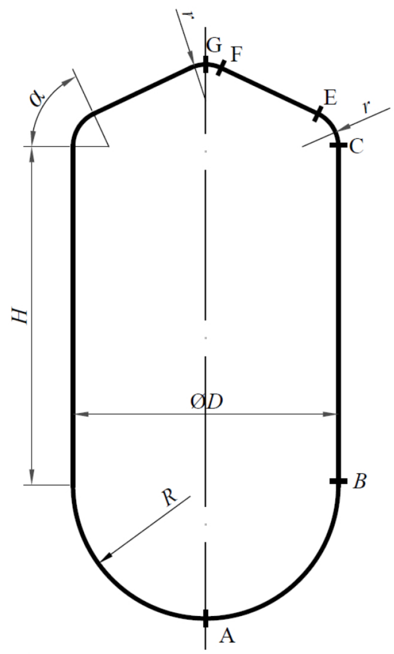
BME Gépészmérnöki Kar	Szilárdsági méretezés	Név: Kelle Gergő
Műszaki Mechanikai Tanszék	Házi feladat	Neptun kód: GBBNUL

A	B	C
3	5	5



Az ábrán egy nyomástartó edény középfelületének vázlatos hosszmetszete látható, a jelölt méretek a fal középvonalára vonatkoznak. A tartály a következő fő részekből áll:

- AB gömb tartályfenék ($R = D/2$),
- BC hengeres test (külső átmérő D),
- CE tóruszos átmenet (görbületi sugár r, ívszög α),
- EF kúpos tartályfedél,
- FG gömb lezárás (sugár r).

A tartály tervezési terhelése p belső gőznyomás.

A méretezéshez szükséges geometriai és anyagjellemzők az **A**, **B** és **C** táblázatokban találhatók. A Poissson-tényező ν = 0,3, a névleges megengedett feszültség S_m = min (σ_B/3, σ_F/1,5).

A tartály anyagából készített próbatesteken végzett fáradás vizsgálat eredménye szerint a fáradási egyenlet: $\lg\sigma_a = -a\lg N + b$ (σ_a MPa-ban), a kifáradási határ σ_f.

A	1	2	3	4	5
H [m]	2,5	3	3,5	2	1,5
r [mm]	120	100	110	70	80
a	0,31	0,29	0,27	0,25	0,23
σ_B [MPa]	430	510	450	380	390
σ_f [MPa]	30	25	35	20	27

B	1	2	3	4	5
D [mm]	1300	1100	800	600	700
E [GPa]	206	210	195	204	200
σ_F [MPa]	210	180	320	245	165
b	2,26	2,24	2,15	2,18	2,31
p [bar]	8	6	15	12	11

C	1	2	3	4	5
α [°]	45	50	55	60	65

1. A kazán formula alapján határozza meg a szükséges minimális falvastagságot, majd a kapott értéket szorozza meg hárommal, majd kerekítse felfelé egész mm-re. Ezután membrán elmélet segítségével határozza meg a tartály *A*-*G* pontjaiban ébredő feszültségeket! A Mohr-féle feszültségelmélet segítségével csúcsfeszültségre ellenőrizze a tartályt!
2. Az 1. pontban meghatározott falvastagsággal, forgásszimmetrikus elemekkel készítse el a tartály végeselem modelljét és numerikusan is ellenőrizze a tartályt! Az ellenőrzés során vegye figyelembe, hogy a megengedett feszültségek membránfeszültségre: $\sigma_{meg} = S_m$, membrán+hajlítófeszültségre: $\sigma_{meg} = 1{,}5\ S_m$, teljes feszültségre: $\sigma_{meg} = 3\ S_m$. Hasonlítsa össze az *A*-*G*-keresztmetszetekben ébredő feszültségeket az 1. pontban számított értékekkel!
3. A numerikus eredmény figyelembevételével állapítsa meg a szükséges $v = v_2$ falvastagságot és igazolja a szilárdsági megfelelőséget! (Az egyenszilárdság figyelembevételével tegyen javaslatot az esetleges megerősítések helyére és mértékére.)
4. A tartály üzemi nyomása a tervezési nyomás 60%-a: $p_ü = 0{,}6\,p$, Feltéve, hogy a tartály teljes üzeme során 1000 db fel- ill. leterhelés (tehermentesítés) történik, ezen felül az üzemi terheléshez viszonyítva 10000 db $\Delta p = 0{,}5\ p_ü$ nagyságú nyomásnövekedés vagy csökkenés várható, állapítsa meg a tartály fáradási kihasználtsági tényezőjét a tervezett üzemidő végén! Fennáll-e a tönkremenetel lehetősége ill. ha nem, mekkora biztonsággal felel meg a tartály?

Beadandó:

1. A kézi számítás modellje, a számítási képletek és eredmények.
2. A végeselem modell reprodukálható leírása.
3. A numerikus számítás eredményei, összehasonlítás, kiértékelés.
4. A kisciklusú fáradás számítási modellje, eredménye.

Budapesti Műszaki És Gazdaságtudományi Egyetem
Gépészmérnöki Kar

Szilárdsági méretezés
Házi feladat

Kelle Gergő

2022. május 9.

