



# **Gép- és szerkezeti elemek I.**

## **BTG1 2023/24**

### **II. Házifeladat**



Készítette: Török Teréz

Neptun-kód: MAO9IR

Dátum: 2023. 11. 25.


Gyakorlatvezető: Dr. Kerényi György

# TARTALOMJEGYZÉK

<b>Feladatlap</b> .....	3
<b>Munkahenger kiválasztása</b> .....	4
Kiindulási adatok.....	4
A választott munkahenger.....	4
<b>A munkahenger méretezése</b> .....	5
Minimális falvastagság számítása.....	5
Dugattyúrúd átmérőjének ellenőrzése.....	5
Anyagválasztás.....	6
Számítás.....	6
Hengerfedél vastagságának számítása.....	7
Anyagválasztás.....	7
Számítás.....	7
<b>Henger ellenőrzése kihajlásra</b> .....	8
Karcsúsági tényező meghatározása.....	9
Kritikus feszültség meghatározása.....	10
Törőerő.....	11
Megfelelés ellenőrzése.....	11
<b>Tömítések kiválasztása</b> .....	11
Dugattyúrúd tömítései.....	12
Dugattyú tömítései.....	16
<b>Statikus tömítések/O-gyűrűk</b> .....	19
Források.....	27

# FELADATLAP

## FELADATLAP - HIDRAULIKUS MUNKAHENGER KIVÁLASZTÁSI FELADAT

Tantárgy:		Kurzus:	 GÉP- ÉS TERMÉKTERVEZÉS TANSZÉK
Gép- és szerkezeti elemek I., BMEGEGIBTS1		G1	
Hallgató neve:	NEPTUN kódja:	Dátum:	Félév:
Török Teréz	MAO9IR	2023.10.18	2023-2024 1. félév

### A feladat bevezetése

Hidraulikus körfolyamban az energia átvitele és vezérlése a nyomás alatt áramló munkaközeg (munkafolyadék) révén valósul meg. A körfolyam egyik eleme a munkahenger, amely a munkaközeg hidraulikus energiáját mechanikai energiává alakítja át. A hidraulikus hengerekkel véges hosszúságú egyenes vonalú mozgások állíthatók elő. A feladat célja hidraulikus munkahenger és tömítés gyártmánykatalógusok használata, és a kiválasztott alkatrész beépítésének és alkalmazásának gyakorlása.

### A feladat értékelése

Az elérhető maximális pontszám 25 pont.

#### Kiindulási adatok:

Üzemi nyomás:	p=	350	bar
Dugattyúátmérő:	D=	80	mm
Lökethossz:	L=	160	mm
A dugattyú üzemi sebessége:	v=	0,3	m/s
Üzemi hőmérséklet:	T=	-10...+60	°C
A munkahenger kialakítása:	Rövidcsavaros		

A munkahenger csatlakozásainak típusa: Gömbcsuklós hengerfej

#### A feladat megoldásának javasolt menete:

- Végezzen piackutatást a Magyarországon fellelhető hidraulikus munkahengereket forgalmazó cégekről. Válasszon ki katalógusból a fentebb megadott adatoknak megfelelő általános rendeltetésű kettősműködésű munkahengert.
- A megadott nyomás és átmérő értékekből számítsa ki a minimálisan szükséges falvastagságot és hengerfedél vastagságot. A kapott értéket pótlékolja a járulékos tényezőkkel (technológia, gyártás stb.). Ellenőrizze az 1. pontban kiválasztott munkahenger dugattyúrúdját kihajlásra a legkedvezőtlenebb beépítés esetén.
- Válassza ki az 1. pontban kiválasztott munkahenger tömítéseit megfelelő katalógusból (henger és fedél tömítése, dugattyú tömítése és megvezetése, csőház tömítése, szennylehúzó gyűrű, dugattyúrúd tömítése és megvezetése).
- Az 1. pontban kiválasztott munkahenger katalógusban szereplő rajzát, másolja fel egy alkalmas méretű rajzlapra, és rajzolja meg a kiválasztott tömítéseket beépítési környezetükkel a katalógusban előírt tűrésekkel, illesztésekkel és felületi érdességgel. Ügyeljen a géprajzi szabályok betartására!
- Készítse el a műszaki dokumentációt.

<b>Beadási határidő:</b>	<b>2023.11.29</b>
<b>A feladatot kiadta:</b>	<b>Dr. Kerényi György</b>

Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem, Gép- és Terméktervezés Tanszék  
1111 Budapest, Bertalan Lajos utca 1. • Telefon: 463-2345 • Telefax: 463-3510

## A munkahenger kiválasztása

### Kiindulási adatok:

Üzemi nyomás:  $p = 350 \text{ bar}$  (35Mpa)

Dugattyúátmérő:  $D = 80 \text{ mm}$

Lökethossz:  $L = 160 \text{ mm}$

A dugattyú üzemi sebessége:  $0,3 \text{ m/s}$

Üzemi hőmérséklet:  $-10 \dots +60$

A munkahenger kialakítása: rövidcsavaros

A csatlakozásainak típusa: gömbcsuklós

### A választott munkahenger:

A feladat megoldásának első lépéseként piackutatást végeztem a Magyarországon fellelhető hidraulikus munkahengerekről. A kutatást a kiindulási adatok figyelembevételével végeztem. Végül több katalógus áttanulmányozása után a Heiss Hydraulic + Pneumatic GmbH cégnél találtam meg a kritériumoknak megfelelő munkahengert.

(Katalógus (a megfelelő munkahenger a 16. oldalon található):

[https://www.heiss.de/sites/default/files/sz\\_350\\_komplett\\_en.pdf?fbclid=IwAR3yjSifhOp4ssib128JlwOx3tD\\_nSB\\_UXowSRjT-lLURkxKGyJEckqZl\\_0](https://www.heiss.de/sites/default/files/sz_350_komplett_en.pdf?fbclid=IwAR3yjSifhOp4ssib128JlwOx3tD_nSB_UXowSRjT-lLURkxKGyJEckqZl_0))

**Gyártó: Heiss Hydraulic + Pneumatic GmbH**

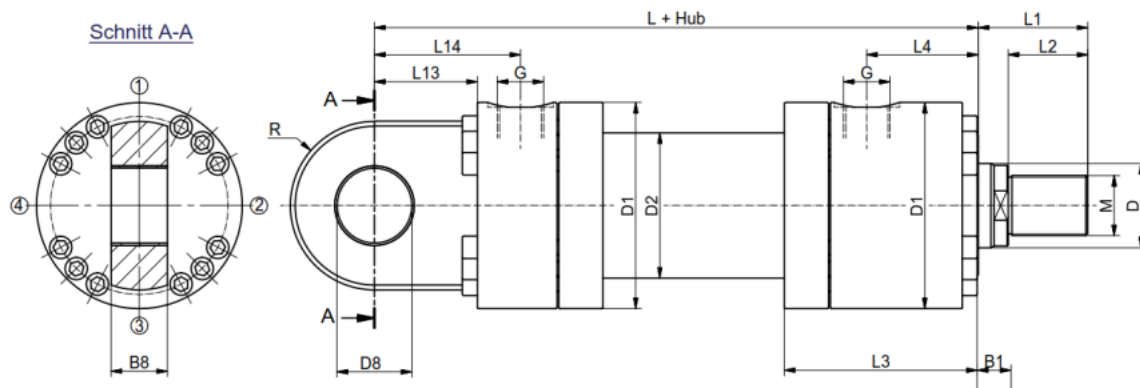
**Szériaszám: Standard Cylinder Series SZ 350 Configuration 118**

**(SZ 350 – 80/50/160 - 118 - 120.003.X2)**

## A munkahenger méretezése és ellenőrzése

### Minimálisan szükséges falvastagság számítása:

A minimálisan szükséges falvastagság meghatározásához először a dugattyúrúd méretének helyességét fogom ellenőrizni. A rúd átmérőjének méretét a katalógusban találhatjuk meg.



