

Gépelemek mechatronikai mérnököknek

Vári Gergő (MQHJ0H)

2025. október 2.

Karimás csőkötés tervezése



1. ábra: Összeállított modell

1. Házi feladat

Név: Vári Gergő.....

Neptun kód: MQHJ0H.....

Gyakorlatvezető: Szabó Gyula.....

1. A feladat bevezetése

A megadott adatokkal tervezzon egy csővéget vakkarimával lezáró csavarkötést és szilárdságilag ellenőrizze az elemeket.

2. A feladat értékelése

Az elérhető maximális pontszám 15 pont.

3. Adatok

A belső üzemi nyomás, p_i :15..... bar.

A cső névleges átmérője, DN :80..... mm.

A vezeték folyadékot szállít.

4. A feladat részletezése

- Vázolja fel méretarányosan a konstrukció előtervét!
- Számítsa ki a vakkarima minimálisan szükséges vastagságát, majd válasszon szabványos méretű lemezvastagságot!
- Válasszon megfelelő méretű lapos tömítést és számítsa ki a minimálisan szükséges tömítő erőt!
- Számítsa ki az üzemi nyomásból a csavarra jutó terhelést!
- Egy reális biztonsági tényező felvételével határozza meg a csavar előfeszítését és számítsa ki a szükséges meghúzási nyomatékot!
- Határozza meg a csavarban ébredő egyenértékű feszültséget és válassza ki a csavar megfelelő anyagát!
- Készítse el a kötés összeállítási rajzát! Jelölje rajta a főbb méreteket!

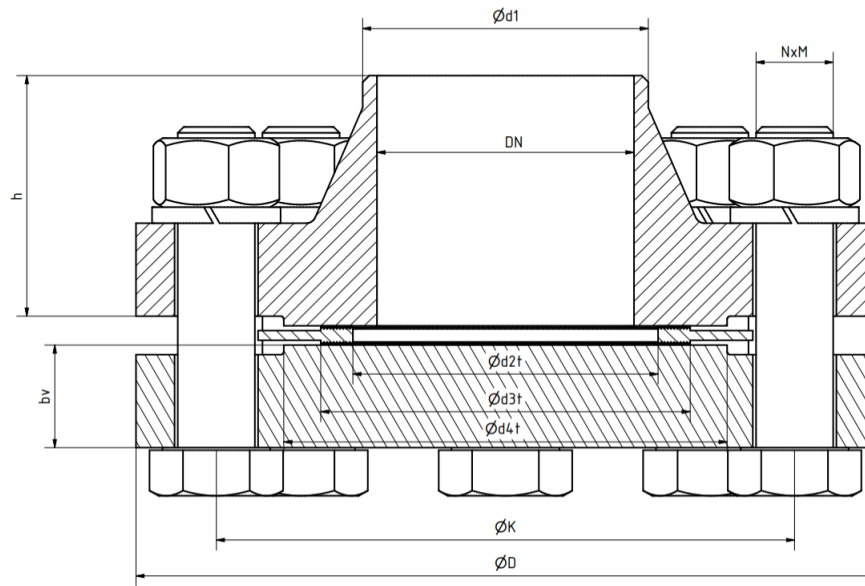
Beadási határidő: a hallgatói tájékoztatóban leírtaknak megfelelően

A feladat beadásával kijelentem, hogy ezt a feladatot meg nem engedett segítség nélkül, saját magam készítettem, és abban csak a megadott forrásokat használtam fel. Minden olyan részt, amelyet szó szerint idéztem, vagy azonos tartalommal, de átfogalmazva más tartalomtól átvettem, egyértelműen, a forrás megadásával jelöltem. Ennek megszegése a TVSZ 135§ értelmében kerül szankcionálásra!