Tartalomjegyzék

1. Analitikus számítás membrán-elmélettel

Analitikus számítással a tartály minimális falvastagságát, illetve a veszélyes pontjaiban meghatározzuk az ébredő feszültségi értékeket. Az analitikus számítások során a membrán elmélet segítségével határozzuk meg az ébredő feszültségértékeket.

Forgástest alakú edények esetén a geometria modellezhető egy görbének egy tengely körüli körbeforgatásával. A körbeforgatott görbe az edény meridiángörbéje, amelyet a falvastagság közepén értelmezünk. A feladatkiírás értelmében az alkalmazott membránelmélethez hűen, a meridiángörbét leíró adatokat kaptuk meg. A feszültségek levezetése során feltételezzük, hogy az edény falvastagsága az edény méreteihez képest kicsi, továbbá azt, hogy a forgástengelyre merőleges síkok által kimetszett szélességi körök mentén a belső nyomás állandó.

1.1. Adatok

A feladatomhoz tartozó kód: 355

H [m]	3,5			
r [mm]	110			
a	0,27			
σ_B [MPa]	450			
σ_f [MPa]	35			
D [mm]	700	$\rightarrow$	R [mm]	$\frac{D}{2} = 350$
E [GPa]	200			
σ_F [MPa]	165			
b	2,31			
p [bar]	11			
α [°]	65			

1. táblázat. A 355 kódhoz tartozó adatok táblázata

1.2. Minimális falvastagság

A minimális falvastagságot a kazánformulával határozzuk meg melyet a következő képlettel számítunk.

$$v = \frac{p \cdot D}{2 \cdot S_m} = 3,5 \text{ [mm]} \tag{1}$$

$$\text{Ahol} \quad \Big| \; S_m = \; min\left(\frac{\sigma_B}{3}; \frac{\sigma_F}{1,5}\right) = 110 \text{ [MPa]}$$

A feladat kiírás szerint a számított minimális falvastagságnak a számított v érték háromszorosának a felfelé kerekített értéke.

$$v_{min} = v \cdot 3 \approx 11 \text{ [mm]}$$

1.3. A-G pontokban ébredő feszültségértékek

Az immár ismert falvastagsággal meghatározhatjuk a nyomástartóedény kiemelt pontjaiban ébredő feszültség értékeket. A belső nyomás hatására a normálfeszültség minden pontban állandó $\sigma_n = -p = -1,1$ [MPa].

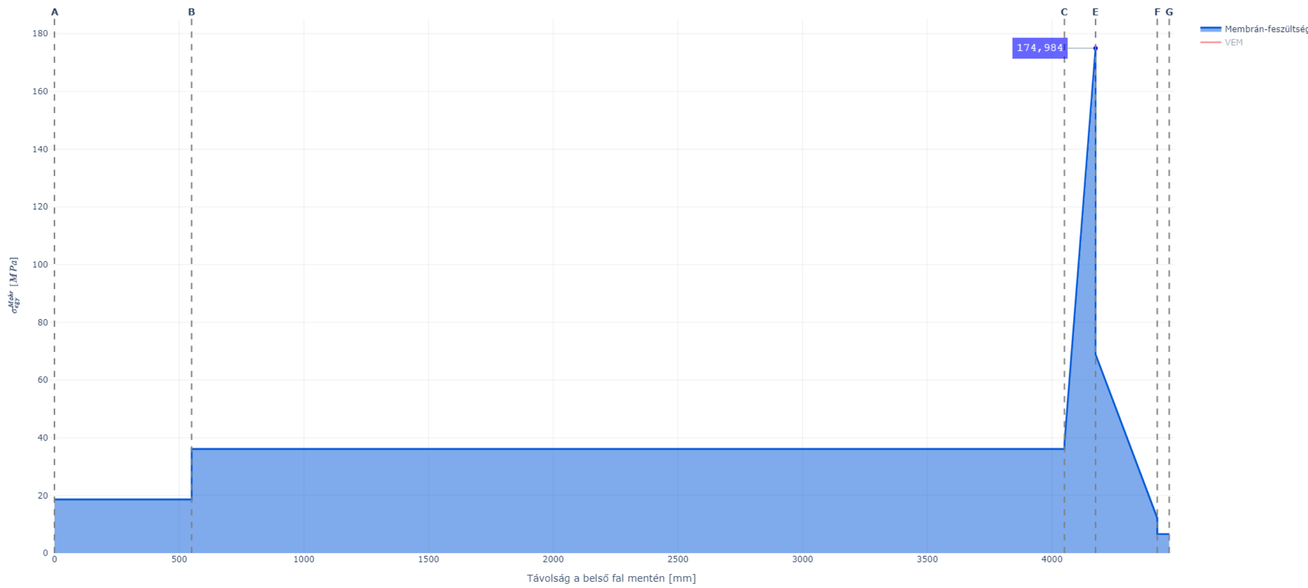
Geometria	Pont	Görbületi sugár		Feszültségek [MPa]		σ_{egy}^{Mohr} [MPa]
		ρ_m	ρ_t	σ_m [MPa]	σ_t [MPa]	
Gömbsüveg	**A**	R	R	17,5	17,5	18,6
	B	R	R	17,5	17,5	18,6
Hengeres rész	**B**	∞	R	17,5	35	36,1
	C	∞	R	17,5	35	36,1
Tóruszfelület	**C**	r	R	17,5	-20,682	38,182
	E	r	$r + \dfrac{R-r}{\cos(\alpha)}$	33,894	-141,09	174,984
Kúppalást	**E**	∞	$r + \dfrac{R-r}{\cos(\alpha)}$	33,894	67,789	68,889
	F	∞	r	5,5	11	12,1
Gömbsüveg	**F**	r	r	5,5	5,5	6.6
	G	r	r	5,5	5,5	6,6

