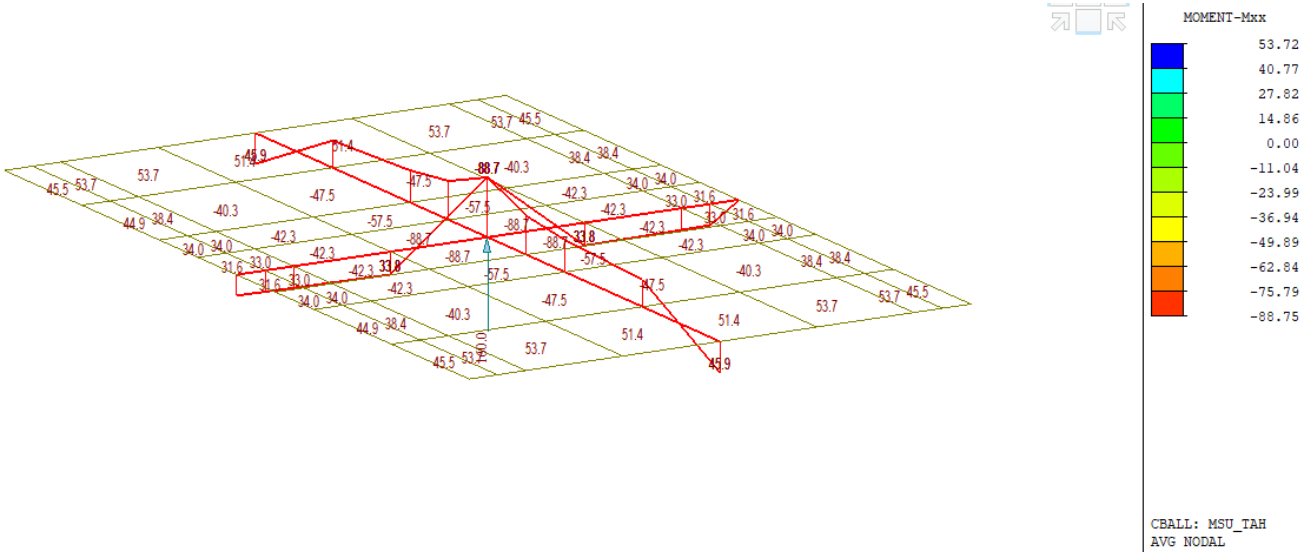
CBALL: MSU_TLAK
AVG NODAL

MOMENT-Mxx

CBALL: MSU_TLAK
AVG NODAL

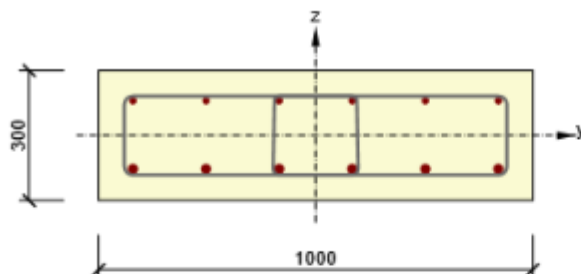
SHEAR-Vxx

CBALL: MSU_TAH
AVG NODAL



2.1.1 Extrém S 1 - E 1_dolní vlákna_střed_tlak

Dimenzační dílec	M 1
Vyztužený průřez	R 1



Beton: C30/37
 Stáří: 28.0 d
 Výztuž: (B 500B)
 6ø14 (924mm²), z = 80 mm
 6ø20 (1885mm²), z = -77 mm
 Tříminky:
 ø8 - 300 mm
 ø8 - 300 mm
 Krytí:
 Dolní povrch: 55 mm
 Ostatní povrchy: 55 mm
 Horní povrch: 55 mm

2.1.1.1 Účinky zatížení - vnitřní síly

Typ zatížení	Typ kombinace	N [kN]	V _y [kN]	V _z [kN]	T [kNm]	M _y [kNm]	M _z [kNm]
Celkové	Základní MSÚ	-16.4	0.0	133.2	0.0	117.2	0.0
Celkové	Mimořádná	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Celkové	Charakteristická	-5.4	0.0	0.0	0.0	84.7	0.0
Celkové	Kvazistálá	-4.6	0.0	0.0	0.0	60.6	0.0

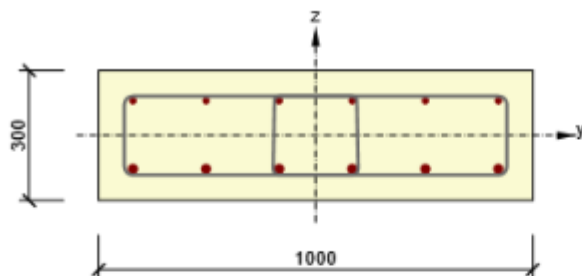
2.1.1.2 Souhrn

Rozhodující typ posudku	N _{Ed} [kN]	M _{Ed,y} [kNm]	M _{Ed,z} [kNm]	V _{Ed} [kN]	T _{Ed} [kNm]	Hodnota [%]	Posudek
Smyk	-16.4			133.2	0.0	85.3	OK
Typ posudku	N _{Ed} [kN]	M _{Ed,y} [kNm]	M _{Ed,z} [kNm]	V _{Ed} [kN]	T _{Ed} [kNm]	Hodnota [%]	Posudek
Únosnost N-M-M	-16.4	117.2	0.0			68.0	OK
Smyk	-16.4			133.2	0.0	85.3	OK
Kroucení					0.0	0.0	OK
Interakce	-16.4	117.2	0.0	133.2	0.0	85.3	OK
Omezení napětí	-5.4	84.7	0.0			74.6	OK

Mezní hodnota využití průřezu: 100.0 %

2.1.1 Extrém S 1 - E 2_horní vlákna_střed_tah

Dimenzační dílec	M 1
Vyztužený průřez	R 1



Beton: C30/37
 Stáří: 28.0 d
 Výztuž: (B 500B)
 6ø14 (924mm²), z = 80 mm
 6ø20 (1885mm²), z = -77 mm
 Tříminky:
 ø8 - 300 mm
 ø8 - 300 mm
 Krytí:
 Dolní povrch: 55 mm
 Ostatní povrchy: 55 mm
 Horní povrch: 55 mm

2.1.1.1 Účinky zatížení - vnitřní síly

Typ zatížení	Typ kombinace	N [kN]	V _y [kN]	V _z [kN]	T [kNm]	M _y [kNm]	M _z [kNm]
Celkové	Základní MSÚ	10.6	0.0	133.2	0.0	117.2	0.0
Celkové	Mimořádná	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Celkové	Charakteristická	-5.4	0.0	0.0	0.0	84.7	0.0
Celkové	Kvazistálá	-4.6	0.0	0.0	0.0	60.6	0.0

2.1.1.2 Souhrn

Rozhodující typ posudku	N _{Ed} [kN]	M _{Ed,y} [kNm]	M _{Ed,z} [kNm]	V _{Ed} [kN]	T _{Ed} [kNm]	Hodnota [%]	Posudek
Smyk	10.6			133.2	0.0	87.0	OK
Typ posudku	N _{Ed} [kN]	M _{Ed,y} [kNm]	M _{Ed,z} [kNm]	V _{Ed} [kN]	T _{Ed} [kNm]	Hodnota [%]	Posudek
Únosnost N-M-M	10.6	117.2	0.0			69.4	OK
Smyk	10.6			133.2	0.0	87.0	OK
Kroucení					0.0	0.0	OK
Interakce	10.6	117.2	0.0	133.2	0.0	87.0	OK
Omezení napětí	-5.4	84.7	0.0			74.6	OK

