

CZ PLAST s.r.o
Kostěnice 173
530 02 Pardubice

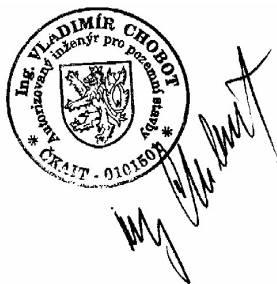
Šachta TANK 200 KJC

vložení dna

Statické posouzení návrhu vyztužení dna šachty, při působení hydrostatického tlaku podzemní vody, o výši hladiny 1,5 m nad základovou spárou.

Číslo zakázky 09/stat.36
Vypracoval ing. V. Chobot , Tábor, Buzulucká 2332
Autorizovaný inženýr pro pozemní stavby, ČKAIT 0101501

Vypracováno pro: CZ Plast s.r.o, Kostěnice 173, 530 02 Pardubice



Obsah svazku:

Technická zpráva	str.2-3
Výkres tvaru nádrže	str.4
Posouzení dna 1	str.5-9
Posouzení dna 2	str.10-14
Závěr	str. 14

Technická zpráva:

Posoudit návrh zesílení dna plastové šachty TANK 200 KJC. Základní rozměry šachty jsou patrné z příloženého výkresu. Šachta bude vyráběna technologií „ rotomouldingu“, z polyetylénu. Při výrobě vzniká nestejná síla stěny výrobku, tento jev byl zohledněn ve výpočtu. Zadané síly výrobcem dna činí 4 –8 mm. Zesílení dna, proti destrukci boulením, je navrženo vložením horiz. výztužných žebor z PE 15x 100 mm, která budou přivařena ke dnu a stěnám šachty. Na ně se vloží kruhová deska z PE 15 10 nebo 12 by nestačilo ? mm, která se po obvodu přivaří k stěně šachty. Možná je i varianta osazení kruhové desky na dno jímky a zesílení této desky výztužnými žebry, v tomto případě bude prostor mezi původním dnem a kruhovou deskou zaplněn vodou a hermeticky uzavřen.

Stavebně je uvažováno, že šachta bude osazena v rýze nebo výkopu o šíři cca 2 m. Základová spára bude upravena do roviny a zhutněna na cca 90% pgs. Základová spára nesmí být zvodnělá nebo rozbahněná. Hladina podzemní vody, při zakládání a zasypání, je uvažována trvale pod základovou spárou. Zasypání šachty se bude provádět po vrstvách cca 0,3 m, kamenivem drceným 8/32, hutněným po vrstvách 0,3 m na pgs 90%, o boční síle zásypu cca 0,3– 0,4m. Povrch terénu se upraví tak, aby se svažoval od vstupní šachty. Konstrukce dna je navržena tak, aby odolala hydrostat. síle, vyvozené vztlakem, od podzemní vody s hladinou 1,5 m nad úrovní základové spáry.

Poznámka:

Návrh uspořádání výztužných žebor předaný zadavatelem zakázky nevyhověl zadávacím podmínkám, z toho důvodu bylo navrženo změněné uspořádání žebor. Posouzení obou uspořádání jsou uvedena, uspořádání zadavatelem jako „1“, změněný návrh jako „2“.

Zatěžovací stavy:

ZS 1 – Zatížení vlastní hmotností.

ZS 2 – Zatížení pláště a dna z vnějšku vodou, $h = 1.5$ m, $q = 10$ kNm⁻², koef 1,1.

Výpočtové kombinace zatížení:

$$KZS 1 = 1,1 \times ZS 1 + 1,1 \times ZS 2$$

Výpis zadaných a použitých materiálů:

E1, E2 [kPa] moduly pružnosti (E2 pouze pro ortotropní materiál)

ni Poissonův součinitel

gama [t/m³] objemová hmotnost

K1, K2 [kN/m³] koeficienty tepelné roztažnosti

Materiál	Typ	E 1 [MPa]	ni	gama [t/m ³]	K 1 [kN/m ³]	E 2 [MPa]	K 2 [kN/m ³]	útlum
PE krátko	OSTATNÍ	1000.000	0.380	0.910	1.300e-04			
PE dlouh	OSTATNÍ	150.000	0.380	0.910	1.300e-04			

Materiál	Objem [m ³]	Hmotnost [t]
PE krátko	0.107	0.108
celkem		0.108

Výpis zadaných průřezů:

I_y, I_z [m⁴] hlavní momenty setrvačnosti
 I_k [m⁴] moment tuhosti v prostém kroucení
 β_y, β_z koeficienty smykové poddajnosti
 P plný průřez

Průřez	Typ	Materiál	Plocha [m ²]	I_y [m ⁴]	I_z [m ⁴]	I_k [m ⁴]	β_y	β_z
PE 15/100		PPe dlouh		1.500e-03	1.250e-06	2.812e-08	9.902e-08	0.833 0.833

Výpis zadaných typů podloží:

$C1 X, C1 Y, C1 Z$ [MPa/m] konstanty Winkler–
 Pasternakova podloží
 $C2 Y, C2 Z$ [MPa m] konstanty Winkler–Pasternakova podloží

Jméno	Typ	$C1 X$ [MPa/m]	$C1 Y$	$C1 Z$	$C2 Y$	$C2 Z$ [MPa m]
Podloží 1	pod plochou	500.000	500.000	500.000		50.000

Použité jednotky:

	Zatížení, výsledky – délky	m
Geometrie – délky	Deformace – posuny	mm
Geometrie – úhly	Deformace – natočení	deg
Průřezy – délky	Čas	sec
Zatížení, výsledky – síly	Teplota	°C
Zatížení, výsledky – napětí	Hmota	t

Výpočtové hodnoty napětí polyetylenových výrobků dle EN 1778:

Pevnost R_n a výpočtové deformace ϵ_{lim} určeny jednak dle EN 1778.

$$R_n = K \times f \times (A_1 \times A_{2k} \times S)^{-1}$$

$K = 9,8$ MPa normové dlouhodobé napětí dle EN 1778.