2. táblázat. A számított feszültség értékek

Ahol

$$\begin{aligned}
\sigma_m &= \frac{p\rho_t}{2v_{min}} \\
\sigma_t &= \frac{p\rho_t}{v}\left(1 - \frac{\rho_t}{2\rho_m}\right) \\
\sigma_{egy}^{Mohr} &= \sigma_1 - \sigma_3 \\
\sigma_1, \sigma_3 &: \text{ Rendre első és harmadik főfeszültség}
\end{aligned}$$

Jól kiolvasható a táblázatban szereplő adatokból, hogy ahol a vizsgált pont görbületi sugárban változás van ott ugrásszerű változás van a feszültségekben is. A valóságban ezeken a helyeken járulékos hajlítás is fellép, emiatt a membrán-feszültségállapot feltételezésével kapott eredményeket kellő körültekintéssel szabad csak elfogadni.



1. ábra. A nyomástartó edényre számított Mohr-féle egyenértékű feszültség a fal mentén memberán-elmélettel

A nyomástartó edény belső fal mentén érvényes Mohr-féle egyenértékű feszültség összehasonlításról az 5. bekezdés tartalmaz letölthető .html formátumú interaktív diagramot.

1.4. Tartály ellenőrzése csúcsfeszültségre

A feladat által definiált S_m értéke jelen esetben megfelel a σ_{meg} értékének melyet a membrán-elmélettel számított értékek alapján a tóruszfelületen lévő **D** pontban túllépünk. Ennek függvényében a membrán-feszültség értékek szerint a $v_{min} = 11$ [mm] falvastagságú nyomástartó edény nem felel meg, azonban az előző feladatrészben említett okokból kifolyólag ezt fenntartásokkal kezeljük.

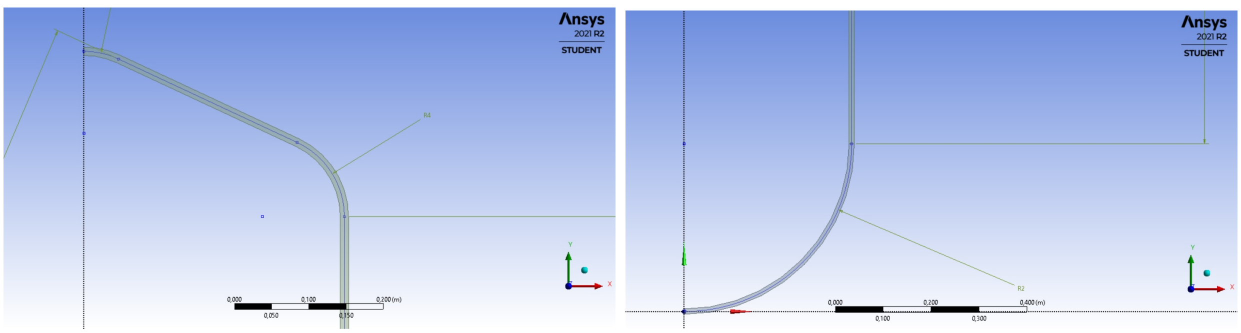
$$\sigma_{egy,\mathbf{D}}^{Mohr} = 173,984[\mathrm{MPa}] \quad \not\leq \quad S_m = 110\ [\mathrm{MPa}]$$

2. Számítás VEM használatával

A membránelmélet sajnos a tárgyalt probléma esetében olykor túlzóan konzervatív megoldást ad az ébredő feszültségi értékekre, ezt ellenőrizzük most VEM használatával. A geometriát a tantárgyhoz tartozó 4. laborgyakorlat anyaga mentén készítettem el Ansys környezetben. A geometriát DesignModeler segítségével, míg a kiértékeléstGeom Ansys Mechanical segítségével végeztem.

2.1. Geometria elkészítése

A geometriát úgy alkotjuk meg, hogy a kiértékelés során 2 dimenziós problémaként kezelje a program. Ennek elegettéve a nyomástartó edény létrehozott meridián görbéjét az X-Y síkba rajzolva majd vastagságot adva neki *Surface Body* típusú geometriát kaptunk melynek Z irányú kiterjedése zérus.

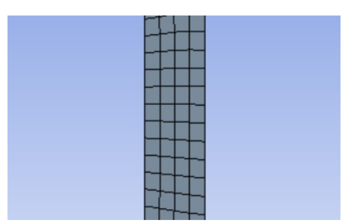


2. ábra. A nyomástartó edény geometriájának kialakítása

A geometria kialakítása során -a megadott méretek tartása mellett- tangenciálisan érintő kényszereket alkalmaztunk a valósághű geometria kialakítása érdekében.

