

# Gépelemek mechatronikai mérnököknek

Vári Gergő (MQHJ0H)

2025. október 7.

## 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!

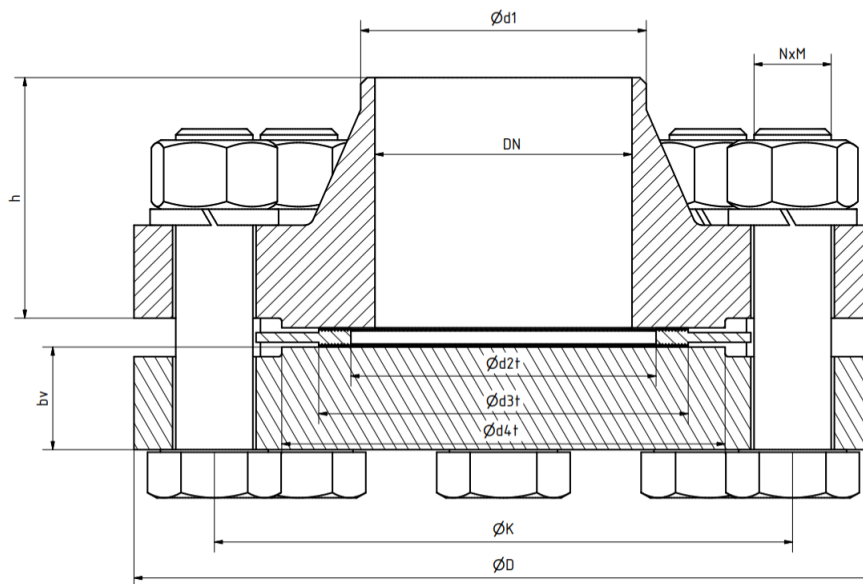
Beadási határidő: a hallgatói tájékoztatóban leírtaknak megfelelően

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

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

## 1 Konstrukció előterve



2. ábra: Konstrukció előtervének rajza

A csavaranyák alá rugós alátét<sup>1</sup> lett helyezve annak érdekében hogy ne csavarodjanak le. A karima és a vakkarima egy tömítést fog közre.

---

<sup>1</sup>DIN 127 - A24 szabvány alapján.

## 2 Vakkarima vastagsága és karima szabványok

### 2.1 Igénybevétel<sup>2</sup>

A terhelés egy  $d_t$  átmérőjű körön átadódó egyenletesen eloszlódó és feltehető hogy a törés egy egyenletes vonal mentén lesz: a kiszámolt  $\sigma$  alapján lehet majd anyagot választani.

A vakkarimára ható erő a súlypontba lett felvéve  $(y_k, y_d)$ .

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

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

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

$$(4)$$

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

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

$$(7)$$

$d_t$ : 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]

$p_{\text{ü}}$ : belső üzemi nyomás [mm]

$\sigma$ : hajlító feszültség minimális karima vastagsággal [MPa]

---

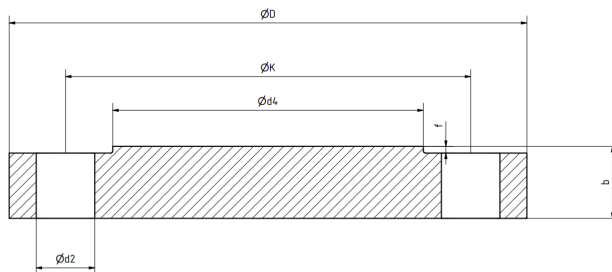
<sup>2</sup>A feladathoz mellékelt segédletből származó számítások. (5. oldal)

## 2.2 Szabvány -és anyagválasztás

A 15 [bar] üzemi nyomás miatt a EN 1092-1 Type 11 - WNRF PN100 szabványt lett használva a karimához. A vakkarimához ugyanezen okból a DIN 2527/E PN100 szabvány lett választva. Munkaléces<sup>3</sup> felületek kelljenek, hogy ne az egész sík felületet kelljen megmunkálni a tömítésnek. Anyagnak S235<sup>4</sup> acél megfelel. ( $\sigma_{hajl} = 290$  [MPa])

$$n = \frac{\sigma_{hajl}}{\sigma} = 37.26 [-] \quad (8) \quad \sigma_{hajl}: \text{anyag hajlító feszültség [MPa]} \\ n: \text{biztonsági tényező [-]}$$

