


PARKOVACÍ OBJEKT SOSNA




MÍSTO STAVBY:
MĚSTO TŘINEC
sídliště Sosna

INVESTOR STAVBY:
MĚSTO TŘINEC
Jablunkovská 160, 73961 Třinec
stavbu zajišťuje :
Astron Buildings, 750 02 Přerov

ZMĚNA VÝKRESU:

Č. ZMĚNY	PŘEDMĚT ZMĚNY	ZMĚNU PROVEDL	PODPIS	DATUM ZMĚNY
1				
2				
3				

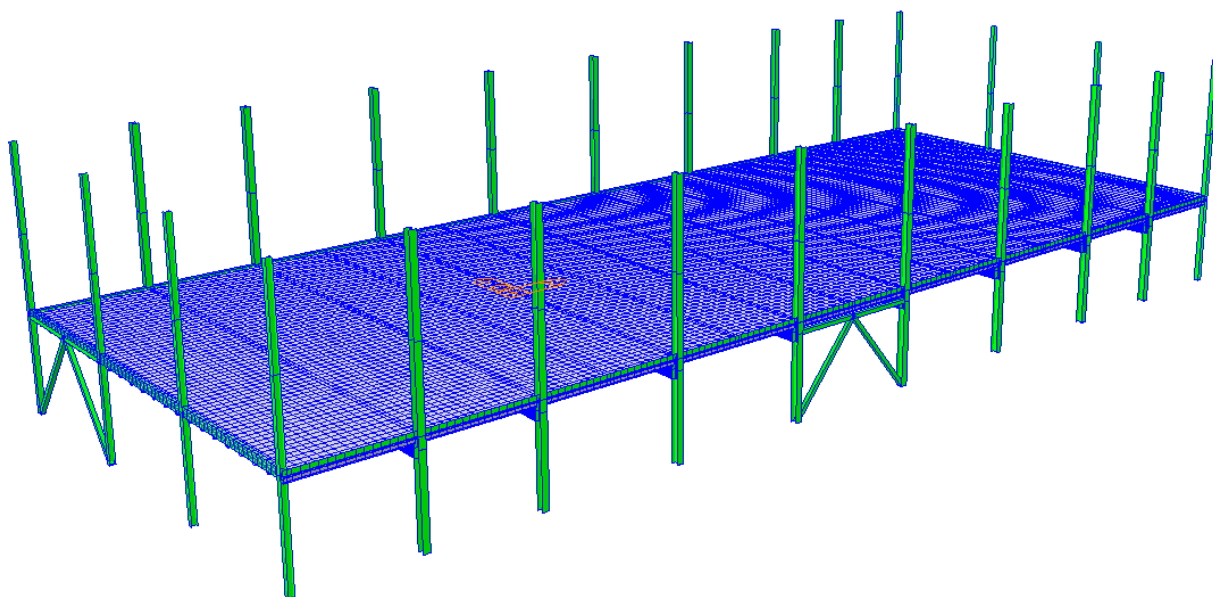
HLAVNÍ PROJEKTANT			<div></div> <div>Astron Buildings s.r.o. Kojetínská 3226 750 02 Přerov</div>	
Astron Buildings s.r.o. Kojetínská 3228, CZ-750 02 Přerov				
INVESTOR	MĚSTO TŘINEC			
HLAVNÍ KOORDINÁTOR PROJEKTU	ING. PETR MAŠEK			
VEDOUCÍ PROJEKTU	ING. STANISLAV FLOREK		ČÍSLO ZAKÁZKY	
			STŘEDISKO	

ZODPOVĚDNÝ PROJEKTANT	ING. JAN AMBROZEK		Ing. Jan Ambrozek Náměstí SNP 22, 613 00 Brno jan.ambrozek@centrum.cz GSM: +420 608 508 374	
VYPRACOVAL	ING. JAN AMBROZEK			
KONTROLOVAL	ING. JAN AMBROZEK			
KRAJ: MORAVSKOSLEZSKÝ	KAT. ÚZ.: Třinec, sídliště Sosna		DATUM	11/2019
NÁZEV AKCE:	PARKOVACÍ OBJEKT SOSNA		FORMÁT	
NÁZEV OBJEKTU:	OCELOBETONOVÝ STROP		MĚŘÍTKO	
NÁZEV VÝKRESU:	STATICKÝ VÝPOČET - OCELOBETONOVÝ STROP		STUPEŇ	DÚR+DSP
			ZAK. ČÍSLO	
			Č. SOUPRAVY	Č. VÝKRESU D.1.2.2.01

Statický výpočet

PARKOVACÍ DŮM TŘINEC

Část: - ocelobetonový strop



Brno, listopad 2019
V0.1

Zodpovědný projektant: Ing. Jan Ambrozek

OBSAH

1. NÁVRHOVÁ KRITÉRIA	3
1.1. LITERATURA	3
1.2. SOFTWARE	3
1.3. PODKLADY	3
2. GEOMETRIE	4
3. GLOBÁLNÍ ANALÝZA	5
3.1. ZÁKLADNÍ NÁVRHOVÉ PŘEDPOKLADY	5
3.2. MATERIÁLY	8
3.2.1. <i>Beton stropních desek C30/37</i>	8
3.2.2. <i>Coefficients for concrete</i>	8
3.2.3. <i>Reinforcement B 500B + stainless over main girders</i>	8
3.3. BOUNDARY CONDITIONS	9
4. LOADS	9
4.1. PERMANENT LOADS	9
4.1.1. <i>Self weight</i>	9
4.1.2. <i>Deck, surfacing and accessories</i>	9
4.1.3. <i>Creep and shrinkage</i>	9
4.2. VARIABLE LOADS	10
4.2.1. <i>Load from cars on parking deck</i>	10
4.2.2. <i>Temperature loads</i>	10
4.2.3. <i>Wind loads</i>	10
4.2.4. <i>Stabilisation forces</i>	10
5. LOAD COMBINATIONS	11
6. LIMIT STATES VERIFICATIONS	11
7. HLAVNÍ NOSNÍK	12
7.1. ANALYTICKÝ NÁVRH NOSNÍKU	12
7.2. NÁVRH VÝZTUŽE ŽB DESKY NA ÚČINKY OD PODÉLNÉHO SMYKU	34
8. GLOBÁLNÍ MODEL STROPU	35
8.1. NUMERICKÝ LINEÁRNĚ PRUŽNÝ MODEL MKP	35
8.2. ZATÍŽENÍ	38
8.3. VÝSLEDKY NUMERICKÉ ANALÝZY	39
8.3.1. <i>MSP</i>	39
8.3.1.1. Hlavní nosník	39
8.3.1.2. ŽB stropní deska	41
8.4. ŽELEZOBETONOVÁ STROPNÍ DESKA – POSOUZENÍ V PŘÍČNÉM SMĚRU	42
8.4.1. <i>MSÚ</i>	42
8.4.1.1. Ohyb	42
8.4.1.2. Smyk	50
8.4.2. <i>MSP</i>	53
8.4.2.1. Deska nad hlavním nosníkem	53
8.5. NUMERICKÝ NELINEÁRNÍ MODEL S VLIVEM TRHLIN	61
8.5.1. <i>MSÚ</i>	62
8.5.2. <i>MSP</i>	63
8.5.2.1. Deska u štítových sloupů	63
8.5.2.2. Ověření šířky trhlin u štítových sloupů	63
9. POSOUZENÍ RAMPY	64
9.1. NÁVRH HLAVNÍHO NOSNÍKU RAMPY – IPE300	64
10. ZÁVĚR	67

1. NÁVRHOVÁ KRITÉRIA

1.1. Literatura

- EN 1990 - Basis of structural design
- EN 1991-1-1 - Actions on structures: Densities, self-weight and imposed loads
- EN 1991-1-4 - Actions on structures: Wind actions
- EN 1992-1-1 - Design of concrete structures: General rules

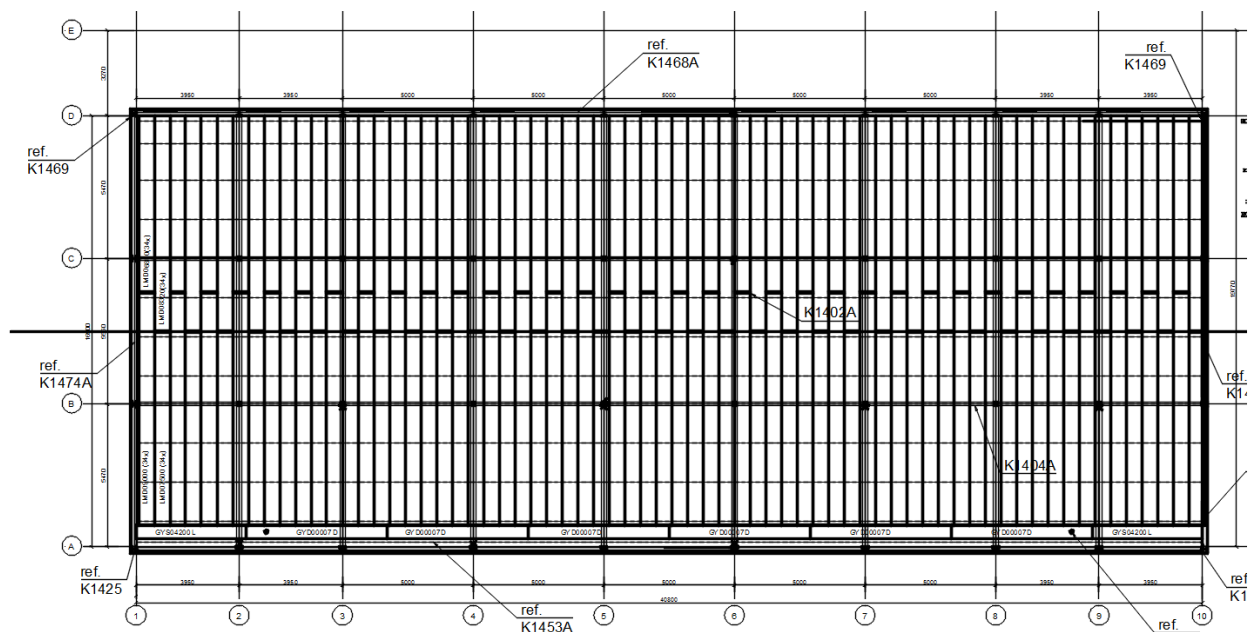
1.2. Software

- MIDAS Civil 2019 v1.1
- AutoCAD 2018
- Microsoft Word 2013
- Microsoft Excel 2013
- IDEA StatiCa 8

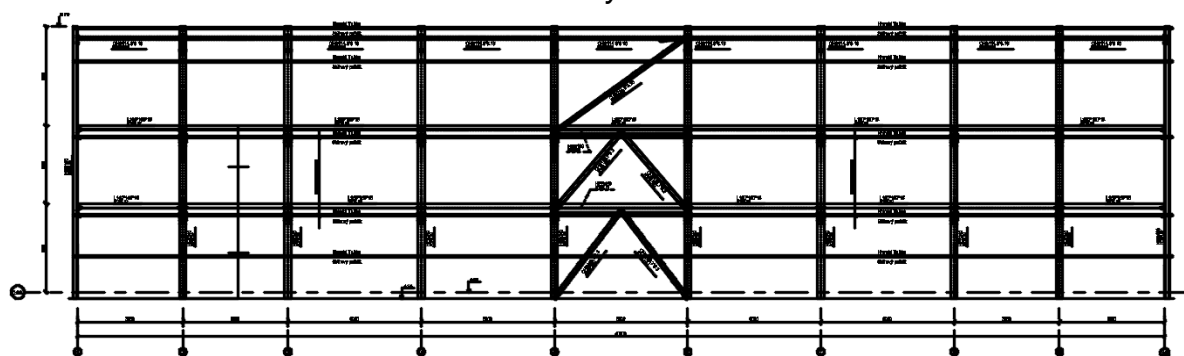
1.3. Podklady

- Výkresy: 184793_ED1_revA.dwg
- SKM_C45819110608430.pdf
- Merkblätt - Parkhäuser und Tiefgaragen

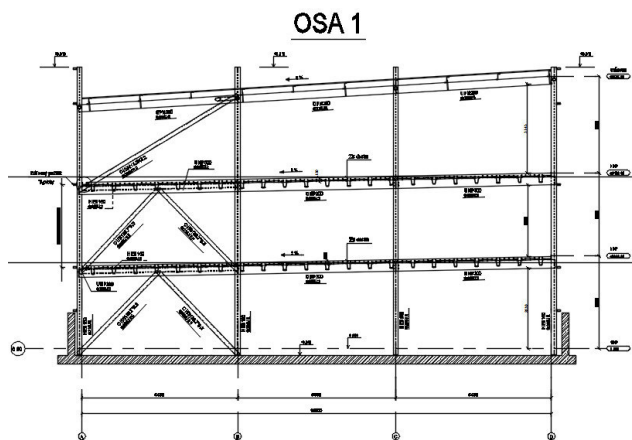
2. GEOMETRIE



Půdorys



Podélný řez



Příčný řez

3. GLOBÁLNÍ ANALÝZA

3.1. Základní návrhové předpoklady

- Informativní návrhová životnost 50 let
- Kategorie návrhové životnosti 4, třída konstrukce S4
- Strop je modelován jako výsek z ocelového skeletu. Se stropem jsou modelovány některé prvky ocelového skeletu pro co nejreálnější vystižení okrajových podmínek stropní desky.

Tabulka 2.1 – Informativní návrhové životnosti

Kategorie návrhové životnosti	Informativní návrhová životnost (v letech)	Příklady
1	10	dočasné konstrukce ⁽¹⁾
2	10 až 25	vyměnitelné konstrukční části, např. jeřábové nosníky, ložiska
3	15 až 30	zemědělské a obdobné stavby
4	50	budovy a další běžné stavby
5	100	monumentální stavby, mosty a jiné inženýrské konstrukce

⁽¹⁾ Konstrukce nebo jejich části, které mohou být demontovány s předpokladem dalšího použití, se nemají považovat za dočasné.

Tabulka 4.4N – Minimální hodnoty krycí vrstvy $c_{min,dur}$ požadované z hlediska trvanlivosti pro betonářskou výztuž podle EN 10080

Požadavek prostředí pro $c_{min,dur}$ (mm)							
Třída konstrukce	Stupeň vlivu prostředí podle tabulky 4.1						
	X0	XC1	XC2/XC3	XC4	XD1 / XS1	XD2/XS2	XD3/XS3
S1	10	10	10	15	20	25	30
S2	10	10	15	20	25	30	35
S3	10	10	20	25	30	35	40
S4	10	15	25	30	35	40	45
S5	15	20	30	35	40	45	50
S6	20	25	35	40	45	50	55

Tabulka 7.1N – Doporučené hodnoty w_{max} (mm)

Stupeň vlivu prostředí	Železobetonové prvky a prvky předpjaté nesoudržnou výztuží	Prvky předpjaté soudržnou výztuží
	Kvazi-stálá kombinace zatížení	Častá kombinace zatížení
X0, XC1	0,4 ¹⁾	0,2
XC2, XC3, XC4		0,2 ²⁾
XD1, XD2, XD3, XS1, XS2, XS3	0,3	Dekomprese

¹⁾ Pro stupně vlivu prostředí X0, XC1 nemá šířka trhliny vliv na trvanlivost a uvedená hodnota má vést k obecně přijatelnému vzhledu. Pokud nejsou kladeny požadavky na vzhled, lze uvedenou hodnotu zvětšit.

²⁾ Pro tyto stupně vlivu prostředí má být kromě toho posouzena dekomprese při kvazi-stálé kombinaci zatížení.

Výpočet krycí vrstvy

Krycí vrstva výztuže u vnějšího povrchu

Kategorie návrhové životnosti S4 dle ČSN EN 1990

Požadavek trvanlivosti

Návrhová životnost: 50 let

Stupeň vlivu prostředí: XD1 XF1

Kriterium: - prvek s geometrií desky => Zmenšení o 1 třídu

Konstrukční třída: 2

Doporuč. třída betonu: C30/37

$c_{min,dur} = 25$ mm

Požadavek soudržnosti

Předpoklad profilu ϕ_s : 10 mm

Max. \emptyset plniva d_g : ≤ 32 mm

$c_{min,b} = 10$ mm

Minimální krytí podélné výztuže

$c_{min} = 25$ mm

Tolerance při provádění

Zajištění tl. vrstvy: běžné provádění i kontrola

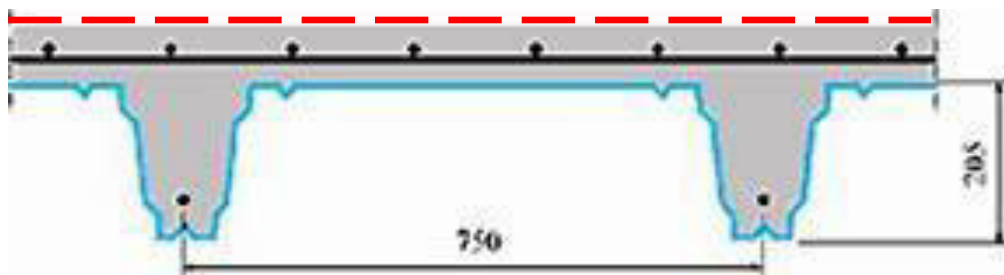
$\Delta c_{dev} = 10$ mm

Jmenovité krytí (uvádí se ve výkresu)

$c_{nom} = 35$ mm

Na horním povrchu desky bude použita povrchová úprava.

Na základě požadavku objednatele bude vrstva krytí na horním povrchu desky upravena (snížena vůči tab 4.4N) dle požadavků Parkhäuser und Tiefgaragen, Tab. 5:



Příčný řez stropem rovnoběžně s I-profilem

Tabelle 5. Ausführungsvarianten für befahrene Parkflächen aus Stahlbeton oder Spannbeton
Table 5. Execution variants for used parking areas of reinforced or prestressed concrete

	1	2	3	4	5	6	7
1	Variante	Variante A		Variante B		Variante C	
2	Beschreibung	ohne flächiges Oberflächenschutzsystem oder ohne Abdichtung (jedoch mit besonderer Maßnahme bei Rissen und Fugen)		mit flächigem Oberflächenschutzsystem ^{d)}		mit flächiger, rissüberbrückender Abdichtung und Schutzschicht ^{d)}	
3	Untervariante	A1	A2	B1	B2	C1	C2
		rissvermeidende Bauweise	lokaler Schutz der Risse und Fugen ^{b)} (z. B. rissüberbrückende Bandage)	vollflächig starr beschichtet: OS 8 mit begleitender Rissbehandlung ^{b)} (z. B. rissüberbrückende Bandage)	vollflächig rissüberbrückend beschichtet: OS 10 mit Nutzschicht oder OS 11	OS 10 oder unterlaufsichere ^{c)} bahnenförmige Abdichtung, jeweils mit Dichtungs- und Schutzschicht aus Gussasphalt	unterlaufsichere ^{c)} zweilagige bahnenförmige Abdichtung mit Schutzschicht
4	Entwurfsgrundsatz	a	c	c	b	a, b	a, b
5	Expositions- und Feuchtigkeitsklasse	XD3, XC4, WA (ggf. XF2 oder XF4)		XD1, XC3, WF (ggf. XF1)		XC3, WF (ggf. XF1)	
6	Mindestbetondeckung c _{min}	Betonstahl 40 mm Spannstahl 50 mm		Betonstahl 40 mm Spannstahl 50 mm		Betonstahl 20 mm Spannstahl 30 mm	
7	Inspektion ^{a)}	jährlich in den ersten 5 Jahren, danach mindestens:					
		alle 2 Jahre	jährlich	jährlich	jährlich	alle 2 Jahre	alle 2 Jahre

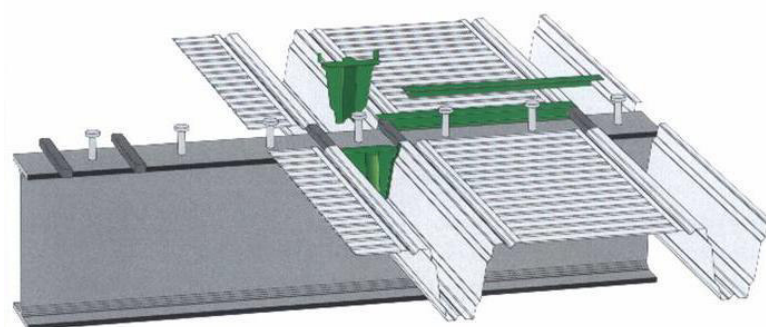
- **Ztracené bednění z trapézových plechů nevyžaduje podepření** ve fázi betonáže.
- **Hlavní nosníky IPE nebudou při betonáži stropní desky podskruženy.** Budou zabezpečeny táhly při dolní přírubě jako stabilizace při nesymetrické betonáži. Zabezpečení proti klopení nosníků ve fázi betonáže zajistí trapézový plech (systémový parameter zajištěný výrobcem plechu a garantovaný projektantem ocelové části skeletu)
- Výztuž železobetonové stropní desky:
 - Bude použita výztuž typu B 500B (sítě stykované přesahem)
 - Nad hlavní nosníky bude příčně umístěna doplňková výztuž nerezová (B500B NR)

Trapézový plech:

- Dodávku a montáž zajistí Hoesch Additiv shuttering TRP-200-AD + doplňky
 - Tloušťka plechu $t = 1.25 / 1.50$ mm
 - Statické posouzení zajistí projektant ocelového skeletu

Specifikace ochrany:

- Povrchová ochrana plechu: Polyester 25 μ m (barva dle projektu ocelového skeletu)
- Povrchová ochrana na vnitřním povrchu (bezbarvá): Polyester 10 μ m



Axonometrie uložení ztraceného bednění na I-profil

3.2. Materiály

3.2.1. Beton stropních desek C30/37

Material parameters:

- Cylindrical compressive strength: $f_{ck} = 30 \text{ MPa}$
- Tensile strength: $f_{ctm} = 2,9 \text{ MPa}$
- Modulus of elasticity: $E = 32\,836 \text{ MPa}$
- Poisson's ratio: $\nu = 0,2$ (for uncracked concrete)
- Coefficient of linear thermal expansion: $\alpha = 1,0 \times 10^{-5} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$
- Weight density: $\gamma = 25,00 \text{ kN/m}^3$ (hardened concrete)
 $26,00 \text{ kN/m}^3$ (wet concrete)
- Cover thickness: **$c = 20 \text{ mm}$ for stainless steel, $c = 35 \text{ mm}$ for others**
- Maximal crack width $w = 0,30 \text{ mm}$
- Cement: N class
- Exposure classes: XD1, XF1 (air surface without coating)
- $f_{ct,eff} = 0.50 * f_{ctm}$ (for pre-use phase minimum reinforcement verification)

3.2.2. Coefficients for concrete

Long-term effects' coefficients:

- $\alpha_{cc} = 1,00$
- $\alpha_{ct} = 1,00$

Partial coefficients for concrete:

- $\gamma_c = 1,50$ (persistent and transient design situation)

3.2.3. Reinforcement B 500B + stainless over main girders

Material parameters:

- Yield strength: $f_{yk} = 500 \text{ MPa}$
- Modulus of elasticity: $E = 200 \text{ GPa}$

Possible bars diameters:

- 6, 8, 12, mm

Partial coefficients for reinforcement:

- $\gamma_c = 1,15$ (persistent and transient design situation)
- $\gamma_c = 1,00$ (accidental design situation)

3.3. Boundary conditions

Boundary conditions see calculation.

4. LOADS

4.1. Permanent loads

4.1.1. Self weight

- generated by MIDAS Civil, based on weight density of each material

4.1.2. Deck, surfacing and accessories

Surfacing of the parking deck

- Protective coating (max. 0,05kN/m²)
- Suspended accessories (max. 0,10kN/m²)

4.1.3. Creep and shrinkage

Creep and shrinkage evaluation based on following parameters:

- Relative humidity of ambient environment 80 %
- Notional size of member is $h_0 = 2 \times A_c / u$
- Class N cement
- No use of silica-fume
- Age of concrete at the beginning of shrinkage is 3 days

4.2. Variable loads

4.2.1. Load from cars on parking deck

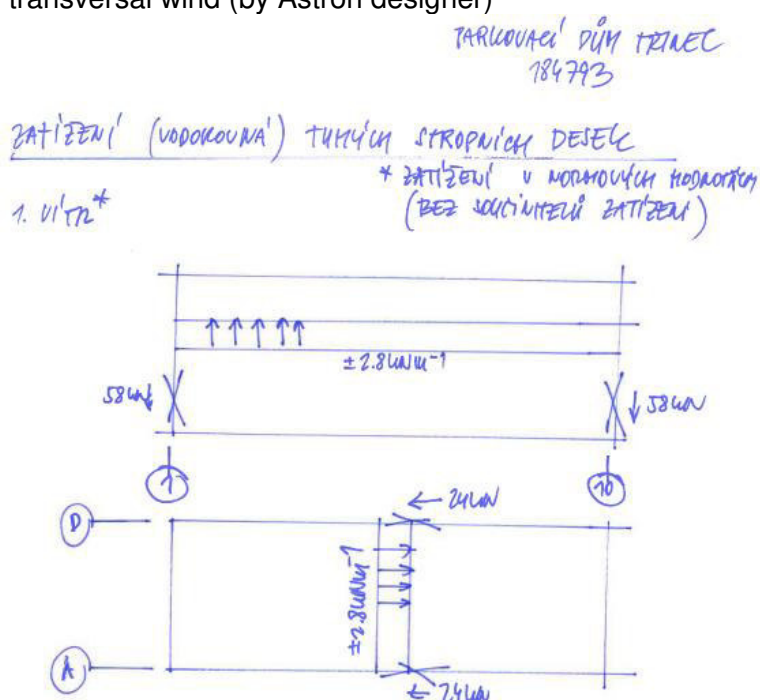
- According to EN 1991-1-1, 6.3.3
- Uniformly distributed load $2,500 \text{ kN/m}^2$ (personal vehicles only $< 30,0 \text{ kN}$)

4.2.2. Temperature loads

Neglected.

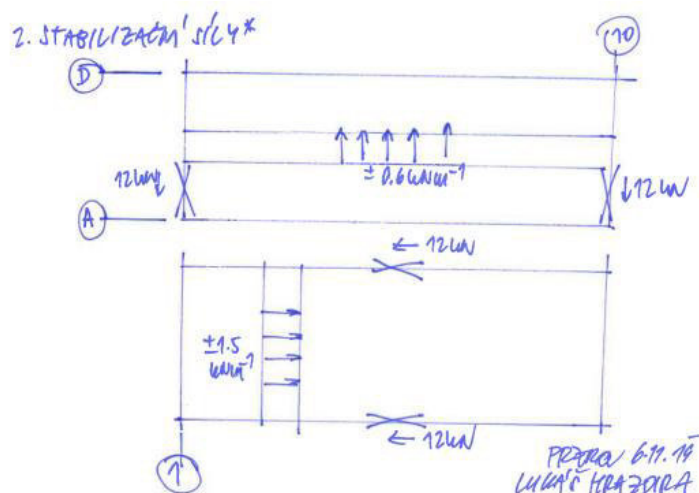
4.2.3. Wind loads

- Longitudinal and transversal wind (by Astron designer)



4.2.4. Stabilisation forces

- Longitudinal and transversal (by Astron designer)



5. LOAD COMBINATIONS

- Load combinations are considered according to EN 1990 with respect to Appendix A2 and NA
- For ULS combinations 6.10a and 6.10b are used
- For SLS combination 6.14b and 6.16b are used

Persistent and transient design situations (STR/GEO):

Persistent and transient design situations	Permanent actions		Leading variable action	Accompanying variable actions	
	Unfavourable	Favourable		Main	Others
Eq. 6.10a	$\gamma_{G,j,sup} G_{k,j,sup}$	$\gamma_{G,j,inf} G_{k,j,inf}$		$\gamma_{Q,1} \psi_{0,1} Q_{k,1}$	$\gamma_{Q,i} \psi_{0,i} Q_{k,i}$
Eq. 6.10b	$\xi \gamma_{G,j,sup} G_{k,j,sup}$	$\gamma_{G,j,inf} G_{k,j,inf}$	$\gamma_{Q,1} Q_{k,1}$		$\gamma_{Q,i} \psi_{0,i} Q_{k,i}$
Eq. 6.14b	$G_{k,j,sup}$	$G_{k,j,inf}$	$Q_{k,1}$		$\psi_{0,i} Q_{k,i}$
Eq. 6.16b	$G_{k,j,sup}$	$G_{k,j,inf}$	$\psi_{2,1} Q_{k,1}$		$\psi_{2,i} Q_{k,i}$
$\gamma_{G,j,sup} = 1,35$ $\gamma_{G,j,sup} = 1,20$ (for creep and shrinkage only) $\gamma_{G,j,inf} = 1,00$ $\gamma_{Q,1} = \gamma_{Q,i} = 1,50$ (unfavourable) $\gamma_{Q,1} = \gamma_{Q,i} = 0$ (favourable) $\xi = 0,85$ ($\xi \gamma_{G,j,sup} = 0,85 \cdot 1,35 = 1,1475$)					

6. LIMIT STATES VERIFICATIONS

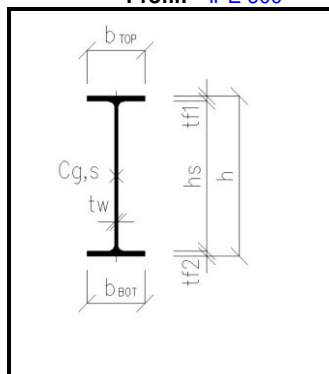
- ULS verifications will be done according to EN 1992-1 - material failure
- SLS verifications will be done according to EN 1992-1 - stress limits and crack width control will be checked
- Fatigue verifications according to EN 1992-1 - material failure (are not required)

7. HLAVNÍ NOSNÍK

7.1. Analytický návrh nosníku

OCELOVÝ PRŮŘEZ

Profil: IPE 600



Geometrie ocelového průřezu

h	=	0,6000 m	Výška ocelového profilu
h_s	=	0,5620 m	Výška stojiny
b_{TOP}	=	0,2200 m	Šířka horní příruby
b_{BOT}	=	0,2200 m	Šířka dolní příruby
t_{f1}	=	0,0190 m	Tloušťka horní příruby
t_{f2}	=	0,0190 m	Tloušťka dolní příruby
t_w	=	0,0120 m	Tloušťka stojiny
r_1	=	0,0240 m	Poloměr zaoblení stojina-příruba
r_2	=	##### m	Poloměr zaoblení konce příruby
s	=	2,0150 m ² /m	Nátěrová plocha na běžný metr

Materiál S355

f_{yk}	=	355 MPa	Char. mez kluzu
f_{uk}	=	510 MPa	Char. hodnota pevnosti
γ_a	=	1,00	Dílčí součinitel spolehlivosti
f_{yd}	=	355 MPa	Návrhová hodnota meze kluzu
E_a	=	210000 MPa	Modul pružnosti oceli
g_a	=	122 kg/m	Hmotnost běžného metru

Klasifikace stojiny namáhané ohybem

Délka tlačené části	C_w	=	0,514 m
C_w / t_w	=	42,8	$\leq 72 \cdot \epsilon = 72 \cdot \sqrt{(235/f_y)} = 58,6$
VYHOVUJE - průřez třídy 1			