2.2. Geometria hálózása

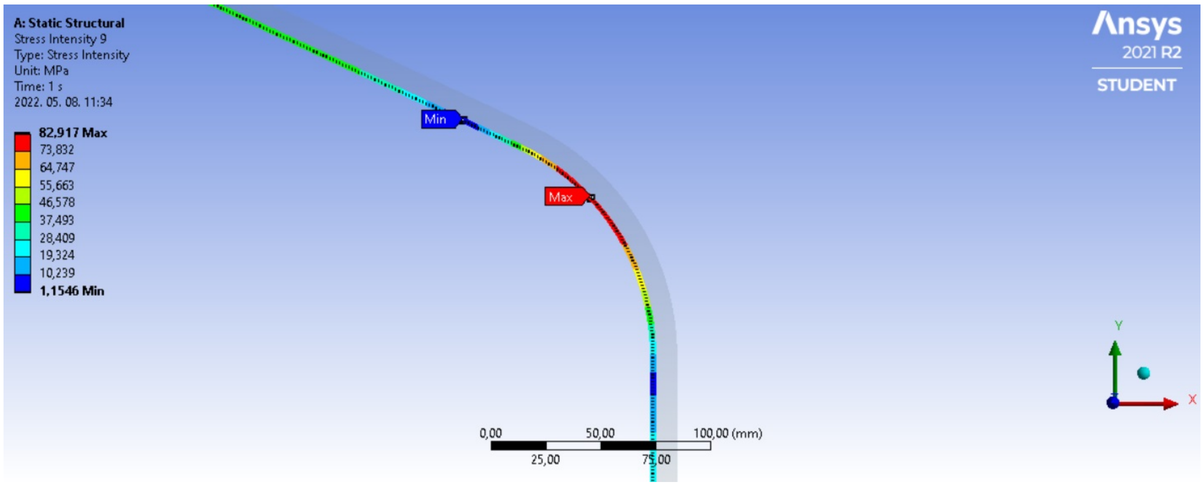
A geometria hálózását tekintve meglévő nyomástartó edény falát félmetszetben ábrázoló *Surface Body* elemre egy 3 [mm] felbontású *Sizing* előírást követeltünk meg ezzel megfelelően finom hálózást eredményezve.
Elemszám: 5577
Csomópontok száma: 19438



