



ÓBUDAI EGYETEM

Bánki Donát Gépész és Biztonságtechnikai Mérnöki Kar
Anyag- és Gyártástudományi Intézet

Kombinált kivágó és sajtoló szerszám 650mm átmérőjű edényfenekekhez

OE-BGK
2022.

Hallgató neve:
Hallgató törzskönyvi száma:

Rózsa Zoltán
T007638/FI12904/B



ÓBUDAI EGYETEM
ÓBUDA UNIVERSITY

Óbudai Egyetem
Bánki Donát Gépész és Biztonságtechnikai Mérnöki Kar
Anyag- és Gyártástudományi Intézet

KONZULTÁCIÓS NAPLÓ

(nappali és levelező képzés)

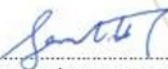
Hallgató neve:	Neptun kód:	Tagozat:
Rózsa Zoltán		Gépészmérnöki Kar Levelező Tagozat
Telefon:	Levelezési cím:	
Szakdolgozat címe magyarul: Kombinált kivágó és sajtoló szerszám 650 mm átmérőjű edényfenekekhez		
Szakdolgozat címe angolul: Combined blanking and forming die for 650 mm diameter vessel dish end		
Intézményi konzulens:		Külső konzulens:
Dr. Gonda Viktor		Tóth Ákos

Kérjük, hogy az adatokat nyomtatott nagy betűvel írja!

Alk.	Dátum	Tartalom	Aláírás
0.	2022.09.29.	Irodalomkutatás áttekintése	
1.	2022.11.02.	Szerszámtervezés szempontjai	
2.	2022.11.28.	Szerszámtervezés véglegesítése	
3.	2022.12.07.	Szakdolgozat véglegesítése	
4.			

A Konzultációs naplót összesen 4 alkalommal – az egyes konzultációk alkalmával – kell láttamoztatni a Belső konzulenssel.

A hallgató a „Szakdolgozat” tantárgy aláírási követelményét teljesítette.


Intézményi konzulens

2022. december 09.



1081 Budapest,
Népszínház u. 8.

+36 (1) 666-5316
+36 (1) 666-5332

farkas.gabriella@bgk.uni-obuda.hu
www.bgk.uni-obuda.hu



ÓBUDAI EGYETEM
ÓBUDA UNIVERSITY

Óbudai Egyetem

Bánki Donát Gépész és Biztonságtechnikai Mérnöki Kar

HALLGATÓI NYILATKOZAT

Alulírott hallgató kijelentem, hogy a szakdolgozat/diplomamunka saját munkám eredménye, a felhasznált szakirodalmat és eszközöket azonosíthatóan közöltem. Az elkészült szakdolgozatban/diplomamunkában található eredményeket az egyetem és a feladatot kiíró intézmény saját céljára térítés nélkül felhasználhatja, a titkosításra vonatkozó esetleges megkötések mellett.

Budapest, 2022. 12. 13.

.....
hallgató aláírása



ÓBUDAI EGYETEM
ÓBUDA UNIVERSITY

Óbudai Egyetem
Bánki Donát Gépész és Biztonságtechnikai Mérnöki Kar
Anyag- és Gyártástudományi Intézet

SZAKDOLGOZAT FELADATLAP

Hallgató neve: Ifj. Rózsa Zoltán
Szakdolgozat száma: SZD22052513061823
Törzskönyvi száma: T007638/FI12904/B

Neptun kódja: XXXXXXXXXX

Szak: gépészmérnöki
Specializáció: gépészmérnöki - CAD-CAM-CNC

A dolgozat címe: Kombinált kivágó és sajtoló szerszám 650 mm átmérőjű edényfenekekhez

A dolgozat címe angolul: Combined blanking and forming die for 650 mm diameter vessel dish end

A feladat részletezése:

1. Mutassa be az üzemi technológiai sajátosságok alapján a jellemző lemezalakító eljárásokat és szerszámozásukat!

2. Mutassa be az alkatrész korábbi gyártástechnológiáját, valamint határozza meg az új szerszámmal szemben támasztott igényeket, határozza meg a szerszámtervezés elveit!

3. Tervezze meg a kijelölt alkatrész szerszámozását, mutassa be a szerszám gyártásának technológiáját!

4. Becsülje meg a normaidőt/végezzen költségsszámítást a gyártásra vonatkozóan, és hasonlítsa ezt össze a korábbi gyártástechnológiával!

Intézményi konzulens neve: Dr. Gonda Viktor

Külső konzulens neve: Tóth Ákos, Főmérnök
Munkahelye: Technokov Kft.

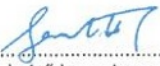
A kiadott téma elévülési határideje: 2024. 05. 15.

Beadási határidő: 2022. 12. 15.

A szakdolgozat: Nem titkos.

Kiadva: Budapest, 2022. 10. 27.

A dolgozatot beadásra alkalmasnak találom.


belső konzulens




Intézetigazgató


külső konzulens

Tartalomjegyzék

1.	Bevezetés	1
1.1	A szerszám fontosságának ismertetése.....	1
1.2	Termék bemutatása	2
1.3	Technokov Kft. történeti áttekintése	5
2.	Szakirodalom elemző feldolgozása	8
2.1	Gyártott termékek bemutatása	8
2.2	Jellemző lemezalakító eljárások bemutatása	11
2.3	Melegalakítás és hidegalakítás.....	14
2.4	A kivágás technológiájának ismertetése.....	15
2.4.1	Vágórés nagyságának meghatározása	17
2.4.2	Vágólap és bélyeg tűréseinek meghatározása.....	18
2.4.3	Kivágás erő és munkaszükségletének meghatározása	20
2.5	A szerszám anyagának megválasztása	21
2.6	Hidegmegmunkáló szerszámok	23
2.7	Mélyhúzás.....	23
2.7.1	Mélyhúzás erő szükséglete	24
2.7.2	Az anyag kenése	25
2.7.3	A húzó élek és a bélyeg éleinek lekerekítése.....	25
2.8	Blokkszerszámok	26
3.	Saját munka bemutatása.....	28
3.1.	A 650 mm-es edényfenék követelményeinek ismertetése	28
3.2.	Korábbi gyártástechnológia ismertetése	28
3.2.1.	Korábbi gyártástechnológia darabolási és köröllőzási művelete.....	28
3.1.2.	Húzási művelet bemutatása a 450 tonnás présgépen	30
3.2.	Tervezett új technológia bemutatása	32
3.2.1.	Tervezett új technológia darabolási művelete	32
3.2.2.	Húzási művelet bemutatása a 630 tonnás présgépen	33
3.4.	Blokkszerszám tervezése	33
3.4.1.	Terítékméret meghatározása.....	33

3.4.2.	Az alkatrész anyagminőségének jellemzése	36
3.4.3.	Vágórés és erőszükséglet meghatározása	37
3.4.4.	Aktív elemek tűréseinek meghatározása	38
3.5	Mélyhúzás tervezése	39
3.5.1	Ráncgátló szükségességének vizsgálata	39
3.5.2	Húzások számának meghatározása	39
3.5.3	Húzórés meghatározása	40
3.5.4	Mélyhúzó szerszámelemek gyártási tűrésének meghatározása	41
3.5.5	A mélyhúzás erő és munkaszükségletének számítása	42
3.6	Szerszám gyártásának technológiája	44
3.7	Mérések bemutatása és vizsgálata	44
3.6.1.	Darabolási és köröllözési művelet mérése és vizsgálata normaidő meghatározása	45
3.6.2.	Mélyhúzási művelet mérése és vizsgálata normaidő meghatározása	46
3.6.3.	Költségszámítás és összehasonlítás a korábbi technológiával	48
3.6.4.	Szerszám ára és megtérülés becslése/ számítása	50
4.	Összefoglalás	52
5.	Summary	54
6.	Felhasznált Irodalom	56
7.	Ábrajegyzék	57
8.	Mellékletek	59
8.1	Gyártástechnológia leírása	59
8.2	Látványtervek a tervezett Blokkszerszámról	62
8.3	750 mm edényfenék gyártásának képei blokkszerszámmal	66

1. Bevezetés

A tartálygyártásban a felhasznált edényfenekek száma folyamatosan növekszik. A legyártott darabszám mellett, a termékekkel szemben támasztott minőségi követelmények is hasonló arányban emelkedtek. Fontos tényező még egy olyan fogyasztói ár megtalálása, amit a megrendelő még hajlandó kifizetni a legyártott termékért és a gyártó cégnek is megéri az előállítás. A darabszámok növelése a darabidők csökkentésével érhető el, ilyen módon a gyártási költség is csökken. Ehhez el kell érni, hogy a termék lehető legrövidebb gyártási útvonalon, a legkevesebb megmunkálási lépésen menjen keresztül, miközben alapanyagból késztermék lesz. Figyelembe kell venni, hogy a gyártási képesség növelése mellett, a termékek minősége is ki kell, elégítse a vevői igényt.

Tizenkét éve a Technokov Kft.-nél dolgozom, mely vállalat képlékeny lemezalakítással foglalkozik minek során, edényfenekeket állít elő a tartálygyártó iparág számára. Kezdetben a minőségügyben dolgoztam, majd műszakvezetőként, jelenleg projektmenedzser vagyok. Fontosnak tartom, hogy olyan eszközt tervezzek, amely a megrendelők termékminőséggel szemben támasztott követelményeit kielégíti, nagy darabszám gyártására képes, továbbá a lehető legnagyobb dolgozói réteg tudja használni, mert a beszerelést követően nem igényel komoly szaktudást.

1.1 A szerszám fontosságának ismertetése

A termék melyhez szerszámot tervezek, cégünk legfontosabb hazai partnerének készül. A 2020-as évben 4,2 Milliárd Ft-os árbevétel jelentős része 509 M Ft; a 2021-es évben pedig 5,047 Milliárdból 713 M Ft fűződik a nevéhez. Ezzel az eredménnyel 2020-ban a második legnagyobb, 2021-ben pedig a legnagyobb áruforgalmat bonyolította a Technokov Kft.-vel, maga mögé utasítva minden bel- és külföldi partnert. Éppen ezért a számára gyártott termékek minősége kiemelkedő fontossággal bír, illetve a számokból látható, hogy a megrendelt mennyiség cégünk arányához képest igen magas.

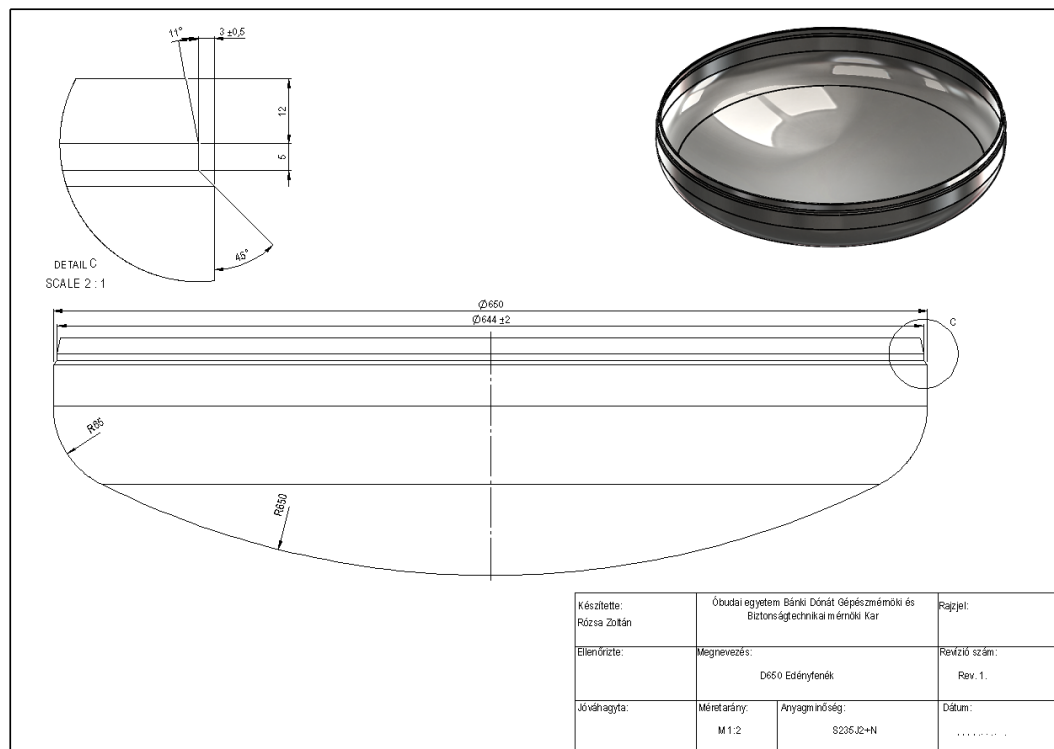
Versenyképességének fenntartása érdekében szűk határidőkkel dolgozik, főként német piacra gyárt nagy számban lég tartályokat, fűtési puffer tartályokat és egyéb fémipari termékeket. Cégünknel a partnereknek megadott átfutási idő, amíg tábla lemezből tartályfenék lesz, átlagosan négy hét. Az említett partner számára gyártott

termékeknel ez az időtartam sok esetben egy-két hétre szűkül. Így nagyon fontos tényező az idő, hogy az adott termék hány műveleten, hány kézen megy keresztül.

1.2 Termék bemutatása



1. ábra Sekélydomború 650mm átmérőjű edényfenék



2. ábra Sekélydomború 650 mm átmérőjű edényfenék ábrája

A termék melyhez új szerszámot tervezek, 650 mm-es átmérőjű hideg sajtolással készülő edényfenék (1. ábra) (2. ábra). Gyártott mennyisége éves szinten a hazai megrendelőnek három-négyezer darab körülire tehető. Emellett külföldi megrendelések is vállalhatók a tervezett szerszámmal. Mivel a fenék fűtési puffertartályalkatrésze, a gázszállítások jelenlegi bizonytalansága miatt komoly rendelésekre lehet számítani. Európa országai – akik a vevőkörünk szerves részét képezik – egyre inkább a fenntartható fűtési megoldások felé fordulnak. Amennyiben ki tudjuk elégíteni a mennyiségi igényt, összesen évi tízezer darab edényfenék gyártására van kilátás.

Többféle falvastagságból gyártjuk 2,2 és 3 mm közt. Anyagminőség tekintetében általában S235-ös lemezből. Korábban DC01; DD11 lemezből is készült, amely mélyhúzóhatóság és hidegalakítás szempontjából jobb tulajdonságokkal rendelkezik, de az ezekre vonatkozó magas lemezár miatt végül ezek megszűntek. A gyártása jelenleg egy 450 tonnás nyomóerőjű présgépen (3. ábra) történik háromszáz darabos szériákban. Az említett gépen számos egyéb terméket is sajtolunk, amelyek esetében nincs másik alternatíva présgépek terén, továbbá komoly felújításra szorulna. Emellett a hozzátartozó szerszámpark is régi és elavult.

A sajtolási fázist több előmunkálat is megelőzi, mint a lemezdarabolás, köröllözés, számozás. Ezek szintén személyzetet és további gépeket igényelnek, ezzel számos újabb hibalehetőséget hordoznak magukban.



3. ábra 450 tonnás prés gép

Szakdolgozatomban megvizsgálom, hogy a 630 tonnás nyomóerőjű gép (4. ábra) alkalmas-e a termék gyártására. Ez a gép a közelmúltban komoly felújításon esett át. Jelenleg kevés az idetervezett gyártás, így van kapacitás a nagyobb darabszámú szériákhoz is. Továbbá minden cég számára a legnagyobb felesleges kiadást, az álló gépek jelentik így érdemes a kevésbé leterhelt gépekre tervezni.

Szakdolgozatom keretein belül célom, egy kétműveletes szerszám tervezése, amely első lépésben kivágja a termék kiinduló terítékét, második lépésben pedig le is sajtolja azt. Ezzel megtakarítva a tárcsavágás munkagép, energia és munkaerőszükségletét.

Cégünknel a diplomatervben szereplő technológia nem ismeretlen, 750 mm-es és 790 mm-es edényfenekeknél már alkalmazásban van szakító- és sajtoló blokkszerszám. Így az ott szerzett tapasztalatok kiindulási alapot szolgáltatnak a 650mm-es edényfenékhez készülő szerszám tervezésénél.

Továbbá be szeretném mutatni a régi és új technológia különbségeit. Ennek egyes részeit a 750 mm-es átmérőjű fenék kísérleti gyártásain keresztül tudom vizsgálni és szemléltetni.



4. ábra a felújított 630t prégép

1.3 Technokov Kft. történeti áttekintése

Az üzemcsarnokot 1896-ban alapították. Gőzmozdony kazánokat gyártottak, a Magyar Királyi Államvasutak Kazángyártó Üzemének nevezték akkor. Melegen sajtolt durvalemezekkel és idomokkal szolgálták ki a század elei vasút ipart. Az 1000 tonnás és 2000 tonnás nyomóerőjű prégépek tervrajzai és a megrendelés másolata 1913-as keltezésű.

A korabeli gyárismertető a következőket írja: „A tervbe vett műhelyépület oly terjedelemben állítatott fel, hogy abban a lemezek sajtolásához nevezetesen a kazánfenék-lemezek forgóváz és egyéb lemezek sajtolása is megvalósítható lett és abban még a

lokomotív-szervíz-kocsikhoz való vázszerények előállítására rendelt műhely is elhelyezhető volt.” [1]

Az első prégép egy 600 tonnás hidraulikusprés volt, amellyel mozdonykazánok idomfalait, a kazánfenekeket és a vagonforgóváz alkatrészeit gyártották. Ezenkívül az első gépek két pakura fűtéses kemence a szükséges egyengető lemezekkel, és egy 5 tonnás daru voltak. A 2000 tonnás prégépet az első világháború közeledtével rendelte meg a vállalat, lövegtalp gyártására kívánták használni. (Az említett gép átalakításokkal és felújításokkal, a mai napig üzemel, átlagosan műszakonként 2,3 M Ft gyártási értékben állít elő terméket.) Ekkor építették át a farészes épületet is, hogy alkalmas legyen magas daru elhelyezésére (5. ábra), ezáltal az üzemcsarnok is tágasabbá vált.



5. ábra Alkatrész emelése a magasdaruval az ötvenes években [2]

A gyártási volumen évről évre emelkedett. 1896-1897-ben 28-28 tonna; 1898-ban 48 tonna 1899-ben 93 tonna volt a sajtolt lemezek mennyisége. A lemezsajtoló üzem a mozdonygyártáshoz tartozott a MÁVAG gyár szerves részeként. Főként gőzmozdonyok idomfalainak sajtolásával foglalkoztak. Nagy darabszámban készültek idomfalak a Szovjetunió részére is 1945 után. A későbbiekben motorvonatok, mozdonyok, atomerőművi berendezések és szivattyúk készültek a gyárban. A ma Technokov-ként ismert gyáregységben pedig az Ikarusz buszok légrugótartóit és lökhárítóit gyártották, ezen kívül készült alkatrész a hadiipar számára is, pl. T56-os harckocsikhoz.

A Ganz-Mávag piaca a nyolcvanas évek végén összeomlott, így a gyár csődöt jelentett, mert az állam felé nem tudta fizetni az adósságokat. Ekkor kisebb egységekre darabolták fel, de ez sem vezetett eredményre így elkezdődött a felszámolás.

„A vasúti-járműgyártás belföldi piacának teljes beszűkülése nemcsak a járműipart, hanem annak a háttérparát is súlyosan érintette. A visszaeső megrendelések és a tetemes hitelállomány arra kényszerítette a Ganz Kovácsoló- és Öntödevállalat vezetőjét, hogy felszámolást kezdeményezzen”[2].

A jelenlegi tulajdonosok 1991-ben írták alá az adásvételi szerződést. Az akkori szerszámpark túlnyomó része MSZ-es szerszámokból állt, így komoly feladat volt a DIN-es szabványra való áttérés. Még ez év szeptemberében elindultak a szállítások Németországba az átállás eredményeképp. Ez nagy előrelépés volt, mivel eddig nyugati piacra nemvolt értékesítés.

A vezetés folyamatosan fejlesztett, hogy lépést tartson a piac igényeivel. Az elavult kemencék átalakításra kerültek hőmérsékletszabályozó és regisztrációs rendszer került beépítésre. A gyárterület korábbi föld padozatjáról beton aljzatra tértünk át a magasnyomású csövek helyett ma már csatornarendszer fut a víznyomással üzemelő gépek és a víznyomó központ közt. A lángvágást körtárcsák esetén körollózásra és plazmavágásra egészítettük ki. Az anyagmozgatást a távirányítós üzemű darukon kívül targoncákkal oldjuk meg. Több korszerű perembedöntő eszköz is vásárolva lett az évek során pl. az Olaszperemezőgép, illetve a Kurt & Heuser peremezőgép, amelynél robot kar adagolja a nyers edényfeneket, illetve méret szerinti csoportokba pakolja a készterméket. Vásároltunk egy háromdimenziós vágásra alkalmas robotkaros plazmavágó gépet is, amellyel további gyártási formákban tudunk megrendeléseket vállalni, bármilyen szögben álló furat elkészíthető vele. A présgépek felújításra kerültek, a 630 tonnás nyomóerőjű présgép teljes felújítást és automatizálást kapott.

A termelés a gazdasági válság éveiben sem esett vissza számottevően. Ebben az időszakban a piac által gyakran alkalmazott leépítések helyett, a vezetőség további beruházások mellett döntött, így új termékeket illeszthetett a termékpalettába melyekkel további megrendelőket lehetett keresni. [1;3]

Napjainkban a cég elérte az 5 Milliárd feletti árbevételt. Az éves anyagfelhasználása valamivel több, mint 9500 tonna, amely 166 ezer készterméknek felel meg. A társaság jelenleg 16 országba szállít edényfeneket, megközelítőleg ötszáz megrendelője van,

ebből 35 partner (köztük a szakdolgozatban szereplő munkadarab megrendelője) kiemelkedő fontosságú mivel a forgalmunk 95%-át Ők adják.

A termékpaletta igen széles a legyártott edényfenekek átmérője 29 mm-től 4000 mm-ig terjed. A felhasználási területet tekintve a legyártott edényfenekek főként puffertartályok, vasúti tartályok és gáztartályok alkatrészeként kerülnek felhasználásra.

2. Szakirodalom elemző feldolgozása

2.1 Gyártott termékek bemutatása

Tartálynak hívjuk összefoglaló néven a műszaki gyakorlatban tárolásra, szállításra, hőtermelésre, vagy a vegyiparban technológiai berendezésekhez használt zárt teret határoló alakzatot. Feladatuk szerint két csoportba sorolhatjuk őket, megkülönböztetünk tároló és nyomástartó edényeket, illetve tartályokat. A tárolótartályt valamilyen közeg tárolására használják, ennek a közegnek a súlya és a hidrosztatikai nyomása idézi elő a rá irányuló terhelést. Alakjukat tekintve általában hengeres alakúak, de esetükben előfordul a hasáb és gömbalak is. A nyomástartó edények folyadék, gáz, vagy gőz halmazállapotú anyag tárolására szolgálnak, terhelésük külső vagy belső túlnyomás. A terhelés jellege miatt kialakításuk rendszerint hengeres.



