

# GÉPELEMEK I.

Első házi feladat  
Vakkarimával lezárt csővég tervezése

Fauszt András Ákos  
Vo4MEA  
Dr. Csobán Attila

# Tartalomjegyzék

A kiadott feladat leírása .....	2
A csővég összeállítási rajza .....	3
A feladat célja .....	4
Előtervezés .....	4
Anyagválasztás .....	5
Vakkarima vastagsága .....	5
Tömítés erő kifejtése .....	6
Csavarok húzószilárdsági ellenőrzése .....	6
Csavarok csavarószilárdsági ellenőrzése .....	7
Klein-diagram .....	8
Csavarok egyenértékű feszültségei .....	9
Bibliográfia .....	9

A dokumentációt és a számolásokat a PTC Mathcad Express alkalmazásban készítettem el. Az alkatrészeket Autodesk Inventorban lemodelleztem, és elkészítettem az alkatrész illetve az összeállítási rajzukat.

## 1. Házi feladat

Név: .....

Neptun kód: .....

Gyakorlatvezető: .....

### 1. A feladat bevezetése

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

A belső üzemi nyomás,  $p_{ü}$ : ..... bar.

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

A vezeték folyadékot szállít.

### 2. A feladat értékelése

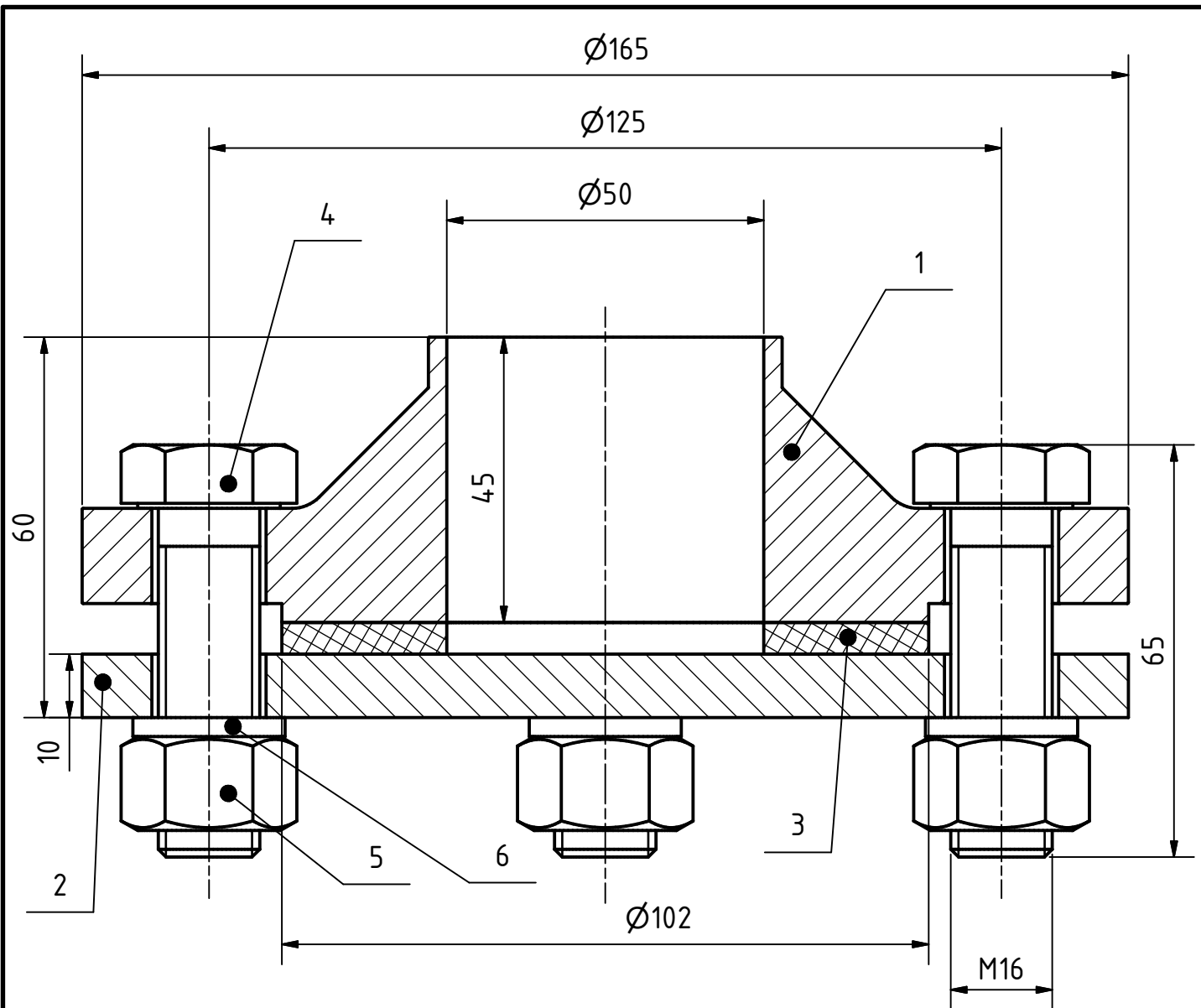
Az elérhető maximális pontszám 20 pont.