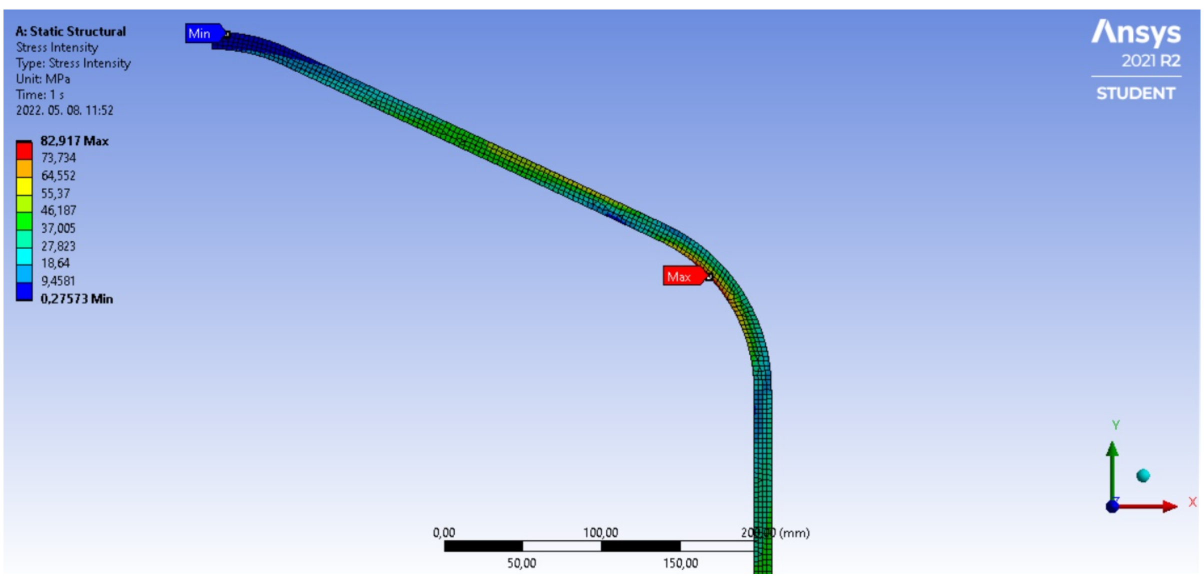
3. ábra. A nyomástartó edény hálózása

2.3. Kiértékelés

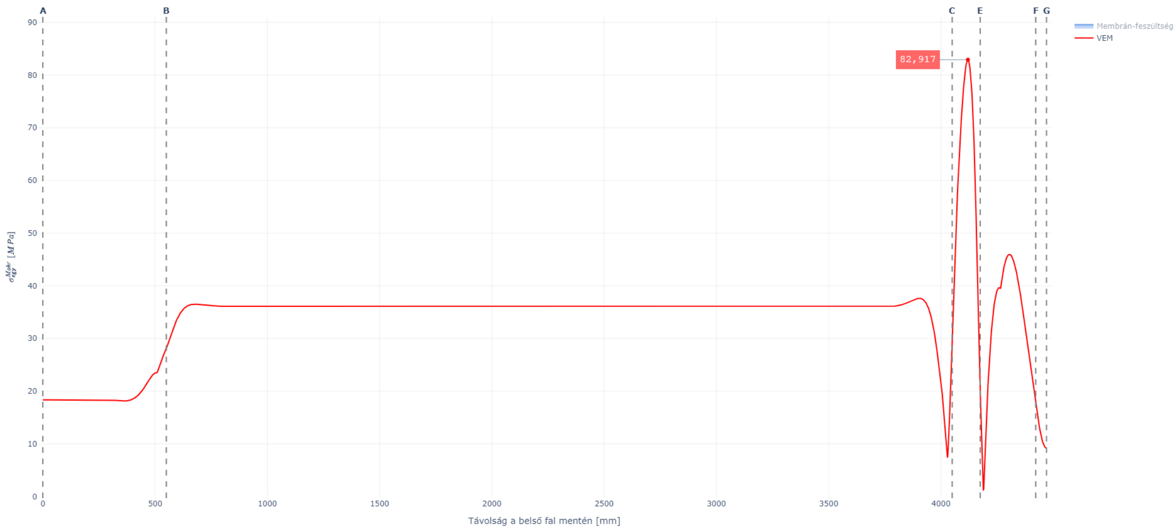
A kiértékeléshez az azonos ábrázolási módszerekre figyelemmel, a későbbi összehasonlítás szempontjából a VEM módszerrel a nyomástartó edény belső falára illeszkedő *Path* mentén is ábrázoltam a feszültségeloszlást.



4. ábra. A nyomástartó edény belső falán létrehozott *Path*



5. ábra. A nyomástartó edényre számított Mohr-féle egyenértékű feszültségeloszlás



6. ábra. A nyomástartó edényre számított Mohr-féle egyenértékű feszültség a belső fal mentén VEM használatával

Az ábráról leolvasható, hogy a VEM használatával történő számításaink esetén is a maximális egyenfeszültség értéke a tórusz felületen alakult ki.

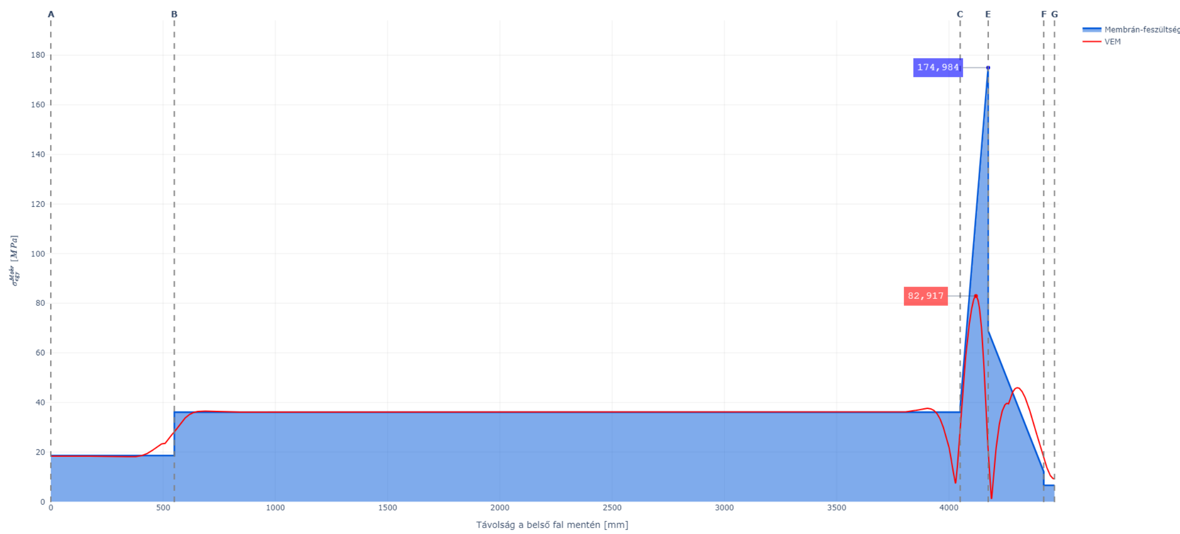
2.4. A különböző számítási módszerek összehasonlítása

Ahogy azt már a membrán-elmélettel történő számításaink után megjegyeztük a kapott értékeket fenntartásokkal kell kezelni melyek validálásának egy módja a numerikus számítási eredményekkel való összevetése.