6. ábra Edényfenekek csomagolás előtt az üzemcsarnokban

Edényfenének (6. ábra) nevezzük a hengeres tartályok két oldalán elhelyezkedő domborított lezáró alkatrészeket. Alakjukat tekintve többfélet különböztetünk meg. A sík

edényfenék tároló tartályoknál használatos, nyomástartó felhasználásra nem alkalmas mivel alakja miatt szilárdsági tulajdonságai kedvezőtlenek. A szilárdság szempontjából legkedvezőbb forma a félgömb alak, de ennek nehézkes az előállítása, így viszonylag ritkán használják. A gyakorlatban legelterjedtebb a kosárgörbe alakú sekély és mélydomború edényfenék. A sekélydomború edényfenekeket főleg puffertartályok esetén alkalmazzák, a mélydomború edényfenekeket pedig nyomástartó felhasználásra, mivel igen kedvezőek a szilárdsági tulajdonságai. Nyomástartó felhasználásra még előfordul az elliptikus edényfenék is. [4]

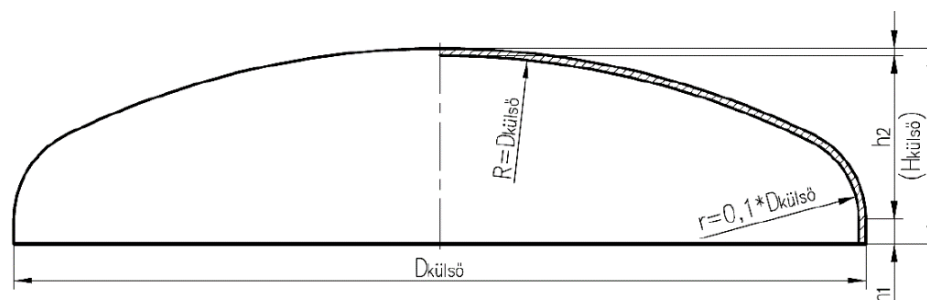
Geometriájuk nagyrészt szabványosított, a DIN 28011 számú szabvány a sekélydomború (7. ábra) míg a DIN 28013 a mélydomború edényfenekekkel (8. ábra) foglalkozik, az elliptikus edényfenekekkel az NF E81-103 (9. ábra) francia szabvány foglalkozik.

A Technokov Kft. főként edényfenekek gyártásával foglalkozik, ezek mellett a gyakori típusok mellett, gyárt még normál domború edényfenekeket, csővégeket, különleges alakos (10. ábra) és hajlított lemezalkatrészeket (11. ábra) is.

Összességben minden edényfenékről elmondható, hogy az alakja három geometriai egységre tagolható.

- R - nagysugarú gömbhéjra
- r - kissugár és belsőátmérőből kiszervezhető tóruszhéjra.
- h_1 – magassággal és belső átmérővel megadható hengerpalástra.

A nagysugár (R) és a kissugár (r) a tartály átmérőjéből származtatott értékek, arányaikat a szabvány rögzíti. A szakállmagasság (h_1) az edényfenekek falvastagságából származtatott érték. A görbületi magasság (h_2) adódó érték.



7. ábra Sekélydomború edényfenék geometriája DIN 28011 szerint. [5]

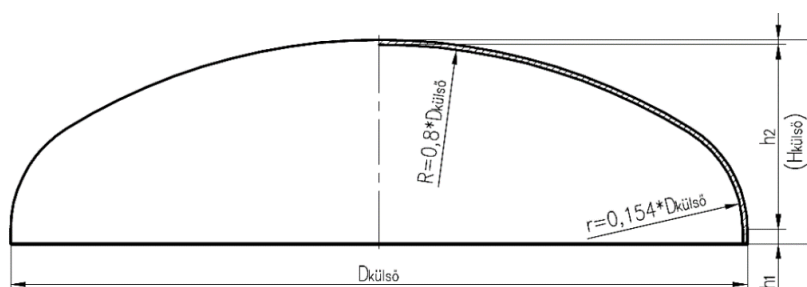
A sekélydomború edényfenekeket a szabvány az alábbi képletekkel adja meg [5]:

$$R = D_{k\ddot{u}ls\ddot{o}} \quad (2.1.)$$

$$r = 0,1 \cdot D_{k\ddot{u}ls\ddot{o}} \quad (2.2.)$$

$$h_1 \geq 3,5 \cdot s \quad (2.3.)$$

$$h_2 = 0,1935 \cdot D_{k\ddot{u}ls\ddot{o}} - 0,455 \cdot s \quad (2.4.)$$



8. ábra Mélydomború edényfenék geometriája DIN 28013 szerint. [6]

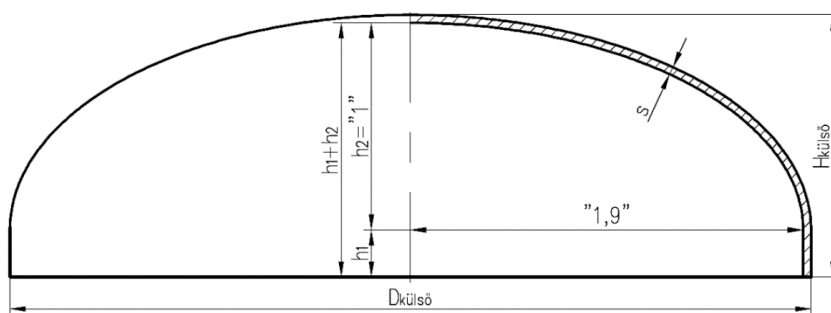
A mélydomború edényfenekeket a szabvány az alábbi képletekkel adja meg [6]:

$$R = 0,8 \cdot D_{k\ddot{u}ls\ddot{o}} \quad (2.5.)$$

$$r = 0,154 \cdot D_{k\ddot{u}ls\ddot{o}} \quad (2.6.)$$

$$h_1 \geq 3 \cdot s \quad (2.7.)$$

$$h_2 = 0,255 \cdot D_{k\ddot{u}ls\ddot{o}} - 0,635 \cdot s \quad (2.8.)$$



9. ábra Elliptikus edényfenék geometriája az NF E81-103 szerint [7]



10. ábra Tartályokba építhető búvónyílás (Technokov Kft. által készített alkatrészei: Kengyelek, Oválgyűrű, Fedél, mellettük pedig az összeállított búvónyílás)



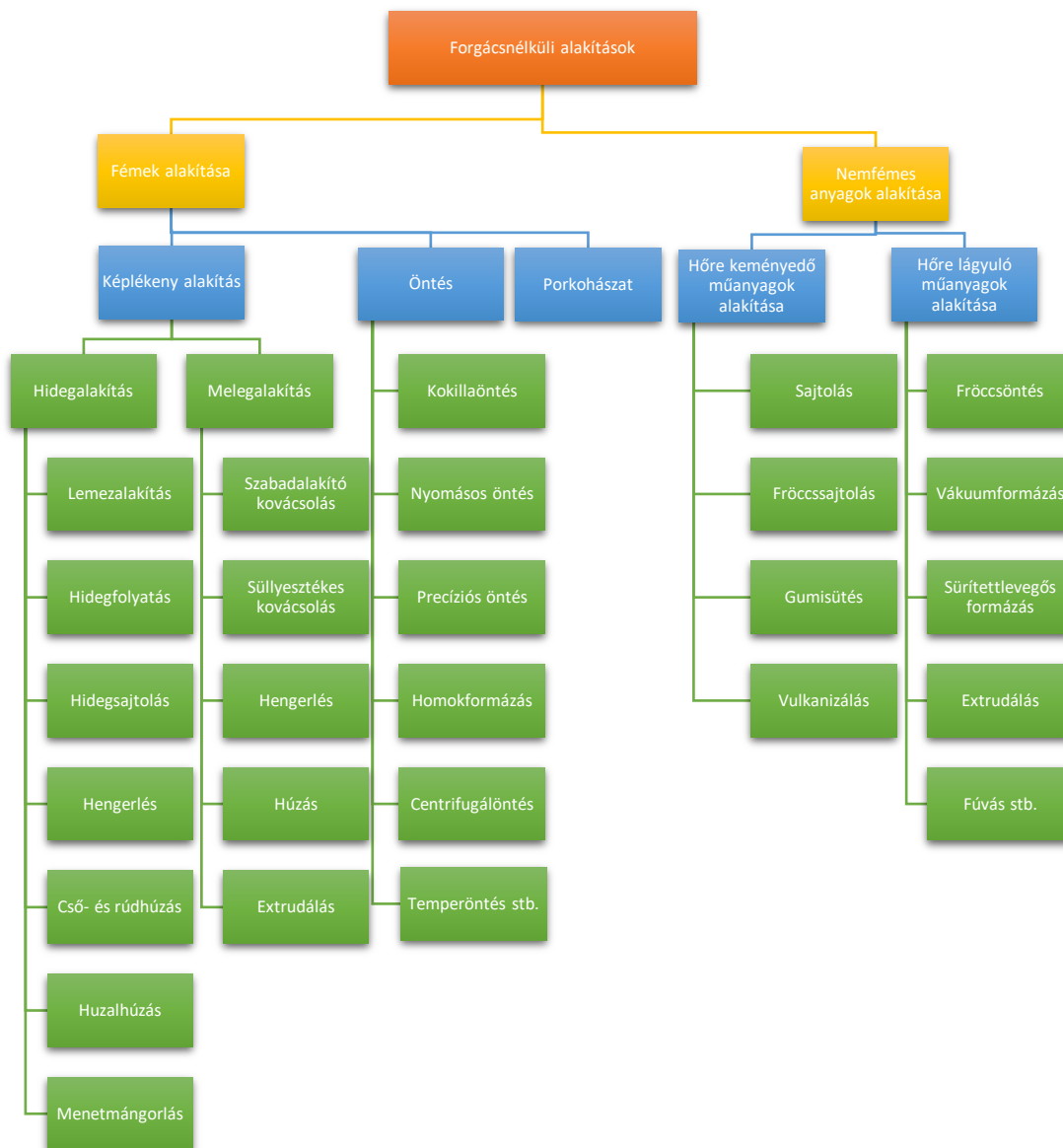
11. ábra Alaplap (Vasúti kocsik alvázánál használt alkatrész)

2.2 Jellemző lemezalakító eljárások bemutatása

Lemezalakító eljárásoknak nevezzük azokat a technológiai folyamatokat melynek során melegen vagy hidegen hengerelt finom vagy durva lemezeket alakítunk. A lemezek hidegalakítása, hidegsajtoltása az egyik legelterjedtebb technológia. Nagy sorozatoknál és tömeggyártásban gazdaságos leginkább. A lemezalakító eljárások feloszthatók, a lemez

szétválasztással járó és a lemez szétválasztással nem járó alakítási folyamatokra. Szétválasztással járó folyamatok a vágás, darabolás, lyukasztás stb. Szétválasztás nélkül alakító eljárások például a hajlítás, mélyhúzás, alaknyomás. [8]

A lemez sajtolási eljárások művelete a képlékeny lemezalakító eljárások, azon belül is a forgácsolás nélküli alakító eljárások közé sorolható. Forgácsolás nélküli alakítás (12. ábra) során a szerszám egy meghatározott alakú alkatrészt készít el és nem jár forgácsképződéssel. A forgácsolás nélküli alakítást többféle szempont szerint oszthatjuk fel. Az alakítás hőmérséklete szerint hideg és meleg megmunkálást különböztetünk meg. Feloszthatók még az alakított anyag minősége szerint, hulladék képződés szempontjából, kézi vagy gépi erővel megy-e végbe az alakítás. [8]



12. ábra Forgácsolás nélküli alakítások felosztása [8]

A Technokov Kft.-nél számos lemezmegmunkálási forma megtalálható. Míg a beérkezett táblalemezekből késztermék lesz, több alakítási műveleten megy keresztül. Általánosságban elmondható, hogy a beadást követően, a táblalemez darabolásra majd tárcsavágásra kerül. Ez méret, vastagság, mennyiség függvényében többféle gépen történhet, rendelkezésre áll lézervágó, lemezolló, körellő és plazmavágógép.

A megmunkálás következő fázisában a teríték hideg vagy meleg technológiával húzási vagy formanyomási műveletben vesz részt, melynek eredményeképp legtöbbször edényfenék más esetekben valamilyen különleges alakú alkatrész előgyártmány készül.

Ezt követően esztergagépen forgácsolással, vagy peremezőgépen körbevágással és peremezéssel kialakításra kerül a termékek peremrésze, amely a tartály összeállítását könnyíti meg. Amennyiben a vevői előírásban felületre vonatkozó követelmény szerepel, a késztermék szemcseszórására is van lehetőség. Szakdolgozatom során, a kivágás és a mélyhúzás kerül részletesen ismertetésre mivel a tervezett szerszám ezeket a műveleteket végzi a megmunkálás fázisaiban.

2.3 Melegalakítás és hidegalakítás

A Technokov kft.-nél egyaránt alkalmazunk meleg (13. ábra) és hideg (14. ábra) alakítási eljárásokat a termékek gyártásakor. A fémek alapvető tulajdonsága a képlékenyséjük, alakíthatóságuk.

Melegalakítás során az acél és fémtömböket a felhasználás céljának megfelelő alakra és méretre formáljuk. A hőmérséklet növelésével csökken az anyag ellenállósága az alakítással szemben, az alakítás időszükséglete, és a szükséges energiaráfordítás mértéke. Amennyiben a megmunkálás a lágyulási hőmérséklet felett történik melegalakításról beszélünk. Nem húzható éles határvonal a meleg és hideg technológiák közt. Acélok esetében hideg megmunkálásnak hívjuk a 400°C alatti, meleg megmunkálásnak a 700 °C feletti, átmeneti eljárásoknak a kettő közt lezajló alakítási folyamatokat. Melegalakítás során a fém kristályok széttöredezése, majd rövid idő alatti újra kristályosodása lép fel. Az anyag ridegsége csökken, növekszik a képlékenység, a hidegalakíthatóság, és kis mértékben a szilárdság. [9]

Hideg alakítást általában különleges alakí vagy méret béli követelmény esetén alkalmazunk. Az ezzel az eljárással készült termékek méret béli homogenitása nagy, valamint pontos alak és nagy felületi simaság érhető el. Hidegalakítás során az újra kristályosodás lassan megy végbe, vagy teljesen elmarad. Ennek hatására módosul a szövetszerkezet és a mechanikai tulajdonságok. Végbemegy keménység, szakítószilárdság és folyáshatár növekedés, valamint a nyúlás a fajlagos ütmunka és a kontrakció csökkenése. Mivel a meleg és hidegalakítások főként a méret és az alak megadására irányulnak, a belső szerkezet változásai mellékesnek tekinthetők. Amennyiben szükséges ezek módosíthatók későbbi hőkezeléssel. [9]



13. ábra Meleghúzás a 2000 tonnás présgépen

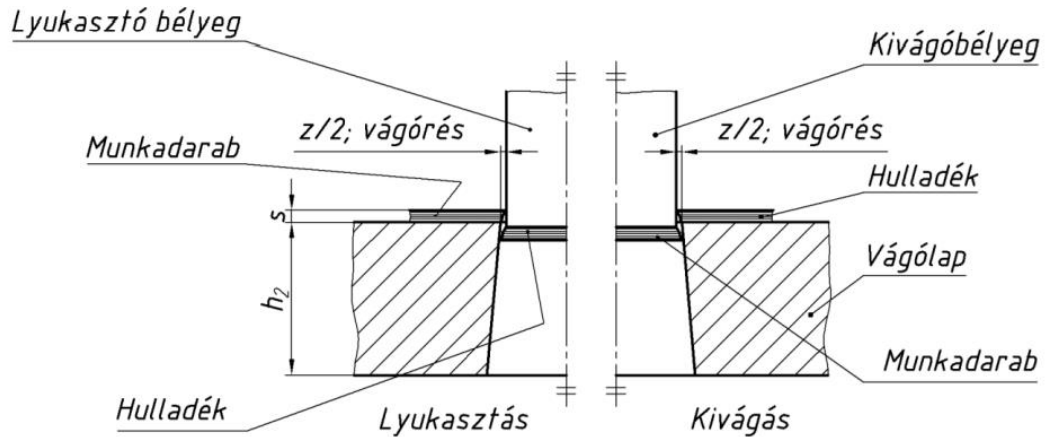


14. ábra Hidegalakítás a Boldrini görgőző gépen

2.4 A kivágás technológiájának ismertetése

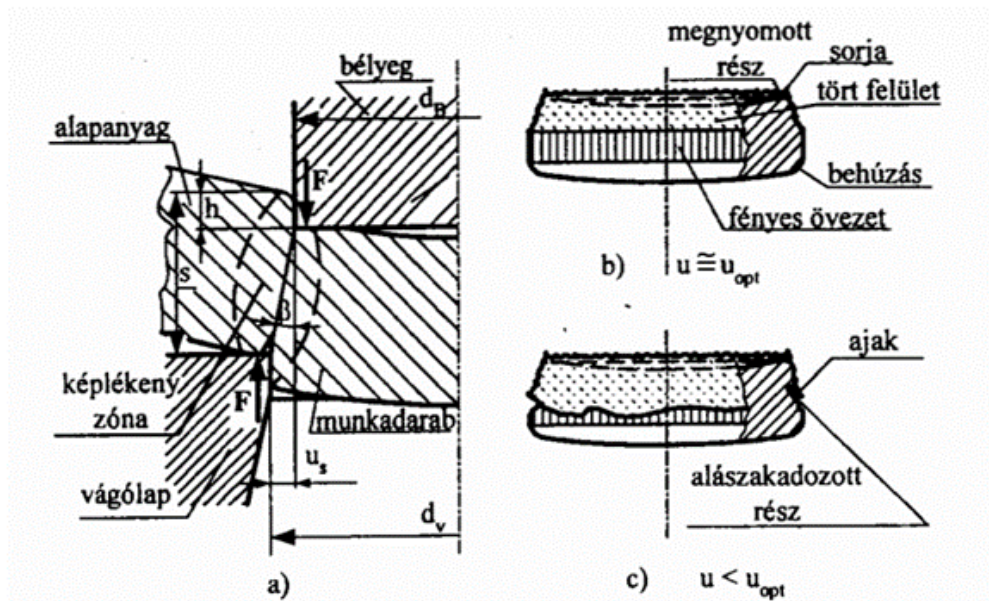
A kivágás (15. ábra) a lemezsétválasztással alakító eljárások egyik csoportja, melynek során zárt vonalú vágást hajtunk végre. Szakszerűen elkészített szerszámok esetén nagy méretpontosság jellemezi. A vágószerszám két legfontosabb eleme a bélyeg

és a vágólap. A bélyeg a vágólap méreteinél szükségszerűen kisebb, a köztük lévő vágási hézag mérete határozza meg a vágott felület minőségét és méretpontosságát. [8][11]



15. ábra Vágás elvi ábrája [11]

Vágás során a vágóbélyeg rugalmasan behajlítja az anyagot, amint nyomás hatására az igénybevétel meghaladja a fém rugalmassági határértékét, a felületi szálak elszakadnak és az élek belevágnak az anyagba. Tovább növelve a nyomást a bélyegnyomás eléri a nyírószilárdságot, ami az anyag többi részének szakadását okozza. Tapasztalatok szerint akkor megfelelő a vágórés, ha a vágott felület az anyagvastagság harmadán fényes kétharmad részén pedig szemcsés (16. ábra). A helyes vágórésbeállítás növeli a szerszám élettartamát. A munkadarab pontossági követelménye alapján határozható meg, minél szigorúbb az elvárt pontosság annál kisebb vágórést alkalmazunk. Viszont minél kisebb az előírt vágórés annál drágább a szerszámkészítés költsége. [8]



16. ábra Vágás: a -a vágás elve; b -vágott felület optimális vágórés esetén; c -vágott felület az optimálisnál kisebb vágórés esetén [10]

2.4.1 Vágórés nagyságának meghatározása

A vágórés nagyságának fontos szerepe van a kivágás során. Az alábbi tényezőket befolyásolja:

- a vágás erő és munkaszükségletét,
- a vágási felület minőségét,
- a vágás pontosságát,
- a fellépő oldalirányú erőket,
- kis mértékben a visszahúzáshoz szükséges erőre is hatással van.

A vágórés nagyságát több tényező befolyásolja:

- Nagyobb vágórést alkalmazunk keményebb ridegebb anyagoknál.
- A lemezvastagság növelésével a vágórés is növekszik.
- Minél jobb minőségű az elvárt felület annál kisebb vágórést alkalmazunk.
- A munkadarab mérettűrésétől, nagy vágórésnél egyenetlen kúpos vágott felület keletkezik, a rugalmasság hatására növekszik a méret.
- A vágólap kialakításától.
- A sorja megengedett mértékétől.

A vágórés jele „z”. A gyakorlati összefüggésekben az oldalankénti vágórést határozzuk meg, ezt „z/2”-vel jelöljük. Külön képletet alkalmazunk a 3 mm lemezvastagság alatti és

a 3 mm feletti vágandó lemezek esetében. Gyakorlatban az optimális vágási viszony létrejöttére törekszünk. [8][11]

2.4.1.1 Optimális vágórés számítása

- 3 mm lemezvastagság alatt ($s \leq 3$ mm):

$$\frac{z}{2} = c \cdot s \cdot \sqrt{0,1 \cdot \tau_B} \quad (2.9.)$$

- 3 mm lemezvastagság felett ($s \geq 3$ mm):

$$\frac{z}{2} = (1,5 \cdot c \cdot s - 0,015) \cdot \sqrt{0,1 \cdot \tau_B} \quad (2.10.)$$

Ahol: c - vágórés tényező

s – vágandó lemez vastagsága [mm]

τ_B – vágandó lemez anyagának nyíró szilárdsága [N/mm²]

c – vágórés tényező számértékét a következő tényezők fontossága alapján választjuk meg:

$c=0,005$ Ha fontos a vágás pontossága.

$c=0,035$ Ha a legkisebb munkaszükséglet és a legkisebb vágóerő elérése a fontos.

$c=0,015 \dots 0,018$ Keményfém betétes szerszámok esetén alkalmazzuk.

$c=0,01$ A gyakorlatban legtöbbször használt érték.

$c=0,01$ Ausztenites acéloknál használt érték.