### 3. A feladat részletezése


1. Rajzolja fel méretarányosan a konstrukció előtervét a szabvány alapján! Jelölje és ismertesse a számításai során használt méreteket!
2. Számítsa ki a vakkarima minimálisan szükséges vastagságát!
3. Válasszon megfelelő méretű lapos tömítést és számítsa ki a minimálisan szükséges tömítő erőt!
4. Számítsa ki az üzemi nyomásból a csavarra jutó terhelést!
5. Egy reális biztonsági tényező felvételével határozza meg a csavar előfeszítését és számítsa ki a szükséges meghúzási nyomatékot (két súrlódási tényezővel!)
6. Határozza meg a csavarban ébredő egyenértékű feszültséget és válassza ki a csavar megfelelő anyagát!
7. Rajzolja fel a Klein-diagrammot a saját adataival!
8. Készítse el a kötés összeállítási rajzát! Jelölje rajta a főbb méreteket!

Beadási határidő: *a hallgatói tájékoztatóban megadott időpontban*

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 tartalomból átvettem, egyértelműen, a forrás megadásával jelöltem. Ennek megszegése TVSZ 135§ alapján kerül szankcionálásra!

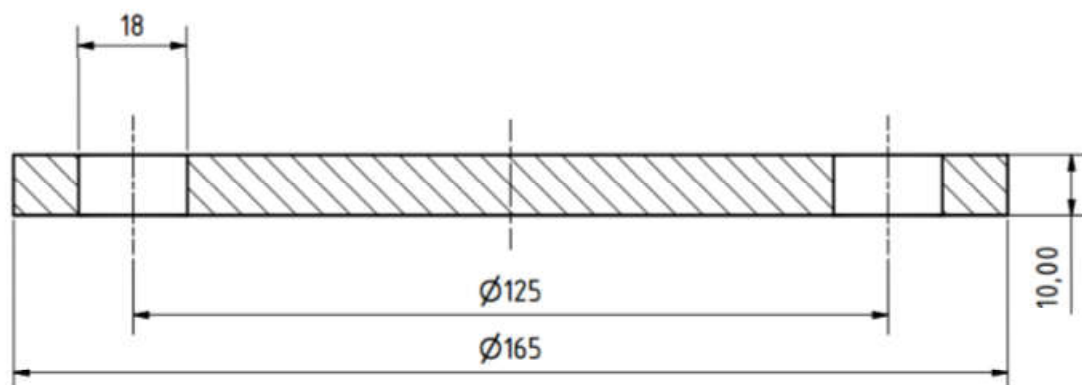


6	4	Alátét	Ø24	ISO 8738		0,006 kg
5	4	Hatlapú anya	M16	ISO 4032	4.6	0,039 kg
4	4	Hatlapú csavar	M16x55	ISO 4017	3.6	0,123 kg
3	1	Lapos lágytömítés	Ø65x5		Gumi	0,029 kg
2	1	Vakkarima	Ø165x10	DIN 2527 PN10	E360	1,574 kg
1	1	Hegeszthető toldatos karima	Ø165x45	DIN 2632 PN10	E360	2,721 kg
TSZ	DB	Megnevezés	Méret	Szabv.sz	Anyag	Tömeg

Tervező: Fauszt András V04MEA	Gyártmány:	Méret- arány:	GÉP- ÉS TERMÉKTERVEZÉS TANSZÉK
Dátum: 2017. 10. 20.	Megnevezés: Vakkarimás csővég	1 : 2	
Ellenőrizte: Csobán Attila	Anyag:	Tömeg: N/A	Vet. mód  Rajzsám:  Fájlnév: osszeallitas.dwg



A tömítést a vakkarimával szorítjuk rá a nyakra. A vakkarimát az MSZ 4582, DIN 2527 P10 [2] szabvány alapján méretezzük. A vastagságát később számoljuk ki.