Klasifikace pásnice v tlaku

Délka tlačené části	C_f	=	0,08 m
C_f / t_f	=	4,2	$\leq 9 \cdot \epsilon = 9 \cdot \sqrt{(235/f_y)} = 7,3$
VYHOVUJE - průřez třídy 1			

=> Výpočet podle teorie plasticity

Průřezové charakteristiky ocelového nosníku:

$A_a = A$	=	1,560E-02 m ²	Plocha ocelového průřezu
z_h	=	0,300 m	Vzdálenost horních vláken k těžišti v ose z
z_d	=	0,300 m	Vzdálenost dolních vláken k těžišti v ose z
y_l	=	0,1100 m	Vzdálenost krajních vláken k těžišti v ose y zleva
y_r	=	0,1100 m	Vzdálenost krajních vláken k těžišti v ose y zprava
$I_a = I_y$	=	9,208E-04 m ⁴	Moment setrvačnosti k ose y
I_z	=	3,390E-05 m ⁴	Moment setrvačnosti k ose z
i_y	=	0,2430 m	Poloměr setrvačnosti k ose y
i_z	=	0,0466 m	Poloměr setrvačnosti k ose z
$W_{el,y}$	=	3,070E-03 m ³	Elastický modul průřezu

BETONOVÝ PRŮŘEZ

Geometrie betonové části

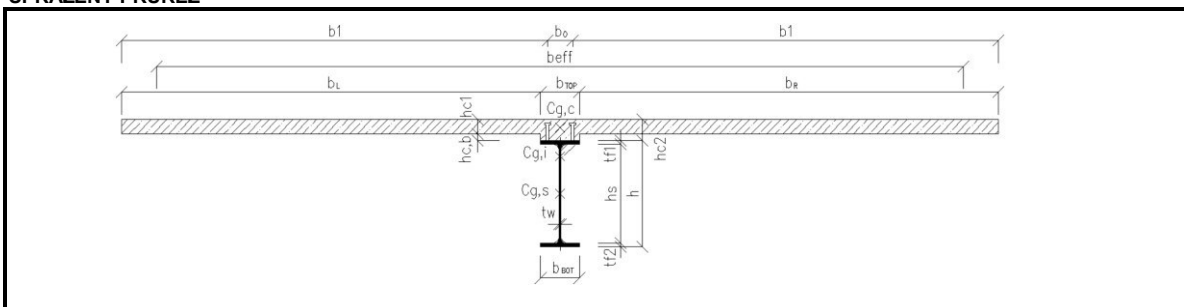
$h_{c1} =$	0,085 m	TI. desky nad plechem
$h_{c2} =$	0,120 m	TI. desky nad přírubou oceli
$h_{c,b} =$	0,035 m	Výška betonového žebra
$b_L =$	2,5 m	Polovina rozpětí pole vlevo
$b_R =$	2,5 m	Polovina rozpětí pole vpravo
$b_1 =$	2,5 m	Polovina rozpětí po trn vlevo
$b_2 =$	2,5 m	Polovina rozp. po trn vpravo
$A_c =$	0,4327 m ²	Plocha betonu v zatžovací šířce

Materiál

C30/37
N

		Třída betonu
		Třída cementu CEM 32,5 R, CEM 42,5 N
$f_{ck} =$	30 MPa	Char. válcová pevnost v tlaku (28 dní)
$f_{cm} =$	38 MPa	Průměrná pevnost v tlaku (28 dní)
$f_{ctm} =$	2,90 MPa	Průměrná pevnost v tahu (28 dní)
$f_{c,t,0,05,k} =$	2,00 MPa	Char. pevnost v tahu 5% kvantil (28 dní)
$\alpha_{cc} =$	1,00	Součinitel zohledňující dlouhodobé účinky na pevnost v tlaku a nepříznivý způsob
$\gamma_c =$	1,50	Dílčí součinitel spolehlivosti
$f_{cd} =$	20,00 MPa	Návrhová hodnota meze kluzu
$E_{cm} =$	32000 MPa	Průměrný modul pružnosti (28 dní)
$g_{c, dry} =$	2500 kg/m ³	Hmotnost zatvrdlého ŽB
$g_{c, wet} =$	2600 kg/m ³	Hmotnost mokrého ŽB

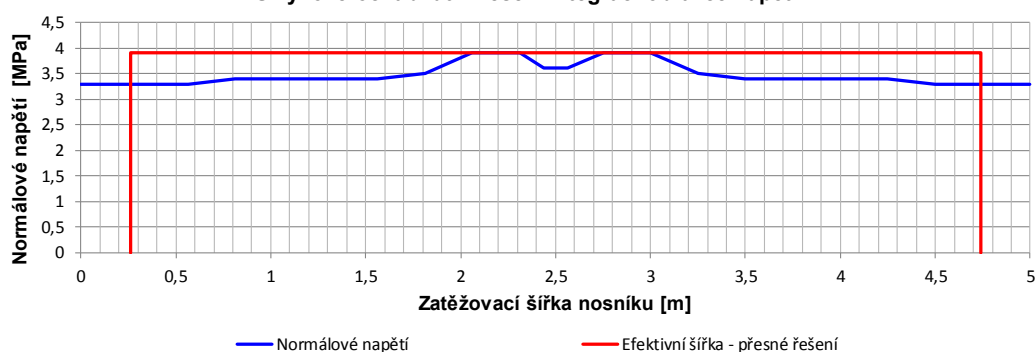
SPŘAŽENÝ PRŮŘEZ



SMYKOVÉ OCHABNUTÍ

PŘESNÉ ŘEŠENÍ S VYUŽITÍM MKP - integrací normálových napětí na deskostěnovém modelu desky

Smykové ochabnutí - řešení integrací obrazce napětí



$b_{eff} = 4,481 \text{ m}$ Efektivní šířka v polovině rozpětí - přesné řešení

KONZERVATIVNÍ VÝPOČET EFEKTIVNÍ ŠÍŘKY DLE ČSN EN 1992-1-1

Prostý nosník

$L = 16,500 \text{ m}$

souč. $1,00$

$L_e = 16,5$

$\beta_1 = 0,72$

$\beta_2 = 0,72$

$b_{e1} = 1,788 \text{ m}$

$b_{e2} = 1,788 \text{ m}$

$b_0 = 0,000 \text{ m}$

$b_{eff} = 3,575 \text{ m}$

$A_{c,eff} = 0,3886 \text{ m}^2$

$y_{t,c,TOP} = 0,049 \text{ m}$

$y_{t,c,BOT} = 0,671 \text{ m}$

Statické působení nosníku

Teoretické rozpětí

Součinitele délek kladné ohybové čáry

Rozpětí kladných momentů

Součinitel

Součinitel

Idealizovaná efektivní šířka zleva

Idealizovaná efektivní šířka zprava

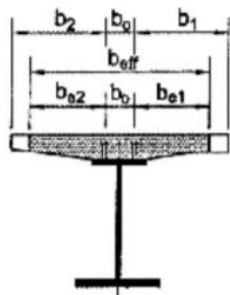
Vzdálenost spřahovacích trnů příčně po přírubě

Efektivní šířka v polovině rozpětí dle ČSN EN 1992-1-1

Efektivní plocha betonu

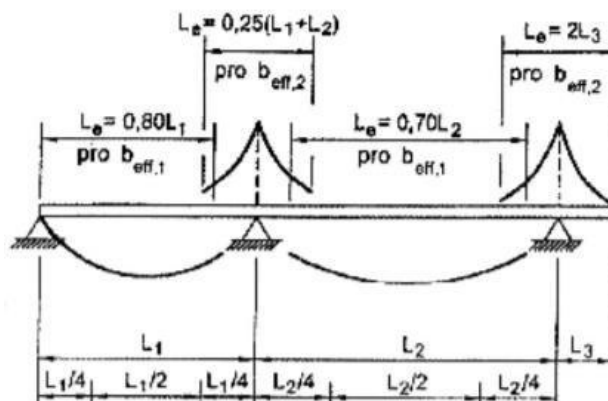
Vzdálenost těžiště bet. části od horního povrchu betonové desky

Vzdálenost těžiště bet. části od dolní hrany dolní oc. příruby



$$b_{eff} = b_0 + \sum \beta_i b_{ci}$$

$$\beta_i = \left(0,55 + 0,025 \frac{L_e}{b_{ci}} \right) \leq 1,0$$



GEOMETRIE NOSNÍKU

L =	16,500	m	Teoretické rozpětí
B _f =	5,000	m	Zatěžovací šířka
b _{eff} =	4,481	m	Efektivní šířka uvažovaná v následujícím statickém výpočtu (uvažovaná je maximální hodnota z přesného nebo konzervativního řešení)

ZATÍŽENÍ

A _{c,žebra} =	0,0237	m ²	Plocha řezu ŽB žebra
a _{žeber} =	0,75	m	Osová vzdálenost žeber
h _{c1} =	0,0850	m	Tloušťka nadbetonávky

plošné stálé	g ₁	(kN/m ²)	provozní	návrhové	
trapézový plech			0,16	1,35	0,22
zatvrdnutý beton			3,11	1,35	4,20
celkem			3.27		4.41

plošné nahodilé	q ₁	(kN/m ²)	provozní	návrhové	
garáže			2,50	1,5	3,75
celkem			2.50		3.75

bodové	P ₁	(kN)	provozní	návrhové	
nahodilé břemeno			5.00	1.5	7.50

liniové	g ₂	(kN/m ¹)	provozní	návrhové	
vl. tíha nosníku			1,22	1,35	1,65
ostatní liniové			0,00	1,35	0,00
celkem			1,22		1,65

VNITŘNÍ SÍLY

$$M_{y,Ed} = 1/8 \cdot ((g_{1d} + q_{1d}) \cdot B_t + q_{2d}) \cdot (L)^2$$

1444,72 kNm

Návrhový moment při plném užitém zatížení

$$V_{z,Ed} = 1/2 \cdot ((g_{1d} + q_{1d}) \cdot B_t + q_{2d}) \cdot L$$

350,23 kN

Návrhová posouvající síla při plném užitém zatížení

s břemenem:

$$M_{y,Ed} = 1/8 \cdot (g_{1d} \cdot B_t + g_{2d}) \cdot L^2 + 1/4 \cdot P_{1d} \cdot L$$

837,57 kNm

Návrhový moment pod lokálním zatížením

$$V_{z,Ed} = 1/2 \cdot (q_{1d} \cdot B_t + g_{2d}) \cdot L + P_{1d}$$

203,05 kN

Návrhová posouvající síla pod lokálním zatížením

POSOUZENÍ_I. MEZNÍ STAV_PLASTICKÝ POSUDEK

MSÚ - OHYB

$$b_{eff} \times 0,85 f_{ck} / \gamma_c = A_a f_y / \gamma_a$$

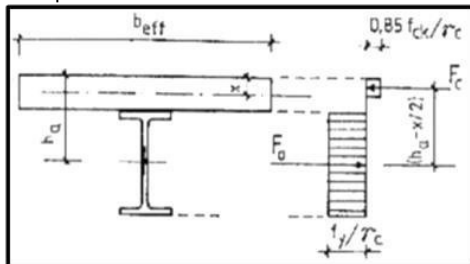
$$x = 72,70 \text{ mm}$$

Poloha neutrálné osy

$$h_a - x/2 = 0,3836 \text{ m}$$

Rameno vnitřních sil

N.O. prochází betonem



$$\max M_{y,Ed} = 1444,72 \text{ kNm}$$

Maximální návrhový ohybový moment

$$M_{pl,Rd} = 2124,6 \text{ kNm}$$

Maximální plastický moment únosnosti

$$\max M_{y,Ed} = 1444,7 \text{ kNm} < M_{pl,Rd} = 2124,6 \text{ kNm}$$

VYHOVUJE

MSÚ - SMYK

$$\max V_{z,Ed} = 350,23 \text{ kN}$$

Maximální návrhová posouvající síla

Převodní součinitel $\eta = 1,2$ dle ČSN EN 1993-1-5_tab.5.2
Smyková plocha pro válcované H-profilu zatížené v rovině rovnoběžné s jejich stěnou

$$A_v = A - 2 b t_f + (t_w + 2 r) t_f = 0,00838 \text{ m}^2$$

$$A_v = 0,00838 \text{ m}^2$$

$$V_{pl,Rd} = \frac{A_v \cdot f_y}{\gamma_{M0} \cdot \sqrt{3}}$$

$$V_{pl,Rd} = 1717,55932 \text{ kN}$$

Maximální plastická únosnost stojiny ve smyku

$$0,5 \cdot V_{pl,Rd} = 858,78 \text{ kN}$$

Limitní únos. stojiny ve smyku neovlivňující ohyb

$$\max V_{z,Ed} = 350,23 \text{ kN} < 0,5 \cdot V_{pl,Rd} = 858,78 \text{ kN}$$

VYHOVUJE

Vliv smyku na ohybovou únosnost lze zanedbat

POSOUZENÍ_II. MEZNÍ STAV_FÁZE VÝSTAVBY

Popis postupu výstavby

Fáze I_ START: vznik nosníku END: osazení nosníku do konstrukce
Fáze II_ START: betonáž END: konec betonáže
Fáze III_ START: mokřý beton END: zatvrdnutý beton
Fáze IV_ START: zatvrdnutý beton END: aplikace ostat stál zatížení
Fáze V_ START: aplikace ostat stál zatížení END: uvedení do provozu
Fáze VI_ START: uvedení do provozu END: konec životnosti

Reologie

NE
NE
ANO
ANO
ANO
ANO

FÁZE VÝSTAVBY:

I. FÁZE: START: vznik nosníku END: osazení nosníku do konstrukce

ZATÍŽENÍ

liniové stálé	$f_{i,fáze}$ (kN/m ¹)	provozní
vl. tíha nosníku		1,22
celkem		1,22

VNITŘNÍ SÍLY

$$M_{y,el,k} = 1/8 * (f_{i,fáze}) * (L)^2$$

$$41,52 \text{ kNm}$$

$$V_{z,k} = 1/2 * (f_{i,fáze}) * L$$

$$10,07 \text{ kN}$$

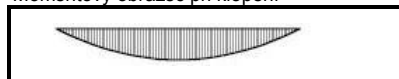
Ohybový moment fáze

Posouvající síla fáze

NAPĚTÍ

Nosník není zabezpečený proti klopení = > redukce únosnosti vlivem klopení

Momentový obrazec při klopení



$$\chi_{LT} = 1,000$$

Součinitel klopení

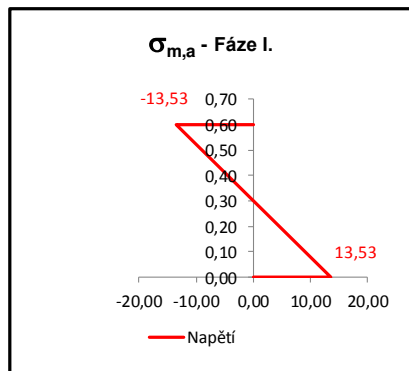
$$\sigma_{m,a} = M_{y,k,fáze} / \chi_{LT} * W_{el,y}$$

$$\sigma_{m,a,TOP} = -13,53 \text{ MPa}$$

Napětí horních vláken

$$\sigma_{m,a,BOT} = 13,53 \text{ MPa}$$

Napětí dolních vláken



DEFORMACE

$$U_{z,fáze} = 5/384 * (f_{i,fáze}) * L^4 / (E_a * I_a)$$

$$U_{z,fáze} = -6,1 \text{ mm}$$

$$U_{z(t)} = 113,9 \text{ mm}$$

Svislý průhyb nosníku fáze

(Kladná hodnota U_z znamená vzeptnutí nosníku nahoru ve směru kladné osy z)

Celkový svislý pružný průhyb nosníku na konci I.fáze (započítáno nadvýšení)

II. FÁZE: START: betonáž END: konec betonáže

ZATÍŽENÍ

plošné stálé	$f_{i,fáze}$ (kN/m ²)	provozní
trapézový plech		0,16
mokrý beton		3,23
celkem		3,39

VNITŘNÍ SÍLY

$$M_{y,el,k} = 1/8 * (f_{i,fáze}) * B_f * (L)^2$$

$$577,14 \text{ kNm}$$

Ohybový moment na konci fáze

$$V_{z,k} = 1/2 * (f_{i,fáze}) * B_f * L$$

$$139,91 \text{ kN}$$

Posouvající síla na konci fáze

PRUŽNÉ NAPĚTÍ

Nosník po částech zabezpečený proti klopení

Nosník je při betonáži stabilizovaný ztraceným bedněním (trapézové plechy) spřahovací desky připevněným neposuvně k hlavním nosníkům. Za dostatečnou stabilizaci hlavního nosníku trapézovými plechy ve fázi betonáže zodpovídá projektant ocelového skeletu horní stavby. Projektant ocelového skeletu horní stavby také zodpovídá za únosnost a deformaci plechu ve fázi betonáže.

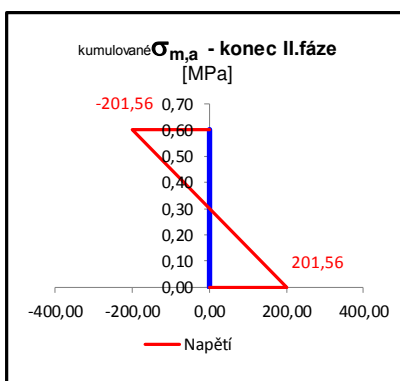
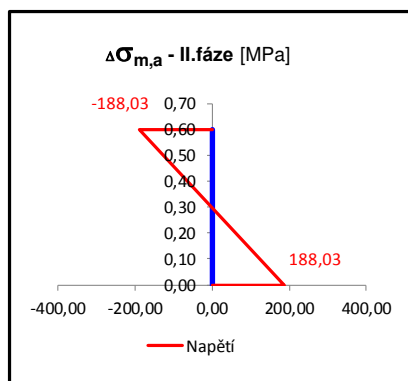
$$L_{LT} = 0,750 \text{ m}$$

$$\chi_{LT} = 1,000$$

$$\sigma_{m,a, TOP} = -188,03 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{m,a, BOT} = 188,03 \text{ MPa}$$

Délka nezajištěného úseku
Součinitel klopení ($\chi_{LT} = 1,000$ = nosník neklopí)
Napětí horních vláken
Napětí dolních vláken



Historie napětí:

Na konci:	I. FÁZE	II. FÁZE
	[Mpa]	[Mpa]
$\sigma_{m,a, TOP}$	-13,53	-201,56
$\sigma_{m,a, BOT}$	13,53	201,56

DEFORMACE

$$U_{z, fáze} = 5/384 * (f_{i,fáze}) * L^4 / (E_a * I_a)$$

$$U_{z, fáze} = -84,6 \text{ mm}$$

Svislý pružný průhyb nosníku fáze

Nakonci fáze: $U_{z, II.fáze, end} = -90,7 \text{ mm}$

Nadvýšení: Hodnota: mm

NOSNÍK BUDE PŘI VÝROBĚ NADVÝŠEN O TUTO HODNOTU

$$U_{z(t)} = 29,3 \text{ mm}$$

Celkový svislý pružný průhyb nosníku na konci II.fáze

(Kladná hodnota U_z znamená vzepnutí nosníku nahoru ve směru kladné osy z)

III. FÁZE: START: mokrý beton END: zatvrdnutý beton

IDEÁLNÍ PRŮŘEZ

Geometrie betonové části

t_{start}	1 dní	Začátek fáze (počet dní od betonáže)
t_{end}	3 dní	Konec fáze (počet dní od betonáže)
$E_{cm}(t_{start})$	23194 MPa	Modul pružnosti betonu na začátku fáze
$E_{cm}(t_{end})$	27429 MPa	Modul pružnosti betonu na konci fáze
$E_{cm(t),III}$	25311 MPa	Průměrný modul pružnosti v 1/2 fáze
μ_{pr}	8,297	Průměrný pracovní součinitel nevyzrálého betonu v 1/2 fáze
n_L	8,297	Pracovní součinitel fáze
$A_{c,eff}$	0,3886 m ²	Efektivní plocha betonu viz. Smykové ochabnutí
$A_{c,ideal}$	0,0468 m ²	Plocha betonového průřezu převedená na ocel
$b_{eff,ideal}$	0,4604 m	Šířka desky převedené na ocel
$y_t, fáze$	0,576 m	Poloha neutrální osy od dolní hrany oc. nosníku
$I_{y,ideal, fáze}$	0,00228 m ⁴	Moment setrvačnosti ideálního průřezu fáze v čase (t)
$z_{h,c}$	0,144 m	Vzdálenost horních vláken bet. desky od $y_t, fáze$
$z_{d,c}$	0,059 m	Vzdálenost dolních vláken bet. desky od $y_t, fáze$
$z_{d,c,žebro}$	0,024 m	Vzdálenost dolních vláken žebra bet. desky od $y_t, fáze$
$z_{h,a}$	0,024 m	Vzdálenost horních vláken oc. nosníku od $y_t, fáze$
$z_{d,a}$	-0,576 m	Vzdálenost dolních vláken oc. nosníku od $y_t, fáze$

ZATÍŽENÍ

plošné stálé	$f_t, fáze$ (kN/m ²)	provozní
trapézový plech		0,16
ztvrdlý beton		3,11
celkem		3,27

VNITŘNÍ SÍLY

$$M_{y,el,k} = 1/8 * (f_{t,fáze}) * B_f * (L)^2$$

$$555,99 \text{ kNm}$$

Ohybový moment na konci fáze

$$V_{z,k} = 1/2 * (f_{t,fáze}) * B_f * L$$

$$134,78 \text{ kN}$$

Posouvající síla na konci fáze

Ohybový moment fáze vzepnutí nosníku (odlehčením betonu = ztvrdlý beton). Vliv smyku zanedbán.

$$\Delta(f_{III}-f_{II})M_{y,el,k} = -21,15 \text{ kNm}$$

Změna ohybového momentu během fáze

$$M_{y,el,III,fáze} - M_{y,el,II,fáze}$$

PRŮŽNÉ NAPĚTÍ

Na spřaženém průřezu

Z fáze:

$\sigma_{m,c,TOP}$	1,34 MPa
$\sigma_{m,c,BOT}$	0,55 MPa
$\sigma_{m,c,BOT,žebro}$	0,22 MPa
$\sigma_{m,a,TOP}$	0,22 MPa
$\sigma_{m,a,BOT}$	-5,34 MPa

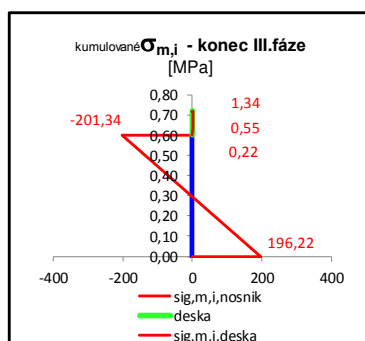
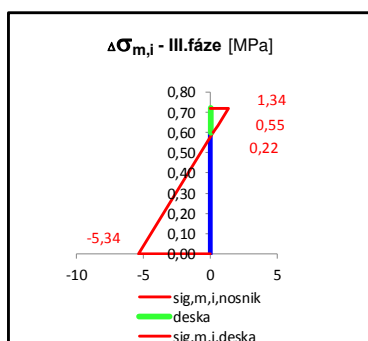
Napětí horních vláken žb desky

Napětí dolních vláken žb desky

Napětí dolních vláken žb žebra

Napětí horních vláken ocelového nosníku

Napětí dolních vláken ocelového nosníku



Historie napětí:

Na konci:

	I. FÁZE [Mpa]	II. FÁZE [Mpa]	III. FÁZE [Mpa]
$\sigma_{m,c,TOP}$			1,34
$\sigma_{m,c,BOT}$			0,55
$\sigma_{m,c,BOT,žebro}$			0,22
$\sigma_{m,a,TOP}$	-13,53	-201,56	-201,34
$\sigma_{m,a,BOT}$	13,53	201,56	196,22

DEFORMACE

$$U_{z,fáze} = 5/384 * (f_{t,fáze}) * L^4 / (E_a * I_{y,fáze})$$

$$U_{z,fáze} = 1,3 \text{ mm}$$

Svislý pružný průhyb nosníku fáze

$$U_{z,(t)} = 30,5 \text{ mm}$$

Celkový svislý pružný průhyb nosníku na konci III.fáze

IV. FÁZE: START: zatvrdnutý beton END: aplikace ostat stál zatížení

IDEÁLNÍ PRŮŘEZ

Geometrie betonové části

t_{start}	=	3 dny	Začátek fáze (počet dní od betonáže)
t_{end}	=	14 dny	Konec fáze (počet dní od betonáže)
$E_{cm}(t_{start})$	=	27429 MPa	Modul pružnosti betonu na začátku fáze
$E_{cm}(t_{end})$	=	31021 MPa	Modul pružnosti betonu na konci fáze
$E_{cm}(t)_{III}$	=	29225 MPa	Průměrný modul pružnosti v 1/2 fáze
η_{pr}	=	7,186	Průměrný pracovní součinitel nevyzrálého betonu v 1/2 fáze
η_L	=	7,186	Pracovní součinitel fáze
$A_{c,eff}$	=	0,3886 m ²	Efektivní plocha betonu viz. Smykové ochabnutí
$A_{c,ideal}$	=	0,0541 m ²	Plocha betonového průřezu převedená na ocel
$b_{eff,ideal}$	=	0,5456 m	Šířka desky převedené na ocel
y_t	=	0,586 m	Poloha neutrální osy od dolní hrany oc. nosníku
$I_{y,ideal,fáze}$	=	0,00235 m ⁴	Moment setrvačnosti ideálního průřezu fáze v čase (t)
$z_{h,c}$	=	0,134 m	Vzdálenost horních vláken bet. desky od y_t , fáze
$z_{d,c}$	=	0,049 m	Vzdálenost dolních vláken bet. desky od y_t , fáze
$z_{d,c,žebro}$	=	0,014 m	Vzdálenost dolních vláken žebra bet. desky od y_t , fáze
$z_{h,a}$	=	0,014 m	Vzdálenost horních vláken oc. nosníku od y_t , fáze
$z_{d,a}$	=	-0,586 m	Vzdálenost dolních vláken oc. nosníku od y_t , fáze

ZATÍŽENÍ

plošné stálé	$f_{t,fáze}$	(kN/m ²)	provozní
podlaha			0,00
podvěsy			0,15
celkem			0,15

VNITŘNÍ SÍLY

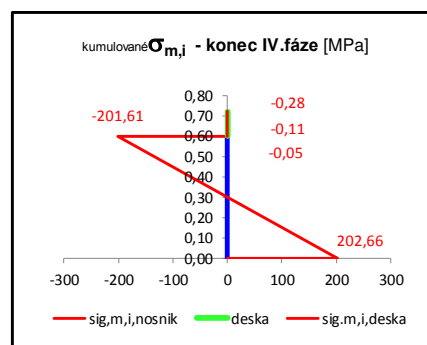
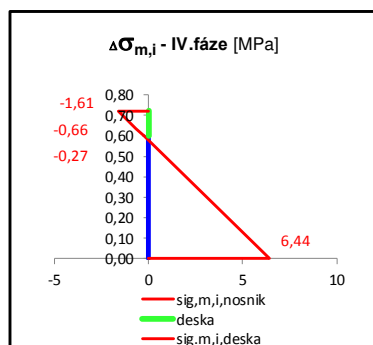
$M_{y,el,k} = 1/8 * (f_{fáze}) * B_t * (L)^2$		Ohybový moment na konci fáze
25,52	kNm	
$V_{z,k} = 1/2 * (f_{fáze}) * B_t * L$		Posouvající síla na konci fáze
6,19	kN	

PRUŽNÉ NAPĚTÍ

Na spřaženém průřezu

Z fáze:

$\sigma_{m,c,TOP}$	=	-1,61 MPa	Napětí horních vláken žb desky
$\sigma_{m,c,BOT}$	=	-0,66 MPa	Napětí dolních vláken žb desky
$\sigma_{m,c,BOT,žebro}$	=	-0,27 MPa	Napětí dolních vláken žb žebra
$\sigma_{m,a,TOP}$	=	-0,27 MPa	Napětí horních vláken ocelového nosníku
$\sigma_{m,a,BOT}$	=	6,44 MPa	Napětí dolních vláken ocelového nosníku



Historie napětí:

Na konci:	I. FÁZE	II. FÁZE	III. FÁZE	IV. FÁZE
	[Mpa]	[Mpa]	[Mpa]	[Mpa]
$\sigma_{m,c,TOP}$	=	0,00	0,00	-0,28
$\sigma_{m,c,BOT}$	=	0,00	0,00	-0,11
$\sigma_{m,c,BOT,žebro}$	=	0,00	0,00	-0,05
$\sigma_{m,a,TOP}$	=	-13,53	-201,56	-201,61
$\sigma_{m,a,BOT}$	=	13,53	201,56	202,66

DEFORMACE

$U_{z,fáze} = 5/384 * (f_{fáze}) * L^4 / (E_a * I_{y,fáze})$		Svislý pružný průhyb nosníku fáze
$U_{z,fáze}$	=	-1,5 mm
$U_{z,II}$	=	29,1 mm
		Celkový svislý pružný průhyb nosníku na konci IV.fáze

V. FÁZE: START: aplikace ostat stál zatížení END: uvedení do provozu

Pozn.1) Během V.fáze se nemění pružné napjetí ani pružný průhyb

Pozn.1) Vzniká ale změna napjatosti a průhybů vlivem reologie

t_{start}	=	14 dní	Začátek fáze (počet dní od betonáže)
t_{end}	=	91 dní	Konec fáze (počet dní od betonáže)
$E_{cm}(t_{start})$	=	31021 MPa	Modul pružnosti betonu na začátku fáze
$E_{cm}(t_{end})$	=	33087 MPa	Modul pružnosti betonu na konci fáze
$E_{cm(t),II}$	=	32054 MPa	Průměrný modul pružnosti v 1/2 fáze
μ_{pr}	=	6,551	Průměrný pracovní součinitel nevzrálého betonu v 1/2 fáze

VI. FÁZE: START: uvedení do provozu END: konec životnosti

IDEÁLNÍ PRŮŘEZ

Geometrie betonové části

t_{start}	=	91 dní	Začátek fáze (počet dní od betonáže)
t_{end}	=	18250 dní	Konec fáze (počet dní od betonáže)
$E_{cm}(t_{start})$	=	33087 MPa	Modul pružnosti betonu na začátku fáze
$E_{cm}(t_{end})$	=	34391 MPa	Modul pružnosti betonu na konci fáze
$\mu_{0,start}$	=	6,347	Základní pracovní součinitel začátku fáze
$\mu_{0,end}$	=	6,106	Základní pracovní součinitel na konci životnosti

Průřezové charakteristiky: START

$A_{c,eff}$	=	0,3886 m ²	Efektivní plocha betonu viz. Smykové ochabnutí
$A_{c,ideal}$	=	0,0612 m ²	Plocha betonového průřezu převedená na ocel
$b_{eff,ideal}$	=	0,6297 m	Šířka desky převedené na ocel
$y_t, fáze$	=	0,595 m	Poloha neutrálné osy od dolní hrany oc. nosníku
$I_{y,ideal, fáze}$	=	0,00241 m ⁴	Moment setrvačnosti ideálního průřezu fáze v čase (t)
$z_{h,c}$	=	0,125 m	Vzdálenost horních vláken bet. desky od $y_t, fáze$
$z_{d,c}$	=	0,040 m	Vzdálenost dolních vláken bet. desky od $y_t, fáze$
$z_{d,c, žebro}$	=	0,005 m	Vzdálenost dolních vláken žebra bet. desky od $y_t, fáze$
$z_{h,a}$	=	0,005 m	Vzdálenost horních vláken oc. nosníku od $y_t, fáze$
$z_{d,a}$	=	-0,595 m	Vzdálenost dolních vláken oc. nosníku od $y_t, fáze$