(1.ábra)

Pis- ton ø	40	50	63	80	100
D f7	28	36	45	56	70
M	M20x1,5	M27x2	M33x2	M42x2	M48x2
D1	92	102	128	140	180
D2	50	62	80	100	130
D8 H8	30	30	40	50	70
L	224	254	269	318	364
L1	47	55	68	79	89

(2.ábra)

Adatok: D = 80 mm (dugattyú)

d = 56 mm (dugattyúrúd)

A rúd átmérőjének ellenőrzése a következő képlet segítségével történik:

$d = D \cdot \sqrt{\frac{\varphi-1}{\varphi}}$ , ám ehhez szükségünk van  $\varphi$  viszonszámra, mely a rudat terhelő  $F_h$  húzó és  $F_{ny}$  nyomóerő hányadosa.

- Húzóerő számítása:

$$F_h = \frac{(D^2 - d^2) \cdot \pi}{4} p_n = \frac{(80^2 - 56^2) \cdot \pi}{4} p_n = 89723,87 \text{ N}$$

- Nyomóerő számítása:

$$F_h = \frac{D^2 \cdot \pi}{4} p_n = \frac{80^2 \cdot \pi}{4} \cdot 35 = 175929,2 \text{ N}$$

Innen a viszonyszám:

$$\frac{F_{ny}}{F_h} = \frac{175929,2 \text{ N}}{89723,9 \text{ N}} = 1,96$$

Ez szabványos érték, tehát 2-vel számolok tovább.

Ellenőrzés:

$$d = D \cdot \sqrt{\frac{\varphi-1}{\varphi}} = 80 \cdot \sqrt{\frac{2-1}{2}} = 56,5 \text{ mm}$$

→ Tehát a dugattyúrúd átmérője megfelelő.

A következő lépésben meghatározom a henger működéséhez minimálisan szükséges falvastagságot, mely a következő képlet segítségével történik:

$$S_{min} = \frac{D \cdot p}{2 \frac{ReH}{n} - p}$$

Ahol: ReH a henger anyagának folyáshatára, n pedig 1,8 és 2 közötti biztonsági tényező, melyet én a feladat során 2-nek vettem.

A képletből adódik, hogy szükséges a henger anyagának meghatározása. Az anyagválasztáshoz ismét piackutatást végeztem, majd a Gimex cég katalógusából választottam, a forgalmazott hönalt acélok közül.

(A katalógus: <https://www.gimex.hu/uploads/files/Gimex-Alapanyag-katalogus.pdf>)












Anyagminőség	E355+SR (St 52 BK+S) 1.0580	E355 (St 52.0) 1.0580	S355J2H (St 52-3N) 1.0570	S460NH (StE 460) 1.8953
Folyáshatár ReH N/mm <sup>2</sup> min.	450	335	335	440
Szakítószilárdság Rm N/mm <sup>2</sup> min.	580	490	490	570
Nyúlás A5 % min.	10	21	22	17

(3.ábra)

Ezek alapján a minimális falvastagság tehát:

$$S_{min} = \frac{80 \cdot 35}{2 \frac{335}{2} - 35} = 9,3 \sim 10mm$$

A katalógus segítségével ez is ellenőrizhető, ugyanis láthatjuk, hogy a 80 mm belső átmérőhöz valóban tartozik egy 10 mm-es falvastagság.

Belső Ø (mm)	Külső Ø (mm)	Fal (mm)	Tűrés	kg/m	
76,00	90,00	7,00	H8	14,33	
76,20 (3")	86,20	5,00	H8	10,01	
76,20 (3")	88,90	6,35	H8	12,93	
76,20 (3")	95,25	9,525	H8	20,14	
80,00	90,00	5,00	H8	10,48	
80,00	92,00	6,00	H8	12,73	
80,00	95,00	7,50	H8	16,18	
80,00	100,00	10,00	H8	22,20	
80,00	105,00	12,50	H8	28,52	
80,00	110,00	15,00	H8	35,14	
80,00	127,00	23,50	H8	59,98	

(4.ábra)

## Hengerfedél vastagságának meghatározása:

A hengerfedél vastagságának meghatározása a következő képlet segítségével történik:

$$h = 0,6 \cdot D \cdot \sqrt{\frac{p}{\frac{ReH}{n}}}$$

A megoldáshoz ismét a helyes anyag megválasztása szükséges, amit végül a Rosi Teh alkatrészeket forgalmazó cég oldalának segítségével tettem meg.

([https://www.rositeh.hu/default.asp?mid=hu&pid=modul\\_it&wid=13546&detailid=90253](https://www.rositeh.hu/default.asp?mid=hu&pid=modul_it&wid=13546&detailid=90253))

Ők az Fe510C azaz, az S355J0 anyagból készítenek hengerfedeleket. Az anyagminőség nevében a 355 a folyáshatárt jelöli, így ezzel az értékkel fogok számolni.

Így a megoldás a következő:

$$h = 0,6 \cdot 80 \cdot \sqrt{\frac{35}{\frac{355}{2}}} = 21,3mm$$

A fedél vastagságának tehát ~ 21 mm-nek kell lennie.

## A henger ellenőrzése kihajlásra:

A következőkben ellenőrizni fogom a munkahengert kihajlásra. A kihajlás veszélye abban az esetben a legnagyobb, ha a henger pozitív véghelyzetben van, tehát erre kell ellenőrizni.

- Első lépésként az inerciasugarat határozzuk meg:

Ez a kör keresztmetszet miatt a következő:  $i = \sqrt{\frac{d}{4}} = 14 \text{ mm}$ .

- Második lépésben a rúd karcsúságát határozzuk meg:

$$\lambda = \frac{l_0}{i}$$

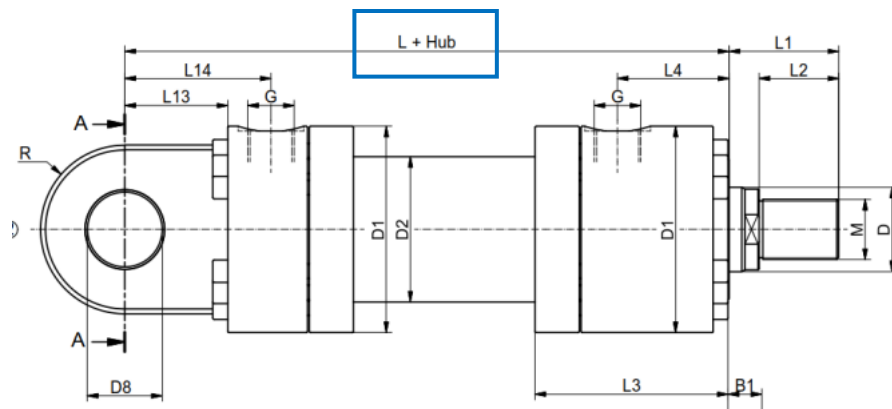
Ahol:  $i$  = az inerciasugár

$l_0$  = rúd kihajlásának hossza

Az  $l_0$  esetünkben a csuklós vezetés miatt egyenlő lesz az  $l$  hosszal, mely a henger hossz és a lökethossz összegéből adódik, hiszen a hengert véghelyzetben vizsgáljuk.