<table>
<tr><th rowspan="2">Geometria</th><th rowspan="2">Pont</th><th colspan="2">σ_{egy}^{Mohr} [MPa]</th></tr>
<tr><th>Analitikus</th><th>VEM</th></tr>
<tr><td rowspan="2">Gömbsüveg</td><td>A</td><td>18,6</td><td>18,343</td></tr>
<tr><td>B</td><td>18,6</td><td rowspan="2">28,129</td></tr>
<tr><td rowspan="2">Hengeres rész</td><td>B</td><td>36,1</td></tr>
<tr><td>C</td><td>36,1</td><td rowspan="2">30,207</td></tr>
<tr><td rowspan="2">Tóruszfelület</td><td>C</td><td>38,182</td></tr>
<tr><td>E</td><td>174,984</td><td rowspan="2">20,687</td></tr>
<tr><td rowspan="2">Kúppalást</td><td>E</td><td>68,889</td></tr>
<tr><td>F</td><td>12,1</td><td rowspan="2">17,423</td></tr>
<tr><td rowspan="2">Gömbsüveg</td><td>F</td><td>6,6</td></tr>
<tr><td>G</td><td>6,6</td><td>9,178</td></tr>
</table>

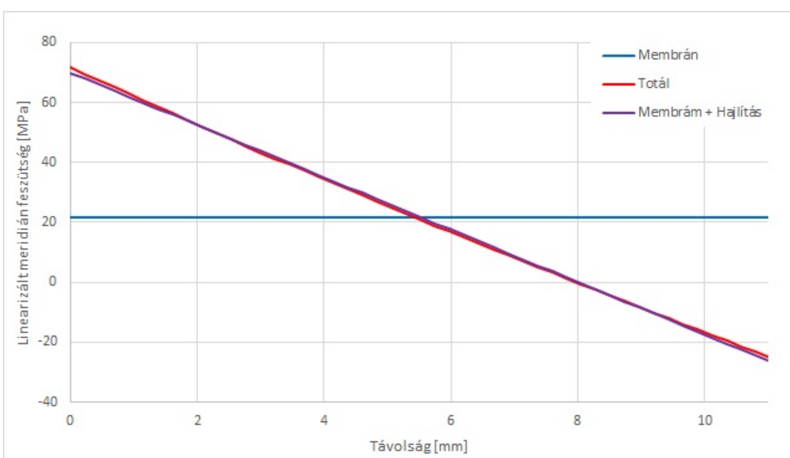
3. táblázat. A különböző számítási módszerekkel számított egyenértékű feszültségek a kitüntetett pontokban

A könnyebb összehasonlítás érdekében ábrázoljuk ezt ugyanazon diagramon.

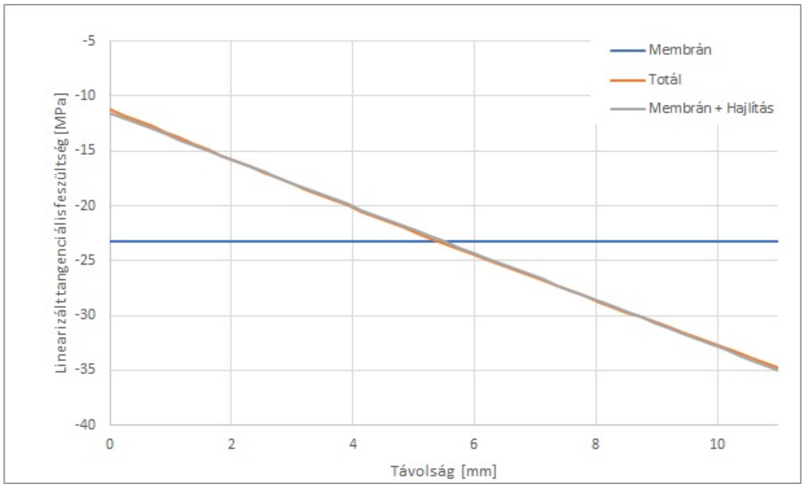


7. ábra. A nyomástartó edényre számított Mohr-féle egyenértékű feszültségek összehasonlítása

Jól látható hogy a kapott maximum érték koránt sem egyezik a membrán-elmélettel számítottal. Olykor a numerikus VEM használatával számított értékek a kitüntetett pontokban (**A**-**G**)is meglehetősen eltérő eredményeket adta.
A korábban már definiált veszélyes keresztmetszet mentén felvett *Path*-ra *Linearized stress* kiértékelést alkalmazva megkaphatjuk a membrán-, membrán+hajlító- és teljes feszültségértékeket. A lokális koordinátarendszer megfelelő alkalmazásával ezt előállítjuk mind a meridián, mind pedig a tangenciális főfeszültségekre.



8. ábra. A nyomástartó edény veszélyes keresztmetszete mentén érvényes meridián főfeszültség linearizált modellje



9. ábra. A nyomástartó edény veszélyes keresztmetszete mentén érvényes tangencialis főfeszültség linearizált modellje

A linearizált főfeszültségeket követően meghatározzuk a hozzátartozó biztonsági tényezőket.
Membránfeszültségre:

$$\left|\begin{array}{lrll} \text{Megengedett feszültség:} & \sigma_{meg,m} = S_m & & = 110[\text{MPa}] \\ \text{Biztonsági tényező:} & n = \dfrac{\sigma_{meg,m}}{\sigma_m} & = \dfrac{110}{23,304} & = 4,72 \text{ [-]} \end{array}\right. \tag{2}$$