Průřezové charakteristiky: END

$A_{c,eff}$	=	0,3886 m ²
$A_{c,ideal}$	=	0,0636 m ²
$b_{eff,ideal}$	=	0,6581 m
$y_t, fáze$	=	0,597 m
$I_{y,ideal, fáze}$	=	0,00290 m ⁴
$z_{h,c}$	=	0,123 m
$z_{d,c}$	=	0,038 m
$z_{d,c, žebro}$	=	0,003 m
$z_{h,a}$	=	0,003 m
$z_{d,a}$	=	-0,597 m

ZATÍŽENÍ

plošné proměnné	$f_{i,fáze}$ (kN/m ²)	provozní
užitné (garáže)		2,50
celkem		2,50

VNITŘNÍ SÍLY

$M_{y,el,k} = 1/8 \cdot (f_{i,fáze}) \cdot B_f \cdot (L)^2$	Ohybový moment od užitného zatížení
425,39 kNm	
$V_{z,k} = 1/2 \cdot (f_{i,fáze}) \cdot B_f \cdot L$	Posouvající síla od užitného zatížení
103,13 kN	

PRUŽNÉ NAPĚTÍ (t_{start})

Na spázaném průřezu

Z fáze:

$\sigma_{m,c,TOP}$	=	-22,11 MPa	Napětí horních vláken žb desky
$\sigma_{m,c,BOT}$	=	-7,10 MPa	Napětí dolních vláken žb desky
$\sigma_{m,c,BOT, žebro}$	=	-0,91 MPa	Napětí dolních vláken žb žebra
$\sigma_{m,a,TOP}$	=	-0,91 MPa	Napětí horních vláken ocelového nosníku
$\sigma_{m,a,BOT}$	=	105,05 MPa	Napětí dolních vláken ocelového nosníku

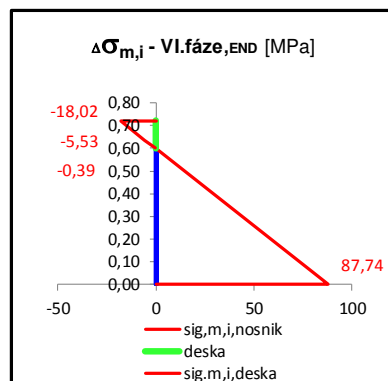
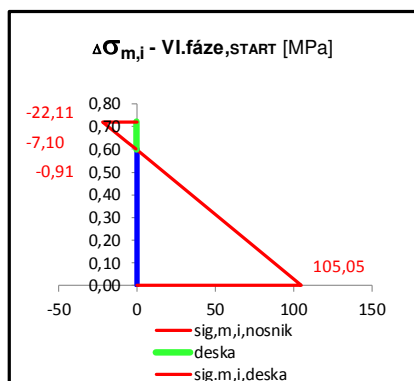
PRUŽNÉ NAPĚTÍ (t_{end})

Na spázaném průřezu

Z fáze:

$\sigma_{m,c, TOP}$	=	-18,02 MPa
$\sigma_{m,c, BOT}$	=	-5,53 MPa
$\sigma_{m,c, BOT, žebro}$	=	-0,39 MPa
$\sigma_{m,a, TOP}$	=	-0,39 MPa
$\sigma_{m,a, BOT}$	=	87,74 MPa

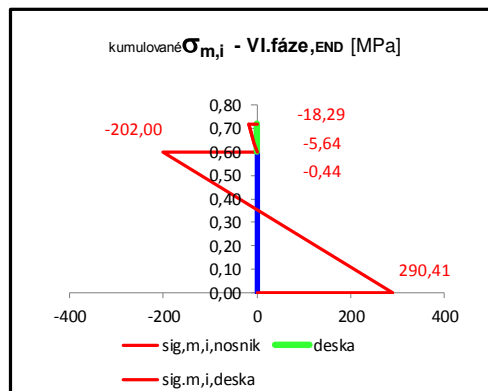
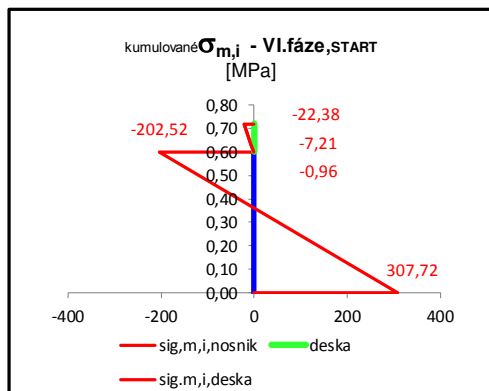
Napětí horních vláken žb desky
Napětí dolních vláken žb desky
Napětí dolních vláken žb žebra
Napětí horních vláken ocelového nosníku
Napětí dolních vláken ocelového nosníku



VÝVOJ PRUŽNÝCH NAPĚTÍ BĚHEM EXISTENCE KONSTRUKCE - SHRNUTÍ

Historie napětí:

Na konci:	I. FÁZE	II. FÁZE	III. FÁZE	IV. FÁZE	V. FÁZE	VI. FÁZE	VI. FÁZE
	[MPa]	[MPa]	[MPa]	[MPa]	[MPa]	[MPa]	[MPa]
$\sigma_{m,c, TOP}$	0,00	0,00	1,34	-0,28	-0,28	-22,38	-18,29
$\sigma_{m,c, BOT}$	0,00	0,00	0,55	-0,11	-0,11	-7,21	-5,64
$\sigma_{m,c, BOT, žebro}$	0,00	0,00	0,22	-0,05	-0,05	-0,96	-0,44
$\sigma_{m,a, TOP}$	-13,53	-201,56	-201,34	-201,61	-201,61	-202,52	-202,00
$\sigma_{m,a, BOT}$	13,53	201,56	196,22	202,66	202,66	307,72	290,41



DEFORMACE

$$U_{z, fáze} = 5/384 \cdot (f_{fáze}) \cdot L^4 / (E_a \cdot I_{f, fáze})$$

$$U_{z, fáze, START} = -23,9 \text{ mm}$$

$$U_{z, (t)} = 5,2 \text{ mm}$$

$$U_{z, fáze} = 5/384 \cdot (f_{fáze}) \cdot L^4 / (E_a \cdot I_{f, fáze})$$

$$U_{z, fáze, END} = -19,8 \text{ mm}$$

$$U_{z, (t)} = 9,2 \text{ mm}$$

Svislý pružný průhyb nosníku fáze (START)

Celkový svislý pružný průhyb nosníku v IV.fázi (START)

Svislý pružný průhyb nosníku fáze (END)

Celkový svislý pružný průhyb nosníku v IV.fázi (END)

(Kladná hodnota U_z znamená vzepnutí nosníku nahoru ve směru kladné osy z)
(větší vzepnutí v t_{zv} než v době uvedení do provozu je způsobeno nárůstem $E_{cm}(t)$, tím klesá pružný průhyb od užitečného ztížení)

REOLOGIE (dotvarování a smršťování betonu ve směru // s nosníkem)

Dotvarování

Pevné vstupy pro výpočet dotvarování:

$A_{c,eff}$ =	0,3886 m ²	Efektivní plocha betonu
u =	9,202 m	Obvod plochy betonu
h_0 =	0,084 m	Náhradní tloušťka
	vnější	Prostředí uložení prvku
RH =	80 %	Relativní vlhkost vzduchu
T_{start} =	20 °C	+ ošetřování dle EN 12390
$T_{\Delta(t)}$ =	40 °C	Zvýšená teplota (hydratační teplo)
$\Delta(t)$ =	1 dní	Počet dní při zvýšené T vlivem hydrat. tepla
$t_T = t_{0T}$ =	2,39 dní	Upravené stáří betonu vlivem hydrat. tepla
α =	0	Mocnitél dle druhu cementu
t_0 pro ϕ_0 =	2,39 dní	Upravené počáteční stáří betonu dle druhu cementu
β_{fcm} =	2,725	Vliv pevnosti betonu
ϕ_{RH} =	1,456	Vliv relativní vlhkosti prostředí
β_H =	437,443	Součinitel vlhkosti prostředí a náhr. rozměru
n_0 =	8,30	Základní pracovní součinitel při stáří betonu 28 dní
ψ_L =	1,1	pro dotvarování

Časově závislé vstupy pro výpočet dotvarování:

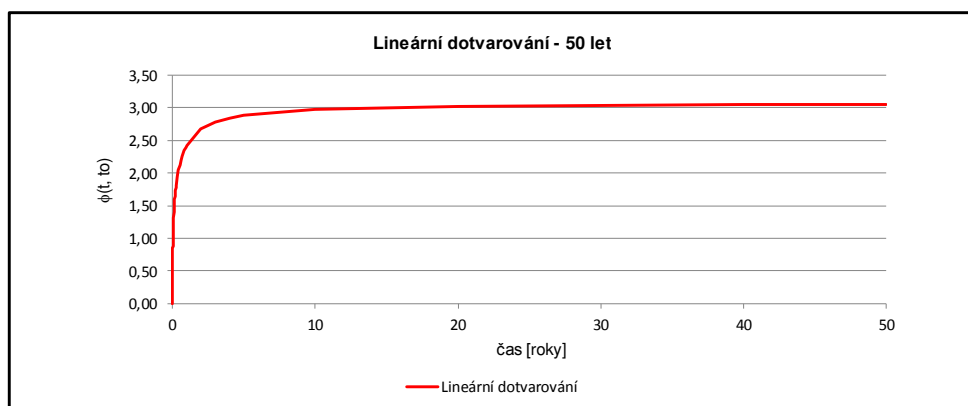
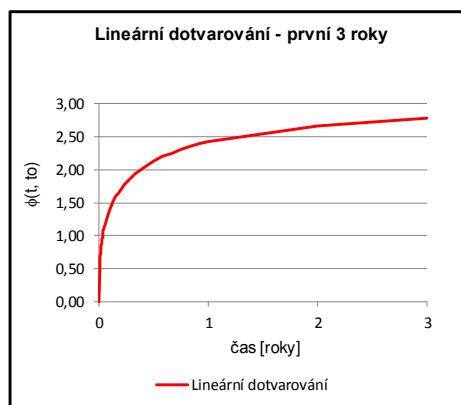
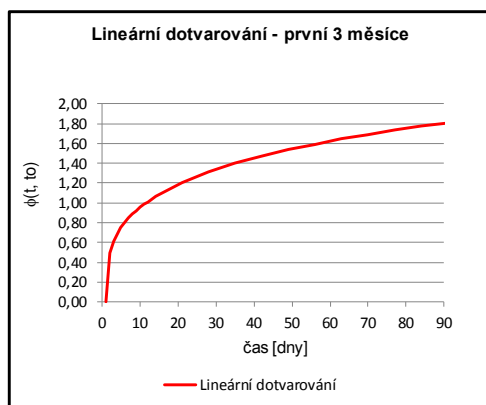
β_{t0}	Vliv stáří betonu v okamžiku vnesení zatížení
ϕ_0	Základní součinitel dotvarování v čase (t)
$\phi(t, t_0)$	Součinitel dotvarování pro časový interval

$$n_L = n_0 (1 + \psi_L \phi_t)$$

kde $n_0 = E_s/E_{cm}$
 $\psi_L = 1,1$ pro stálé zatížení
 $= 0,55$ pro smršťování.

$$E'_c = E_{cm} / (1 + \psi_L \phi_t)$$

$n_0 = n_0(t)$ závislé na vývoji $E_{cm}(t)$



Popis výpočtu dotvarování v jednotlivých fázích výstavby

- Fáze I_ [nedotvaruje](#)
- Fáze II_ [nedotvaruje](#)
- Fáze III_ [nedotvaruje](#)
- Fáze IV_ dotvaruje během fáze, vzaty 50% hodnoty (g i E_{cm}) z prostředí fáze
- Fáze V_ $\phi(t, t_0)$ pro dotvarování ve fázi VI START od podlahových vrstev a podvěsů
(jen kladná část momentů po sečtení s momentem odlehčení vyschnutím betonu)
- Fáze VI_ $\phi(t, t_0)$ pro dotvarování od 20% užitého zatížení

Popis začátku a konce jednotlivých fází výstavby

Fáze III_ START: mokřý beton END: zatvrdnutý beton
Fáze IV_ START: zatvrdnutý beton END: aplikace ostat stál zatížení
Fáze V_ START: aplikace ostat stál zatížení END: uvedení do provozu
Fáze VI_ START: uvedení do provozu END: konec životnosti

Popis výpočtu dotvarování od počátku spřažení po konec životnosti

Fáze V až VI (G,It)_ výpočet konečného dotvarování od stálých zatížení pro fázi VI_END

Výpočet účinků dotvarování po vzniku spřaženého průřezu

Okamžik vnesení zatížení

	$t_{\text{start}} = t_0$ [dny]	$t_{\text{end}} = t$ [dny]	$\beta_{ct}(t, t_0)$	$t_T = t_{0T}$ [dny]	β_{t0}	ϕ_0	$\phi(t, t_0)$
Fáze III	1	3	0,1984	2,39	0,775	3,075	0,610
Fáze IV	3	14	0,3288	4,39	0,692	2,747	0,903
Fáze V	14	91	0,5656	15,39	0,547	2,171	1,228
Fáze VI	91	18250	0,99288	92,39	0,389	1,542	1,531
Fáze V až VI (G,It)	14	18250	0,99291	15,39	0,547	2,171	2,156

	ψ_L	E'_c [MPa]	n_L [-]	$A_{c,ideal}$ [m ²]	$y_{t,fáze}$ [m ²]	$I_{yII,fáze}$ [m ⁴]	$M_{yk, od \Delta f}$ [kNm]	$M_{yk, DOTV}$ [kNm]
Fáze III	0	16414,87	8,297	0,0468	0,576	0,00228	-7,05	0,00
Fáze IV	1,1	15560,33	14,325	0,0271	0,529	0,00203	25,52	5,71
Fáze V	1,1	14074,57	15,401	0,0252	0,522	0,00199	0,00	18,47
Fáze VI (END)	1,1	12810,8	17,039	0,0228	0,512	0,00195	425,39	85,08
část $q_{(pro \text{ kvazi})} =$	20%							% * ΔQ
Fáze V až VI (G,It)	1,1	10201,54	27,96950	0,0139	0,462	0,00171	103,125	18,473

Poznámky k údajům z předchozí tabulky:

Fáze III_ **nedotvaruje**

Fáze IV_ dotvaruje během fáze, vzaty 50% hodnoty (g i Ecm) z prostředí fáze

Fáze V_ dotvaruje

Fáze VI (END)_ dotvaruje od 20% užitého

část $q_{(pro \text{ kvazi})} =$ **Část užitého zatížení uvažovaná do kvazistálého zatížení**

Fáze V až VI (G,It) (pouze stálé zatížení) pro výpočet celkového dotvarování v (t)_{živ}

Obecné poznámky:

Plná hodnota momentu působí až na konci fáze, dotvarování vyvolá v následující fázi. Ve fázi III předpoklad vnesení 1/3 My (záporného) od vyschnutí betonu do spřaženého průřezu, 2/3 záporného momentu vymizí otláčením trnů do čerstvého betonu.

Vzdálenost vláken od těžiště pro dotvarování (pro výpočet σ^{G2})

Bod	1	2	3	4	5	
	$z_{h,c}$	$z_{d,c}$	$z_{d,c,žebro}$	$z_{h,a}$	$z_{d,a}$	$b_{eff, ideal}$
Fáze III	0,144	0,059	0,024	0,024	-0,576	0,460
Fáze IV	0,191	0,106	0,071	0,071	-0,529	0,229
Fáze V	0,198	0,113	0,078	0,078	-0,522	0,206
Fáze VI (END)	0,208	0,123	0,088	0,088	-0,512	0,178
Fáze V až VI (G,It)	0,258	0,173	0,138	0,138	-0,462	0,073

Napětí, pod kterým průřez začne dotvarovat

	$\Delta\sigma_{elj}^{DOTV}$ [MPa]				
Bod	1	2	3	4	5
Fáze III	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Fáze IV	-0,36	-0,15	-0,06	-0,06	1,44
Fáze V	-1,17	-0,48	-0,20	-0,20	4,66
Fáze VI (START)	-5,38	-2,21	-0,90	-0,90	21,46
Fáze V až VI (G,It)	-1,17	-0,48	-0,20	-0,20	4,66

Napětí na konci dlouhodobého působení

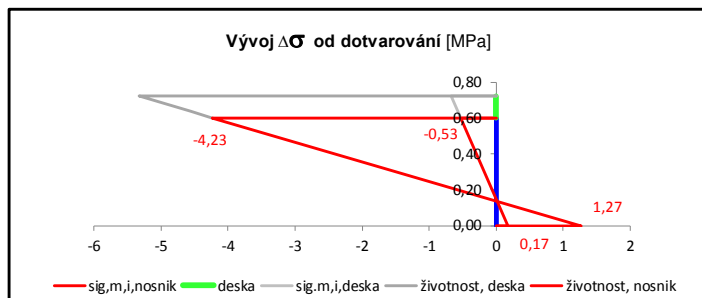
	σ^{G2}_i [MPa]				
Bod	1	2	3	4	5
Fáze III	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Fáze IV	-0,54	-0,30	-0,20	-0,20	1,49
Fáze V	-1,83	-1,05	-0,72	-0,72	4,83
Fáze VI (END)	-9,09	-5,37	-3,84	-3,84	22,39
Fáze V až VI (G,It)	-2,79	-1,87	-1,49	-1,49	5,00

Změna napětí vlivem dotvarování

	$\Delta\sigma = -\Delta\sigma_{elj}^{DOTV} + \sigma^{G2}$ [MPa]				
Bod	1	2	3	4	5
Fáze III	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Fáze IV	-0,18	-0,15	-0,14	-0,14	0,05
Fáze V	-0,67	-0,57	-0,53	-0,53	0,17
Fáze VI (END)	-3,71	-3,16	-2,94	-2,94	0,92
Fáze V až VI (G,It)	-1,62	-1,39	-1,30	-1,30	0,34

Stálé na konci fáze V = začátek fáze VI
Dotvarování od % užitého za 50 let
Stálé za celou životnost k-ce

	$\Sigma_{\Delta}\sigma$ [MPa]				
Uvedení do provozu	-0,67	-0,57	-0,53	-0,53	0,17
Na konci životnosti	-5,33	-4,56	-4,23	-4,23	1,27



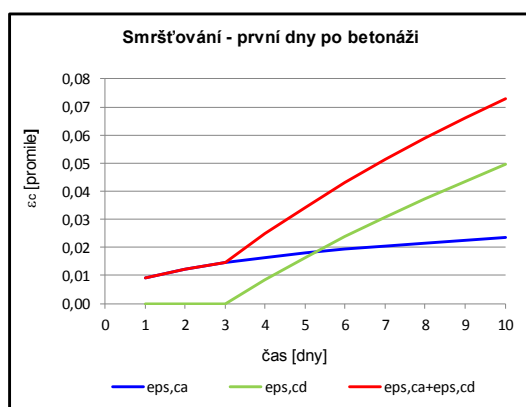
Změna přetvoření od dotvarování						Výpočet průhybu z křivosti	
Creep = $\Delta\epsilon = \Delta\sigma / E_a$						ohybové čáry: $\left(\frac{1}{r}\right) = \frac{M_{E_{\psi 2}}}{E_{cm} \cdot I_i}$ $\alpha = k \left(\frac{1}{r}\right) L^2;$...k = 1/16	Uz
							[mm]
Bod	1	2	3	4	5		
Fáze III	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000		0,00
Fáze IV	-0,01137	-0,00967	-0,00897	-0,00897	0,00304		-0,23
Fáze V	-0,04736	-0,04032	-0,03742	-0,03742	0,01227		-0,75
Fáze VI (END)	-0,28964	-0,24694	-0,22935	-0,22935	0,07211		-3,54
Fáze V až VI (G,It)	-0,15920	-0,13644	-0,12707	-0,12707	0,03361		-0,88
Creep = $\Sigma\Delta\epsilon$ (suma změn přetvoření od dotvarování)						(Kladná hodnota U_z znamená vzepnutí nosníku nahoru ve směru kladné osy z)	
Uvedení do provozu	-0,05873	-0,04999	-0,0464	-0,04639	0,01531		-0,75
Na konci životnosti	-0,46022	-0,39305	-0,36539	-0,36539	0,10876		-4,42
Pozn.: Beton - napětí se vlivem dotvarování nemění, přetvoření betonu narůstá							
Ocel - vlivem dotvarování betonu se mění napětí v ocelové části průřezu							

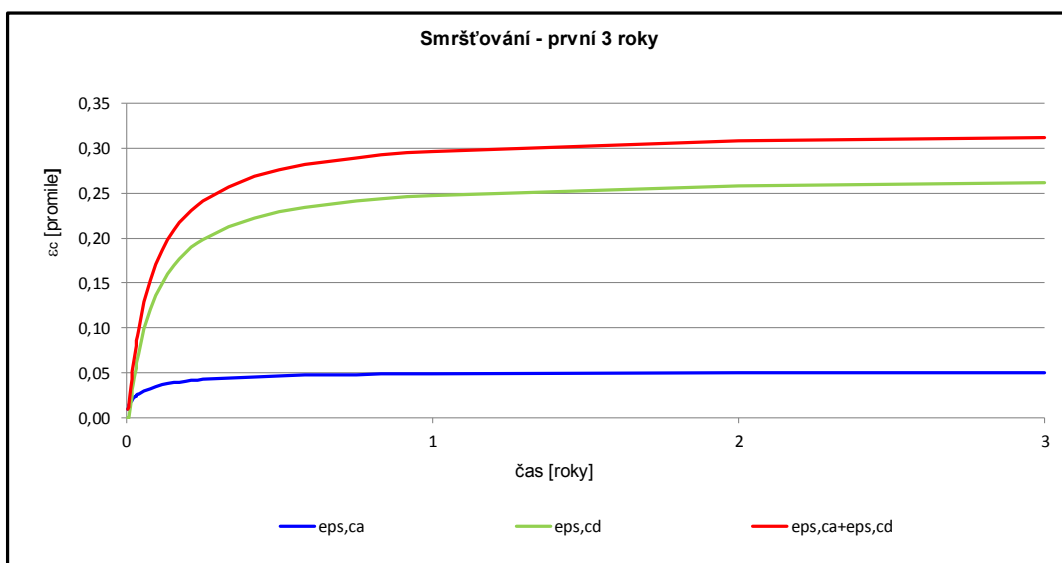
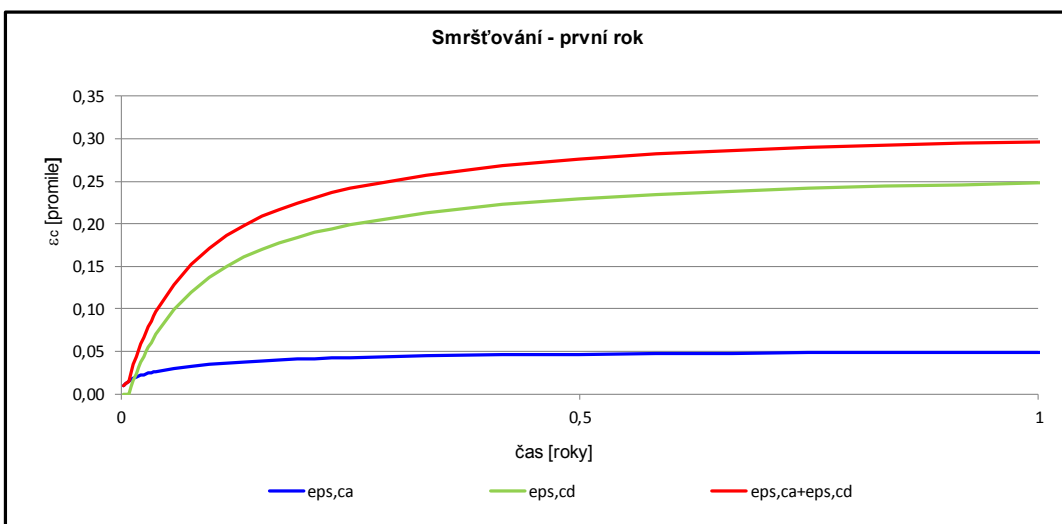
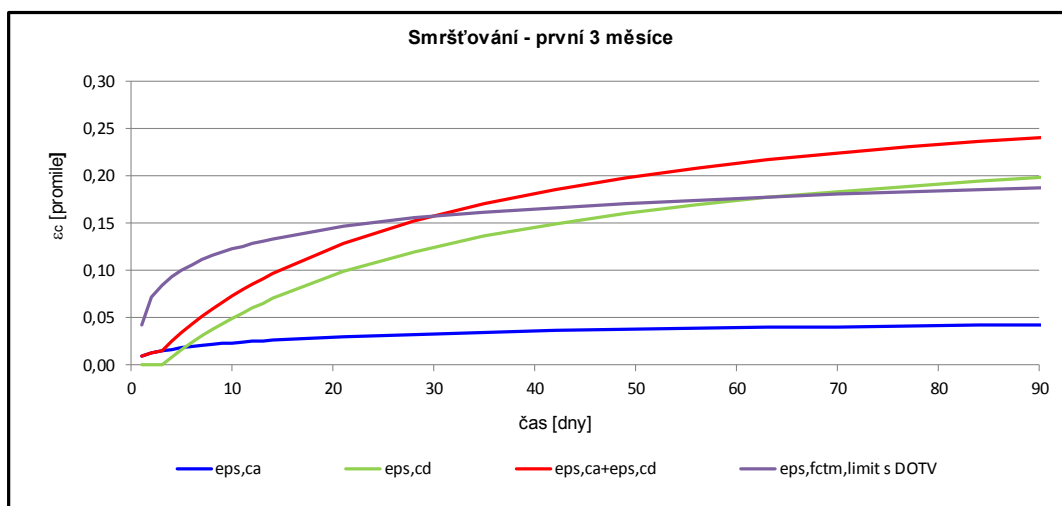
Smršťování

$\alpha_{ds1} =$	4	Součinitel dle druhu cementu
$\alpha_{ds2} =$	0,12	Součinitel dle druhu cementu
$\beta_{RH} =$	0,756	
$\epsilon_{ca}(\infty) =$	5,00E-02 ‰	Základní poměrné přetvoření od autogenního smršťování
$\epsilon_{cd,0} =$	2,69E-01 ‰	Základní poměrné přetvoření od smršťování vysycháním
$A_c =$	0,4327 m ²	Efektivní plocha betonu
$u =$	10,240 m	Obvod plochy betonu
$h_0 =$	0,0845 m	Náhradní tloušťka
$k_h =$	1,00	Součinitel závislý na náhradní tloušťce betonové desky
$\psi_L =$	0,55	pro smršťování

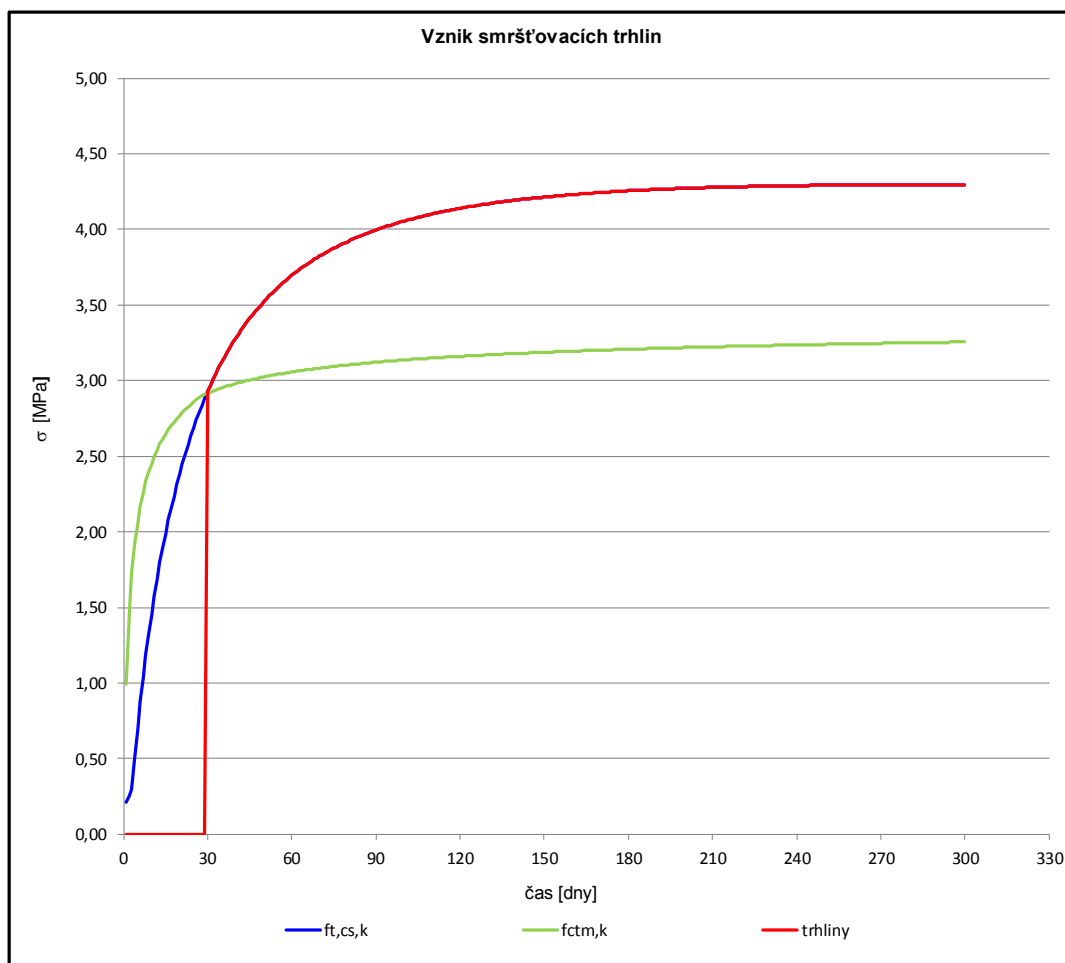
Vstupní předpoklady výpočtu smršťování:

$t_{care,start} =$	1	dní	Začátek ošetřování betonu
$t_s = t_{care,end} =$	3	dní	Konec ošetřování betonu





Průběh vývoje tahové pevnosti betonové desky a tahového namáhání desky vlivem vývoje smršťování betonu



Poznámky: Od působení smršťování trhliny vzniknou, v kombinaci s dalším zatížením viz. posouzení níže
Červená křivka procházející v grafu hodnotou na ose $y = 0$ znamená, že trhliny v daném čase nevznikají

Popis výpočtu smršťování v jednotlivých fázích výstavby

Fáze I_ nesmršťuje
Fáze II_ nesmršťuje
Fáze III_ smršťuje
Fáze IV_ smršťuje
Fáze V_ smršťuje
Fáze VI_ smršťuje

Výpočet účinků smršťování po vzniku spřaženého průřezu

Vyšetřovaný časový uzel

	$\beta_{c(t, t_0)}$	$t_T = t_{0T}$	β_{t0}	ϕ_0	$\phi(t, t_0)$	ψ_L	n_L	E'_c
END	[-]	[dny]	[-]	[-]	[-]	[-]	[-]	[MPa]
Fáze III_	0,1984	2,39	0,775	3,075	0,610	0,55	11,080	20539
Fáze IV_	0,3452	2,39	0,775	3,075	1,062	0,55	11,381	19585
Fáze V_	0,5883	2,39	0,775	3,075	1,809	0,55	13,071	16584
Fáze VI_	0,9929	2,39	0,775	3,075	3,054	0,55	17,006	12835

Výpočet velikosti smršťování

	$t_{start} = t_0$	$t_{end} = t$	$\beta_{as}(t)$	$\beta_{ds}(t, t_s)$	$\epsilon_{ca}(t)$	$\epsilon_{cd}(t)$	$(\epsilon_{ca} + \epsilon_{cd})$	σ_c^{shrink}
	[dny]	[dny]			[‰]	[‰]	[‰]	[MPa]
Fáze III	1	3	0,2928	0,0000	1,46E-02	0,00E+00	0,015	0,30
Fáze IV	1	14	0,5268	0,2616	2,63E-02	7,04E-02	0,097	1,89
Fáze V	1	91	0,8516	0,7392	4,26E-02	1,99E-01	0,241	4,00
Fáze VI	1	18250	1,0000	0,9983	5,00E-02	2,68E-01	0,318	4,09

Primární tahové
napětí v desce

Výpočet parametrů průřezu pro vyhodnocení účinků od smršťování

	$t_{start} = t_0$	$t_{end} = t$	A_c	$A_{c,ideal}$	A_i	b_{ideal}	$y_{t, fáze}$	$I_{y,i, fáze}$
	[dny]	[dny]	[m²]	[m²]	[m²]	[m]	[m²]	[m⁴]
Fáze III	1	3	0,4327	0,0391	0,0547	0,369	0,561	0,00220
Fáze IV	1	14	0,4327	0,0380	0,0536	0,357	0,559	0,00219
Fáze V	1	91	0,4327	0,0331	0,0487	0,299	0,547	0,00212
Fáze VI	1	18250	0,4327	0,0254	0,0410	0,209	0,523	0,00200

POZNÁMKY: Smršťováním nevzniká smykové ochabnutí desky, pro výpočet tahu v desce uvažuji celou z.š. (A_c)
Ideální průřez pro smršťování je stanoven z celé zatěžovací šířky

Vzdálenost vláken od těžiště pro smršťování (pro výpočet σ^{sh})

Bod	1	2	3	4	5
	$Z_{h,c}$	$Z_{d,c}$	$Z_{d,c, žebro}$	$Z_{h,a}$	$Z_{d,a}$
Fáze III	0,159	0,074	0,039	0,039	-0,561
Fáze IV	0,161	0,076	0,041	0,041	-0,559
Fáze V	0,173	0,088	0,053	0,053	-0,547
Fáze VI	0,197	0,112	0,077	0,077	-0,523

Výpočet silových účinků od smršťování

$$F_{cs} = A_c \cdot \sigma_c^{shrink}$$

$$M^{sh} = -F_{cs} \cdot z_c$$

Tahová síla v betonové desce od smršťování v celé z.š. (bez ochabnutí!)