$A_1 = 1,0$ vliv podmínek prostředí

$A_{2k} = 1,1$ vliv odváděného media

$S = 1.5$ koeficient bezpečnosti

$$R_n = 9,8 \times (1.5 \times 1,0 \times 1,1)^{-1} = \mathbf{5,94 \text{ MPa}}$$

Přípustná deformace k **DN do 3,5%**

Pro posouzení stability: Výpočet koef. k , pro nějž je determinant matice tuhosti K_g , nulový. Hledá se vlastní tvar vybočení odpovídající koef. k . Matice K_g vyjadřují vliv normálních sil v plošných dílcích stěn. Výsledkem posouzení je tedy kritický násobek, který dává představu o tom jak daleko je prvek od případného vybočení.

Posouzení bude provedeno výpočtem podle metody konečných prvků. Model konstrukce,

prostorový, je odvozen z výkresu CZ PLAST TANK 200 . Výpočtový program FEAT 2000.
Optimalizace konstrukčních prvků nádrže je provedena repetiční metodou.

Posouzení dna, řešení 1

Část 1: Posouzení spodního dna KZS 1 = 1,1xZS 1+ 1,1xZS 2

Srovnávací napětí pro polyetylén $\sigma_{ef} = 5,94$ MPa

Výsledky výpočtu – celkové extrémy napětí na dolním dnu.

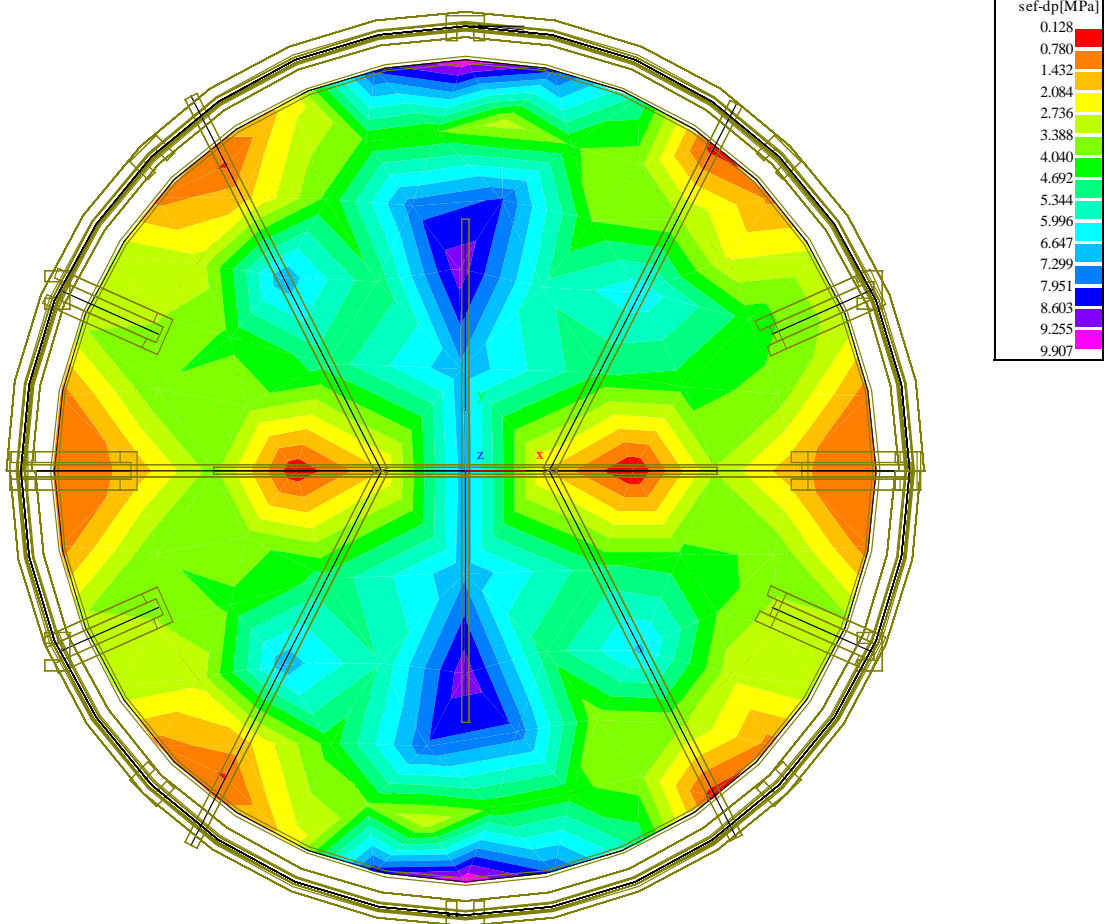
s_x, s_y, s_{xy}, s_{ef} [kPa] napětí v lokálních osách

Extrémy pro výsledek : KZS1 Kombinace ZS (post)

Plocha	Uzel	Poloha [m]	sef	sef	sef
			horní [MPa]	střednice [MPa]	dolní [MPa]
Plocha2	513	-0.285, -0.364, 0.000		0.518	0.687 0.721
Plocha2	439	0.000, -0.490, 0.000		10.542	0.802 9.907
Plocha2	313	-0.266, 0.326, 0.000		2.218	0.337 1.764
Plocha2	325	-0.298, 0.389, 0.000		4.912	3.019 1.247
Plocha2	159	0.200, 0.000, 0.000		2.000	0.998 0.128
Plocha2	439	0.000, -0.490, 0.000		10.542	0.802 9.907

Nevyhovuje, srovnávací napětí je překročeno.

Izolinie napětí na spodním dnu od KZS1



Výsledky výpočtu – celkové extrémy přetvoření dolního dna

Povolená deformace do 3,5 % z Dn = 980 mm.