Mezní hodnota využití průřezu: 100.0 %

5.2.5 Posouzení protlačení stropu pod stojkou

C30/37

Zatížení

Ved 184 kN

rozměr sloupu (patního plechu atd)

c₁ 0.45 mc₂ 0.6 m

Sigma 0.681 MPa

rozměr desky

lx 1.6 m

ly 2.75 m

h 0.3 m výška desky

dx 0.24 m

dy 0.223

d 0.232 m účinná výška

2d 0.463 m

výztuž

směr x

n_{1x} 6 ksd_{1x} 20 mmAs_x 0.001885 m²ρ_{1x} 0.00814 –

směr y

n_{1y} 6 ksd_{1y} 14 mmAs_y 0.000924 m²ρ_{1y} 0.00399 –ρ₁ 0.00570 max 0.02Ab 4.4 m² plocha celé desky

acrit (m)	0.46
ucrit (m)	5.008
Acrit	1.92
ved,i	0.183
Vrd,crit	0.597
(Vrdi-Vedi)	0.414

Crdc 0.12

k 1.929 < 2.0

fck 30 MPa

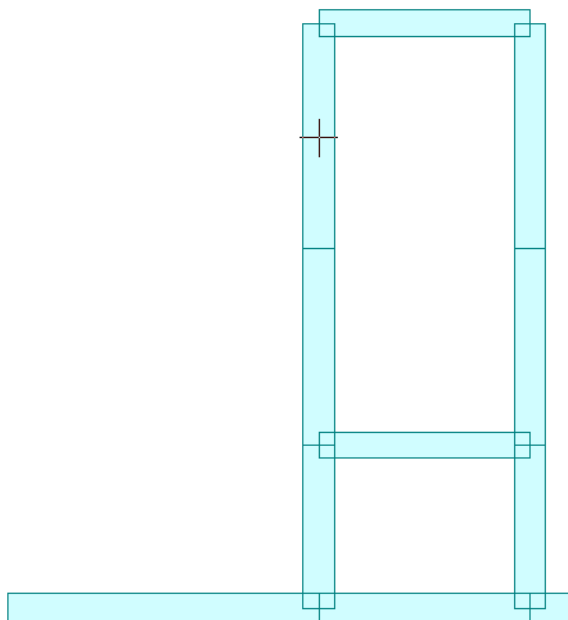
vmin 0.514 MPa

V_{Rd,c} 0.597 MPa > 0.183 MPa

Vyhoví

Statický výpočet

6 Výpočet – stěna šachty a strop nástupiště



6.1.1 Betonářská výztuž

Ocel:	B500B (10 505.9)
Charakteristická mez kluzu:	$f_{yk} = 500 \text{ MPa}$
Dílčí součinitel: zákl. komb.	$\gamma_s = 1,15$
Dílčí součinitel: mim. komb.	$\gamma_s = 1,00$
Návrhová mez kluzu: zákl. komb.	$f_{yd} = 434 \text{ MPa}$
Návrhová mez kluzu: mim. komb.	$f_{yd} = 500 \text{ MPa}$
Návrhová hodnota modulu pružnosti:	$E_s = 200 \text{ GPa}$

6.2 Zatížení

Zatížení jsou uvažována dle EN 1991 Eurokód 1: Zatížení konstrukcí.

6.2.1 Zatížení stálé

Vlastní tíha nosné konstrukce

Objemová tíha obvyčejného betonu se uvažuje hodnotou 24,0 kN/m³. Tato hodnota se zvětší o 1 kN/m³ pro běžné procento vyztužení.

Ostatní stálé zatížení

Ostatní stálé zatížení zahrnuje tíhu ostatních částí mostu, přenášenou nosnou konstrukcí.

- konstrukce dlažby nástupiště $0,39 \text{ m} \cdot 23 \text{ kNm}^3 = 8,97 \text{ kNm}^{-2}$

Zemní tlak

Zásyp, $\phi = 30^\circ$

$$k_0 = 1 - \sin(\phi) = 0,5$$

$$\gamma = 20 \text{ kNm}^{-3}$$

$$\sigma_1 = z \cdot k_0 \cdot \gamma$$

Přítížení za opěrou – LM71

rovnoměrně rozdělené na šířku 3,0 m

$$q_{vk,2} = 156,25 \text{ kN/m}$$

$$\alpha = 1,21$$

$$q_{vk,2} = 189,06 \text{ kN/m}$$

$$b = 3,00 \text{ m}$$

$$q_{vk,2} = 63,02 \text{ kN/m}^2$$

Klimatická zatížení – zatížení teplotou

3. typ: betonová nosná konstrukce, betonová deska

Rovnoměrná změna teploty nosné konstrukce:

Podle umístění stavby byly určeny maximální a minimální teploty ve stínu platné pro ČR:

$$T_{\max} = 40^\circ\text{C}, T_{\min} = -34^\circ\text{C}.$$

Dle národní přílohy byly na základě výše uvedených teplot určeny:

$$T_{e,\max} = T_{\max} + 1,5^\circ\text{C} = 41,5^\circ\text{C},$$

$$T_{e,\min} = T_{\min} + 8,0^\circ\text{C} = -26^\circ\text{C}.$$

Referenční teplota $T_0 = 10^\circ\text{C}$, potom:

$$\Delta T_{N,\text{con}} = T_{e,\min} - T_0 = -26 - 10 = -36^\circ\text{C}$$

$$\Delta T_{N,\text{exp}} = T_{e,\max} - T_0 = 41,5 - 10 = +31,5^\circ\text{C}$$

$$\Delta T_N = 67,5^\circ\text{C}$$

Rozdílová složka teploty

Teplota rozdílová nerovnoměrná +

- oteplení horního povrchu o $15 \cdot 0,6 = 9^\circ\text{C}$

Teplota rozdílová nerovnoměrná –

- ochlazení horního povrchu o $-8 \cdot 1,0 = -8^\circ\text{C}$

6.2.2 Posouzení nosné konstrukce – mezní stavy použitelnosti

V rámci posouzení v mezních stavech použitelnosti byla konstrukce ověřena z hlediska:

- Omezení napětí
- Omezení trhlin

Při výpočtu napětí a průhybů byly uvažovány průřezy neporušené trhlinami, pokud napětí v tahu za ohybu nepřekročilo pevnost betonu v tahu f_{ctm} (dle ČSN EN 1992-1-1).

Mezní stav omezení napětí

Tlakové napětí v betonu je nutné omezit tak, aby se zabránilo vzniku podélných trhlin, rozvoji mikrotrhlin nebo nadměrnému dotvarování.

Podélné trhliny mohou vznikat, pokud úroveň napětí betonu překročí kritickou hodnotu. Pokud se neučiní jiná opatření, má se tlakové napětí betonu při charakteristické kombinaci zatížení omezit na hodnotu $0,6 \cdot f_{ck}$. Pokud je napětí v betonu při kvazi-stálé kombinaci zatížení menší nebo rovno $0,45 \cdot f_{ck}$, lze předpokládat lineární dotvarování.