Tartalomjegyzék

| | | |
|----------|---|-----------|
| 1 | Konstrukció előterve | 1 |
| 2 | Vakkarima vastagsága és karima szabványok | 2 |
| 2.1 | Szabvány -és anyagválasztás | 2 |
| 2.2 | Előtervek | 3 |
| 2.3 | Minimális vastagság | 5 |
| 3 | Tömítés kiválasztása | 6 |
| 3.1 | Minimális tömítőerő | 6 |
| 3.2 | Szabvány -és anyagválasztás | 7 |
| 3.3 | Előterv | 8 |
| 4 | Csavarra jutó terhelés | 9 |
| 5 | Csavar előfeszítése és meghúzási nyomatéka | 9 |
| 5.1 | Csavar szabvány | 9 |
| 5.2 | Meghúzási nyomaték | 10 |
| 6 | Csavar anyagválasztás | 11 |
| 6.1 | Redukált feszültség | 11 |
| 6.2 | Méretezés | 11 |
| 7 | Összeállítási rajz | |

1 Konstrukció előterve



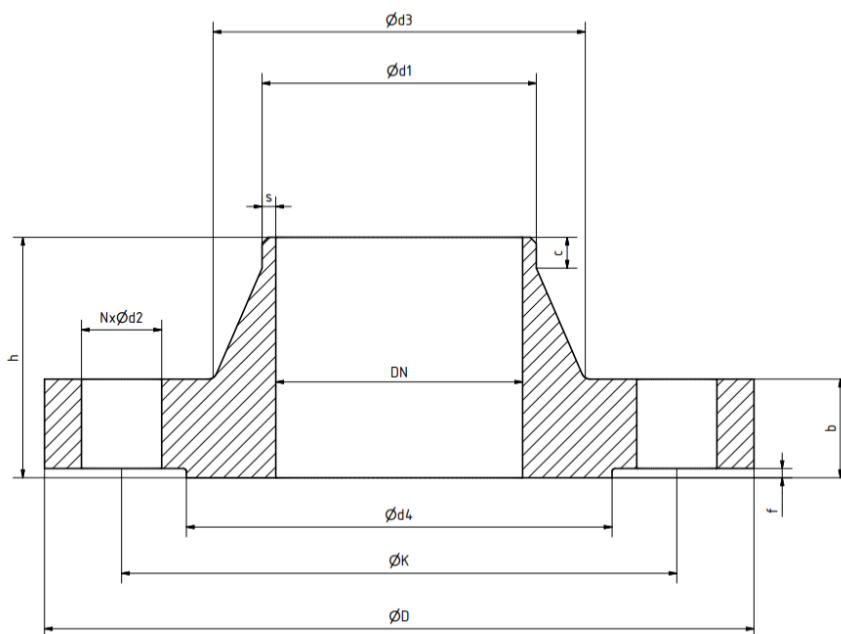
2. ábra: Konstrukció előtervének rajza

2 Vakkarima vastagsága és karima szabványok

2.1 Szabvány -és anyagválasztás

A 15 [bar] üzemi nyomás miatt a EN 1092-1 Type 11 - WNRF PN100 szabványt használtam a karimához. A vakkarimához ugyanezen okból a DIN 2527/E PN100 szabványt választottam. Munkaléces felületet választottam, hogy ne kelljen az egész sík felületet megmunkálni a tömítésnek. Anyagnak S235-es acélt választottam. ($\sigma_{hajl} = 290$ [MPa])

2.2 Előtervek



3. ábra: Karima előtervének rajza

$$D = 230 \text{ [mm]}$$
$$f = 3 \text{ [mm]}$$
$$d_4 = 138 \text{ [mm]}$$
$$d_2 = 26 \text{ [mm]}$$
$$s = 4.45 \text{ [mm]}$$
$$N = 8 \text{ [db]}$$
$$K = 180 \text{ [mm]}$$
$$b = 32 \text{ [mm]}$$
$$d_3 = 120 \text{ [mm]}$$
$$d_1 = 88.9 \text{ [mm]}$$
$$M = \text{M24}$$
$$h = 78 \text{ [mm]}$$

D : karima külső átmérő [mm]

 f : kiugrás [mm] d_4 : tömítő felület külső átmérő [mm]

d_2 : csavar lyukkör [mm]

s : falvastagság [mm]

N : csavarok [db]

K : csavarok középátmérő [mm]

