

ANALYSIS AND CALCULATION OF STEEL TANK HEIGHT $H=12\text{m}$, DIAMETER $D=6\text{m}$ ACCORDING TO EUROCODE

АНАЛИЗА И ПРОРАЧУН ЧЕЛИЧНОГ РЕЗЕРВОАРА ВИСИНЕ $H=12.0\text{m}$ И ПРЕЧНИКА $D=6.00\text{m}$ ПРЕМА ЕВРОКОДУ

Miroslav Bešević¹
Nemanja Bralović²
Darko Gajić³

UDK: 624.014.2.953
DOI: 10.14415/zbornikGFS35.02
CC-BY-SA 4.0 license

Summary: This paper is shown the calculation of the above-grounded 12-meter high with a diameter of 6m steel tank for water and sulfuric acid storage purposes. Wall thickness, as well as roof thickness of the tank, is $t=5\text{cm}$. Construction of the tank is modeled by ABAQUS software package. The real tension condition in tank walls is obtained by observing expected cases of loads. Construction load analysis is executed according to European Standards.

Keywords: EuroCode, Steel Tank, Water, Sulfuric Acid

1. INTRODUCTION

Tanks are hermetically sealed storages, which are used for storing liquids (water, sulfuric acid, or other dangerous fluid materials) or gases. Type of tanks depends on geometric shape, characteristics of a construction, capacity, materials which were used for tank construction, materials stored in a tank, location and building style etc. The most important types of tanks are

Резиме: У овом раду се приказује прорачун надземног челичног резервоара за складиштење воде и сумпорне киселине, укупне висине $H=12\text{m}$ и пречника $D=6\text{m}$. Дебљина плашта зида и крова резервоара износи $t=5.0\text{cm}$. Конструкција резервоара моделирана је помоћу програмског пакета ABAQUS према реалним случајевима оптерећења која се могу очекивати, чиме је добијена реална слика напонских стања у зидовима резервоара. Анализа оптерећења конструкције извршена је на основу Европских стандарда.

Кључне речи: Еврокод, челични резервоар, вода, сумпорна киселина

1. УВОД

Резервоари су херметички затворена складишта, у којима се обавља складиштење течности (воде, сумпорне киселине, или осталих опасних материја у течном стању) или плинova. Тип резервоара зависи од: геометријских и конструктивних

¹ Prof. dr Miroslav T. Bešević, dipl. inž. građ., University of Novi Sad, Faculty of Civil Engineering Subotica, Kozaračka 2a, Subotica, Serbia, tel: ++381 24 554 300, e – mail: miroslav.besevic@gmail.com

² Nemanja Bralović, PhD student, Assistant, University of Novi Sad, Faculty of Civil Engineering Subotica, Kozaračka 2a, Subotica, Serbia, tel: +381 24 554 300, e – mail: nemanjabralovic@hotmail.com

³ Darko Gajić, PhD student, University of Novi Sad, Faculty of Civil Engineering Subotica, Kozaračka 2a, Subotica, Serbia, tel: +381 24 554 300, e – mail: darko.gajic24@gmail.com

underground tanks and aboveground ones. The most of the above-ground tanks have cylindrical shape. Walls are formed of curved steel plates interconnected by welding. The bottom of the storage tank is a slab made of welded steel plates. In numeric analysis, tanks are modeled like they are attached to the ground, so the shape of a bottom is not particularly important, but when it comes to designing the shape of a bottom mustn't be neglected.

2. DESCRIPTION OF THE CONSTRUCTION AND LOAD ANALYSIS

Analysis is carried out for 12-meter high steel storage tank with the volume of $V=320\text{m}^3$. Construction of the tank is made of curved steel plates interconnected by welding. Tank is aboveground cylindrical construction with diameter of 6m and wall thickness of $t_1=5\text{cm}$. It is divided on four longitudinal segments. The top of the tank is spherical, and its thickness is also $t_2=5\text{cm}$. The bottom of the tank is steel plate with the same thickness as walls. Below the bottom is circular 25-centimeters thick reinforced concrete slab.