## 2.3 Előtervek<sup>5</sup>



3. 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]

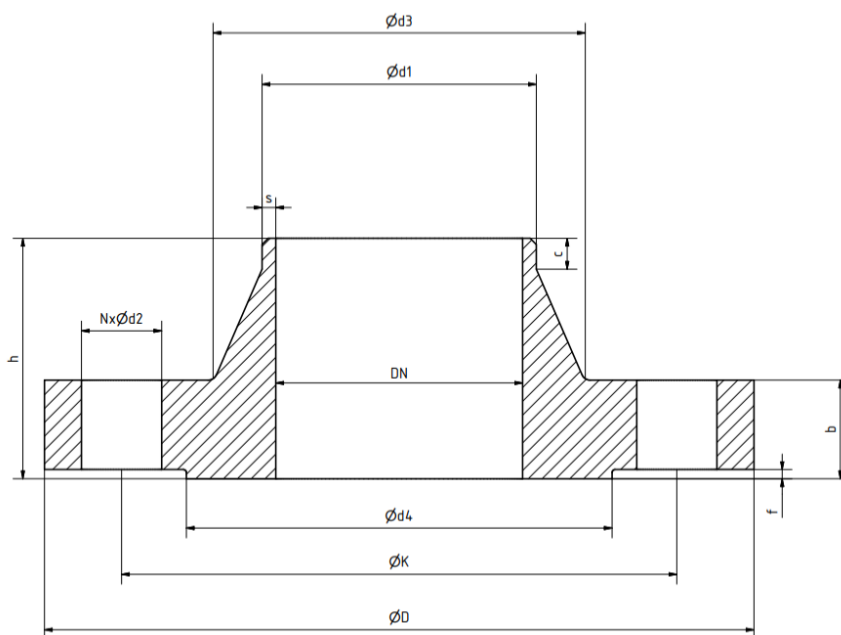
$K$ : csavarok középatmérő [mm]

$b$ : vakkarima magassága [mm]

<sup>3</sup>A feladathoz mellékelt segédletből ötletet merítve. (6. oldal)

<sup>4</sup>Mellékelt Anyagok táblázatból választva.

<sup>5</sup>Előtervek a EN 1092-1 Type 11 - WNRF PN100 és a DIN 2527/E PN100 szabványok alapján.



4. ábra: Karima előtervének rajza

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

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

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

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

$$s = 4.45 \text{ [mm]}$$

$$N = 8 \text{ [db]}$$

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

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

$$d_3 = 120 \text{ [mm]}$$

$$d_1 = 88.9 \text{ [mm]}$$

$$M = M24$$

$$h = 78 \text{ [mm]}$$

$D$ : 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]

### 3 Tömítés kiválasztása

#### 3.1 Minimális tömítőerő<sup>6</sup>

A belső nyomás miatti csőerő hat ellen az üzemi nyomásnak. A gyűrűfelületi csőerő nyom ellen a gyűrű alsó felülete alá benyomódó folyadéknak. A minimális tömítő erő szükséges ahhoz hogy a tömítetség kialakuljon. Ezek összege adja a csavarra ható üzemi erőt.

$$z = \frac{d_{2t} - d_{1t}}{2} = 10 \text{ [db]} \quad (9)$$

$$b_t^* = 9 + 0.2z = 11 \text{ [mm]} \quad (10)$$

$$F_{cső} = \frac{DN^2 \pi}{4} p_{\ddot{u}} = 7519.822 \text{ [N]} \quad (11)$$

$$F_p = \frac{(d_t^2 - DN^2) \pi}{4} p_{\ddot{u}} = 6457.151 \text{ [N]} \quad (12)$$

$$F_{töm} = n_t p_{\ddot{u}} \pi d_t b_t^* = 7345.2 \text{ [N]} \quad (13)$$

$$F_{csavar \text{ üzemi}} = F_{cső} + F_p + F_{töm} = 21\,342.174 \text{ [N]} \quad (14)$$

$$n_{birt_t} = 1.4 [-] \quad (15)$$

$$F_{csavar \text{ szerelési}} = n_{birt_t} F_{csavar \text{ üzemi}} = 29\,879.044 \text{ [N]} \quad (16)$$