Moment od výstřednosti síly od smršťování v desce k těžišti průřezu

	F_{cs}	M^{sh}				Výpočet průhybu:	Uz
	[kN]	[kNm]				$\left(\frac{1}{r}\right) = \frac{M_{E_{p2}}}{E_{cm} \cdot I_i}$	[mm]
Fáze III	130,1	14,3					-1,06
Fáze IV	819,5	92,1					-6,82
Fáze V	1732,2	215,5					-16,44
Fáze VI	1768,9	263,1				$\alpha = k \left(\frac{1}{r}\right) L^2;$	-21,33
...k = 1/8 (pro smršťování)							

Napětí od smršťování

	Primární tahové napětí v ideální desce					Primární tahové napětí v betonové desce				
	σ_i^{sh} [MPa]					σ_i^{sh} [MPa]				
Bod	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
Fáze III	3.33	3.33	3.33	0.00	0.00	0.30	0.30	0.30	0.00	0.00
Fáze IV	21.56	21.56	21.56	0.00	0.00	1.89	1.89	1.89	0.00	0.00
Fáze V	52.33	52.33	52.33	0.00	0.00	4.00	4.00	4.00	0.00	0.00
Fáze VI	69.52	69.52	69.52	0.00	0.00	4.09	4.09	4.09	0.00	0.00
Tlakové napětí na spřaženém ideálním průřezu										
σ_i^{sh} [MPa]										
Bod	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
Fáze III	-2.38	-2.38	-2.38	-2.38	-2.38	-0.21	-0.21	-0.21	-2.38	-2.38
Fáze IV	-15.28	-15.28	-15.28	-15.28	-15.28	-1.34	-1.34	-1.34	-15.28	-15.28
Fáze V	-35.57	-35.57	-35.57	-35.57	-35.57	-2.72	-2.72	-2.72	-35.57	-35.57
Fáze VI	-43.10	-43.10	-43.10	-43.10	-43.10	-2.53	-2.53	-2.53	-43.10	-43.10
Ohybové napětí na spřaženém ideálním průřezu										
σ_i^{sh} [MPa]										
Bod	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
Fáze III	-1.03	-0.48	-0.25	-0.25	3.66	-0.09	-0.04	-0.02	-0.25	3.66
Fáze IV	-6.78	-3.20	-1.72	-1.72	23.54	-0.60	-0.28	-0.15	-1.72	23.54
Fáze V	-17.54	-8.92	-5.37	-5.37	55.50	-1.34	-0.68	-0.41	-5.37	55.50
Fáze VI	-25.96	-14.77	-10.16	-10.16	68.79	-1.53	-0.87	-0.60	-10.16	68.79
Součet napětí $N_{c,i}^{tah} + N_i^{tlak} + M_i$										
σ_i^{sh} [MPa]										
Bod	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
Fáze III	-0.08	0.47	0.70	-2.63	1.28	-0.01	0.04	0.06	-2.63	1.28
Fáze IV	-0.51	3.07	4.55	-17.01	8.26	-0.04	0.27	0.40	-17.01	8.26
Fáze V	-0.78	7.84	11.39	-40.93	19.94	-0.06	0.60	0.87	-40.93	19.94
Fáze VI	0.47	11.65	16.26	-53.26	25.70	0.03	0.69	0.96	-53.26	25.70
Smršťování - vývoj σ_i^{sh}										
Smršťování - vývoj σ_{REAL}^{sh}										

REKAPITULACE NAPĚTÍ

VÝVOJ PRUŽNÉHO NAPĚTÍ		výstavba (σ konce fáze)					uvedení do prov.	životnost
Historie napětí:							START	END
		I. FÁZE	II. FÁZE	III. FÁZE	IV. FÁZE	V. FÁZE	VI. FÁZE	VI. FÁZE
BOD		[MPa]	[MPa]	[MPa]	[MPa]	[MPa]	[MPa]	[MPa]
1	$\sigma_{m,c, TOP} =$	0,00	0,00	1,34	-0,28	-0,28	-22,38	-18,29
2	$\sigma_{m,c, BOT} =$	0,00	0,00	0,55	-0,11	-0,11	-7,21	-5,64
3	$\sigma_{m,c, BOT, žeb.} =$	0,00	0,00	0,22	-0,05	-0,05	-0,96	-0,44
4	$\sigma_{m,a, TOP} =$	-13,53	-201,56	-201,34	-201,61	-201,61	-202,52	-202,00
5	$\sigma_{m,a, BOT} =$	13,53	201,56	196,22	202,66	202,66	307,72	290,41
DOTVAROVÁNÍ		výstavba (σ konce fáze)					uvedení do prov.	životnost
Historie napětí:							START	END
		I. FÁZE	II. FÁZE	III. FÁZE	IV. FÁZE	V. FÁZE	VI. FÁZE	VI. FÁZE
BOD		[MPa]	[MPa]	[MPa]	[MPa]	[MPa]	[MPa]	[MPa]
1	$\sigma_{m,c, TOP} =$	0,00	0,00	0,00	0,00	-0,67	-0,67	-5,33
2	$\sigma_{m,c, BOT} =$	0,00	0,00	0,00	0,00	-0,57	-0,57	-4,56
3	$\sigma_{m,c, BOT, žeb.} =$	0,00	0,00	0,00	0,00	-0,53	-0,53	-4,23
4	$\sigma_{m,a, TOP} =$	0,00	0,00	0,00	0,00	-0,53	-0,53	-4,23
5	$\sigma_{m,a, BOT} =$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,17	0,17	1,27
SMRŠŤOVÁNÍ		výstavba (σ konce fáze)					uvedení do prov.	životnost
Historie napětí:							START	END
		I. FÁZE	II. FÁZE	III. FÁZE	IV. FÁZE	V. FÁZE	VI. FÁZE	VI. FÁZE
BOD		[MPa]	[MPa]	[MPa]	[MPa]	[MPa]	[MPa]	[MPa]
1	$\sigma_{m,c, TOP} =$	0,00	0,00	-0,08	-0,51	-0,78	-0,78	0,47
2	$\sigma_{m,c, BOT} =$	0,00	0,00	0,47	3,07	7,84	7,84	11,65
3	$\sigma_{m,c, BOT, žeb.} =$	0,00	0,00	0,70	4,55	11,39	11,39	16,26
4	$\sigma_{m,a, TOP} =$	0,00	0,00	-2,63	-17,01	-40,93	-40,93	-53,26
5	$\sigma_{m,a, BOT} =$	0,00	0,00	1,28	8,26	19,94	19,94	25,70
SUMACE NAPĚTÍ σ_i		výstavba (σ_i konce fáze)					uvedení do prov.	životnost
Historie napětí:							START	END
		I. FÁZE	II. FÁZE	III. FÁZE	IV. FÁZE	V. FÁZE	VI. FÁZE	VI. FÁZE
BOD		[MPa]	[MPa]	[MPa]	[MPa]	[MPa]	[MPa]	[MPa]
1	$\sigma_{m,c, TOP} =$	0,00	0,00	1,25	-0,78	-1,06	-23,16	-17,83
2	$\sigma_{m,c, BOT} =$	0,00	0,00	1,02	2,96	7,73	0,63	6,01
3	$\sigma_{m,c, BOT, žeb.} =$	0,00	0,00	0,92	4,50	11,35	10,43	15,82
4	$\sigma_{m,a, TOP} =$	-13,53	-201,56	-203,97	-218,62	-243,07	-243,98	-259,49
5	$\sigma_{m,a, BOT} =$	13,53	201,56	197,50	210,92	222,77	327,83	317,37
SUMACE NAPĚTÍ σ_{REAL}		výstavba (σ_{REAL} konce fáze)					uvedení do prov.	životnost
Historie napětí:							START	END
		I. FÁZE	II. FÁZE	III. FÁZE	IV. FÁZE	V. FÁZE	VI. FÁZE	VI. FÁZE
BOD		[MPa]	[MPa]	[MPa]	[MPa]	[MPa]	[MPa]	[MPa]
1	$\sigma_{m,c, TOP} =$	0,00	0,00	0,15	-0,11	-0,16	-3,65	-2,92
2	$\sigma_{m,c, BOT} =$	0,00	0,00	0,12	0,41	1,18	0,10	0,98
3	$\sigma_{m,c, BOT, žeb.} =$	0,00	0,00	0,11	0,63	1,73	1,64	2,59
4	$\sigma_{m,a, TOP} =$	-13,53	-201,56	-203,97	-218,62	-243,07	-243,98	-259,49
5	$\sigma_{m,a, BOT} =$	13,53	201,56	197,50	210,92	222,77	327,83	317,37
	$\eta_0 =$	0,00	0,00	8,30	7,19	6,55	6,35	6,11

POSOUZENÍ OMEZENÍ NAPĚTÍ

Charakteristická kombinace

Posouzení tlakových napětí v betonu

	Uvedení do provozu			Na konci životnosti		
	σ_c	<	$0,6 \cdot f_{ck}$	σ_c	<	$0,6 \cdot f_{ck}$
	[MPa]		[MPa]	[MPa]		[MPa]
TLAK	3,65	<	18,00	2,92	<	18,00
	VYHOVUJE			VYHOVUJE		

Posouzení tahových napětí v betonu

	Uvedení do provozu			Na konci životnosti		
	σ_c	<	f_{ctm}	σ_c	<	f_{ctm}
	[MPa]		[MPa]	[MPa]		[MPa]
TAH	1,64	<	2,90	2,59	<	2,90
	Trhliny se neočekávají			Trhliny se neočekávají		

Posouzení napětí v konstrukční oceli

	Uvedení do provozu			Na konci životnosti		
	σ_a	<	f_{yk}	σ_a	<	f_{yk}
	[MPa]		[MPa]	[MPa]		[MPa]
TLAK	244	<	355	259	<	355
TAH	328	<	355	317	<	355
	VYHOVUJE			VYHOVUJE		

REKAPITULACE PRŮHYBŮ

PRŮHYB	výstavba (U_z konce fáze)					uvedení do prov.	životnost
Historie průhybu:						START	END
	I. FÁZE	II. FÁZE	III. FÁZE	IV. FÁZE	V. FÁZE	VI. FÁZE	VI. FÁZE
Zatížení	[MPa]	[MPa]	[MPa]	[MPa]	[MPa]	[MPa]	[MPa]
Stálé	$U_z = 113,91$	29,27	30,52	29,05	29,05	5,20	9,21
Užitné	$U_z =$					-23,85	-19,84
Dotvarování	$U_z =$		0,00	-0,23	-0,75	-0,75	-4,42
Smršťování	$U_z =$		-1,06	-6,82	-16,44	-16,44	-21,33
Celkem	$U_z = 113,91$	29,27	29,46	22,00	11,86	-11,99	-16,53

Posouzení limitních průhybů

Posouzení celkového maximálního průhybu

$$U_{z, \text{celk}} = U_{z, \text{fin, stálé}} + U_{z, \text{prom}} + U_{z, \text{dotv+smrš}} = -16,5 \text{ mm}$$

$$\text{ABS } U_{z, \text{celk}} = 16,5 \text{ mm} < L/250 = 66,0 \text{ mm}$$

Posouzení maximálního průhybu od užitého zatížení

$$U_{z, \text{prom}} = -23,9 \text{ mm}$$

$$\text{ABS } U_{z, \text{prom}} = 23,9 \text{ mm} < L/350 = 47,1 \text{ mm}$$

VYHOVUJE

SMYKOVÉ SPOJENÍ

NÁVRH SPŘAŽENÍ

Spřahovací trny

f_{ty}	=	450	MPa	Pevnost materiálu trnu
A_s	=	15	%	Tažnost materiálu trnu
d	=	19	mm	Průměr drátu trnu
h_{sc}	=	80	mm	Délka trnu (jmenovitá)

Stanovení opravného součinitele

h_{sc}/d	=	4,2
α	=	1 pro $h_{sc}/d > 4$
$\alpha = 0,2 \cdot (h_{sc}/d + 1)$	=	1,04 pro $3 < h_{sc}/d \leq 4$
$\Rightarrow \alpha$	=	1 Opravný součinitel

Únosnost 1 trnu v MSÚ_plastický výpočet

γ_v	=	1,25	Dílčí součinitel
$P_{Rd} = 0,8 \cdot f_{ty} \cdot \pi \cdot d^2 / (4 \cdot \gamma_v)$	=	82 kN	Porušení trnu
$P_{Rd} = 0,29 \cdot \alpha \cdot d^2 \cdot \sqrt{f_{ck} \cdot E_{cm}} / \gamma_v$	=	82 kN	Porušení okolního betonu
P_{Rd}	=	82 kN	Návrhová plastická únosnost (na 1 trn)

$N_{cl} = N_a$	=	3765,7 kN	Normálová síla v ocelovém nosníku od $G_{Ed} + Q_{Ed}$
N_{sh}	=	1768,9 kN	Normálová síla od smršťování (t_{sh})
γ_g	=	1,2	Součinitel pro návrhovou hodnotu od smršťování
$V_{L,Ed} = N_{cl} / (1/2 \cdot L_{teor}) + N_{sh} \cdot \gamma_g / L_{teor}$	=	585,1 kN/m	Smykový tok při plastickém působení
$V_{L,Ed}$	=	585,1 kN/m	
$n_{req,L/2}$	=	59,1 ks	Nutný počet trnů na 0,5*L nosníku
n_{req}	=	118,2 ks	Nutný počet trnů na celém nosníku

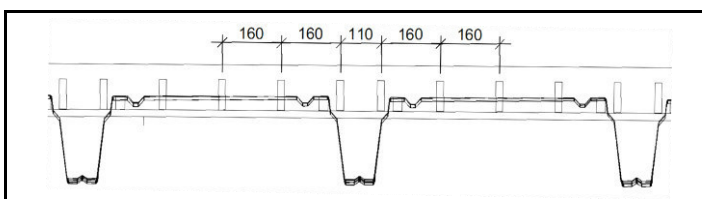
Konzervativní součet účinků

$$N_{cl} + N_{sh} \cdot \gamma_g = 5888,4 \text{ kN}$$

Plně zplastizovaný nosník

$$N_{pl,a} = 5538,0 \text{ kN}$$

$V_{L,Ed}$ je stanoveno z konzervativního součtu účinků.



	=	21 ks	Počet polí žb desky mezi žebry
	=	6 ks	Trnů mezi dvěma sousedními žebry
	=	2 ks	Trnů za krajními žebry
D	=	129 mm	Navržená průměrná vzdálenost trnů
n_d	=	128 ks	Návržený počet trnů
$V_{L,Rd}$	=	633 kN/m	Plastická únosnost trnů na 1 bm

1) Návrh spřažení ve fázi při uvedení do provozu

Charakteristická únosnost trnu

$$P_{Rk} = \min \left\{ \frac{0,8 \cdot f_{ty} \cdot \pi \cdot d^2}{4}, \frac{0,29 \cdot \alpha \cdot d^2 \cdot \sqrt{f_{ck} \cdot E_{cm}}}{\gamma_v} \right\}$$

P_{Rk}	=	102 kN	Porušení trnu
P_{Rk}	=	103 kN	Porušení okolního betonu
P_{Rk}	=	102 kN	Únosnost 1 trnu - charakteristická

Únosnost 1 trnu v MSP

$0,6 \cdot P_{Rk}$	=	61 kN	Elastická únosnost (na 1 trn)
$V_{L,Rk}$	=	475 kN/m	Elastická únosnost trnů na 1 bm

SMYK hl. nosníku

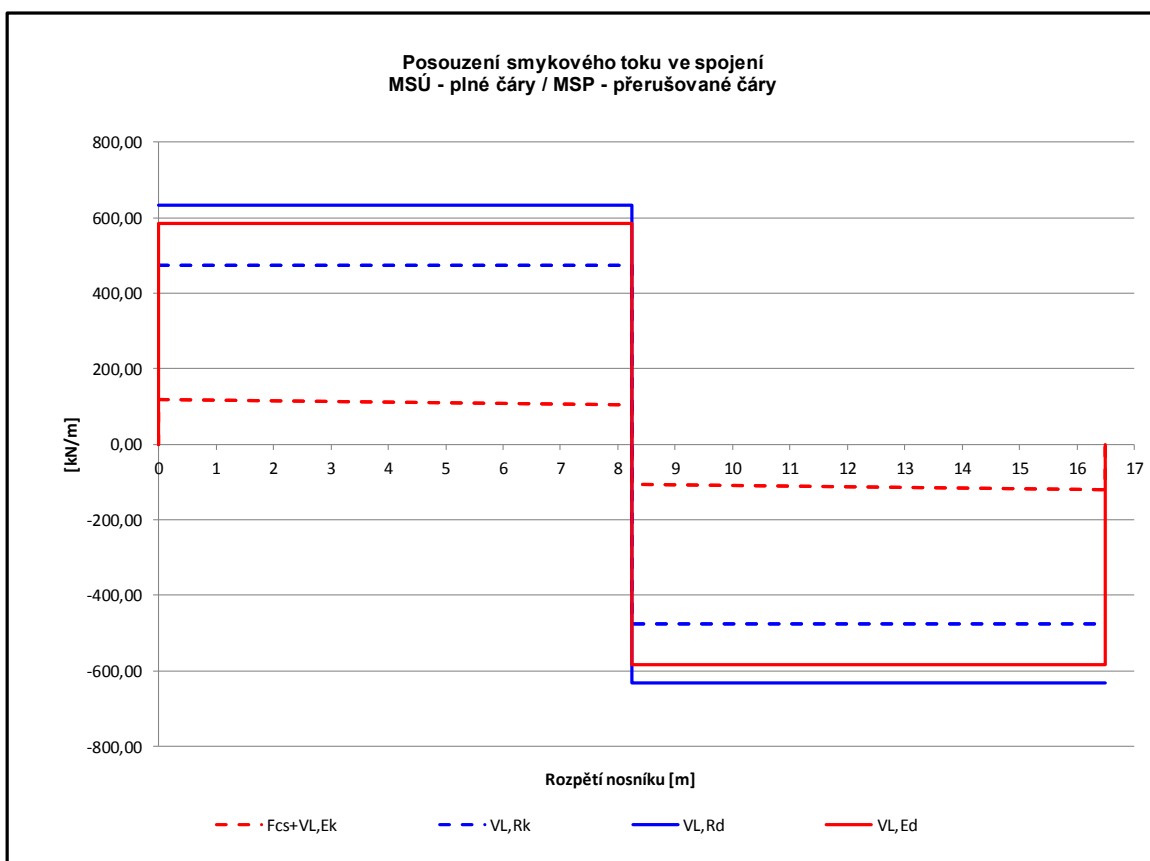
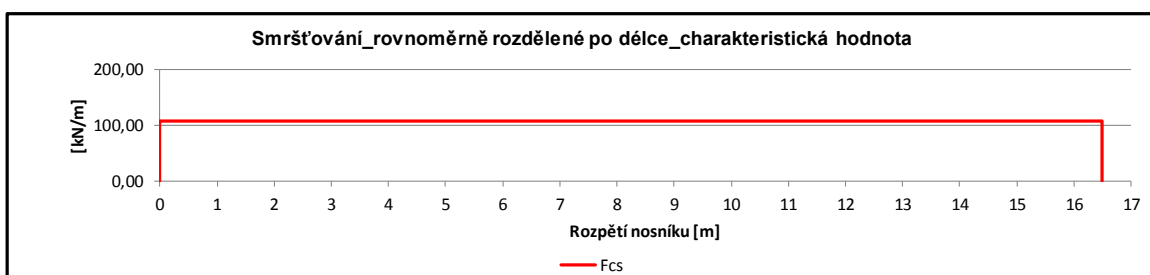
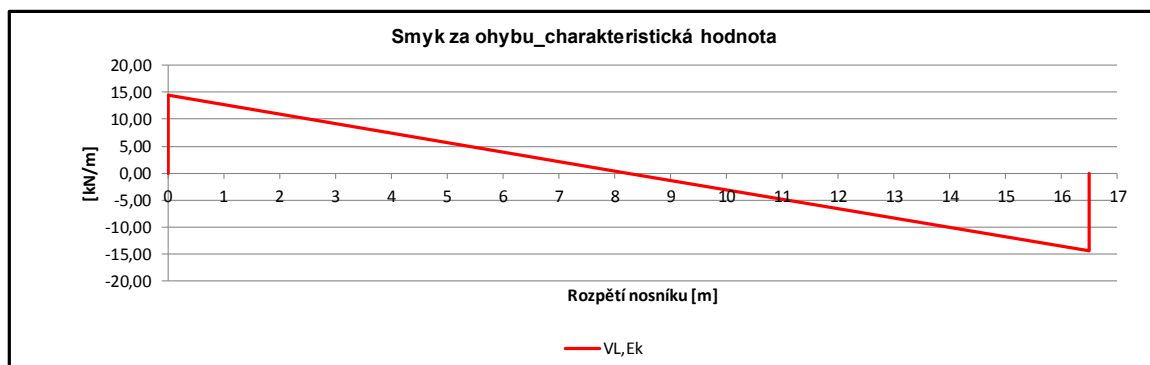
Výstavba (ΔV_{Ek} z jednotlivých fází)

uvedení
do prov.

životnost

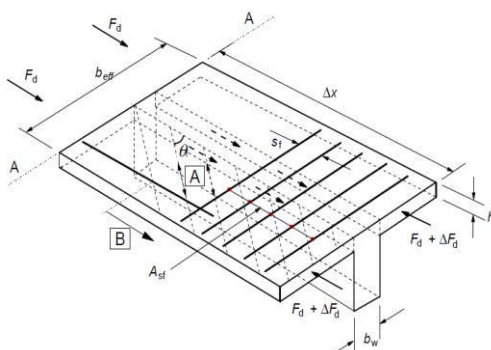
Historie:

	I. FÁZE	II. FÁZE	III. FÁZE	IV. FÁZE	V. FÁZE	VI. FÁZE	VI. FÁZE
	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]
Zatížení							
Stálé	$V_{Ek} = 10,07$	139,91	0,00	6,19	0,00	0,00	0,00
Užitné	$V_{Ek} = 0,00$	0,00	0,00	0,00	0,00	103,13	103,13
Kumulace	$V_{Ek} = 10,07$	149,98	149,98	156,16	156,16	259,29	259,29
Výstavba (změna průřezu vývojem $E_{cm}(t)$)							
n	-	-	-	-	-	6,35	6,11
l_i	-	-	-	-	-	2,41E-03	2,90E-03
$A_c, IDEAL, eff$	-	-	-	-	-	6,12E-02	6,36E-02
$z_{cg,c}$	-	-	-	-	-	0,005	0,003
Stanovení smykového toku $V_{L,Ek} = (V_{Ek} \cdot z_c \cdot A_c) / n \cdot l_{y,i}$ [kN/m]							
Smykový tok	$V_{L,Ek} =$	-	-	-	-	14,4	6,4
Výstavba (vývoj F_{cs} [kN] během životnosti)							
Smršťování	$F_{cs} =$	0,00	0,00	130,10	819,53	1732,20	1768,86
Rozdělení F_{cs} na všechny trny rovnoměrně [kN/m]							
f_{rs}	-	-	-	-	-	104,98	107,20



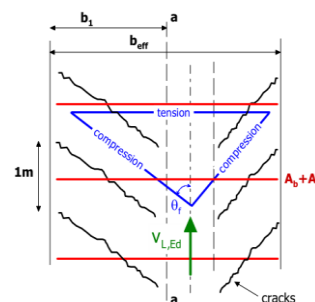
Při plastickém posudku není uvažováno s fázemi výstavby, smykové spojení je posouzeno i na účinky od vlastní tíhy stropní desky.

7.2. Návrh výztuže žb desky na účinky od podélného smyku



Posouzení podélného smyku dle ČSN EN 1992-1-1, čl. 6.2.4 (5)

$f_{sk} =$	500 MPa	
$\gamma_s =$	1.15	
$f_{sd} =$	434.8 MPa	
$f_{ck} =$	30 MPa	
$\gamma_c =$	1.5	
$f_{cd} =$	20.0 MPa	
$\Theta_f =$	26.5 °	Minimální dovolená hodnota dle čl.6.2.4
$\Theta_f =$	0.4625 rad	
$N_a =$	1663.2 kN	Normálová síla v ocelovém nosníku od Q_{Ed} (bez reologických vlivů)
$v_{L,Ed} =$	201.6 kN/m	Smykový tok (při plastic půs.) ve spřažení pro návrh příčné výztuže $v_{L,Ed} = N_a / (0,5 * L_{teor})$
$F_{t,Ed} =$	100.5 kN/m	Tahová síla v desce kolmo na nosník dle sklonu diagonál Θ_f
$A_{t,req} =$	231.2 mm ² /m	Nutná plocha výztuže pro zachycení příčných sil od podélného smykového toku (dle 6.21)
$h_f =$	0.09 m	Výška příruby (pro kontrolu drcení betonu)
$\Delta x =$	1.0 m	
$v_{a-a} =$	1.19 MPa	Velikost smykového napětí mezi přírubou na šířce b_L (resp. b_R) a nosníkem v řezu a-a
$v_{Rd,c} =$	4.22 MPa	Smyková únosnost dle (6.22) $0.6 * (1 - f_{ck} / 250) * f_{cd} * \sin \Theta_f * \cos \Theta_f$
$v_{a-a} =$	1.19 <	$v_{Rd,c} = 4.22$...Vyhoví



Síla $F_{t,Ed} = 100,5 \text{ kN/m}$ vychází z plastického působení v **mezním stavu únosnosti**. Při ručním výpočtu je nutné ji přičíst k vnitřním silám v desce od příčného ohybu pro posouzení výztuže desky nad hlavními nosníky (výztuž rovnoměrně rozdělena pod délce hlavního nosníku). Při **použití deskostěnového modelu** je toto **namáhání již zahrnuto ve vnitřních normálových silách deskostěny**.

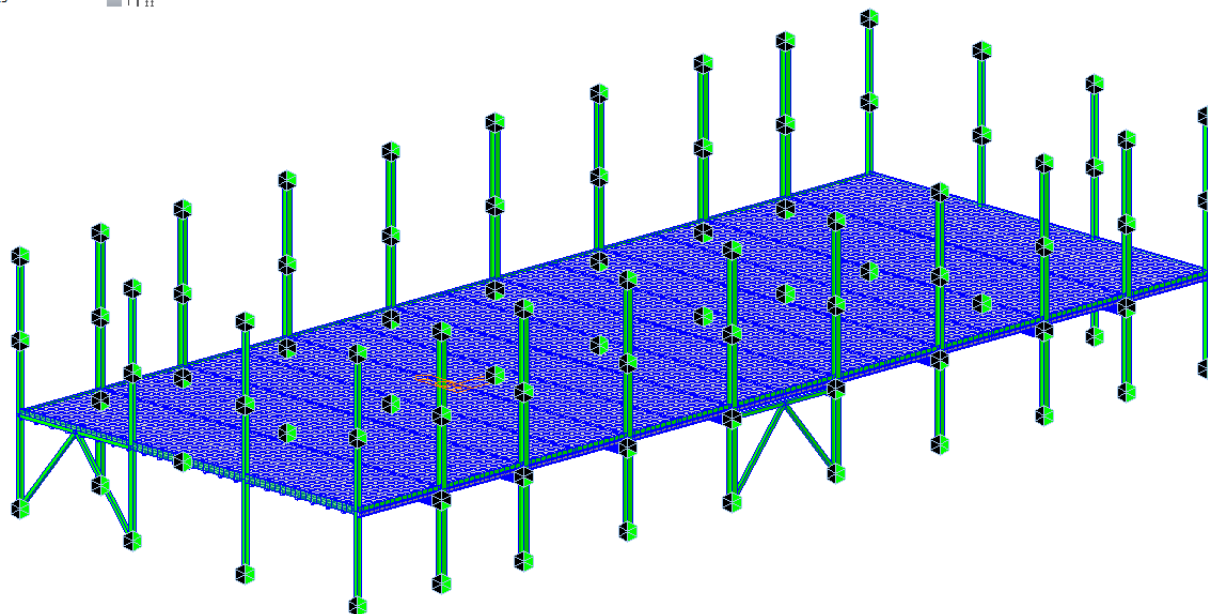
V mezních stavech použitelnosti se vychází z předpokladu rozdělení smykového toku mezi přírubou a stěnou hlavního nosníku dle pružnosti. Maximální hodnota v_{LEK} je na koncích hlavních nosníků. Získaná je z výpočtu únosnosti trnů v MSP = hodnota 15kN/m. Na základě tohoto smykového toku je stanovena přídatná tahová síla ve výztuži nad hlavními nosníky $F_{t,Ek} = 7,5 \text{ kN/m}$. Tato síla působí pouze na okrajích desky, směrem do pole se snižuje a lze ji v posudcích MSP zanedbat.