The tank is supported by ring base made of reinforced concrete ($b/h=30/130\text{ cm}$) which is attached on foundation with M20, 6.8 strength class, anchor bolts. The tank is planned according to EN-1993-4-2 which defines rules and principles for construction of cylindrical liquid storage steel tanks. Construction of the tank is modeled by ABAQUS software package with the real load distribution by the surface of steel sheets. The material is defined as elastic and isotropic for all constructive elements with Young's modulus of elasticity $E=210\text{GPa}$, Poisson's ratio $\nu=0,3$, and coefficient of linear thermal expansion $\alpha t=10^{-5}\text{ }1/^\circ\text{C}$. For the calculation and dimensions of the spherical roof, the walls of cylindrical

карактеристика, капацитета, материјала од кога су направљени, карактеристика робе која се складишти, места и начина уградње, начина постављања, примене и друго. Постоји много различитих облика класификације резервоара, а најбитнија је подела резервоара на надземне и подземне. Већина надземних резервоара има цилиндрични облик плашта. Плашт је формиран од закривљених челичних плоча међусобно повезаних заваривањем. Дно резервоара је плоча израђена од заварених челичних плоча. У нумеричкој анализи резервоари се моделирају као причвршћени за тло па облик дна није битан, али код пројектовања то је важна компонента.

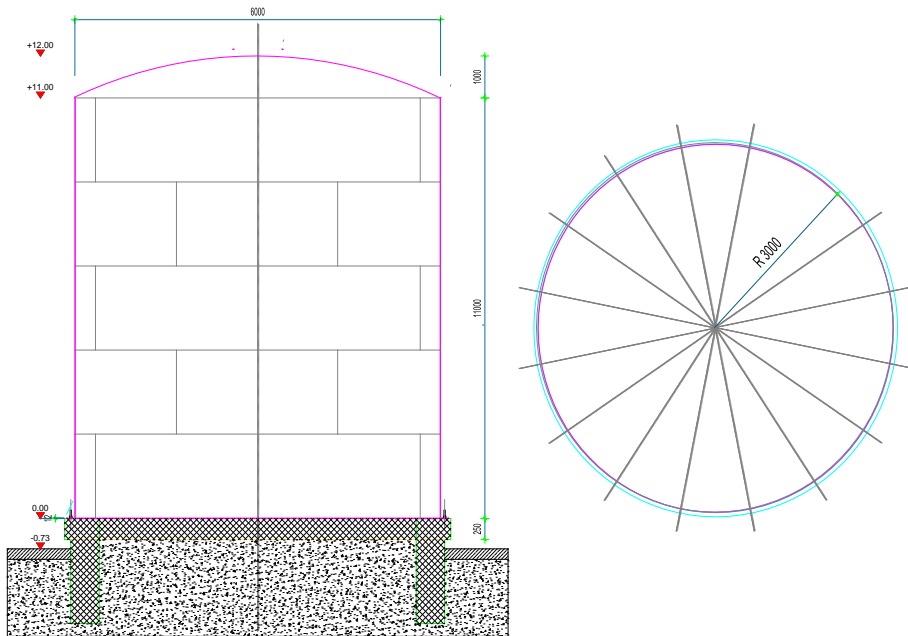
2. ОПИС КОНСТРУКЦИЈЕ И АНАЛИЗА ОПТЕРЕЂЕЊА

Анализа је спроведена за челични резервоар запремине $V=320\text{m}^3$ и укупне висине $H=12\text{m}$. Конструкцију резервоара сачињавају закривљене челичне плоче међусобно повезане заваривањем. Резервоар је надземна конструкција цилиндричног облика пречника $D=6\text{m}$, и дебљине плашта $t_1=5\text{cm}$ подељен на четири уздужна сегмента. Кров резервоара је сферног облика дебљине лима $t_2=5\text{cm}$. Дно резервоара чини такође челична плоча дебљине $t_3=5\text{cm}$ испод које се налази армиранобетонска кружна плоча дебљине 25cm.

Резервоар је ослоњен на темељни армиранобетонски прстен димензија $b/h=30/130\text{ cm}$ и причвршћен на темељ преко анкера M20 класе чврстоће 6.8. Резервоар је пројектован према ЕН 1993-4-2 који даје правила и принципе за конструкције челичних резервоара цилиндричног облика, за складиштење течних производа. Конструкција резервоара моделирана је просторним прорачунским моделом

tank, ring shaped reinforced concrete foundation, steel anchor bolts, all the relevant loads for determining maximum impact on construction were analyzed: Dead load (Dead load is primarily due to self weight – value taken automatically using software package ABAQUS), hydrostatic pressure from the fluid in the tank, wind load calculation for the following location: Subotica, basic wind speed $V_b=20\text{m/s}$, II category of terrain, Snow load calculation for the following location: Subotica, characteristic value of load on the soil $S_k= 1,0 \text{ kN/m}^2$, The effect of horizontal seismic component with soil acceleration $a_g = 0,06g = 0,59 \text{ m/s}^2$, Thermic influence $\Delta T=32 \text{ }^\circ\text{C}$