$z$ : fogak száma [db]

$b_t^*$ : tömítés hatásos szélessége<sup>7</sup> [mm]

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

$F_p$ : belső nyomásból származó gyűrűfelületi erő [N]

$F_{töm}$ : minimális tömítő erő [N]

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

$n_{birt_t}$ : csavarokra ható szerelési erőhöz választott biztonsági tényező [-]

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

---

<sup>6</sup>A feladathoz mellékelt segédletből származó számítások. (7. oldal)

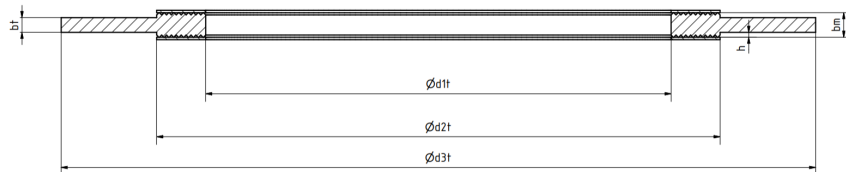
<sup>7</sup>Képlete a feladathoz mellékelt segédletből. (8. oldal, 3. táblázat)



### 3.2 Szabvány -és anyagválasztás

A DIN EN 1514-6 B29A PN100 szabvány lett választva 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<sup>8</sup>



5. ábra: Tömítés előtervének rajza

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

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

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

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

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

$$h_{\min}^{\max} = \begin{matrix} 0.3 \text{ [mm]} \\ 0.5 \text{ [mm]} \end{matrix}$$

$d_{1t}$ : 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]

$h_{\min}^{\max}$ : szerelés utáni/előtti távolsága

PTFE lemezeknek a vasmag tetejétől [mm]

<sup>8</sup>Előterv a DIN EN 1514-6 B29A PN100 szabvány alapján.

## 4 Csavarra jutó terhelés<sup>9</sup>

A csavar terhelésének kiszámításához a legnagyobb fellépő erő szükséges.

$$F_v = \frac{F_{\text{csavar szerelési}}}{n} = 3734.88 \text{ [N]} \quad (17)$$

$F_v$ : 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<sup>10</sup>

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

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

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

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

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

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

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

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

$p$ : menet emelkedés [mm]

$d_{3cs}$ : orsó magátmérő [mm]

$d_{2cs}$ : csavar középátmérő [mm]

$\beta$ : menetprofil szöge [°]

$\mu_{\min}^{\max}$ : súrlódási tényező<sup>11</sup> [-]

---

<sup>9</sup>A feladathoz mellékelt segédletből származó számítások. (9. oldal)

<sup>10</sup>ISO 4014 szabvány alapján kapott értékek.

<sup>11</sup>MSZ EN 24014 szabvány alapján kapott értékek.

## 5.2 Meghúzási nyomaték<sup>12</sup>

$\alpha$  menetemelkedési szög számítható eddigi adatainkból. A látszólagos súrlódási félkúpszög ( $\rho'$ ) pedig az ismert súrlódási tényezőkből. A csavar meghúzásához szükséges nyomaték ( $M_{\text{meghúzási}}$ ) a csavar mentén ( $M_{\text{csavar}}$ ) -és az anya homlokfelületén ( $M_{\text{anya}}$ ) ébredő súrlódás összege.