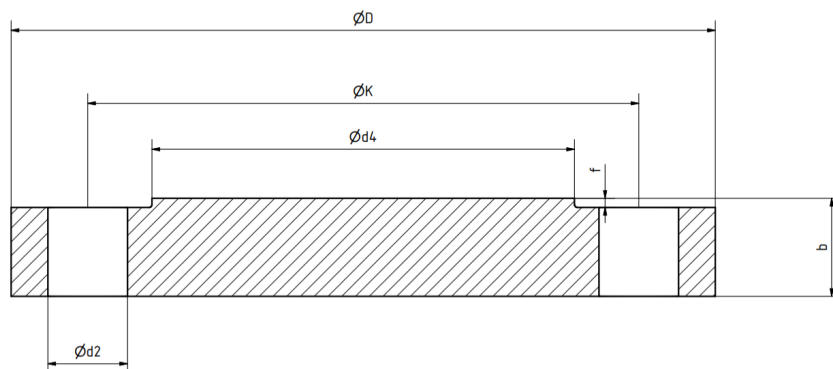
b: csavarok alap

és tömítési sík távolság [mm]

d_3 : kúp alsó átmérője [mm]

 d_1 : cső csatlakozás külső [mm] M : csavar [mm]

h : karima magasság [mm]



4. ábra: Vakkarima előtervének rajza

$$D = 230 \text{ [mm]}$$

$$f = 3 \text{ [mm]}$$

$$d_4 = 138 \text{ [mm]}$$

$$d_2 = 26 \text{ [mm]}$$

$$K = 180 \text{ [mm]}$$

$$b = 32 \text{ [mm]}$$

D : vakkarima külső átmérő [mm]

f : kiugrás [mm]

d_4 : tömítő felület külső átmérő [mm]

d_2 : csavar lyukkör [mm]

K : csavarok középátmérő [mm]

b : vakkarima magassága [mm]

2.3 Minimális vastagság

A terhelést egy d_t átmérőjű körön átadódva egyenletesen eloszlódónak veszünk és feltesszük hogy a törés egy egyenletes vonal mentén lesz. A vakkarimára ható erőt felvesszük a súlypontba (y_k, y_d) .

$$d_t = \frac{(d_1 - 2s) + d_4}{2} = 109 \text{ [mm]} \quad (1)$$

$$y_k = \frac{k}{\pi} \quad (2)$$

$$y_d = \frac{2}{3} \frac{d_t}{\pi} \quad (3)$$

$$(4)$$

$$b_{\min} = \frac{d_t}{2} \sqrt{\frac{3p_{\ddot{u}}}{\sigma_{\text{hajl}}} \left(1 - \frac{2}{3} \frac{d_t}{k}\right)} = 5.243 \text{ [mm]} \quad (5)$$

$$\sigma = \frac{d_t^2}{4} \frac{3p_{\ddot{u}}}{b_{\min}^2} \left(1 - \frac{2}{3} \frac{d_t}{k}\right) = 7.783 \text{ [MPa]} \quad (6)$$

$$n = \frac{\sigma_{\text{hajl}}}{\sigma} = 37.26 [-] \quad (7)$$

d_t : tömítés középátmérő [mm]

d_1 : cső csatlakozás külső [mm]

s : falvastagság [mm]

d_4 : tömítő felület külső átmérő [mm]

k : csavar lyukkör [mm]

y_k, y_d : súlypont távolsága a vakkarima kör középpontjától [mm]

b_{\min} : karima minimális vastagsága [mm]

$p_{\ddot{u}}$: belső üzemi nyomás [MPa]

σ_{hajl} : maximális hajlító feszültség [MPa]

σ : hajlító feszültség minimális karima vastagsággal [MPa]

n : biztonsági tényező [-]

3 Tömítés kiválasztása

3.1 Minimális tömítőerő

$$z = \frac{d_{2t} - d_{1t}}{2} = 10 \text{ [db]} \quad (8)$$

$$b_t^* = 9 + 0.2z = 11 \text{ [mm]} \quad (9)$$

$$F_{\text{cső}} = \frac{\text{DN}^2 \pi}{4} p_{\text{ü}} = 7519.822 \text{ [N]} \quad (10)$$

$$F_{\text{p}} = \frac{(d_t^2 - \text{DN}^2) \pi}{4} p_{\text{ü}} = 6457.151 \text{ [N]} \quad (11)$$

$$F_{\text{töm}} = n_t p_{\text{ü}} \pi d_t b_t^* = 7345.2 \text{ [N]} \quad (12)$$

$$F_{\text{csavar üzemi}} = F_{\text{cső}} + F_{\text{p}} + F_{\text{töm}} = 21\,342.174 \text{ [N]} \quad (13)$$

$$n_{\text{bizt}t} = 1.4 [-] \quad (14)$$

$$F_{\text{csavar szerelési}} = n_{\text{bizt}t} F_{\text{csavar üzemi}} = 29\,879.044 \text{ [N]} \quad (15)$$

z : fogak száma [db]

b_t^* : tömítés hatásos szélessége [mm]