Ux, Uy, Uz [m] posuny v osách

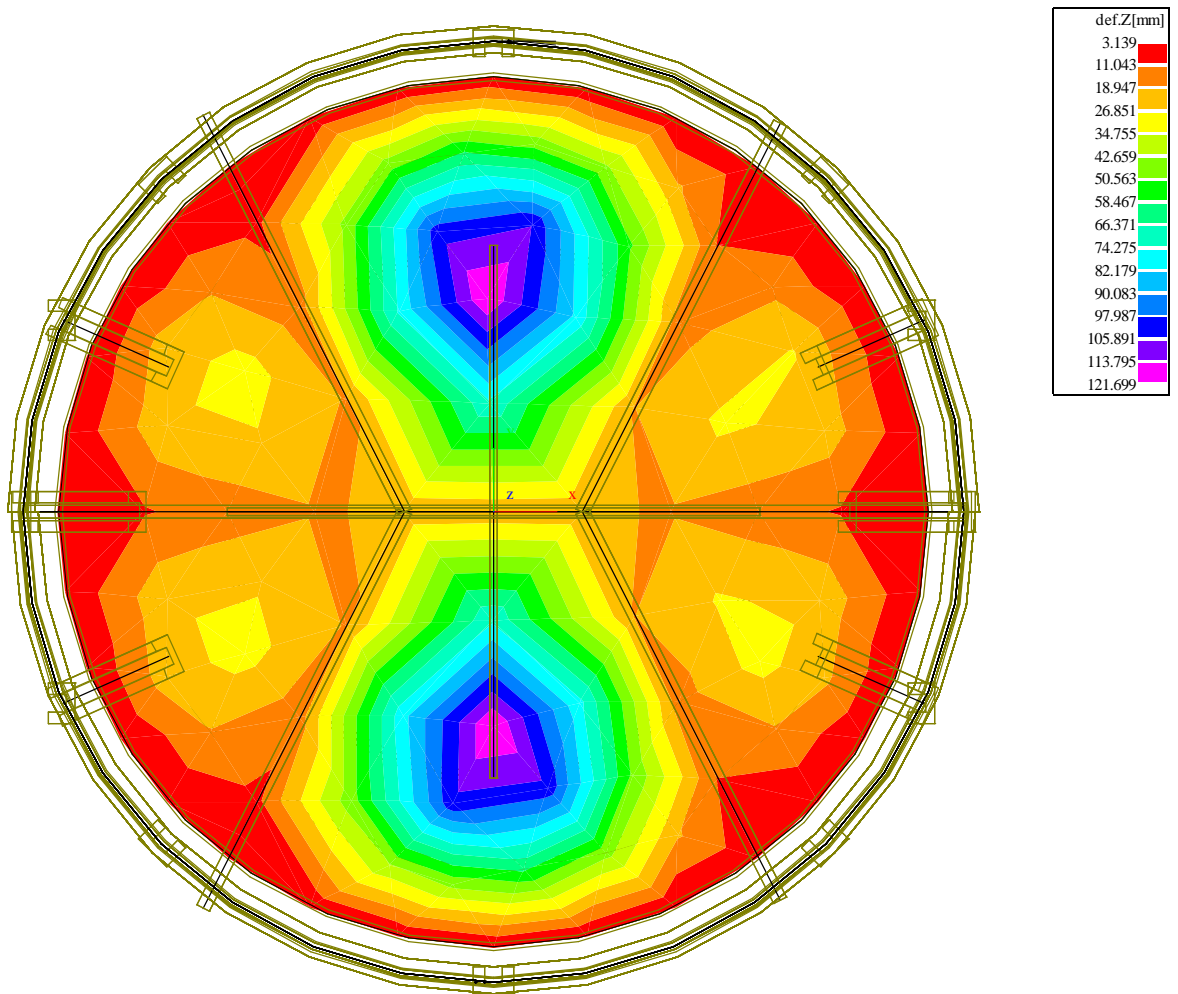
Ucelk. [m] celkové posuny

Extrémy pro výsledek : KZS1 Kombinace ZS (post)

Plocha	Uzel	Poloha [m]	Ux [mm]	Uy [mm]	Uz [mm]	Ucelk. [mm]		
Plocha2	217	0.490, 3.687e-09, 0.000		-2.423	2.224e-03		4.914	5.479
Plocha2	494	-0.490, 0.000, 0.000	2.420	-2.800e-04	4.898	5.463		
Plocha2	91	0.298, 0.389, 0.000	-1.465	-1.952	5.146	5.695		
Plocha2	268	0.298, -0.389, 0.000	-1.467	1.951	5.147	5.697		
Plocha2	130	0.000, 0.490, 0.000	-3.520e-03	-0.750	3.139	3.227		
Plocha2	179	1.346e-03, -0.241, 0.000		8.381e-03	0.376	121.699	121.700	
Plocha2	130	0.000, 0.490, 0.000	-3.520e-03	-0.750	3.139	3.227		
Plocha2	179	1.346e-03, -0.241, 0.000		8.381e-03	0.376	121.699	121.700	

Max. deformace 122mm činí k Dn = 980 mm cca 12,44 % – **nevyhovuje**

Izolinie deformací na dolním dnu od KZS 1



Část 2: Posouzení horního dna KZS 1 = 1,1xZS 1+ 1,1xZS 2

Srovnávací napětí pro polyetylén $\sigma_{ef} = 5,94$ MPa

Výsledky výpočtu – celkové extrémní napětí na horním dnu.

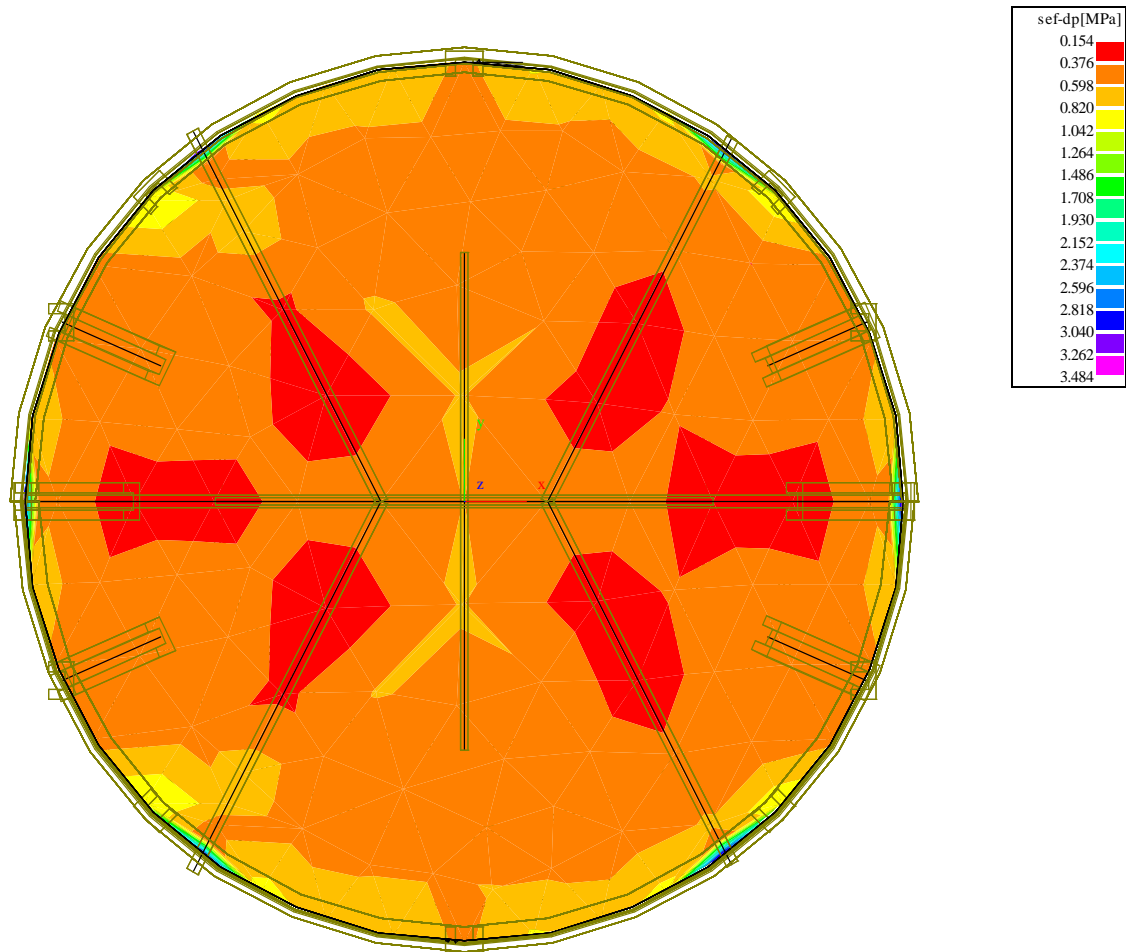
s_x, s_y, s_{xy}, s_{ef} [kPa] napětí v lokálních osách