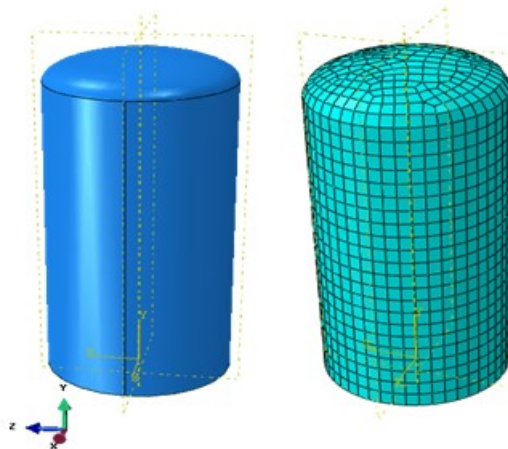
у програмском пакету ABAQUS, са стварном расподелом оптерећења по површини челичних лимова. Материјал је моделиран као еластичан и изотропан за све конструктивне елементе са Јанговим модулом еластичности $E=210\text{GPa}$, Поасоновим коефицијентом $\nu=0,3$ и коефицијентом линеарне топлотне дилатације материјала $\alpha_t=10^{-5} \text{ } 1/^\circ\text{C}$. За прорачун и димензије сферног крова, плашта цилиндра резервоара, прстенастог армиранобетонског темеља, челичних анкера, анализирана су сва меродавна оптерећења за одређивање максималних утицаја у конструкцији и то: Стално оптерећење (сопствена тежина конструкције – аутоматски узета у програмском пакету ABAQUS), хидростатички притисак од течности у резервоару, оптерећење ветром за Локацију Суботица где основна брзина ветра износи $V_b=20\text{m/s}$ и усвојеном категоријом терена II, оптерећење снегом за Локацију Суботица са карактеристичном вредношћу оптерећења на тло $S_k= 1,0 \text{ kN/m}^2$, дејство хоризонталне компоненте земљотреса са убрзањем тла $a_g= 0,06g = 0,59 \text{ m/s}^2$, утицај температуре $\Delta T=32 \text{ }^\circ\text{C}$.



Слика 1 – Попречни пресек и основа крова резервоара
 Figure 1 – Cross section and base of tank roof

**3. CONSTRUCTION CALCULUS
 ABAQUS SOFTWARE PACKAGE**

**3. ПРОРАЧУН КОНСТРУКЦИЈЕ У
 ПРОГРАМСКОМ ПАКЕТУ
 ABAQUS**



Слика 2 – 3Д модел челичног резервоара
 Figure 2 – 3D steel tank model

Fluid influence

According to EN 1991-1-4, fluid loads are calculated with all types of fluids which could be stored in the tank, geometry of the tank and maximum depth of liquid in the tank. Characteristic pressure values p are:

$$p(z) = \gamma z, \quad (1)$$

γ - unit weight of liquid / запреminska težina течности, z - depth of fluid / дубина течности

$$\gamma_{water/vode} = 10,00 \left[\frac{kN}{m^3} \right], \quad \gamma_{s.acid/s.kiselina} = 17,70 \left[\frac{kN}{m^3} \right]$$

Утицај од течности

Према EN 1991-1-4 оптерећења услед течности срачунавају се уз узимање у обзир: свих врста течности чије се складиштење предвиђа у резервоару, геометрије резервоара и максималне могуће дубине течности у резервоару. Карактеристичне вредности притиска p износи:

Wind load analysis (EC 1991-1-4)

Анализа оптерећења ветром (Према EN 1991-1-4)

Height of the tank wall / висина зида резервоара	$z = 11,0 m$
Diameter of the tank / пречник резервоара	$D = 6,0 m$
Elevation of the construction / надморска висина на којој се налази објекат	$H_n = 76,0 m$
Fundamental wind speed / Фундаментална брзина ветра	$V_{b0} = 20,0 m/s$
Coefficient of direction / Коefицијент правца	$C_{dir} = 1,0 m$
Coefficient of seasonal influence / Коefицијент сезонског деловања	$C_{season} = 1,0 m$