Amennyiben nem ismerjük a vágandó anyag nyírószilárdságát, az jó megközelítéssel kiszámolható a szakító szilárdságból az alábbi összefüggéssel:

$$\tau_B = (0,6 \dots 0,8) \cdot R_m \text{ [N/mm}^2\text{]} \quad (2.11.)$$

Ahol: R_m – az anyag szakítószilárdsága [N/mm²] [11]

2.4.2 Vágólap és bélyeg túréseinek meghatározása

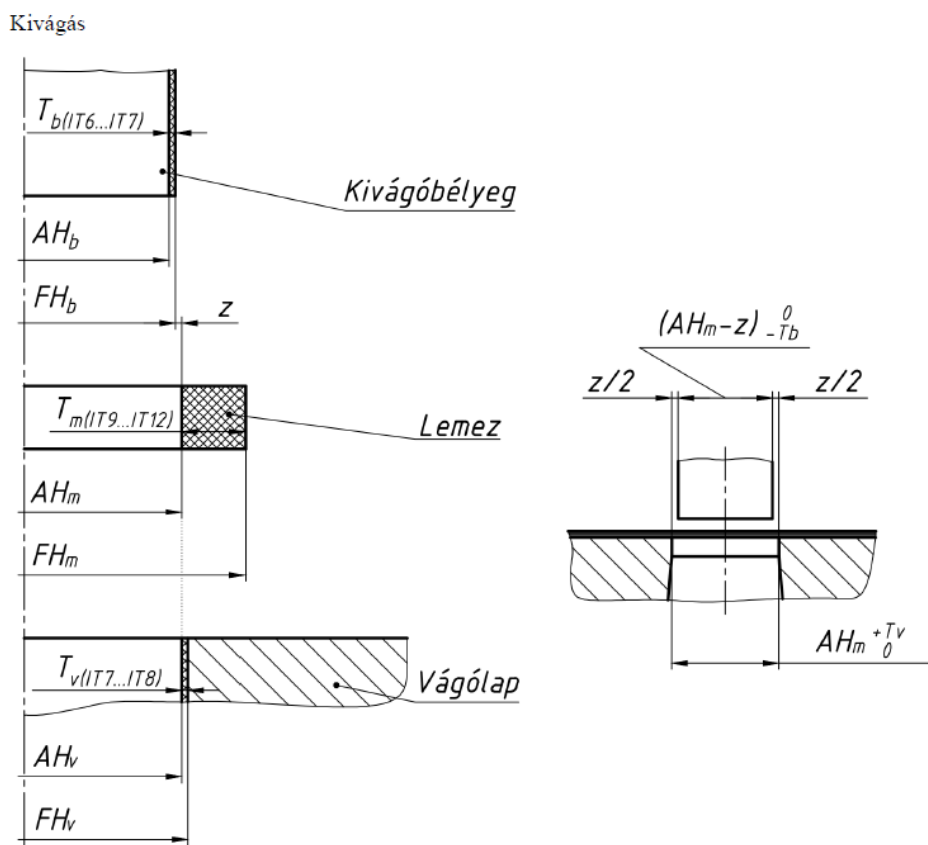
Vágószerszám tervezésénél figyelembe kell venni a használatból eredő szerszámkopást, amely miatt a vágórés a használat során növekedni fog, továbbá a szerszámmal gyártott munkadarab túrését. Meg kell határozni az optimális oldalankénti vágórés legkisebb és legnagyobb értékeit (17. ábra). A szerszámot a legkisebb oldalankénti vágórésre kell beállítani, a használat során fellépő szerszámkopás hatására

fogja elérni az optimális vágórés legnagyobb értékét, amellyel a vágási felület még kielégítő.

A vágott munkadarab pontossága IT9-IT12 a nem betűrt méretek esetén ajánlott az IT12 pontossági fokozat megadása. A szerszám elkészítési tűrései IT6-IT8. Kivágás esetén a munkadarab méretét a vágólap mérete határozza meg, ennek kopása az áttörés méretének növekedéséhez vezet. A vágólapnál pozitív tűrést alkalmazunk a bélyegnél pedig negatív tűrést. A megfelelő vágórést az első szerszámpróbák igazolják.

Optimálisnál kisebb vágórésnél a munkadarab méretei nagyobbak a bélyeg és a vágólap megfelelő méreteinél. Továbbá rétegződések, repedések keletkezhetnek a vágott felületen.

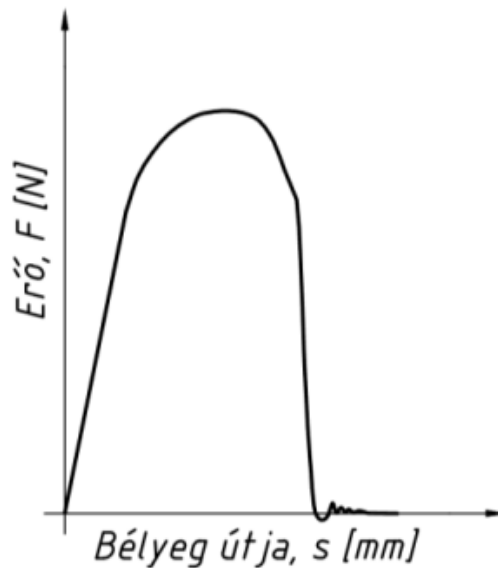
Nagy vágórés esetén a munkadarab méretei kisebbek lesznek a szerszám megfelelő méreteinél. A vágólap felőli oldalon sorjásság lép fel. Helytelen összeállításnál mindkét hibajelenség egyszerre jelentkezik. Továbbá rohamos szerszámkopás lép fel. Tapasztalatok alapján a kis vágórés kevésbé káros a vágott felület minőségére nézve. A szerszám összeállításánál kulcsfontosságú az egyenletes vágórés beállítása. [8][11]



17. ábra tűrés mezők elhelyezkedése (kivágásnál) [11]

2.4.3 Kivágás erő és munkaszükségletének meghatározása

A megfelelő gép kiválasztása szempontjából fontos a kivágás erő és munkaszükségletének meghatározása. Az alábbi ábrán (18. ábra) látható a vágóerő változása a vágási út függvényében.



18. ábra Vágóerő változása a vágási út függvényében [11]

Maximális vágóerő meghatározása (F_v):

$$F_v = f \cdot \tau_B \cdot L \cdot s \text{ [N]} \quad (2.12.)$$

Ahol:

f – korrekciós tényező ($f = 1,1 - 1,3$)

L – a vágás kerülete [mm]

s – a vágott lemez vastagsága [mm]

τ_B – nyírószilárdság [N/mm²]

A vágás munkaszükséglete:

$$W = \int_0^s F \cdot ds \cong \frac{c \cdot F_v \cdot s}{1000} \text{ [N} \cdot \text{m]}, \text{ vagy [J]} \quad (2.13.)$$

1000 – A lemezvastagság behelyettesítése miatt került a képletbe, mivel a lemezvastagság mm-ben kerül megadásra.

c – konstans (0,3-0,7) Gyakorlatban általában $c=0,6$ értékkel helyettesítjük be. Figyelembe veszi, hogy a vágási folyamat, a lemezvastagság hány százalékánál fejeződik be.

A teljesítményt a munka ismeretében számoljuk [8]:

$$P = \frac{f \cdot W \cdot n}{60\,000\eta} [kW] \quad (2.14.)$$

Ahol:

f – (1,1...1,5) amellyel a vágósebesség és egyéb tényezők hatásait vesszük figyelembe.

W – a szükséges munka [Nm vagy J]

n – löketszám

η – (0,5...0,7) a prés gép hatásfoka.

Meg kell határozni a szerszám nyomásközéppontját a szerszám helyes működése, és a nemkívánatos oldal erők csökkentése érdekében. A nyomásközéppontnak a szerszám felhelyezésekor a gép nyomószánjával egytengelybe kell esnie. A nyomásközéppont meghatározása a súlyponti tétellel végezhető el. Mely kimondja, hogy a hatóerők tetsző szerinti tengelyre vonatkoztatott nyomatékainak algebrai összege egyenlő az eredendő erő ugyanazon tengelyre vonatkoztatott nyomatékával. [11]

Mivel a kivágott munkadarabom egy darab tárcsa lesz, tehát kör keresztmetszetű, így vonalsúlypontja egybeesik a területsúlypontjával. Ezért a nyomásközéppont számítására esetünkben nincs szükség.

2.5 A szerszám anyagának megválasztása

A megfelelő szerszám alapanyag kiválasztásánál a szerszámmal támasztott követelményeket egyeztetjük a szerszámacélok jellemző tulajdonságaival. A szerszámacélnak mindig keményebbnek kell lennie az általa megmunkált anyagnál. Az anyagválasztásnál törekszünk a hosszú élettartam elérésére emellett fontos szempont a termelékenység is. Figyelembe kell venni továbbá a gyárthatóság és a megmunkálás nehézségeit és a szerszám gyártásának költségeit. A szerszámanyagok kiválasztásánál figyelembe vett legfontosabb tulajdonságok a kopásállóság, szívósság és a melegkeménység. Főként ezek befolyásolják a szerszámmal gyártható termékmennyiséget és a szerszám élettartamát. E tulajdonságokat az acél ötvözői is

nagyban befolyásolják, fontos az acél szövetszerkezete és a szemcsézet finomsága is. Amennyiben az anyag a fent említett követelményeknek nem felel meg, a szerszám nem adja le a megfelelő teljesítményt, illetve nem tud ellenállni a fellépő igénybevételeknek. Nagyobb terhelésnél a szerszámon repedések keletkezhetnek. A szilárdsági és szívóssági követelményeknek csak a megfelelően edzett és megeresztett finomszemcsés szövetszerkezetű acél tud eleget tenni.

A szerszámanyag kiválasztásánál a legfőbb szempont az anyag forgácsolhatósága, amely a növekvő karbidmennyiség hatására romlik. A forgácsolhatóságra ugyanilyen káros hatással van a nem elégséges lágyítás. Akadály lehet még a kis sebességgel történő forgácsolás is, illetve túl lágy anyagon a jó felületi minőség elvárása mert ez nehezen valósítható meg.

A szerszámacélok a következő csoportokba sorolhatók:

- ötvözetlen szerszámacélok
- ötvözött szerszámacélok
 - melegmegmunkáló acélok (W1; W2; W3; K12; K13; K14; NK)
 - hidegmegmunkáló acélok (W5; W6; W7; W8; W9; K1; K11; K3; K4; K6; M1)
- gyorsacélok

Jelölésükben az ötvözőkre utalnak W-wolfram, K-króm, NK – nikkel M-mangán.

Ötvözetlen szerszámacélok esetében a szabvány hét különböző minőséget említ. Az egyes típusokat felhasználási tulajdonságaik alapján minősítik. Csoportokra bonthatók karbontartalom szerint, a kis karbontartalmú anyagok lágyak, a közepesek szívósak, a nagy karbontartalommal rendelkezők pedig kemények. Legjellemzőbb tulajdonságuk, hogy vízedzésű szerszámacélok, vagyis csak egy vékony kéregréteg edződik meg a felületükön.

Az *Ötvözött szerszámacélok*at a szabvány további külön csoportokra bontja ötvözőik szerint megkülönböztetünk wolfram, króm és egyéb ötvözőkkel rendelkező szerszámacélok. Felhasználási terület szerint megkülönböztethető melegmegmunkáló acél és hidegmegmunkáló acél. [8]

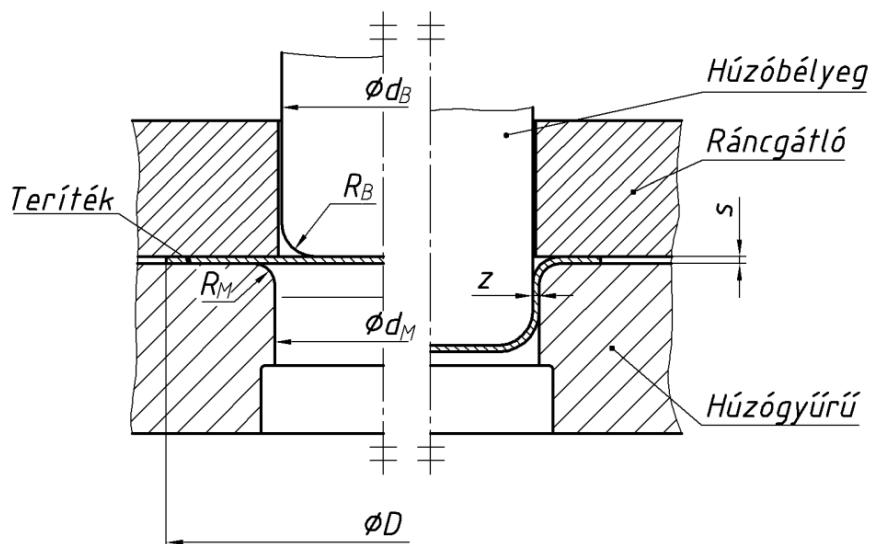
2.6 Hidegmegmunkáló szerszámok

200 °C fok alatti gyártások esetében a szerszámokat hidegmegmunkáló acélból gyártják. Igénybevétel szempontjából pedig koptató, ütő, nyomó, igénybevételek jellemzik a felhasználási területet. Szívós maggal és kemény felülettel kell rendelkezniük. Kivágó szerszámok anyagválasztásánál szem előtt kell tartani a gazdasági szempontokat. A szerszámgyártás költsége magas és nagy szaktudást igényel. Mivel az anyagköltség a szerszám legyártási költségének csak kis hányada (10-20%-át teszi ki), célszerű jobb teljesítőképességű anyagot választani. Ezáltal növekszik a szerszámmal legyártható termék darabszáma, így az anyagra kiadott költség kis idő alatt megtérül. A szerszámok élettartama szempontjából fontosak a megfelelő munkakörülmények, nagyobb igénybevétel esetén gondoskodni kell a megfelelő kenőanyagról is. A kivágó szerszámok bélyegje és tüskéje rendszerint ugyanabból az anyagból készül. Annyi különbséggel, hogy a vágólap dinamikus igénybevétele miatt két HRC-vel kisebb keménységgel rendelkezik. Kivételes esetekben szívósabb acélt alkalmaznak. A választott acél tulajdonságai hőkezeléssel alakíthatók. Ha az edzési hőmérséklet alacsonyabb az acél szívósabb lesz, bár megeresztéssel a keménység csökken. [8]

2.7 Mélyhúzás

A mélyhúzás olyan technológiai folyamat melynek során sík lemezből, főleg húzóigénybevétellel üreges testet alakítunk ki. Vékonyfalú üreges testek tömeges gyártására a leggyakoribb technológia. A leggyakrabban kör alakú tárcsából hengeres üreges test „csésze” készítésénél alkalmazzák (12. ábra). A művelet során a lemezvastagság nem változik számottevően, kivétel ez alól a falvékonyító eljárás, amelynek a célja a lemez vékonyítása. A mélyhúzás az egyik legbonyolultabb igénybevétellel járó megmunkálási forma az alakítandó anyagra nézve, ezért csak magas minőségű lemezek munkálhatók meg az eljárás során. Az eljárás bonyolultságából adódóan előfordulhat a gyártás során a selejtképződés, de ez nem feltétlenül jelenti a szerszám helytelen működését. Selejteket okozhat még a húzáshoz nem megfelelő anyag, nem megfelelő kenőanyag, sok vagy éppen kevés kenőanyag, a ráncgátló erő nagysága vagy a húzás sebessége. A mélyhúzás folyamán a szerszámba helyezett tárcsát a húzóbélyeg segítségével átsajtoljuk a húzógyűrű nyílásán. Miközben a tárcsa sík részét ráncfogó segítségével leszorítjuk. A bélyegen kívül eső rész a csésze (esetünkben az

edényfenék) oldalává alakul át. Mélyhúzás során a lemez egyes részeire különböző feszültségek hatnak. A szükséges alakváltozás a húzógyűrű és a ráncgátló közt megy végbe. Az edény további részei rugalmas alakváltozási zónában vannak. [8][12][13]



19. ábra Hengeres edény mélyhúzásának vázlata

Ráncosodásnak nevezzük, amikor a lemez síkjában ébredő nyomófeszültség a lemezt behullámosítja. Általában vékony lemezek esetén jellemző. A ráncosodás veszélye a teríték átmérő és a lemezvastagság viszonyának értékével vizsgálhatjuk (D/s). Ezzel a vizsgálattal döntjük el, hogy szükség van-e ráncgátló használatára. Amennyiben a D/s viszony meghaladja a 40 (más esetekben nagyobb, mint 30), ráncgátlót szükséges alkalmazni. A ráncosodás nagy valószínűséggel nem lép fel, ha a húzott fenék palástjához szükséges körgyűrű szélessége kicsi. [13]

2.7.1 Mélyhúzás erő szükséglete

Három fő tényező befolyásolja a húzóerő nagyságát mélyhúzásnál. A húzóbéllyeg átmérője, a húzás mélysége és a lemez vastagsága. Ezenkívül, hatással van még rá a húzott test alakja, a ráncgátló nyomása, a húzás sebessége, a húzóélek lekerekítése, a húzórés és a kenőanyag fajtája és minősége.

A húzóerő felső határértékének meghatározásához kör keresztmetszetű testek esetén használatos képlet:

$$F_h = d \cdot \pi \cdot s \cdot n \cdot R_m [8] (2.15.)$$

Ahol:

d – a húzóbélyeg átmérője [mm]

s – a lemezvastagság [mm]

n – a $\frac{d}{D}$ viszonytól függő helyesbítő tényező

R_m – Az anyag szakítószilárdsága [MPa]

A súrlódási és ráncgátló erőt a képlet nem veszi figyelembe. [8][14]

2.7.2 Az anyag kenése

A mélyhúzás hatékonysága megfelelő kenéssel növelhető. A kenőanyagok feloszthatók emulgeálható, illetve nem emulgeálható, másrészt ásványi eredetű, vagy szintetikus kenőanyagokra. Legkisebb kenőanyagszükséglete a keménykrómozott vagy keményfém-betétes szerszámoknak van. A felület köszörülésével vagy tükrösítésével tovább csökkenthető a kenőanyag felhasználás. Kenés során fontos a húzott test alakja is. Kör keresztmetszetű munkadaraboknál kevésbé szükséges, mint szögletes vagy szabálytalan testeknél. Zsírszegény kenőanyagok akkor használhatók, ha a lemezek felületét rezezással, foszfátózással kezeljük, mivel a foszfátréteg jól megköti a felvitt kenőanyagot. Szilárd töltőanyagokat pl. grafitot akkor használnak, ha a bélyegsebesség nagy, vagy intenzív a hőképződés. Revés acéllemez húzásakor többnyire alkalikus lúgokat szokás használni. [14]

2.7.3 A húzó élek és a bélyeg éleinek lekerekítése

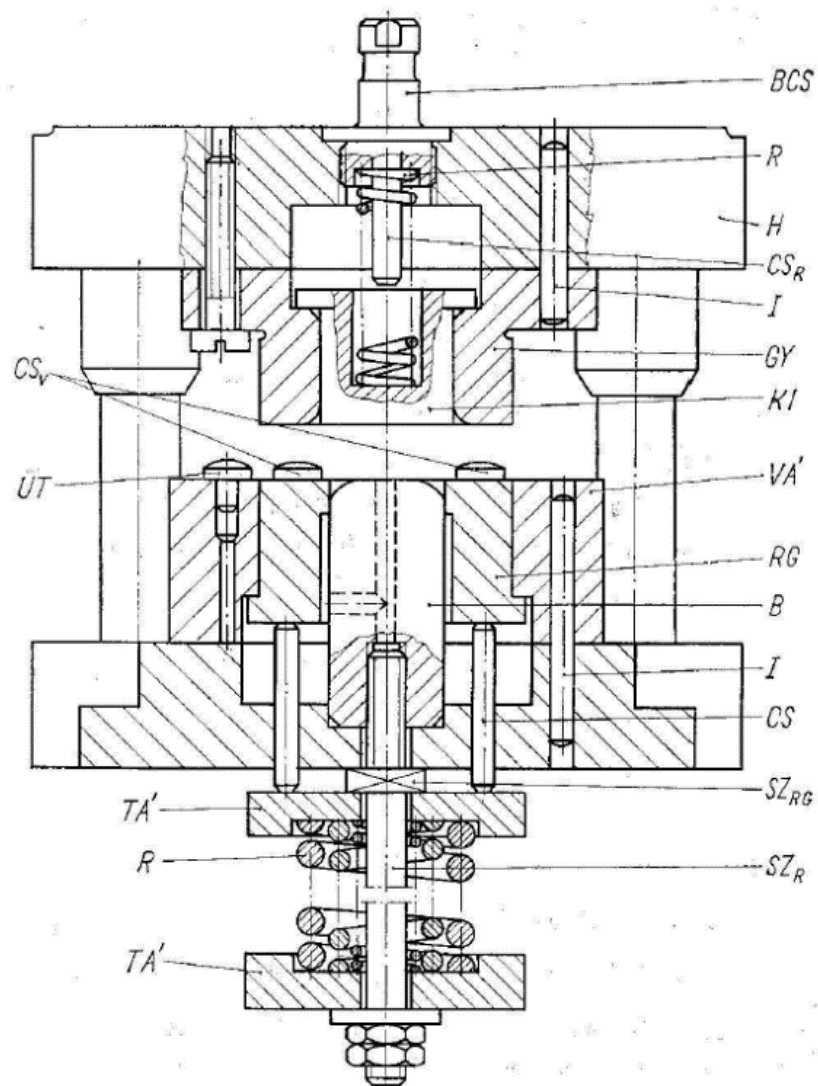
A húzógyűrű lekerekítése lényegesen módosítja a húzóerő alakulását. Minél nagyobb sugarat választunk annál kisebb a megmunkálás húzóerő igénye és a szakadás veszélye. Viszont ezzel együtt ráncgátlós szerszámnál, minél nagyobb sugarat választunk a húzógyűrűre, annál kisebb lesz a nyomófelület, amelyen a ráncgátló a húzógyűrűre

szorítja a munkadarab terítékét. Ezáltal fennáll a munkadarab ráncosodásának veszélye. [17]

Nagyon fontos éppen ezért a húzóélek lekerekítésének helyes megválasztása. A lekerekítési sugár a következő képlettel számolható [14]:

$$r = 0,035 \cdot [50 + (D - d)]\sqrt{s} \quad (2.16.)$$

2.8 Blokkszerszámok



20. ábra Kivágó, húzó blokkszerszám elvi rajza [8]

Blokkszerszámról (20. Ábra) akkor beszélünk, amikor egy szerszámmal egyszerre több műveletet végzünk el. Ezek a műveletek lehetnek különbözőek, az általam tervezett

szerszám első fázisban kiszakítja az edényfenék kiinduló tárcsáját, majd a másodikban húzza sekély fenékformára. A különböző műveleteket végző szerszámelemek blokkszerszám esetén összeépítésre kerülnek.

Blokkszerszám előnyei:

- Nincsenek osztáshibák, mert a művelet térben ugyanott és ugyanabban az időben zajlik, nagyon pontos munkadarabok készíthetők vele.
- A munkadarab lezorított állapotban készül, így nem szenved káros alakváltozást.
- Vékony, gyűrődésre, hajlásra, törésre hajlamos munkadarabok gyártására is használható.
- A többlépéses szerszámoknál kisebb a helyszükséglet, az egybe épített szerszámelemek miatt.
- A vágóelemek élettartama és a munkadarab méretpontossága nagyobb a pontos vezetés következtében.

Blokkszerszám hátrányai:

- Az elkészítésük bonyolult és költséges, jól felszerelt szerszámműhelyt igényel.
- A szerszám magas ára miatt csak nagysorozat mellett gazdaságos. [8][11][14]

3. Saját munka bemutatása

3.1. A 650 mm-es edényfenék követelményeinek ismertetése

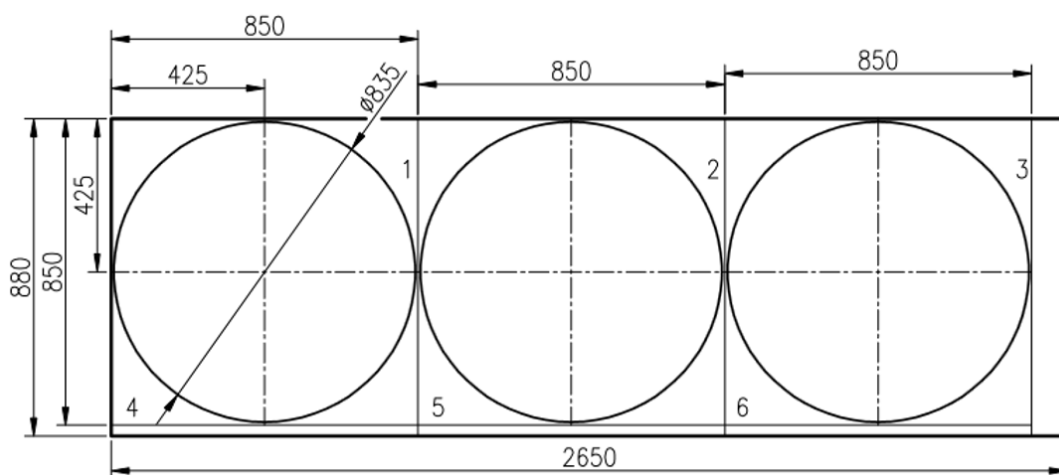
Első lépésben fontos ismertetni a partner termékkel szemben támasztott követelményeit. Az alaki és méret béli egyneműség mellett szintén fontos tényező, a felület homogenitása. A tartály összeállítását hegesztőrobottal végzik, így a gyors és pontos illesztés létfontosságú. Ehhez pedig elengedhetetlen, hogy a tartályfenékek átmérőszórása a lehető legkisebb legyen. Mind a hidegtechnológia, mind pedig a blokkszerszámmal történő gyártás pozitív hatással van a méret és a felülettel szemben támasztott követelményekre.

