

Studna Svatopetrská 18, Brno - Komárov

Zak. č.:

21106

Návrh stropu studny

DSP - Dokumentace ke stavebnímu povolení

Statický výpočet

Investor: **Statutární město Brno**
Dominikánské náměstí 196/1
602 00 Brno

Objednatel: **R-ATELIER s.r.o.**
Botanická 44
602 00 Brno

Zpracovatel: **STABIL s.r.o.**
Hlinky 142c
603 00 Brno - Pisárky

Vypracoval: **Ing. Martin Libiger**

Kontroloval: **Ing. Petr Daniel**



Brno, leden 2021

1. OBSAH

1.	OBSAH	...	2
2.	VSTUPNÍ DATA	...	3
2.1.	Identifikační údaje	...	3
2.2.	Popis konstrukce	...	3
2.3.	Geometrie konstrukce	...	3
2.4.	Podklady, normy, použitý software a bezpečnostní předpisy	...	4
3.	ZATÍŽENÍ	...	4
3.1.	Stálá zatížení	...	4
3.1.1.	<i>Vlastní tíha</i>	...	4
3.1.2.	<i>Skladby</i>	...	4
3.1.3.	<i>Exponát</i>	...	4
3.2.	Proměnná zatížení	...	4
3.2.1.	<i>Užitná zatížení</i>	...	4
3.2.2.	<i>Zatížení sněhem</i>	...	5
3.2.3.	<i>Zatížení větrem</i>	...	5
3.3.	Zatěžovací stavy	...	5
3.4.	Kombinace zatížení	...	8
4.	MATERIÁLY	...	9
4.1.	Beton a výztuž	...	9
4.2.	Konstrukční ocel	...	9
5.	STROP STUDNY	...	9
5.1.	Výpočetní model	...	9
5.1.1.	<i>Geometrie konstrukce a prvky modelu</i>	...	9
5.1.2.	<i>Kotevní schéma</i>	...	10
5.2.	Vnitřní síly, reakce a deformace	...	10
5.3.	Posouzení krytického průřezu desky	...	14
6.	ZÁVĚR	...	15

2. VSTUPNÍ DATA

2.1. Identifikační údaje

Název akce: **Studna Svatopetrská 18, Brno - Komárov**
 Návrh stropu studny
 Zakázkové číslo: **21106**
 Objednatel: **R-ATELIER s.r.o., Botanická 44, 602 00 Brno**
 Stupeň dokumentace: **DSP - Dokumentace ke stavebnímu povolení**
 Datum zpracování: **leden 2021**
 Poloha stavby: **Brno - Komárov**

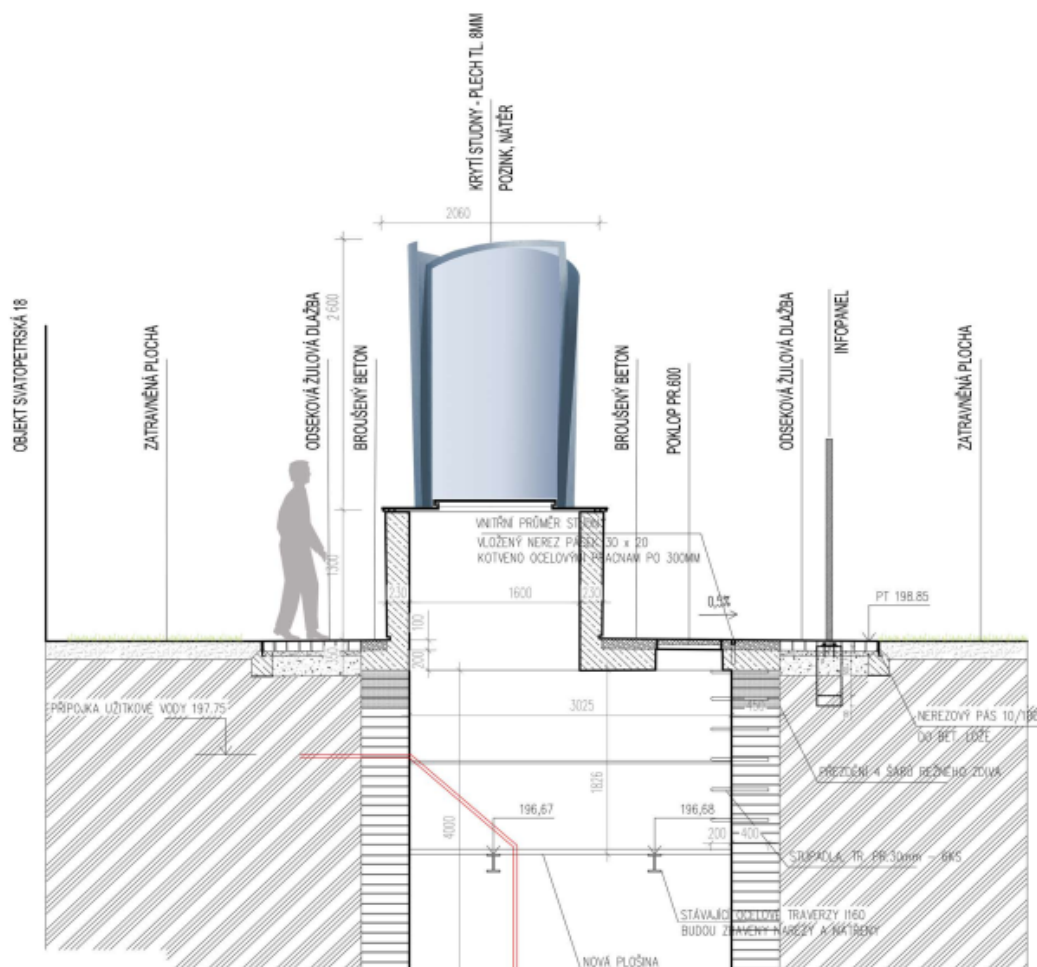
2.2. Popis konstrukce

Projekt stavebně konstrukčního řešení je zaměřen na návrh stropu stávající studny v Brně, městské části Komárov. Studna má vnější průměr 3,950 m a vnitřní 3,025 m. Strop studny bude proveden z železobetonové desky tloušťky minimálně 200 mm, jejíž horní hrana bude ve spádu 0,5%. Deska má kruhový půdorys přes celý průměr studny.

V desce jsou dva otvory. Revizní otvor průměru 0,60 m bude opatřen poklopem. Druhý otvor průměru 1,60 m bude proveden pod nástavcem pro osazení exponátu. Podstavec má kruhový půdorys s tl. stěny 0,230 m a výšku 1,30 m. Na dutém podstavci bude osazen poklop tl. 8 mm, na němž bude osazena ocelová socha o celkové váze 1,50 tuny.

Exponát (socha) bude připojena k ocelovému poklopu, který bude kotven k železobetonovému podstavci, čímž bude zajištěna jeho stabilita proti překlpení.