Extrémy pro výsledek : KZS1 Kombinace ZS (post)

Plocha	Uzel	Poloha [m]	s_{ef} horní [MPa]	s_{ef} střednice [MPa]	s_{ef} dolní [MPa]
Plocha3	185	0.028, -0.392, 0.100		0.296	0.291 0.445
Plocha3	351	-0.244, 0.470, 0.100		1.185	0.710 0.896
Plocha3	602	0.084, -0.523, 0.100		0.841	0.049 0.847
Plocha3	10	0.316, 0.425, 0.100		0.742	2.120 3.484
Plocha3	298	-0.165, 0.129, 0.100		0.972	0.563 0.154
Plocha3	10	0.316, 0.425, 0.100		0.742	2.120 3.484

Vyhovuje, srovnávací napětí není překročeno.

Izolinie napětí na horním dnu od KZS1



Výsledky výpočtu – celkové extrémní přetvoření na horním dnu

Povolená deformace do 3,5 % z Dn = 980 mm.

Ux, Uy, Uz [m] posuny v osách

Ucelk. [m] celkové posuny

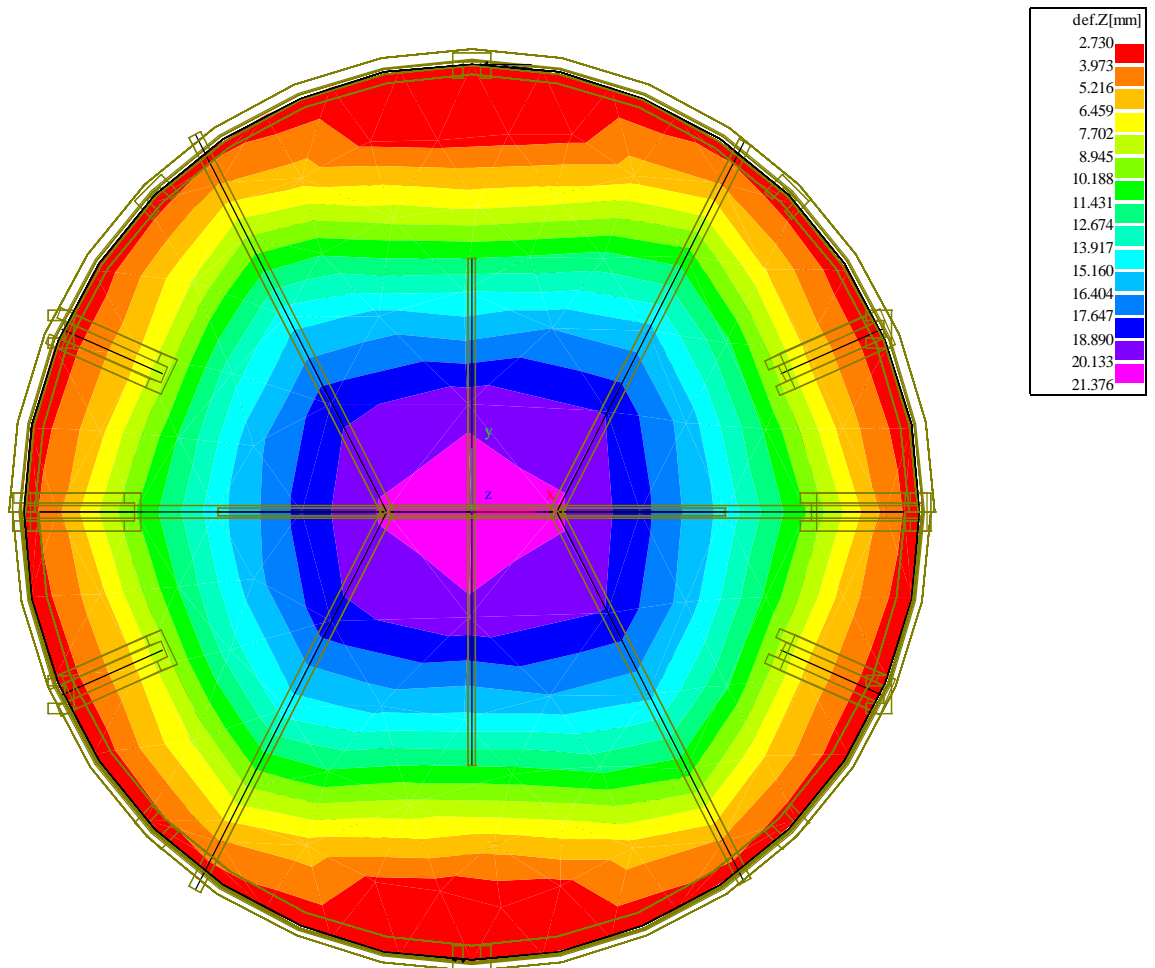
Extrémy pro výsledek : KZS1 Kombinace ZS (post)