Membrán + hajlítófeszültségre: $\sigma_{meg} = 1,5S_m = 165$ [MPa]

$$\left|\begin{array}{lrll} \text{Megengedett feszültség:} & \sigma_{meg,m+h} = 1,5 \cdot S_m & & = 110[\text{MPa}] \\ \text{Biztonsági tényező:} & n = \dfrac{\sigma_{meg,m+h}}{\sigma_m} & = \dfrac{165}{69,931} & = 2,36 \text{ [-]} \end{array}\right. \tag{3}$$

Teljes feszültségre:

$$\left|\begin{array}{lrll} \text{Megengedett feszültség:} & \sigma_{meg,t} = 3 \cdot S_m & & = 330[\text{MPa}] \\ \text{Biztonsági tényező:} & n = \dfrac{\sigma_{meg,t}}{\sigma_m} & = \dfrac{330}{71,669} & = 4,6 \text{ [-]} \end{array}\right. \tag{4}$$

3. Falvastagság meghatározása a numerikus eredmények alapján

A 2. feladatban VEM használatával meghatározott egyenfeszültségi értékek függvényében az 1. feladatban meghatározott $v_{min} = 11$ [mm] falvastagság csökkenthető, hisz az ennél kisebb falvastagság is megfelel azonban a biztonságot szem előtt tartva a falvastagság értékét változatlanul hagyom.

$$\frac{v_{min}}{v_2} = \frac{\sigma_{max}}{\sigma_{krit}} \tag{5}$$

Amennyiben a költségcsökkentés és anyagtakarékosság az elsődleges szempont, úgy a falvastagság tovább csökkenthető maximum 5 [mm]-ig (membrán + hajlító feszültségi értékek révén), a tórusz-felületen alkalmazott falmegerősítés esetén a nyomástartó edény falvastagsága további anyagtakarékosságra ad lehetőséget.

4. Ellenőrzés kifáradásra

A feladat kiírás szerinti a tartály anyagából készített próbatesteken végzett fáradás vizsgálat eredménye szerint a fáradási egyenlet: $\lg \sigma_a = -a \lg N + b$ ahol σ_a MPa-ban értendő. Továbbá a tartály anyagához tartozó kifáradási határ $\sigma_f = 35$ [MPa].

- Üzemi nyomás (100%): $p_{\text{ü}} = 0,6 \cdot p = 0,66$ [MPa]
- Üzemi nyomás + nyomásnövekedés (150%): $p_{\text{ü}} = 1,5 \cdot 0,6 \cdot p = 0,99$ [MPa]
- Üzemi nyomás + nyomáscsökkenés (50%): $p_{\text{ü}} = 1,5 \cdot 0,6 \cdot p = 0,33$ [MPa]

Az üzemi nyomás és annak ingadozásához tartozó Mohr-féle feszültségeket egyszerű arányosítással hozzárendelhetjük a tervezett nyomás (p) függvényében már VEM használatával meghatározott feszültségértéket.

	Nyomás [MPa]	Mohr-féle feszültség (max) [MPa]
p	1,1	82,917
$p_{\text{ü}}$	0,66	49,7502
$p_{\text{ü}} + \Delta p$	0,99	74,6253
$p_{\text{ü}} - \Delta p$	0,33	24,8751

4. táblázat. A nyomás és a hozzá tartozó egyenértékű feszültség

Mivel esetünkben a terhelés mindig tisztán két (nem 0 középvonalú) érték között ingadozik így a fárasztási állapotot át kell számolni 0 középfeszültségű esetre. Az átszámítást a Goodman elmélet segítségével a következőképp számíthatjuk:

$$\sigma_N^{Go} = \frac{\sigma_a}{1 - \frac{\sigma_k}{\sigma_B}} \tag{6}$$

Ahol
$$\left| \begin{array}{ll} \text{Szakítószilárdság:} & \sigma_B = 450 \text{ [MPa]} \\ \text{Középfeszültség :} & \sigma_k = \dfrac{\sigma_{max} - \sigma_{min}}{2} = 41,4585 \text{ [MPa]} \end{array} \right.$$

Kifáradásra való ellenőrzésnél azon konzervatív irányelv mentén kell a terhelések sorrendbeliségét feltételezni melynek hatása a legkedvezőtlenebb a szerkezet anyagára, így feltételezünk 1000 db 0-ról $p_{\text{ü}} + \Delta p$-re azaz 74,6253 [MPa]-ra való fel illetve leterhelést majd 4500 db $p_{\text{ü}} - \Delta p$-ről (24,8751 [MPa]) $p_{\text{ü}} + \Delta p$-ra (74,6253 [MPa]) fel illetve leterhelést.

$$N = 10^{\dfrac{-\lg\left(\sigma_N^{Go}\right)+b}{a}} \tag{7}$$

Terhelési tartomány	Egyenértékű amplitúdó [MPa]	Törési ciklusszám N [db]	Ciklusszám
$0 \leq x \leq p_{\text{ü}} + \Delta p$	40,686	393,223	1000
$p_{\text{ü}} - \Delta p \leq x \leq p_{\text{ü}} + \Delta p$	26,331	∞	4500

5. táblázat. Fárasztási ciklusok

Megjegyzendő, hogy bár a $p_{\text{ü}} - \Delta p \leq x \leq p_{\text{ü}} + \Delta p$ fel és leterhelés esetén az egyenértékű feszültség értéke kisebb mint a kifáradási határ értéke mégis a számítás 1970,56 értéket adott 26,331 [MPa] terhelés mellett. Vélhetően a fáradási egyenlet (vagy annak paraméterei) hibásan kerültek felírásra.