## Anyagválasztás:

Mielőtt elkezdhetjük a méretezést, előtte anyagot kell választani. Mivel az üzemi nyomás nem túl maga, ezért eltérhetünk a költséghatékonyság irányába.

A karima anyagának az S235 jelű általános rendeltetésű szerkezeti acélt választom.

A tömítés anyagának legcélszerűbb egy egyszerű gumi lágytömítést választani.

A csavar anyagát a feszültségek kiszámolása után tudjuk megmondani.

Az S235-ös acélnek a folyáshatára  $R_{eH} := 290 \text{ MPa}$

A biztonsági tényezőt  $n := 1.5$ -re választjuk

## Vakkarima vastagsága

Ekkor azt megmondhatjuk, hogy mennyi a megengedhető legnagyobb hajlító feszültség ha biztonsági tényező  $n = 1.5$

$$\sigma_{hajl} := \frac{R_{eH}}{n} = 193.333 \text{ MPa}$$

$$d_t := \frac{d_1 - 2 s + d_4}{2} = 76.6 \text{ mm}$$

$$b_{min} := \frac{d_t}{2} \cdot \sqrt{\frac{3 p_{ii}}{\sigma_{hajl}} \cdot \left(1 - \frac{2 d_t}{3 k}\right)} = 3.282 \text{ mm}$$

A szabványban előírt érték 18 mm lenne, de a költséghatékonyság érdekében egy vékonyabb  $b := 10 \text{ mm}$ -es értéket választottam.

## A tömítés erő kifejtése

A tömítés adatai:

$$A \text{ tömítés szélessége: } b_t := \frac{d_4 - (d_1 - 2 s)}{2} = 25.4 \text{ mm}$$

$$A \text{ tömítéshatékony szélessége: } b'_t := 1.1 \cdot b_t$$

Valamint a tömítés anyagát figyelembe vevő tényező:  $n_t := 1.5$

$$F_t := n_t \cdot p_{\bar{u}} \cdot \pi \cdot d_t \cdot b'_t = 8.068 \text{ kN}$$

## A csavar húzószilárdsági ellenőrzése

A csavarokra kétféle igénybevétel hat: egy ( $\sigma_N$ ) normál, ami a feszítő erőből származik, illetve egy csavaró feszültség ( $\tau_t$ ) ami a lecsavarodást akadályozza meg.

Az ébredő feszültséget a  $\sigma_N = \frac{F_V}{A_e}$  képlettel számolhatjuk.

$$A_d := \frac{(d_1 - 2 s)^2 \pi}{4} = 2058.874 \text{ mm}^2$$

$$F_{cső} := p_{\bar{u}} \cdot A_d = 1.647 \text{ kN}$$

A vakkarimát nyomó csőerő a rögzítés révén húzza a csavart

$$F_p := \frac{p_{\bar{u}} \cdot (d_t^2 - (d_1 - 2 s)^2) \pi}{4} = 2.04 \text{ kN}$$

Az üzemi nyomásból származó erő a tömítés felületén hat

$$F_{\bar{u}} := 1.2 (F_{cső} + F_p + F_t) = 14.106 \text{ kN}$$

Mivel  $N := 4$  csavarra méretezünk, így kiszámolhatjuk az előfeszítő erőt

$$F_V := \frac{F_{\bar{u}}}{N} = 3.527 \text{ kN}$$

A csavarokban feszültsége az egyenértékű keresztmetszeten hat, amely átmérője a csavar magátmérője és a középátmérőjének átlaga. Az értékeket kikereshetjük a szabványból [3]  
Az értékek:  $d_{cs} := 16 \text{ mm}$  esetén