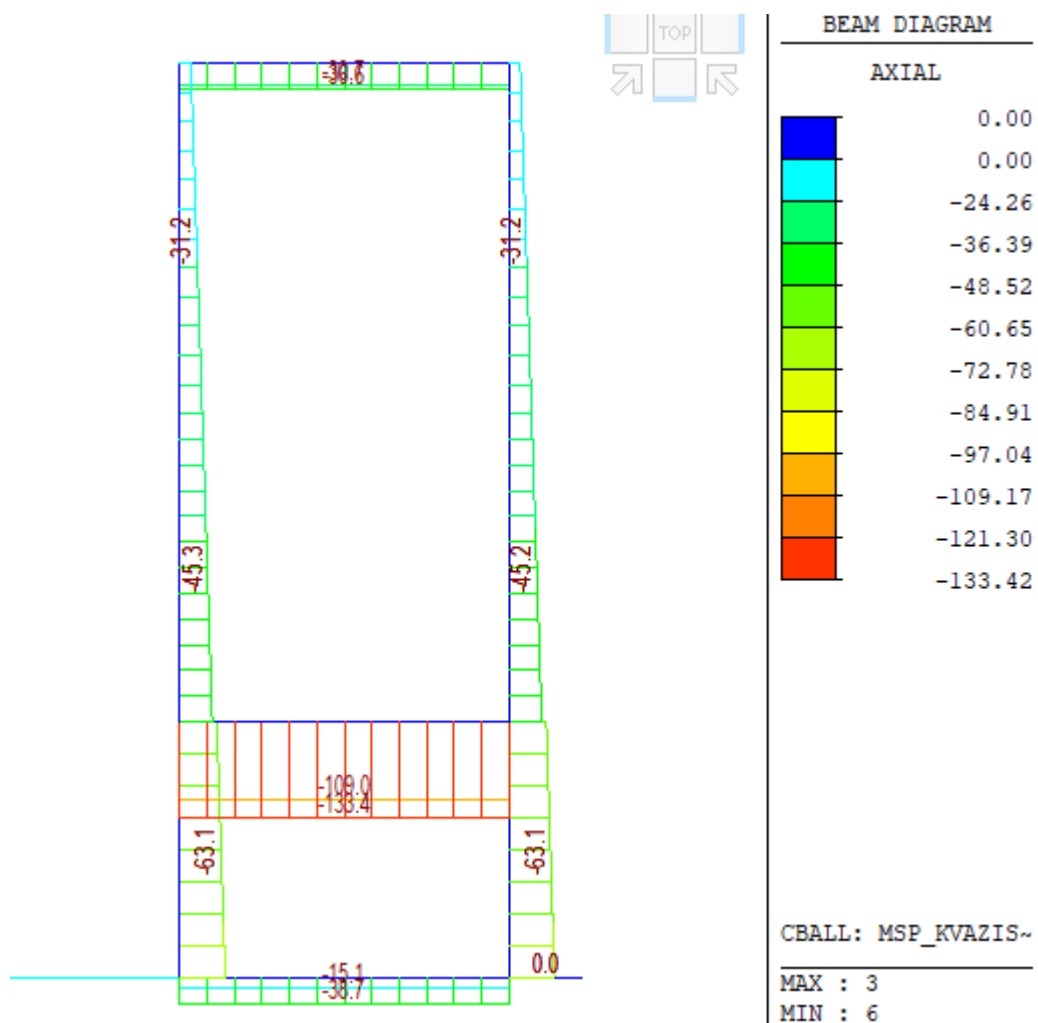
$$0,6 \cdot f_{ck} = 0,6 \cdot 30 = 18,0 \text{ MPa (charakteristická kombinace)}$$

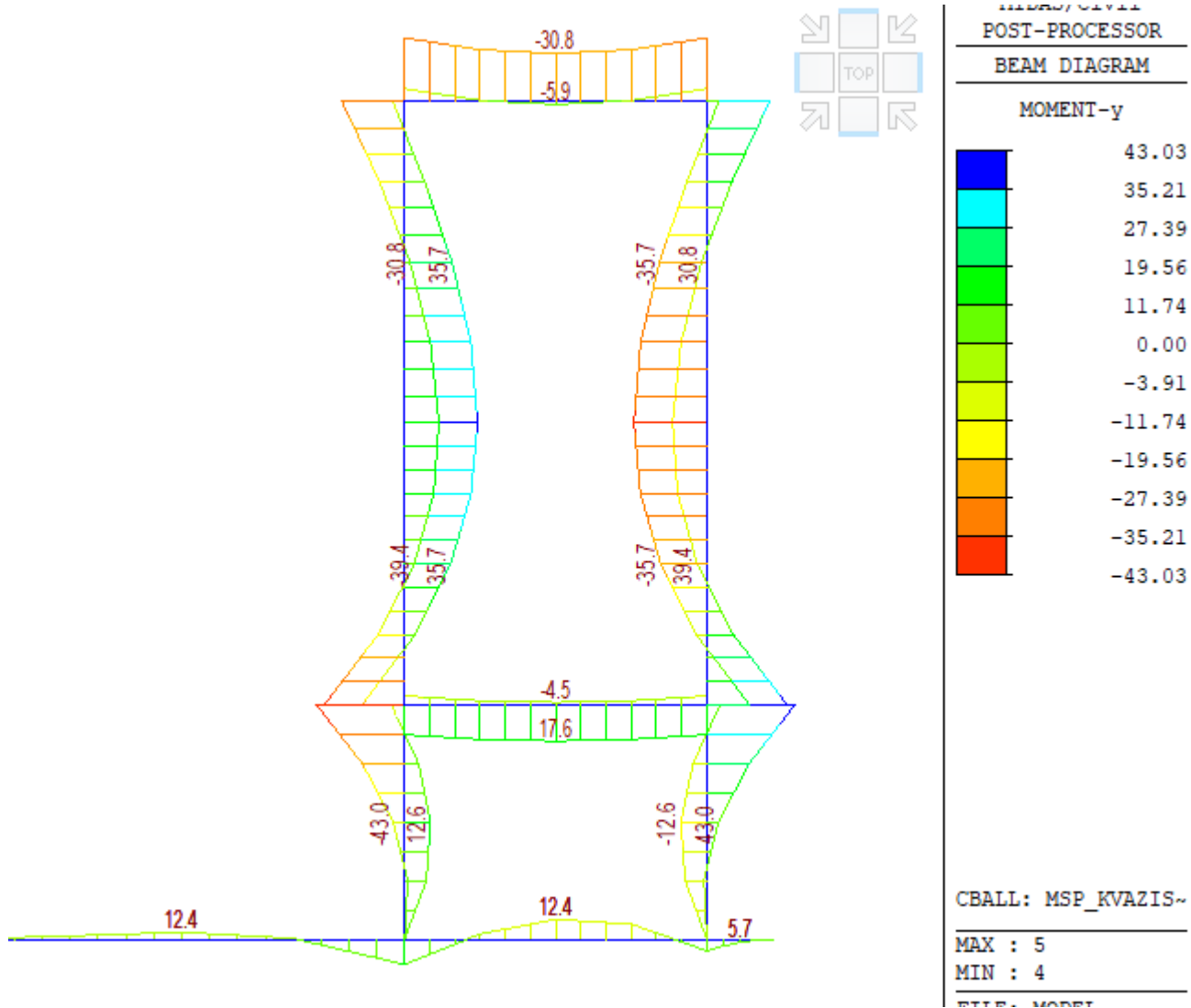
$$0,45 \cdot f_{ck} = 0,45 \cdot 30 = 13,50 \text{ MPa (kvázistálá kombinace)}$$