Basic wind speed / Основна брзина ветра:

$$V_b = C_{dir} \cdot C_{season} \cdot V_{b0} \quad \text{EN 1991-1-4 (4.1)} \quad (2)$$

$$V_b = 1,0 \cdot 1,0 \cdot 20,0 = 20,0 m/s$$

Average wind speed / Средња брзина ветра

$$V_m(z) = C_r(z) \cdot C_0(z) \cdot V_b \quad \text{EN 1991-1-4 (4.3)} \quad (3)$$

Coefficient of topography / Коefицијент топографије	$C_0(z) = 1,0$
Category of terrain / категорија терена	$K_t = II$
length of roughness / дужина хрпавости	$z_0 = 0,05$
minimal height / минимална висина	$z_{min} = 2,0 m$
maximal height / максимална висина	$z_{max} = 200 m$
Coefficient of terrain / коefицијент терена:	

$$k_r = 0,19 \cdot \left(\frac{z_0}{z_{0,II}} \right)^{0,07} = 0,19 \cdot \left(\frac{0,05}{0,05} \right)^{0,07} = 0,19 \quad \text{EN 1991-1-4 (4.5)} \quad (4)$$

Roughness coefficient / Коэффициент хrapавости:

$$C_{r(z)} = k_r \cdot \ln\left(\frac{z}{z_0}\right) \quad \text{za } z_{min} \leq z \leq z_{max} \quad \text{EN 1991-1-4 (4.4)} \quad (5)$$

$$C_{r(z)} = 0,19 \cdot \ln\left(\frac{11}{0,05}\right) = 1,024789 \quad \text{za } 2,00m \leq 11m \leq 200,00m$$

$$V_m(z) = 1,024789 \cdot 1 \cdot 20,0 = 20,49578 \text{ m / s}$$

Turbulence intensity / Интензитет турбуленције

$$I_{v(z)} = \frac{K_I}{C_{0(z)} \cdot \ln\left(\frac{z}{z_0}\right)} \quad \text{za } z_{min} \leq z \leq z_{max} \quad \text{EN 1991-1-4 (4.7)} \quad (6)$$

Turbulence coefficient / Коэффициент турбуленције $K_I = 1,0$

$$I_{v(z)} = \frac{1,0}{1,0 \cdot \ln\left(\frac{11}{0,05}\right)} = 0,185404 \quad \text{za } 2,0m \leq 11,0m \leq 200,0m$$

Impact wind pressure / Ударни притисак ветра

$$q_{p(z)} = \left(1 + 7I_{v(z)}\right) \cdot \frac{1}{2} \cdot \rho \cdot V_m^2(z) \quad \text{EN 1991-1-4 (4.8)} \quad (7)$$

$$q_{p(z)} = (1 + 7 \cdot 0,185404) \cdot \frac{1}{2} \cdot 1,25 \cdot 20,49578^2 \cdot 10^{-3} = 0,603291 \text{ kN / m}^2$$

Table 1 – Impact wind pressure in altitudes
Табела 1 – Ударни притисак ветра по висинама

Height above the ground / Висина изнад терена z[m]	$C_{r(z)}$	$V_m(z)$	$I_{v(z)}$	$q_{p(z)}$
2	0,701	14,02	0,271	0,356
4	0,833	16,66	0,228	0,45
6	0,91	18,2	0,209	0,51
8	0,964	19,28	0,197	0,553
10	1,007	20,14	0,189	0,589
11	1,025	20,5	0,185	0,603

Wind force / Сила ветра

$$F_W = C_s \cdot C_d \cdot C_f \cdot q_{p(z)} \cdot A_{ref} \quad \text{EN 1991-1-4 (5.3)} \quad (8)$$

$$I_{v(z_s)} = \frac{K_I}{C_{0(z)} \cdot \ln\left(\frac{z_s}{z_0}\right)} \quad \text{za } z_{min} \leq z_s \leq z_{max} \quad \text{EN 1991-1-4 (4.7)} \quad (9)$$

$$z_s = 0,6 \cdot h = 0,6 \cdot 11 = 6,6m \geq z_{min}$$

$$I_{v(z_s)} = \frac{1,0}{1,0 \cdot \ln\left(\frac{6,6}{0,05}\right)} = 0,2048 \quad \text{za } 2,0\text{ m} \leq 6,6\text{ m} \leq 200,0\text{ m}$$

