

Ütemterv

a Vegyipari készülékek tervezése 1. c. tárgyhoz (GEVGT012-B) vegyipari gépészeti specializáción,
műszaki menedzser alapképzési szakos hallgatók részére

2019/2020. tanév I. félév

(2 óra előadás + 2 óra gyakorlat)

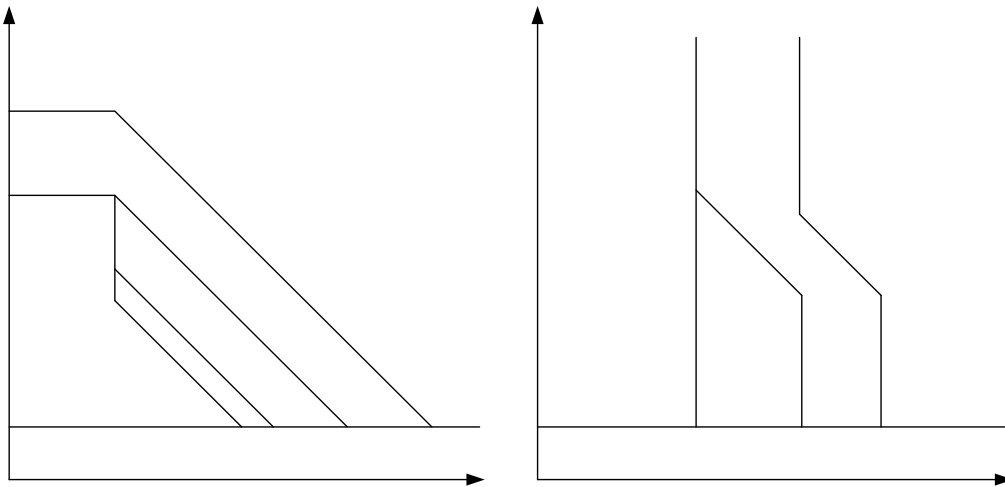
Hét	Előadás	Gyakorlat
1	Nyomástartó edények alapfogalmai	Alapfogalmak, szabványok és jogszabályok. Rajzi dokumentációk alapismeretei
2	Alapfogalmak, PED	PED vendégelőadás
3	Alapterhelések ismertetése, méretezési alapadatok és anyagok	Készülékek, csővezetékek PED kategóriába sorolása
4	Geometriai adatok, külső terhek,	Biztonsági Hatóság vendégelőadás
5	Megengedett feszültségek, redukált feszültségek, feszültség kategóriák, feszültséganalízis	Feszültséganalízis
6	Szerkezeti anyagok követelményei, anyagjellemzők, anyagcsoportok, műanyagok, egyéb szerkezeti anyagok	Anyagszabványok, tervezési szabványok használatának bemutatása. Anyagtulajdonságok
7	Nyomáspróba, falvastagság definíciók, készülékek alapegyenlete	Megengedett feszültségek, felületi korrózió figyelembevétele, falvastagság tűrések
8	Héjak membránfeszültségi állapota, illesztési feladat, belső nyomás okozta membránfeszültségek különböző héjelemeken	Membránfeszültségi állapot mechanikai egyenletei
9	Hengeres héj és gömb feszültségállapota belső nyomásra	Henger feszültségállapota belső nyomásra
10	Zárófelületek, kúpos héjak feszültségállapota belső nyomásra	Zárófelületek, kúpos héjak feszültségállapota belső nyomásra
11	Héjszerkezetű elemek méretezése külső nyomásra	Zárófelületek, kúpos héjak feszültségállapota külső nyomásra
12	Kivágások, csonkok héjszerkezeteken, húzófeszültséggel terhelt síklemez modellje, csonkcsatlakozások méretezése	Kivágások, csonkok számítása
13	Nyugvó tömítések, tömítőfelületek kialakítása	Tömítések vendégelőadás
14	Zárthelyi dolgozat. Karima tömítések teherbírás ellenőrzése	Karimák méretezése

1. Mekkora külső nyomásterhelés elviselésére képes a következő adatokkal jellemzett köpeny tervezési állapotban: a köpeny ausztenites acél alapanyagból készült, méretezési hőmérsékleten vett folyáshatára 190 MPa, 20°C-on a szakítószilárdsága 400 MPa. A héj külső átmérője 1200 mm, névleges falvastagsága 6 mm, korróziós pótléka 1 mm, negatív tűrése 0,3 mm. A köpeny merevítetlen hossza 880 mm. (Az ϵ minimum értéke $n_{cyl} = 7$ -nél található). A rugalmassági modulus 190 GPa.