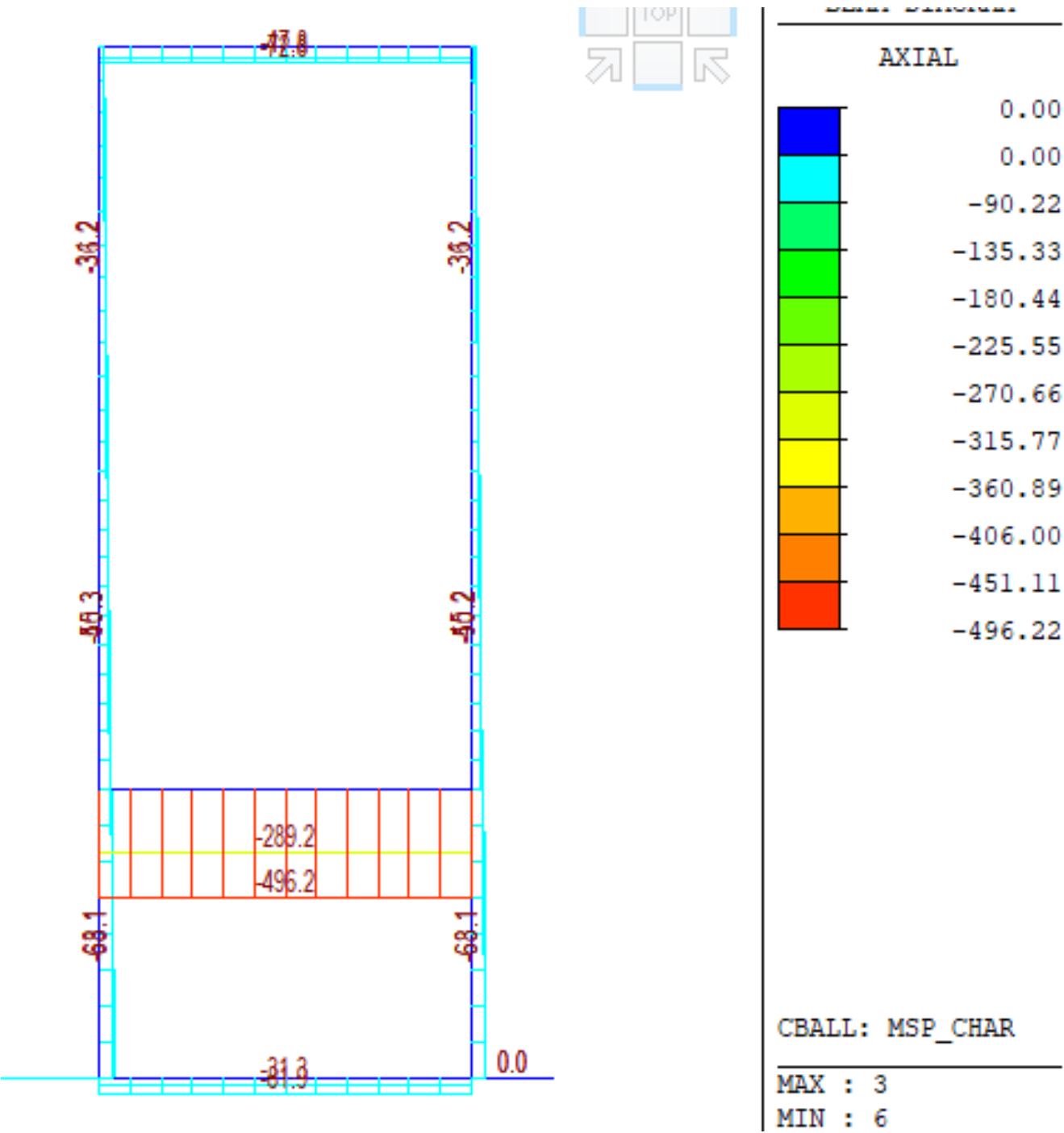
Mezní stav omezení trhlin

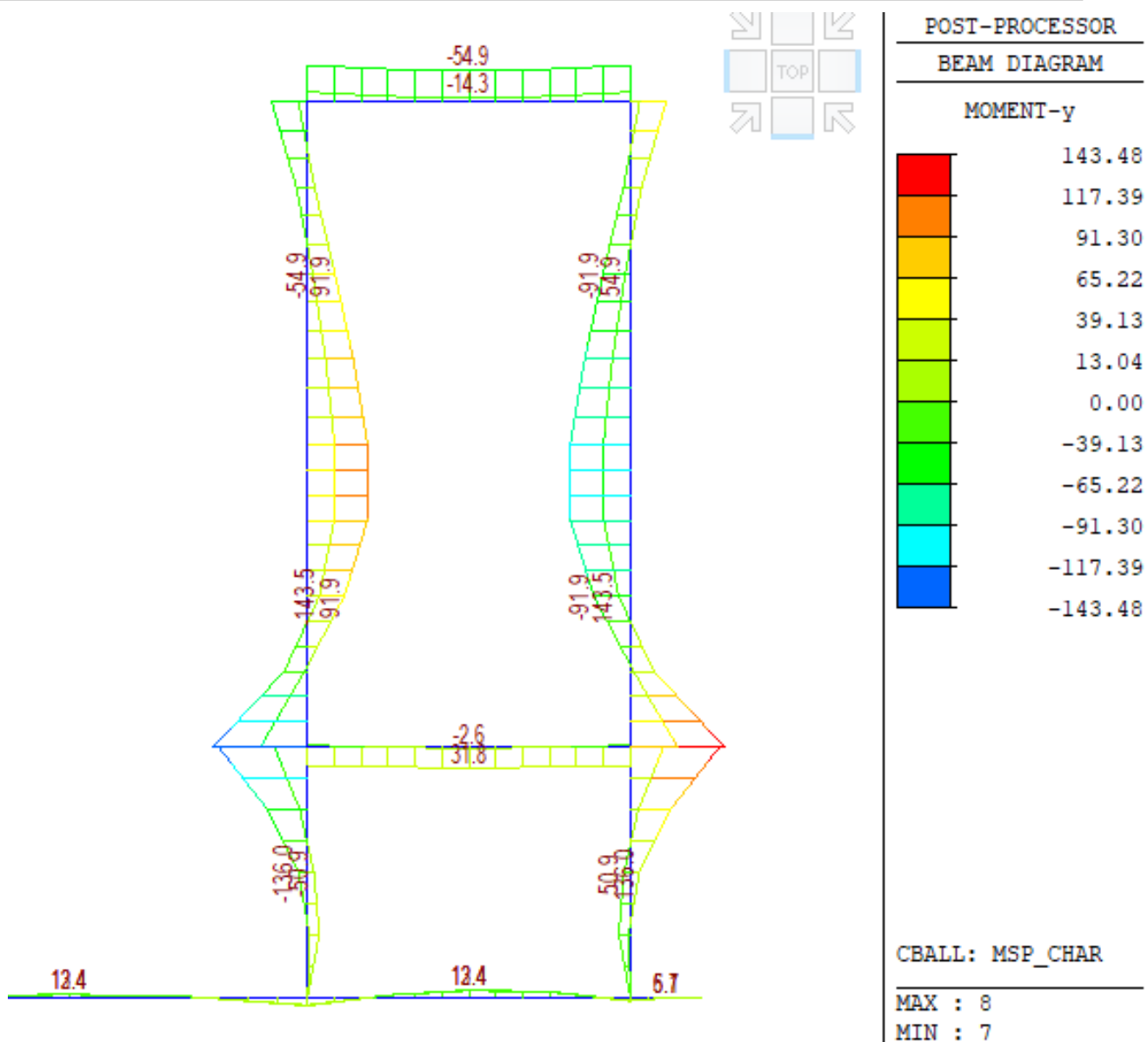
Dle ČSN EN 1992-2/Z2 tab. NA1 je pro železobetonové prvky XD, XS, XF požadována šířka trhliny od kvázistálé kombinace zatížení $w_{max}=0,2 \text{ mm}$.