3.2. Korábbi gyártástechnológia ismertetése

Szükségnek tartom a korábbi gyártástechnológia, illetve a lehetséges új gyártás technológia bemutatását. Ezzel láthatóvá válnak a technológiában eszközölt módosítások, illetve a várható hatások a termelékenységre nézve.

3.2.1. Korábbi gyártástechnológia darabolási és köröllőzási művelete

Az edényfenék húzási műveletét megelőzően sor kerül egy darabolás és egy köröllőzás műveletre. Darabolás során, a beérkezett 2650x880x3 kiinduló táblalemezből hat vágással, 850x850x3 lemezdarabokat kapunk. Készítettem egy szemléltető ábrát, melyen a vágások jelölve és számozva vannak (21. ábra).



21. ábra Darabolási művelet a korábbi technológia szerint.

A fent említett 880x850-es darablemez 850x850-es méretre történő elvágására, a következő műveletben végbemenő köröllőzás miatt van szükség. Melynek során a

táblalemezekből 835 mm átmérőjű tárcsát vágunk ki, a keletkező hulladékot a folyamat közben a dolgozó összehajtja (22. ábra) és eltávolítja a munkatérből. Ha a táblalemez nem lenne visszavágva 850x850-es méretre, az akadályt jelentene a körbevágásnál, továbbá a hulladékot (23. ábra) sem lehetne összehajtogatni és elszedni a vágás közben.



22. ábra Hulladék összehajtása és elvétele a körrollózási művelet során.



23. ábra Összehajtott vágási hulladék.

Célom a tervezett szerszámnál a körrollózás kihagyása mellett figyelembe venni a beérkező lemezméretet és csökkenteni a darabolás folyamán szükséges vágások számát.

3.1.2. Húzási művelet bemutatása a 450 tonnás prégépen

A korábbi technológia szerint a sajtolási művelet a 450 tonnás prégépen zajlik. Mely prégép esetén nem állnak rendelkezésre előre összeállított, blokk típusú szerszámok. A gépkezelő a technológiai utasításnak megfelelő szerszámot maga állítja össze, szereli be; minden sajtolási művelet első fázisaként, a rendelkezésre álló húzó- és nyomógyűrűkből (24. ábra) továbbá sajtolóbélyegekből (25. ábra).



24. ábra Húzógyűrűk a külső szerszám térben.



25. ábra Sajtolóbélyegek a gyártócsarnok szerszámterében.

A blokk típusú szerszámokkal ellentétben, itt minden szerszámcsere-nél a szerszámelemeket egymáshoz, illetve a présgéphez is központosítani kell, mert ez nagyban befolyásolja a gyártott termékek minőségét. A szerszám be- és kiszerelése, valamint helyes beállítása mindezt nagy tapasztalatot és időráfordítást igényel.

A termék gyártásának fázisai:

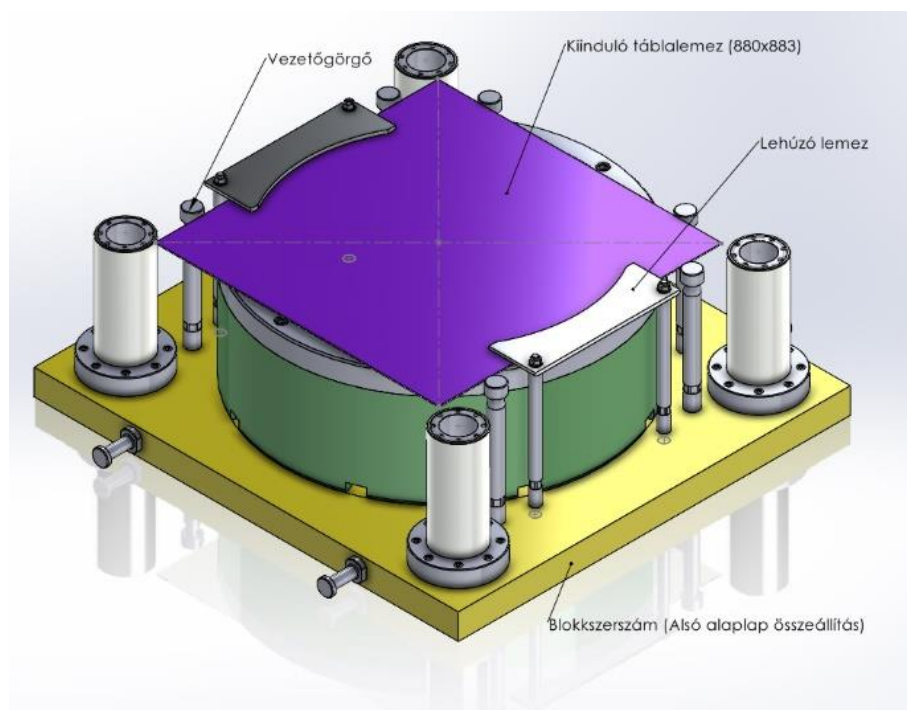
- Azonosítók begravírozása kézi gravírozóval. (Gyártómű által kiállított műbizonylat alapján adagszám, próbaszám, anyagminőség, bélyegzése a teríték aljába.)
- Húzógyűrű és a kiinduló tárcsa kenése szappan és víz emulziójával.
- Előhúzás.
- Szerszám szétemelése, előhúzott munkadarab 45°-os elforgatása.
- Készre húzás.
- Késztermék kivétele.
- A sajtolt munkadarab ellenőrzése.

Előhúzás, illetve az előhúzott darab forgatása a gépalkatrészek vetemedése, valamint az egyenetlen ráncfogás végett szükséges. A présgép továbbá a szerszámalkatrészek kopásai és egyenetlenségei miatt még nagy odafigyelés mellett is keletkezhet selejt fenék. Nagy szériák gyártására az ilyen típusú szerszám nem alkalmas.

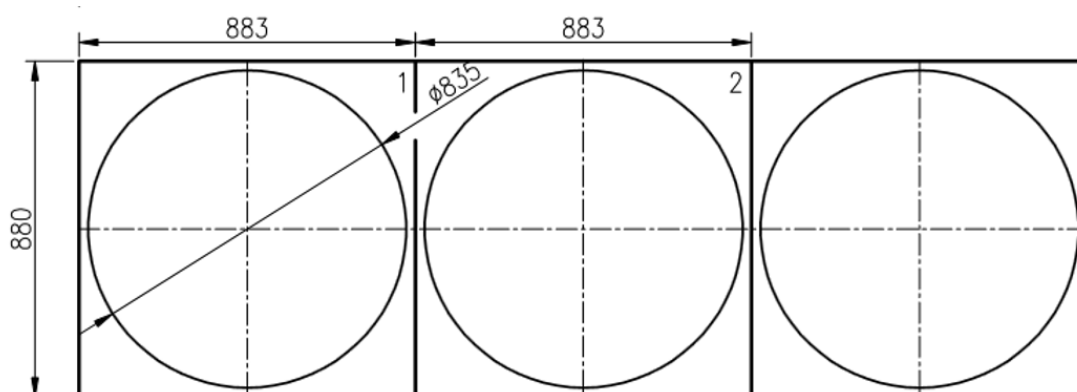
3.2. Tervezett új technológia bemutatása

3.2.1. Tervezett új technológia darabolási művelete

Az új szerszámnál, a beérkező táblalemez méreteit figyelembe véve tervezem meg a vezetőgörgők egymáshoz viszonyított távolságát (26. ábra). Ezért elegendő a darabolási művelet során a 880x2650x3 táblalemezt két vágással három egyenlő részre vágni 880x883x3 méretre (27. ábra). Így az ilyen méretű terítéklemesz további előkészítő művelet nélkül a munkatérbe helyezhető. Kőröllözásra pedig nincs szükség, mivel a tervezett szerszám az első fázisban kivágja a tárcsát.



26. ábra 3x880x853 Teríték elhelyezkedése a tervezett szerszámban.



27. ábra Vágási művelet a tervezett szerszámhoz.

3.2.2. Húzási művelet bemutatása a 630 tonnás présgépen

A 630 tonnás présgép esetében a húzási művelet a tervezett blokk típusú szerszámmal fog történni. A szerszám egyben beemelhető a gép alá. Alaplapja a présgép tárgyasztalára fekszik fel és a rajta található tájoló rudakhoz illeszkedik. A vezető oszlopok elősegítik a szerszámegek központosságát, illetve a vágás és húzás művelet közben azok megvezetését. Ezért további központosítás műveletre nincs szükség. A szerszám rögzítését a gép hornyaiba illesztett csavaros szorítókkal lehet elvégezni. A termék kiinduló terítése ebben az esetben nem tárcsa, hanem 880x883 táblalemez.

A termék gyártásának fázisai:

- Táblalemez gravírozása.
- Táblalemez behelyezése a szerszámba.
- Táblalemez kenése szappan és víz emulziójával.
- Terítékszakítás, majd húzás. A művelet gombnyomást követően önműködő, így a folyamat e fázisa közben zajlik a következő lemez gravírozása.
- A présgép az alakítási ciklus végén felemeli a felsőrészt és a nyomógyűrű felfelé mozgatásával kiemeli a munkadarabot. Munkadarab kivétele.
- Munkadarab felületének ellenőrzése.
- Szakítás után keletkező hulladék eltávolítása.

A gyártás fázisairól készült szemléltető és magyarázó fotók a mellékletben találhatóak (A sorra kattintva elérhető).

3.4. Blokkszerszám tervezése

3.4.1. Terítékméret meghatározása

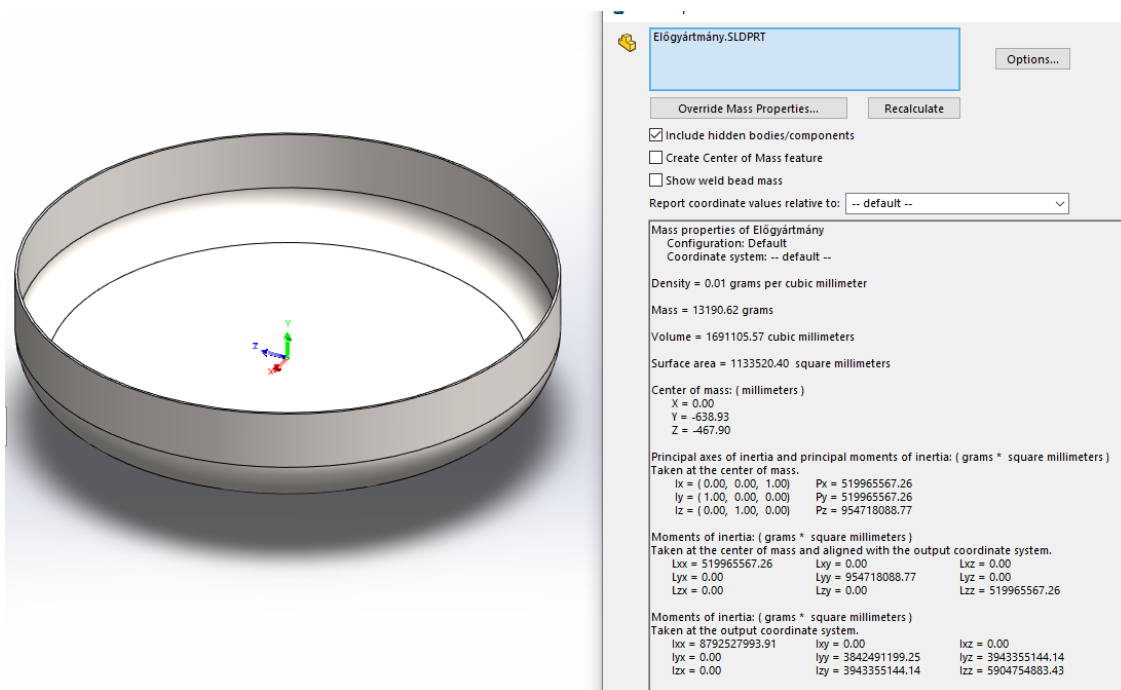
A helyes terítékméret meghatározása mind a szerszám méretmegadásánál, mind pedig a munkadarab szempontjából kulcsfontosságú. Kis terítékméret esetén a kívánt magasság elérése nem biztosítható az edényfenék teljes területén. Az egyenetlen osztás, illetve a fülesedés szintén kedvezőtlen hatással van a szükséges magasság kialakítására. A teríték túlméretezésével romlik az anyagihozatal, ami akár a mélyhúzási művelet megghiúsulásához is vezethet. A szakirodalom szerint a megfelelő terítékméret meghatározásánál, a lemez anizotrópiája miatt a végső magasság helyett 5%-kal növelt magasságot fogok figyelembe venni. [15]

Ezen felül a további megmunkálási műveleteket is szem előtt kell tartanom. A munkadarab a megmunkálás következő fázisában körbevágásra majd peremezésre kerül. Amennyiben a leeső hulladék a vágás során túl vékony, az anyagfolytonosság megszakadhat, a peremező gép a darabba vagy a peremezőgörgőbe sajtolhatja a hulladékot. Ez selejtyártáshoz, vagy a peremezőgép meghibásodásához vezethet.

A magasság akkor megfelelő, ha a levágott hulladék körgyűrű (28. ábra) E két tényező figyelembevételével, az előgyártmány magasságát a termék rajzán szereplő 182 mm-es késztermékmagasság helyett 200 mm-re adom meg. A termék előgyártmányát SolidWorks programban lemodelleztem (29. ábra) és segítségével meghatároztam a térfogatát. [15]



28. ábra Körgyűrű alakú vágási hulladék, peremezt követően.



29. ábra Térfogat meghatározása SolidWorks segítségével.

A program segítségével kapott térfogat:

$$V_{mdb} = 1\,691\,105,57 \text{ mm}^3 = 1,6911 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3 \quad (3.1.)$$

A munkadarab falvastagságának ismeretében meghatározható annak felszíne:

$$\begin{aligned} V_{mdb} &= A_{mdb} \cdot h \Rightarrow A_{mdb} = \frac{V_{mdb}}{h} = \frac{1\,691\,105,57 \text{ mm}^3}{3 \text{ mm}} \\ &= 563\,701,86 \text{ mm}^2 \quad (3.2.) \end{aligned}$$

A felszínből meghatározható a teríték átmérő:

$$\begin{aligned} A_{mdb} &= \frac{D^2 \cdot \pi}{4} \Rightarrow D = \sqrt{\frac{A_{mdb} \cdot 4}{\pi}} = \sqrt{\frac{563\,701,8567 \text{ mm}^2 \cdot 4}{\pi}} \\ &= 847,19 \text{ mm} \quad (3.3.) \end{aligned}$$

Az így kapott terítékméret 847,18 mm, azonban ez nem tartalmazza az anyag sajtolás közben elszenvedett nyúlását. Ezért a falvastagságváltozásához egy nyúlási számot (α) rendeltem, amely az alábbi képlettel számolható [15]:

$$\alpha = \frac{S_k}{S_0} = 0,97 \quad (3.4.)$$

Ahol:

S_0 – a teríték lemezvastagsága

S_k – a húzott (csésze) edényfenék átlagos falvastagsága

$$D_{korrr.} = \sqrt{\frac{A_{mdb} \cdot 4 \cdot 0,97}{\pi}} = \sqrt{\frac{563\,701,8567 \text{ mm}^2 \cdot 4 \cdot 0,97}{\pi}} = 834,38 \text{ mm} \quad (3.5.)$$

A kapott érték alapján a terítékméretet: 835 mm-re választom meg.

3.4.2. Az alkatrész anyagminőségének jellemzése

A helyes vágórés meghatározásához szükség van az anyagminőség nyírószilárdságának ismeretére. A munkadarab gyártásánál jelenleg S235JR+N anyagminőségű alapanyagot használunk. Amely egy általános rendeltetésű ötvözetlen szerkezetiacél. Alacsony széntartalommal rendelkezik, a szakítószilárdság 400 - 500 N/mm² közé esik. Kiválóan alkalmas hegesztésre, jól megmunkálható, az acéliparban kis igénybevétel esetén használatos. Hidegen történő megmunkálása, mint hajlítás, kovácsolás, mélyhúzás viszont nem túlkedvező, ennek javítása érdekében a lemezt normalizálva (+N) rendeljük. A vegyiösszetételét az EN 10025-2: 2004 szabvány szerint 1. Táblázat rögzíti. A jellemző mechanikai tulajdonságokat pedig a 2. Táblázat tartalmazza.

1. Táblázat: Vegyi összetétel S235JR+N

Vegyi összetétel (Az ötvözet gyártási szabványa szerint) [%]						
C	Si	Mn	P	S	Cu	M
$\leq 0,17$	$\leq 0,3$	$\leq 1,4$	0,035	0,035	$\leq 0,55$	$\leq 0,012$

2. Táblázat Tipikus mechanikai tulajdonságok táblázata

Tipikus mechanikai tulajdonságok				
	Sűrűség (kg/dm ³)	Folyáshatár Rp _{0,2} (N/mm ²)	Szakítószilárdság Rm (N/mm ²)	Nyúlás A (%)
Minimum	7,85	185	340	8
Maximum	7,85	350	510	11

A maximális szakító szilárdságot felhasználva meghatározom az anyag nyírószilárdságát. A szerszámot a lehető legnagyobb fellépő erő ismeretében méretezem maximális értékkel számolva.

Nyírószilárdság:

$$\tau_B = 0,8 \cdot R_m = 0,8 \cdot 510 = 408 \frac{N}{mm^2} \quad (3.6.)$$

3.4.3. Vágórés és erőszükséglet meghatározása

A kiinduló anyagvastagság 3 mm (vagy ez alatti lesz) ezért az első képletet alkalmazom. A c állandó értékét c=0,01-re veszem. Ez a gyakorlatban leggyakrabban alkalmazott érték.

Vágórés:

$$u_{opt} = \frac{z}{2} = c \cdot s \cdot \sqrt{0,1 \cdot \tau_B} = 0,01 \cdot 3 \cdot \sqrt{0,1 \cdot 408} = 0,19 \text{ mm} \quad (3.7.)$$

Az üzemi tapasztalat, megfelelő vágórésnek a vágott anyag vastagságának egytizedét javasolja ezért ezt 0,3 mm-re választom.

Kivágás esetén az erő és munkaszükséglet alakulása:

Egyidejűleg vágott hossz kivágás esetén:

$$L_k = D \cdot \pi = 835\pi = 2623,23 \text{ [mm]} \quad (3.8.)$$

Maximális vágóerő:

$$F_{rk} = f \cdot \tau \cdot L \cdot s = 1,2 \cdot 408 \frac{N}{mm^2} \cdot 2623,229 \text{ mm} \cdot 3 \text{ mm} = 3\,853\,000 \text{ N}$$

$$F_{rk} = 3853 \text{ kN} \quad (3.9.)$$

Ahol:

f – korrekciós tényező 1,1-1,3 között vehető fel én 1,2-re választottam.

A 630t prés gép csatolt adatlapján szereplő névleges sajtoló erő 6300 kN ez alapján a prés gép megfelelő a vágóerő szempontjából.

A vágás munkaszükségletének meghatározása:

$$W = \frac{c_2 \cdot F_{rk} \cdot s}{1000} = \frac{0,6 \cdot 3\,853\,000 \text{ N} \cdot 3 \text{ mm}}{1000} = 6935,4 \text{ J} \quad (3.10.)$$

Ahol:

c_2 – konstans tényező (0,3-0,7 között lehet) gyakorlatban használt érték 0,6.

A vágás teljesítményszükségletének meghatározása:

$$P = \frac{f \cdot W \cdot n}{60000 \cdot \eta} = \frac{1,3 \cdot 6935,4 \cdot 1}{60000 \cdot 0,7} = 0,214 \text{ kW} \quad (3.11.)$$

f – a vágórés és egyéb tényezők hatásának figyelembevételére szolgál (1,1-1,5)

W – a szükséges munka [J]

n – löketség [lök. / min]

η – a sajtológép hatásfoka [0,5-0,7]

3.4.4. Aktív elemek tűréseinek meghatározása

A kivágás során kapott kiinduló terítékre nem adok meg szigorú tűrést. A szakirodalmat alapul véve, a kivágás műveletnél IT9-IT12 pontosság várható el, Én IT12-es pontosságkövetelményt választok. A szerszám dolgozóelemeinél pedig IT7 pontossági követelményt alkalmazok.

Teríték méret (IT12): $835 \text{ mm}_{-0}^{+0,9}$

Vágólap tűrése:

$$D_v = (D_n - \Delta)_0^{+\delta_v} \quad (3.12.)$$

Bélyeg túrése:

$$D_B = (D_n - \Delta)_{-\delta_B}^0 \quad (3.13.)$$

$$\delta_v = \delta_B = 0,09 \text{ mm} \quad (3.14.)$$

Minimális vágórés meghatározása:

$$u_{min} = \frac{2 \cdot u_{opt} - 0,08}{2} = \frac{2 \cdot 0,3 - 0,08}{2} = 0,26 \text{ mm} \quad (3.15.)$$

A vágólapáttörés mérete:

$$D_V = (D_n - \Delta) + \delta_v = (835 - 0,8)_{-0}^{+0,09} = 834,2_{-0}^{+0,09} \quad (3.16.)$$

A kivágó bélyeg mérete:

$$D_B = (D_n - \Delta - 2 \cdot u_{min})_{-\delta_B}^0 = (835 - 0,8 - 2 \cdot 0,26)_{-0,09}^{+0} = 833,68_{-0,09}^{+0} \quad (3.17.)$$

3.5 Mélyhúzás tervezése

3.5.1 Ráncgátló szükségességének vizsgálata

A szerszám tervezéséhez elengedhetetlen a ráncfogó alkalmazásának vizsgálata. Abban az esetben, ha az alábbi heurisztikus feltétel teljesül a ráncgátló alkalmazása elhagyható. [16]:

$$\frac{D_0 - d}{s_0} < 18 \rightarrow \frac{835 - 650}{3} < 18 \rightarrow 61,667 > 18 \quad (3.18.)$$

Ahol:

D_0 - A terítéklemez átmérője

d - Az edényfenék végleges átmérője

s_0 - A kiinduló lemez vastagsága

Az egyenlőtlenség eredménye alapján ráncfogó alkalmazása szükséges.