Innen:

$$l_0 = L + \text{lökethossz} = 318 + 160 = 478 \text{ mm}$$



(5.ábra)

Pis- ton ø	40	50	63	80	100
D f7	28	36	45	56	70
M	M20x1,5	M27x2	M33x2	M42x2	M48x2
D1	92	102	128	140	180
D2	50	62	80	100	130
D8 H8	30	30	40	50	70
L	224	254	269	318	364
L1	47	55	68	79	89

(6.ábra)

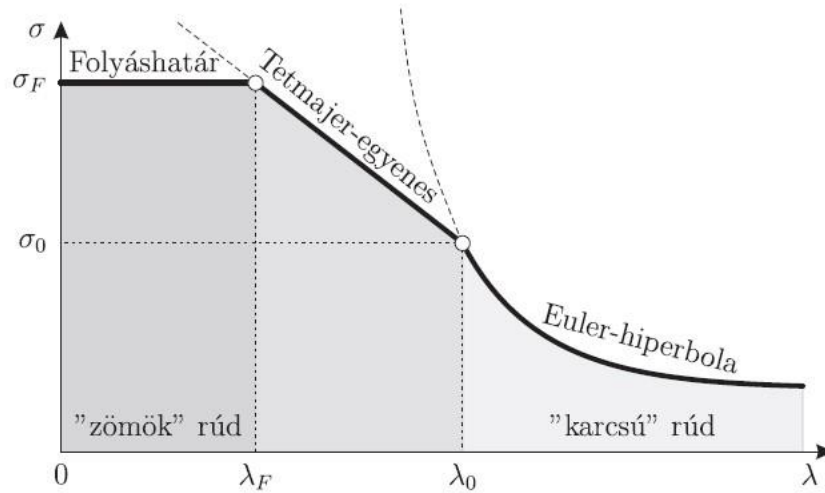
Így tehát a karcsúsági tényező:

$$\lambda = \frac{478}{14} = 34,14 \text{ mm}$$



- Harmadik lépésben a törőerőt számítjuk ki:  $F_{törő} = \sigma_{krit} \cdot A$

Az ehhez szükséges kritikus feszültséget a feszültség – karcsúság diagrammból tudjuk származtatni.



2. ábra. A különböző elméletek érvényességi tartománya

1. táblázat. A különböző elméletek érvényességi tartománya

	Alkalmazandó elmélet
$\lambda < \lambda_F$	Folyáshatár
$\lambda_F < \lambda < \lambda_0$	Tetmajer-egyenes
$\lambda_0 < \lambda$	Euler-hiperbola

(Forrás: MM BME, Kihajlás segédlet)

(7.ábra)

Ehhez a  $\lambda_0$ :

$$\lambda_0 = \pi \cdot \sqrt{\frac{E}{0,8 \cdot ReH}}$$

Ezt csak a rúd anyagának ismeretében tudjuk meghatározni, melyet ismét a Gimex katalógusából választottam ki.

Anyagminőség	Ck45 1.1191	20MnV6 1.5217	42CrMo4V 1.7225	AISI 431 1.4057	AISI 304 1.4301	AISI 329 1.4460	E355 1.0580
Folyáshatár ReH N/mm <sup>2</sup> min.	350	360	550	600	190	460	355
Szakítószilárdság Rm N/mm <sup>2</sup> min.	600	500	800	800	500	620	490
Nyúlás A5 % min.	14	17	10	12	45	20	22

(8.ábra)

Tehát:

$$\lambda_0 = \pi \cdot \sqrt{\frac{21 \cdot 10^4}{0,8 \cdot 360}} = 84,83$$

Ekkor:  $\lambda_0 > \lambda$  tehát a Tetmajer – egyenessel számolunk tovább.

2. táblázat. Kihajlással kapcsolatos anyagjellemzők néhány anyag esetén

Anyag	Szakítószilárdság $\sigma_{sz}$ [MPa]	Folyáshatár $\sigma_F$ [MPa]	Tetmajer-képlet [MPa]	$\lambda_F$	$\lambda_0$
Szénacél	370	240	$308 - 1,14\lambda$	60	105
	480	310	$467 - 2,62\lambda$	60	100
	520	360	$589 - 3,82\lambda$	60	100
Ötvözött acél	650	420	$470 - 2,3\lambda$	22	86
Dúralumínium	420	—	$380 - 2,2\lambda$	00	50
Öntöttvas	—	—	$0,053\lambda^2 - 12\lambda + 776$	5	80
Fenyőfa	—	—	$30 - 0,2\lambda$	0	100
Tölgyfa	—	—	$37,5 - 0,25\lambda$	0	100

$\lambda < \lambda_F$  Ebben az esetben a rúd karcsúsága olyan kicsi (zömök rúd), hogy a kihajlás jelentősége nem számottevő, emiatt a törőfeszültség értéke az anyag folyáshatárával egyenlő, vagyis

$$\sigma_t = \sigma_F. \quad (4)$$

$\lambda_F < \lambda < \lambda_0$  Létezik egy átmeneti tartomány a karcsú ( $\lambda_0 < \lambda$ ) és zömök ( $\lambda < \lambda_F$ ) rudak között, ahol a törőfeszültséget a Tetmajer-féle képlettel számítjuk, ami egy egyenesnek az egyenlete:

$$\sigma_t = a - b\lambda. \quad (5)$$

A fenti egyenletben szereplő  $a$  és  $b$  paraméterek az anyagtól függő konstansok. Néhány anyag esetére a 2. táblázat közli a Tetmajer-egyenest<sup>3</sup>.

$\lambda_0 < \lambda$  Ebben a tartományba tartoznak a karcsú rudak. Ebben az esetben a törőfeszültséget az Euler-féle képlettel számítjuk:

$$\sigma_t = \left(\frac{\pi}{\lambda}\right)^2 E, \quad (6)$$

ahol  $E$  az anyag rugalmassági modulusa.

(Forrás: MM BME, Kihajlás segédlet)

(9.ábra)

Számítás:

$$\sigma_{krit} = 589 - 3,82\lambda = 589 - 3,82 \cdot 34,14 = 458,6 \text{ MPa}$$

A törőerő számításához szükséges még a dugattyúrúd felülete:

$$A = \pi r^2 = \left(\frac{d}{2}\right)^2 \cdot \pi = 28^2 \cdot \pi = 2463 \text{ mm}^2$$

Innen:

$$F_{törő} = \sigma_{krit} \cdot A = 458,6 \cdot 2463 = 1\,129\,531,8 \text{ N}$$

A keresett n értéke pedig:

$$n = \frac{F_{törő}}{F_{nyomó}} = \frac{1\,129\,531,8}{175\,929,2} = 6,4$$

A munkahenger megfelel kihajlásra, ha:  $n_F > n$ , esetünkben a feltétel a következőképpen teljesül:  $6,4 > 3,5$ , tehát a henger kihajlásra megfelel.

### Tömítések kiválasztása:

A munkahenger katalógusa megadja, hogy a hengerek hornyai az ISO 5597/1 és a DIN ISO 7425/1-es szabványnak felelnek meg, ez a tömítések kiválasztásakor segítségemre volt, melyeket a svéd Trelleborg tömítéseket forgalmazó cég kínálatából választottam.

(A katalógus: <https://www.trelleborg.com/ecatalog/>)

A Heiss hatalógus ide vonatkozó részlete:

●	Seal arrangement for easy service Rod seals changeable without dismantling from the front
●	Seal groove and diameter according to ISO 5597/1 and DIN ISO 7425/1
●	Seals by default for maximum continuous duty temperatures $\leq 80^\circ\text{C}$ and velocities $\leq 1 \text{ m/s}$

(10.ábra)

### Dugattyúrúd tömítései és megvezetései:

Először a dugattyúrúd tömítéseit választottam meg, melyek feladata a munkatér és a külvilág közötti megfelelő tömítettség biztosítása. Az általam vizsgált munkahenger relatív magas üzemi nyomáson (35 MPa) működik, ebből adódóan a dugattyúrúdat egy primer, illetve szekunder tömítéssel kell ellátni.

**Primer tömítés:** Zurcon, U-cup RU2 – 1db

Működési adatok:

#### OPERATING CONDITIONS

<b>Pressure:</b>	Max. 35 MPa
<b>Speed:</b>	Up to 0.5 m/s
<b>Temperature:</b>	Use in mineral oils: -35 °C to +110 °C
<b>Media:</b>	Mineral oil-based hydraulic fluids.