Vnitřní síly









6.2.3 Posouzení nosné konstrukce – mezní stavy únosnosti

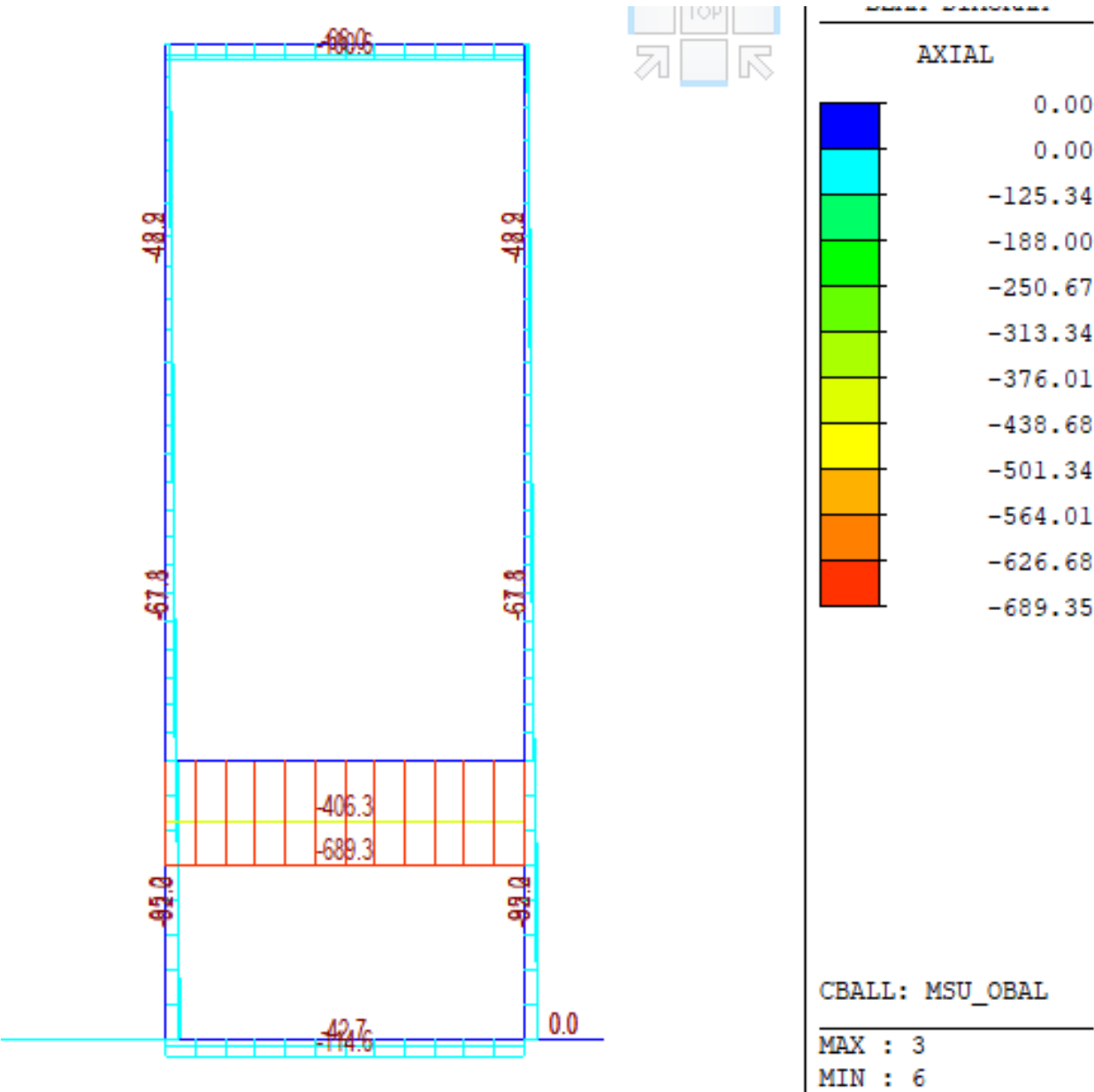
Při posuzování mezních stavů únosnosti bylo uvažováno obdelníkové rozdělení napětí v tlačném betonu, poměrné přetvoření betonu je omezeno hodnotou $\varepsilon_{cu3} = 0,35 \%$, poměrné přetvoření výztuže je uvažováno neomezené – pracovní diagram výztuže s vodorovnou plastickou větví.