2.3. Geometrie konstrukce



Zdroj: [1]

2.4. Podklady, normy, použitý software a bezpečnostní předpisy

Použité soubory norem:

- ČSN EN 1990 Eurokód: Zásady navrhování konstrukcí
- ČSN EN 1991 Eurokód 1: Zatížení konstrukcí
- ČSN EN 1992 Eurokód 2: Navrhování betonových konstrukcí

Další podklady:

- [1] Studna Svatopetrská 18, brno - Komín, Situace, řez a vizualizace, Společné povolení, Ing. Aleš Svoboda, Ing. Arch. Miloš Klement, Ing. Arch. Tereza Zvolská, R-ATELIER s.r.o., ATELIER TIŠNOVKA, ATELIER KLEMENT, leden 2021

Použitý software:

- Scia Engineer 18.1, statické výpočty a posudky konstrukcí dle EC, Nemetsek SCIA s.r.o.
- MS Office Excel 2013, výpočty a posudky konstrukcí dle EC a ČSN, Microsoft s.r.o.

Požadavky na ochranu a bezpečnost při práci:

Při provádění stavebních prací se musí respektovat ustanovení č. 591/2006 Sb. „O bližších minimálních požadavcích na bezpečnost a ochranu zdraví při práci na staveništích“, včetně zákonů uvedených v odkazech v citovaném nařízení vlády. Za dodržování bezpečnosti a ochrany zdraví při práci na stavbě zodpovídá dodavatel stavby.

3. ZATÍŽENÍ

3.1. Stálá zatížení

3.1.1. Vlastní tíha

Zatížení generováno programem Scia Engineer 18.1 na základě geometrie konstrukce a použitých materiálů.

Tíha železobetonových konstrukcí	25,0 kN/m ²
Tíha ocelových prvků	78,5 kN/m ²

3.1.2. Skladby

Pochozí skladba stropu studny	- 100 mm broušeného betonu	2,400 kN/m ²
Poklop podstavce exponátu	- 8 mm pozinkovaného plechu	0,628 kN/m ²
		2,09 kN

3.1.3. Exponát

Ocelový exponát - přibližná váha	15,0 kN		
Výška exponátu	2,60 m	Výška podstavce	1,30 m
Průměr exponátu	1,60 m	Průměr podstavce	2,06 m
Výška osazení exponátu	3,90 m		

3.2. Proměnná zatížení

3.2.1. Užitná zatížení

UŽITNÁ ZATÍŽENÍ, ČSN EN 1991-1-1					Pochozí strop studny		
Kategorie	Využití plochy	Zatížení [kN/m ²]	Břemeno [kN]	Vodorovná [kN/m]	Kombinační součinitele		
					ψ ₀	ψ ₁	ψ ₂
C 5	Plochy, kde může dojít ke koncentraci lidí	5,00	4,50	5,00	0,7	0,7	0,6

Zatížení na revizní lávce **1,50 kN/m²**

3.2.2. Zatížení sněhem

Zatížení sněhem je pro výpočet stropní desky zanedbáno.

3.2.3. Zatížení větrem

ZATÍŽENÍ VĚTREM, ČSN EN 1991-1-4			
Kombinační součinitele	Ψ_0	Ψ_1	Ψ_2
Zatížení větrem	0,6	0,2	0,0

ZATÍŽENÍ VĚTREM, ČSN EN 1991-1-4	Zatížení větrem na exponát	
Místo stavby	Brno - Komárov	
Větrná oblast (ČSN EN 1191-1-4:2007)	II	
Kategorie terénu	IV (rozvinutá zástavba)	
Výška konstrukce nad terénem	3,90 m	
Základní rychlost větru	v_b	25,0 m/s
Střední rychlost větru	$v_m(z)$	13,5 m/s
Parametr drsnosti terénu	z_0	1,000 m
Minimální výška	z_{min}	10,000 m
Součinitel horopisu	$C_0(z)$	1,0
Součinitel drsnosti terénu	$C_r(z)$	0,540
Měrná hmotnost vzduchu	ρ	1,25 kg/m ³
Maximální dynamický tlak	$q_p(z)$	0,699 kPa

$C_{pe} = 3,0 -$

Síla na exponát 8,72 kN

Síla na podstavec 5,61 kN

Celková síla na exponát a podstavec **14,33 kN**

.. v těžišti **1,84 m**

3.3. Zatěžovací stavy

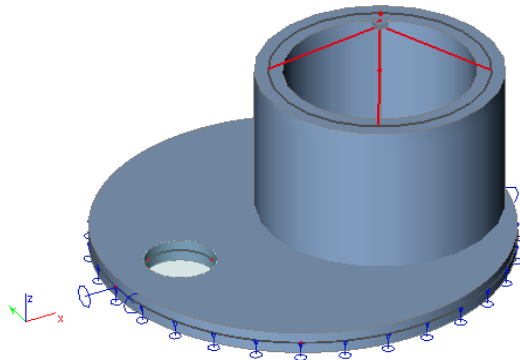
Zatěžovací stavy

Jméno	Popis	Typ	Skupina	Typ zatížení	Spec	Působení
g0	vlastní tíha	Stálé	LG	Vlastní tíha		
g1	skladby	Stálé	LG	Standard		
g2	exponát	Stálé	LG	Standard		
q	užitné	Proměnné	LQ	Statické	Standard	Střednědobé
w1	vítr 0°	Proměnné	LW	Statické	Standard	Krátkodobé
w2	vítr 15°	Proměnné	LW	Statické	Standard	Krátkodobé
w3	vítr 30°	Proměnné	LW	Statické	Standard	Krátkodobé
w4	vítr 45°	Proměnné	LW	Statické	Standard	Krátkodobé
w5	vítr 60°	Proměnné	LW	Statické	Standard	Krátkodobé
w6	vítr 75°	Proměnné	LW	Statické	Standard	Krátkodobé
w7	vítr 90°	Proměnné	LW	Statické	Standard	Krátkodobé
w8	vítr 105°	Proměnné	LW	Statické	Standard	Krátkodobé
w9	vítr 120°	Proměnné	LW	Statické	Standard	Krátkodobé
w10	vítr 135°	Proměnné	LW	Statické	Standard	Krátkodobé
w11	vítr 150°	Proměnné	LW	Statické	Standard	Krátkodobé
w12	vítr 165°	Proměnné	LW	Statické	Standard	Krátkodobé
w13	vítr 180°	Proměnné	LW	Statické	Standard	Krátkodobé

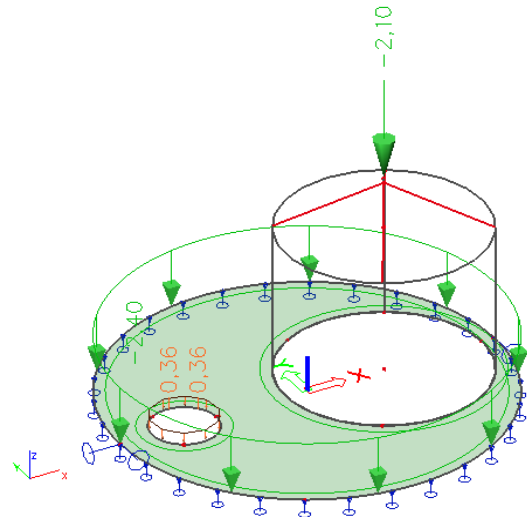
Skupiny zatížení

Jméno	Zatížení	Vztah	Typ
LG	Stálé		
LQ	Proměnné	Standard	Kat C : shromáždění
LW	Proměnné	Výběrová	Vítr