(11.ábra)

Beépítés:

#### ■ Installation Recommendation

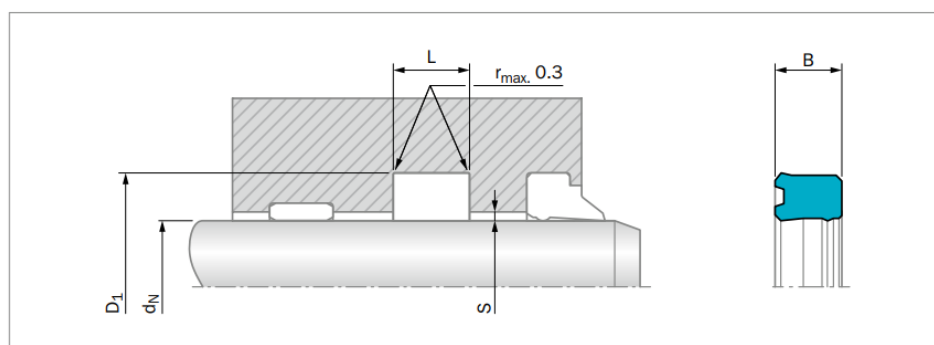


Figure 4B: Installation Drawing

Dimensions "S" (see table on previous page)

(12.ábra)

Dugattyúrúd átmérője alapján a megfelelő tömítés:

<b>50.0</b>	<b>60.0</b>	<b>8.0</b>	<b>7.0</b>	<b>RU2400500</b>
56.0	66.0	7.5	6.5	RU2100560
<b>56.0</b>	<b>71.0</b>	<b>12.5</b>	<b>11.5</b>	<b>RU2200560</b>
<b>63.0</b>	<b>78.0</b>	<b>12.5</b>	<b>11.5</b>	<b>RU2100630</b>
70.0	80.0	7.5	6.5	RU2200700
<b>80.0</b>	<b>95.0</b>	<b>12.5</b>	<b>11.5</b>	<b>RU2100800</b>

(Dimensions and TSS Part Numbers in bold according to ISO 5597.)

(13.ábra)

**Szekunder tömítés: Zurcon U-cup RU9 – 1db**

Működési adatok:

**OPERATING CONDITIONS**

<b>Pressure:</b>	Up to 40 MPa
<b>Velocity:</b>	Up to 0.5 m/s
<b>Temperature:</b>	
Zurcon® Z20 Standard:	-35 °C to +110 °C
<b>Media:</b>	
Hydraulic fluids based on mineral oil:	-35 °C to +110 °C
Synthetic and natural ester HEES, HETG:	Up to +60 °C
Flame-retardant hydraulic fluids HFA/HFB:	Up to +40 °C

(14.ábra)

Beépítés:

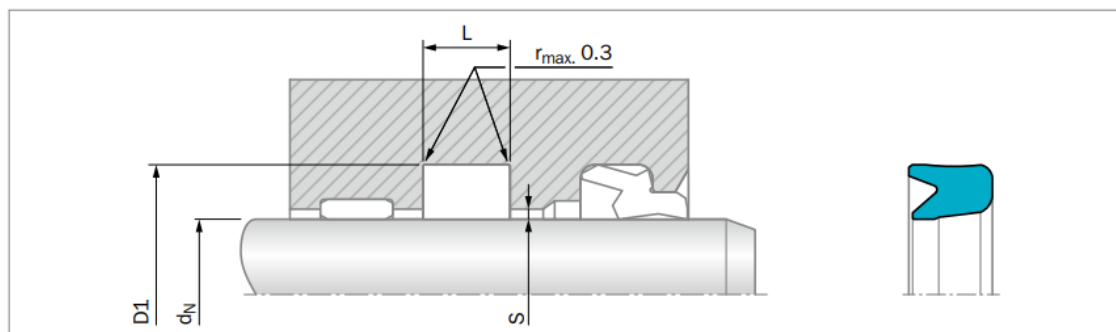
**■ Installation Recommendation**

Figure 58: Installation Drawing, Dimension "S" see Figure 57

(15.ábra)

Dugattyúrúd átmérője alapján a megfelelő tömítés:

55.0	65.0	8.0	RU9000550
56.0	68.0	11.0	RU9100560
<b>56.0</b>	<b>71.0</b>	<b>12.5</b>	<b>RU9000560</b>
60.0	68.0	7.0	RU9100600
60.0	70.0	8.0	RU9200600
<b>60.0</b>	<b>75.0</b>	<b>12.5</b>	<b>RU9000600</b>
63.0	75.0	13.0	RU9100630

(Dimensions and TSS Part Numbers in bold according to ISO 5597.)

(16.ábra)

**Szennylehúzó:**

Szükséges még, ezeken felül a dugattyúrúdhoz egy szennylehúzó beszerelése, melynek feladata, hogy megakadályozza a szennyeződések munkatérbe való bejutását.

Zurcon, Scraper DA22 – 1db

Működési adatok:

**OPERATING CONDITIONS**

<b>Pressure</b>	Atmospheric pressure
<b>Scraper Side:</b>	
<b>Seal Side:</b>	Pressures up to 2 MPa (20 bar) a relief bore must be provided with higher pressures
<b>Speed:</b>	Up to 1 m/s
<b>Temperature:</b>	-35 °C to +100 °C
<b>Media:</b>	Mineral oils and greases
<b>Groove Type:</b>	Split/Closed (depending on size)

(17.ábra)

Beépítés:

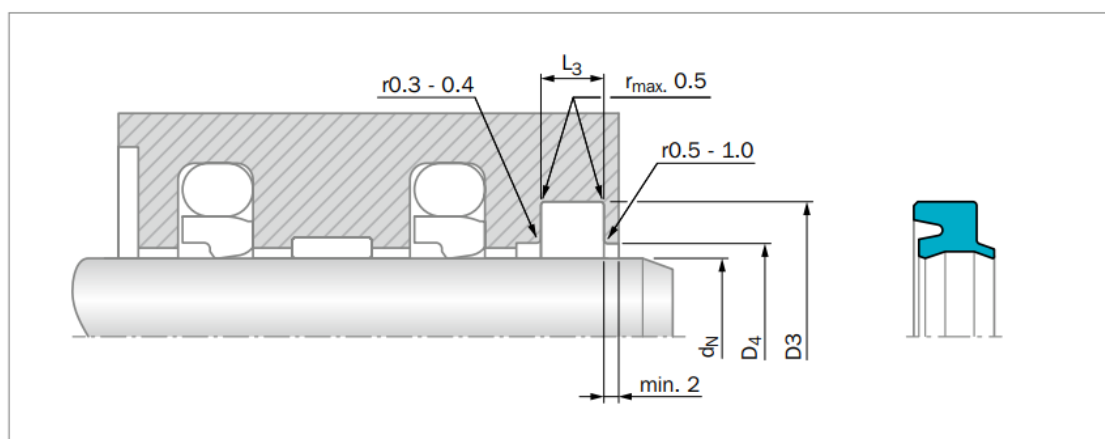
**■ Installation Recommendation**

Figure 189: Installation Drawing

(18.ábra)

Az átmérőnek megfelelő szennylehúzó:

55.0	55.0	5.0	50.0	WD2200550
56.0	64.6	5.3	50.0	WD2210560
<b>56.0</b>	<b>66.0</b>	<b>6.0</b>	<b>59.0</b>	<b>WD2200560</b>
60.0	68.6	5.3	63.0	WD2210600
60.0	70.0	6.0	63.0	WD2200600
63.0	71.6	5.3	66.0	WD2210630
63.0	73.0	6.0	66.0	WD2200630

(19.ábra)

**Vezetőgyűrűk:**

A vezető gyűrűk a rúd lineáris megvezetését szolgálják. Tekintve, hogy a munkahenger magas üzemi nyomáson működik, ezekből kettő kerül beépítésre.