3.5.2 Húzások számának meghatározása

A következő lépésben megvizsgálom, hogy hány húzási lépés szükséges az edényfenék sajtolásához. Kiszámolom a valódi húzási fokozatot, amely összevethető a szakirodalomból vett 3. táblázat ajánlott értékével.

Fajlagos lemezvastagság:

$$\frac{s_0}{D} \cdot 100 [\%] = \frac{3mm}{835mm} \cdot 100 = 0,359 \text{ (3.19.)}$$

Ahol:

s_0 - A kiindulólemez vastagsága

D - A teríték lemez átmérője

Valós húzási fokozat:

$$m = \frac{d_1}{D_0} = \frac{650mm}{835mm} = 0,778 \cong 0,78 \text{ (3.20.)}$$

A kapott eredmény alapján a húzás egy lépésben elvégezhető.

3. Táblázat Ráncgátló alkalmazása mellett használt húzási fokozatok [16]

Húzási Fokozat	Fajlagos lemezvastagság $\frac{s_0}{D} \cdot 100 \%$					
	2,0-1,5	1,5-1,0	1,0-0,6	0,6-0,3	0,3-0,15	0,51-0,08
m_0	0,48-0,5	0,50-0,53	0,53-0,55	0,55-0,58	0,58-0,60	0,60-0,63
m_1	0,73-0,75	0,75-0,76	0,76-0,78	0,78-0,79	0,79-0,80	0,80-0,82
m_2	0,76-0,78	0,78-0,79	0,79-0,80	0,80-0,81	0,81-0,82	0,82-0,84
m_3	0,78-0,80	0,80-0,81	0,81-0,82	0,82-0,83	0,83-0,85	0,85-0,86
m_4	0,80-0,82	0,82-0,84	0,84-0,85	0,85-0,86	0,86-0,87	0,87-0,88

3.5.3 Húzórés meghatározása

A helyes húzórés meghatározásánál a következő szempontokat kell figyelembe venni:

- Amennyiben a húzórés a teríték kiindulóvastagságánál kisebb, a lemez vékonyodni fog, falvastagság csökkenés lép fel.
- Amennyiben a húzórés nagy, az a palást behullámosodását okozhatja.

Az optimális húzórés meghatározásához az alábbi képletet használtam [8]:

$$z = s + c \cdot \sqrt{10 \cdot s} = 3 + 0,07 \cdot \sqrt{10 \cdot 3} = 3,383 \text{ mm (3.21.)}$$

Ahol:

s – Teríték lemez kiinduló vastagsága

c – anyagfüggő állandó (acéllemez esetén: 0,07)

Fontos megjegyezni, hogy az optimális vágóréss csak akkor megfelelő, ha a beérkezett alapanyag falvastagsága nem mutat túl nagy szórást. Vastagabb lemezből történő gyártás

a szerszám összeszorulását okozhatja. A lemezvastagságot minden gyártás indulása előtt a minőség ellenőrzésnek mintavétel alapján vizsgálnia kell és jóvá kell hagynia.

3.5.4 Mélyhúzó szerszámelemek gyártási tűrésének meghatározása

A gyártás szempontjából a húzógyűrű és a húzóbélyeg tűréseinek pontos betartása a legfontosabb, a helyesen megválasztott húzórés és a munkadarab tűréseinek figyelembevétele mellett. A gyártástűrések meghatározásánál számolni kell a használat során jelentkező kopással is. A kopás főleg a húzógyűrűnél áll fenn, méretei a gyártás során meg növekszenek. A húzóbélyegnél ez a jelenség kevésbé jelentkezik.

A mélyhúzás során elérhető méretpontosság IT10-14 között lehet, ez függ a munkadarab alakjától, méretétől és az anyagminőségétől. Gyakorlati tapasztalatok alapján a húzógyűrű tűrése a munkadarab tűrésének 20-25%-a, a húzóbélyeg tűrése pedig a munkadarab 15-20%-a.

A szakirodalom külön számolási módot közöl tűrt belső, illetve külső átmérőnél. Esetemben a külső átmérő tűrése van meghatározva. Tekintettel a későbbi megmunkálásra IT13 szerinti tűrést veszek figyelembe. A húzógyűrű tűrésénél a munkadarab tűrésének 25%-át alkalmazom a húzóbélyegnél pedig a 20%-át. [8]

Nyers edényfenék átmérője: $650^{+0,6}_{-0,6} \text{ mm}$

$$a = \frac{1,25 \text{ mm}}{100} \cdot 20 = 0,25 \text{ mm} \quad (3.22.)$$

$$b = \frac{1,25 \text{ mm}}{100} \cdot 25 = 0,31 \text{ mm} \quad (3.23.)$$

Húzórés tűrése:

$$\delta = \frac{a + b}{2} = \frac{0,25 + 0,31}{2} = 0,28 \text{ mm} \quad (3.24.)$$

Húzóbélyeg tűrése:

$$\begin{aligned} D_{B-a}^0 &= D_n - 2z - \Delta - \delta = 650 \text{ mm} - 2 \cdot 3,383 \text{ mm} - 1,2 \text{ mm} + 0,28 \text{ mm} \\ &= 642,834^{0}_{-0,25} \quad (3.25.) \end{aligned}$$

Húzógyűrű tűrése:

$$D_{GY}^{+b} = D_n - \Delta = 650 \text{ mm} - 1,2 \text{ mm} = 648,8_{-0}^{+0,31} \text{ (3.26.)}$$

Ahol:

D_n – A kész munkadarab névleges mérete

D_B – A húzóbéllyeg mérete

D_{GY} – A húzógyűrű mérete

Δ – A kész munkadarab tűrése

a – A húzóbéllyeg gyártási tűrése

b – A húzógyűrű gyártási tűrése

δ – A húzórés tűrése

A húzógyűrű éllekerekítési sugara:

$$\begin{aligned} r &= 0,035 \cdot [50 + (D - d)] \cdot \sqrt{s} = 0,035 \cdot [50 + (835 \text{ mm} - 650 \text{ mm})] \\ &= 14,25 \text{ mm (3.27.)} \end{aligned}$$

Üzemi tapasztalatok alapján, hidegalakításnál a húzógyűrű éllekerekítési sugarának megközelítőleg az anyagvastagság háromszorosa, melegalakításnál az anyagvastagság négyszerese választandó. A húzógyűrű éllekerekítési sugarát ezért 10 mm-re választom. (Az alapanyag esetleges eltérései miatt nem választom pont 9 mm-re).

3.5.5 A mélyhúzás erő és munkaszükségletének számítása

Ráncgátlóerő nagyságának számítása:

$$F_r = A_r \cdot p \text{ (3.28.)}$$

Ahol:

A_r – Ráncgátlóval fogott felület.

p – Ráncgátlónyomás értéke

Az ütemi tapasztalataink szerint:

750 mm-es sekélydomború edényfenék esetén, S235JR+N anyagminőségnél a megfelelő ráncfogónyomás 100 BAR = 10 MPa

650 mm-es sekélydomború edényfenék esetén, S235JR+N anyagminőségnél a megfelelő ráncfogónyomás 95 BAR = 9,5 MPa

$$\begin{aligned}
 F_r &= p \cdot \frac{D^2 - (d_1 + 2 \cdot r)^2}{4} \cdot \pi = \\
 &= 0,95 \text{ MPa} \cdot \frac{(835 \text{ mm})^2 - (650 \text{ mm} + 2 \cdot 10 \text{ mm})^2}{4} \cdot \pi = \\
 &= 185\,282,299 \text{ N} = 185,28 \text{ kN} \quad (3.29.)
 \end{aligned}$$

(A ráncgátlónyomás dimenzióját a szakirodalom [8] alapján megváltoztatom behelyettesítésnél)

Húzáshoz szükséges erő meghatározása:

$$F_h = d \cdot \pi \cdot s \cdot n \cdot R_m \quad (3.30.)$$

Ahol:

d – a húzóbéllyeg átmérője

s – a lemeztavastagság [mm]

$n - \frac{d}{D}$ viszonytól függő helyesbítő tényező ($n = 0,40$)

R_m – az anyag szakítószilárdsága ($R_m = 510 \text{ N/mm}^2$)

$$\begin{aligned}
 F_h &= 642,834 \text{ mm} \cdot \pi \cdot 3 \text{ mm} \cdot 0,4 \cdot 510 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} = 1\,235\,947,814 \text{ N} \\
 &= 1235,947 \text{ kN} \quad (3.31.)
 \end{aligned}$$

A húzáshoz használt összes erő tehát:

$$\begin{aligned}
 F_{h\text{össz}} &= F_h + F_r = 1\,235\,947,814 \text{ N} + 185\,282,299 \text{ N} = 1\,421\,230,113 \text{ N} \\
 &= 1421,230 \text{ kN} \quad (3.32.)
 \end{aligned}$$

A húzáshoz szükséges munka nagysága:

$$W = \frac{F \cdot h \cdot e}{1000} = \frac{1\,421\,230,113 \cdot 200 \cdot 0,64}{1000} = 181\,917,45 \text{ J} \quad (3.33)$$

A húzás elvégzéséhez szükséges teljesítmény:

$$P = \frac{f \cdot W \cdot n}{\eta} = \frac{1,2 \cdot 181\,917,454 \cdot 1}{0,6} = 363\,834,908W = 363\,kW \text{ (3.34.)}$$

A 630t prés gép csatolt adatlapján szereplő értékek alapján alkalmas a húzás elvégzésére.

3.6 Szerszám gyártásának technológiája

A szerszám elemeinek gyárttatását és a szerszám összeszerelését külső partner bevonásával végezzük, saját tervek alapján. A 7.1. számú mellékletben bemutatott gyártástechnológia szerint készülő szerszámelemek az alábbi felsorolt főbb gyártási műveleteken mennek keresztül:

- Előgyártmányok kovácsolása
- Öntvénykészítés
- Marás,
- Esztergálás,
- Lézervágás,
- Fúrás,
- Menetvágás,
- Hőkezelés,
- Nitridálás,
- Recézés,
- Polírozás.

A melléklet tartalmazza az egyes elemekhez tartozó megmunkálási műveleteket, az elemek anyagminőségét és befoglaló méreteiket. A blokkszerszám 38 különböző elemből épül fel, melyből 20 darab készül egyedi gyártásban, míg 18 elem normálként kerül beszerzésre.

3.7 Mérések bemutatása és vizsgálata

A szakdolgozatomban szereplő szerszám jelenleg még nem került legyártásra, ezért a mélyhúzási normaidők becsléséhez egy megegyező anyagminőségű, falvastagságú szintén sekélydomború, méretben legközelebbi termékre, S750x3-as cikkekre indítottam mindkét technológiával kísérleti gyártásokat. A normaidők alakulása arányaiban nem tér el a két méretnél. A darabolási művelet eltéréseit ellenben tudtam a 650mm-es méretre indított kísérleti gyártáson keresztül vizsgálni.

3.6.1. Darabolási és köröllőzási művelet mérése és vizsgálata normaidő meghatározása

A darabolási és köröllőzási műveletek idejét kísérleti gyártás folyamán megmértem, az eredményeket az alábbi táblázatban (5. Táblázat) rögzítettem.

5. Táblázat 650 mm-es edényfenék darabolás köröllőzés műveletek időmérése

	Új technológia	Régi technológia		
	Darabolás visszavágások nélkül [880x883x3] [másodperc/db]	Darabolás Visszavágásokkal [850x850x3] [másodperc/db]	Köröllőzés (Tárcsa) [Ø835x3] [másodperc/db]	Darabolás + Köröllőzés [másodperc/db]
1.	0:00:26	0:00:40	0:00:23	0:01:03
2.	0:00:27	0:00:41	0:00:23	0:01:04
3.	0:00:29	0:00:43	0:00:22	0:01:05
4.	0:00:20	0:00:34	0:00:21	0:00:55
5.	0:00:22	0:00:36	0:00:21	0:00:57
6.	0:00:25	0:00:39	0:00:21	0:01:00
7.	0:00:21	0:00:35	0:00:22	0:00:57
8.	0:00:23	0:00:37	0:00:23	0:01:00
9.	0:00:18	0:00:32	0:00:21	0:00:53
10.	0:00:19	0:00:33	0:00:21	0:00:54
Átlag:	0:00:23	0:00:37	0:00:22	0:00:59

A normaidő meghatározásánál a gyártástechnológus által megállapított pihenőidőt és járulékos időt vettem alapul. A pihenőidő minden esetben a fent ismertetett időérték 4%-os növelése. A járulékos idő magában foglalja többek közt az anyagmozgatást, vágási méretre állásokat, - és a hulladék eltávolítást.

Az új szerszámhoz történő előkészítő vágásnál a gyártástechnológus által megállapított 12 % járulékos időt használtam fel, míg a korábbi technológia darabolási műveleténél a 12 % mellett, további 8 %-ot növeltem. Erre, a többletdarabolások a többletmérések és a többlet anyagmozgatás miatt volt szükség. Így a korábbi technológiánál összesen 20 %-os járulékos időt adtam hozzá a mért időértékhez. Az így

kapott értékeket minden esetben felfelé kerekítettem, továbbá az így kapott eredményeket vettem a műveletek norma idejének (6. Táblázat).

6. Táblázat 650 mm-es edényfenék darabolás körrollózás normaidők meghatározása

	Korábbi technológia			Új technológia
	Darabolás Visszavágásokkal [850x850x3]	Körrollózás (Tárcsa) [Ø835x3]	Darabolás + Körrollózás	Darabolás Visszavágások nélkül [880x883x3]
Mért idők átlaga [másodperc/db]:	37,00	21,73	58,80	22,94
Járulékos idő [másodperc/db]:	7,40	2,61	10,01	2,75
Pihenő idő [másodperc/db]:	1,48	0,87	2,35	0,92
Összes idő [másodperc/db]:	45,88	25,20	71,08	26,61
Normaidő[másodperc/db]:	50	30	80	30
Széria gyártási ideje (300 db) [h]:	4,2	2,5	6,7	2,5
Éves darabszám gyártási ideje (10000 db) [h]:	140	83,33	223,33	83,33

A táblázatból látható, hogy a meglévő szerszám esetében a teríték előkészítése egy 300 darabos szériánál 6,7 órába, míg az új szerszámnál 2,5 órába telik. Az éves darabszám ledarabolása pedig első esetben 9,5 napot (223,33 óra), az új szerszám esetében pedig 3,5 napot (83,33 óra) fog igénybe venni.

3.6.2. Mélyhúzási művelet mérése és vizsgálata normaidő meghatározása

A mélyhúzás művelet idejét 750 mm-es edényfenéknél kísérleti gyártás keretein belül vizsgáltam. Mindkét technológia eredményeit táblázatba foglaltam (7. Táblázat). Ezen kívül mérésre kerültek a beállítás és kiszerezés időtartamai is, ezt is táblázatban rögzítettem (8. Táblázat). A normaidő meghatározásához a korábbiakban ismertett módosítókat használtam, mint a pihenőidő (4 %) és a járulékos idő (12 %), ezen felül a gépbeállási és

kiszereelési idők is mérésre kerültek, ezek darabra vonatkozó értékeit hozzáadtam az alapidőkhöz (9. Táblázat).

7. Táblázat Mélyhúzás kísérleti gyártásának vizsgálata

	Húzás a korábbi szerszámmal:	Húzás az új szerszámmal:
	[másodperc/db]	[másodperc/db]
1.	0:02:56	0:02:10
2.	0:02:20	0:02:10
3.	0:02:11	0:01:56
4.	0:02:07	0:02:14
5.	0:02:13	0:02:04
6.	0:02:11	0:02:04
7.	0:02:25	0:02:09
8.	0:02:12	0:02:09
9.	0:02:42	0:02:05
10.	0:02:03	0:02:06
Átlag:	0:02:20	0:02:07

8. Táblázat Szerelési idők összehasonlító táblázata

Szerelési idők összehasonlító táblázata			
	Beszereelés:	Kiszereelés:	Szereléssel töltött összes idő
630 tonnás prés gép/ Blokkszerszám	0:20:28	0:17:05	0:37:33
450 tonnás prés gép/ Épített szerszám	1:09:53	0:33:21	1:43:14

9. Táblázat húzás normaidők meghatározása

	<i>Húzás a korábbi szerszámmal:</i>	<i>Húzás az új szerszámmal:</i>
<i>Mért idők átlaga</i> <i>[másodperc/db]:</i>	140,00	126,70
<i>Járulékos idő</i> <i>[másodperc/db]</i>	16,80	15,21
<i>Pihenő idő</i> <i>[másodperc/db]:</i>	5,60	5,07
<i>Átállási idők</i> <i>[másodperc/db]:</i>	20,65	7,51
<i>Összes idő</i> <i>[másodperc/db]:</i>	183,05	154,48
<i>Normaidő</i> <i>[másodperc/db]:</i>	190	160
<i>Széria gyártási ideje</i> <i>(300 db)[h]:</i>	15,83	13,33
<i>Éves darabszám gyártási ideje (10 000 db) [h]:</i>	527,80	444,50

A táblázatból kiolvasható, hogy a korábbi szerszámmal történő húzás művelet normaideje egy 300 darabos széria esetén 15,8 órába, míg az új szerszámmal történő húzási művelet 13,3 órába telik. Az éves darabszám gyártási ideje első esetben ~ 528 óra, míg az új szerszám esetén ez jelentős mértékben ~ 445 órára csökken.

3.6.3. Költségszámítás és összehasonlítás a korábbi technológiával

A gyártási költségek elemzésével összevethető gazdaságosság szempontjából az alkatrész korábbi és az új gyártása. A gyártási költség meghatározásánál az alábbi költségeket veszem figyelembe: anyagköltség, bérköltség, a gépek energia költsége, továbbá átvételi költségek és a csomagolás költségei. Az említett tényezőket táblázatban összegeztem (10. Táblázat).

Figyelembe vett költségek ismertetése:

- Alapanyag ár jelenleg 1 €/kg (A jelenlegi helyzetben erősen korrelációt mutat többek közt az euro árfolyamváltozásával, ingadozó tényező: 0,8-1,65 €/kg közt változik).
- Munkaerő bérköltsége: A dolgozók átlagos bérköltségét veszem figyelembe az üzemvezető és a főmérnök adatai alapján.
- Gépek energia költsége: Fogyasztásmérővel mért értékek.
- Átvételi költség: A kereskedelmi vezető adatai alapján, értéke a költségtényezők 1,5% növelése. Az átvétel 100 db termék szűrőpróba szerű ellenőrzése során 5 db teljeskörű minőségügyi vizsgálata (Szemrevételezés és teljes bemérés műveleti utasítás alapján).
- Csomagolási költség: A kereskedelmi vezető adatai alapján, értéke a költségtényezők 2,5% növelése. A csomagolás 30 db befogadóképességű kalodákban történik.

10. Táblázat költségek összesítése

Korábbi gyártástechnológia és szerszám									
Mégmunkálás fázisai	Anyagköltség [Ft/ széria]	Elkészülés időtartama [óra/széria]	Energia költség:		Bérköltség			Átvételi költség [Ft/ széria]	Csomagolási költség [Ft/ széria]
			Energia fogyasztás [kW/óra]	Energia fogyasztás [Ft/ széria]	Bérköltség [Dolgozó /óra]	Dolgozók száma	Munkaerő költség [Ft/ széria]		
Lemezoló		4,2	30	9 576	5738	2	48 199		
Köröllő		2,5	20	3 800	5738	2	28 690		
450t sajtológép		15,8	40	48 032	5738	1	90 660		
Olaszperemező		12,5	25	23 750	5738	1	71 725		
Összesen	2 266 000	35		85 158			239 275	38 856	64 761
Éves mennyiség	75 533 333	1 167		2 838 600			7 975 820	1 295 216	2 158 694

Új technológia és Blokkszerszám									
Mégmunkálás fázisai	Anyagköltség [Ft/ széria]	Elkészülés időtartama [óra/széria]	Energia költség:		Bérköltség			Átvételi költség [Ft/ széria]	Csomagolási költség [Ft/ széria]
			Energiafogyasztás [kW/óra]	Energiafogyasztás [Ft/ széria]	Átlag bérköltség [Dolgozó/óra]	Dolgozók száma	Munkaerő költség [Ft/ széria]		
Lemezoló		2,5	30	5 700	5 738	2	28 690		
630t sajtológép		13,3	60	60 648	5 738	1	76 315		
Olaszperemező		12,5	25	23 750	5 738	1	71 725		
Összesen	2 266 000	28,3		90 098			176 730	37 992	63321
Éves mennyiség	75 533 333	943		3 003 267			5 891 013	1 266 414	2 110 690
Éves megtakarítás:	1 996 946								

Az összesítő táblázatból látható, hogy az új szerszámmal a gyártási idő és a gyártást érintő költségek lecsökkennek. Az éves megtakarítás az új szerszámmal történő gyártás esetén mintegy 2 M Ft-ra tehető (1 996 946 Ft).

3.6.4. Szerszám ára és megtérülés becslése/ számítása

A szerszám legyártására az elkészített műhelyrajzok alapján kértem árajánlatot, amely az alábbi tényezőket tartalmazza:

- Szerszám alapanyagának ára: 19 691 € (8 098 908 Ft)
- Teljeskörű gyártási költség (Fogácsolás, Felület és hőkezelés): 47 948 € (19 721 012 Ft)
- Összeszerelés: 1 167 € (497 987 Ft)
- A teljes szerszám gyártási költsége tehát: 68 806 € (28 299 908 Ft)

Várható élettartama 30 000 db edényfenékre becsülhető, de ekkora gyártott darabszám mellett be kell iktatni két teljeskörű szerszám felülvizsgálatot és karbantartást (kopott alkatrészek javítása vagy cseréje, vágóélek javítása esetleges cseréje). Az első 10 000 db után a másodikat 20 000 db edényfenék legyártása után kell elvégezni. Erre további költségként a szerszámár 10%-át számolom mindkét karbantartás esetén.

- Karbantartási költség (10 000 db-nál): 2 829 991 Ft
- Karbantartási költség (20 000 db-nál): 2 289 991 Ft
- Teljes szerszámköltség: 33 959 890 Ft

A szerszám költségét tartalmaznia kell a termék eladási árának. 30 000 darab edényfenékre vonatkoztatva a szerszámköltség: 1132 Ft/ db.

- A termék eladási ára: 17 645 Ft (43 €)
- A termék gyártási költsége: 8980 Ft/ db
- Gyártási költség + Szerszámköltség: 10 112 Ft
- Nyereség: 7533 Ft
- A szerszámköltség megtérüléséhez gyártandó darabszám: (Teljes szerszámköltség/ nyereség):

$$Megtérülés = \frac{Szerszám\ kg.}{Nyeresség} = \frac{33\ 959\ 890}{7\ 533} = 4509\ db$$

A szerszám árának megtérüléséhez 4509 db 650 mm átmérőjű edényfenék gyártása szükséges, ami a tervezett éves darabszám alapján fél év alatt valósítható meg.

4. Összefoglalás

Szakdolgozatom célkitűzése egy blokkszerszám tervezése volt, amely gyártástechnológia és gazdaságosság szempontjából hatékonyabb a korábbi gyártás szerszámánál és a hozzátartozó gyártási technológiánál. A tervezési folyamat kiindulási alapjául a 750 mm-es és a 790 mm-es edényfenékek esetében alkalmazott technológia és szerszám szolgált.