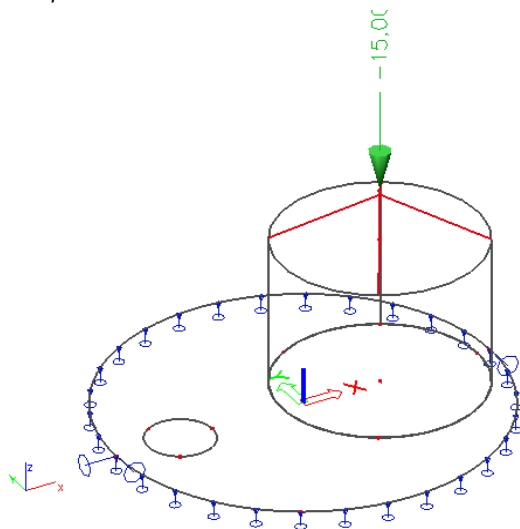
g0 - vlastní tíha



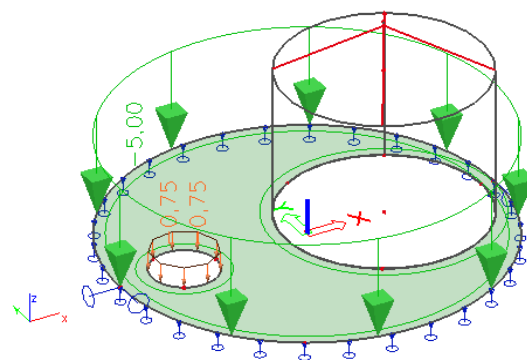
g1 - skladby



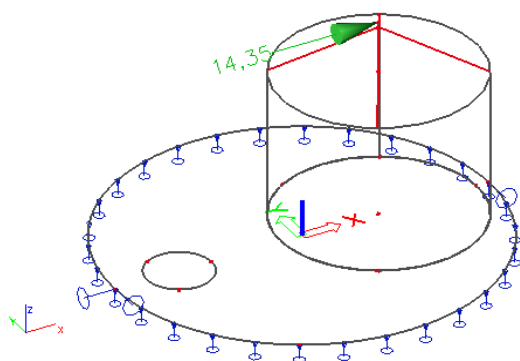
g2 - exponát



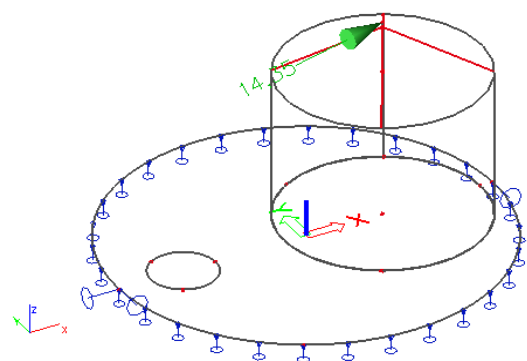
q - užité



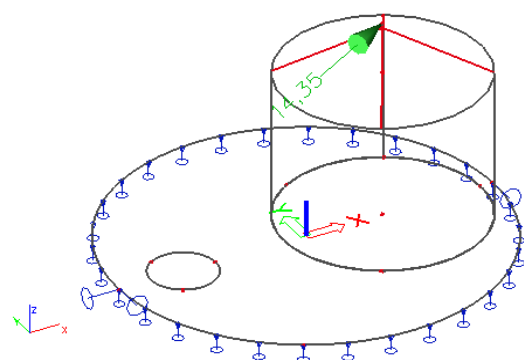
w1 - vítr 0°



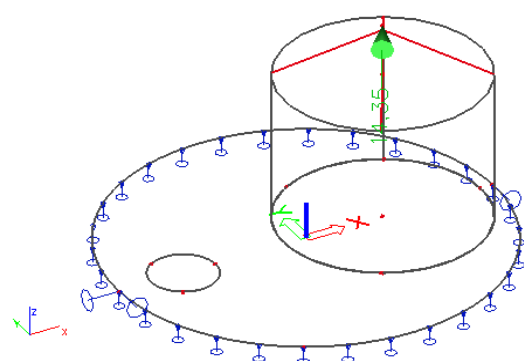
w2 - vítr 15°



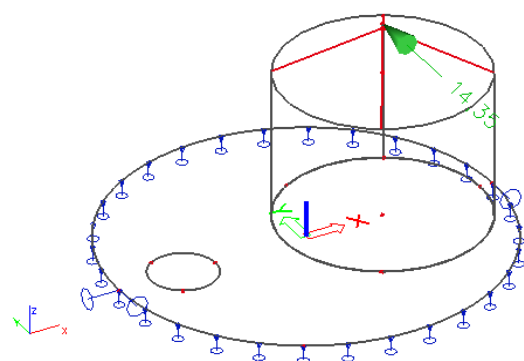
w3 - vítr 30°



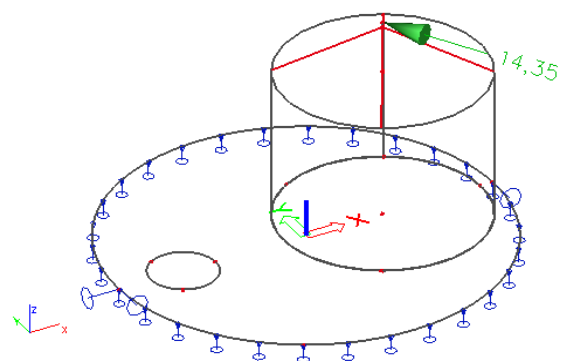
w5 - vítr 60°



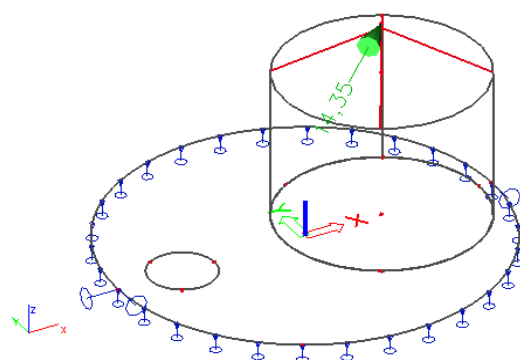
w7 - vítr 90°



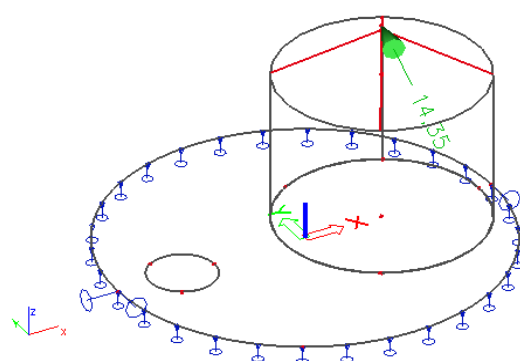
w9 - vítr 120°



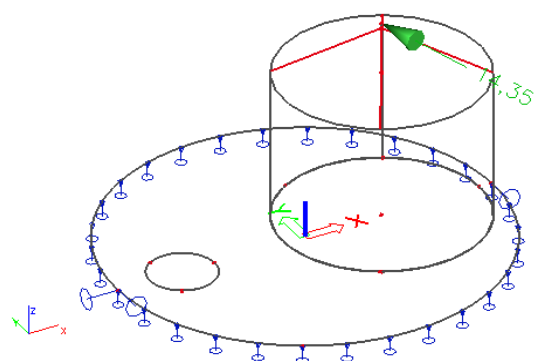
w4 - vítr 45°



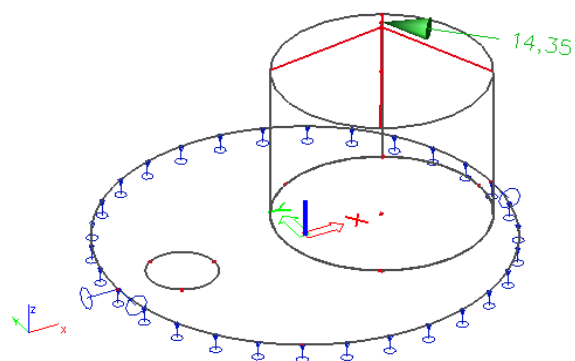
w6 - vítr 75°



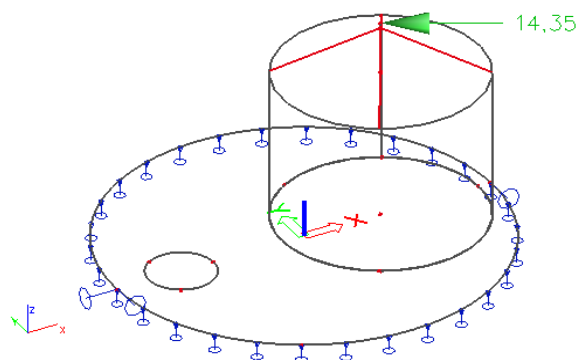
w8 - vítr 105°



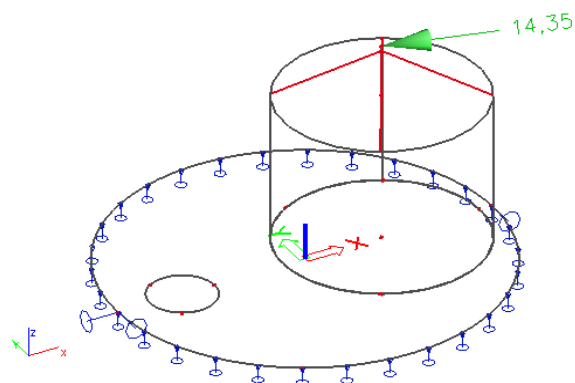
w10 - vítr 135°



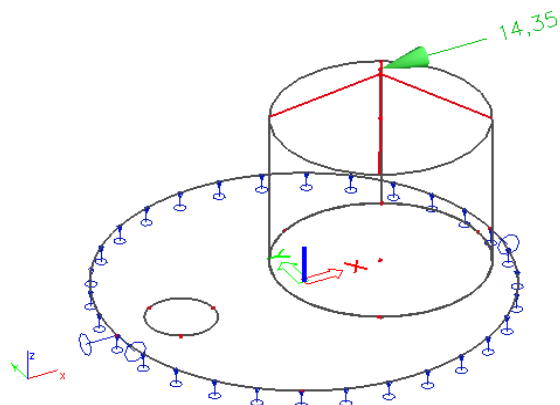
w11 - vítr 150°



w12 - vítr 165°



w13 - vítr 180°



3.4. Kombinace zatížení

Návrhové kombinace

Kombinace provedeny podle ČSN EN 1990, použity kombinační rovnice 6.10a, 6.10b

$$\left\{ \sum_{j \geq 1} \gamma_{G,j} G_{k,j} + \gamma_P P + \gamma_{Q,1} \psi_{0,1} Q_{k,1} + \sum_{i > 1} \gamma_{Q,i} \psi_{0,i} Q_{k,i} \right. \quad (6.10a)$$

$$\left\{ \sum_{j \geq 1} \xi_j \gamma_{G,j} G_{k,j} + \gamma_P P + \gamma_{Q,1} Q_{k,1} + \sum_{i > 1} \gamma_{Q,i} \psi_{0,i} Q_{k,i} \right. \quad (6.10b)$$