Measures of turbulent length / Мера турбулентне дужине

$$L_{(z_s)} = L_t \cdot \left(\frac{z_s}{z_t}\right)^\alpha \quad \text{za } z_s \geq z_{min} \quad \text{EN 1991-1-4 Annex B (B.1)} \quad (10)$$

$$\alpha = 0,67 + 0,05 \ln(z_0) = 0,67 + 0,05 \ln(0,05) = 0,520213$$

Reference height / Референтна висина

$$z_t = 200,0\text{ m} \quad \text{EN 1991-1-4 Annex B (1)} \quad (11)$$

Reference length / Референтна дужина

$$L_t = 300,0\text{ m} \quad \text{EN 1991-1-4 Annex B (1)} \quad (12)$$

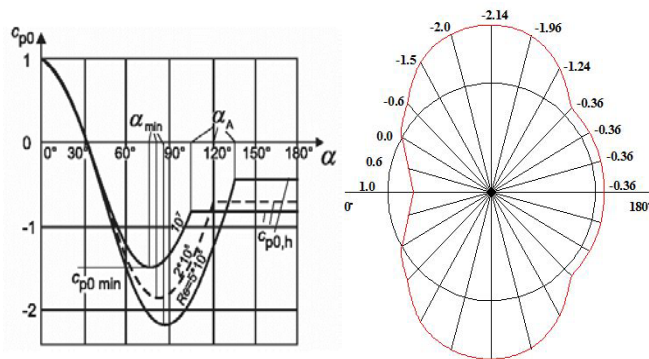
$$L_{(z_s)} = 300,0 \cdot \left(\frac{6,6}{200,0}\right)^\alpha = 50,86656 \quad \text{za } 6,6\text{ m} \geq 2,00\text{ m}$$

$$C_{r(z_s)} = k_r \cdot \ln\left(\frac{z_s}{z_0}\right) \quad \text{za } z_{min} \leq z_s \leq z_{max} \quad \text{EN 1991-1-4 (4.4)} \quad (13)$$

$$C_{r(z_s)} = 0,19 \cdot \ln\left(\frac{6,6}{0,05}\right) = 0,927732 \quad \text{za } 2,0\text{ m} \leq 6,6\text{ m} \leq 200,0\text{ m}$$

$$V_{m(z_s)} = 0,927732 \cdot 1 \cdot 20,0 = 18,55465\text{ m/s}$$

Coefficient of construction / Коefицијент конструкције: for buildings up to 15 m high, the coefficient of construction can be adopted 1 / за зграде висине до 15 m коefицијент конструкције $C_s C_d$ може да се усвоји 1.



Слика 3 – Коefицијент спољашњег притиска
Figure 3 – Coefицијент external pressure

Situation of the calculation, coefficients, and combinations of influences

General assumptions given in EN 1990 are applicable, but reservoirs are different from other structures because they are exposed to full loads for most of the service life, and it is recommended that the use of EN 1991-4: 2006 Annex A (Table A.2), which defines load combinations and partial safety factors for border and usable states.

Прорачунске ситуације, коефицијенти и комбинације деловања

Опште претпоставке дате у EN 1990 су примењиве, али резервоари се разликују од осталих конструкција јер су изложени пуним оптерећењима већину употребног века, па се препоручује коришћење EN 1991-4:2006 Додатак А (Табела А.2), који дефинише комбинације оптерећења и парцијалне факторе сигурности за гранична и употребна стања.

Table 2 – Load combinations for the limit state of load capacity

Combination of loads	DESCRIPTION OF THE COMBINATION
1	self weight (G) + liquid (F) + wind (W)
2	self weight (G) + liquid (F) + snow (S)
3	self weight (G) + wind (W)
4	self weight (G) + температура (T) + liquid (F)
5	self weight (G) + liquid (F) + seismic (A_{Ed})

Табела 2 – Комбинације оптерећења за гранично стање носивости

Комбинација оптерећења	ОПИС КОМБИНАЦИЈЕ
1	Стално оптерећење (G) + течност (F) + ветар (W)
2	Стално оптерећење (G) + течност (F) + снег (S)
3	Стално оптерећење (G) + ветар (W)
4	Стално оптерећење (G) + температура (T) + течност (F)
5	Стално оптерећење (G) + течност (F) + сеизмика (A_{Ed})

Table 3 – Load combinations with corresponding coefficients:

Табела 3 – Комбинације оптерећења са одговарајућим коефицијентима:

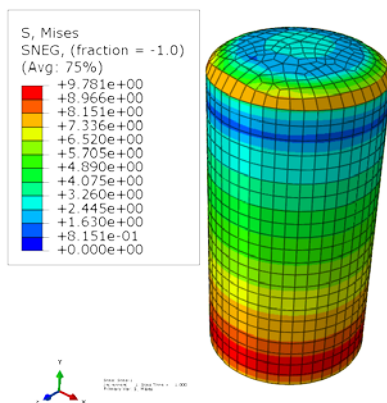
1	$\gamma_{G,j}G + \gamma_{Q,1}1.0 F + \gamma_{Q,i}0.6 W$
2	$\gamma_{G,j}G + \gamma_{Q,1}1.0 F + \gamma_{Q,i}0.6 S$
3	$\gamma_{G,j}G + \gamma_{Q,i}0.6 W$
4	$\gamma_{G,j}G + \gamma_{Q,1}1.0 T + \gamma_{Q,i}0.9 F$
5	$G + T + A_{Ed}$

Where is / Gde је: G – self weight / сопствена тежина; A_{Ed} – load from seismic / оптерећење од сеизмике; T – load from temperature / оптерећење од температуре; F – liquid / течност; S – snow / снег; W – wind / ветар

Diagrams of stress

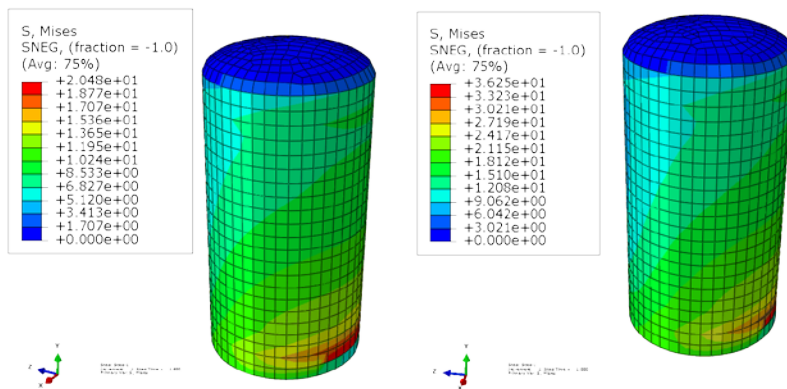
Дијаграми напона

Influence on the tank due to constant load / Утицаји на резервоару услед дејства сталног оптерећења



Слика 4 – Напони у резервоару услед дејства сопствене тежине изражени у Мра
Figure 4 – Stress in the tank due to the effect of self weight expressed in Mpa

Influence on the tank due to liquid / Утицај на резервоару услед дејства течности

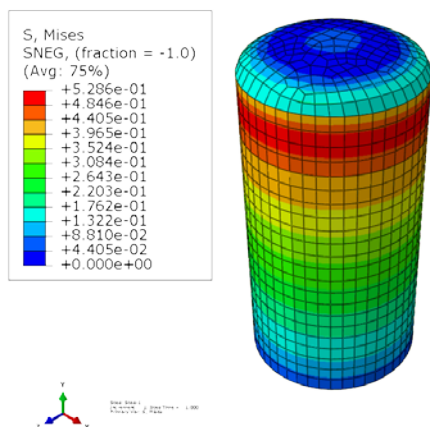


a) water / вода

b) sulfuric acid / сумпорна киселина

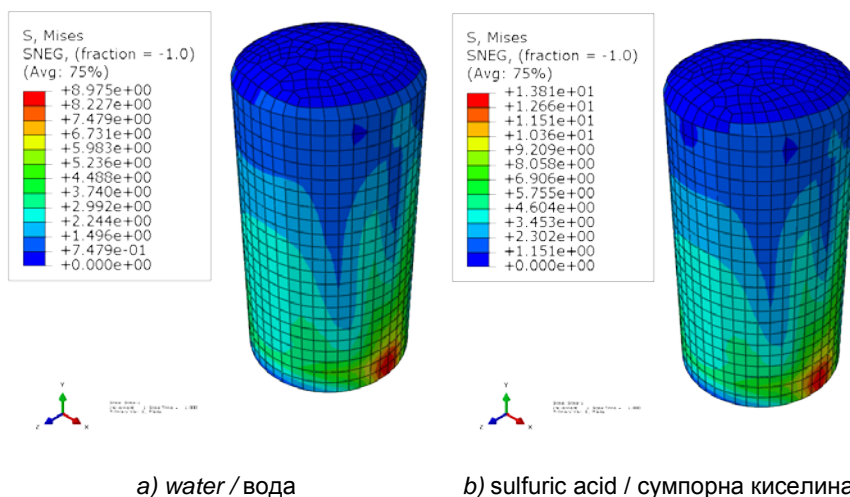
Слика 5 – Напони у резервоару услед дејства течности изражени у Мра
Figure 5 – Stress in the tank due to the effect of liquid expressed in Mpa