HiMod Slydring for Rod – 2db

Beépítés:

**■ Installation Recommendation, HiMod® Slydring® for Rod According to ISO 10766 Groove Dimension**

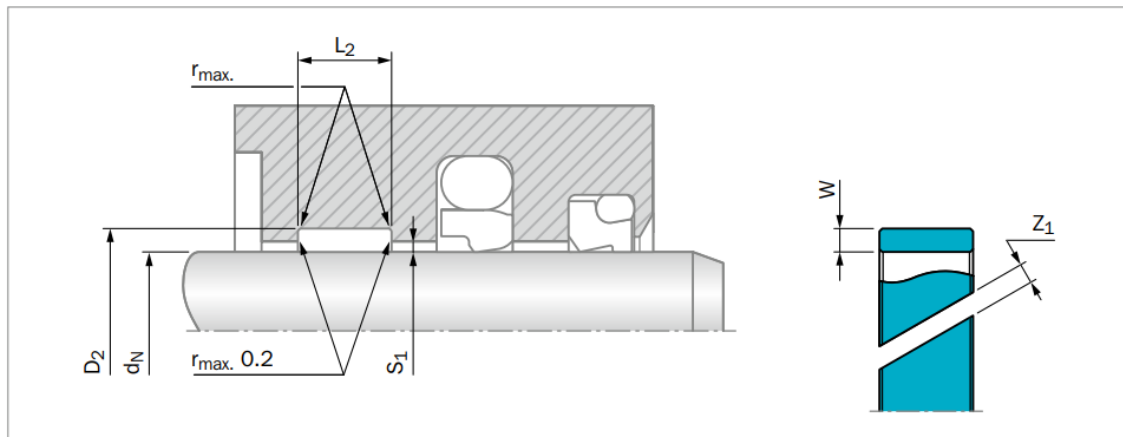


Figure 220: Installation Drawing

(20.ábra)

A gyűrűre vonatkozó adatok:

**Table 210: Installation Dimensions**

Serial No.	Rod Diameter*	Groove Diameter	Groove Width	Ring Thickness
	$d_N$ f8/h9	$D_2$ H8	$L_2$ +0.2	
GR43	10 - 50.0	$d_N + 3.10$	4.00	1.55
GR65	15 - 140.0	$d_N + 5.00$	5.60	2.50
GR69	20 - 220.0	$d_N + 5.00$	9.70	2.50
GR73	80 - 300.0	$d_N + 5.00$	15.00	2.50
GR75	200 - 300.0	$d_N + 5.00$	25.00	2.50
GR98	280 - 300.0	$d_N + 8.00$	25.00	4.00

**Table 211: Recommended Radii for Groove**

$d_N$	$r_{max}$
8 - 250	0.2
> 250	0.4

**Table 212: Radial Clearance  $S_1$  \*\***

Rod Diameter $d_N$	$S_1$ min	$S_1$ max
8 - 20	0.20	0.30
20 - 100	0.25	0.40
101 - 250	0.30	0.60
251 - 300	0.40	0.80

\*\* Specifications valid only in the area of the Slydring®, but not for the seal area.

(21.ábra)

**Table 213: Recommended Gap**

$d_N$	Ring Gap $Z_1$
10 - 39	2 - 2.5
40 - 149	2 - 3
> 150	3 - 4

**Table 214: Surface Roughness**

Parameter	Mating Surface $\mu\text{m}$	Groove Surface $\mu\text{m}$
	HiMod® Materials	
$R_{\text{max}}$	1.00 - 4.00	< 16.0
$R_z$	0.63 - 2.50	< 10.0
$R_a$	0.10 - 0.40	< 2.5

(23.ábra)

A választott vezetőgyűrű:

55.0	60.0	5.6	2.50	GR6500550-HM061	WR 55 60 5.6
55.0	60.0	9.7	2.50	GR6900550-HM061	WR 55 60 9.7
<b>56.0</b>	<b>61.0</b>	<b>5.6</b>	<b>2.50</b>	<b>GR6500560-HM061</b>	<b>WR 56 61 5.6</b>
<b>56.0</b>	<b>61.0</b>	<b>9.7</b>	<b>2.50</b>	<b>GR6900560-HM061</b>	<b>WR 56 61 9.7</b>
58.0	63.0	5.6	2.50	GR6500580-HM061	WR 58 63 5.6

(24.ábra)

### A dugattyú tömítései és megvezetései:

A következőkben a dugattyú tömítéseit választom meg. Ehhez szintén a Trelleborg katalógus ide vonatkozó részét használtam.

**Tömítés:** Zurcon, Glyd Ring D – 1 db

Működési adatok:

#### OPERATING CONDITIONS

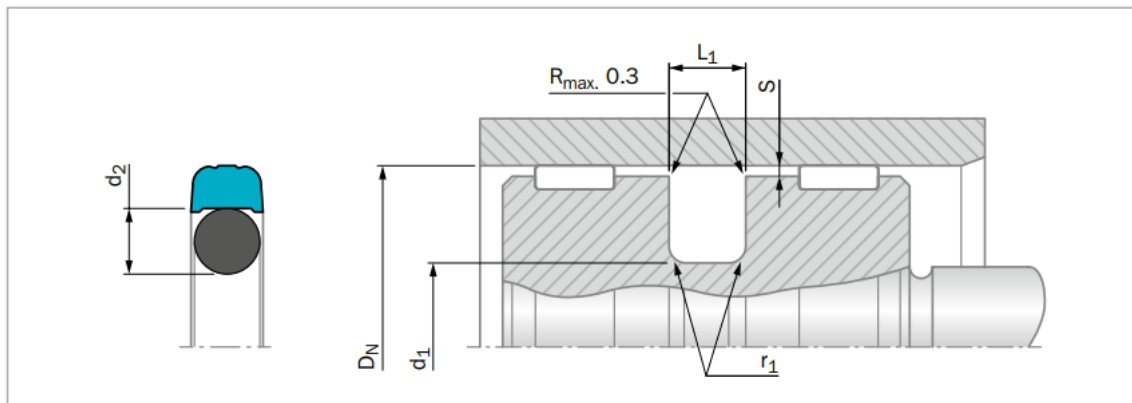
<b>Pressure:</b>	Up to 40 MPa
<b>Velocity:</b>	Up to 0.5 m/s 0.8 m/s for limited time
<b>Frequency:</b>	Up to 5 Hz
<b>Temperature:</b>	-30° C to +110° C depending on O-Ring Material
<b>Media:</b>	Hydraulic fluids based on mineral oil, environmentally friendly and fire resistance fluids (always check O-Ring material compatibility)
<b>Clearance:</b>	The maximum permissible radial clearance $S_{\text{max}}$ is shown in Table 94 as a function of the operating pressure and diameter

(25.ábra)



Beépítés:

### ■ Installation Recommendation



(26.ábra)

Az átmérőnek megfelelő tömítés:

70.00	59.00	4.20	PH4200700-Z13	56.74 x 3.53
75.00	64.00	4.20	PH4200750-Z13	63.09 x 3.53
<b>80.00</b>	<b>64.50</b>	<b>6.30</b>	<b>PH4300800-Z13</b>	<b>62.87 x 5.33</b>
85.00	69.50	6.30	PH4300850-Z13	69.22 x 5.33
90.00	74.50	6.30	PH4300900-Z13	72.39 x 5.33

(27.ábra)

### Vezetőgyűrűk:

A dugattyúba fontos beépíteni megvezetéseket, melyek a dugattyú befeszülését hivatottak megakadályozni.

HiMod Slydring, HM061 – 2 db

Működési adatok:

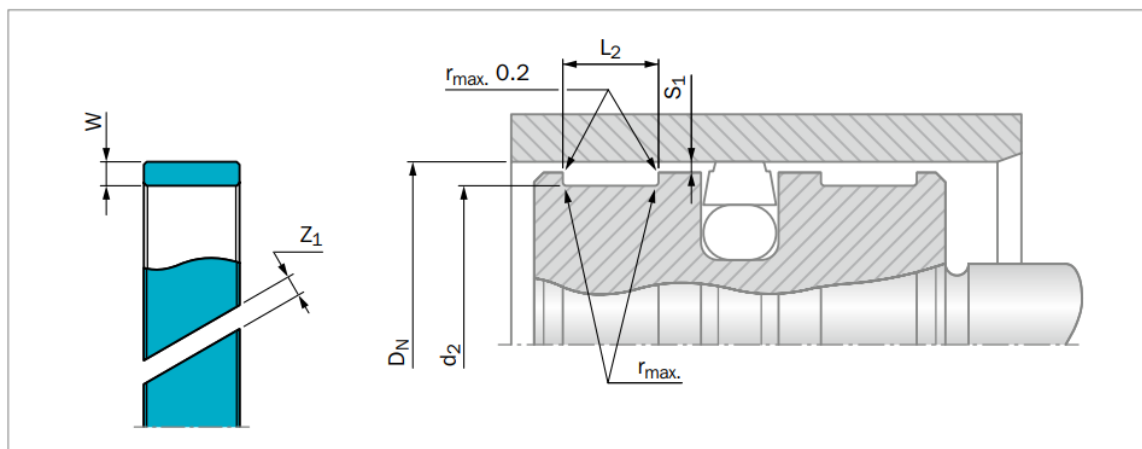
### OPERATING CONDITIONS

<b>Velocity, reciprocating:</b>	max. 0.8 m/s
<b>Temperature:</b>	-40 °C to +110 °C
<b>Radial Slydring®</b>	max. 40 N/mm <sup>2</sup> at +25 °C
<b>Pressure:</b>	max. 25 N/mm <sup>2</sup> > +60 °C