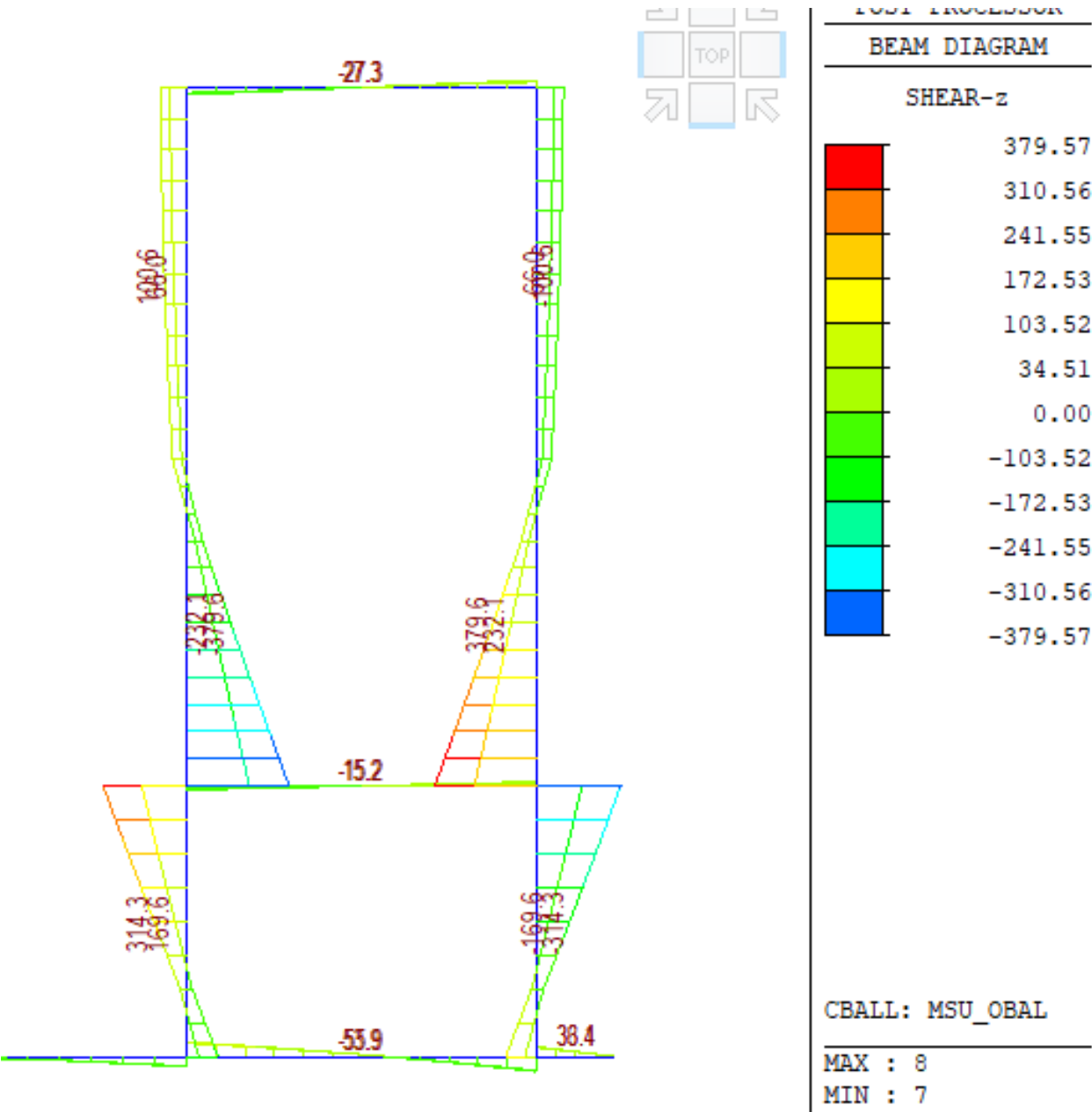
Ohyb a normálová síla

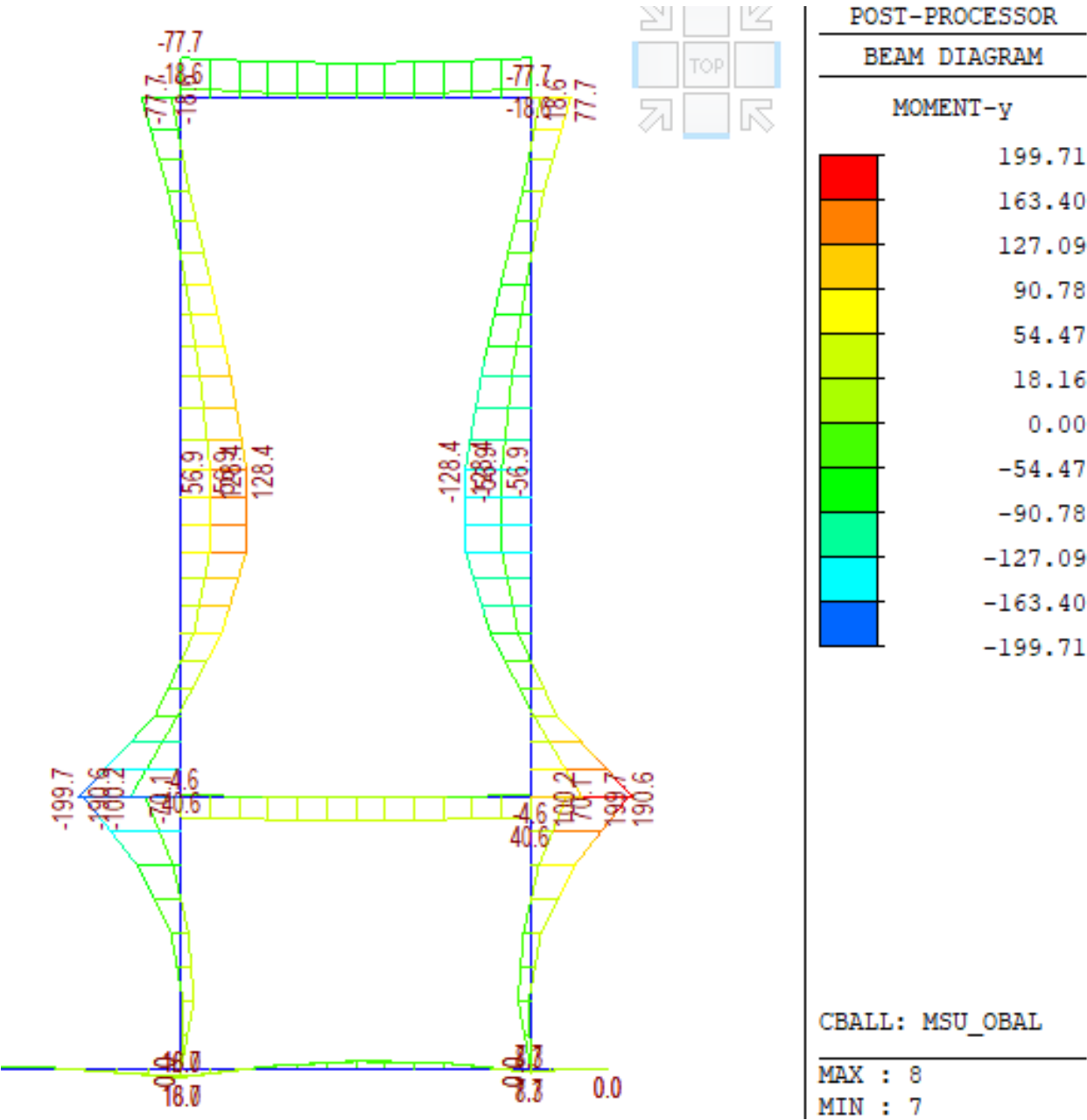
Při stanovení mezního momentu únosnosti betonového průřezu se uvažují následující předpoklady:

- rovinné průřezy zůstávají rovinné
- poměrné přetvoření soudržné betonářské nebo předpínací výztuže v tahu i tlaku je stejné jako poměrné přetvoření okolního betonu
- tahová pevnost betonu se zanedbává

Vnitřní síly



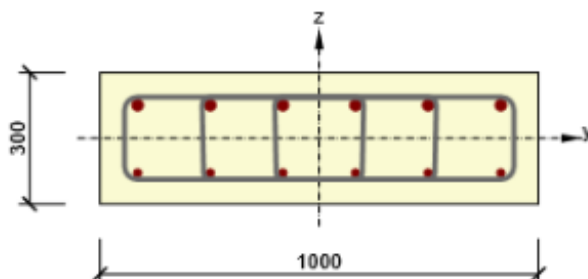




Posouzení průřezu – stěna

2.1.1 Extrém S 1 - E 1_líc

Dimenzační dílec	M 1
Vyztužený průřez	R 1



Beton: C30/37
 Stáří: 28.0 d
 Výztuž: (B 500B)
 6 ϕ 25 (2945mm²), z = 76 mm
 6 ϕ 18 (1527mm²), z = -79 mm
 Tíminky:
 ϕ 12 - 150 mm
 ϕ 12 - 150 mm
 ϕ 12 - 150 mm
 Krytí:
 Dolní povrch: 50 mm
 Ostatní povrchy: 50 mm
 Horní povrch: 50 mm

2.1.1.1 Účinky zatížení - vnitřní síly

Typ zatížení	Typ kombinace	N [kN]	V _y [kN]	V _z [kN]	T [kNm]	M _y [kNm]	M _z [kNm]
Celkové	Základní MSÚ	-76.3	0.0	295.0	0.0	128.4	0.0
Celkové	Charakteristická	-56.5	0.0	0.0	0.0	91.9	0.0
Celkové	Kvazistálá	-51.5	0.0	0.0	0.0	35.7	0.0

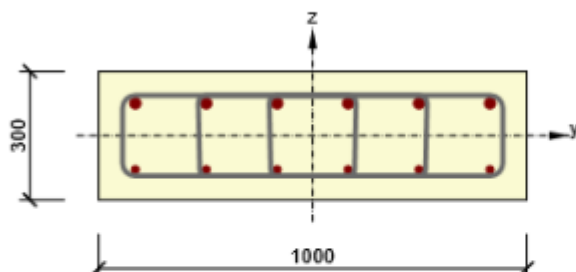
2.1.1.2 Souhrn

Rozhodující typ posudku	N _{Ed} [kN]	M _{Ed,y} [kNm]	M _{Ed,z} [kNm]	V _{Ed} [kN]	T _{Ed} [kNm]	Hodnota [%]	Posudek
Interakce	-76.3	128.4	0.0	295.0	0.0	93.3	OK
Typ posudku	N _{Ed} [kN]	M _{Ed,y} [kNm]	M _{Ed,z} [kNm]	V _{Ed} [kN]	T _{Ed} [kNm]	Hodnota [%]	Posudek
Únosnost N-M-M	-76.3	128.4	0.0			82.2	OK
Smyk	-76.3			295.0	0.0	82.5	OK
Kroucení					0.0	0.0	OK
Interakce	-76.3	128.4	0.0	295.0	0.0	93.3	OK
Omezení napětí	-56.5	91.9	0.0			88.8	OK
Šířka trhliny	-51.5	35.7	0.0			69.7	OK

Mezní hodnota využití průřezu: 100.0 %

2.1.1 Extrém S 1 - E 4_rub

Dimenzační dílec	M 1
Vyztužený průřez	R 1



Beton: C30/37
 Stáří: 28.0 d
 Výztuž: (B 500B)
 6 ϕ 25 (2945mm²), z = 76 mm
 6 ϕ 18 (1527mm²), z = -79 mm
 Třminky:
 ϕ 12 - 150 mm
 ϕ 12 - 150 mm
 ϕ 12 - 150 mm
 Krytí:
 Dolní povrch: 50 mm
 Ostatní povrchy: 50 mm
 Horní povrch: 50 mm

2.1.1.1 Účinky zatížení - vnitřní síly

Typ zatížení	Typ kombinace	N [kN]	V _y [kN]	V _z [kN]	T [kNm]	M _y [kNm]	M _z [kNm]
Celkové	Základní MSÚ	-76.3	0.0	295.0	0.0	-178.0	0.0
Celkové	Charakteristická	-56.5	0.0	0.0	0.0	-127.4	0.0
Celkové	Kvazistálá	-51.5	0.0	0.0	0.0	-43.0	0.0