Provozní charakteristické kombinace

Kombinace provedeny podle ČSN EN 1990, použita kombinační rovnice 6.14b

$$\sum_{j \geq 1} G_{k,j} + P + Q_{k,1} + \sum_{i > 1} \psi_{0,i} Q_{k,i} \quad (6.14b)$$

Provozní kvazistálé kombinace

Kombinace provedeny podle ČSN EN 1990, použita kombinační rovnice 6.16b

$$\sum_{j \geq 1} G_{k,j} + P + \sum_{i \geq 1} \psi_{2,i} Q_{k,i} \quad (6.16b)$$

4. MATERIÁLY

4.1. Beton a výztuž

Pevnostní třída betonu	C 30/37 ... označení betonu podle EN 206+A1
Stupeň prostředí	XC4 XF3
Povrchové úpravy:	kategorie PB2 - pohledový beton ... dle ČSN EN 13670
Geometrické tolerance:	Vodostavební beton s hloubkou průsaku max 40 mm, dle ČSN EN 12 390-8
Betonářská výztuž	B500 B

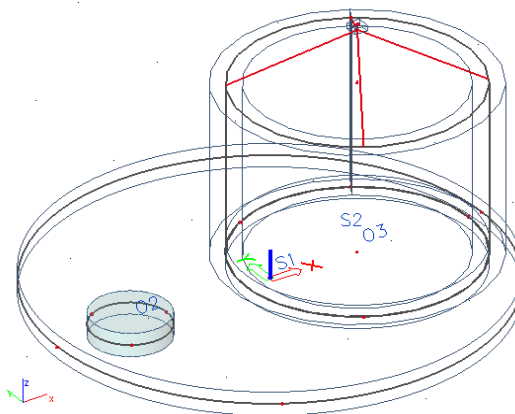
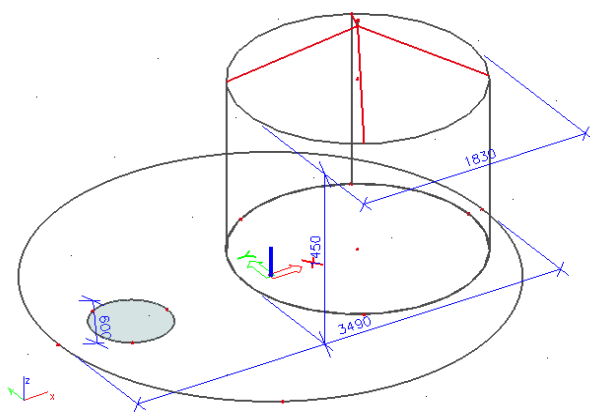
4.2. Konstrukční ocel

Označení oceli	S 235 ... označení oceli podle EN 10025-2
Jakostní stupeň	JR
Povrchové úpravy:	Žárové zinkování ponorem dle ČSN EN ISO 1461 dle třídy agresivity.
Třída agresivity prostředí	C3 - střední
Řízení jakosti:	ČSN EN 1090-2 - Provádění ocelových konstrukcí a hliníkových konstrukcí – Část 2: Technické požadavky na ocelové konstrukce
Třída provedení:	EXC2
Geometrické tolerance:	příloha D.1 a D.2 normy ČSN EN 1090-2 - Toleranční třída 1.