$F_{\text{cső}}$: belső nyomásból származó csőerő [N]

F_{p} : belső nyomásból származó gyűrűfelületi erő [N]

$F_{\text{töm}}$: minimális tömítő erő [N]

$F_{\text{csavar üzemi}}$: csavarokra ható üzemi erő [N]

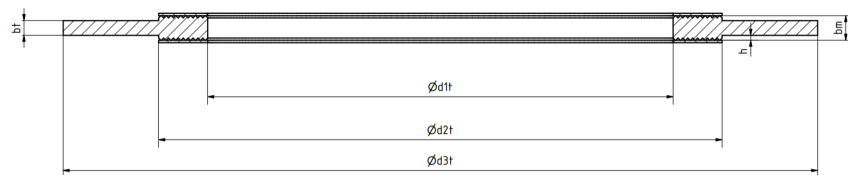
$n_{\text{bizt}t}$: csavarokra ható szerelési erőhöz választott biztonsági tényező [-]

$F_{\text{csavar szerelési}}$: csavaroknál alkalmazott szerelési erő [N]

3.2 Szabvány -és anyagválasztás

A DIN EN 1514-6 B29A PN100 szabványt választottam és ez a tömítés nagy nyomásokat is kibír. 1.4541 fémből és egy PTFE borításból készül ahol a fém fésük deformálják a műanyagot az előfeszítés hatására ezzel előidézve a tömítőerőt.

3.3 Előterv



5. ábra: Tömítés előtervének rajza

$$d_{1t} = 95 \text{ [mm]}$$

$$d_{2t} = 115 \text{ [mm]}$$

$$d_{3t} = 154 \text{ [mm]}$$

$$b_t = 3 \text{ [mm]}$$

$$b_m = 5 \text{ [mm]}$$

$$h_{\min} = 0.3 \text{ [mm]}$$

$$h_{\max} = 0.5 \text{ [mm]}$$

d_{1t} : tömítés belső átmérő [mm]

d_{2t} : tömítés felfekvő felület külső átmérő [mm]

d_{3t} : távtartó gyűrű külső átmérő [mm]

b_t : távtartó gyűrű vastagság [mm]

b_m : fém mag magasság [mm]

h_{\min} : szerelés utáni/előtti távolsága

h_{\max} : PTFE lemezeknek a vasmag tetejétől [mm]

4 Csavarra jutó terhelés

$$F_v = \frac{F_{\text{csavar szerelési}}}{n} = 3734.88 \text{ [N]} \quad (16)$$

F_v : csavar terhelése [N]

$F_{\text{csavar szerelési}}$: csavaroknál alkalmazott szerelési erő [N]

n : csavarok száma [db]

5 Csavar előfeszítése és meghúzási nyomatéka

5.1 Csavar szabvány

$$p = 3 \text{ [mm]}$$

$$d_{3cs} = 20.319 \text{ [mm]}$$

$$d_{2cs} = 22.051 \text{ [mm]}$$

$$d_w = 33.6 \text{ [mm]}$$

$$b = 54 \text{ [mm]}$$

$$l = 100 \text{ [mm]}$$

$$\beta = 60 [^\circ]$$

$$\mu_{\min}^{\max} = \frac{0.1}{0.14} [-]$$

p : menet emelkedés [mm]

d_{3cs} : orsó magátmérő [mm]

d_{2cs} : csavar középátmérő [mm]

β : menetprofil szöge [°]

μ_{\min}^{\max} : súrlódási tényező [-]

5.2 Meghúzási nyomaték

$$\alpha = \arctan \frac{p}{d_{2cs}\pi} = 2.48 [^\circ] \quad (17)$$

$$\mu'_{\min} = \frac{\mu_{\max}}{\cos \frac{\beta}{2}} \quad (18)$$

$$\rho'_{\min} = \arctan \mu'_{\min} = \frac{6.587 [^\circ]}{9.183 [^\circ]} \quad (19)$$

$$d_a = \frac{d_w + M}{2} = 28.8 [\text{mm}] \quad (20)$$

$$M_{\text{csavar min}} = F_v \frac{d_{2cs}}{2} \tan \left(\alpha + \rho'_{\min} \right) = \frac{6571.065 [\text{Nmm}]}{8499.683 [\text{Nmm}]} \quad (21)$$

$$M_{\text{anya min}} = F_v \frac{d_a}{2} \mu'_{\min} = \frac{5378.228 [\text{Nmm}]}{7529.52 [\text{Nmm}]} \quad (22)$$

$$(23)$$

$$M_{\text{meghúzási min}} = M_{\text{csavar min}} + M_{\text{anya min}} = \frac{11\,949.293 [\text{Nmm}]}{16\,029.202 [\text{Nmm}]} \quad (24)$$