(28.ábra)

Beépítés:

### ■ Installation Recommendation, HiMod® Slydring® for Piston According to ISO 10766 Groove Dimension



(29.ábra)

A vezetőgyűrűre vonatkozó adatok:

Table 198: Installation Dimensions

Serial No.	Bore Diameter*	Groove Diameter	Groove Width	Ring Thickness
	$D_N$ H9	$d_2$ h8	$L_2$ +0.2	$W$
GP43	10 - 50.0	$D_N - 3.10$	4.00	1.55
GP65	16 - 140.0	$D_N - 5.00$	5.60	2.50
GP69	60 - 220.0	$D_N - 5.00$	9.70	2.50
GP73	130 - 300.0	$D_N - 5.00$	15.00	2.50
GP75	280 - 300.0	$D_N - 5.00$	25.00	2.50
GP98	280 - 300.0	$D_N - 8.00$	25.00	4.00

Table 199: Recommended Radii for Groove

$D_N$	$r_{max}$
8 - 250	0.2
> 250	0.4

Table 200: Radial Clearance  $S_1$  \*\*

Bore Diameter $D_N$	$S_1$ min	$S_1$ max
8 - 20	0.20	0.30
20 - 100	0.25	0.40
101 - 250	0.30	0.60
251 - 300	0.40	0.80

\*\* Specifications valid only in the area of the Slydring®, but not for the seal area.

(30.ábra)

**Table 201: Recommended Gap**

$D_N$	Ring Gap $Z_1$
10 - 44	2 - 2.5
45 - 149	2 - 3
> 150	3 - 4

**Table 202: Surface Roughness**

Parameter	Mating Surface $\mu\text{m}$	Groove Surface $\mu\text{m}$
	HiMod® Materials	
$R_{\text{max}}$	1.00 - 4.00	< 16.0
$R_z$	0.63 - 2.50	< 10.0
$R_a$	0.10 - 0.40	< 2.5

(31.ábra)

Ezek alapján a megfelelő gyűrű:

75.0	70.0	5.6	2.50	GP6500750-HM061	WR 70 75 5.6
75.0	70.0	9.7	2.50	GP6900750-HM061	WR 70 75 9.7
75.0	70.0	15.0	2.50	GP7300750-HM061	WR 70 75 15
80.0	75.0	5.6	2.50	GP6500800-HM061	WR 75 80 5.6
80.0	75.0	9.7	2.50	GP6900800-HM061	WR 75 80 9.7

(32.ábra)

### Statikus tömítések:

#### O – gyűrűk:

Általános adatok a beépítendő gyűrűkhöz:

**Table 17: Radial clearance S – Metric**

O-Ring Cross Section-Ø $d_2$	up to 2	2 - 3	3 - 5	5 - 7	above 7
O-Ring materials with hardness of 70 Shore A					
Pressure MPa	Radial clearance S mm				
≤ 3.50	0.08	0.09	0.10	0.13	0.15
≤ 7.00	0.05	0.07	0.08	0.09	0.10
≤ 10.50	0.03	0.04	0.05	0.07	0.08
O-Ring materials with hardness of 90 Shore A					
Pressure MPa	Radial clearance S mm				
≤ 3.50	0.13	0.15	0.20	0.23	0.25
≤ 7.00	0.10	0.13	0.15	0.18	0.20
≤ 10.50	0.07	0.09	0.10	0.13	0.15
≤ 14.00	0.05	0.07	0.08	0.09	0.10
≤ 17.50	0.04	0.05	0.07	0.08	0.09
≤ 21.00	0.03	0.04	0.05	0.07	0.08
≤ 35.00	0.02	0.03	0.03	0.04	0.04

**Table 15: Lead-in chamfers – Metric**

Lead-in chamfers length Z min.		O-Ring Cross-Section-Ø $d_2$
		mm
15°	20°	
2.5	1.5	up to 1.78 / 1.80
3.0	2.0	up to 2.62 / 2.65
3.5	2.5	up to 3.53 / 3.55
4.5	3.5	up to 5.33 / 5.35
5.0	4.0	up to 6.99 / 7.00
6.0	4.5	above 7.00

(33.ábra)

Felületi érdességek:






**Table 19: Surface finish for O-Ring housing – Metric**

Type of Load	Surface	R <sub>t</sub>	R <sub>z</sub>	R <sub>a</sub>
μm				
Radial-dynamic	Mating surface * (bore, rod, shaft)	≤ 2.5	≤ 1.6	≤ 0.4
	Groove flanks, groove diameter	≤ 10.0	≤ 6.3	≤ 1.6
Radial-static Axial-static	Mating surface	≤ 10.0	≤ 6.3	≤ 1.6
	Groove flanks, groove diameter	≤ 16.0		
	For pulsating pressures: Mating surface	≤ 6.3	≤ 6.3	≤ 1.6
	Groove flanks, groove diameter	≤ 10.0		

\* spiral-free grinding

(34.ábra)

Anyagválasztás:

Material Type	Hardness Shore A (± 5)	Color	Operating temperature range	Material code	Description
NBR Nitrile Butadiene Rubber	70	●	-30 °C to +100 °C -22 °F to +212 °F	N7000 N7083	 **  ISO
		●		N7003 N7036	**  ISO
		●	-55 °C to +80 °C -67 °F to +176 °F	N7T40	***
	90	●	-25 °C to +100 °C -13 °F to +212 °F	N9019	 
				N9002	

(35.ábra)

## HOUSING DIMENSIONS RECOMMENDATIONS

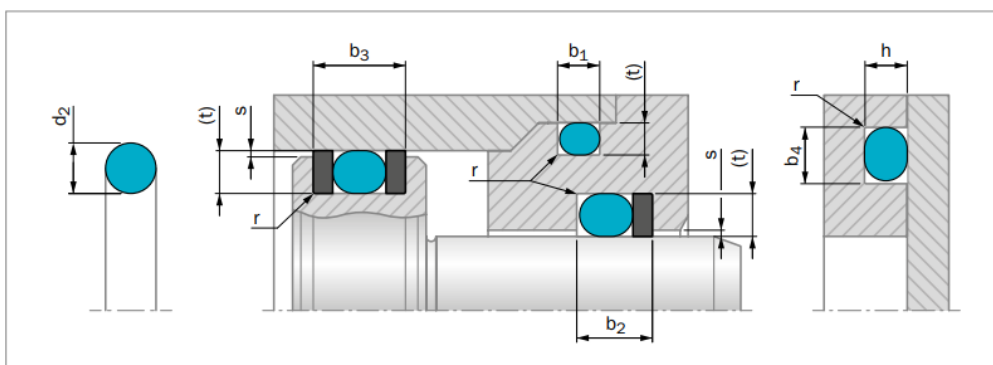


Figure 27: Installation drawing

Magasnyomású munkahenger miatt az O gyűrűk támasztógyűrűvel kiegészítve kerülnek beépítésre a következő három helyre:

- Henger és hengerfej
- Dugattyú és dugattyúrúd
- Persely és hengerfej

Henger és hengerfej:

O-gyűrű: External Sealing, ORAR00233 NBR90 – 1db

O-Ring Cross-Section-Ø	Radial installation			Axial installation		Radius <sup>1)</sup>
	Housing depth <sup>2)</sup>		Groove width	Groove depth	Groove width	
d <sub>2</sub>	Dynamic (t)	Static (t)	b <sub>1</sub> +0.25	h +0.1	b <sub>4</sub> +0.2	r ±0.2
mm						
1.90	1.55	1.40	2.60	1.40	2.70	0.30
1.98	1.65	1.50	2.70	1.50	2.80	0.30
2.00	1.65	1.50	2.70	1.50	2.80	0.30
2.08	1.75	1.55	2.80	1.55	2.90	0.30
2.10	1.75	1.55	2.80	1.55	2.90	0.30
2.20	1.85	1.60	3.00	1.60	3.00	0.30
2.26	1.90	1.70	3.00	1.70	3.10	0.30
2.30	1.95	1.75	3.10	1.75	3.10	0.30
2.34	1.95	1.75	3.10	1.75	3.10	0.30
2.40	2.05	1.80	3.20	1.80	3.30	0.30
2.46	2.10	1.85	3.30	1.85	3.40	0.30
2.50	2.15	1.90	3.30	1.90	3.40	0.30
2.62*	2.25	2.00	3.60	2.00	3.80	0.30
2.65	2.25	2.00	3.60	2.00	3.80	0.30
2.70	2.30	2.05	3.60	2.05	3.80	0.30
2.80	2.40	2.10	3.70	2.10	3.90	0.60
2.92	2.50	2.20	3.90	2.20	4.00	0.60
2.95	2.50	2.20	3.90	2.20	4.00	0.60
3.00	2.60	2.30	4.00	2.30	4.00	0.60
3.10	2.70	2.40	4.10	2.40	4.10	0.60
3.50	3.05	2.65	4.60	2.65	4.70	0.60
3.53*	3.10	2.70	4.80	2.70	5.00	0.60
3.55	3.10	2.70	4.80	2.70	5.00	0.60
3.60	3.15	2.80	4.80	2.80	5.10	0.60

(36.ábra)

**Table 36: Materials for AS568 /  
ISO 3601-1 Class A O-Rings**

Material Code	Type	Hardness Shore A	Color
N7AS	NBR	70	Black
N9AS	NBR	90	Black
VCAS	FKM	75	Brown
V9AS	FKM	90	Black

(37.ábra)

TSS Part-No.	Size Code ISO 3601-1 AS568	Inside-Ø		Cross-Section-Ø	
		d <sub>1</sub>	Tolerance ±	d <sub>2</sub>	Tolerance ±
		mm			
ORAR00232	232	69.44		3.53	
ORAR00233	233	72.62		3.53	
ORAR00234	234	75.79		3.53	
ORAR00235	235	78.97	0.61	3.53	

(38.ábra)

Támasztó gyűrű: BV2700800-PTFE – 1db

Bore Ø	Groove Ø	Groove width		Radius	Back-up Ring dimension	TSS Part No.		O-Ring TSS Part No.	O-Ring dimension
D <sub>N</sub> H8	d <sub>3</sub> h9	b <sub>2</sub> +0.25	b <sub>3</sub> +0.25	r ±0.2	OD x W x T	Uncut (BV)	Cut (BH)		d <sub>1</sub> x d <sub>2</sub>
mm									
75.0	68.8	6.9	8.6	0.25	75.0 x 3.1 x 1.7	BV3100750	BH3100750	OR4006700	67.00 x 4.00
75.0	69.6	6.2	7.6	0.25	75.0 x 2.7 x 1.4	BV2700750	BH2700750	ORAR00231	66.27 x 3.53
80.0	73.8	6.9	8.6	0.25	80.0 x 3.1 x 1.7	BV3100800	BH3100800	OR4007200	72.00 x 4.00
80.0	74.6	6.2	7.6	0.25	80.0 x 2.7 x 1.4	BV2700800	BH2700800	ORAR00233	72.62 x 3.53
85.0	78.8	6.9	8.6	0.25	85.0 x 3.1 x 1.7	BV3100850	BH3100850	OR4007700	77.00 x 4.00

(39.ábra)

A kiválasztott gyűrűket ellenőrizni kell axiális, illetve radiális előfeszítésre. A feladat során én a radiális előfeszítést fogom számolni.

Adatok:  $D_n = 80H8$   $d_2 = 3.53f7$   $t = 2.7$

$H8^{0,063}$  és  $f7^{-0,036}_{-0,071}$

$D = 80 + 2t = 85,4$

Innen  $D_{\min} = 85,4$  és  $D_{\max} = 85,4063$ , illetve  $d_{\min} = 79,929$  és  $d_{\max} = 79,964$

Szükséges  $t_{\min}$  és  $t_{\max}$  meghatározása:

$$t_{\min} = \frac{D_{\min} - d_{\max}}{2} = \frac{85,4 - 79,964}{2} = 2,7$$

$$t_{\max} = \frac{D_{\max} - d_{\min}}{2} = \frac{85,463 - 79,929}{2} = 2,74$$

$$\varepsilon_{\min} = \frac{d_2 - t_{\max}}{d_2} \cdot 100 = \frac{3,53 - 2,74}{3,53} \cdot 100 = 22,4\%$$

$$\varepsilon_{\max} = \frac{d_2 - t_{\min}}{d_2} \cdot 100 = \frac{3,53 - 2,7}{3,53} \cdot 100 = 23,5\%$$

Az előfeszítés értékének 15-30% között kell lenniük, ezek alapján a tömítés megfelel.

Dugattyú és dugattyúrúd: Internal sealing, Type BU

O-gyűrű: Internal sealing, ORAR00228 NBR90 – 1db

TSS Part-No.	Size Code ISO 3601-1 AS568	Inside-Ø		Cross-Section-Ø		Inside-Ø		Cross-Section-Ø	
		d <sub>1</sub>	Tolerance ±	d <sub>2</sub>	Tolerance ±	d <sub>1</sub>	Tolerance ±	d <sub>2</sub>	Tolerance ±
		mm				inch			
ORAR00220	220	34.52	0.30	3.53		1.359	0.012	0.139	
ORAR00221	221	36.09		3.53		1.421		0.139	
ORAR00222	222	37.69		3.53		1.484		0.139	
ORAR00223	223	40.87		3.53		1.609		0.139	
ORAR00224	224	44.04	0.46	3.53		1.734	0.018	0.139	
ORAR00225	225	47.22		3.53		1.859		0.139	
ORAR00226	226	50.39		3.53		1.984		0.139	
ORAR00227	227	53.57		3.53		2.109		0.139	
ORAR00228	228	56.74	0.51	3.53		2.234	0.020	0.139	
ORAR00229	229	59.92		3.53		2.359		0.139	
ORAR00230	230	63.09		3.53		2.484		0.139	

(40.ábra)

Támasztó gyűrű: BU2700560-PT00 – 1 db

Rod Ø	Groove Ø	Groove width		Radius	Back-up Ring dimension	TSS Part No.	O-Ring TSS Part No.	O-Ring dimension
d <sub>N</sub> f7	d <sub>6</sub> H9	b <sub>2</sub> +0.25	b <sub>3</sub> +0.25	r ±0.2	ID x W x T			d <sub>1</sub> x d <sub>2</sub>
mm								
45.0	50.40	6.20	7.60	0.25	45.0 x 2.7 x 1.4	BU2700450	ORAR00224	44.04 x 3.53
45.0	51.20	6.90	8.60	0.25	45.0 x 3.1 x 1.7	BU3100450	OR4004500	45.00 x 4.00
48.0	53.40	6.20	7.60	0.25	48.0 x 2.7 x 1.4	BU2700480	ORAR00225	47.22 x 3.53
48.0	54.20	6.90	8.60	0.25	48.0 x 3.1 x 1.7	BU3100480	OR4004800	48.00 x 4.00
50.0	55.40	6.20	7.60	0.25	50.0 x 2.7 x 1.4	BU2700500	ORAR00226	50.39 x 3.53
50.0	56.20	6.90	8.60	0.25	50.0 x 3.1 x 1.7	BU3100500	OR4005000	50.00 x 4.00
52.0	57.40	6.20	7.60	0.25	52.0 x 2.7 x 1.4	BU2700520	ORAR00226	50.39 x 3.53
52.0	58.20	6.90	8.60	0.25	52.0 x 3.1 x 1.7	BU3100520	OR4005200	52.00 x 4.00
55.0	60.40	6.20	7.60	0.25	55.0 x 2.7 x 1.4	BU2700550	ORAR00227	53.57 x 3.53
55.0	61.20	6.90	8.60	0.25	55.0 x 3.1 x 1.7	BU3100550	OR4005500	55.00 x 4.00
56.0	61.40	6.20	7.60	0.25	56.0 x 2.7 x 1.4	BU2700560	ORAR00228	56.74 x 3.53
56.0	62.20	6.90	8.60	0.25	56.0 x 3.1 x 1.7	BU3100560	OR4005600	56.00 x 4.00
60.0	65.40	6.20	7.60	0.25	60.0 x 2.7 x 1.4	BU2700600	ORAR00229	59.92 x 3.53