$\frac{P_m}{P_y}$	0	0,25	0,5	0,75	1,0	1,25	1,5	1,75	2,0	2,25	2,5	2,75	3,0	3,25	3,5
$\frac{P_r}{P_y}$	0	0,125	0,251	0,375	0,5	0,605	0,68	0,72	0,755	0,78	0,803	0,822	0,836	0,849	0,861
$\frac{P_m}{P_y}$		3,75	4,0	4,25	4,5	4,75	5,0	5,25	5,5	5,75	6,0	6,25	6,5	6,75	$\geq 7,0$
$\frac{P_r}{P_y}$		0,87	0,879	0,887	0,896	0,905	0,914	0,917	0,923	0,929	0,935	0,941	0,947	0,953	0,959

$$P_y = \frac{\sigma_e \cdot e_a}{R}; P_m = \frac{E \cdot e_a \cdot \epsilon}{R}; Z = \frac{\pi \cdot R}{L}; \epsilon = \frac{1}{n_{cyl}^2 - 1 + \frac{Z^2}{2}} \cdot \left[\frac{1}{\left(\frac{n_{cyl}^2}{Z^2} + 1\right)^2} + \frac{e_a^2}{12 \cdot R^2 \cdot (1 - \nu^2)} \cdot (n_{cyl}^2 - 1 + Z^2)^2 \right]$$

2. Egy hengeres héj külső átmérője 1800mm. A hengeres héjat 12 bar belső túlnyomás terheli, a korróziós pótlék 1mm, a lemez negatív tűrése 0,3 mm. Vizsgálati csoport 3b. Milyen névleges méretű lemezből kell hengerelni, ha a lemezanyag folyáshatára méretezési hőmérsékleten 260 MPa, szakítószilárdsága 20°C-on 400 MPa (az anyag szénacél)? (járatos lemezvastagságok: 6-7-8-10-12-14-16-18-20 mm)
3. Helyezzen el jelöléseket a diagramon:



4. (a) Határozza meg és ábrázolja egy egytengelyű húzófeszültséggel terhelt síklemez feszültségi állapotát a kivágás peremén (rajz, feszültségek különböző szögeknél (0-30-45-60-90°), max feszültség koncentráció).
- (b) Ábrázolja - megjelölve különböző szögeknél a feszültségértékeket - egy **hengerre** jellemző kéttengelyű feszültségállapottal terhelt síklemez feszültségi állapotát. Ha határozza meg a legnagyobb feszültségkoncentráció értékét.

$$\sigma_r = \frac{\sigma_0}{2} \left[1 - \frac{a^2}{r^2} + \left(1 - 4 \cdot \frac{a^4}{r^4} + 3 \cdot \frac{a^4}{r^4} \right) \cdot \cos 2\varphi \right]; \sigma_\varphi = \frac{\sigma_0}{2} \left[1 + \frac{a^2}{r^2} - \left(1 + 3 \cdot \frac{a^4}{r^4} \right) \cdot \cos 2\varphi \right]$$

5. Határozza meg a próbanyomás értékét 1, 2, 3 vizsgálati csoportban, vizes nyomáspróba menete.
6. Milyen szállítható nyomástartó berendezésekre nem terjed ki a 2010/35/EU rendelet?
- forgalomba hozatal tekintetében új szállítható berendezésekre
 - megfelelőségi jelöléssel ellátott szállítható nyomástartó berendezés időszakos vizsgálatára
 - megfelelőségi jelöléssel nem ellátott nyomástartó berendezés megfelelőség-újraértékelésére
 - 2004.05.01-ét megelőzően forgalomba került szállítható nyomástartó berendezésekre
7. Hasonlítsa össze a csúszógyűrűs és zsinóros tömítések előnyös és hátrányos tulajdonságait.
8. Definiálja az alábbi fogalmakat!
- Nyomástartó berendezés:
 - Tervezési nyomás:
 - Legkisebb megengedett üzemi hőmérséklet:

1. Mekkora külső nyomásterhelés elviselésére képes a következő adatokkal jellemzett köpeny tervezési állapotban: a köpeny ausztenites acél alapanyagból készült, méretezési hőmérsékleten vett folyáshatára 190 MPa, 20°C-on a szakítószilárdsága 400 MPa. A héj külső átmérője 1200 mm, névleges falvastagsága 6 mm, korróziós pótléka 1 mm, negatív tűrése 0,3 mm. A köpeny merevítetlen hossza 880 mm. (Az ϵ minimum értéke $n_{cyl} = 7$ -nél található). A rugalmassági modulus 190 GPa.

$\frac{P_m}{P_y}$	0	0,25	0,5	0,75	1,0	1,25	1,5	1,75	2,0	2,25	2,5	2,75	3,0	3,25	3,5
$\frac{P_r}{P_y}$	0	0,125	0,251	0,375	0,5	0,605	0,68	0,72	0,755	0,78	0,803	0,822	0,836	0,849	0,861
$\frac{P_m}{P_y}$		3,75	4,0	4,25	4,5	4,75	5,0	5,25	5,5	5,75	6,0	6,25	6,5	6,75	$\geq 7,0$
$\frac{P_r}{P_y}$		0,87	0,879	0,887	0,896	0,905	0,914	0,917	0,923	0,929	0,935	0,941	0,947	0,953	0,959

$$P_y = \frac{\sigma_e \cdot e_a}{R}; P_m = \frac{E \cdot e_a \cdot \epsilon}{R}; Z = \frac{\pi \cdot R}{L}; \epsilon = \frac{1}{n_{cyl}^2 - 1 + \frac{Z^2}{2}} \cdot \left[\frac{1}{\left(\frac{n_{cyl}^2}{Z^2} + 1\right)^2} + \frac{e_a^2}{12 \cdot R^2 \cdot (1 - \nu^2)} \cdot (n_{cyl}^2 - 1 + Z^2)^2 \right]$$

Megoldás:

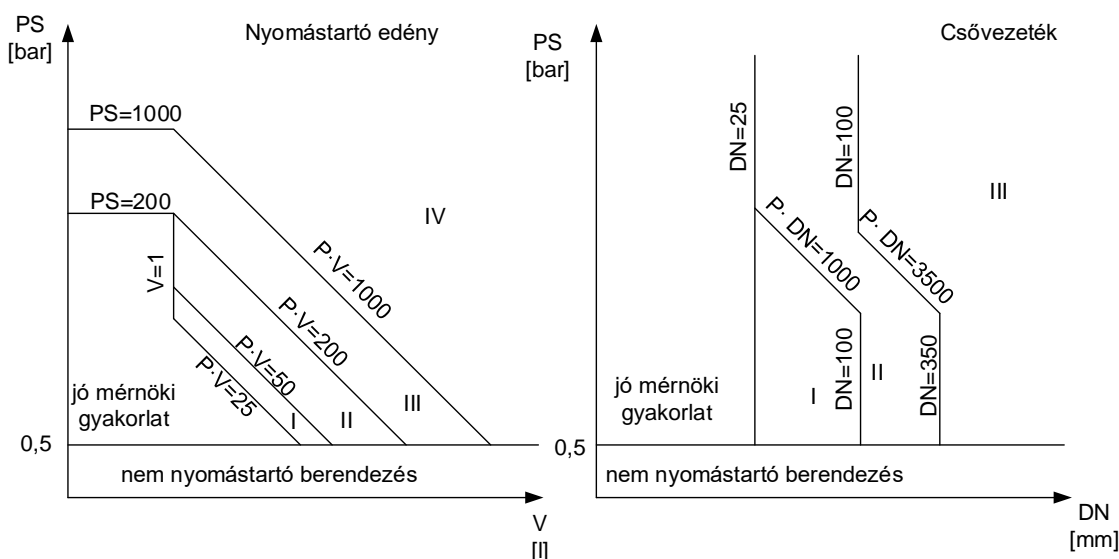
Mivel az alapanyag ausztenites acél, tudjuk, hogy a rugalmassági határa $\sigma_e = \frac{R_t}{1,25} = 152$ MPa. A névleges falvastagságból és a pótlékokból meghatározzuk az analízis falvastagságot $e_a = e_n - c - t_h = 4,7$ mm. A külső átmérből és analízis falvastagságból meghatározható középsugár értéke $R = \frac{D_e - e_a}{2} = 597,65$ mm. Az ismert tetett összefüggésekkel meghatározhatók a szükséges jellemzők: $P_y = 1,195$ MPa, $Z = 2,134$, $\epsilon = 4,548 \cdot 10^{-4}$. Meghatározandó $\frac{P_m}{P_y} = 0,569$, mely érték nem található a táblázatban, ezért lineáris interpolációt alkalmazunk: $\frac{P_m}{P_y} = \frac{0,251 - 0,375}{0,5 - 0,75} \cdot (0,569 - 0,5) + 0,251 = 0,2852$. Ebből meghatározható $P_r = 0,2825 \cdot P_y = 0,3408$ MPa, melyet osztva a biztonsági tényezővel $P_{ext} = \frac{P_r}{1,5} = 0,227$ MPa=2,27 bar.