KONEC ČÁSTI ANALYTICKÉHO ŘEŠENÍ HLAVNÍHO NOSNÍKU.

8. GLOBÁLNÍ MODEL STROPU

8.1. Numerický lineárně pružný model MKP

Geometrie (nadvýšení v modelu bylo modelováno reálnou hodnotou vyrovnání průhybu od vlastní tíhy a od tíhy mokrého betonu s trapézovým plechem)



Fáze výstavby

Construction Stage : 8
Osazení nosníku [1 day(s)]
Trapézák [1 day(s)]
Suchý beton [1 day(s)]
Mokrý beton [1 day(s)]
Vznik Compos Beam [1 day(s)]
Ostatní stálé [14 day(s)]
Uvedení do provozu [72 day(s)]
50 let [18159 day(s)]

Průřezy

Hlavní stropní nosník

Name	IPE600	<input type="radio"/> User <input checked="" type="radio"/> DB	LINI
	Sect. Name	IPE600	
	<input type="checkbox"/> Built-Up Section		
	Get Data from Single Angle		
	DB Name	AISC10(US)	
	Sect. Name		
	H	0.6	m
	B1	0.22	m
	tw	0.012	m
	tf1	0.019	m
	B2	0	m
	tf2	0	m
	r1	0.024	m
	r2	0	m

Deska

☒ In-plane & Out-of-plane 0.085 m

☐ In-plane 0 m

Out-of-plane 0 m

☐ Plate Offset

☒ Thickness Ratio

Local z 0

☐ Value

Local z 0 m

Offset Distance

Žebro desky

Name Žebro desky ☒ Built-Up Section

Section Properties

Area	2.49090e-002	m²
Asy	1.92551e-002	m²
Asz	2.02800e-002	m²
Ixx	7.44356e-005	m⁴
Iyy	8.09338e-005	m⁴
Izz	3.62973e-005	m⁴
Cyp	0.0850	m
Cym	0.0850	m
Czp	0.0883	m
Czm	0.1167	m
Qyb	0.0048	m³
Qzb	0.0021	m³
Peri.O	6.85881e-001	m
Peri.I	0.00000e+000	m
Cent.y	0.0850	m
Cent.z	0.1167	m
y1	-0.0850	m

☐ FEM ☒ Equation ☒ Consider Shear Deformation. ☐ Consider Warping Effect(7th DOF)

Okrajové podmínky

Sloupy jsou uloženy kloubově. V místě uložení IPE 600 na sloup je modelován kloubový přípoj s podporou bránící svislému posunu pro snadnější stanovení přesného nadvýšení. Mezipatra byla modelována pevnou podporou ve směru x a y.

Reologické vlastnosti betonu

Name : C30/37_sprahující Code : European

European

Characteristic compressive cylinder strength of concrete at the age of 28 days (f_{ck}) : 30000 kN/m²

Relative Humidity of ambient environment (40 - 99) : 80 %

Notional size of member : 0.085 m

$h = 2 * A_c / u$ (A_c : Section Area, u : Perimeter in contact with atmosphere)

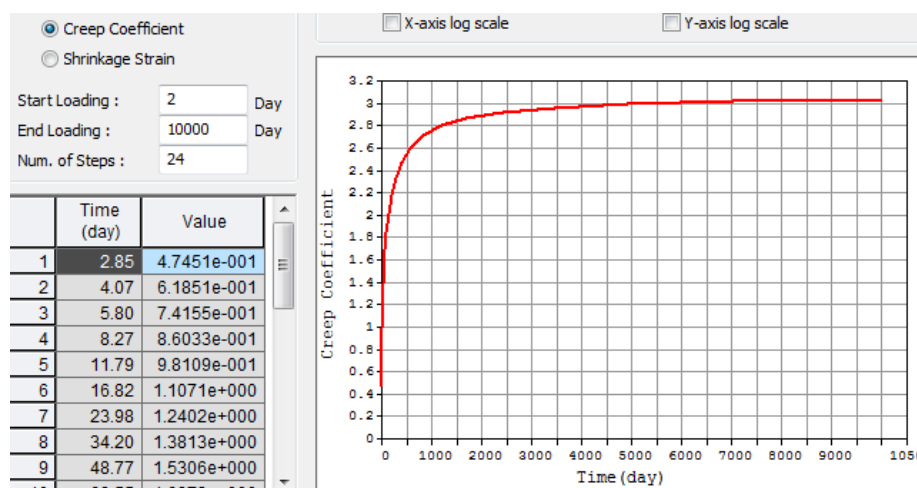
Type of cement

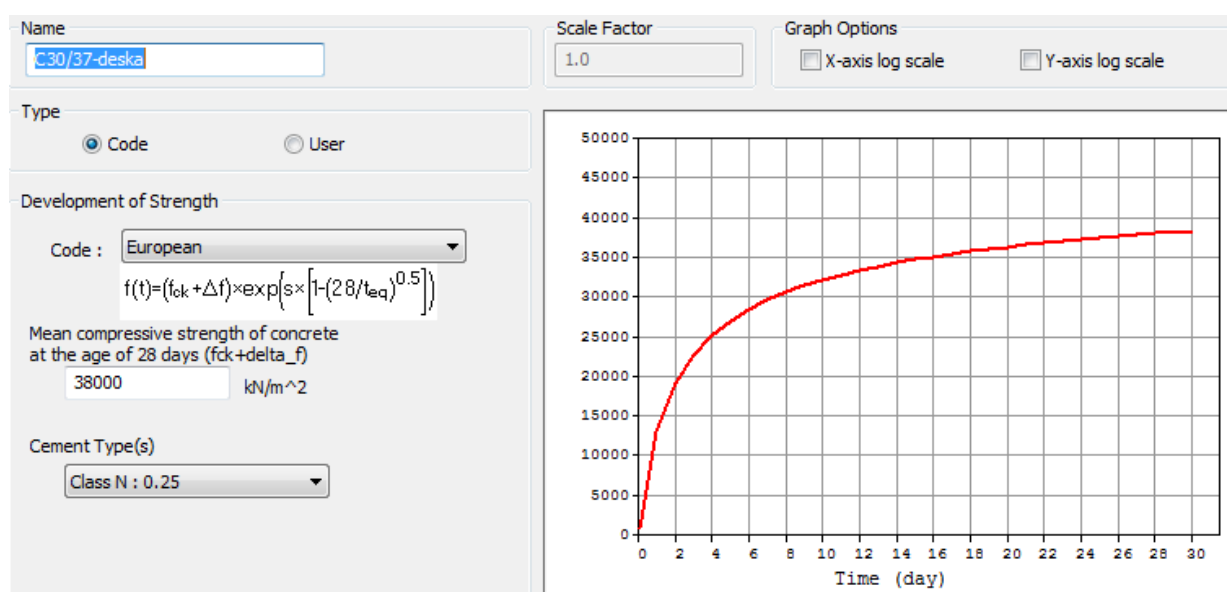
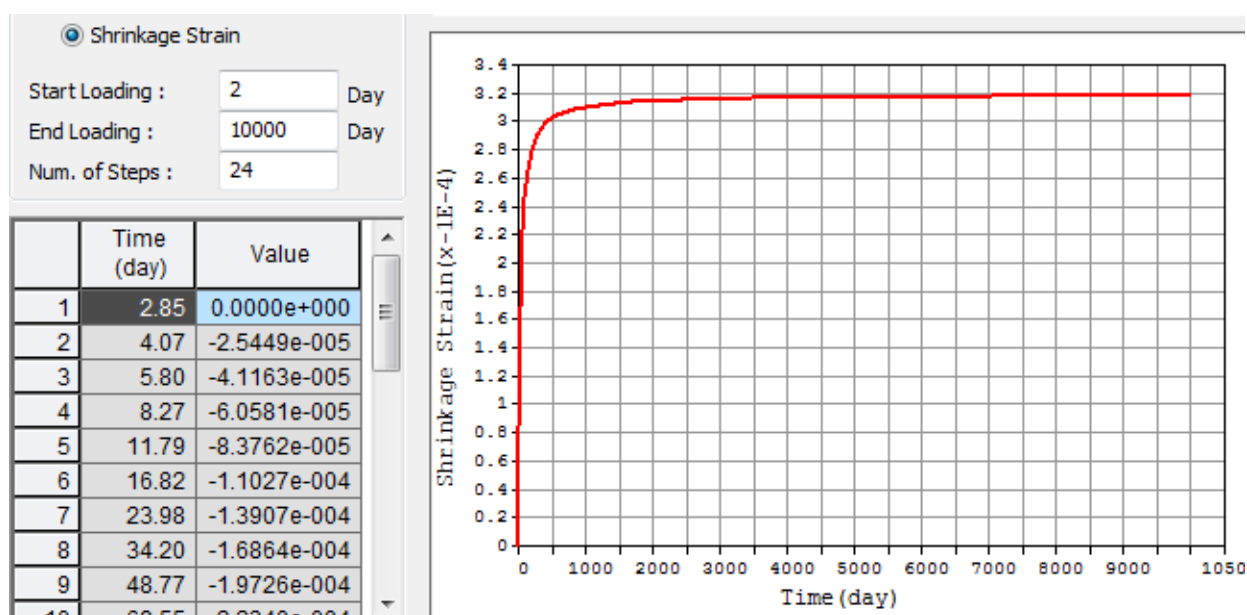
☐ Class S ☒ Class N ☐ Class R

Type of code

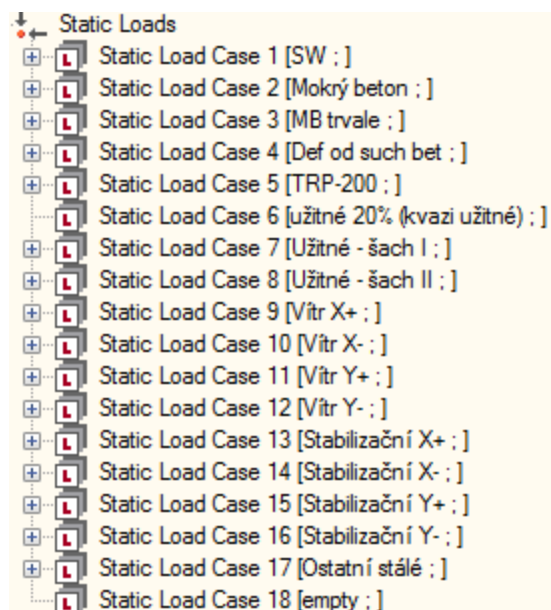
☒ EN 1992-1 (General Structure) ☐ EN 1992-2 (Concrete Bridge) ☐ Use of silica-fume

Age of concrete at the beginning of shrinkage : 3 day





8.2. Zatížení



Ostatní stálé: 0,15kN/m²

Užitné: 2,5 kN/m²

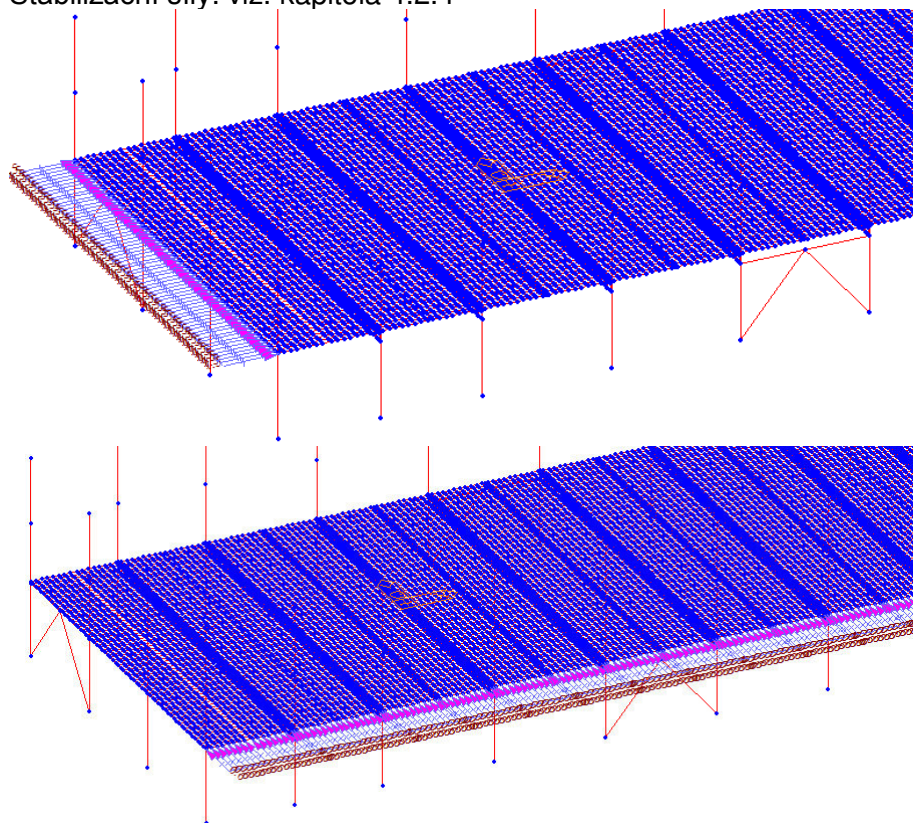
- užitné plné

- šachy: – šach I – užitné v polích 1, 3, 5, 7, 9
 – šach II – užitné v polích 2, 4, 6, 8

Síly zadávané střídavě na obvodové ocelové lemovací profily desky.

Vitr: viz. kapitola 4.2.3

Stabilizační síly: viz. kapitola 4.2.4



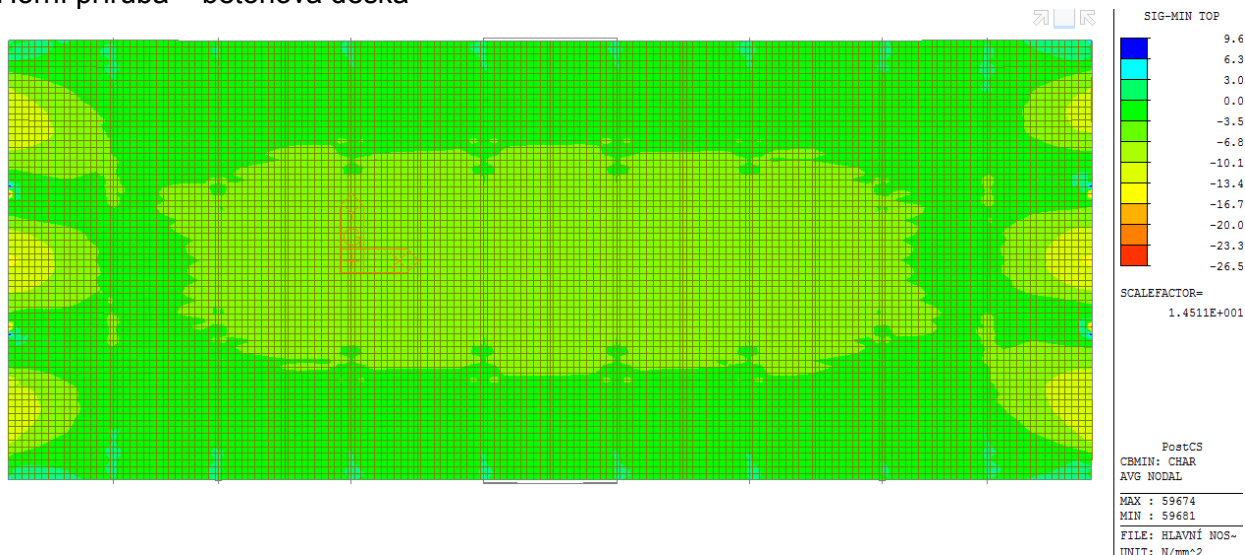
8.3. Výsledky numerické analýzy

8.3.1. MSP

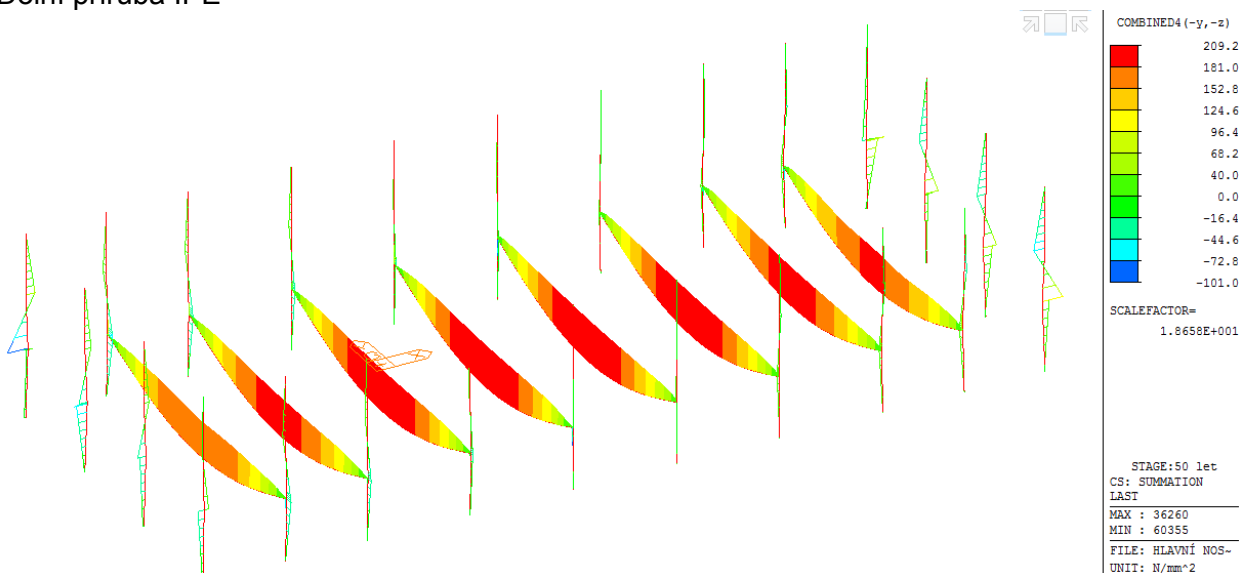
8.3.1.1. Hlavní nosník

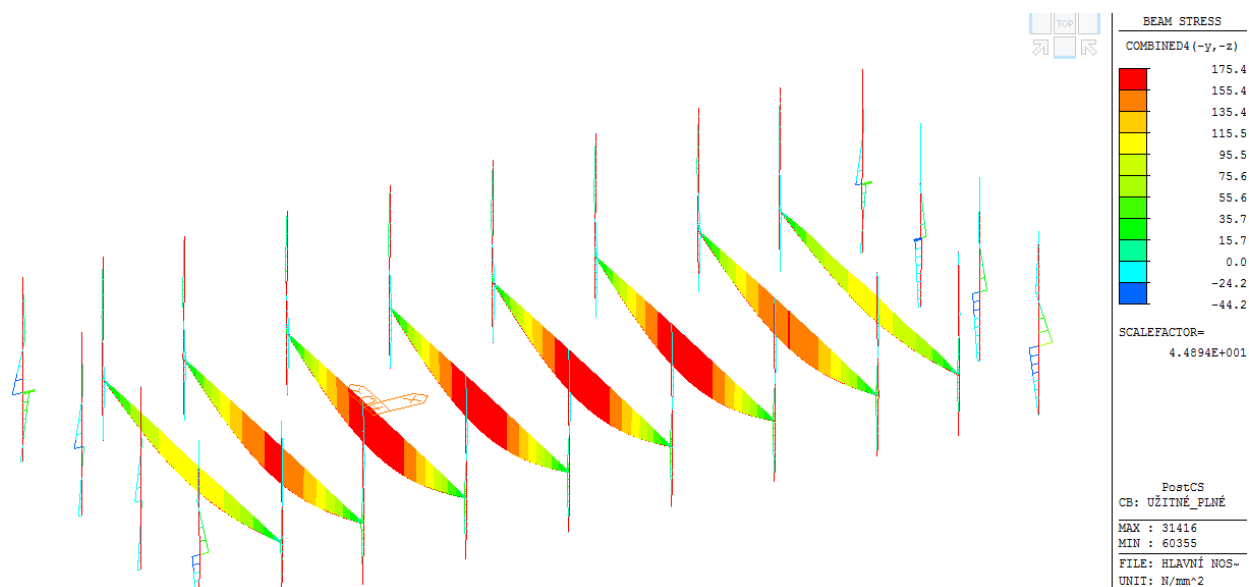
Omezení napětí

Charakteristická kombinace
Horní příruba – betonová deska



Kombinace SUMMATION_v čase t_{ziv} (50 let)
Dolní příruba IPE



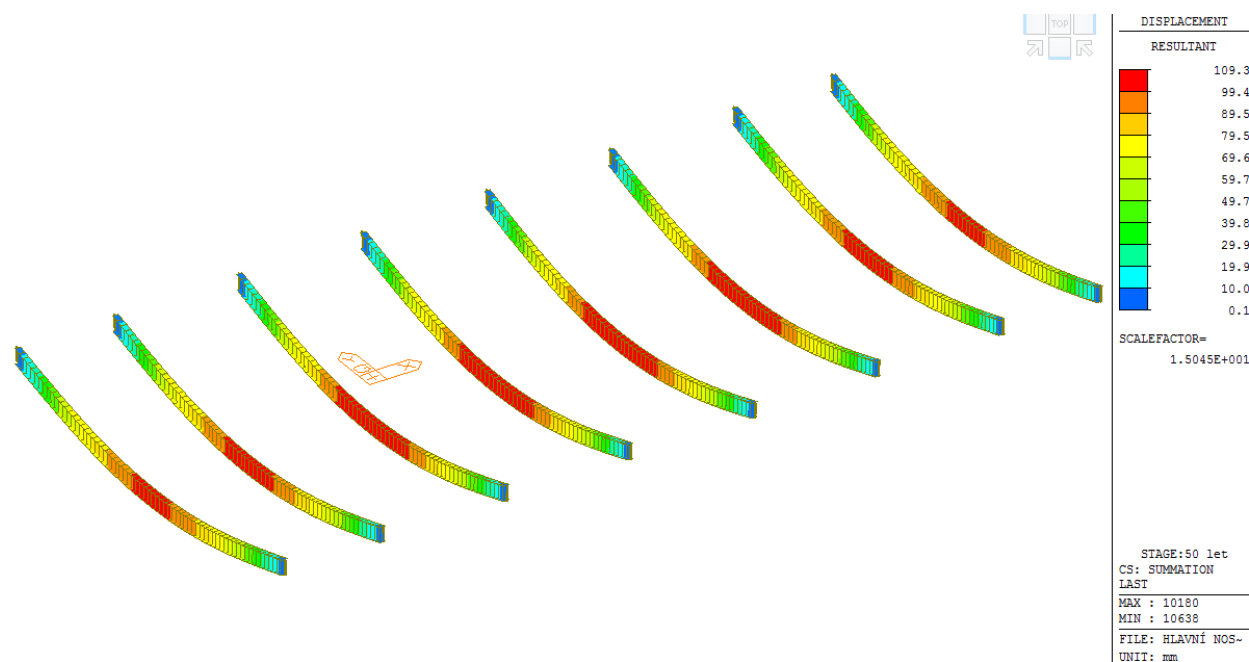


Součet účinků SUMMATION a užité plné

Hlavní napětí v dolních vláknech $\sigma_{\text{eff}} = 209 + 175 = 384 \text{ MPa} > 355 \text{ MPa}$. Dolní příruba IPE bude v charakteristické kombinaci mírně plastizovat v hlavním tahu. Podle analytického výpočtu vychází normálová napětí v dolní přírubě IPE 600 maximálně 328 MPa (s povoleným zanedbáním smykového napětí). $\sigma_x = 328 \text{ MPa} < 355 \text{ MPa}$. **Nosník vyhovuje.**

Omezení průhybů hlavních nosníků

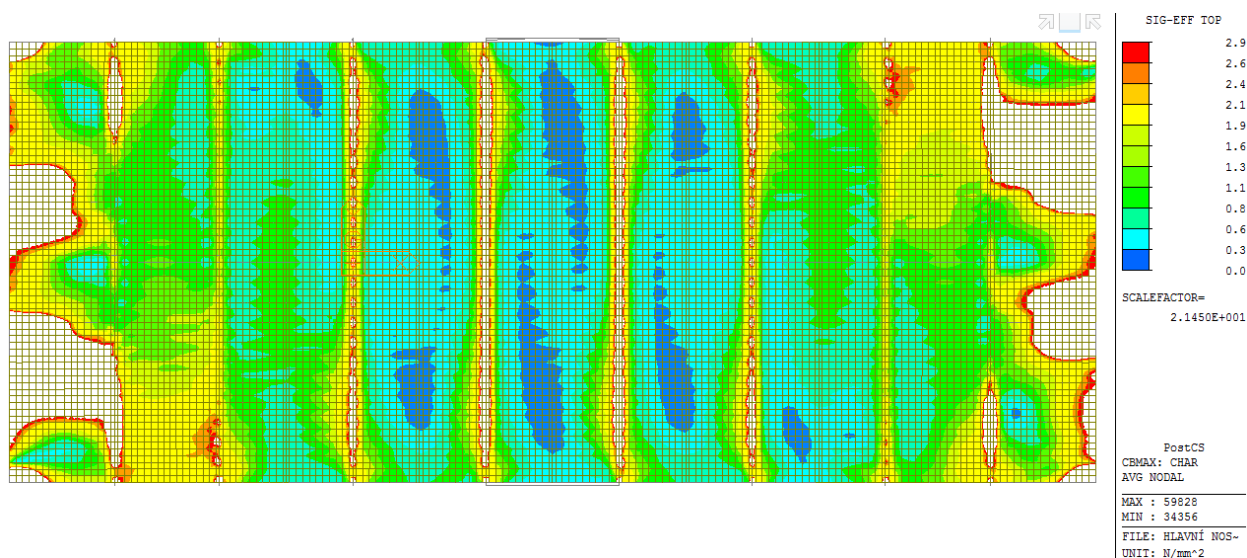
Průhyb hlavního nosníku v čase 50 let (výsledky bez nadvýšení)
Charakteristická kombinace



8.3.1.2. ŽB stropní deska

Omezení napětí

Charakteristická kombinace
Hlavní napětí v desce

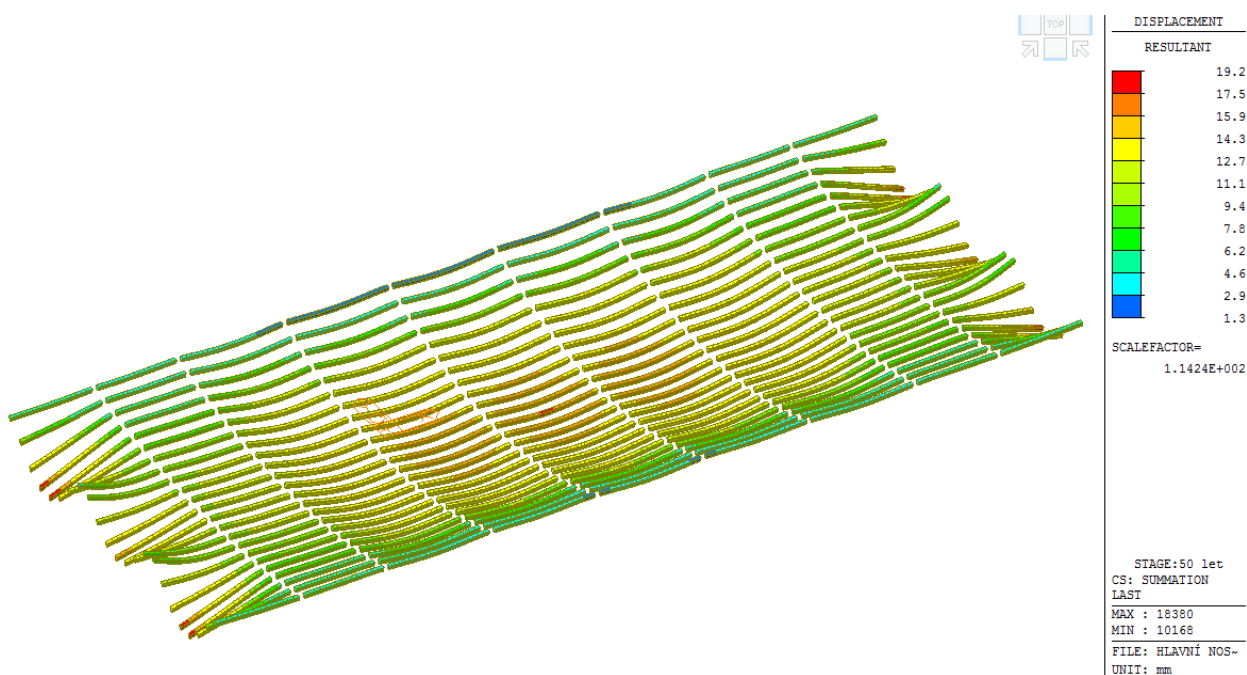


Deska vyhovuje na omezení napětí.

Trhliny se očekávají v oblastech nevyplněných izopásmy.

Omezení průhybů desky

Průhyb žebér desky v čase 50 let (výsledky bez nadvýšení)
Charakteristická kombinace



8.4. Železobetonová stropní deska – posouzení v příčném směru

8.4.1. MSÚ

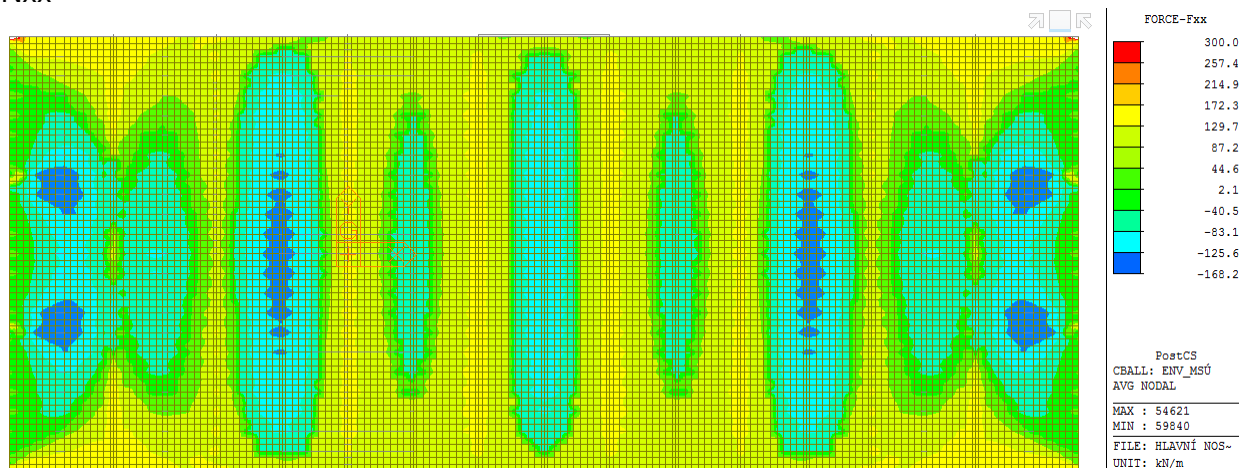
Deska nad hlavním nosníkem

Pro posouzení železobetonového průřezu desky v MSÚ je na stranu bezpečnou uvažováno, že trapézový plech nese vlastní tíhu desky.