A *Palmgren - Miner* elmélet alapján halmozódó károsodási tényező a következő képlettel számítható:

$$CUF = \sum_{i=1}^{n} \frac{n_i}{N_i} = \frac{1000}{393,223} + \underbrace{\frac{4500}{\infty}}_{=0} = 2,543 \quad \cancel{\leq} \quad 1 \tag{8}$$

Mivel a kapott akkumulatív jellemző, a halmozódó károsodási tényező értéke a megengedett egynél nagyobb értéket vesz fel, így **nem** felel meg a szerkezet kifáradásra.

5. Melléklet

Az interaktív diagram .html formátumban letölthető és megjeleníthető **ezen a linken** keresztül.

Az előállításához írt *Python* kód:

```python
import pandas as pd
import matplotlib.pyplot as plt
import plotly.graph_objects as go


plt.style.use('seaborn-poster')

directory_path = 'D:/Desktop/BME/6. felev/Szime/1HF/'
file_path = directory_path + 'data/proc4.csv'

proc4 = pd.read_csv(file_path, delimiter=';')
s = proc4['s'].to_numpy(dtype="float64")
stress = proc4['stress'].to_numpy(dtype="float64")

fig = go.Figure()
fig.add_trace(
    go.Scatter(
        y = [18.6000000000000,
             18.6000000000000,
             36.1000000000000,
             36.1000000000000,
             38.1818181818182,
             174.984060856799,
             68.8888379956600,
             12.1000000000000,
             6.60000000000000,
             6.60000000000000],
        x = [0, 550, 550, 4050,4050, 4174.8, 4174.8,4422.1, 4422.1, 4470.1],
        mode = 'lines',
        line_width= 2.6,
        line_color='rgb(0, 87, 217, 0.5)',
        fill = 'tozeroy',
        name="Membran-feszultseg"
    ))
fig.add_trace(
    go.Scatter(
        y=stress,
        x=s,
        mode='lines',
        line_color='red',
#        fill = 'tozeroy',
        name="VEM"
    ))
fig.update_layout(
                xaxis_title="Tavolsag a belso fal menten [mm]",
                yaxis_title='$\sigma_{egy}^{Mohr} \; \t{  [MPa]}$',
                plot_bgcolor='rgba(0,0,0,0)'
                )
```

```
fig.update_xaxes(showgrid=True, gridwidth=0.4, gridcolor='rgba(126,126,126,0.3)')
fig.update_yaxes(showgrid=True, gridwidth=0.4, gridcolor='rgba(126,126,126,0.3)')

fig.add_vline(x=0, line_width=2,
                annotation_text="<b>A</b>", annotation_position="top",
                line_dash="dash", line_color="grey",
                annotation_font=dict(
                size=14))

fig.add_vline(x=550, line_width=2,
                annotation_text="<b>B</b>", annotation_position="top",
                line_dash="dash", line_color="grey",
                annotation_font=dict(
                size=14))

fig.add_vline(x=4050, line_width=2,
                annotation_text="<b>C</b>", annotation_position="top",
                line_dash="dash", line_color="grey",
                annotation_font=dict(
                size=14))

fig.add_vline(x=4174.8, line_width=2,
                annotation_text="<b>E</b>", annotation_position="top",
                line_dash="dash", line_color="grey",
                annotation_font=dict(
                size=14))

fig.add_vline(x=4422.1, line_width=2,
                annotation_text="<b>F</b>", annotation_position="top",
                line_dash="dash", line_color="grey",
                annotation_font=dict(
                size=14))

fig.add_vline(x=4470.1, line_width=2,
                annotation_text="<b>G</b>", annotation_position="top",
                line_dash="dash", line_color="grey",
                annotation_font=dict(
                size=14))

fig.add_trace(go.Scatter(
                x=[4120.2, 4174.8],
                y=[82.917, 174.984],
                mode="markers+text",
                name="Max egyenfeszultseg",
                marker = dict(
                            color = ['red','blue']
                            ),
                showlegend=False

                ))
fig.add_annotation(
        x=4120.2,
```

```
        y=82.917,
        xref="x",
        yref="y",
        text="82,917",
        showarrow=True,
        font=dict(
            family="Courier New, monospace",
            size=16,
            color="#ffffff"
            ),
        align="center",
        ax=-80,
        ay=0,
        bordercolor="red",
        borderwidth=2,
        borderpad=4,
        bgcolor="red",
        opacity=0.6
        )
fig.add_annotation(
        x=4174.8,
        y=174.984,
        xref="x",
        yref="y",
        text="174,984",
        showarrow=True,
        font=dict(
            family="Courier New, monospace",
            size=16,
            color="#ffffff"
            ),
        align="center",
        ax=-80,
        ay=0,
        bordercolor="blue",
        borderwidth=2,
        borderpad=4,
        bgcolor="blue",
        opacity=0.6
        )

fig.show()
```