Plocha	Uzel	Poloha [m]	Ux [mm]	Uy [mm]	Uz [mm]	Ucelk. [mm]		
Plocha3	498	-0.490, 0.000, 0.100		-1.327	-6.462e-06	4.898	5.075	
Plocha3	216	0.490, 0.000, 0.100		1.331	1.074e-03	4.914	5.091	
Plocha3	514	-0.285, -0.364, 0.100		-0.792	-1.116	6.622	6.762	
Plocha3	329	-0.285, 0.364, 0.100		-0.793	1.119	6.622	6.763	
Plocha3	433	0.036, -0.467, 0.100		0.023	-0.153	2.730	2.734	

Plocha3	279	0.000, 0.000, 0.100	-3.548e-03	1.228e-04	21.376
Plocha3	433	0.036, -0.467, 0.100	0.023	-0.153	2.734
Plocha3	279	0.000, 0.000, 0.100	-3.548e-03	1.228e-04	21.376

Max. deformace 21 mm činí k Dn = 980 mm cca 2,1 % - **vyhovuje**

Izolinie deformací na horním dnu od KZS 1



Část 3: Posouzení výztužných žebek KZS 1 = 1,1xZS 1+ 1,1xZS 2

Srovnávací napětí pro polyetylén $\sigma_{ef} = 5,94$ MPa

Výsledky výpočtu – celkové extrémní napětí na žebrech.

Sig.min, Sig.max [MPa] napětí v krajních vláknech

Prut	Poloha [m]	Sig.min [MPa]	Sig.max [MPa]
PP 15/100	0.242	-2.290	1.552

PP 15/100	0.477	0	0
PP 15/100	0.923	-0.531	-0.280
PP 15/100	0.436	-2.177	1.909

Vyhovuje, srovnávací napětí není překročeno.

Výsledky výpočtu – celkové extrémní přetvoření na žebrech

Povolená deformace do 3,5 % z Dn = 980 mm.

Ux, Uy, Uz [mm] posuny v osách

Ucelk. [mm] celkové posuny

Prut	Poloha [m]	Ux [mm]	Uy [mm]	Uz [mm]	Ucelk. [mm]	
PP 15/100		0.000	-0.433	1.337e-03	3.155	3.185
PP 15/100		1.060	0.433	-1.299e-04	3.144	3.174
PP 15/100		0.458	-0.290	-0.323	4.172	4.194
PP 15/100		0.458	-0.291	0.323	4.174	4.196
PP 15/100		0.501	0.345	-0.285	2.488	2.528
PP 15/100		0.530	2.356e-03	1.259e-04	21.376	21.376
PP 15/100		0.501	0.345	-0.285	2.488	2.528
PP 15/100		0.530	2.356e-03	1.259e-04	21.376	21.376

Max. deformace 21 mm činí k Dn = 980 mm cca 2,1 % – **vyhovuje**

Posouzení dna, řešení 2**Část 4:** Posouzení spodního dna KZS 1 = 1,1xZS 1+ 1,1xZS 2Srovnávací napětí pro polyetylén $\sigma_{ef} = 5,94$ MPa**Výsledky výpočtu – celkové extrémní napětí na dolním dnu.**

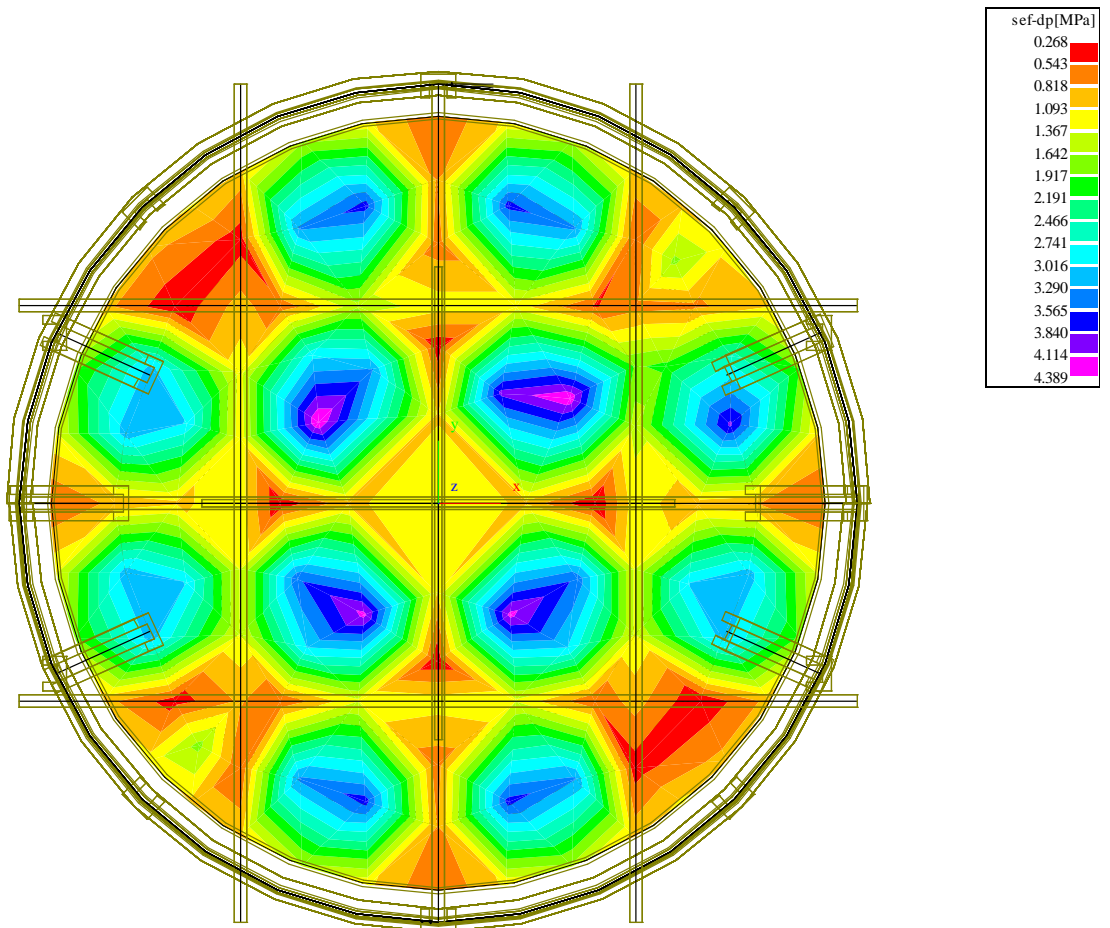
sx, sy, sxy, sef [kPa] napětí v lokálních osách