Influence on the tank due to wind / Утицај на резервоару услед дејства ветра



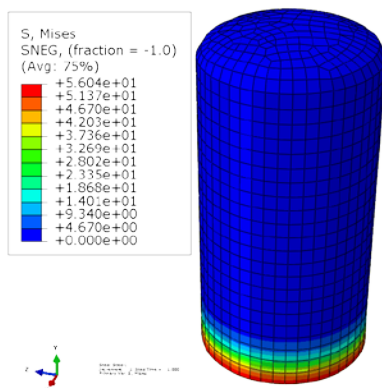
Слика 6 – Напони у резервоару услед дејства ветра изражени у Мпа
Figure 6 – Stress in the tank due to the effect of wind expressed in Mpa

Influence on the tank due to seismic / Утицај на резервоару услед дејства сеизмике



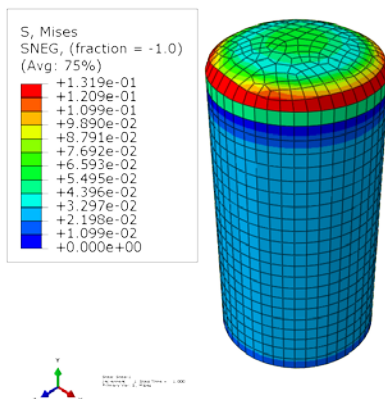
Слика 7 – Напони у резервоару услед дејства сеизмике изражени у Мпа
Figure 7 – Stress in the tank due to the effect of seismic expressed in Mpa

Influence on the tank due to temperatures / Утицај на резервоару услед дејства температуре



Слика 8 – Напони у резервоару услед дејства температуре изражени у МПа
Figure 8 – Stress in the tank due to the effect of temperatures expressed in Mpa

Influence on the tank due to snow / Утицај на резервоару услед дејства снега



Слика 9 – Напони у резервоару услед дејства снега изражени у МПа
Figure 9 – Stress in the tank due to the effect of snow expressed in Mpa

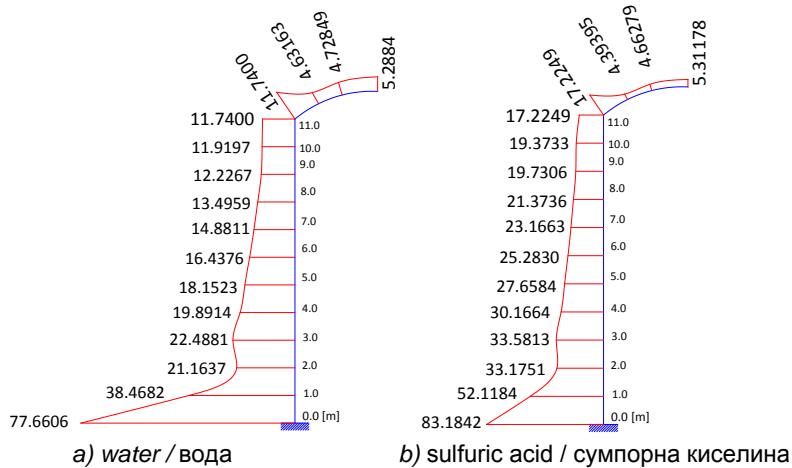
Table 4 – Stress values for adopted load combinations
Табела 4 – Вредности напона за усвојене комбинације оптерећења

Combination / Комбинација	Water / Вода	Sulfuric acid / Сумпорна киселина
	σ stress/напони [MPa]	σ stress/напони [MPa]
1	40.23	61.55
2	40.33	61.65
3	13.17	13.17
4	83.76	90.08
5	29.29	44.10

On the basis of the implemented budget, it can be concluded that the relevant combination of load 4, which includes the self weight, the temperature and the liquid to be stored (water and sulfuric acid), are included.

На основу спроведеног прорачуна може се закључити да је меродавна комбинација оптерећења 4, у коју улазе сопствена тежина, температура и течност која се складишти (вода односно сумпорна киселина).