5. STROP STUDNY

5.1. Výpočetní model

5.1.1. Geometrie konstrukce a prvky modelu



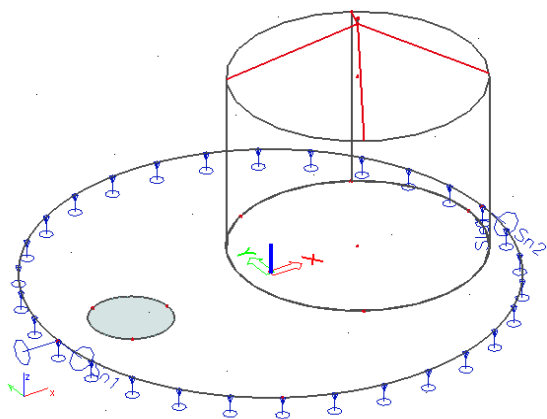
Otvor

Jméno	Plocha	Zadaná zatížení	Generovaná zatížení
O2	S1	SF1	LFS1
		SF2	LFS2
O3	S1		

Plocha

Jméno	Vrstva	Typ	Typ prvku	Materiál	Typ tloušťky	TL [mm]
S1	STROP STUDNY	deska (90)	Standard	C30/37	konstantní	200
S2	STROP STUDNY	skořepina (98)	Standard	C30/37	konstantní	230

5.1.2. Kotevní schéma



Liniové podpory na hranách ploch

Jméno	Plocha	Poč. Hrana	Poč. Souř.	Poz. x_1 Poz. x_2	X	Y	Z	Rx	Ry	Rz
Sle1	S1	Od počátku	1	0.000	Volný	Volný	Tuhý jen tlak	Volný	Volný	Volný
		Rela		1.000						

Podpory v uzlu

Jméno	Uzel	Systém	Typ	X	Y	Z	Rx	Ry	Rz
Sn1	N1	GSS	Standard	Tuhý	Tuhý	Volný	Volný	Volný	Volný
Sn2	N2	GSS	Standard	Volný	Tuhý	Volný	Volný	Volný	Volný