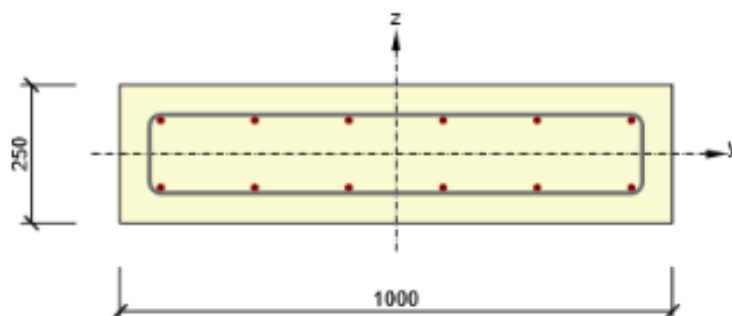
2.1.1.2 Souhrn

Rozhodující typ posudku	N _{Ed} [kN]	M _{Ed,y} [kNm]	M _{Ed,z} [kNm]	V _{Ed} [kN]	T _{Ed} [kNm]	Hodnota [%]	Posudek
Omezení napětí	-56.5	-127.4	0.0			95.0	OK
Typ posudku	N _{Ed} [kN]	M _{Ed,y} [kNm]	M _{Ed,z} [kNm]	V _{Ed} [kN]	T _{Ed} [kNm]	Hodnota [%]	Posudek
Únosnost N-M-M	-76.3	-178.0	0.0			70.7	OK
Smyk	-76.3			295.0	0.0	87.6	OK
Kroucení					0.0	0.0	OK
Interakce	-76.3	-178.0	0.0	295.0	0.0	80.6	OK
Omezení napětí	-56.5	-127.4	0.0			95.0	OK
Šířka trhliny	-51.5	-43.0	0.0			45.0	OK

Mezní hodnota využití průřezu: 100.0 %

Posouzení průřezu – strop 1 NP**2.1.1 Extrém S 1 - E 1_DOLNÍ VLÁKNA**

Dimenzační dílec	M 1
Vyztužený průřez	R 1



Beton: C30/37
 Stáří: 28.0 d
 Výztuž: (B 500B)
 6ø12 (679mm²), z = 61 mm
 6ø12 (679mm²), z = -61 mm
 Třminky:
 ø8 - 300 mm
 Krytí:
 Horní povrch: 50 mm
 Dolní povrch: 50 mm
 Ostatní povrchy: 50 mm

2.1.1.1 Účinky zatížení - vnitřní síly

Typ zatížení	Typ kombinace	N [kN]	V _y [kN]	V _z [kN]	T [kNm]	M _y [kNm]	M _z [kNm]
Celkové	Základní MSÚ	-689.0	0.0	0.0	0.0	-4.6	0.0
Celkové	Charakteristická	-496.2	0.0	0.0	0.0	-2.8	0.0
Celkové	Kvazistálá	-133.4	0.0	0.0	0.0	-4.5	0.0

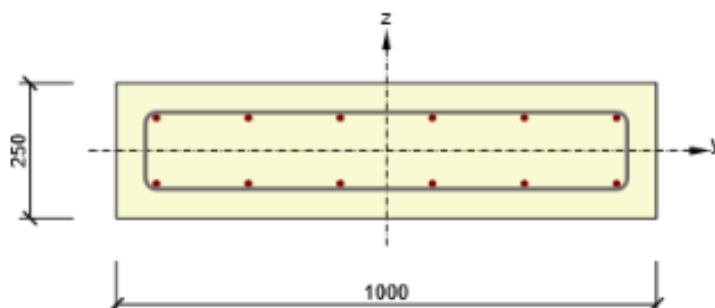
2.1.1.2 Souhrn

Rozhodující typ posudku	N _{Ed} [kN]	M _{Ed,y} [kNm]	M _{Ed,z} [kNm]	V _{Ed} [kN]	T _{Ed} [kNm]	Hodnota [%]	Posudek
Únosnost N-M-M	-689.0	-4.6	0.0			14.6	OK
Typ posudku	N _{Ed} [kN]	M _{Ed,y} [kNm]	M _{Ed,z} [kNm]	V _{Ed} [kN]	T _{Ed} [kNm]	Hodnota [%]	Posudek
Únosnost N-M-M	-689.0	-4.6	0.0			14.6	OK
Smyk	-689.0			0.0	0.0	0.0	OK
Kroucení					0.0	0.0	OK
Interakce	-689.0	-4.6	0.0	0.0	0.0	0.0	OK
Omezení napětí	-496.2	-2.8	0.0			12.1	OK
Šířka trhliny	-133.4	-4.5	0.0			0.0	OK

Mezní hodnota využití průřezu: 100.0 %

2.1.1 Extrém S 1 - E 2_HORNÍ VLÁKNA

Dimenzační dílec	M 1
Vyztužený průřez	R 1



Beton: C30/37
 Stáří: 28.0 d
 Výztuž: (B 500B)
 6ø12 (679mm²), z = 61 mm
 6ø12 (679mm²), z = -61 mm
 Tříminky:
 ø8 - 300 mm
 Krytí:
 Horní povrch: 50 mm
 Dolní povrch: 50 mm
 Ostatní povrchy: 50 mm

2.1.1.1 Účinky zatížení - vnitřní síly

Typ zatížení	Typ kombinace	N [kN]	V _y [kN]	V _z [kN]	T [kNm]	M _y [kNm]	M _z [kNm]
Celkové	Základní MSÚ	-689.0	0.0	0.0	0.0	44.8	0.0
Celkové	Charakteristická	-496.2	0.0	0.0	0.0	31.8	0.0
Celkové	Kvazistálá	-133.4	0.0	0.0	0.0	17.6	0.0

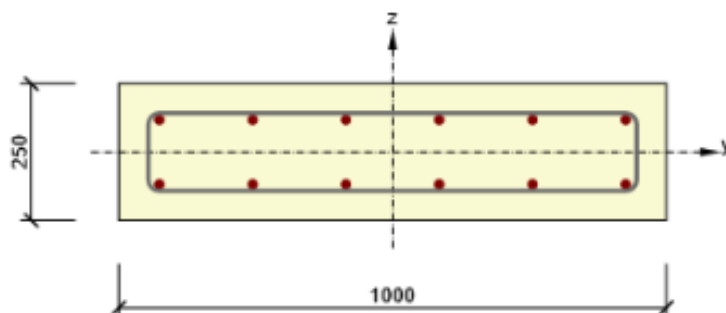
2.1.1.2 Souhrn

Rozhodující typ posudku	N _{Ed} [kN]	M _{Ed,y} [kNm]	M _{Ed,z} [kNm]	V _{Ed} [kN]	T _{Ed} [kNm]	Hodnota [%]	Posudek
Únosnost N-M-M	-689.0	44.8	0.0			28.1	OK
Typ posudku	N _{Ed} [kN]	M _{Ed,y} [kNm]	M _{Ed,z} [kNm]	V _{Ed} [kN]	T _{Ed} [kNm]	Hodnota [%]	Posudek
Únosnost N-M-M	-689.0	44.8	0.0			28.1	OK
Smyk	-689.0			0.0	0.0	0.0	OK
Kroucení					0.0	0.0	OK
Interakce	-689.0	44.8	0.0	0.0	0.0	0.0	OK
Omezení napětí	-496.2	31.8	0.0			27.2	OK
Šířka trhliny	-133.4	17.6	0.0			0.0	OK

Mezní hodnota využití průřezu: 100.0 %

Posouzení průřezu – strop 2 NP**2.1.1 Extrém S 1 - E 2_HORNÍ VLÁKNA**

Dimenzační dílec	M 1
Vyztužený průřez	R 1



Beton: C30/37
 Stáří: 28.0 d
 Výztuž: (B 500B)
 6ø16 (1206mm²), z = 59 mm
 6ø16 (1206mm²), z = -59 mm
 Tříminky:
 ø8 - 300 mm
 Krytí:
 Horní povrch: 50 mm
 Dolní povrch: 50 mm
 Ostatní povrchy: 50 mm