A dolgozat első részében bemutattam a Technokov Kft. történeti mérföldköveit, illetve a jellemző lemezalakító eljárásokat. Bemutattam a tervezett szerszámmal készülő terméket és a megrendelőt.

A szakirodalmak összegyűjtése és feldolgozása folyamán bemutattam a termék gyártása során előkerülő alakítási eljárásokat, mint a kivágás, a mélyhúzás és az e műveletek tervezéséhez szükséges számításokat. Kitértem a szerszám alkatrészek ajánlott anyagminőségeire. Ismertetésre kerültek a Blokkszerszám előnyei és hátrányai.

A harmadik fejezetben a saját munka részeként ismertettem a partner termékkel szemben támasztott követelményeit, mint az alak- és méretpontosság és a homogén felületminőség. Majd bemutattam a korábbi gyártástechnológia darabolás, köröllózás és húzás műveleteit, mert ezeknél számottevő eltérés van az új szerszámmal szemben. Rávilágítottam a korábbi gyártástechnológia nehézségeire és azokra az akadályokra, melyeket az új szerszámmal szeretnék kiküszöbölni.

A kiinduló alapanyag anyagminőség jellemzését követően a tényleges szerszámtervezés következett, melynek során a szükséges számításokat elvégeztem, majd az aktív elemek tűréseit meghatároztam. A tűrések ismeretében elkészíthetővé váltak a szerszám műhelyrajzai és az összeállítási rajz.

Ezt követően a kapcsolódó kísérleti gyártásokat mutattam be. A darabolási és köröllózási művelet időbeli eltéréseit sikerült a 650 mm-es edényfenék kísérleti gyártásain keresztül vizsgálni, míg a húzás művelet időbeli eltéréseit 750 mm-es edényfenék esetén tudtam bemutatni. Mivel ehhez a korábbi és az új technológia szerszámjai is rendelkezésre állnak, illetve a két termék norma idejében sincs számottevő eltérés. A kísérleti gyártásokkal láthatóvá vált, hogy komoly időmegtakarítás érhető el a tervezett új szerszámmal, illetve az összehasonlító táblázat alapján a gyártási költség az új szerszám esetén szintén alacsonyabb.

A dolgozatom utolsó pontjában a szerszámgyártására kapott ajánlat és a termék értékesítési árának ismeretében meghatároztam a megtérülési időt.

5. Summary

The aim of my thesis was to design a combined blanking and forming die that can be more economical and efficient in terms of production technology than the previous production tool and the related production technology. The design process was based on the technology and tools used for the 750 mm and 790 mm container heads.

In the first part of my thesis, I presented the historical milestones of Technokov Ltd. together with the typical sheet forming processes. I introduced the customer and the product to be made with the designed tool.

During the collection and processing of the technical literature, I described the forming procedures that occur during the production of the product, such as cutting and deep drawing, and the calculations required for the planning of these operations. I touched upon the recommended material qualities of the tool parts. The advantages and disadvantages of the combined blanking and forming die were explained.

In the third chapter, as part of my own work, I explained the customer's requirements for the product, such as shape and size accuracy and homogeneous surface quality. Then I presented the cutting, circular shearing and pulling operations of the previous production technology, because there is a significant difference in these compared to the new tool. I highlighted the difficulties of the previous production technology and the obstacles that I would like to eliminate with the new tool.

After describing the material quality of the starting material, the actual tool design followed, during which I performed the necessary calculations and then determined the tolerances of the active elements. Knowing the tolerances made it possible to prepare the workshop drawings and the assembly drawing of the tool.

After that, I presented the related pilot productions. I was able to examine the temporal variations of the cutting and circular shearing operation through experimental productions of the 650 mm container end, while I was able to present the temporal variations of the pulling operation in the case of a 750 mm container end. Because the tools of the previous and the new technology are available for this, and there is no significant difference in the standard time of the two products. With the experimental productions, it became obvious that serious timesaving can be achieved with the designed

new tool, and based on the comparison table, the production cost with the new tool is also lower.

In the last point of my thesis, I determined the payback time based on the offer I received for tool production and the sales price of the product.

6. Felhasznált Irodalom

- [1] Könyvtár, T. K. (dátum nélk.).
- [2] Technokov Kft. (1993-tól napjainkig). Technokov. Forrás: Technokov Cégtörténet: <http://www.technokov.hu>
- [3] Mike, Z. (1993. 11 1993.11.19.). Talpon maradt kohászati üzemek. Magyar Hírlap, old.: 93.
- [4] Devecz János. Jármű- és hajtáselemek III. (2012) Budapesti Műszaki Egyetem
- [5] DIN 28011. (2012. Juli). Gewölbte Böden - Klöpperform.
- [6] DIN 28013. (2012.. Juli). Gewölbte Böden - Korbbogenform.
- [7] NF E81-103 Fonds elliptiques, Décembre 1997
- [8] Hack-Jaszovszky-Smólig. (1976). Szerszámkészítés. Budapest: Műszaki Könyvkiadó.
- [9] Benedek-Dr.Kismarty-Moskovszky-Osoha. (1963). Vas-és Fémipari Anyagismeret. Budapest: Ipari Műszaki Könyvkiadó.
- [10] Dr. Balog András-Dr. Sárvári József-Dr. Schäffer József-Dr. Tisza Miklós- Mechanikai Technológiák Miskolci Egyetemi kiadó (2003)
- [11] Dr. Danyi József – Dr. Végvári Ferenc Lemezmegmunkálás Kecskeméti főiskola 2011
- [12] Dr. Gillemot László – Dr. Ziaja György Fémek képlékeny alakítása Tankönyvkiadó Budapest, 1987
- [13] Dr. Danyi József – Dr. Végvári Ferenc Gépjárműgyártás, fenntartás Kecskeméti főiskola, 2011
- [14] Balla Sándor – Bán Krisztián – Dömötör Ferenc – Göndöcs Balázs – Markovits Tamás – Vehovszky Balázs Járműgyártás folyamatai I., Budapesti Műszaki és Gazdasági Egyetem Közlekedésmérnöki és Járműmérnöki Kar
- [15] Kardos Károly - Danyi József – Danyi József Képlékeny alakítás [Képlékeny alakítás \(tankonyvtar.hu\)](http://tankonyvtar.hu); [PowerPoint bemutató \(sze.hu\)](http://sze.hu)
- [16] Gál Gaszton – Dr. Kiss Antal – Dr. Sárvári József – Dr. Tisza Miklós Képlékeny hidegalakítás Miskolci Egyetem (10. Kiadás 2010)
- [17] Dr. Márton Tibor Forgács nélküli alakítások Műszaki könyvkiadó 2015

7. Ábrajegyzék

1. ábra Sekélydomború 650mm átmérőjű edényfenék.....	2
2. ábra Sekélydomború 650 mm átmérőjű edényfenék ábrája.....	2
3. ábra 450 tonnás prés gép.....	4
4. ábra a felújított 630t prés gép.....	5
5. ábra Alkatrész emelése a magasdaruval az ötvenes években [2].....	6
6. ábra Edényfenekek csomagolás előtt az üzemcsarnokban	8
7. ábra Sekélydomború edényfenék geometriája DIN 28011 szerint. [5]	9
8. ábra Mélydomború edényfenék geometriája DIN 28013 szerint. [6]	10
9. ábra Elliptikus edényfenék geometriája az NF E81-103 szerint [7]	10
10. ábra Tartályokba építhető búvónyílás (Technokov Kft. által készített alkatrészei: Kengyelek, Oválgűrű, Fedél, mellettük pedig az összeállított búvónyílás)	11
11. ábra Alaplap (Vasúti kocsik alvázánál használt alkatrész)	11
12. ábra Forgácsolás nélküli alakítások felosztása [8]	13
13. ábra Meleg húzás a 2000 tonnás prés gépen	15
14. ábra Hidegalakítás a Boldrini görgőző gépen	15
15. ábra Vágás elvi ábrája [11]	16
16. ábra Vágás: a -a vágás elve; b -vágott felület optimális vágórés esetén; c -vágott felület az optimálisnál kisebb vágórés esetén [10]	17
17. ábra Tűrés mezők elhelyezkedése (kivágásnál) [11]	19
18. ábra Vágóerő változása a vágási út függvényében [11]	20
19. ábra Hengeres edény mélyhúzásának vázlata	24
20. ábra Kivágó, húzó blokk szerszám elvi rajza [8]	26
21. ábra Darabolási művelet a korábbi technológia szerint.	28
22. ábra Hulladék összehajtása és elvétele a köröllőzási művelet során.	29
23. ábra Összehajtott vágási hulladék.	29
24. ábra Húzógyűrűk a külső szerszám térben.	30
25. ábra Sajtolóbélyegek a gyártócsarnok szerszámterében.	31
26. ábra 3x880x853 Teríték elhelyezkedése a tervezett szerszámban.	32
27. ábra Vágási művelet a tervezett szerszámhoz.	32
28. ábra Körgyűrű alakú vágási hulladék, peremézést követően.	34

29. ábra Térfogat meghatározása SolidWorks segítségével.	35
---	----

8. Mellékletek

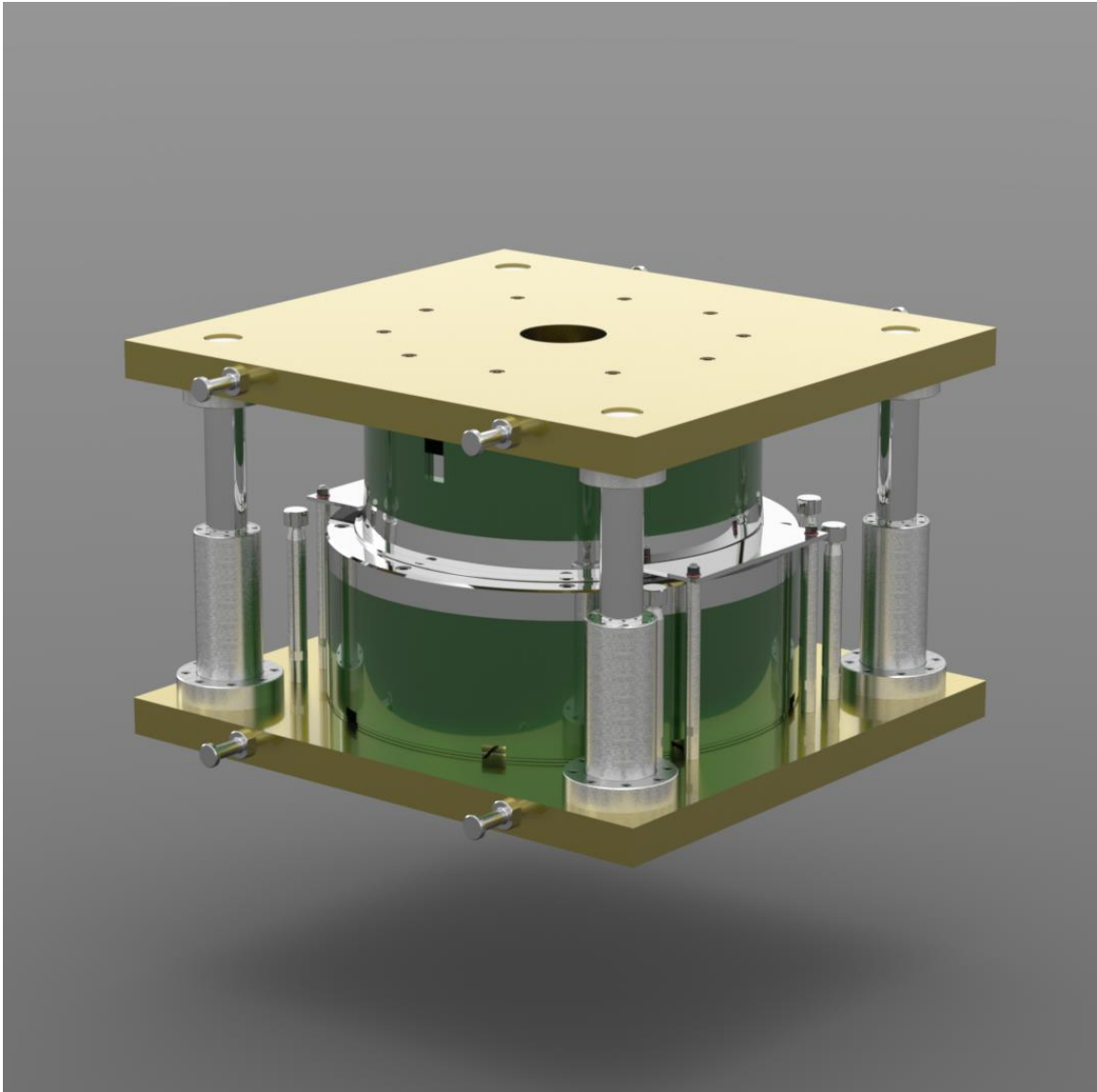
8.1 Gyártástechnológia leírása

Rajkszám:	Darabszám:	Megnevezés:	Anyagminőség:	Befoglaló méretek:
T22-01-1	1	Alsó alaplapp	E355	1320/1220x80
T22-01-7	1	Felső alaplapp	E355	1320/1220x8
Kiinduló alpanyag:	Lángvágott durvalemez Lv80, oldalanként 5mm ráhagyással			
Megmunkálás lépései:	· Marás			
	· Fúrás			
	· Menetvágás			
T22-01-2	1	Alsó késtartógyűrű	E355	Ø990/Ø845x300
T22-01-6	1	Felső késtartó gyűrű	E355	Ø825/Ø655x260
Kiinduló alpanyag:	Kovácsolt előgyártmány			
Megmunkálás lépései:	· Kovácsolást követő lágyítás			
	· Nagyoló esztergálás			
	· Nagyolás után feszültségcsökkentő hőkezelés			
	· Simító esztergálás			
	· Fúrás			
	· Menetvágás			
	· Marás			
T22-01-3	1	Alsó vágókés	W6	Ø990/Ø834,2x70
T22-01-5	1	Felsővágókés és húzógyűrű	W6	Ø833,7/Ø648,8x70
Kiinduló alpanyag:	Kovácsolt előgyártmány			
Megmunkálás lépései:	· Lágyítás			
	· Nagyoló esztergálás			
	· Fúrás			
	· Menetvágás			
	· Hőkezelés			
	· Simító esztergálás			
	· Polírozás			
T22-01-4	1	Ráncfogó gyűrű	W6	Ø844/Ø644x142
Kiinduló alpanyag:	Kovácsolt előgyártmány			
Megmunkálás lépései:	· Lágyítás			
	· Nagyoló esztergálás			
	· Hőkezelés			
	· Simító esztergálás			
	· Polírozás			

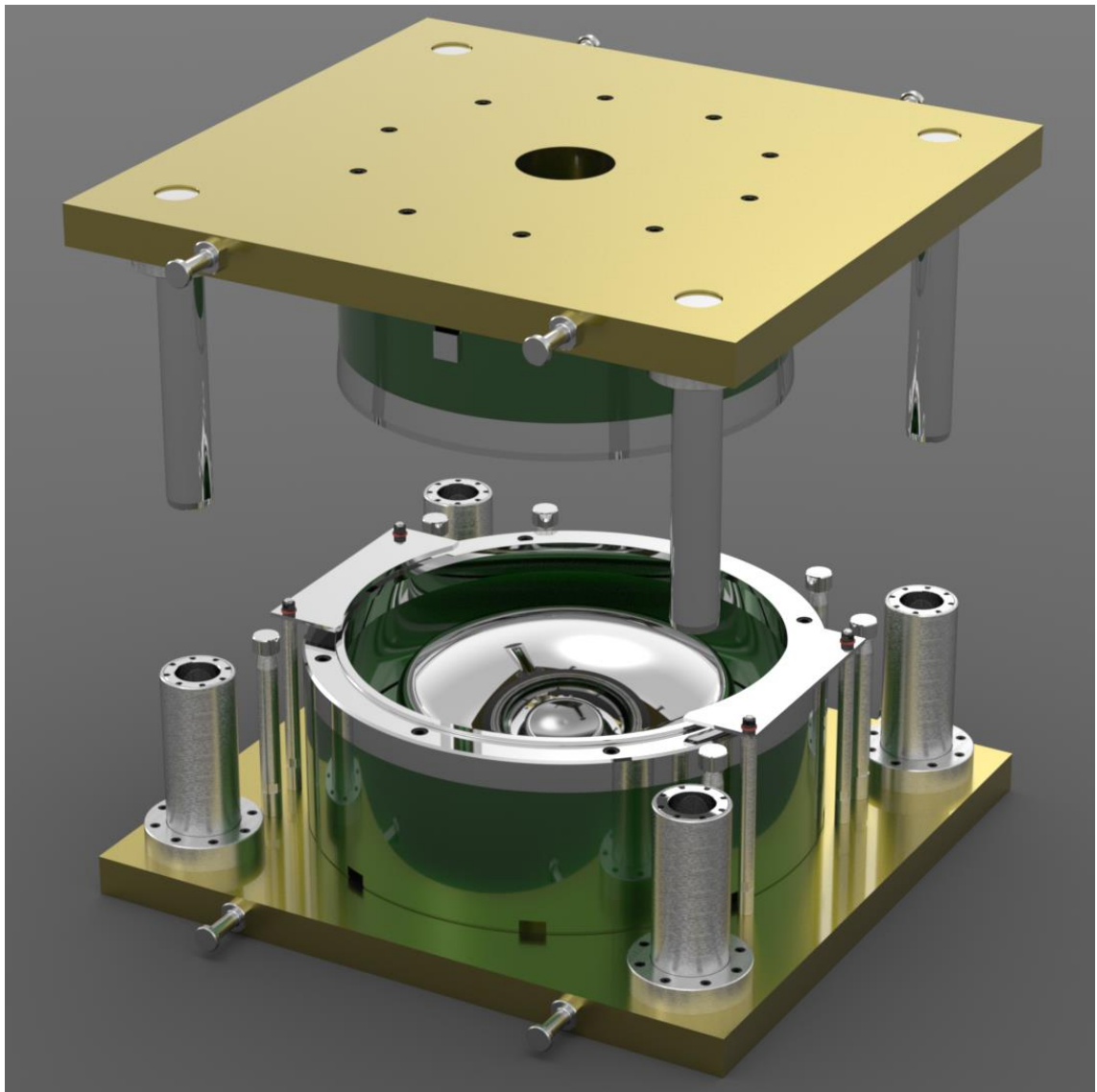
Rajkszám:	Darabszám:	Megnevezés:	Anyagminőség:	Befoglaló méretek:
T22-01-8	4	Vezetőhüvely	S355J2H	Ø155/Ø96x435
Kiinduló alapanyag:	D159x32 vastagfalú varrat nélküli acélcső			
Megmunkálás lépései:	· Nagyoló esztergálás			
	· Feszültségcsökkentő hőkezelés			
	· Simító esztergálás			
	· Kösörülés			
	· Fúrás			
	· Menetfúrás			
T22-01-9	4	Rögzítőgyűrű-1	42CrMo4+QT	Ø225/Ø142x50
T22-01-11	4	Rögzítőgyűrű-2	42CrMo4+QT	Ø170/Ø87x50
Kiinduló alapanyag:	Nemesített köracél			
Megmunkálás lépései:	· Esztergálás			
	· Fúrás			
	· Süllyesztés			
T22-01-10	4	Vezetőoszlop	42CrMo4+QT	Ø225 x590
Kiinduló alapanyag:	Nemesített köracél			
Megmunkálás lépései:	· Esztergálás			
	· Kösörülés			
	· Nitridálás			
T22-01-12	4	Vezetőpersely	CuSn12	Ø125/Ø85x100
Kiinduló alapanyag:	D130/d80 vastagfalú bronz cső			
Megmunkálás lépései:	· Esztergálás			
	· Kösörülés			
	· Marás			
	· Fúrás			
T22-01-13	1	Kereszt rúd	S355J2	795x48x50
Kiinduló alapanyag:	Lángvágott durvalemez Lv50, oldalanként 5mm ráhagyással			
Megmunkálás lépései:	· Marás			
	· Fúrás			
	· Menetvágás			
T22-01-14	1	Lehúzó tárcsa	S355J2	Ø648x60
Kiinduló alapanyag:	Lángvágott durvalemez Lv60, oldalanként 5mm ráhagyással			
Megmunkálás lépései:	· Esztergálás			
	· Fúrás			
	· Menetvágás			

Rajzszám:	Darabszám:	Megnevezés:	Anyagminőség:	Befoglaló méretek:
T22-01-15	6	Vezetőgörgő tartóoszlopa	42CrMo4+QT	Ø40x401
T22-01-17	4	Lehúzólemez tartóoszlopa	42CrMo4+QT	Ø30x430
Kiinduló alapanyag:	Nemesített köracél			
Megmunkálás lépései:	· Esztergálás			
	· Menetvágás			
	· Marás			
T22-01-16	6	Vezetőgörgő	42CrMo4+QT	Ø52x32
Kiinduló alapanyag:	Nemesített köracél			
Megmunkálás lépései:	· Esztergálás			
	· Külső felület recézése			
T22-01-18	2	Lehúzólemez	S355J2	145x450x11
Kiinduló alapanyag:	Lv11 durvalemez			
Megmunkálás lépései:	· Forma kivágása lézervágón			
	· Marás			
	· Fúrás			
T22-01-19	1	Bélyeg	EN GJL250+1,5%Cr	Ø642,8x355
Megmunkálás lépései:	· Mintakészítés			
	· Öntvénygyártás			
	· Esztergálás			
	· Fúrás			
	· Menetvágás			
T22-01-20	8	Emelőcsap	42CrMo4+QT	Ø60x155
Kiinduló alapanyag:	Nemesített köracél			
Megmunkálás lépései:	· Esztergálás			
	· Menetvágás			
	· Marás			