Extrémy pro výsledek : KZS1 Kombinace ZS (post)

Plocha	Uzel	Poloha [m]	sef	sef	sef	
			horní [MPa]	střednice [MPa]	dolní [MPa]	
Plocha2	231	0.301, 0.307, 0.000		0.823	0.812	1.712
Plocha2	205	0.250, 0.174, 0.000		3.237	0.936	1.881
Plocha2	749	-0.312, 0.378, 0.000		1.204	0.551	1.147
Plocha2	388	0.000, 0.000, 0.000		1.143	1.261	1.379
Plocha2	194	0.200, 0.000, 0.000		1.832	0.964	0.268
Plocha2	433	-0.151, 0.103, 0.000		2.336	1.046	4.389

Vyhovuje, srovnávací napětí není překročeno.

Izolinie napětí na spodním dnu od KZS1



Výsledky výpočtu – celkové extrémní přetvoření dolního dna

Povolená deformace do 3,5 % z Dn = 980 mm.

Ux, Uy, Uz [m] posuny v osách

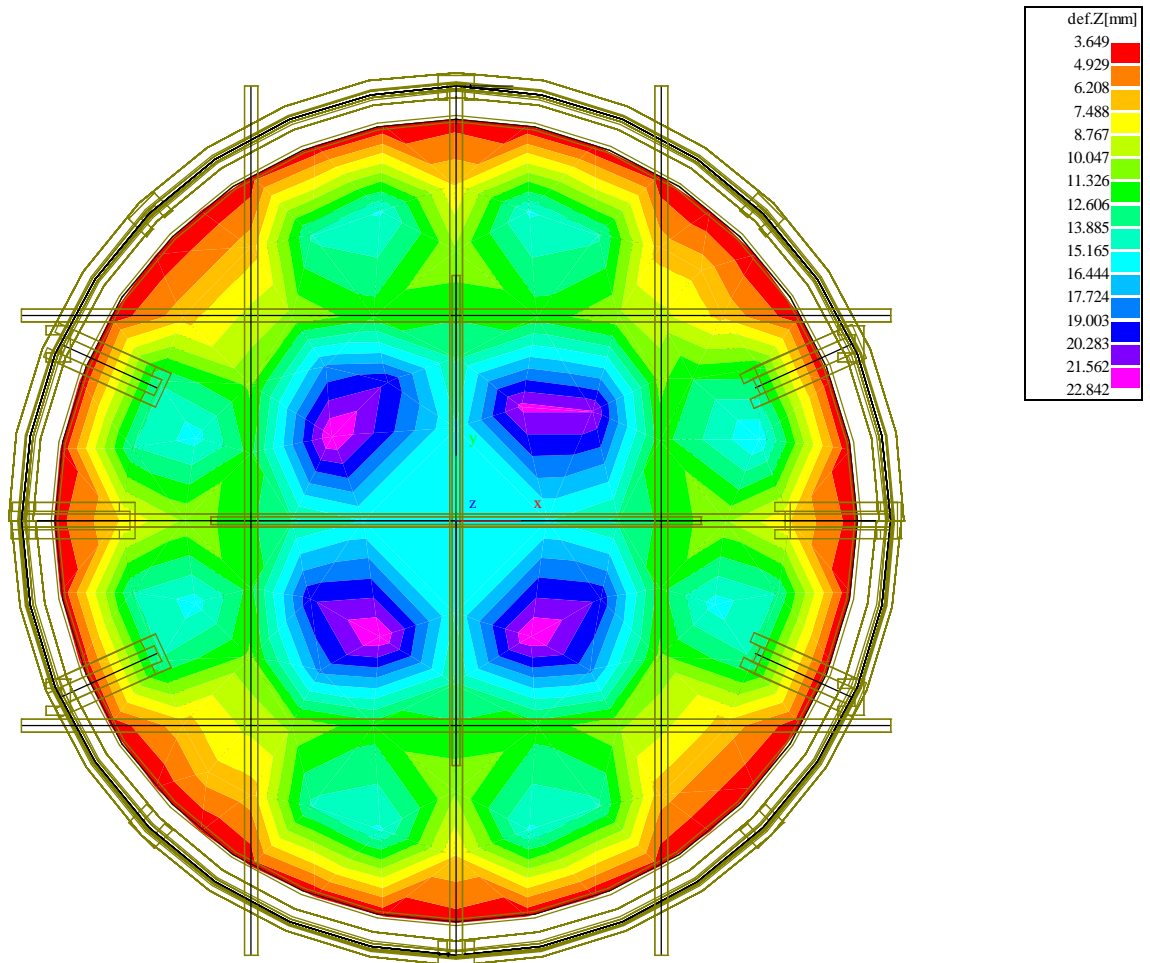
Ucelk. [m] celkové posuny

Extrémy pro výsledek : KZS1 Kombinace ZS (post)

Plocha	Uzel	Poloha [m]	Ux [mm]	Uy [mm]	Uz [mm]	Ucelk. [mm]		
Plocha2	174	0.490, 0.000, 0.000	-1.771	4.178e-04	4.241	4.596		
Plocha2	853	-0.490, -9.576e-10, 0.000		1.774	-2.897e-04	4.240	4.596	
Plocha2	549	0.000, 0.490, 0.000	3.077e-05	-1.764	4.248	4.600		
Plocha2	334	0.000, -0.490, 0.000	3.684e-04	1.762	4.248	4.599		
Plocha2	497	-0.459, -0.171, 0.000	1.097	0.371	3.649	3.829		
Plocha2	433	-0.151, 0.103, 0.000	0.571	-0.374	22.842	22.852		
Plocha2	497	-0.459, -0.171, 0.000	1.097	0.371	3.649	3.829		
Plocha2	433	-0.151, 0.103, 0.000	0.571	-0.374	22.842	22.852		