5.2. Vnitřní síly, reakce a deformace

Návrhový dimenzační moment m_{xd+}

2D vnitřní síly

Hodnoty: m_{xd+}

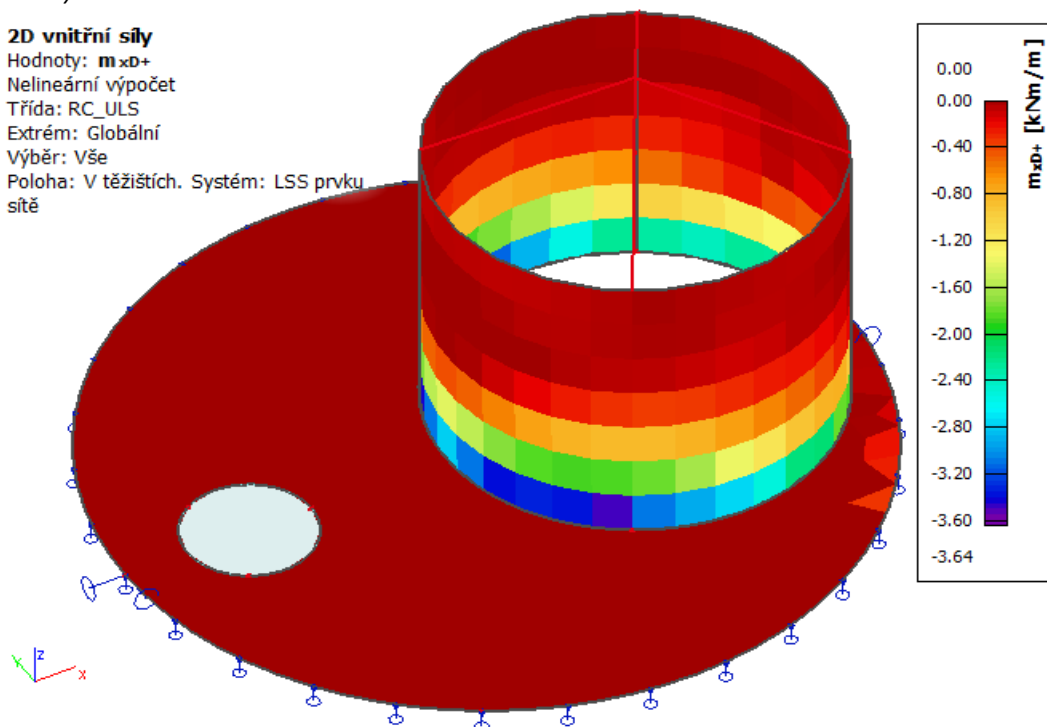
Nelineární výpočet

Třída: RC_ULS

Extrém: Globální

Výběr: Vše

Poloha: V těžištích. Systém: LSS prvku
 síť



Návrhový dimenzační moment m_{xd-}

2D vnitřní síly

Hodnoty: m_{xd-}

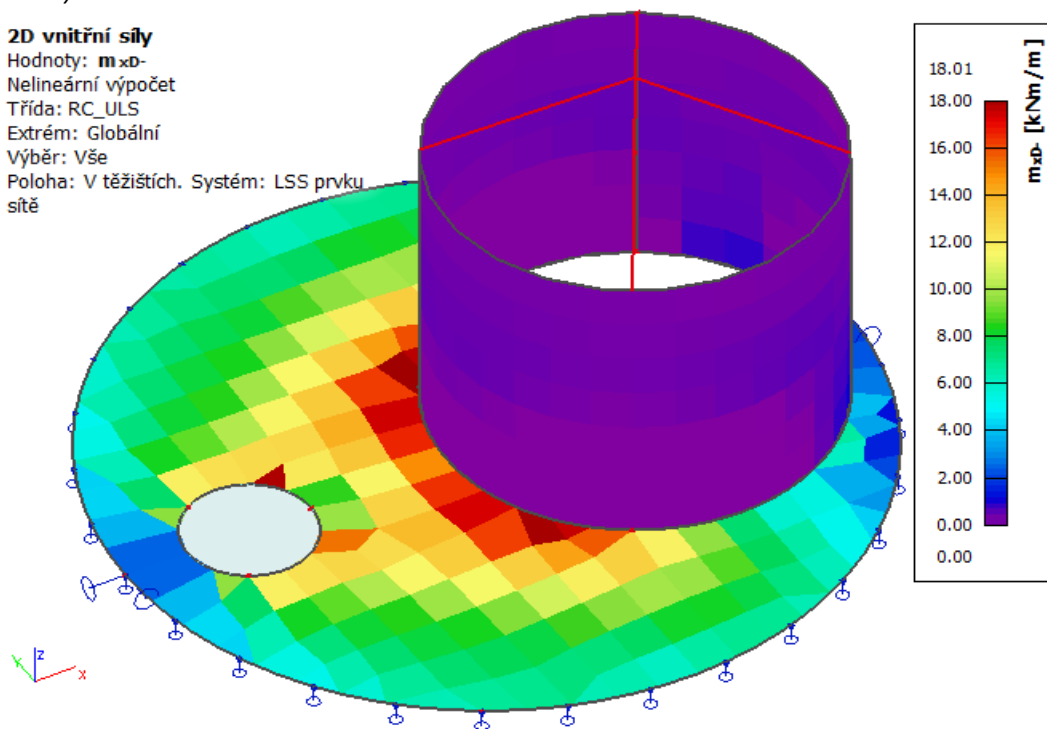
Nelineární výpočet

Třída: RC_ULS

Extrém: Globální

Výběr: Vše

Poloha: V těžištích. Systém: LSS prvku sítě



Návrhový dimenzační moment m_{yd+}

2D vnitřní síly

Hodnoty: m_{yd+}

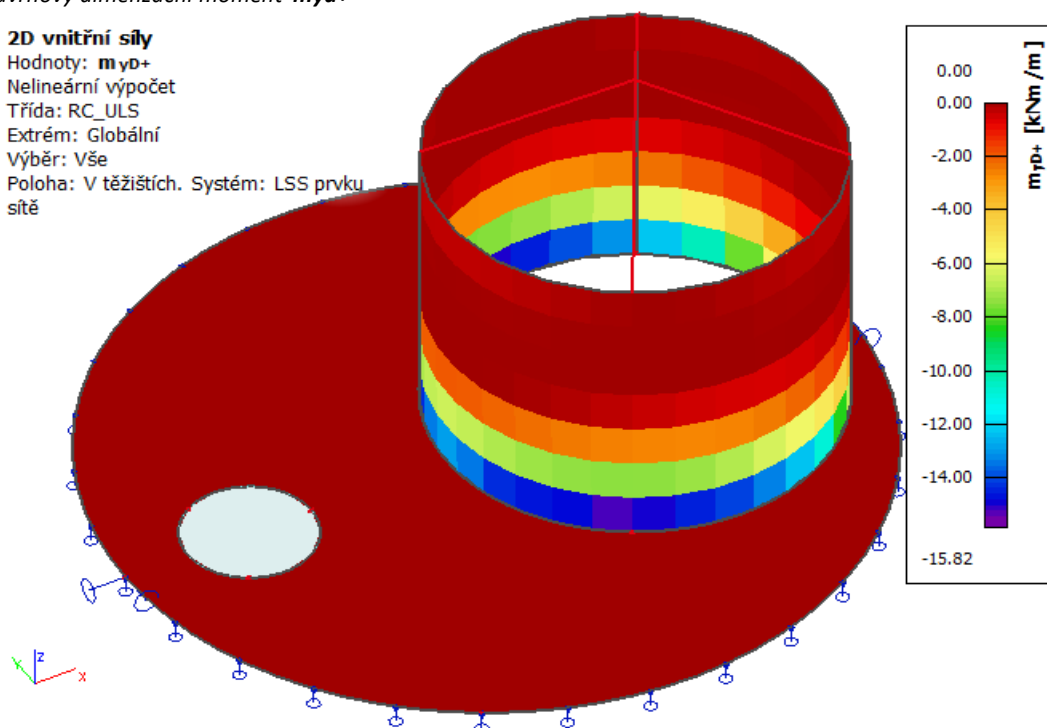
Nelineární výpočet

Třída: RC_ULS

Extrém: Globální

Výběr: Vše

Poloha: V těžištích. Systém: LSS prvku sítě



Návrhový dimenzační moment m_{yd}

2D vnitřní síly

Hodnoty: m_{yd}

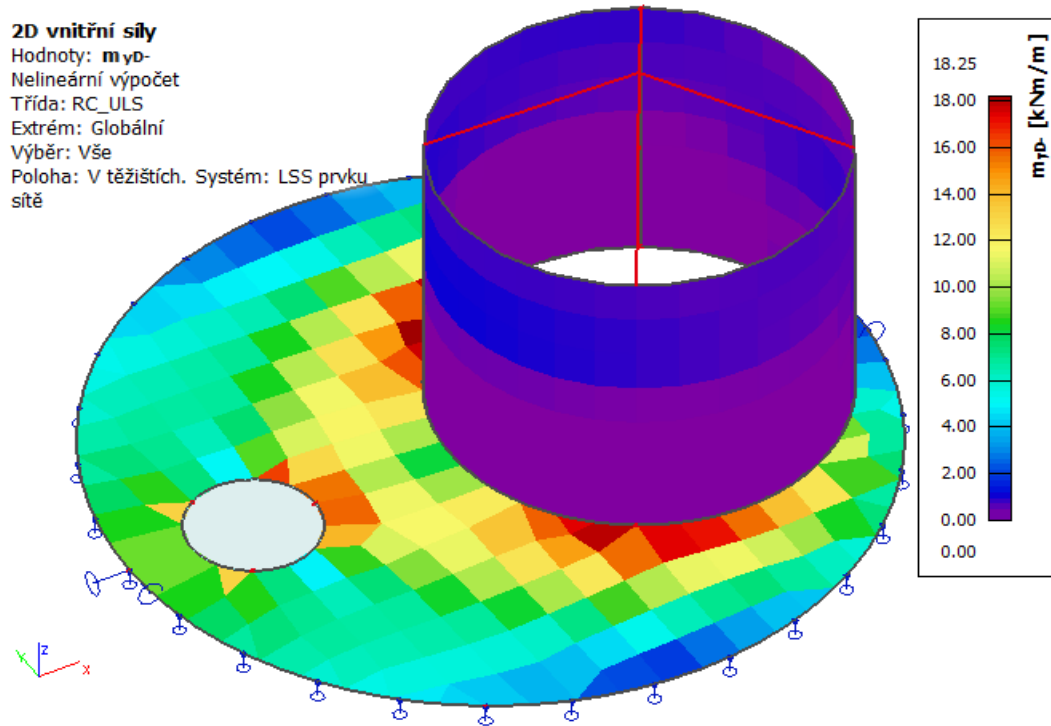
Nelineární výpočet

Třída: RC_ULS

Extrém: Globální

Výběr: Vše

Poloha: V těžištích. Systém: LSS prvku sítě



Návrhová svislá reakce R_z

Reakce

Hodnoty: R_z

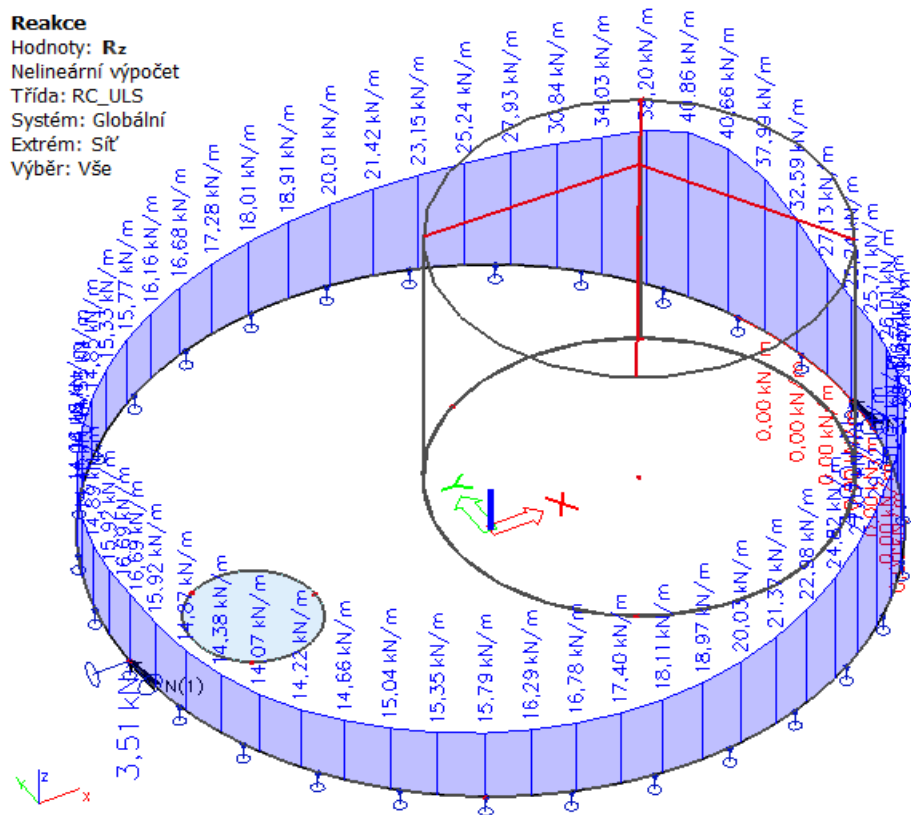
Nelineární výpočet

Třída: RC_ULS

Systém: Globální

Extrém: Síť

Výběr: Vše



Charakteristický svislý průhyb

2D přemístění

Hodnoty: U_{total}

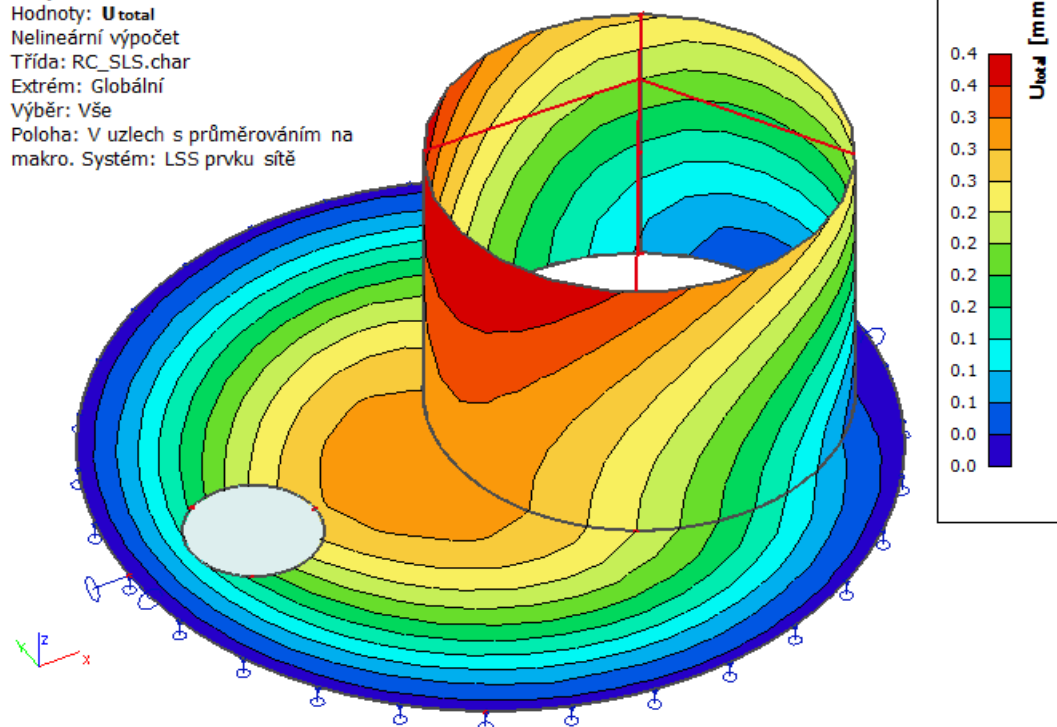
Nelineární výpočet

Třída: RC_SLS.char

Extrém: Globální

Výběr: Vše

Poloha: V uzlech s průměrováním na makro. Systém: LSS prvku sítě



Kvazistálý svislý průhyb

2D přemístění

Hodnoty: U_{total}

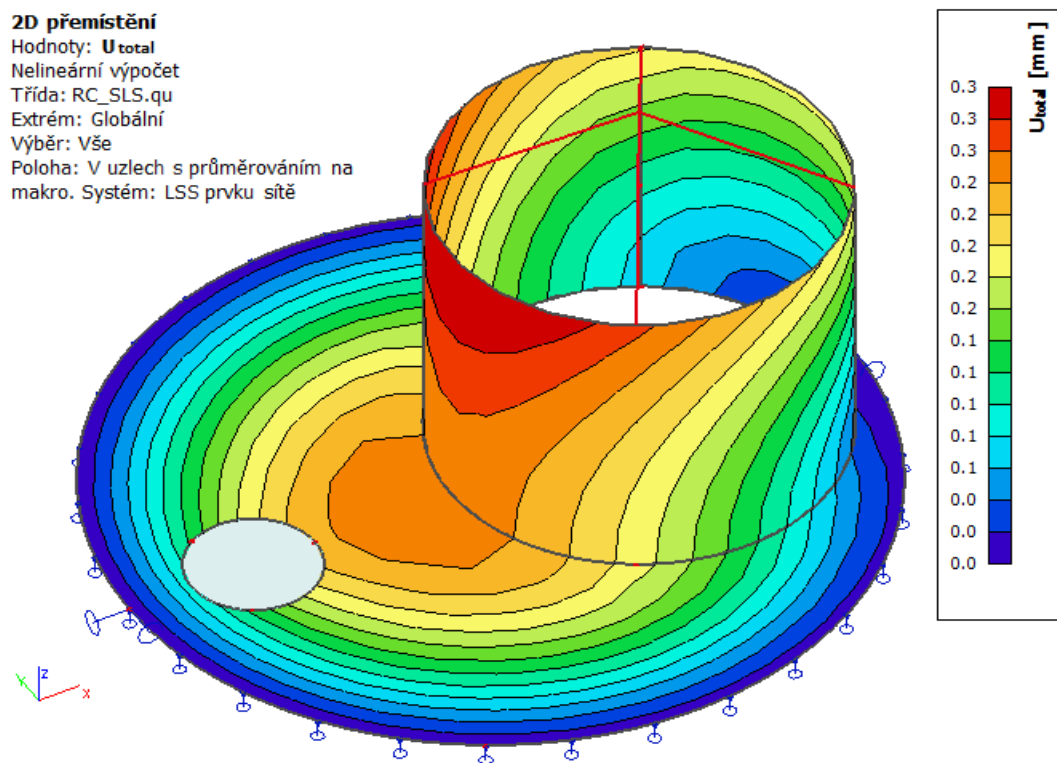
Nelineární výpočet

Třída: RC_SLS.qu

Extrém: Globální

Výběr: Vše

Poloha: V uzlech s průměrováním na makro. Systém: LSS prvku sítě



5.3. Posouzení krytického průřezu desky

MSÚ DESKOVÉHO PRVKU, ČSN EN 1992					Posouzení krytického průřezu desky			
BETON	C 30/37	VÝZTUŽ	B500 B R 10 505 pracovní diagram výztuže bez zpevnění		PRŮŘEZ	H [mm] = 200 B [mm] = 1000		
Pevnostní charakteristiky			Deformační charakteristiky			Součinitele materiálů		
f _{ck} =	30 MPa	E _{cm} =	32,0 GPa		α _{cc} =	1,00 -		
f _{ctm} =	2,9 MPa	ε _{cu,3} =	3,50 ‰		η =	1,00 -		
f _{yk} =	500 MPa	ε _{c,2} =	2,00 ‰		λ =	0,80 -		
f _{tk} =	550 MPa	E _s =	200 GPa		γ _{MC} =	1,50 -		
f _{cd} =	20,00 MPa	ε _y =	2,17 ‰		γ _{MY} =	1,15 -		
f _{yd} =	434,78 MPa	ε _{y,max} =	- ‰		norma:	ČSN EN 1992-1-1		
Návrh krytí výztuže								