$$A \text{ középátmérő: } d_{2cs} := 14.701 \text{ mm}$$

$$A \text{ magátmérő: } d_{3cs} := 13.546 \text{ mm}$$

$$A \text{ menetemelkedés: } P := 2 \text{ mm}$$

$$d_e := \frac{d_{3cs} + d_{2cs}}{2} = 14.124 \text{ mm}$$

Ahol  $d_3$  a magátmérő  $d_2$  a középátmérő  $d_e$  pedig az egyenértékű átmérő

$$A_e := \frac{d_e^2 \cdot \pi}{4} = 157 \text{ mm}^2$$

$$\sigma_N := \frac{F_V}{A_e} = 22.51 \text{ MPa} \quad \text{Ahol } \sigma_N \text{ a csavarban ébredő normál feszültség, } F_V \text{ pedig az előfeszítés}$$

## A csavarok csavarószilárdsági ellenőrzése

A csavarkötés  $\tau$ -igénybevétele a szilárdságtanból ismert képlet alapján:  $\tau_t = \frac{M_t}{I_p} \cdot r$  a keresztmetszetben kifelé haladva a feszültség folyamatosan nő, és a feszültségmaximum  $r := \frac{d_e}{2} = 7.062 \text{ mm}$ -nél van.

$$\text{A körkeresztmetszet poláris másodrendű nyomatéka } I_p := \frac{d_e^4 \cdot \pi}{32} = 3906.333 \text{ mm}^4$$

A csavarónyomaték két részből áll elő. Hat egy része a menetekben, ezt a menetemelkedés és a látszólagos súrlódási félkúpszög tangensével írhatjuk fel. Emellett hatnia kell egy savarónyomatéknak az anya alatt is, amely a becsavaráskor keletkezik, és egy anya alatti súrlódási együtthatóval írhatjuk fel.

$$M_t = F_V \cdot \frac{d_2}{2} \cdot \tan(\alpha + \rho') + F_V \cdot \frac{d_a}{2} \cdot \mu_a$$

A menetemelkedés számítható a szabványban található adatokból [3]

$$\alpha := \text{atan}\left(\frac{P}{d_{2cs} \cdot \pi}\right) = 2.48 \text{ deg}$$

Az anya alatti felfekvő felületet jellemzi a  $d_a$ , amelyet felírhatunk az átmérő és a laptávolság távolságából. Az anya (ISO 4032) laptávolságát is megnézhetjük szabványban [4]  $s_{anya} := 24 \text{ mm}$

$$d_a := \frac{d_{cs} + s_{anya}}{2} = 20 \text{ mm}$$

A súrlódási tényezők tapasztalat értékek. Értéküket tapasztalati úton lehet meghatározni eléggé nagy pontatlansággal. A  $\mu_{min} := 0.1$  valamint  $\mu_{max} := 0.23$

A menetemelkedés szöge metrikus menetre:  $\beta := 60^\circ$

$$\rho'_{min} := \text{atan}\left(\frac{\mu_{min}}{\cos\left(\frac{\beta}{2}\right)}\right) = 6.58678^\circ$$

$$\rho'_{max} := \text{atan}\left(\frac{\mu_{max}}{\cos\left(\frac{\beta}{2}\right)}\right) = 14.87333^\circ$$