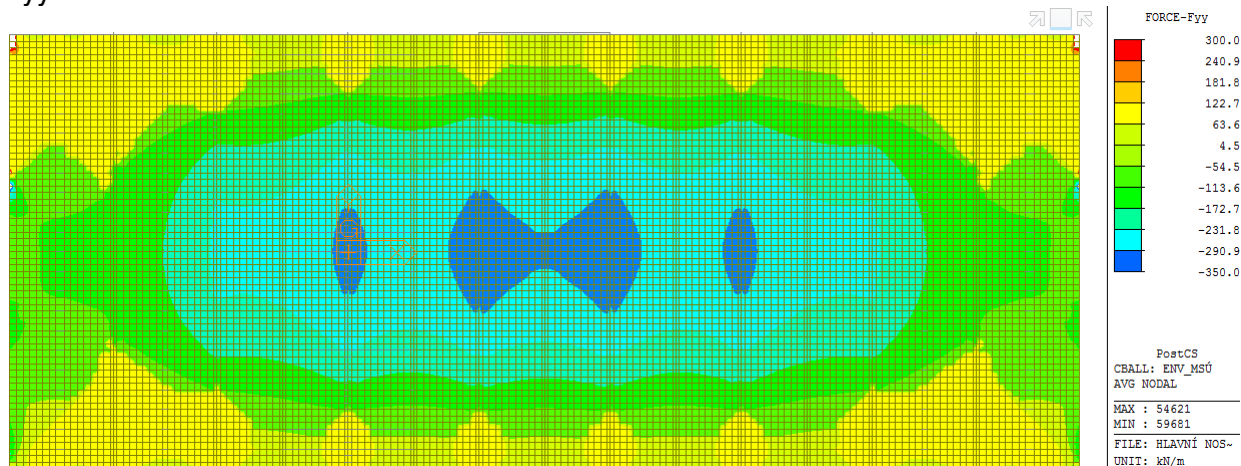
8.4.1.1. Ohyb

Vnitřní síly

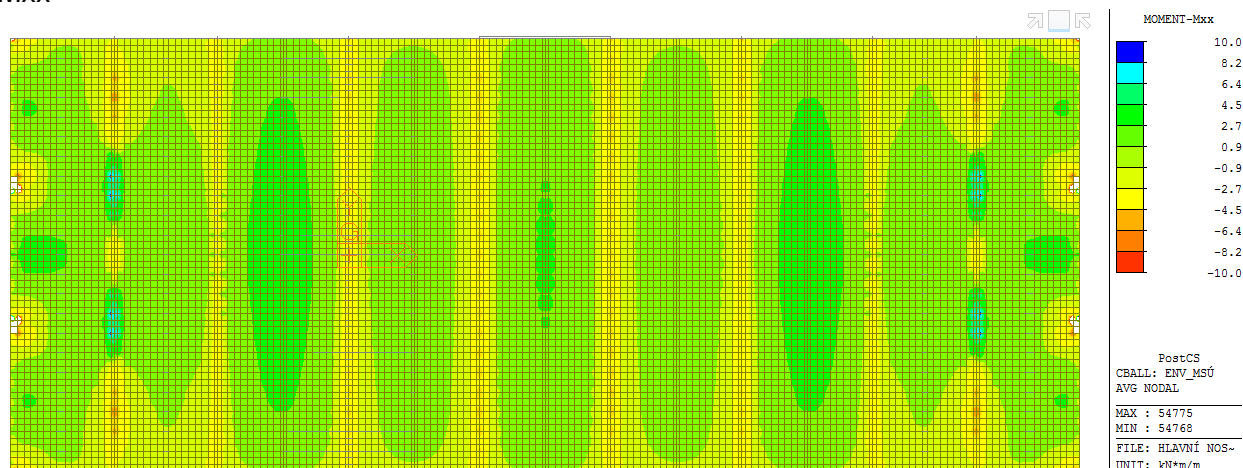
Nxx



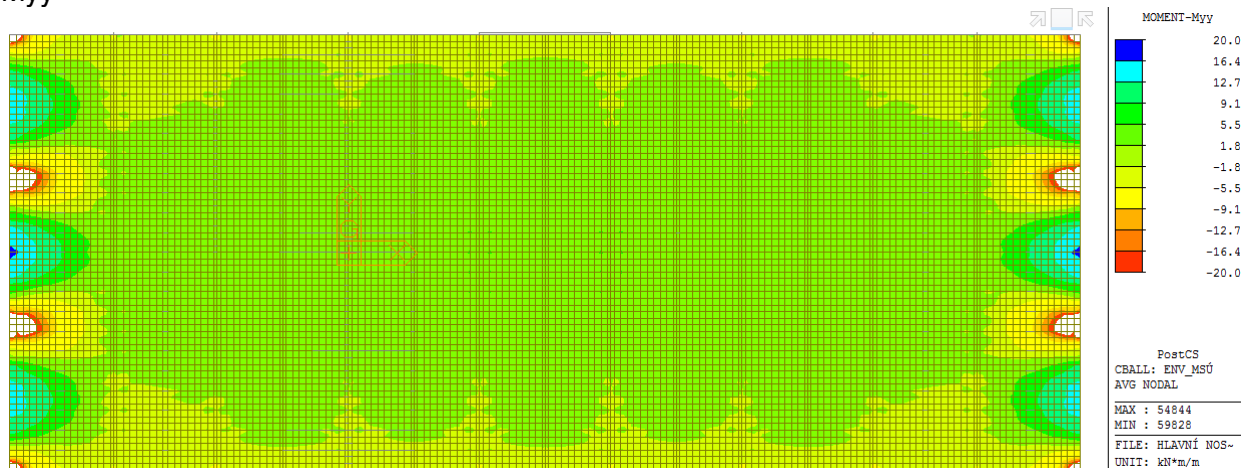
Nyy



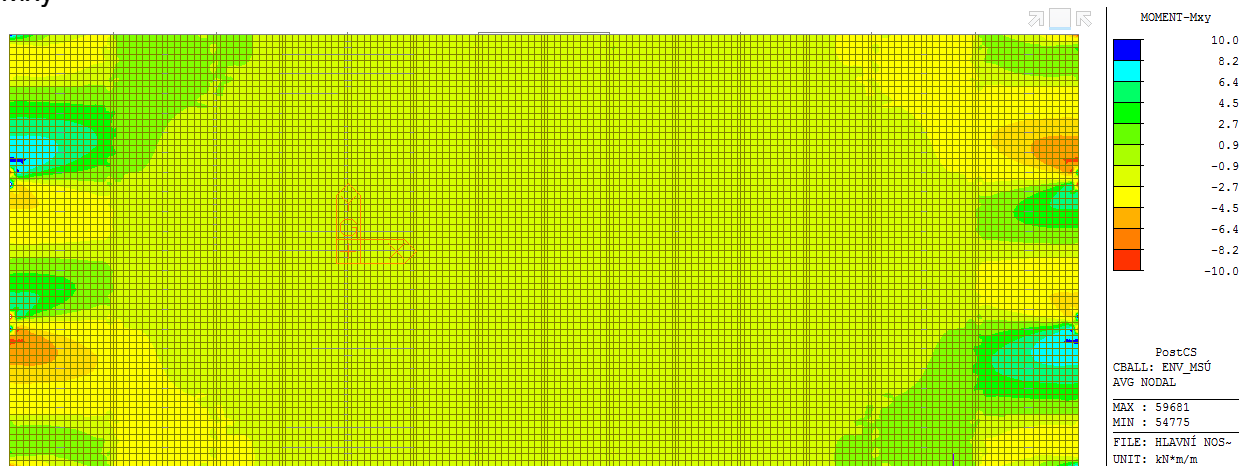
Mxx



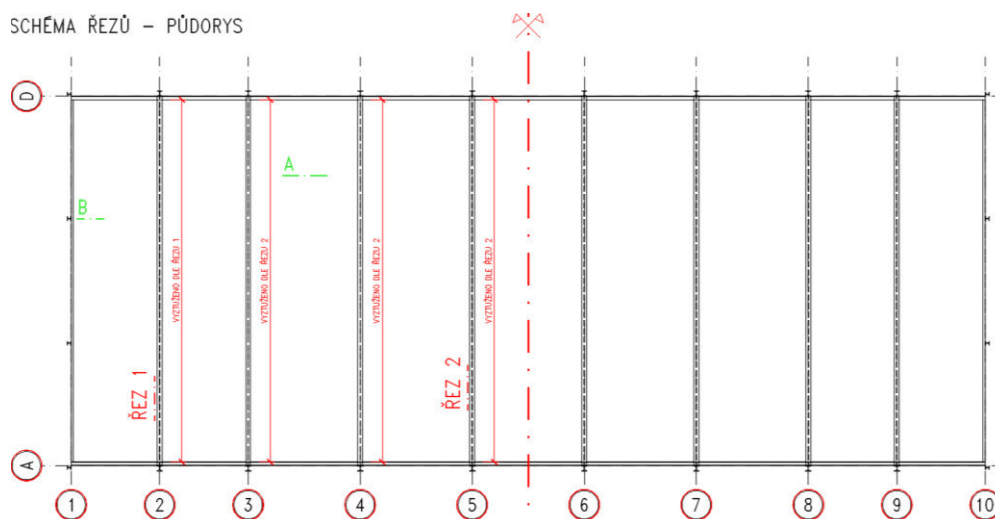
Myy



Mxy



SCHEMA ŘEZŮ - PŮDORYS



Pozn. Řez B je posouzen v části nelineární analýza.

Vnitřní síly MSÚ

Internal plate force: Avg. Nodal, extremes, MSÚ on elements: 58429 58445 58461 58477

Section: 1

Local: xx Global: x

cut on the elements	section length [m]	$n_{xx,D,min}$ [kN/m]	$n_{xx,D,max}$ [kN/m]	$v_{xx,D,min}$ [kN/m]	$v_{xx,D,max}$ [kN/m]	$m_{xx,min}$ [kNm/m]	$m_{xx,max}$ [kNm/m]	m_{xy} [kNm/m]	$m_{x,D}^{TOP}$ [kNm/m]	$m_{x,D}^{BOT}$ [kNm/m]
58429	0.25		110	-54		-5		-2.5	7.5	2.5
58445	0.25		139	-54		-7		-2.6	9.6	2.6
58461	0.25		139	-52		-7		-2.6	9.6	2.6
58477	0.25		124	-52		-5.2		-2.5	7.7	2.5
design	1.000	0.0	128.0	-53.0	0.0	-6.1	0.0	-2.6	8.6	2.6

Internal plate force: Avg. Nodal, extremes, MSÚ on elements: 35312 35334 35356 35378

Section: 2

Local: xx Global: x

cut on the elements	section length [m]	$n_{xx,D,min}$ [kN/m]	$n_{xx,D,max}$ [kN/m]	$v_{xx,D,min}$ [kN/m]	$v_{xx,D,max}$ [kN/m]	$m_{xx,min}$ [kNm/m]	$m_{xx,max}$ [kNm/m]	m_{xy} [kNm/m]	$m_{x,D}^{TOP}$ [kNm/m]	$m_{x,D}^{BOT}$ [kNm/m]
35312	0.25		165	35.1		-4.4		0.8	5.2	0.8
35334	0.25		127	35.4		-3.7		0.8	4.5	0.8
35356	0.25		166	35.4		-4.6		0.8	5.4	0.8
35378	0.25		166	35.3		-4.6		0.8	5.4	0.8
design	1.000	0.0	156.0	35.3	0.0	-4.3	0.0	0.8	5.1	0.8

ELASTIC ANALYSIS

Internal plate force: Avg. Nodal, extremes, MSÚ on elements: 34904 34905 39731 39732

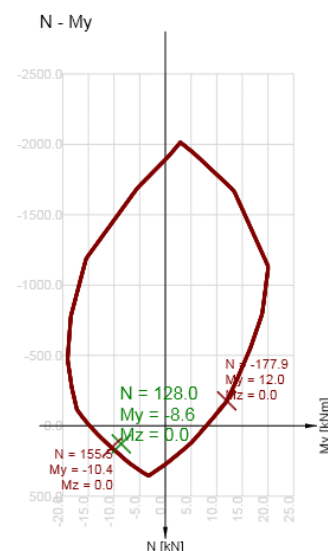
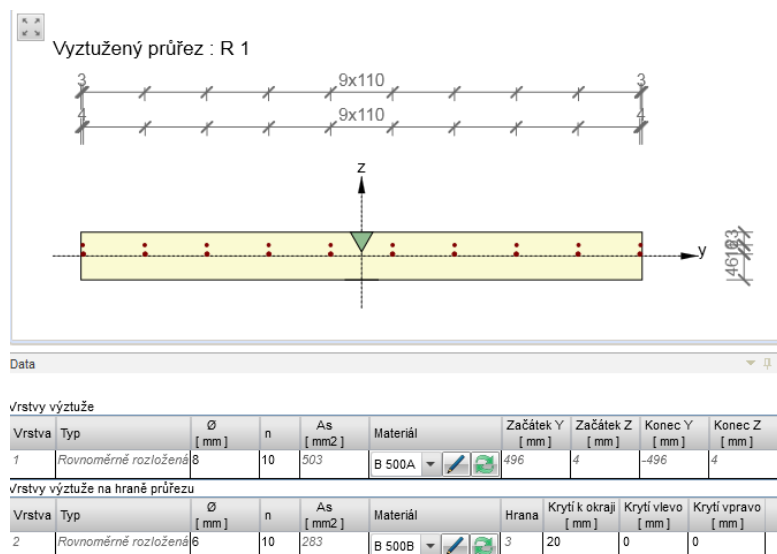
Section: A

Local: yy Global: y

cut on the elements	section length [m]	$n_{yy,D,min}$ [kN/m]	$n_{yy,D,max}$ [kN/m]	$v_{yy,D,min}$ [kN/m]	$v_{yy,D,max}$ [kN/m]	$m_{yy,min}$ [kNm/m]	$m_{yy,max}$ [kNm/m]	m_{xy} [kNm/m]	$m_{y,D}^{TOP}$ [kNm/m]	$m_{y,D}^{BOT}$ [kNm/m]
34904	0.25		65				5.2	0	0.0	5.2
34905	0.25		65				5.2	0	0.0	5.2
39731	0.25		64.6				5.2	0	0.0	5.2
39732	0.25		65.3				5.2	0	0.0	5.2
design	1.000	0.0	65.0	0.0	0.0	0.0	5.2	0.0	0.0	5.2

Dimenzování stropní desky_oheb + normálová síla

ŘEZ 1

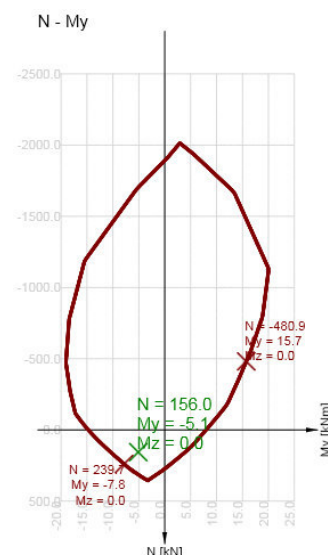
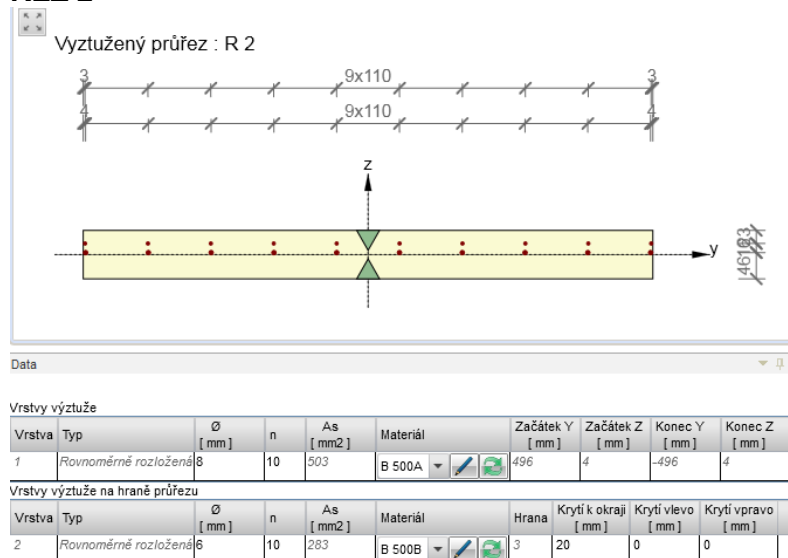


Únosnost N-M-M

Výsledky prezentovány pro kombinaci : Základní MSÚ

N_{Ed} [kN]	$M_{Ed,y}$ [kNm]	$M_{Ed,z}$ [kNm]	Typ	Hodnota [%]	Mez [%]	Posudek
128.0	-8.6	0.0	Nu-Mu-Mu	82.3	100.0	OK

ŘEZ 2



Únosnost N-M-M

Výsledky prezentovány pro kombinaci : Základní MSÚ

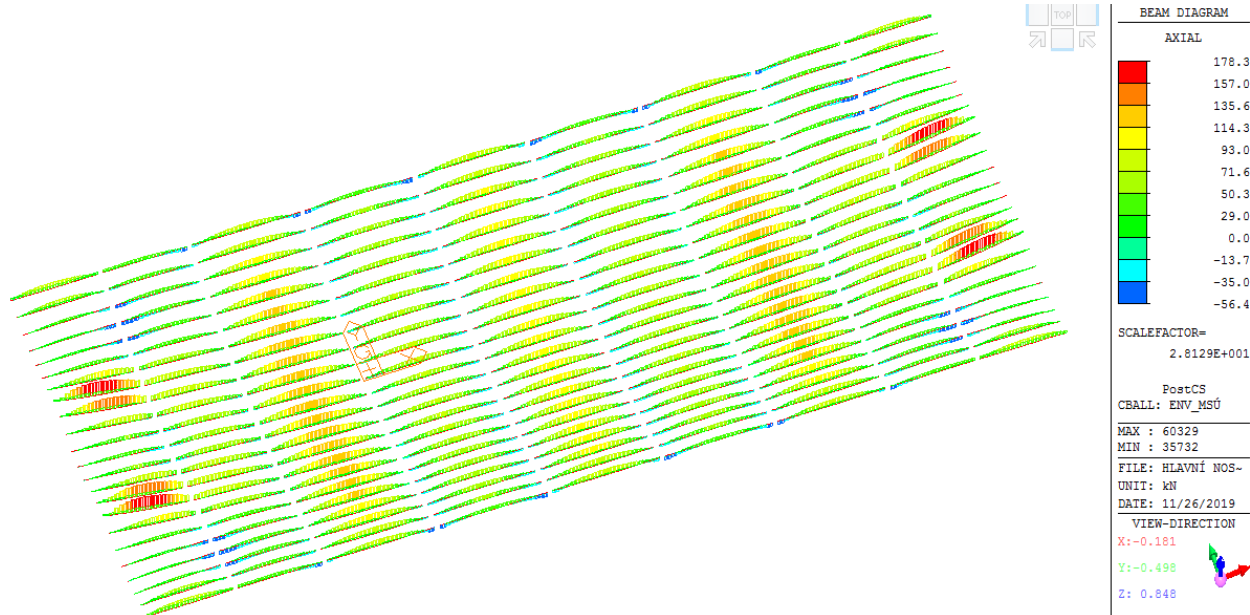
N_{Ed} [kN]	$M_{Ed,y}$ [kNm]	$M_{Ed,z}$ [kNm]	Typ	Hodnota [%]	Mez [%]	Posudek
156.0	-5.1	0.0	Nu-Mu-Mu	65.1	100.0	OK

Deskový trám (žebro desky)

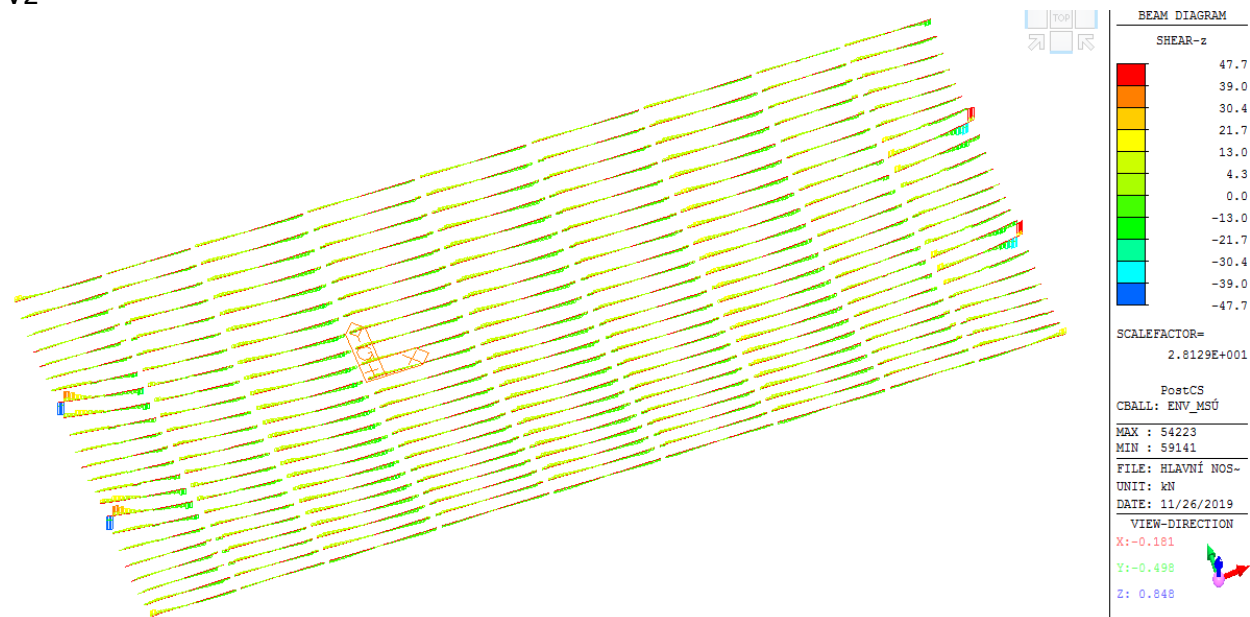
(vnitřní síly v desce průřezová část č.2 viz. výše)

Vnitřní síly

Fx



Vz



My

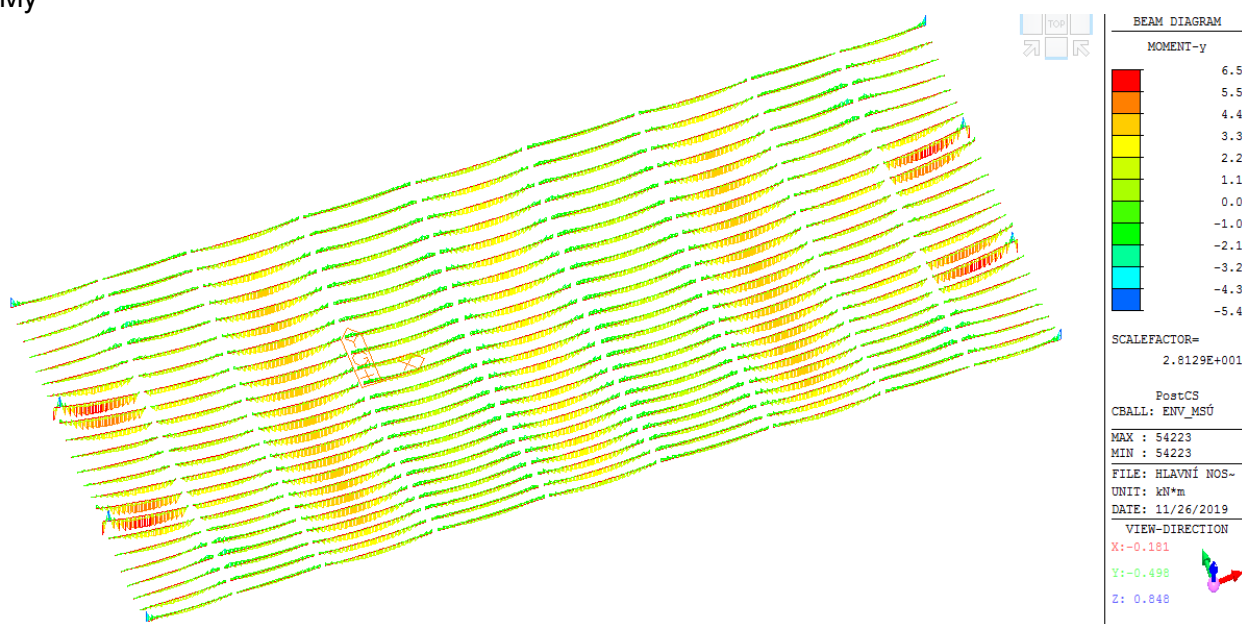
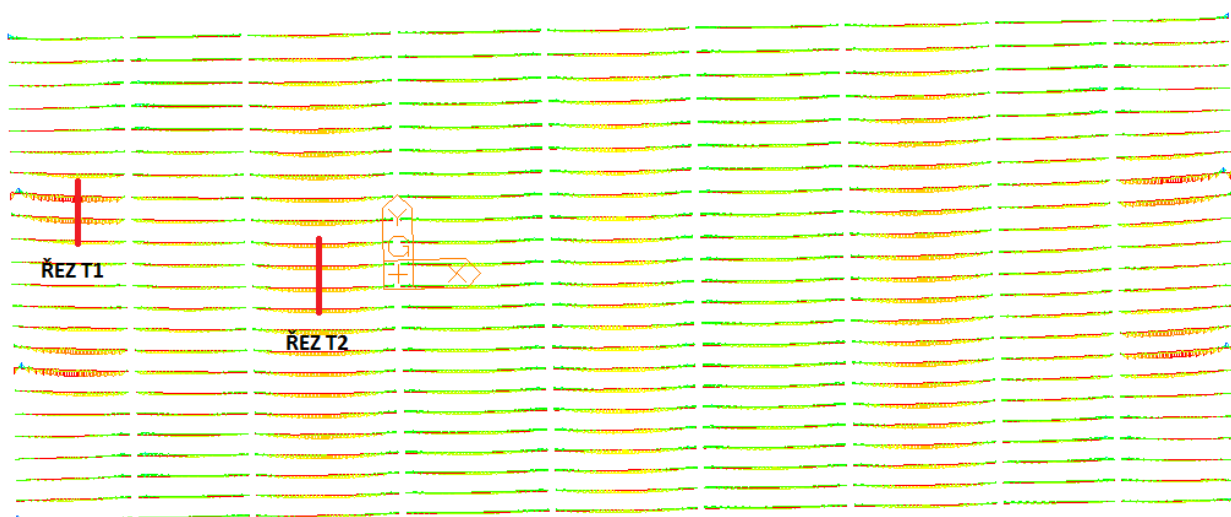


SCHÉMA ŘEZŮ ŽEBRY
(kontury odpovídají maximálnímu ohybovému namáhání)



Vnitřní síly na T-průřezu

ŘEZ T1

FÁZE:

životnost

Efektivní šířka deskového trámu

0.75 m

Vzdálenost těžiště průřezu od horní hrany desky [m]

1 2 1+2
0.1730 0.0425 0.0790 m

Průřez Elementy pro integraci vnitřních sil

1 60260
2 60032 60033 60034

ŘEZ T2

FÁZE:

životnost

Efektivní šířka deskového trámu

0.75 m

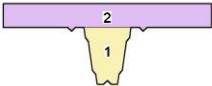
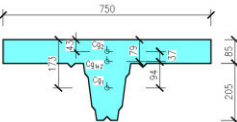
Vzdálenost těžiště průřezu od horní hrany desky [m]

1 2 1+2
0.1730 0.0425 0.0790 m

Průřez Elementy pro integraci vnitřních sil

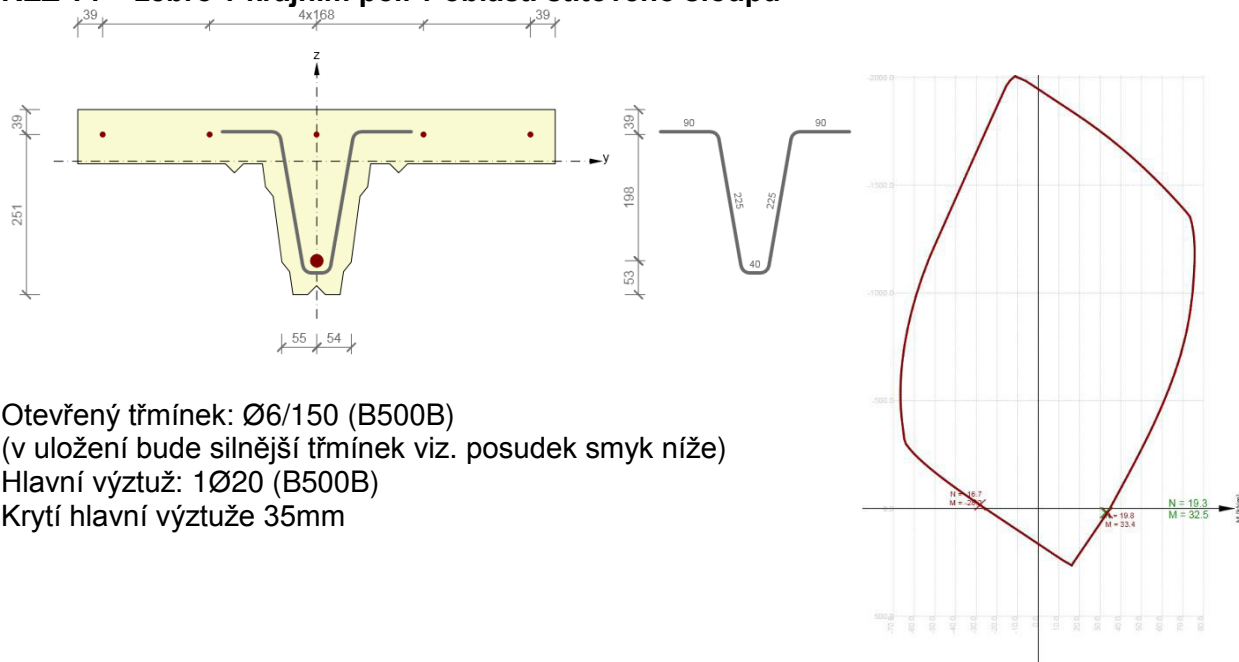
1 26802
2 30104 30126 30148

OBÁLKA KOMBINACÍ	PRŮŘEZY		GEOMETRIE			
MSÚ	Vnitřní síly v desce					
	Průřez	nxx [kN/m]	vxx [kN/m]	mxx [kNm/m]	mxy [kNm/m]	integrovaný dimenzační mxxD [kNm]
	2	-156.9	5.0	2.3	4.0	4.7
	Vnitřní síly na prutu					
	Průřez	Nx [kN]	Vz [kN]		Mx [kNm]	My [kNm]
	1	176.2	21.6		-2.3	5.6
CHAR	Vnitřní síly na T-průřezu					
	Průřez	Nx [kN]	Vz [kN]		Mx [kNm]	My [kNm]
	1 + 2	19.3	26.6		1.6	32.5
	Vnitřní síly v desce					
	Průřez	nxx [kN/m]	vxx [kN/m]	mxx [kNm/m]	mxy [kNm/m]	integrovaný dimenzační mxxD [kNm]
	2	-112.0		1.6	2.8	3.3
KVAZI	Vnitřní síly na prutu					
	Průřez	Nx [kN]	Vz [kN]		Mx [kNm]	My [kNm]
	1	126.7			-1.7	4.0
	Vnitřní síly na T-průřezu					
	Průřez	Nx [kN]	Vz [kN]		Mx [kNm]	My [kNm]
	1 + 2	14.7	0.0		1.2	23.3