Max. deformace 23mm činí k Dn = 980 mm cca 2,3 % - **nevyhovuje**

Izolinie deformací na dolním dnu od KZS 1



Část 5: Posouzení horního dna KZS 1 = 1,1xZS 1+ 1,1xZS 2

Srovnávací napětí pro polyetylén $\sigma_{ef} = 5,94$ MPa

Výsledky výpočtu – celkové extrémní napětí na horním dnu.

s_x, s_y, s_{xy}, s_{ef} [kPa] napětí v lokálních osách

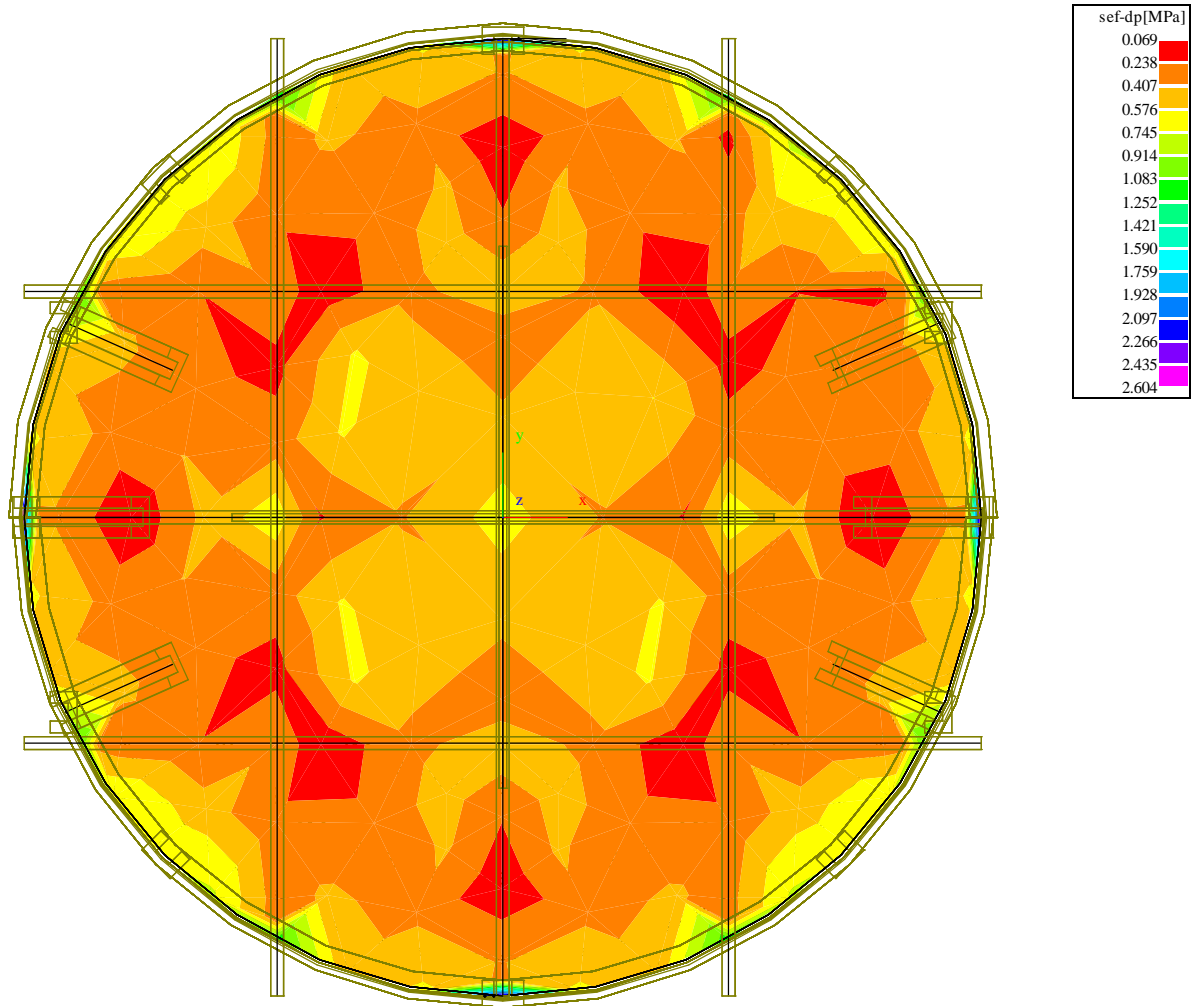
Extrémy pro výsledek : KZS1 Kombinace ZS (post)

Plocha	Uzel	Poloha [m]	sef	sef	sef
			horní [MPa]	střednice [MPa]	dolní [MPa]
Plocha3	145	0.193, -0.417, 0.100	0.231	0.324	0.426

Plocha3	391	0.000, 0.112, 0.100	0.998	0.714	0.430
Plocha3	76	0.502, -0.171, 0.100	0.536	0.164	0.453
Plocha3	351	0.000, -0.530, 0.100	0.455	1.434	2.604
Plocha3	169	0.411, 0.000, 0.100	0.584	0.309	0.069
Plocha3	351	0.000, -0.530, 0.100	0.455	1.434	2.604

Vyhovuje, srovnávací napětí není překročeno.

Izolinie napětí na horním dnu od KZS1



Výsledky výpočtu – celkové extrémní přetvoření na horním dnu

Povolená deformace do 3,5 % z Dn = 980 mm.