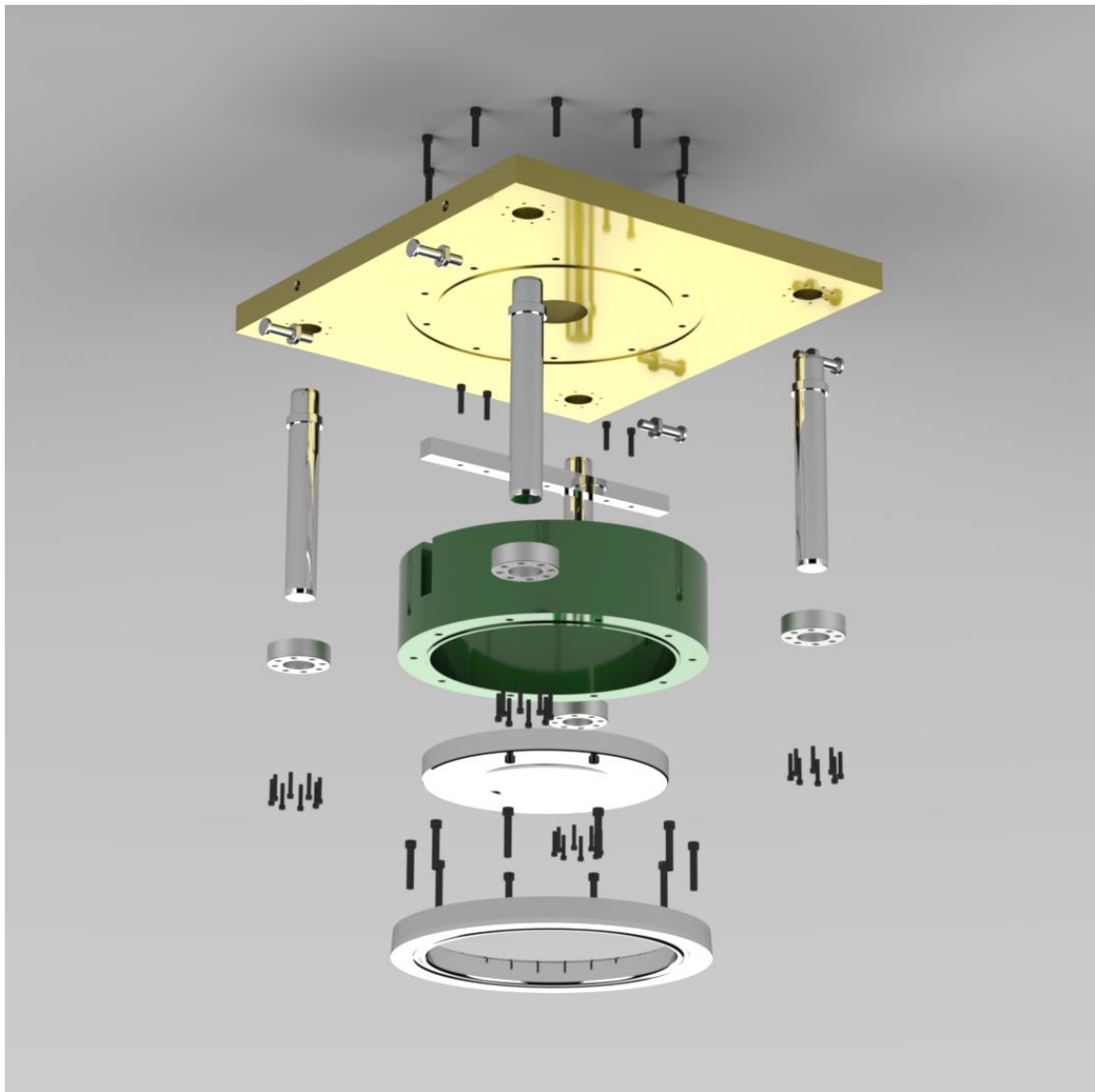
8.2 Látványtervek a tervezett Blokkszerszámról



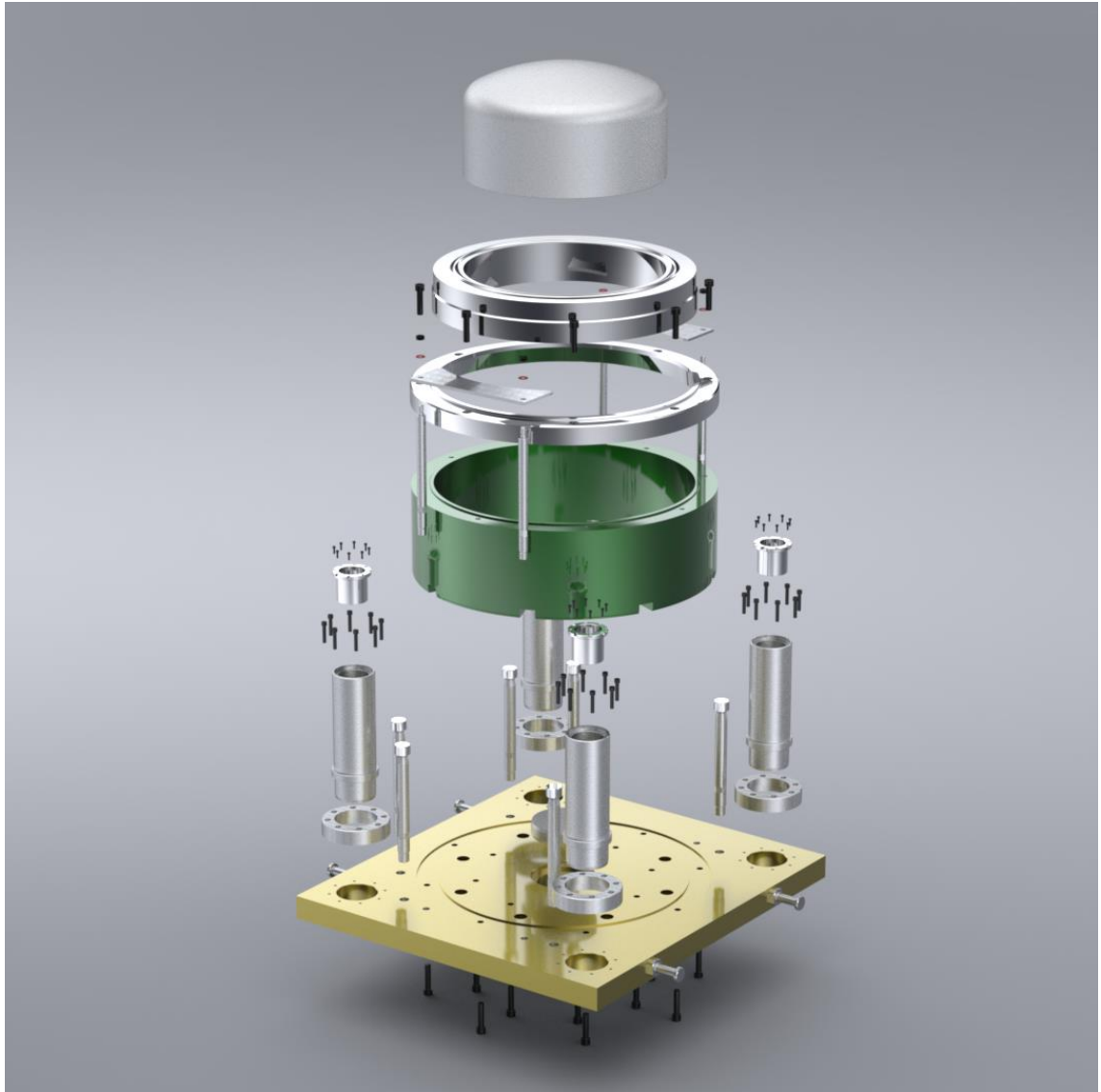
A szerszám zárt állapotban



A szerszám szétnyitott állapotban

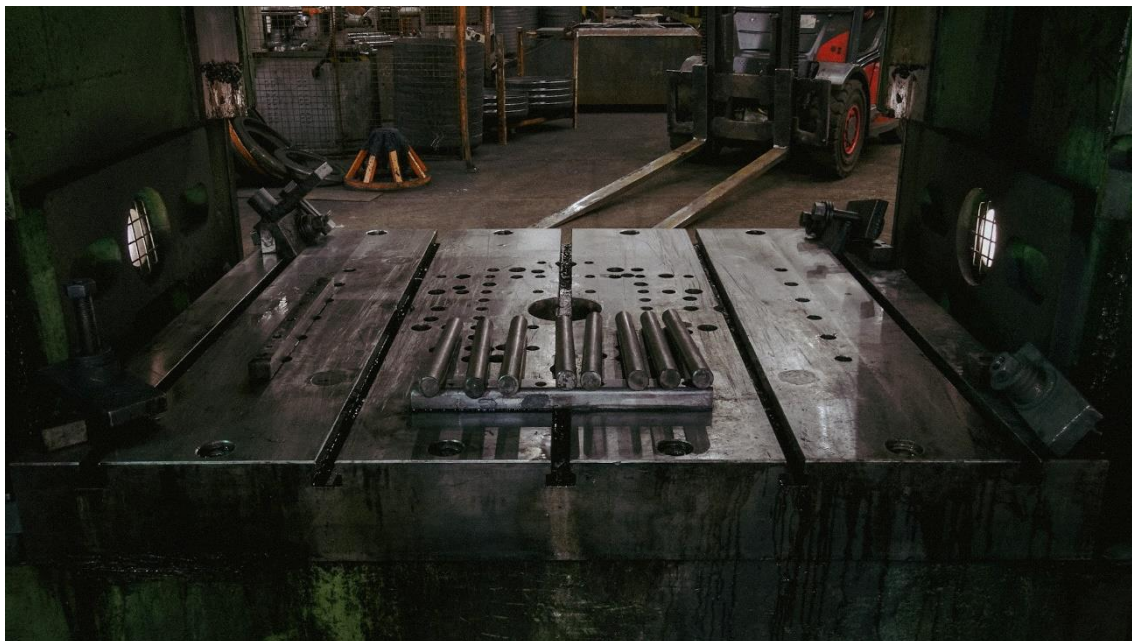


Felsőrész robbantott ábrája



Alsórész robbantott ábrája

8.3 750 mm edényfenék gyártásának képei blokkszerszámmal



Üres tárgyasztal rajta a kitoló rudakkal



Kitolórudak behelyezése a megfelelő osztókörbe



A húzópárna felső állásban van, amely megemeli a kitolórudakat ez látható a kijelzőn.



A behelyezett blokkzszerű illeszkedik a tájolólemezekhez.



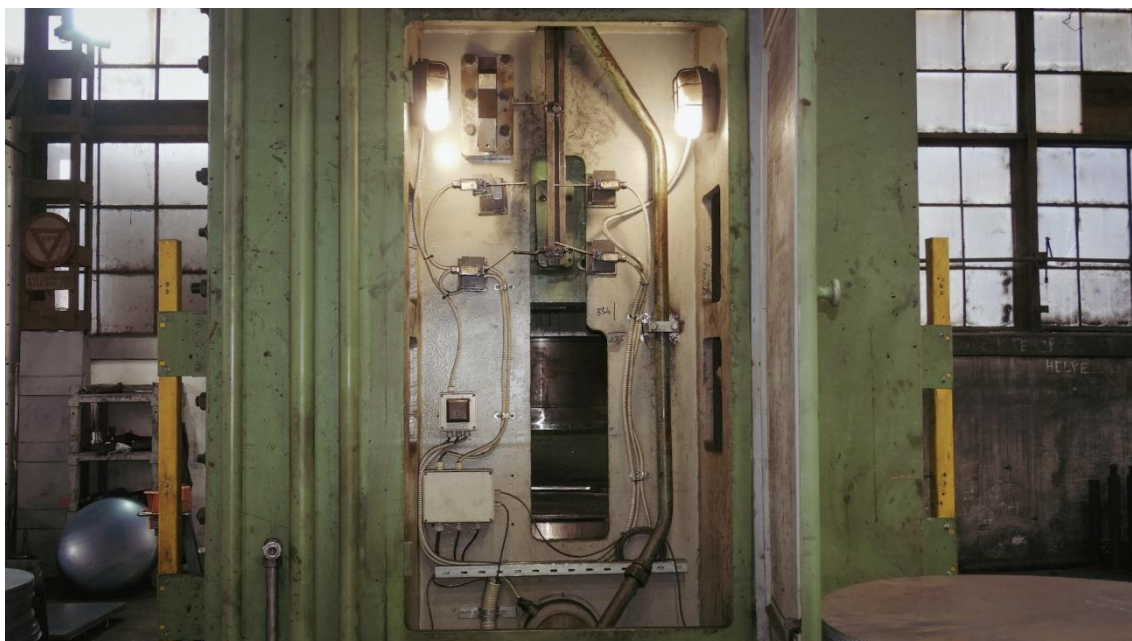
A szerszám pozíciója helytelen, ezért a húzópárna a kitolórudakkal elemeli a tárgyasztalról.



A szerszám helyzete megfelelő, a kitolórudak az alsórész csapjaiba illeszkednek a ráncfogógyűrű emelésével elemelik a felsőrészt.



A blokkszerszám rögzítése a tárgyasztalhoz és a medvéhez csavaros rögzítőkkal.



A végállások beállítására szolgáló kapcsolók a présgép oldalán és az aknában találhatóak.



A ráncfogó gyűrű nincs megfelelő helyzetben, a hidraulikus párna végállásán emelni kell.



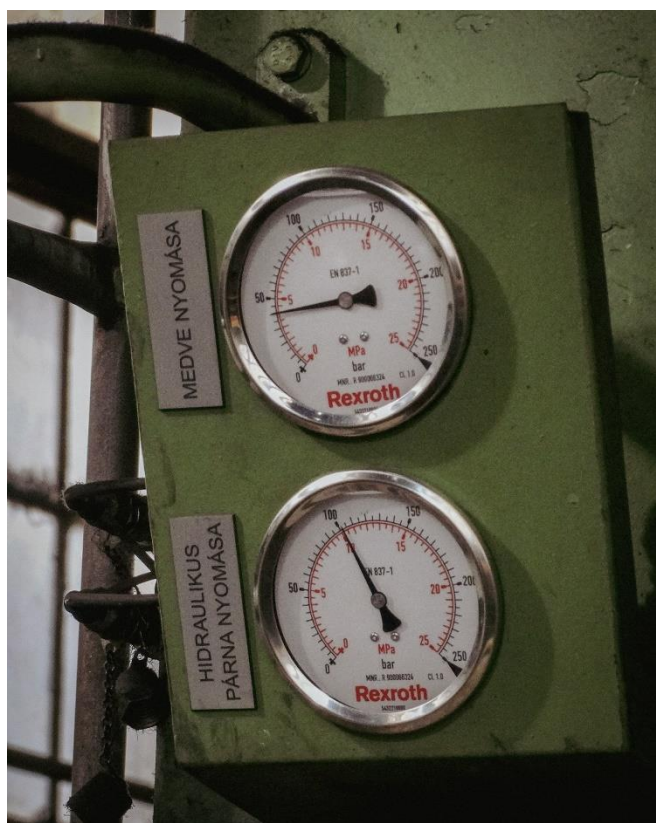
A blokkszerszámba helyezett teríték lemez kivágás és húzás előtt.



A felsőrész alsó végállás felé mozdulása során megtörténik a kivágás művelet.



A kivágás után elindul a húzás az anyag elkezd felvenni a bélyeg formáját.



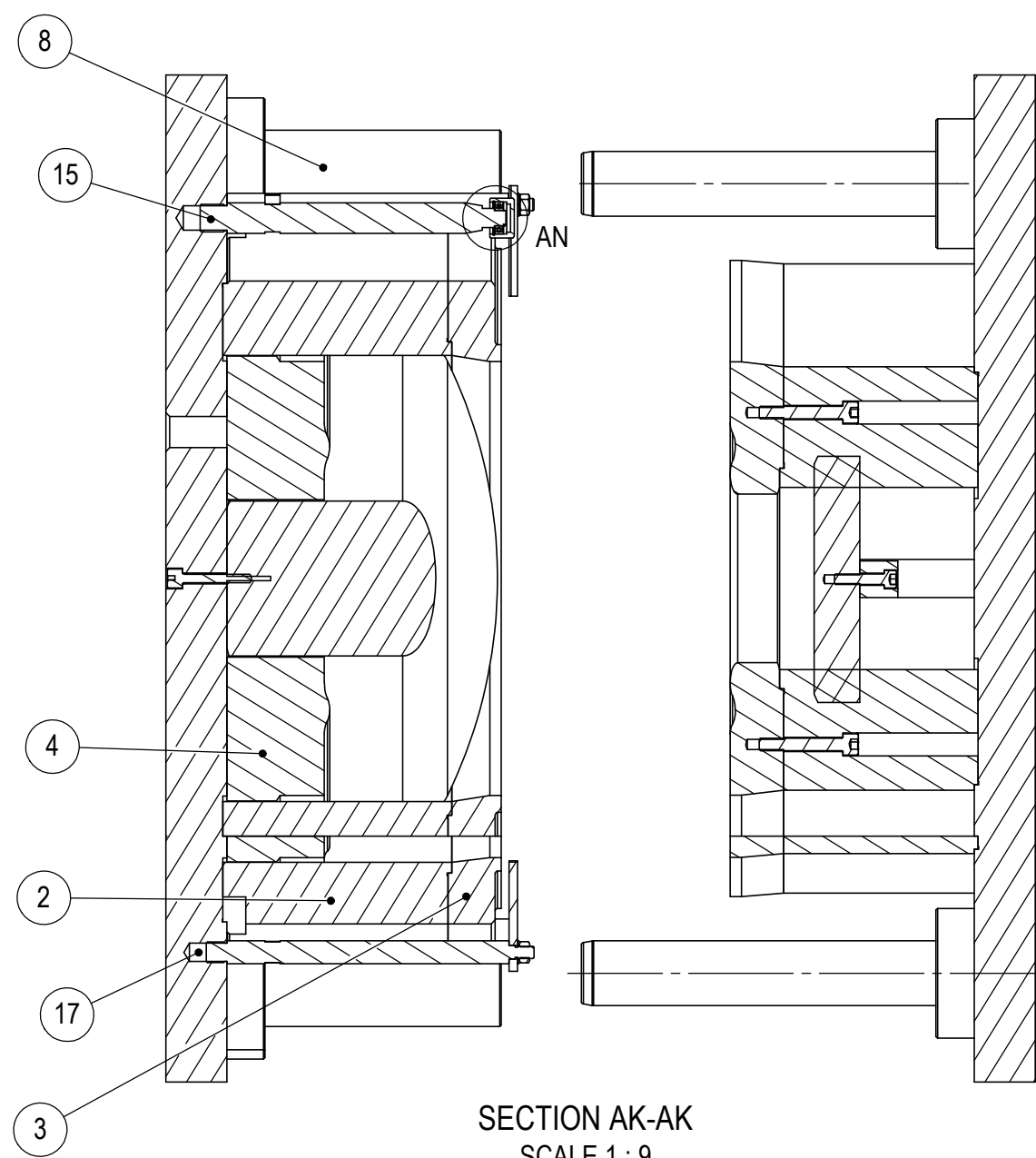
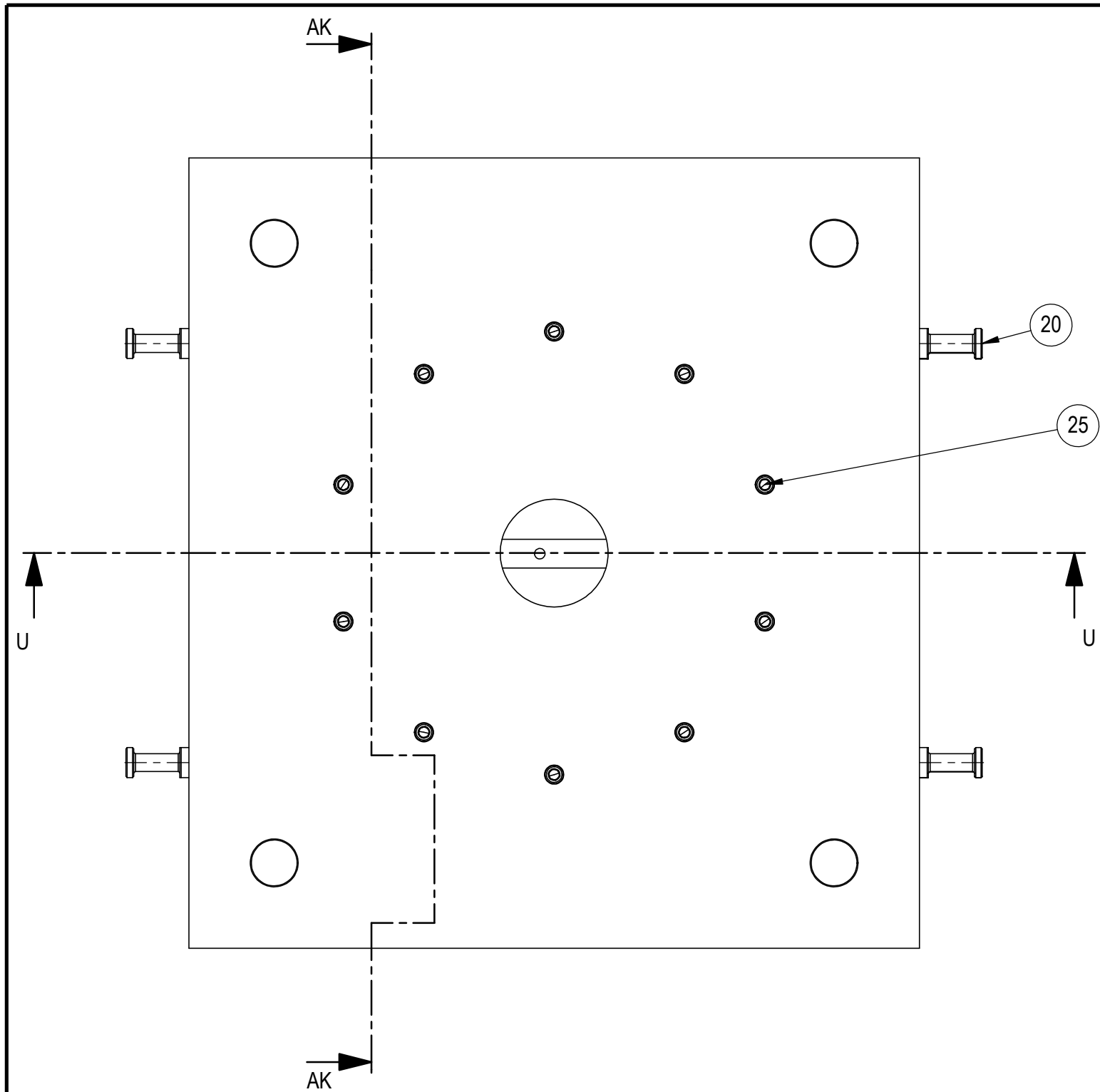
A hidraulikus párna szolgál a ráncgátlásra. 750 mm-es termék esetén 10 MPa a ráncfogó nyomás.