Prostředí		Kční třída	Krytí [mm]	Desková konstrukce		ano		
Horní okraj (+)		XC4	S3	35	Zvýšená životnost (100 let)		ne	
Dolní okraj (-)		XC4	S3	35	Zvláštní kontrola kvality		ne	
Smyková výztuž		ne		-	Obsah vzduchových pórů > 4%		ne	
Betonáž provedena		... do bednění			Maximální frakce kameniva [mm]		16	
Vyztužení prvku					Vnější výztuž ve směru osy x			
Směr	Výztuž	Φ [mm]	á [mm]	A _s [mm ²]	d [mm]	ε _s [‰]	z _c [mm]	m _{rd} [kNm/m]
x -	nosná	10	100	785	160	22,7	151	51,72
x +	konstrukční	10	200	393	-	-	-	0,00
y -	nosná	10	100	785	150	21,1	141	48,31
y +	konstrukční	10	200	393	-	-	-	0,00
Spony	Φ [mm]	s _x [mm]	s _y [mm]	A _{sw} [mm ²]	úhel θ [°]	v _{rd,c} [kN/m]		99,68
	-	-	-	-	35			
Posouzení podélné a příčné ohybové výztuže					Posouzení únosnosti ve smyku			
Směr	m _{ed} [kNm/m]	A _{s,min/max}	S _{s,min/max}	Využití	Posouzení	v _{ed,x} [kN/m]	v _{ed,y} [kN/m]	v _{ed} [kN/m]
x -	18,10	ok / ok	ok / ok	35 %	OK	-	-	55,90
x +	0,00	ok / -	ok / ok	0 %	OK	Únosnost bez smykové výztuže		
y -	18,25	ok / ok	ok / ok	37,8 %	OK	S _{w,min}	Využití	Posouzení
y +	0,00	ok / -	ok / ok	0 %	OK	-	56,1 %	OK

MSP DESKOVÉHO PRVKU, ČSN EN 1992				Posouzení krytického průřezu desky			
Vnitřní síly a deformace		Parametry dotvarování		Geometrie průřezu			
$u_{k,kvazi}$ =	0,3 mm	t_g =	14 dní	Posouzení ve směru osy x			
$u_{k,char}$ =	0,4 mm	t_{oo} =	18250 dní	Nadvýšení		0,0 mm	
$M_{k,kvazi}$ =	10,850 kNm/m	RH =	60 %	Lx =		3,50 m	
$M_{k,char}$ =	14,300 kNm/m	u_0 =	1000 mm				
Moment setrvačnosti podle pružnosti				I = 6,67E-04 m ⁴			
Součinitel dotvarování podle kombinované teorie (ČSN EN 1992)				$\varphi(t,t_0)$ = 2,228 -			
Třída prostředí	XC4	Bez trhlin	Plně porušený průřez trhlinami			Jednotky	
Speciální požadavky	Vodonepropustný beton		bez dotvar.	s dotvarováním			
Doba zatížení		-	dlouhodobé	dlouhodobé	krátkodobé	-	
Interpoláční součinitel vlivu zatížení	β =	-	0,50	0,50	1,00	-	
Modul pružnosti betonu	$E_{c,eff}$ =	-	32,00	9,91	11,89	GPa	
Moment setrvačnosti ideál. průřezu	I_{ir} =	6,75E-04	9,10E-05	2,30E-04	2,01E-04	m ⁴	
Poloha n.o. v provozním stádiu	x =	101,4	35,0	57,1	53,1	mm	
Kritick� moment na mezi vzniku trhlin	M_{cr} =	19,848	11,858	13,690	13,320	kNm	
Ohybov� tuhost	B_i =	21,586	7,232	11,176	18,049	MN/m ²	