(41.ábra)

A gyűrű ellenőrzése:

Adatok:  $D_n = 56f7$   $d_2 = 3.53f7$   $t = 2.7$  $f7^{-0,036}_{-0,071}$  $D = 56 + 2t = 61,4$ Innen  $D_{\min} = 61,329$  és  $D_{\max} = 61,364$ , illetve  $d_{\min} = 55,929$  és  $d_{\max} = 55,964$ Szükséges  $t_{\min}$  és  $t_{\max}$  meghatározása:

$$t_{\min} = \frac{D_{\min} - d_{\max}}{2} = \frac{61,329 - 55,964}{2} = 2,6825$$

$$t_{\max} = \frac{D_{\max} - d_{\min}}{2} = \frac{61,364 - 55,929}{2} = 2,7175$$

$$\varepsilon_{\min} = \frac{d_2 - t_{\max}}{d_2} \cdot 100 = \frac{3,53 - 2,7175}{3,53} \cdot 100 = 23,02\%$$

$$\varepsilon_{\max} = \frac{d_2 - t_{\min}}{d_2} \cdot 100 = \frac{3,53 - 2,6825}{3,53} \cdot 100 = 24\%$$

Az értékek itt is a megengedett határon belül vannak, tehát a gyűrű megfelelő.



Persely és a hengerfej: External sealing, Type BA BD

O-gyűrű: ORAR00231 NBR 90 – 1 db

TSS Part-No.	Size Code ISO 3601-1 AS568	Inside-Ø		Cross-Section-Ø		Inside-Ø		Cross-Section-Ø	
		d <sub>1</sub>	Tolerance ±	d <sub>2</sub>	Tolerance ±	d <sub>1</sub>	Tolerance ±	d <sub>2</sub>	Tolerance ±
		mm				inch			
ORAR00224	224	44.04		3.53		1.734		0.139	
ORAR00225	225	47.22		3.53		1.859		0.139	
ORAR00226	226	50.39	0.46	3.53		1.984	0.018	0.139	
ORAR00227	227	53.57		3.53		2.109		0.139	
ORAR00228	228	56.74		3.53		2.234		0.139	
ORAR00229	229	59.92	0.51	3.53		2.359	0.020	0.139	
ORAR00230	230	63.09		3.53		2.484		0.139	
ORAR00231	231	66.27		3.53		2.609		0.139	
ORAR00232	232	69.44		3.53		2.734		0.139	
ORAR00233	233	72.62		3.53		2.859		0.139	

(42.ábra)

Támasztógyűrű: BD270075 PTFE – 1db

Bore Ø	Groove Ø	Groove width		Radius	Back-up Ring dimension	TSS Part No.	O-Ring TSS Part No.	O-Ring dimension
D <sub>N</sub> H8	d <sub>3</sub> h9	b <sub>2</sub> +0.25	b <sub>3</sub> +0.25	r ±0.2	OD x W x T			d <sub>1</sub> x d <sub>2</sub>
mm								
55.0	48.8	6.9	8.6	0.25	55.0 x 3.1 x 1.7	BD3100550	OR4004700	47.00 x 4.00
55.0	49.6	6.2	7.6	0.25	55.0 x 2.7 x 1.4	BD2700550	ORAR00225	47.22 x 3.53
60.0	53.8	6.9	8.6	0.25	60.0 x 3.1 x 1.7	BD3100600	OR4005200	52.00 x 4.00
60.0	54.6	6.2	7.6	0.25	60.0 x 2.7 x 1.4	BD2700600	ORAR00227	53.57 x 3.53
63.0	56.8	6.9	8.6	0.25	63.0 x 3.1 x 1.7	BD3100630	OR4005500	55.00 x 4.00
63.0	57.6	6.2	7.6	0.25	63.0 x 2.7 x 1.4	BD2700630	ORAR00228	56.74 x 3.53
65.0	58.8	6.9	8.6	0.25	65.0 x 3.1 x 1.7	BD3100650	OR4005700	57.00 x 4.00
65.0	59.6	6.2	7.6	0.25	65.0 x 2.7 x 1.4	BD2700650	ORAR00228	56.74 x 3.53
70.0	63.8	6.9	8.6	0.25	70.0 x 3.1 x 1.7	BD3100700	OR4006200	62.00 x 4.00
70.0	64.6	6.2	7.6	0.25	70.0 x 2.7 x 1.4	BD2700700	ORAR00230	63.09 x 3.53
75.0	68.8	6.9	8.6	0.25	75.0 x 3.1 x 1.7	BD3100750	OR4006700	67.00 x 4.00
75.0	69.6	6.2	7.6	0.25	75.0 x 2.7 x 1.4	BD2700750	ORAR00231	66.27 x 3.53
80.0	73.8	6.9	8.6	0.25	80.0 x 3.1 x 1.7	BD3100800	OR4007200	72.00 x 4.00
80.0	74.6	6.2	7.6	0.25	80.0 x 2.7 x 1.4	BD2700800	ORAR00233	72.62 x 3.53

(43.ábra)

Ellenőrzés:

Adatok:  $D_n = 75H8$   $d_2 = 3.53f7$   $t = 2.7$

$H8^{0,063}$  és  $f7^{-0,036}_{-0,071}$

$$D = 75 + 2t = 80,4$$

Innen  $D_{\min} = 80,4$  és  $D_{\max} = 80,4063$ , illetve  $d_{\min} = 74,929$  és  $d_{\max} = 74,964$

Szükséges  $t_{\min}$  és  $t_{\max}$  meghatározása:

$$t_{\min} = \frac{D_{\min} - d_{\max}}{2} = \frac{80,4 - 74,964}{2} = 2,7155$$

$$t_{\max} = \frac{D_{\max} - d_{\min}}{2} = \frac{80,4063 - 74,929}{2} = 2,73865$$

$$\varepsilon_{\min} = \frac{d_2 - t_{\max}}{d_2} \cdot 100 = \frac{3,53 - 2,73865}{3,53} \cdot 100 = 22,44\%$$

$$\varepsilon_{\max} = \frac{d_2 - t_{\min}}{d_2} \cdot 100 = \frac{3,53 - 2,7155}{3,53} \cdot 100 = 23,1\%$$

A választott gyűrű megfelelő.

## FORRÁSOK:

Heiss katalógus: <https://www.heiss.de/de/baureihen-standardzylinder/sz-350>

Gimex katalógus: <https://www.gimex.hu/uploads/files/Gimex-Alapanyag-katalogus.pdf>

BME, MM, Mechanika II. jegyzetek

BME, GT3, Gép- és szerkezeti elemek 6-9. előadások

Dr. Grób Péter, Hidraulikus munkahenger méretezése segédlet

Trelleborg tömítések: [https://www.trelleborg.com/seals/-/media/tss-media-repository/tss\\_website/pdf-and-other-literature/catalogs/product\\_range\\_hu.pdf?rev=-1?&openpdf=1](https://www.trelleborg.com/seals/-/media/tss-media-repository/tss_website/pdf-and-other-literature/catalogs/product_range_hu.pdf?rev=-1?&openpdf=1)

Trelleborg O-gyűrűk: <https://www.trelleborg.com/ecatalog/products/static-seals/back-up-rings/external-sealing-bore/type-ba-uncut-bd-cut/BD2700750-PTB6.html?ref=search>