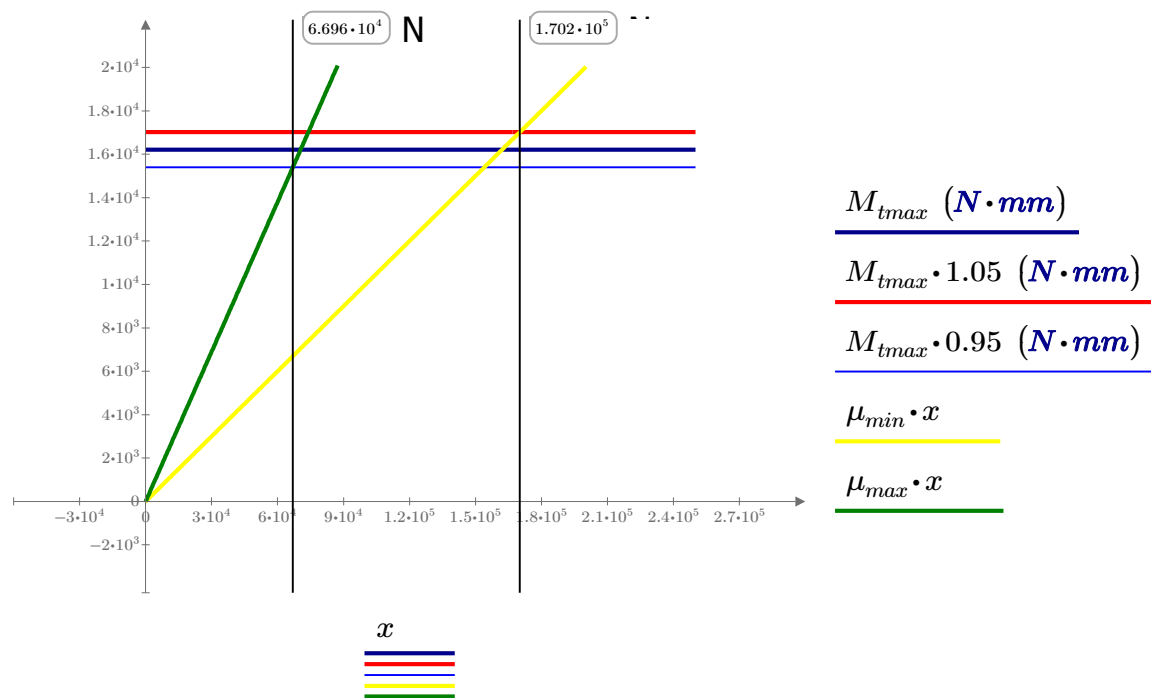


$$M_{tmin} := F_V \cdot \left( \frac{d_{2cs}}{2} \cdot \tan(\alpha + \rho'_{min}) + \frac{d_a}{2} \cdot \mu_{min} \right) = 7.663 \text{ } \mathbf{N \cdot m}$$

$$M_{tmax} := F_V \cdot \left( \frac{d_{2cs}}{2} \cdot \tan(\alpha + \rho'_{max}) + \frac{d_a}{2} \cdot \mu_{max} \right) = 16.211 \text{ } \mathbf{N \cdot m}$$

$$\tau_t := \frac{M_{tmax}}{I_p} \cdot \frac{d_e}{2} = 29.306 \text{ } \mathbf{MPa}$$

## Klein-diagram



# Csavarok egyenértékű feszültségei

$$\sigma_{egy} := \sqrt{\sigma_N^2 + 3 \tau_t^2} = 55.526 \text{ MPa}$$

Ezt kell összehasonlítani a csavar szakítószilárdságával, és az egyenletet átrendezve megkaphatjuk, hogy mennyire erős csavarra van szükségünk:

$$\sigma_{egy} \leq \sigma_{meg} := \frac{R_{eH}}{n} = 193.333 \text{ MPa}$$

$$R_{eHmin} := \sigma_{egy} \cdot n = 83.29 \text{ MPa}$$

Áttható, hogy viszonylag alacsony szakítószilárdsági értékű csavar is megfelelő. Így a csavar anyagának egy 3.6-os acélt választunk, valamint egy hozzá illő 4.6-os anyát.

## Bibliográfia

1. Zetamec szabvány PN10 karimára  
[http: www.zetamec.com din-2632-pn10 eng.htm](http://www.zetamec.com/din-2632-pn10_eng.htm) (2017.10.18)
2. A well ft. szabványa  
[http: www.wellkft.hu karima 17.html](http://www.wellkft.hu/karima_17.html) (2017.10.18)
3. Tribology a metrikus menet ISO 724 részletes adatai  
[http: www.tribology-abc.com calculators metric-iso.htm](http://www.tribology-abc.com/calculators/metric-iso.htm) (2017.10.18)
4. ISO 4032 anya szabványa  
[http: www.sasovits.hu cnc irodalom gepelemek anya.pdf](http://www.sasovits.hu/cnc/irodalom/gepelemek/anya.pdf) (2017.10.18)
5. A súrlódási tényezők táblázata VDI 2230  
[http: corp.brwtools.hu web4archiv objects objekte tools downloads 1 reibung reibungszahlen hu.pdf](http://corp.brwtools.hu/web4archiv/objects/objekte/tools/downloads/1/reibung_reibungszahlen_hu.pdf) (2017.10.18)