Interpoláční součinitel vlivu tuhosti	ξ_i =	-	0,403	0,204	0,132	-	

MEZNÍ STAV PŘETVOŘENÍ							
Okamžitý průhyb desky bez dotvarování ... bez zniku trhlin při okamžitém průhybu		OK	Konečný průhyb desky s dotvarováním ... vznik trhlin při dlouhodobém průhybu			OK	
Okamžitý průhyb		0,3 mm	Konečný průhyb		$u_{oo} =$	0,6 mm	
Limitní průhyb (L/500)		7,0 mm	Limitní průhyb (L/250)		$u_{oo,lim} =$	14,0 mm	
MEZNÍ STAV OMEZENÍ NAPĚTÍ							
Beton - tažená vlákna		Střední hodnota pevnosti betonu v tahu $f_{ct,eff} =$				2,9 MPa	
$\sigma_{c,char} =$		2,09 MPa	... bez vzniku trhlin při charakteristické kombinaci				
$\sigma_{c,kvazi} =$		1,59 MPa	... bez vzniku trhlin při kvazistálé kombinaci				
Beton - tlačená vlákna		Válcová pevnost betonu v tlaku $f_{ck} =$				30,0 MPa	
$\sigma_{c,char} =$		-2,15 MPa	Podmínka omezení podélných trhlin v betonu		$\sigma_c < 0,6 * f_{ck}$	OK	
$\sigma_{c,kvazi} =$		-1,63 MPa	Podmínka lineárního dotvarování betonu		$\sigma_c < 0,45 * f_{ck}$	OK	
Tažená výztuž		Mez kluzu betonářské výztuže $f_{yk} =$				500 MPa	
$\sigma_{s,char} =$		122,70 MPa	Podmínka omezení napětí v betonářské výztuži		$\sigma_s < 0,8 * f_{yk}$	OK	
$\sigma_{s,kvazi} =$		93,10 MPa					
MEZNÍ STAV OMEZENÍ ŠÍŘKY TRHLIN							
Limitní šířka trhliny					0,20 mm		
Výpočet šířky trhliny dle		EC 1992-1-1	dlouhodobé	$w_{r,kvazi} =$	0,06 mm	VYHOVUJE	
			krátkodobé	$w_{r,char} =$	0,14 mm		
Vzdálenost trhlin dle		EC 1992-1-1	$S_r =$		214,5 mm		
Efektivní stupeň vyztužení pro osu x				$\rho_{p,eff} =$	0,01428 -		
Efektivní pevnost betonu v tahu				$f_{ct,eff} =$	4,1 MPa		
Efektivní výška betonu obklopující výztuž				$h_{eff} =$	55,0 mm		

6. ZÁVĚR

Projekt SKŘ obsahuje posudky betonových konstrukcí podle aktuálně platných evropských norem a národních dodatků. Nedílnou součástí projektu je výkresová dokumentace stavebně architektonického řešení. Konstruktivní prvky byly zaneseny do této dokumentace při kooperaci s projektantem zodpovědným za tuto část. Stavebně konstrukční řešení nelze prezentovat samostatně a případné revize musejí být aktualizovány vždy společně se zbytkem dokumentace. Projekt je zpracován jako součást dokumentace ke stavebnímu povolení, nenahrazuje projekt pro prováděcí nebo výrobní dokumentaci a vychází z dostupných podkladů pro potřeby DSP.