The applicable combination in the characteristic cross-section / Меродавна комбинација у карактеристичном пресеку



Слика 15 – Напони за меродавну комбинацију изражени у Мпа
Figure 15 – Stress for the relevant combination expressed in Mpa

4. CONCLUSION

After the static analysis of the steel storage tank for sulfuric acid and water tension diagrams for some of the load, cases are shown in this study. The seismic analysis was done for the acceleration of soil from $a_g = 0.06g$, which was read from the seismic map for the Republic of Serbia. Because of the same geometry of the tank, the tension at the bottom of the tank wall is the same for load types: Self-weight, snow, wind and outside temperatures. While the effects of stored liquids and seismic differ greatly due to the different density of the liquid. The value for seismic analysis in the tank, in which the sulfuric acid is stored, is two times higher than in the water storage tank, and the ratio of the hydrostatic pressure ratio is 1.80.

4. ЗАКЉУЧАК

Након спроведене статичке анализе челичног резервоара за складиштење сумпорне киселине и воде у овој студији су приказани дијаграми напона за неке од случајева оптерећења. Сеизмичка анализа је рађена за убрзање тла од $a_g=0,06g$ који је читан са сеизмиолошке карте за Републику Србију. Због исте геомтерије резервоара напони на дну зида резервоара су исти за случајеве оптерећења: Сопствене тежине, снега, ветра и спољашње температуре. Док се за дејства од складиштене течности и сеизмике знатно разликују због различите густине течности. За сеизмичку анализу вредности у резервоару у коме се складишти сумпорна

киселина су два пута већи у односу на резервоар у коме се складишти вода, а за утицај хидростатичког притиска однос је 1,80.

REFERENCES

- [1] EN 1990: Osnove proračuna i dejstva na konstrukcije, deo 4: „*Dejstva u silosima i rezervoarima*“, Građevinski fakultet Univerziteta u Beogradu, Institut za materijale i konstrukcije, Beograd, 1997.
- [2] Eurocode 1: „*Actions on structures*“, – Part 1-1: „*General actions – Densities, self-weight, imposed loads for buildings*“, Institute for standardization of Serbia, Belgrade, 2012.
- [3] Eurocode 1: „*Actions on structures*“, – Part 1-3: „*General actions – Snow loads*“, Institute for standardization of Serbia, Belgrade, 2012.
- [4] Eurocode 1: „*Actions on structures*“, – Part 1-4: „*General actions – Wind actions*“, Institute for standardization of Serbia, Belgrade, 2012.
- [5] Eurocode 1: „*Actions on structures*“, – Part 1-5: „*General actions – Thermal actions*“, Institute for standardization of Serbia, Belgrade, 2012.
- [6] Eurocode 3 – Design of steel structures – Part 3-1: „*Towers, masts and chimneys, – Towers and masts*“, Institute for standardization of Serbia, Belgrade, 2012.
- [7] Eurocode 3 – Design of steel structures – Part 3-2: „*Towers, masts and chimneys, – Chimneys*“, Institute for standardization of Serbia, Belgrade, 2012.
- [8] Eurocode 3 – Design of steel structures – Part 4-1: „*Silos*“, Institute for standardization of Serbia, Belgrade, 2012.
- [9] Eurocode 3 – Design of steel structures – Part 4-2: „*Tanks*“, Institute for standardization of Serbia, Belgrade, 2012.
- [10] Eurocode 3 – Design of steel structures – Part 4-3: „*Pipelines*“ Institute for standardization of Serbia, Belgrade, 2012.
- [11] Eurocode 8 – Design of structures for earthquake resistance – Part 1: „*General rules, seismic actions and rules for buildings*“, Institute for standardization of Serbia, Belgrade, 2015.
- [12] Eurocode 8 – Design of structures for earthquake resistance – Part 8: „*Silos, tanks and pipelines*“, Institute for standardization of Serbia, Belgrade, 2015.
- [13] Bešević, M., Mrđa, N., Kukaras, D., Prokić, A., Cvijić, R.: „*Dimensioning steel structure of rectangular tank according to the eurocode*“, Journal of faculty of civil engineering, Subotica, 2015.
- [14] Bešević, M., Živković, S., Vojnić Purčar, M.: „*Design steel spherical tank height H=44m according to eurocode*“, Journal of faculty of civil engineering, Subotica, 2015.
- [15] Bešević, M., Prokić, A., Svilar, M., Đurić, N., Lukić, D.: „*Numerička analiza 3D i linijskog modela vertikalnog cilindričnog čeličnog rezervoara*“, Zbornik radova GNP, 2016.