OBÁLKA KOMBINACÍ	PRŮŘEZY		GEOMETRIE			
						
MSÚ	Vnitřní síly v desce					
	Průřez	nxx [kN/m]	vxx [kN/m]	mxx [kNm/m]	mxy [kNm/m]	integrovaný dimenzační mxxD [kNm]
	2	-135.0	5.0	3.6	0.0	2.7
	Vnitřní síly na prutu					
	Průřez	Nx [kN]	Vz [kN]		Mx [kNm]	My [kNm]
	1	110.0	21.6		0.0	3.4
CHAR	Vnitřní síly na T-průřezu					
	Průřez	Nx [kN]	Vz [kN]		Mx [kNm]	My [kNm]
	1 + 2	-25.0	26.6		0.0	21.4
	Vnitřní síly v desce					
	Průřez	nxx [kN/m]	vxx [kN/m]	mxx [kNm/m]	mxy [kNm/m]	integrovaný dimenzační mxxD [kNm]
	2	-92.8		2.5	0.0	1.9
KVAZI	Vnitřní síly na prutu					
	Průřez	Nx [kN]	Vz [kN]		Mx [kNm]	My [kNm]
	1	92.7			0.0	2.8
	Vnitřní síly na T-průřezu					
	Průřez	Nx [kN]	Vz [kN]		Mx [kNm]	My [kNm]
	1 + 2	-0.1	0.0		0.0	16.8

Dimenzování žebra desky

ŘEZ T1 – žebro v krajním poli v oblasti štítového sloupu



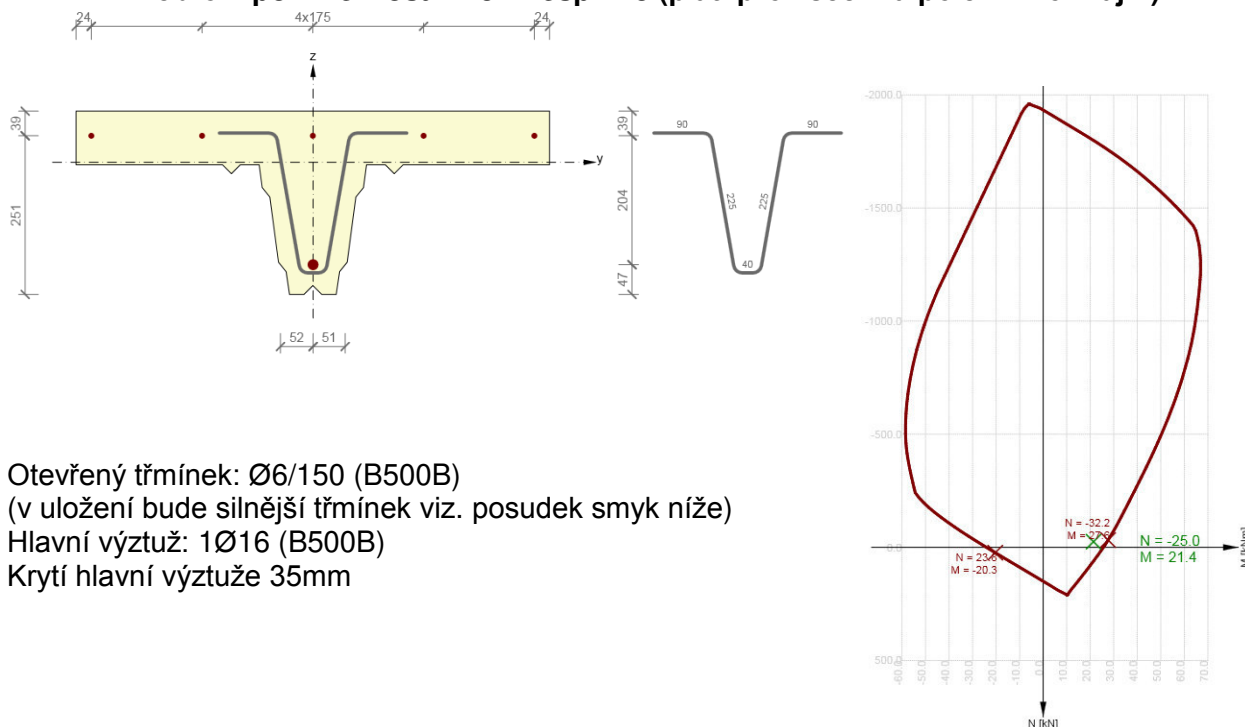
Otevřený třmínek: Ø6/150 (B500B)
(v uložení bude silnější třmínek viz. posudek smyk níže)
Hlavní výztuž: 1Ø20 (B500B)
Krytí hlavní výztuže 35mm

Únosnost N-M-M

Výsledky prezentovány pro kombinaci : Základní MSÚ

N_{Ed} [kN]	$M_{Ed,y}$ [kNm]	$M_{Ed,z}$ [kNm]	Typ	Hodnota [%]	Mez [%]	Posudek
19.3	32.5	0.0	Nu-Mu-Mu	92.6	100.0	OK

ŘEZ T2 – žebro v poli mezi osami 3-4 resp. 7-8 (platí pro všechna pole mimo krajní)



Otevřený třmínek: Ø6/150 (B500B)
(v uložení bude silnější třmínek viz. posudek smyk níže)
Hlavní výztuž: 1Ø16 (B500B)
Krytí hlavní výztuže 35mm

Únosnost N-M-M

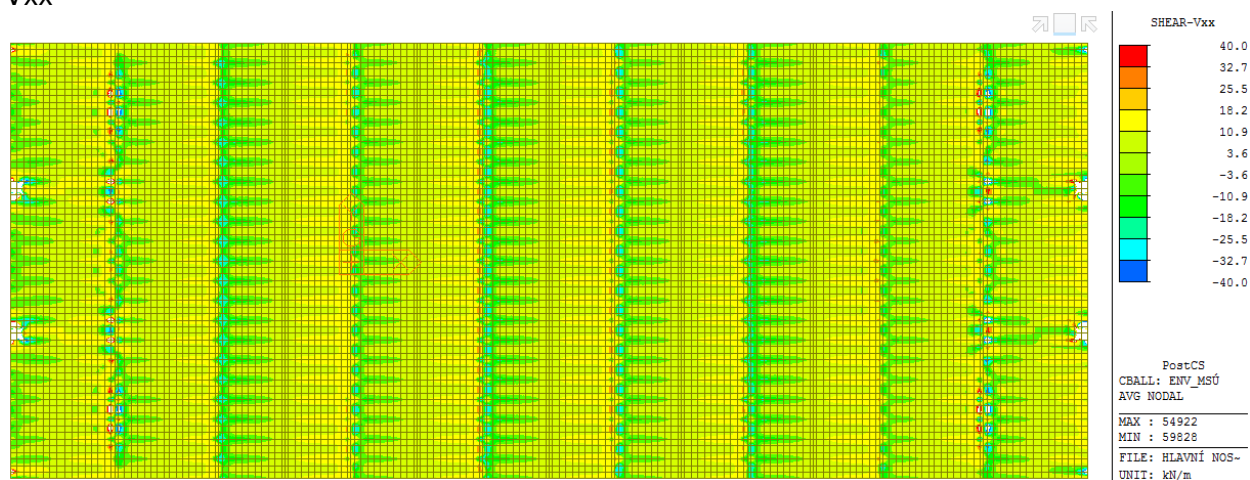
Výsledky prezentovány pro kombinaci : Základní MSÚ

N_{Ed} [kN]	$M_{Ed,y}$ [kNm]	$M_{Ed,z}$ [kNm]	Typ	Hodnota [%]	Mez [%]	Posudek
-25.0	21.4	0.0	Nu-Mu-Mu	77.6	100.0	OK

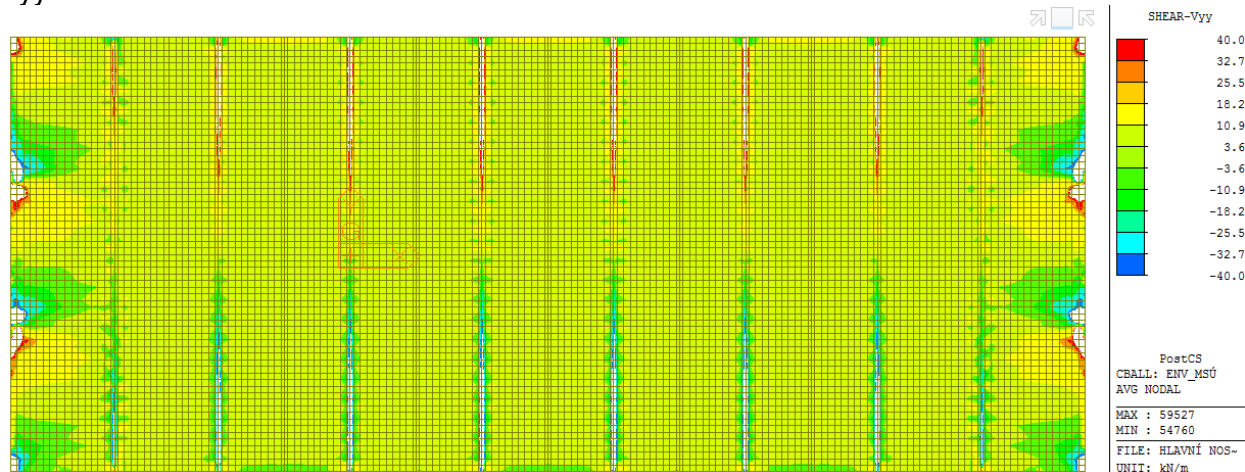
8.4.1.2. Smyk

Vnitřní síly

Vxx



Vyy



Dimenzování desky – smyk

ŘEZ 1

Smyk

Výsledky prezentovány pro kombinaci : Základní MSÚ

V_{Ed} [kN]	N_{Ed} [kN]	V_{Rd} [kN]	Posudek zóny	Článek	Hodnota [%]	Mez [%]	Posudek
53.0	128.0	33.1	bez redukce	6.2.2(1)	160.3	100.0	Nevyhovuje

Návrhové hodnoty posouvající síly a únosnosti ve smyku

V_{Ed} [kN]	$V_{Rd,c}$ [kN]	$V_{Rd,max}$ [kN]	$V_{Rd,r}$ [kN]	$V_{Rd,s}$ [kN]	V_{Rd} [kN]
53.0	33.1	279.4	279.5	0.0	33.1

Návrhová únosnost ve smyku prvku bez smykové výztuže $V_{Rd,c}$ nevyhovuje z důvodu nedostatečné únosnosti betonu dle 6.2.2.

=> musí být navržena smyková výztuž

ŘEZ 2

Smyk

Výsledky prezentovány pro kombinaci : Základní MSÚ

V_{Ed} [kN]	N_{Ed} [kN]	V_{Rd} [kN]	Posudek zóny	Článek	Hodnota [%]	Mez [%]	Posudek
35.3	156.0	30.6	bez redukce	6.2.2(1)	115.5	100.0	Nevyhovuje

Návrhové hodnoty posouvající síly a únosnosti ve smyku

V_{Ed} [kN]	$V_{Rd,c}$ [kN]	$V_{Rd,max}$ [kN]	$V_{Rd,r}$ [kN]	$V_{Rd,s}$ [kN]	V_{Rd} [kN]
35.3	30.6	290.8	281.6	0.0	30.6

Návrhová únosnost ve smyku prvku bez smykové výztuže $V_{Rd,c}$ nevyhovuje z důvodu nedostatečné únosnosti betonu dle 6.2.2.

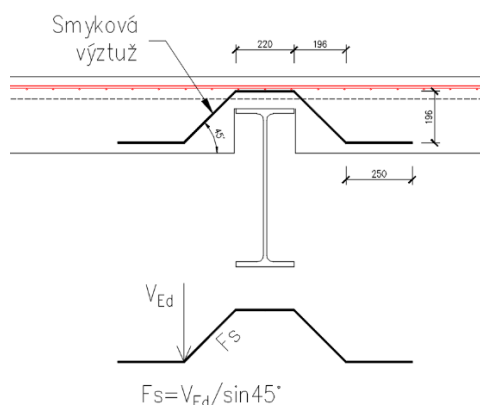
=> musí být navržena smyková výztuž

Návrh smykové výztuže: $V_{Ed} = 53 \text{ kN/m}$, V_{Ed} na žebro = $53 \cdot 0,75 = 40 \text{ kN}$ / žebro

$F_{sd} = 40 / \sin 45^\circ = 56,6 \text{ kN}$ / žebro

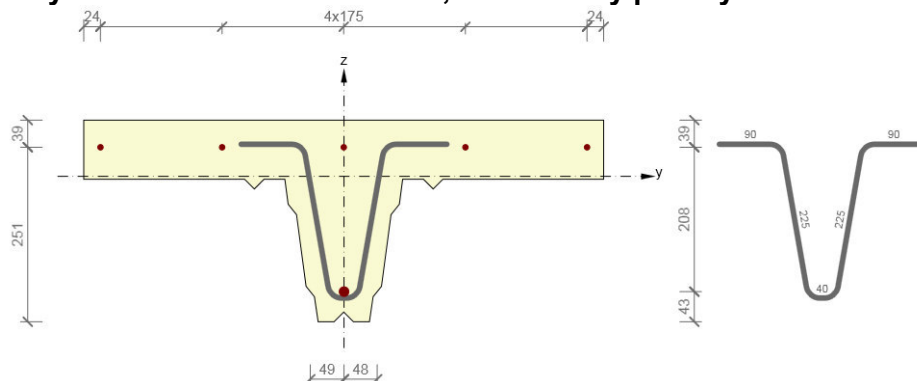
$2\emptyset B10 \dots A_{s,req} = 157 \text{ mm}^2$, $F_{Rd} = 500/1,15 \cdot 157 = 68,2 \text{ kN} > F_{sd} = 56,6 \text{ kN} \dots$ Vyhoví.

Navrženy ohyby $2\emptyset B10$ NR do každého žebra. (nerezová výztuž s parametry pevností B 500B)



Dimenzování žebra – smyk

Smyk žebra ve vzdálenosti do 0,5m od hrany příruby IPE



Otevřený třmínek: Ø8/150 (B500B)
Krytí min. 25mm

Smyk

Výsledky prezentovány pro kombinaci : Základní MSÚ

V_{Ed} [kN]	N_{Ed} [kN]	V_{Rd} [kN]	Posudek zóny	Článek	Hodnota [%]	Mez [%]	Posudek
49.6	15.0	62.0	bez redukce	6.2.3(3)	80.0	100.0	OK

Návrhové hodnoty posouvající síly a únosnosti ve smyku

V_{Ed} [kN]	$V_{Rd,c}$ [kN]	$V_{Rd,max}$ [kN]	$V_{Rd,r}$ [kN]	$V_{Rd,s}$ [kN]	V_{Rd} [kN]
49.6	11.4	132.1	129.2	62.0	62.0

8.4.2. MSP

8.4.2.1. Deska nad hlavním nosníkem

Vnitřní síly MSP

Internal plate force: Avg. Nodal, extremes, MSP_char. on element 58429 58445 58461 58477

Section: 1

Local: xx Global: x

cut on the elements	section length [m]	$n_{xx,D,min}$ [kNm/m]	$n_{xx,D,max}$ [kNm/m]	$v_{xx,D,min}$ [kN/m]	$v_{xx,D,max}$ [kN/m]	$m_{xx,min}$ [kNm/m]	$m_{xx,max}$ [kNm/m]	m_{xy} [kNm/m]	$m_{x,D}^{TOP}$ [kNm/m]	$m_{x,D}^{BOT}$ [kNm/m]
58429	0.25		86.8			-3.7		-1.8	5.5	1.8
58445	0.25		107.2			-5.2		-1.4	6.6	1.4
58461	0.25		107.2			-5.2		-1.5	6.7	1.5
58477	0.25		97.8			-3.8		-1.5	5.3	1.5
design	1.000	0.0	99.8	0.0	0.0	-4.5	0.0	-1.6	6.0	1.6

Internal plate force: Avg. Nodal, extremes, MSP_char. on element 35312 35334 35356 35378

Section: 2

Local: xx Global: x

cut on the elements	section length [m]	$n_{xx,D,min}$ [kNm/m]	$n_{xx,D,max}$ [kNm/m]	$v_{xx,D,min}$ [kN/m]	$v_{xx,D,max}$ [kN/m]	$m_{xx,min}$ [kNm/m]	$m_{xx,max}$ [kNm/m]	m_{xy} [kNm/m]	$m_{x,D}^{TOP}$ [kNm/m]	$m_{x,D}^{BOT}$ [kNm/m]
35312	0.25		126			-3.3		0.6	3.9	0.6
35334	0.25		98			-2.8		0.6	3.4	0.6
35356	0.25		126.5			-3.4		0.3	3.7	0.3
35378	0.25		126.5			-3.4		0.6	4.0	0.6
design	1.000	0.0	119.3	0.0	0.0	-3.2	0.0	0.5	3.8	0.5

Internal plate force: Avg. Nodal, extremes, MSP_char. on element 34904 34905 39731 39732

Section: A

Local: yy Global: y

cut on the elements	section length [m]	$n_{yy,D,min}$ [kN/m]	$n_{yy,D,max}$ [kN/m]	$v_{yy,D,min}$ [kN/m]	$v_{yy,D,max}$ [kN/m]	$m_{yy,min}$ [kNm/m]	$m_{yy,max}$ [kNm/m]	m_{xy} [kNm/m]	$m_{y,D}^{TOP}$ [kNm/m]	$m_{y,D}^{BOT}$ [kNm/m]
34904	0.25		53.9				3.6	0	0.0	3.6
34905	0.25		53.3				3.6	0	0.0	3.6
39731	0.25		53.3				3.6	0	0.0	3.6
39732	0.25		53.9				3.6	0	0.0	3.6
design	1.000	0.0	53.6	0.0	0.0	0.0	3.6	0.0	0.0	3.6

Internal plate force: Avg. Nodal, extremes, MSP_kvazi on eleme 58429 58445 58461 58477

Section: **1**

Local: **xx** Global: **x**

cut on the elements	section length [m]	$n_{xx,D,min}$ [kN/m]	$n_{xx,D,max}$ [kN/m]	$v_{xx,D,min}$ [kN/m]	$v_{xx,D,max}$ [kN/m]	$m_{xx,min}$ [kNm/m]	$m_{xx,max}$ [kNm/m]	m_{xy} [kNm/m]	$m_{x,D}^{TOP}$ [kNm/m]	$m_{x,D}^{BOT}$ [kNm/m]
58429	0.25		74.1			-2.9		-1.3	4.2	1.3
58445	0.25		88.9			-3.9		-0.9	4.8	0.9
58461	0.25		88.9			-3.9		-1	4.9	1.0
58477	0.25		84.9			-2.9		-1	3.9	1.0
design	1.000	0.0	84.2	0.0	0.0	-3.4	0.0	-1.1	4.5	1.1

Internal plate force: Avg. Nodal, extremes, MSP_kvazi on eleme 35312 35334 35356 35378

Section: **2**

Local: **xx** Global: **x**

cut on the elements	section length [m]	$n_{xx,D,min}$ [kN/m]	$n_{xx,D,max}$ [kN/m]	$v_{xx,D,min}$ [kN/m]	$v_{xx,D,max}$ [kN/m]	$m_{xx,min}$ [kNm/m]	$m_{xx,max}$ [kNm/m]	m_{xy} [kNm/m]	$m_{x,D}^{TOP}$ [kNm/m]	$m_{x,D}^{BOT}$ [kNm/m]
35312	0.25		104			-2.5		0.4	2.9	0.4
35334	0.25		83			-2.2		0.4	2.6	0.4
35356	0.25		103.5			-2.6		0.2	2.8	0.2
35378	0.25		103.5			-2.6		0.4	3.0	0.4
design	1.000	0.0	98.5	0.0	0.0	-2.5	0.0	0.4	2.8	0.4

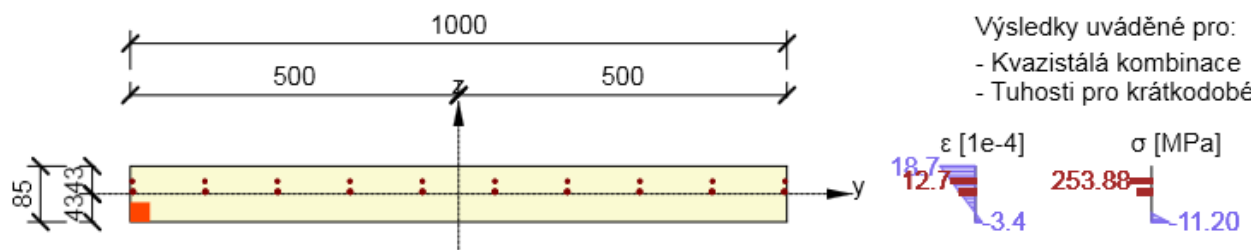
Internal plate force: Avg. Nodal, extremes, MSP_kvazi on elen 34904 34905 39731 39732

Section: **A**

Local: **yy** Global: **y**

cut on the elements	section length [m]	$n_{yy,D,min}$ [kN/m]	$n_{yy,D,max}$ [kN/m]	$v_{yy,D,min}$ [kN/m]	$v_{yy,D,max}$ [kN/m]	$m_{yy,min}$ [kNm/m]	$m_{yy,max}$ [kNm/m]	m_{xy} [kNm/m]	$m_{y,D}^{TOP}$ [kNm/m]	$m_{y,D}^{BOT}$ [kNm/m]
34904	0.25		53.9				2.4	0	0.0	2.4
34905	0.25		53.3				2.4	0	0.0	2.4
39731	0.25		53.3				2.4	0	0.0	2.4
39732	0.25		53.9				2.4	0	0.0	2.4
design	1.000	0.0	53.6	0.0	0.0	0.0	2.4	0.0	0.0	2.4

ŘEZ 1



Omezení napětí

Omezení napětí - krátkodobé účinky

Typ posudku	Část průřezu	Index	σ [MPa]	σ_{lim} [MPa]	Hodnota [%]	Mez [%]	Posudek
7.2(3)-Quasi	Vlákno betonu	1	-11.20	-13.50	82.9	100.0	OK

Omezení napětí - dlouhodobé účinky

Typ posudku	Část průřezu	Index	σ [MPa]	σ_{lim} [MPa]	Hodnota [%]	Mez [%]	Posudek
7.2(5)-Char	Výztužná vložka	11	345.72	400.00	86.4	100.0	OK

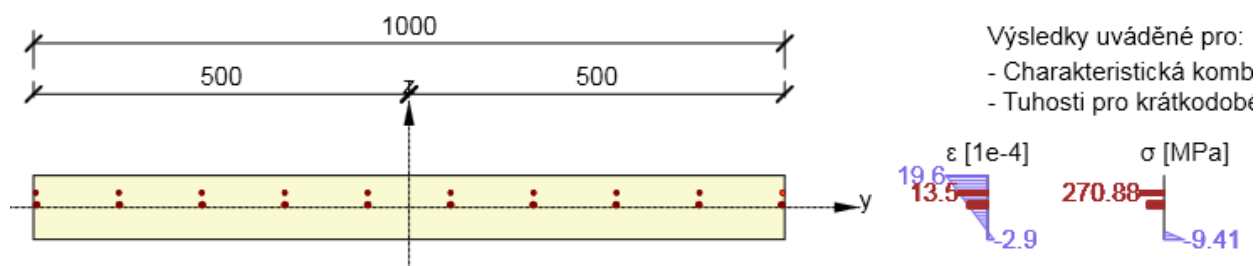
Šířka trhlin

Šířka trhlin - krátkodobé účinky

Kombinace	N [kN]	M_y [kNm]	M_z [kNm]	w_k [mm]	w_{lim} [mm]	Hodnota [%]	Mez [%]	Posudek
Kvazi	84.2	-4.5	0.0	0.118	0.300	39.2	100.0	OK

(Fáze uvedení do provozu – tah+ohyb – kvazistálá kombinace = summation + 60% užitého)

ŘEZ 2



Omezení napětí

Omezení napětí - krátkodobé účinky

Typ posudku	Část průřezu	Index	σ [MPa]	σ_{lim} [MPa]	Hodnota [%]	Mez [%]	Posudek
7.2(5)-Char	Výztužná vložka	11	270.88	400.00	67.7	100.0	OK

Omezení napětí - dlouhodobé účinky

Typ posudku	Část průřezu	Index	σ [MPa]	σ_{lim} [MPa]	Hodnota [%]	Mez [%]	Posudek
7.2(5)-Char	Výztužná vložka	11	284.59	400.00	71.1	100.0	OK

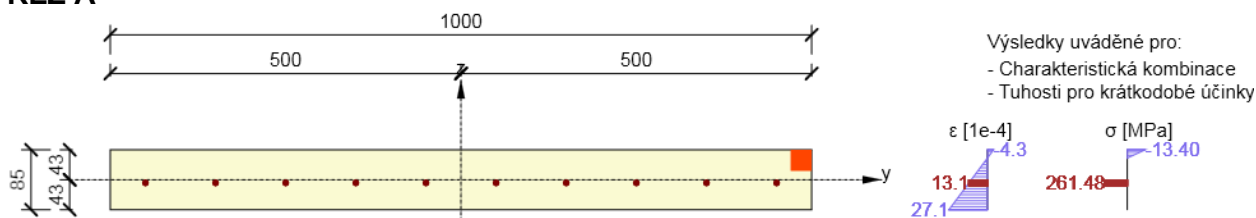
Šířka trhlin

Šířka trhlin - krátkodobé účinky

Kombinace	N [kN]	M_y [kNm]	M_z [kNm]	w_k [mm]	w_{lim} [mm]	Hodnota [%]	Mez [%]	Posudek
Kvazi	98.5	-2.8	0.0	0.100	0.300	33.5	100.0	OK

(Fáze uvedení do provozu – tah+ohyb – kvazistálá kombinace = summation + 60% užitého)

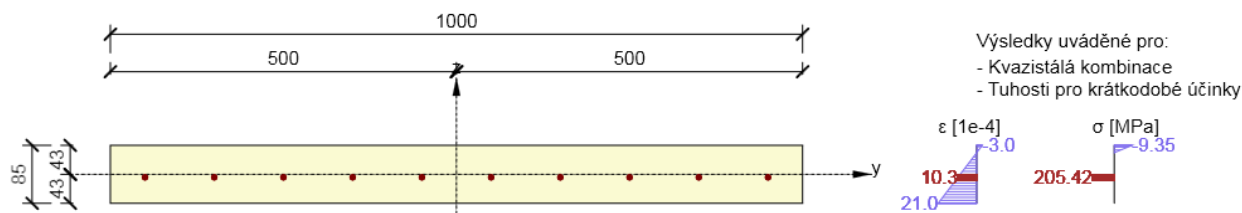
ŘEZ A



Omezení napětí

Omezení napětí - dlouhodobé účinky

Typ posudku	Část průřezu	Index	σ [MPa]	σ_{lim} [MPa]	Hodnota [%]	Mez [%]	Posudek
7.2(2)-Char	Vlákno betonu	3	-8.20	-9.60	85.4	100.0	OK



Šířka trhlin

Šířka trhlin - krátkodobé účinky

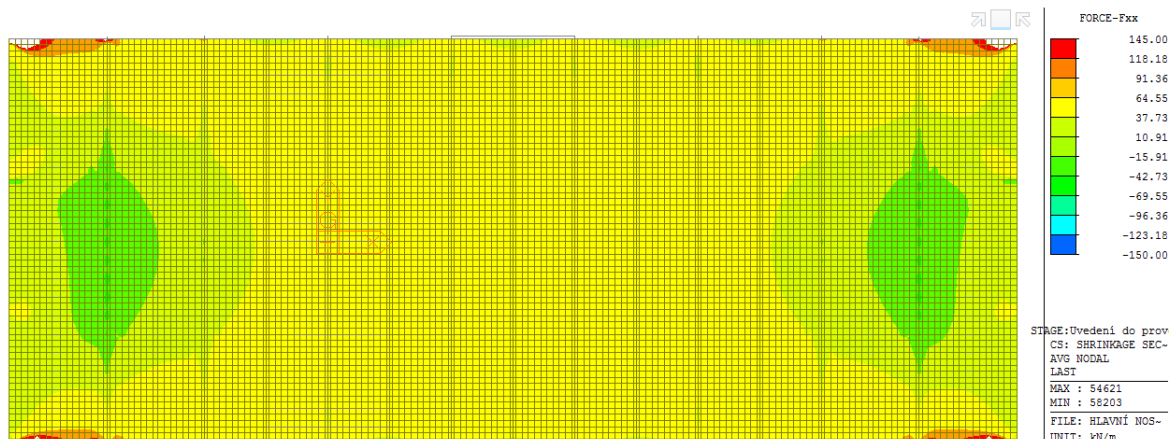
Kombinace	N [kN]	M_y [kNm]	M_z [kNm]	w_k [mm]	w_{lim} [mm]	Hodnota [%]	Mez [%]	Posudek
Kvazi	53.6	2.4	0.0	0.099	0.300	33.1	100.0	OK

(Fáze uvedení do provozu – tah+ohyb – kvazistálá kombinace = summation + 60% užitého)

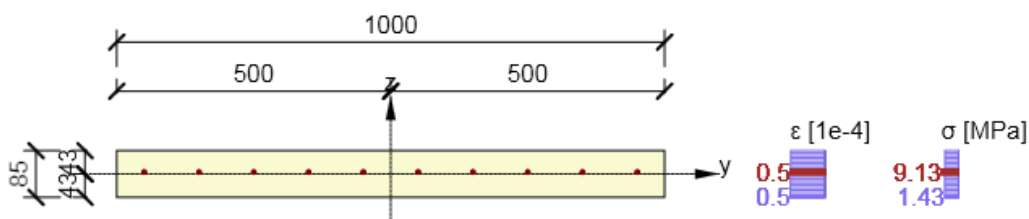
ŘEZ B – viz. nelineární analýza

Fáze výstavby – prostý tah – účinky smršťování betonu

Uvedení do provozu



Mez vzniku trhlin $F_{ct} = 125 \text{ kN/m}$



Posouzení šířky trhlin před uvedením do provozu

Tabulka 7.2N – Maximální průměry prutů ϕ_s pro omezení šířky trhlin¹⁾

Napětí ve výztuži ²⁾ [MPa]	Maximální průměr prutu [mm]		
	$w_k = 0,4 \text{ mm}$	$w_k = 0,3 \text{ mm}$	$w_k = 0,2 \text{ mm}$
160	40	32	25
200	32	25	16
240	20	16	12
280	16	12	8
320	12	10	6
360	10	8	5
400	8	6	4
450	6	5	–

¹⁾ Hodnoty v tabulce vycházejí z následujících předpokladů:

$c = 25 \text{ mm}$; $f_{ct,eff} = 2,9 \text{ MPa}$; $h_{cr} = 0,5h$; $(h-d) = 0,1h$; $k_1 = 0,8$;

$k_2 = 0,5$; $k_c = 0,4$; $k = 1,0$; $k_t = 0,4$ a $k_4 = 1,0$

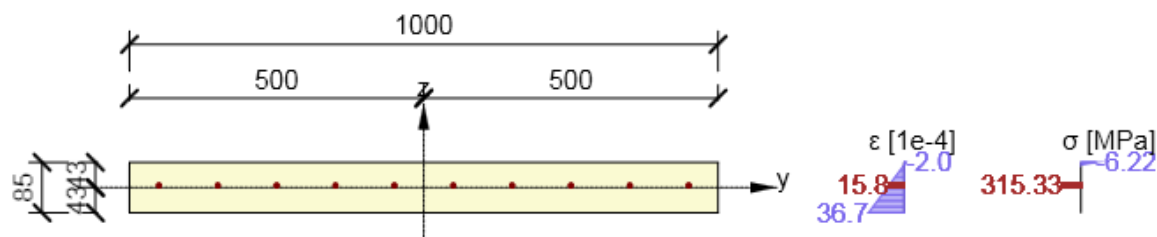
²⁾ Při odpovídající kombinaci účinků zatížení.