Ux, Uy, Uz [m] posuny v osách

Ucelk. [m] celkové posuny

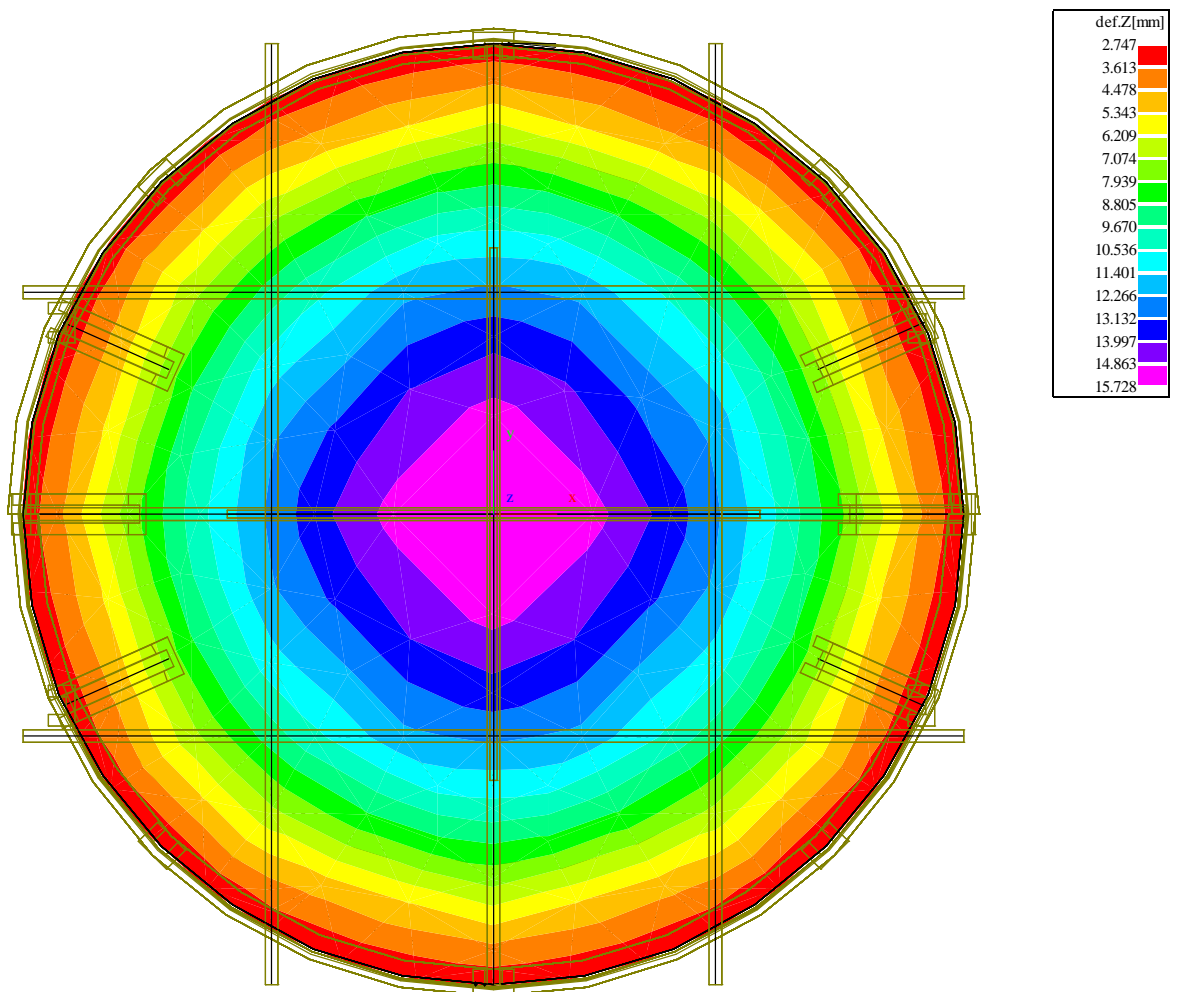
Extrémy pro výsledek : KZS1 Kombinace ZS (post)

Plocha	Uzel	Poloha	Ux	Uy	Uz	Ucelk.
--------	------	--------	----	----	----	--------

		[m]	[mm]	[mm]	[mm]	[mm]		
Plocha3	854	-0.490, 0.000, 0.100		-0.966	-4.113e-04		4.240	4.348
Plocha3	175	0.490, 0.000, 0.100		0.967	-1.182e-03		4.241	4.350
Plocha3	332	0.000, -0.490, 0.100		-3.636e-05	-0.973	4.248		4.358
Plocha3	551	0.000, 0.490, 0.100		3.100e-04	0.973	4.248		4.358
Plocha3	109	0.385, -0.364, 0.100		0.513	-0.465	2.747		2.833
Plocha3	387	0.000, 0.000, 0.100		7.667e-04	-8.645e-04		15.728	15.728
Plocha3	269	0.385, 0.364, 0.100		0.498	0.454	2.749	2.831	
Plocha3	387	0.000, 0.000, 0.100		7.667e-04	-8.645e-04		15.728	15.728

Max. deformace 16mm činí k Dn = 980 mm cca 1,6 % - **vyhovuje**

Izolínie deformací na horním dnu od KZS 1



Část 6: Posouzení výztužných žebek KZS 1 = 1,1xZS 1+ 1,1xZS 2

Srovnávací napětí pro polyetylén $\sigma_{ef} = 5,94$ MPa

Výsledky výpočtu – celkové extrémní napětí na žebrech.

Sig.min, Sig.max [MPa] napětí v krajních vláknech

Prut	Poloha [m]	Sig.min [MPa]	Sig.max [MPa]	
PP 15/100	0.203	-1.497	1.319	
PP 15/100	0.040	0	0	
PP 15/100	0.939	-0.366	-0.254	
PP 15/100	0.203	-1.497	1.319	

Vyhovuje, srovnávací napětí není překročeno.**Výsledky výpočtu – celkové extrémní přetvoření na žebrech**

Povolená deformace do 3,5 % z Dn = 980 mm.

Ux, Uy, Uz [mm] posuny v osách

Ucelk. [mm] celkové posuny

Prut	Poloha [m]	Ux [mm]	Uy [mm]	Uz [mm]	Ucelk. [mm]	
PP 15/100	0.000	-0.322	-1.044e-03	2.937	2.954	
PP 15/100	1.060	0.324	-4.807e-04	2.935	2.953	
PP 15/1003	0.000	1.592e-04	-0.316	2.945	2.962	
PP 15/100	1.060	7.090e-05	0.315	2.946	2.962	
PP 15/100	0.000	-0.252	-0.285	1.580	1.625	
PP 15/100	0.530	-8.422e-04	-8.367e-05	15.728	15.728	
PP 15/100	0.000	-0.252	-0.285	1.580	1.625	
PP 15/100	0.530	-8.422e-04	-8.367e-05	15.728	15.728	

Max. deformace 16mm činí k Dn = 980 mm cca 1,6 % – **vyhovuje****Závěr:**

Posouzením se prokázalo, že navržené zpevnění dna šachty TANK 200 KJC, vyhovuje plně zadávacím podmínkám, ve smyslu ENV 1991-1, z hlediska mezního stavu pevnosti, životnosti konstrukce a z hlediska použitelnosti navržené řešení 2.