2.1.1.1 Účinky zatížení - vnitřní síly

Typ zatížení	Typ kombinace	N [kN]	V _y [kN]	V _z [kN]	T [kNm]	M _y [kNm]	M _z [kNm]
Celkové	Základní MSÚ	-100.6	0.0	27.3	0.0	-77.7	0.0
Celkové	Charakteristická	-72.8	0.0	0.0	0.0	-54.9	0.0
Celkové	Kvazistálá	-36.6	0.0	0.0	0.0	-30.8	0.0

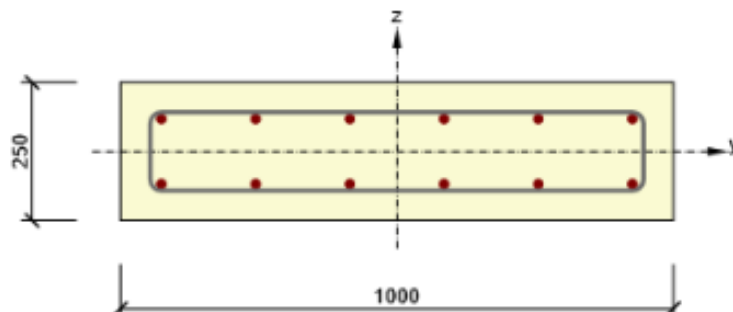
2.1.1.2 Souhrn

Rozhodující typ posudku	N _{Ed} [kN]	M _{Ed,y} [kNm]	M _{Ed,z} [kNm]	V _{Ed} [kN]	T _{Ed} [kNm]	Hodnota [%]	Posudek
Šířka trhliny	-36.6	-30.8	0.0			82.2	OK
Typ posudku	N _{Ed} [kN]	M _{Ed,y} [kNm]	M _{Ed,z} [kNm]	V _{Ed} [kN]	T _{Ed} [kNm]	Hodnota [%]	Posudek
Únosnost N-M-M	-100.6	-77.7	0.0			73.7	OK
Smyk	-100.6			27.3	0.0	21.0	OK
Kroucení					0.0	0.0	OK
Interakce	-100.6	-77.7	0.0	27.3	0.0	77.7	OK
Omezení napětí	-72.8	-54.9	0.0			80.8	OK
Šířka trhliny	-36.6	-30.8	0.0			82.2	OK

Mezní hodnota využití průřezu: 100.0 %

2.1.1 Extrém S 1 - E 1_DOLNÍ VLÁKNA

Dimenzační dílec	M 1
Vyztužený průřez	R 1



Beton: C30/37
 Stáří: 28.0 d
 Výztuž: (B 500B)
 6 ϕ 16 (1206mm²), z = 59 mm
 6 ϕ 16 (1206mm²), z = -59 mm
 Tímínky:
 ø8 - 300 mm
 Krytí:
 Horní povrch: 50 mm
 Dolní povrch: 50 mm
 Ostatní povrchy: 50 mm

2.1.1.1 Účinky zatížení - vnitřní síly

Typ zatížení	Typ kombinace	N [kN]	V _y [kN]	V _z [kN]	T [kNm]	M _y [kNm]	M _z [kNm]
Celkové	Základní MSÚ	-100.6	0.0	0.0	0.0	-18.6	0.0
Celkové	Charakteristická	-72.8	0.0	0.0	0.0	-14.3	0.0
Celkové	Kvazistálá	-36.6	0.0	0.0	0.0	-5.9	0.0

2.1.1.2 Souhrn

Rozhodující typ posudku	N _{Ed} [kN]	M _{Ed,y} [kNm]	M _{Ed,z} [kNm]	V _{Ed} [kN]	T _{Ed} [kNm]	Hodnota [%]	Posudek
Únosnost N-M-M	-100.6	-18.6	0.0			12.6	OK
Typ posudku	N _{Ed} [kN]	M _{Ed,y} [kNm]	M _{Ed,z} [kNm]	V _{Ed} [kN]	T _{Ed} [kNm]	Hodnota [%]	Posudek
Únosnost N-M-M	-100.6	-18.6	0.0			12.6	OK
Smyk	-100.6			0.0	0.0	0.0	OK
Kroucení					0.0	0.0	OK
Interakce	-100.6	-18.6	0.0	0.0	0.0	0.0	OK
Omezení napětí	-72.8	-14.3	0.0			8.9	OK
Šířka trhliny	-36.6	-5.9	0.0			0.0	OK

Mezní hodnota využití průřezu: 100.0 %

6.3 Tabulka zatížitelnosti pro K01- K03 (rozpěrák)

A. Identifikace mostu

TÚ (číslo, název): **0801 Praha Masarykovo nádraží st. 4 (m) - Děčín hl. n. (včetně)**

DÚ: **N5 Žst. Lovosice**

km: **495,102**

B. Identifikace části mostu

část mostu: **nosná konstrukce / opěra** / poř. číslo (ve směru staničení): ... , pod kolejí **č. 6,č.4,č.1,č.2**

č.3,č.5,č.7

C. Doplňující data pro část mostu

Nosná konstrukce Kategorie zatížitelnosti: **C** Výpočetní model: **prutový model**

Spodní stavba: Kategorie zatížitelnosti: **C** Výpočetní model: **prutový model -**

Geometrie koleje, uvažovaná v přepočtu pro část mostu v jejím profilu (ve směru staničení)

	na začátku	uprostřed	na konci
poloměr oblouku	0 [m]	0 [m]	0 [m]
převýšení koleje	0 [mm]	0 [mm]	0 [mm]
excentricita vůči ose mostu	- [m]	- [m]	- [m]

Popis závad uvažovaných v přepočtu: ... ----- ...

Datum zjištění zpracovaného stavu mostu - orgány SŽDC: ...---.../.../... - zpracovatelem přepočtu: ...--.../.../...

Poznámka k části mostu: **Most je novostavba , zatížitelnost nezohledňuje žádné závady.**



Poř.	Prvek	Detail	Namáhání	ki	typ	Lp	Φ_i	$L\Phi$	viz. str.	Z_{LIC}	Poznámky
1 (1)	Nosná konstrukce	střed nosné konstrukce h = 540 mm	MSU - My	1.0	S	–	1.627	6.8	71	2.18	–
2 (1)	Nosná konstrukce	střed nosné konstrukce h = 540 mm (horní vlákna)	MSP - napětí v betonu	1.0	S	–	1.627	6.8	71	1.16	–
3 (1)	Nosná konstrukce	střed nosné konstrukce h = 540 mm	MSP - průhyb (pohodlí cestujících)	1.0	S	–	1.627	6.8	71	1.26	–
4 (2)	Nosná konstrukce	konec náběhu h = 370 mm	MSU - My	1.0	S	–	1.627	6.8	71	2.48	–

7 Vyhodnocení přechodnosti

Je třeba rozhodnout o přechodnosti pro traťovou třídu D2 s přidruženou traťovou rychlostí 160 km/hod a třídu D4 s přidruženou rychlostí 120 km/hod.

Mostní objekt, jehož zatížitelnost $Z_{LM71} \geq 1,00$, vyhovuje z hlediska přechodnosti pro traťové třídy zatížení A, B1, B2, C2, C3, C4 a D2 s přidruženou rychlostí menší nebo rovnou 160 km/h a pro traťové třídy zatížení D3 a D4 s přidruženou rychlostí menší nebo rovnou 120 km/h.

Konstrukce vyhoví na přechodnost D2/160 a D4 /120.

8 Závěr

Výpočtem bylo prokázáno, že navržený most z hlediska geometrických a materiálových charakteristik vyhovuje.

V Liberci 03/2019

Ing. Libor Vykoukal