2. Egy hengeres héj külső átmérője 1800mm. A hengeres héjat 12 bar belső túlnyomás terheli, a korróziós pótlék 1mm, a lemez negatív tűrése 0,3 mm. Vizsgálati csoport 3b. Milyen névleges méretű lemezből kell hengerelni, ha a lemezanyag folyáshatára méretezési hőmérsékleten 260 MPa, szakítószilárdsága 20°C-on 400 MPa (az anyag szénacél)? (járatos lemezevastagságok: 6-7-8-10-12-14-16-18-20 mm)

Megoldás:

A feladatkiírásban szerepel, hogy az alapanyag szénacél, ezért a szénacélokra vonatkozó megengedett feszültség összefüggést kell alkalmazni $f_d = \min \left[\frac{R_{eH/t}}{1,5}; \frac{R_{20}}{2,4} \right] = 166,67$ MPa. Mivel 3b vizsgálati csoportot alkalmazunk, a hegesztési tényező értéke $z = 0,85$. Kazánformulát alkalmazzuk, vigyázva arra, hogy minden mm és MPa dimenzióban szerepeljen. $e = \frac{P \cdot D_e}{2 \cdot f_d \cdot z + P} = 7,59$ mm, melyet pótlékolunk $e_p = e + c + t_h = 8,89$ mm, melyhez $e_n = 10$ mm névleges falvastagságot válasszunk.

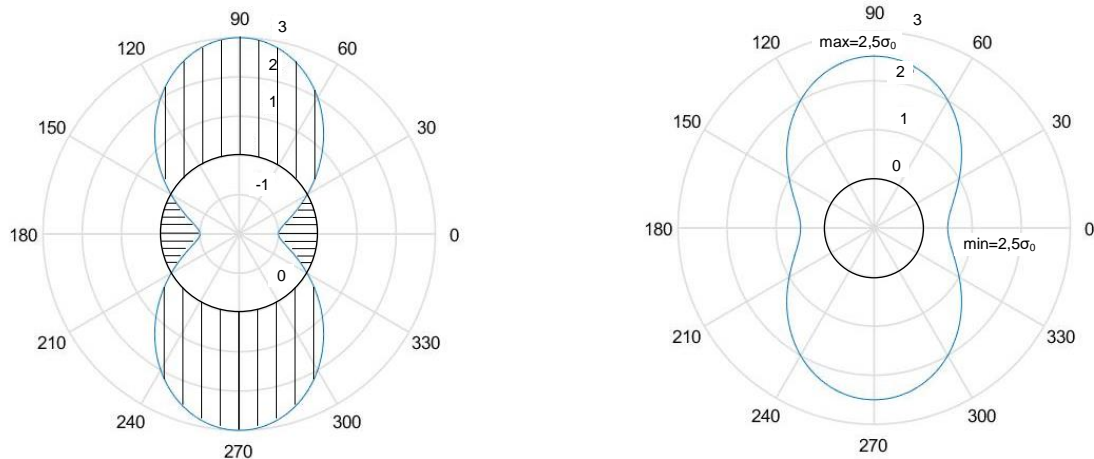
3. Helyezzen el jelöléseket a diagramon:



4. (a) Határozza meg és ábrázolja egy egytengelyű húzófeszültséggel terhelt síklemez feszültségi állapotát a kivágás peremén (rajz, feszültségek különböző szögeknél (0-30-45-60-90°), max feszültség koncentráció).
- (b) Ábrázolja - megjelölve különböző szögeknél a feszültségértékeket - egy **hengerre** jellemző kéttengelyű feszültségállapottal terhelt síklemez feszültségi állapotát. Ha határozza meg a legnagyobb feszültségkoncentráció értékét.

$$\sigma_r = \frac{\sigma_0}{2} \left[1 - \frac{a^2}{r^2} + \left(1 - 4 \cdot \frac{a^4}{r^4} + 3 \cdot \frac{a^4}{r^4} \right) \cdot \cos 2\varphi \right]; \quad \sigma_\varphi = \frac{\sigma_0}{2} \left[1 + \frac{a^2}{r^2} - \left(1 + 3 \cdot \frac{a^4}{r^4} \right) \cdot \cos 2\varphi \right]$$

Megoldás:



5. Határozza meg a próbanyomás értékét 1, 2, 3 vizsgálati csoportban, vizes nyomáspróba menete.

Megoldás:

A próbanyomás értéke: $P_{teszt} = \max \left(1, 25 \cdot P_s \cdot \frac{f_a}{f_d}, 1, 43 \cdot P_s \right)$, ahol f_a a szobahőmérsékleten számított megengedett feszültség értéke. A víz hőmérsékletének 5 és 40 °C között kell legyen, általában ivóvíz tisztaságú, de semmiképp sem okozhat korróziós kárt a készülékben. A nyomásváltozás percnkénti sebessége a legnagyobb megengedhető nyomás 10%-a, de legfeljebb 30 bar/s lehet. Az előírt nyomás elérése után 10 percig nyomástartás, mely során nem csökkenhet a nyomás értéke, ezután pedig a megengedhető nyomás értékére kell csökkenteni.

6. Milyen szállítható nyomástartó berendezésekre nem terjed ki a 2010/35/EU rendelet?
- forgalomba hozatal tekintetében új szállítható berendezésekre
 - megfelelőségi jelöléssel ellátott szállítható nyomástartó berendezés időszakos vizsgálatára
 - megfelelőségi jelöléssel nem ellátott nyomástartó berendezés megfelelőség-újraértékelésére
 - 2004.05.01-ét megelőzően forgalomba került szállítható nyomástartó berendezésekre

7. Hasonlítsa össze a csúszógyűrűs és zsinóros tömítések előnyös és hátrányos tulajdonságait.

Megoldás:

A csúszógyűrűs tömítések **előnyös** tulajdonságai:

- minimális tengelykopás
- utánállítás nem szükséges
- minimális energiaigény
- nincs csapágykárosodás
- nincs szivárgási veszteség
- veszélyes anyagokra is megfelelő

A csúszógyűrűs tömítések **negatív** tulajdonságai:

- viszonylag magas ár
- a szivattyúnak kifogástalan állapotban kell lennie
- a beépítéshez a szivattyú teljes szétszerelése szükséges
- meghibásodáskor azonnal tömítetlenség lép fel
- bonyolultabb beépítés

A zsinóros tömítések **előnyös** tulajdonságai:

- sokkal olcsóbb
- rosszabb állapotú szivattyúba is beépíthető

- rövid leállási idő szereléskor
- meghibásodás lassan következik be
- egyszerű, sokkal gyorsabb beépítés

Zsinóros tömítések **hátrányos** tulajdonságai:

- tengelykopást okoz
- állandó karbantartást igényel
- magasabb energiaigény
- gyakori csapágykárosodás
- szivárgási veszteség
- veszélyes közegekre nem alkalmas

8. Definiálja az alábbi fogalmakat!

Megoldás:

- (a) Nyomástartó berendezés: belső vagy külső nyomással terhelt edény, csővezeték, biztonsági berendezés vagy egyéb, nyomással igénybevett tartozék
- (b) Tervezési nyomás: PS , alapterhelés a szilárdsági méretezéshez
- (c) Legkisebb megengedett üzemi hőmérséklet: a gyártó által megengedett legkisebb hőmérséklet, amelyre a berendezést tervezték