α : menetemelkedés szöge $[^\circ]$

μ_{\max} : súrlódási tényező $[-]$

β : menetprofil szöge $[^\circ]$

d_a : anya felvekvő felület középmérete $[\text{mm}]$

M : csavar $[\text{mm}]$

d_{2cs} : menet középmérete $[\text{mm}]$

$M_{\text{csavar min}}$: menet súrlódása $[\text{Nmm}]$

F_v : csavar terhelése $[\text{N}]$

ρ'_{\min} : látszólagos súrlódási félkúpszög $[^\circ]$

$M_{\text{anya min}}$: csavaranya felülete alatti súrlódás $[\text{Nmm}]$

$M_{\text{meghúzási min}}$: meghúzási nyomaték $[\text{Nmm}]$

6 Csavar anyagválasztás

6.1 Redukált feszültség

$$A_e = \frac{\left(\frac{d_{2cs}+d_{3cs}}{2}\right)^2 \pi}{4} = 352.49 [\text{mm}^2] \quad (25)$$

$$\sigma = \frac{F_v}{A_e} = 10.6 [\text{MPa}] \quad (26)$$

$$K_p = \frac{\left(\frac{d_{2cs}+d_{3cs}}{2}\right)^3 \pi}{16} = 1866.88 [\text{mm}^3] \quad (27)$$

$$M_{csavar} = M_{anya_{\max}} \quad (28)$$

$$\tau = \frac{M_{csavar}}{K_p} = 4.033 [\text{MPa}] \quad (29)$$

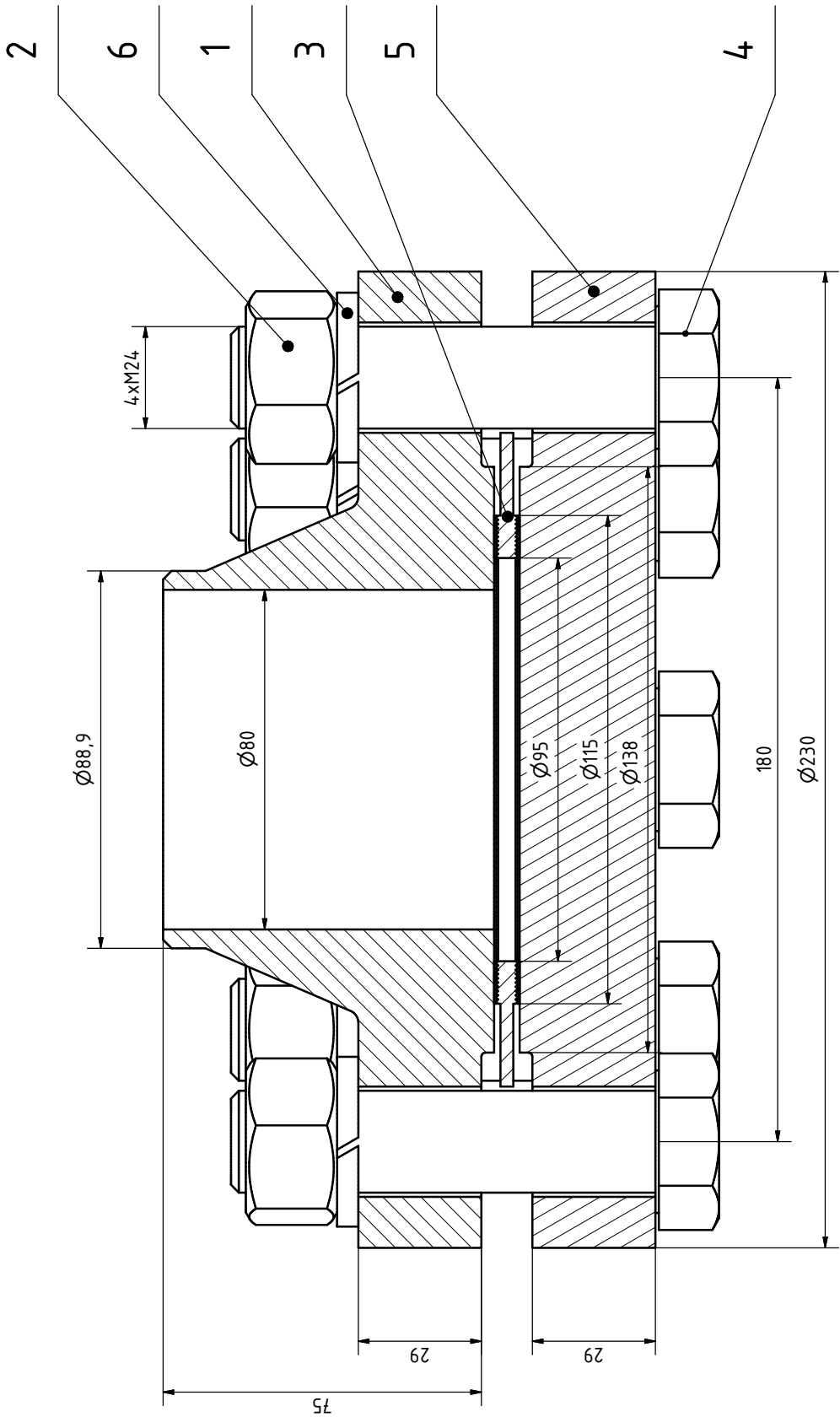
$$\sigma_{\text{red}} = \sqrt{\sigma^2 + 3\tau^2} = 12.691 [\text{MPa}] \quad (30)$$