$$\alpha = \arctan \frac{p}{d_{2cs}\pi} = 2.48 [^\circ] \quad (18)$$

$$\mu'_{\min} = \frac{\mu_{\max}}{\cos \frac{\beta}{2}} \quad (19)$$

$$\rho'_{\min} = \arctan \mu'_{\min} = \frac{6.587 [^\circ]}{9.183 [^\circ]} \quad (20)$$

$$d_a = \frac{d_w + M}{2} = 28.8 [\text{mm}] \quad (21)$$

$$M_{\text{csavar}} \min_{\max} = F_v \frac{d_{2cs}}{2} \tan \left( \alpha + \rho'_{\min} \right) = \frac{6571.065 [\text{Nmm}]}{8499.683 [\text{Nmm}]} \quad (22)$$

$$M_{\text{anya}} \min_{\max} = F_v \frac{d_a}{2} \mu'_{\min} = \frac{5378.228 [\text{Nmm}]}{7529.52 [\text{Nmm}]} \quad (23)$$

$$(24)$$

$$M_{\text{meghúzási}} \min_{\max} = M_{\text{csavar}} \min_{\max} + M_{\text{anya}} \min_{\max} = \frac{11\,949.293 [\text{Nmm}]}{16\,029.202 [\text{Nmm}]} \quad (25)$$

$\alpha$ : menetemelkedés szöge  $[^\circ]$

$\mu_{\min}$ : súrlódási tényező  $[-]$

$\beta$ : menetprofil szöge  $[^\circ]$

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

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

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

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

$F_v$ : csavar terhelése  $[\text{N}]$

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

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

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

---

<sup>12</sup>A feladathoz mellékelt segédletből származó számítások. (9-10. oldal)

## 6 Csavar anyagválasztás<sup>13</sup>

### 6.1 Redukált feszültség

A legnagyobb igénybevételre ( $\sigma_{\text{red}}$ ) kell méretezni és ez a húzó ( $\sigma$ ) illetve csavaró ( $\tau$ ) nyomaték összege.

$$A_e = \frac{\left(\frac{d_{2\text{cs}} + d_{3\text{cs}}}{2}\right)^2 \pi}{4} = 352.49 [\text{mm}^2] \quad (26)$$

$$\sigma = \frac{F_v}{A_e} = 10.6 [\text{MPa}] \quad (27)$$

$$K_p = \frac{\left(\frac{d_{2\text{cs}} + d_{3\text{cs}}}{2}\right)^3 \pi}{16} = 1866.88 [\text{mm}^3] \quad (28)$$

$$M_{\text{csavar}} = M_{\text{anya}_{\text{max}}} \quad (29)$$

$$\tau = \frac{M_{\text{csavar}}}{K_p} = 4.033 [\text{MPa}] \quad (30)$$

$$\sigma_{\text{red}} = \sqrt{\sigma^2 + 3\tau^2} = 12.691 [\text{MPa}] \quad (31)$$

### 6.2 Méretezés<sup>14</sup>

A kiszámolt feszültséggel már lehet szilárdsági osztályt választani és a 3.6-os megfelel az igényeknek (hiszen  $R_{\text{eH}}$  nagyobb az elvártnál).

$$R_{\text{eH}} = 180 [\text{MPa}] \quad (32)$$

$$n_{\text{bizt}_{\text{cs}}} = \frac{R_{\text{eH}}}{\sigma_{\text{red}}} = 14.183 [-] \quad (33)$$

$A_e$ : csavarerőt vivő keresztmetszet terület  $[\text{mm}^2]$

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

$d_{3\text{cs}}$ : orsó magátméret  $[\text{mm}]$

$\sigma$ : húzó feszültség  $[\text{MPa}]$

$F_v$ : csavar terhelése  $[\text{N}]$

$K_p$ : csavar keresztmetszet poláris másodrendű nyomaték  $[\text{mm}^3]$

$M_{\text{csavar}}$ : csavar mentén súrlódásból származó csavaró nyomaték  $[\text{Nmm}]$

$M_{\text{anya}_{\text{max}}}$ : csavaranya felülete alatti maximum súrlódás  $[\text{Nmm}]$

$\tau$ : csavaró feszültség  $[\text{MPa}]$

$\sigma_{\text{red}}$ : redukált feszültség  $[\text{MPa}]$

$R_{\text{eH}}$ : folyáshatár  $[\text{MPa}]$

$n_{\text{bizt}_{\text{cs}}}$ : csavar biztonsági tényező  $[-]$

<sup>13</sup>A feladathoz mellékelt segédletből származó számítások. (10-11. oldal)

<sup>14</sup>ISO 898-1 szabvány alapján kapott értékek.