Tabulka 7.3N – Maximální vzdálenost prutů pro omezení šířky trhliny¹⁾

Napětí ve výztuži ²⁾ [MPa]	Maximální vzdálenost prutů [mm]		
	$w_k = 0,4 \text{ mm}$	$w_k = 0,3 \text{ mm}$	$w_k = 0,2 \text{ mm}$
160	300	300	200
200	300	250	150
240	250	200	100
280	200	150	50
320	150	100	–
360	100	50	–

POZNÁMKY jsou vysvětleny v tabulce 7.2N

Omezení šířky trhlin v obecném řezu desky před uvedením do provozu $t < 28$ dní



Šířka trhlin

Šířka trhlin - krátkodobé účinky

Kombinace	N [kN]	M_y [kNm]	M_z [kNm]	w_k [mm]	w_{lim} [mm]	Hodnota [%]	Mez [%]	Posudek
Kvazi	145.0	0.0	0.0	0.165	0.300	55.1	100.0	OK

Posudek při $f_{ct,eff} = 0,5 \cdot f_{ctm}(28\text{dní}) = 1,45$ MPa Trhliny lokálně vlivem smršťování betonu vznikají již před uvedením konstrukce do provozu. Šířka trhlin je menší než 0,3mm. Vyhoví.

ŘEZ T1

Omezení napětí

Omezení napětí - krátkodobé účinky

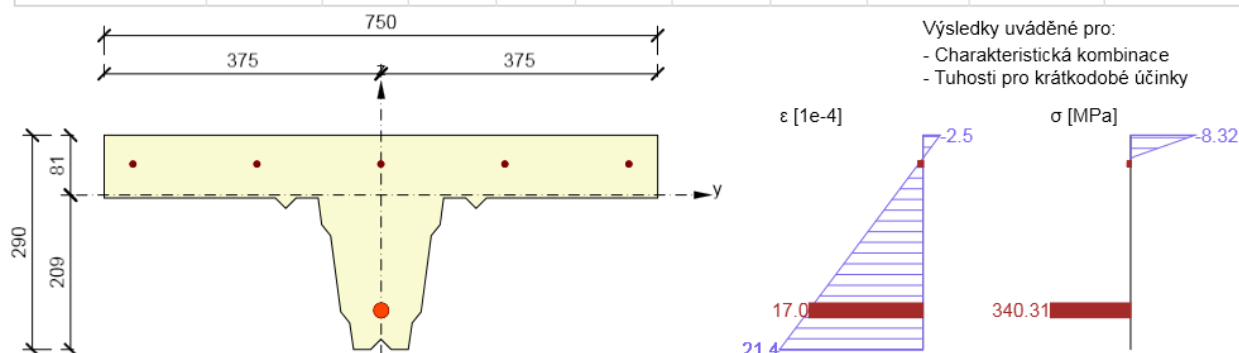
Typ posudku	Část průřezu	Index	σ [MPa]	σ_{lim} [MPa]	Hodnota [%]	Mez [%]	Posudek
7.2(5)-Char	Výztužná vložka	1	340.31	400.00	85.1	100.0	OK

Omezení napětí - dlouhodobé účinky

Typ posudku	Část průřezu	Index	σ [MPa]	σ_{lim} [MPa]	Hodnota [%]	Mez [%]	Posudek
7.2(5)-Char	Výztužná vložka	1	352.05	400.00	88.0	100.0	OK

Podrobné posouzení betonu - krátkodobé účinky

Typ posudku	Vlákno	y_i [mm]	z_i [mm]	N [kN]	M_y [kNm]	M_z [kNm]	σ [MPa]	σ_{lim} [MPa]	Hodnota [%]	Posudek
7.2(2)-Char	13	375	81	14.7	23.3	0.0	-8.32	-18.00	46.2	OK
7.2(3)-Quasi	13	375	81	11.6	16.7	0.0	-5.94	-13.50	44.0	OK



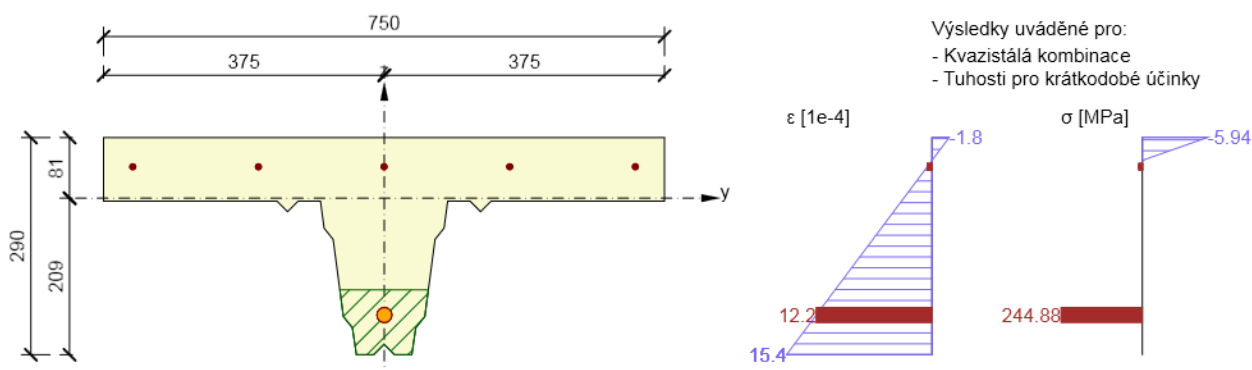
Šířka trhlin

Šířka trhlin - krátkodobé účinky

Kombinace	N [kN]	M_y [kNm]	M_z [kNm]	w_k [mm]	w_{lim} [mm]	Hodnota [%]	Mez [%]	Posudek
Kvazi	11.6	16.7	0.0	0.184	0.300	61.5	100.0	OK

Šířka trhlin - dlouhodobé účinky

Kombinace	N [kN]	M_y [kNm]	M_z [kNm]	w_k [mm]	w_{lim} [mm]	Hodnota [%]	Mez [%]	Posudek
Kvazi	11.6	16.7	0.0	0.172	0.300	57.4	100.0	OK



ŘEZ T2

Omezení napětí

Omezení napětí - krátkodobé účinky

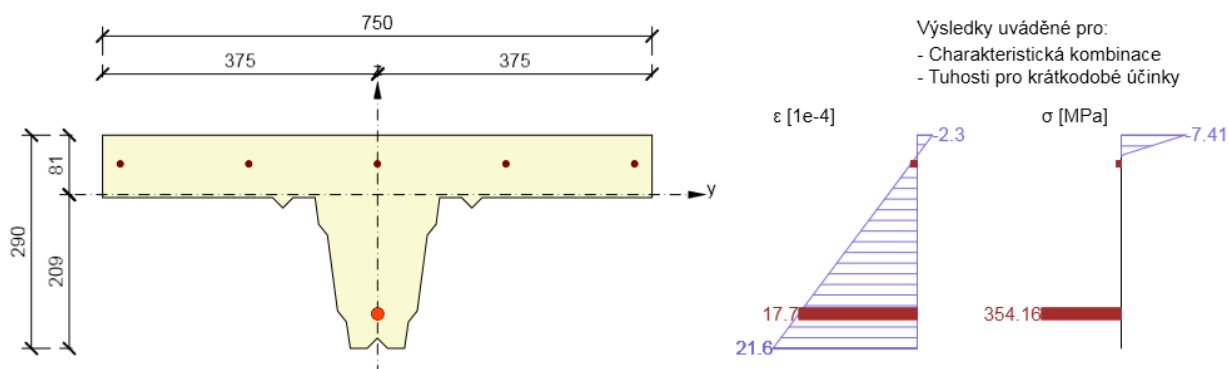
Typ posudku	Část průřezu	Index	σ [MPa]	σ_{lim} [MPa]	Hodnota [%]	Mez [%]	Posudek
7.2(5)-Char	Výztužná vložka	1	354.16	400.00	88.5	100.0	OK

Omezení napětí - dlouhodobé účinky

Typ posudku	Část průřezu	Index	σ [MPa]	σ_{lim} [MPa]	Hodnota [%]	Mez [%]	Posudek
7.2(5)-Char	Výztužná vložka	1	367.67	400.00	91.9	100.0	OK

Podrobné posouzení betonu - krátkodobé účinky

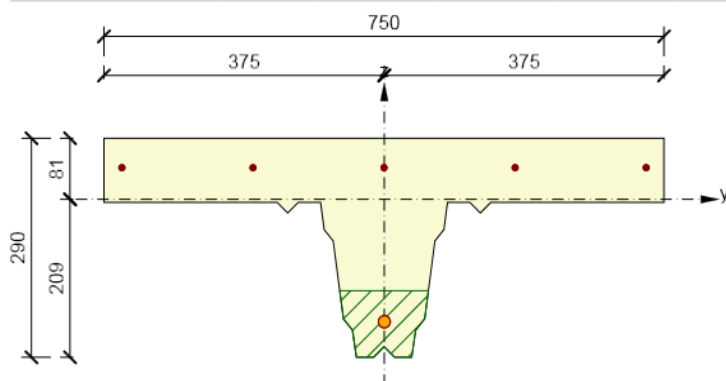
Typ posudku	Vlákn	y_i [mm]	z_i [mm]	N [kN]	M_y [kNm]	M_z [kNm]	σ [MPa]	σ_{lim} [MPa]	Hodnota [%]	Posudek
7.2(2)-Char	13	375	81	-0.1	16.8	0.0	-7.41	-18.00	41.2	OK
7.2(3)-Quasi	13	375	81	7.3	11.6	0.0	-4.96	-13.50	36.8	OK



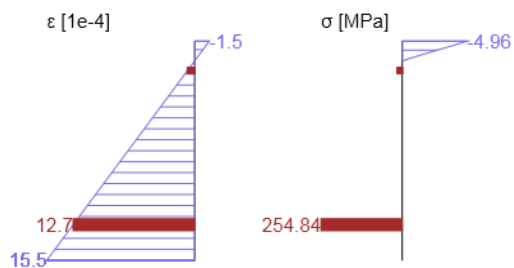
Šířka trhlin

Šířka trhlin - krátkodobé účinky

Kombinace	N [kN]	M_y [kNm]	M_z [kNm]	w_k [mm]	w_{lim} [mm]	Hodnota [%]	Mez [%]	Posudek
Kvazi	7.3	11.6	0.0	0.198	0.300	65.8	100.0	OK



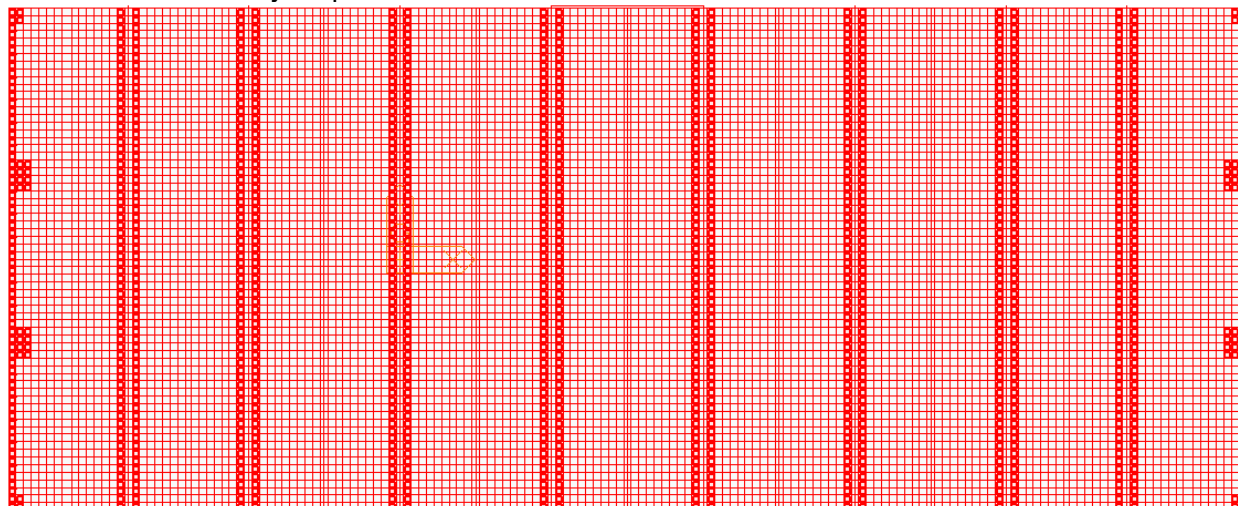
Výsledky uváděné pro:
- Kvazistálá kombinace
- Tuhosti pro krátkodobé účinky



8.5. Numerický nelineární model s vlivem trhlin

Změkčení průřezu desky vlivem trhlin	h desky=	85.00	mm
	směr	yy	
	Řez	B	
Normálová síla v CHAR. kombinaci z pružné analýzy	N;k	-17.3	kN/m
Ohybový moment v CHAR. kombinaci z pružné analýzy	M;k;D	22.5	kNm/m
Moment setrvačnosti ideálního průřezu	I _i =	5.30386E+07	mm ⁴
Moment na mezi vzniku trhlin	M σ sr=	3.7	kNm
Moment setrvačnosti plně potrahaného průřezu	I _{ir} =	1.32980E+07	mm ⁴
napětí dle pružnosti k místu vyztuže	σ _{ms} =	61.48	
napětí ve vyztuži od prostého tahu - skutečné	σ _{s bez zpe} =	-15.30	MPa
napětí ve vyztuži od ohybu - skutečné	σ _{s bez zpe} =	384.24	MPa
napětí ve vyztuži od N+M - skutečné	σ _{s bez zpe} =	368.95	MPa
	ε _{s2} =	0.001844735	
	ξ=1-(σ _s /σ _{s2}) ²		
	ξ=	0.99967	
skutečné a menší přetvoření vlivem tahového zpevnění	ε _{sm} =	0.0018442	
po vynásobení modulem oceli => reálné napětí (menší)	σ _{s se zpev} =	368.839	MPa
Tahové zpevnění	1/I _{i,fin} = ξ/I _{i,r} + (1-ξ)/I _i		
<p><i>Aktuální tuhost prvku mezi stavem I a stavem II</i></p> <p>Ohybová tuhost:</p> $\frac{1}{B} = \frac{\xi}{B_{II}} + \frac{(1-\xi)}{B_I}$ $B = E_c I_i$			
Ideální moment setrvačnosti s vlivem tahového zpevnění	I _{ir,x;fin} =	1.33013E+07	mm ⁴
Převodní poměr pro zadání měkkého modulu pružnosti	součinitel	0.251	
Modul pružnosti výchozí	E _{cm,I} =	32836	MPa
Modul pružnosti upravený vlivem trhlin	E _{cm,II} =	8235	MPa

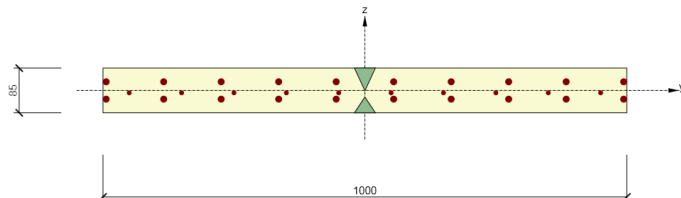
Oblasti modelu desky s upravenou tuhostí



8.5.1. MSÚ

Deska u štítových sloupů

ŘEZ B



Horní výztuž - dovázka: Ø12/100 (B500B NR)

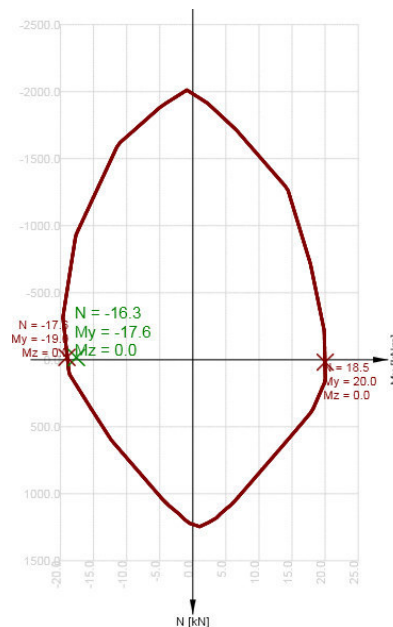
Centrální výztuž – KARI-SÍŤĚ: Ø8/100 (B500A)

Dolní výztuž - dovázka: Ø12/100 (B500B NR)

Krytí horní výztuže 20mm (nerezové)

Krytí centrické výztuže 43mm shora

Krytí dolní výztuže 20mm (nerezové)



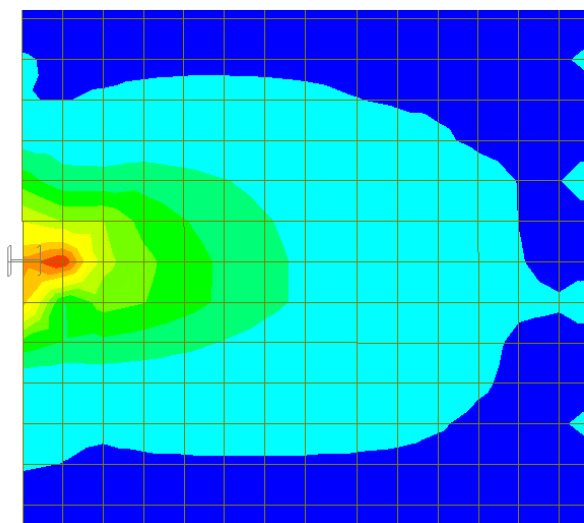
Únosnost N-M-M

Výsledky prezentovány pro kombinaci : Základní MSÚ

N_{Ed} [kN]	$M_{Ed,y}$ [kNm]	$M_{Ed,z}$ [kNm]	Typ	Hodnota [%]	Mez [%]	Posudek
-16.3	-17.6	0.0	Nu-Mu-Mu	92.4	100.0	OK

Oblast zvýšeného vyztužení u štítového sloupu dle řezu B (velikost prvku je 0,25m)

Obrázek z lineární analýzy_výřez stropu v krajním poli i štítového sloupu.



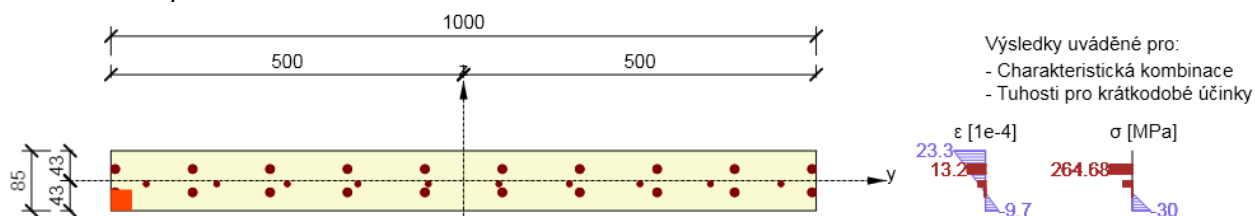
Výztuž bude přesahovat zelenou oblast o kotevní délu 500mm. Velikost zelené oblasti je cca 2x2 metry. Za tento čtverec bude výztuž zakotvena.

8.5.2. MSP

8.5.2.1. Deska u štítových sloupů

ŘEZ B

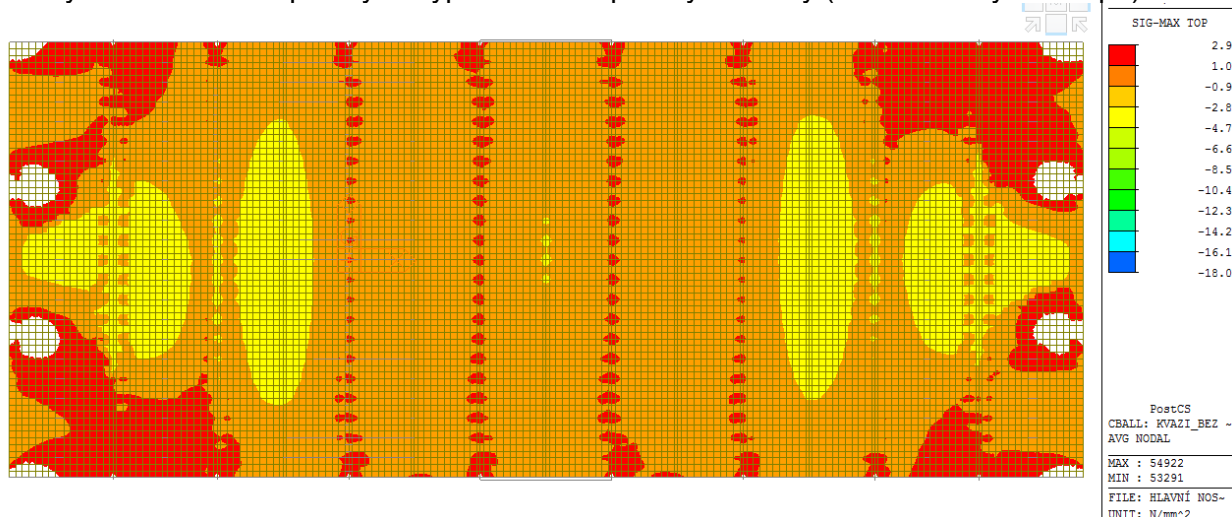
Omezení napětí



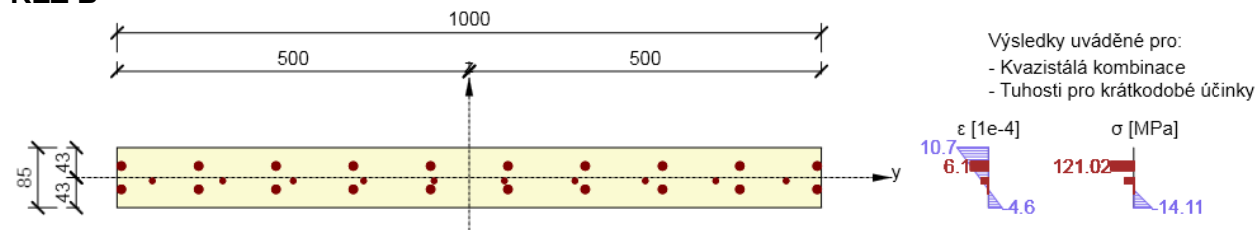
8.5.2.2. Ověření šířky trhlin u štítových sloupů

Kvazistálá kombinace bez vlastní tíhy desky_horní vlákna

Trhliny vzniknou na izopásmy nevyplněné části půdorysu desky (kolem štítových sloupů)



ŘEZ B



Šířka trhlin

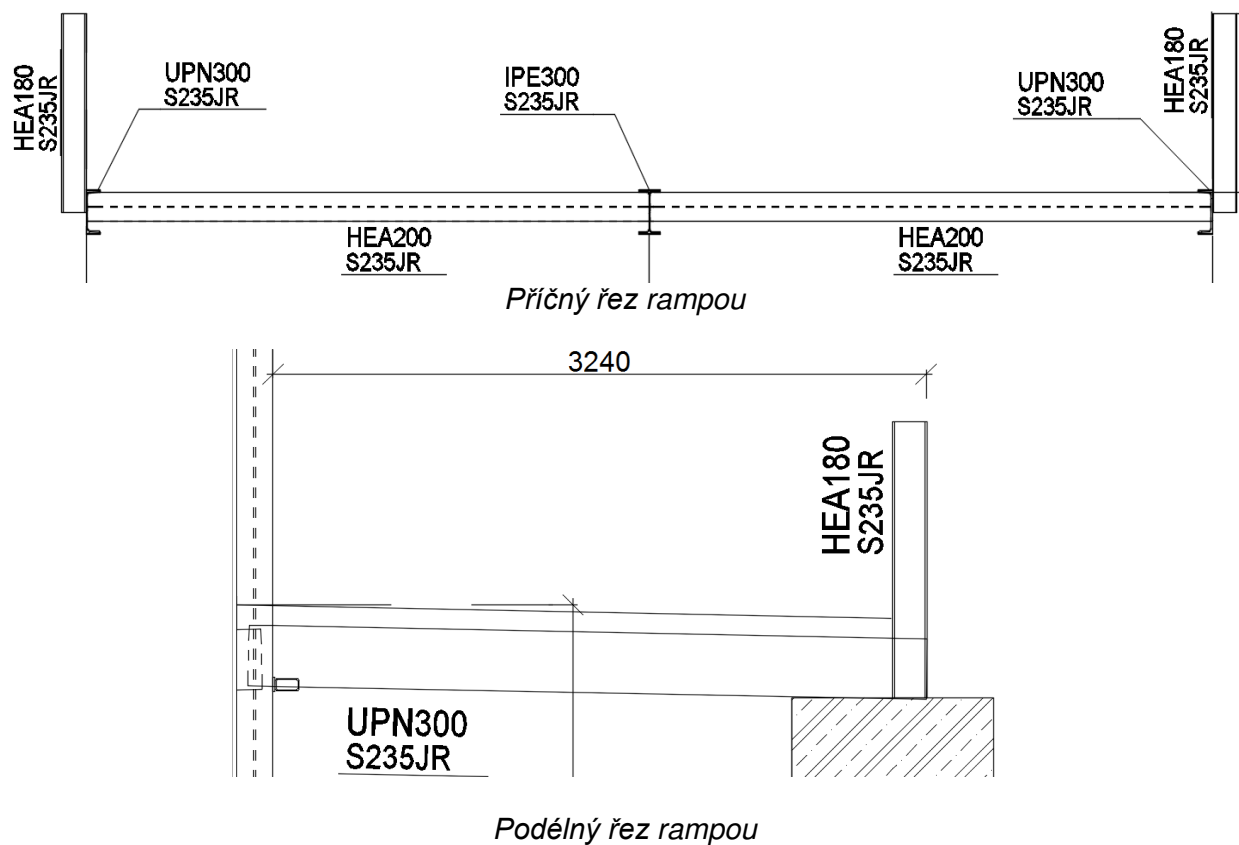
Šířka trhlin - krátkodobé účinky

Kombinace	N [kN]	M _y [kNm]	M _z [kNm]	w _k [mm]	w _{lim} [mm]	Hodnota [%]	Mez [%]	Posudek
Kvazi	-16.3	-8.2	0.0	0.047	0.300	15.6	100.0	OK

9. POSOUZENÍ RAMPY

9.1. Návrh hlavního nosníku rampy – IPE300

Geometrie



Ocelový nosník zajištěný proti klopení

Zatížení

plošné stálé	q ₁	(kN/m ²)	provozní		výpočtové
stropní deska			3.50	1.35	4.73
celkem			3.50		4.73
plošné nahodilé	v ₁	(kN/m ²)	provozní		výpočtové
užitné - ext. pochozí plocha			4.00	1.5	6.00
celkem			4.00		6.00
bodové	P ₁	(kN)	provozní		výpočtové
nahodilé břemeno			1.00	1.5	1.50
liniové	q ₂	(kN/m ¹)	provozní		výpočtové
vl. tíha nosníku			0.42	1.35	0.57
ostatní liniové			0.00	1.35	0.00
zatěžovací šířka trámu		B _t =	3.950	m	
délka trámu		L =	3.000	m	
vnitřní síly:		M _d =	1/8.((q _{1d} +v _{1d}).B _t +q _{2d}). (1,05.L) ² 53.25 kNm		
		V _d =	1/2.((q _{1d} +v _{1d}).B _t +q _{2d}). 1,05.L 67.62 kN		
s břemenem		M _d =	1/8.(q _{1d} .B _t +q _{2d}). (1,05.L) ² +1/4.P _{1d} . 1,05.L 25.04 kNm		
		V _d =	1/2.(q _{1d} .B _t +q _{2d}). 1,05.L+P _{1d} 31.79 kN		

Posouzení

$\gamma_M = 1.00$
 ocel: S235
 $f_{y,m} = 235.00 \text{ MPa}$

 $E = 210000.00 \text{ MPa}$

profil	IPE 300	počet ks:	1
--------	----------------	-----------	----------

$W_y = 5.570E-04 \text{ m}^3$
 $I_y = 8.360E-05 \text{ m}^4$
 $h_w = 2.786E-01 \text{ m}$
 $t_w = 7.100E-03 \text{ m}$

1.MS:

OHYB: $\sigma_d = M_{d,max}/W = 95.60 \text{ MPa}$
 $\sigma_{m,d} = 95.60 \text{ MPa} < f_{m,d} = 235.00 \text{ MPa}$

VYHOVUJE

SMYK: $V_{pl,Rd} = \frac{A_v \cdot f_y}{\gamma_{M0} \cdot \sqrt{3}} = 268.38 \text{ kN}$
 $V_{Sd} = 67.62 \text{ kN} < V_{pl,Rd} / 2 = 134.19 \text{ kN}$

VYHOVUJE

2.MS:

$u_{inst,stálé} = 5/384 \cdot (q_{1n} \cdot B_t + q_2) \cdot L^4 / (E \cdot I) = 0.9 \text{ mm}$
 $u_{inst,nah} = 5/384 \cdot v_{1n} \cdot B_t \cdot L^4 / (E \cdot I) = 0.9 \text{ mm}$
 $u_{inst,nah,bř} = 1/48 \cdot P_{1n} \cdot L^3 / (E_g \cdot I) = 0.0 \text{ mm}$

$u_{celk} = u_{fin,stálé} + u_{inst,nah} = 1.8 \text{ mm}$
 $u_{fin,stálé} + u_{inst,nah,bř} = 0.9 \text{ mm}$

$u_{celk,max} = 1.8 \text{ mm} < L/250 = 12.0 \text{ mm}$
 $u_{inst,nah,max} = 0.9 \text{ mm} < L/350 = 8.6 \text{ mm}$

VYHOVUJE

Navržen nosník:

průřez: **IPE 300** počet profilů: **1**
 ocel: **S235**

10. ZÁVĚR

Výše analyzované konstrukce byly navrženy a posouzeny dle zákonů stavební mechaniky a pružnosti a pevnosti stavebních materiálů. Zatížení objektu a posouzení jednotlivých prvků je provedeno podle norem ČSN EN. Konstrukce nejsou navrženy na účinky požáru a musí být dodatečně chráněny. Všechny posouzené prvky v tomto dokumentu jsou bezpečně navržené a vyhovují aktuálně platným normám.

Brno, listopad 2019

Vypracoval: Ing. Jan Ambrozek