6.2 Méretezés

$$R_{eH} = 180 [\text{MPa}] \quad (31)$$

$$n_{\text{bizt}_{cs}} = \frac{R_{eh}}{\sigma_{\text{red}}} = 14.183 [-] \quad (32)$$

A_e : csavar erőt vivő keresztmetszet terület $[\text{mm}^2]$
 d_{2cs} : menet középátmérő $[\text{mm}]$
 d_{3cs} : orsó magátmérő $[\text{mm}]$
 σ : húzó feszültség $[\text{MPa}]$
 F_v : csavar terhelése $[\text{N}]$
 K_p : csavar keresztmetszet poláris másodrendű nyomaték $[\text{mm}^3]$
 M_{csavar} : csavar mentén súrlódásból származó csavaró nyomaték $[\text{Nmm}]$
 $M_{anya_{\max}}$: csavaranya felülete alatti maximum súrlódás $[\text{Nmm}]$
 τ : csavaró feszültség $[\text{MPa}]$
 σ_{red} : redukált feszültség $[\text{MPa}]$
 R_{eH} : folyáshatár $[\text{MPa}]$
 $n_{\text{bizt}_{cs}}$: csavar biztonsági tényező $[-]$



| | | | | | | |
|-----|----|-----------------------|------------|----------------------|----------|----------|
| 6 | 8 | Rugós alátét | Ø24 x 5 | DIN 127 - A 24 | Acél | 0,029 kg |
| 5 | 1 | Vakkarima | Ø230x32 | HF1-100-2 | S235 | 8,844 kg |
| 4 | 8 | Hatlapfejú csavar | M24 x 100 | ISO 4014 - M24 x 100 | Acél 3.6 | 0,478 kg |
| 3 | 1 | Tömítés | Ø154x6 | HF1-100-3 | | 0,326 kg |
| 2 | 8 | Hatlapfejú anyacsavar | M24 x 21,5 | ISO 4032 - M24 | Acél | 0,127 kg |
| 1 | 1 | Karima | Ø80x78 | HF1-100-1 | S235 | 8,691 kg |
| Tsz | Db | Megnevezés | Méret | Rajkszám | Anyag | Tömeg |

| | | | | |
|---------------|------------------|-------------------------|--|--|
| Név: | Gyártmány: | Mérté- arány: 1:1 | | BME Gép- és Terméktervezés Tanszék |
| Vári Gergő | BMGE-250 | | | |
| Dátum: | Megnevezés: | Vet. mód ⌀ | | Rajkszám: |
| 2025. 09. 30. | Karimás csőkötés | | | HF1-000-1 |
| Ellenőrizte: | Anyag: | Tömeg 22,932 kg | | |
| | | | | |