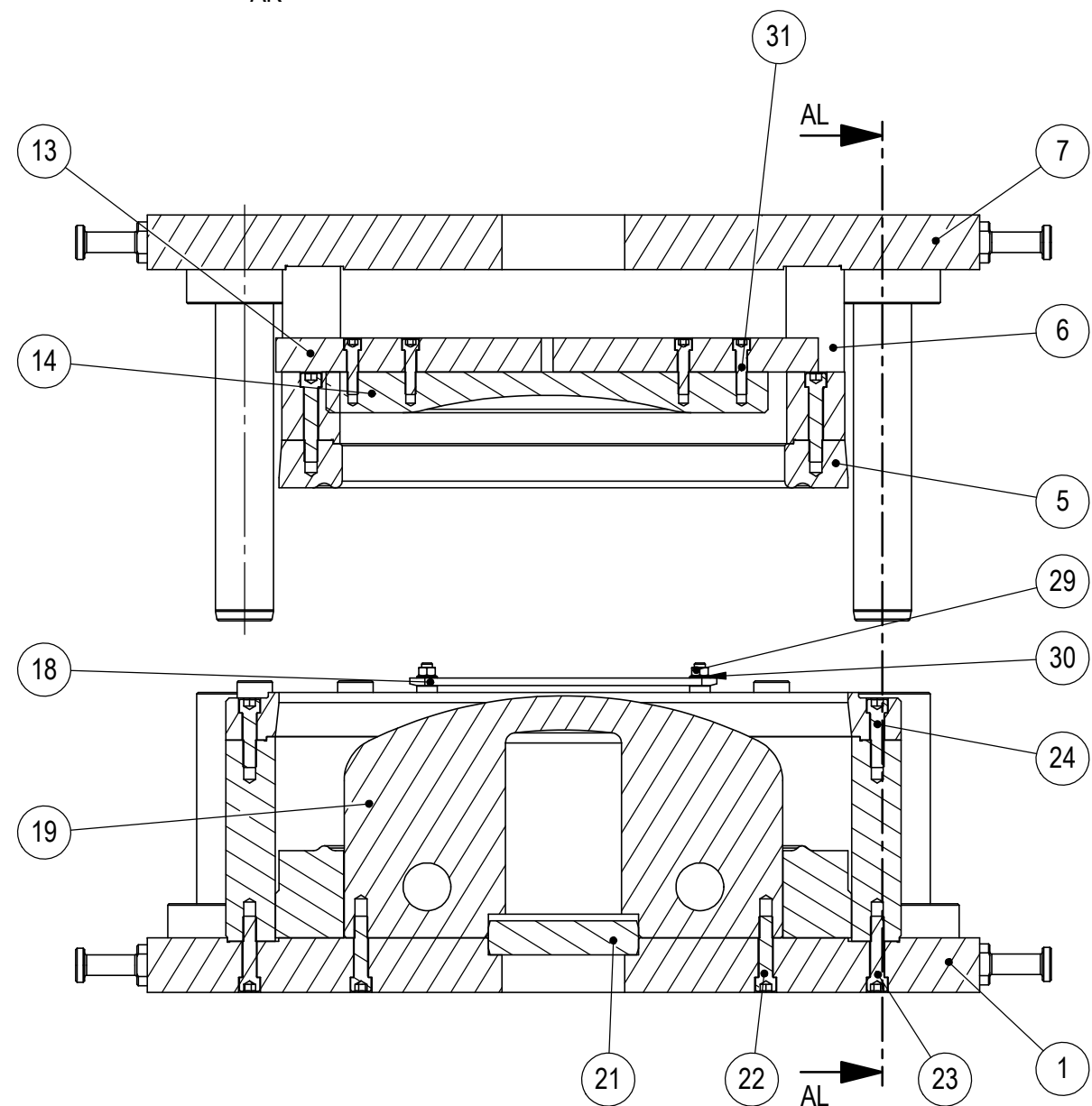
A húzás művelet végeztével, a hidraulikus párna a kiindulási helyzetbe mozgatja a ráncfogó gyűrűt és vele kiemeli a terméket.

5. Adattábla:

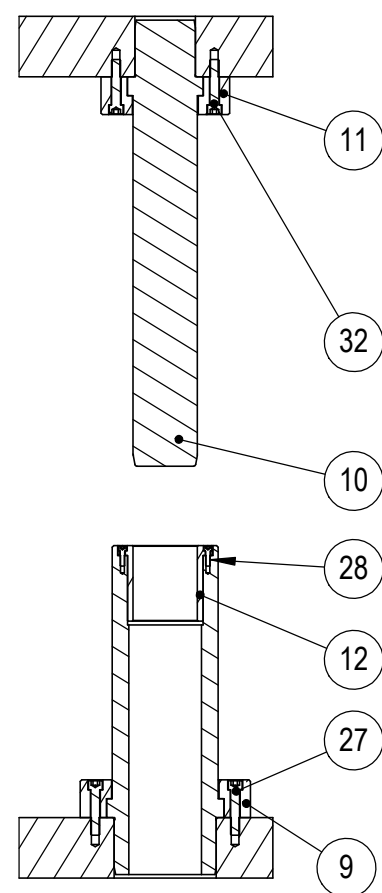
ADATLAP - P315, 6300kN hidraulikus sajtológép			
Általános adatok			
No.	Megnevezés	Adat	
1.	A sajtológép típusa	Egyszeres működésű keretes hidraulikus lemezsajtológép	
2.	Modell	P315	
3.	Gyártási év	1979	
4.	Gyártási szám	139	
5.	Gyártó	Hidropress - Orenburg - Oroszország	
Műszaki adatok			
No.	Paraméter megnevezése	Mértékegység	Érték
1.	Sajtológép névleges sajtoló ereje	kN	6300
2.	Sajtolódugattyúk maximális nyomása	bar	200
3.	Hidraulikus párna névleges tartóereje	kN	2500
4.	Hidraulikus párna maximális nyomása	bar	300
5.	Medve lökethossza	mm	750
6.	Hidraulikus párna lökethossza	mm	350
7.	Medve sebessége - üresjáratban lefelé	mm/sec	215
8.	- munkajáratban	mm/sec	10
9.	- emelkedéskor	mm/sec	120
10.	Hidraulikus párna sebessége felfelé	mm/sec	40
11.	Maximális távolság az asztal és a medve között	mm	1400
12.	Oszlopok közötti belméret	mm	2220
13.	Asztal mérete	mm	2200x1800
14.	Alátétlemez vastagsága	mm	220
15.	Asztal padlószint feletti magassága	mm	410
16.	Sajtológép befoglaló méretei - hosszúság	mm	5470
17.	- szélesség	mm	3000
18.	- magasság	mm	7065
19.	Sajtológép padlószint feletti magassága	mm	5480
20.	Sajtológép tömege	kg	69500
Felújítás / modernizálás éve: 2018			
Részrtvevők: Halápi Mérnöki Iroda Kft.; Dicontrol Irányítástechnika Kft.; Sárgépszer Kft.; Esztergomi Szerszámgépgyár Kft.; K-Modell Kft.; Belcord Kft.; Super Seal Kft.; Technokov Kft. - TMK			
Budapest, 2018 május			



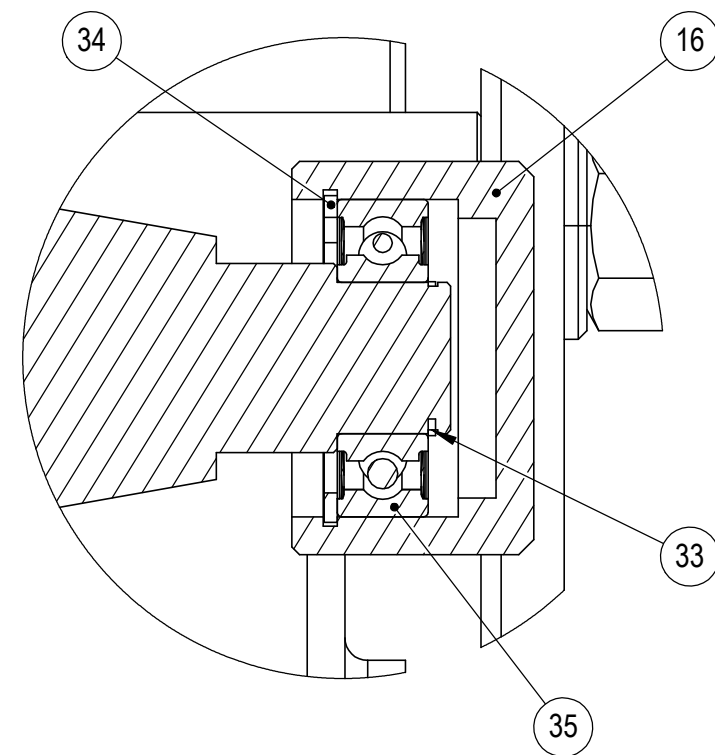
SECTION AK-AK
SCALE 1 : 9



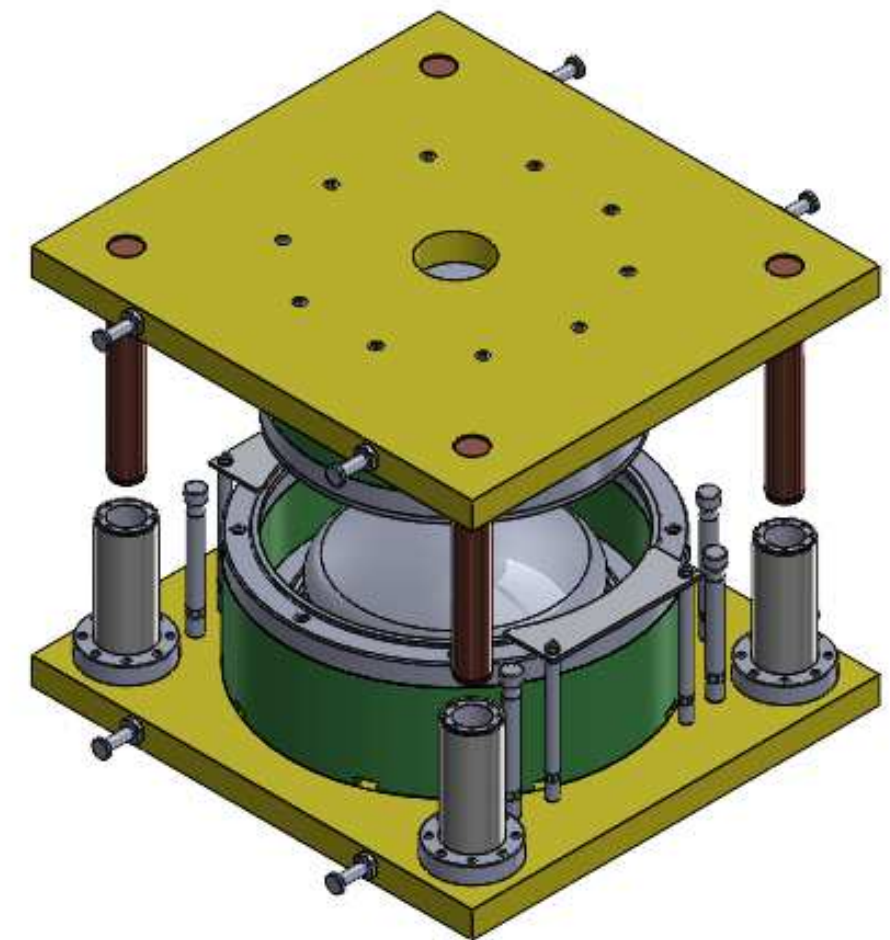
SECTION U-U



SECTION AL-AL

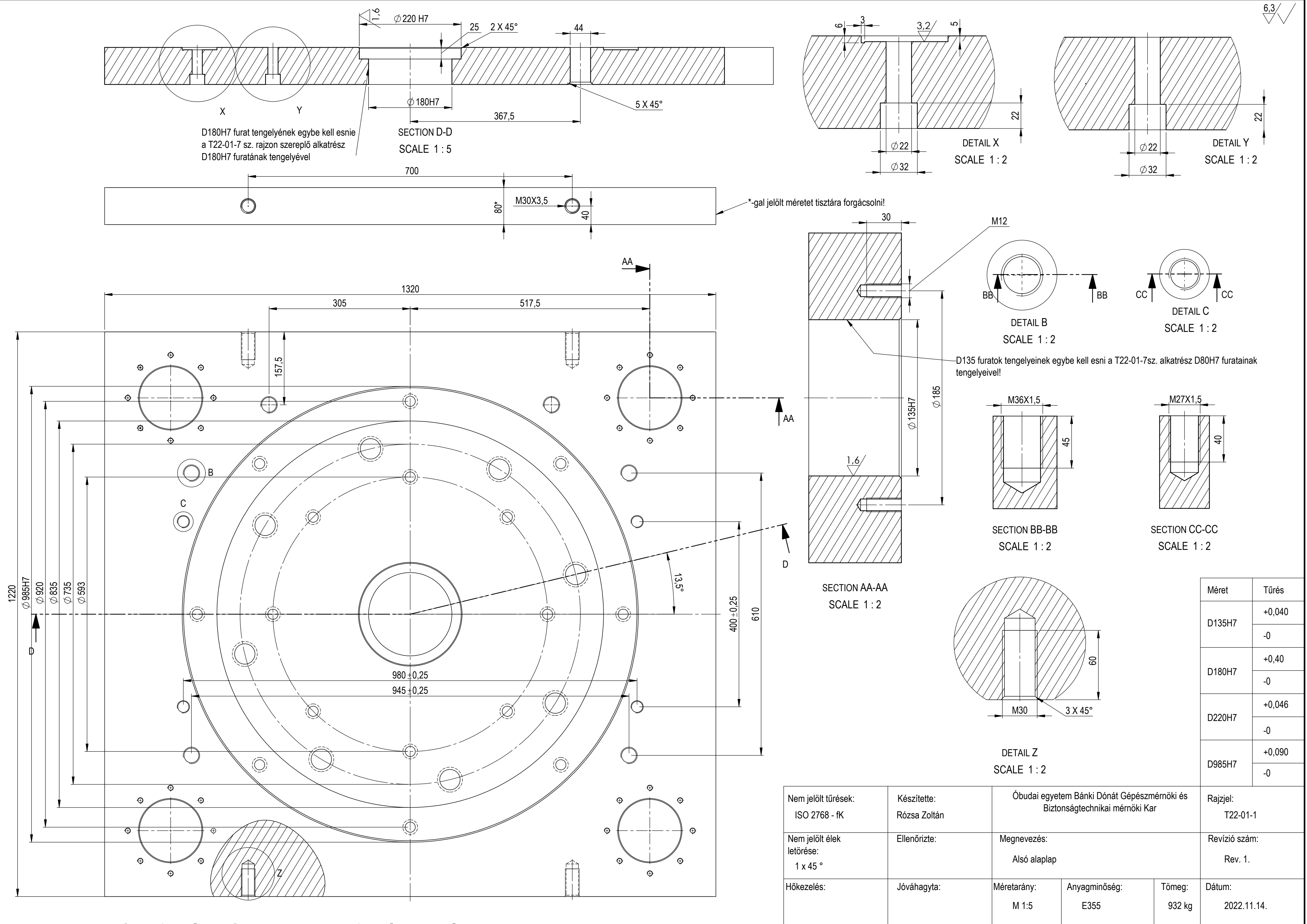


DETAIL AN
SCALE 1 : 1



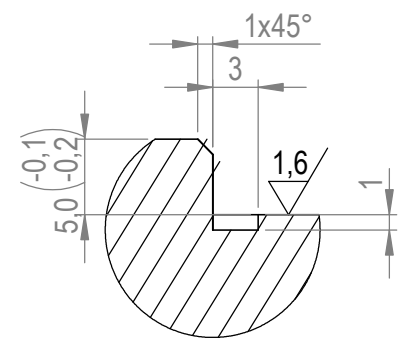
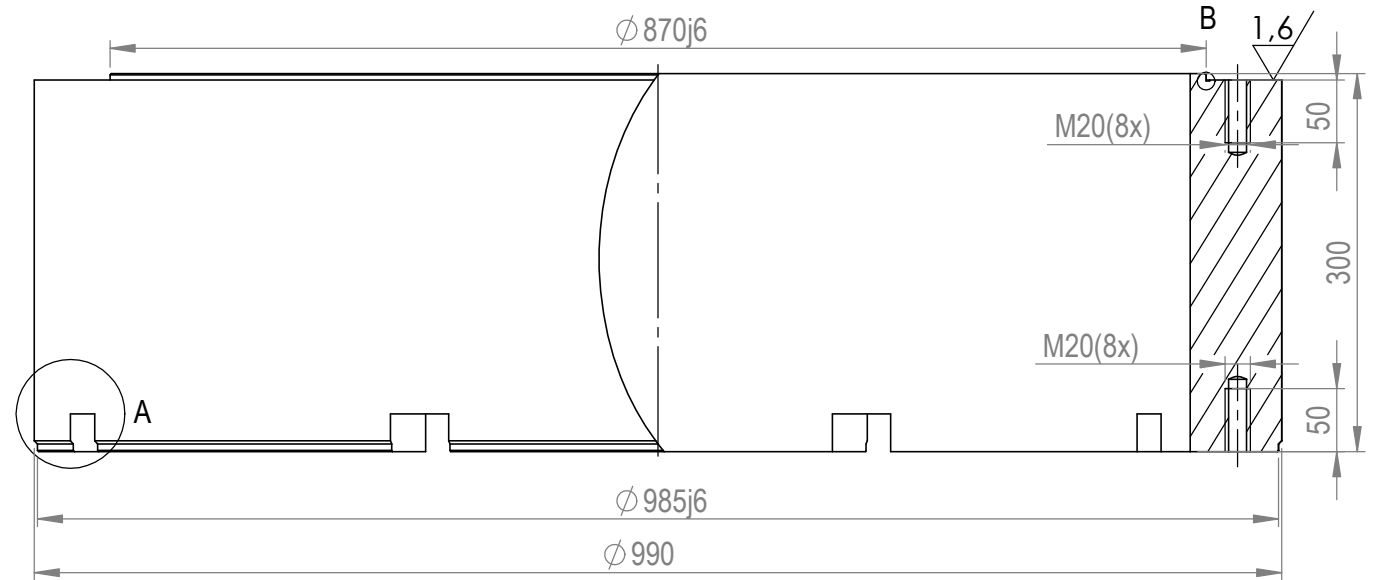
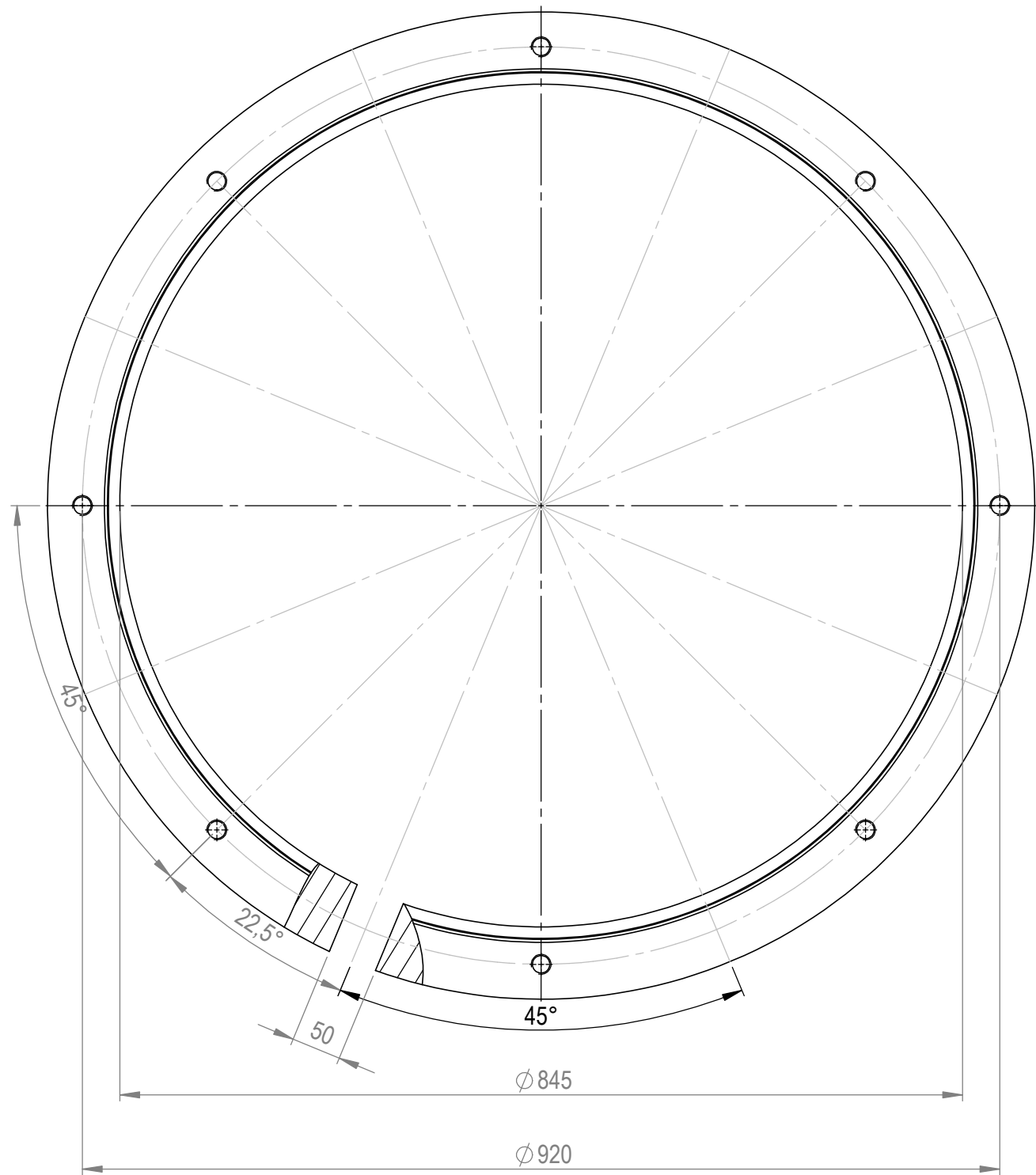
Tételszám:	Darabszám:	Megnevezés:	Befoglaló méretek:	Rajzsám:
1	1	Alaplap	1320/1220x80	T22-01-1
2	1	Alsó késtartógyűrű	Ø990/Ø845x300	T22-01-2
3	1	Alsó vágókés	Ø990/Ø834,2x70	T22-01-3
4	1	Ráncfogó gyűrű	Ø844/Ø644x142	T22-01-4
5	1	Felsővágókés és húzógyűrű	Ø833,7/Ø648,8x70	T22-01-5
6	1	Felső késtartó gyűrű	Ø825/Ø655x260	T22-01-6
7	1	Felső alaplap	1320/1220x8	T22-01-7
8	4	Vezetőhüvely	Ø155/Ø96x435	T22-01-8
9	4	Rögzítőgyűrű-1	Ø225/Ø142x50	T22-01-9
10	4	Vezetőoszlop	Ø225 x590	T22-01-10
11	4	Rögzítőgyűrű-2	Ø170/Ø87x50	T22-01-11
12	4	Vezetőpersely	Ø125/Ø85x100	T22-01-12
13	1	Kereszt rúd	795x48x50	T22-01-13
14	1	Lehúzó tárcsa	Ø648x60	T22-01-14
15	6	Vezetőgörgő tartóoszlopa	Ø 40x401	T22-01-15
16	6	Vezetőgörgő	Ø52x32	T22-01-16
17	4	Lehúzólemez tartóoszlopa	Ø30x430	T22-01-17
18	2	Lehúzólemez	145x450x11	T22-01-18
19	1	Bélyeg	Ø642,8x355	T22-01-19
20	8	Emelőcsap	Ø60x155	T22-01-20
21	1	Közbetét	Ø220x50	T22-01-21
22	8	Belső kulcsnyílású csavar	M20x90	DIN912
23	8	Belső kulcsnyílású csavar	M20x90	DIN912
24	8	Belső kulcsnyílású csavar	M20x80	DIN912
25	10	Belső kulcsnyílású csavar	M20x110	DIN912
26	10	Belső kulcsnyílású csavar	M20x90	DIN912
27	32	Belső kulcsnyílású csavar	M12x60	DIN912
28	32	Belső kulcsnyílású csavar	M6x20	DIN912
29	4	Hatlapú anya	M16x1,5	DIN934
30	4	Lapos alátét	Ø16	DIN125
31	4	Belső kulcsnyílású csavar	M16x65	DIN912
32	32	Belső kulcsnyílású csavar	M12x60	DIN912
33	6	Rögzítő gyűrű	Ø20	DIN471
34	6	Rögzítő gyűrű	Ø42	DIN472
35	6	Mélyhornyú golyóscsapágy	63004.2RS	

Óbudai egyetem Bánki Dónát Gépészmérnöki és Biztonságttechnikai mérnöki Kar		Rajzsám/ verziószám: T22-01
Megnevezés: Kombinált kivágó és sajtolószerszám 650x3 mm Edényfenék sajtolásához DIN 28011		Revízió szám: Rev. 1.
Méretarány: M 1:5	Készítette: Rózsa Zoltán	Dátum: 2022.11.14.

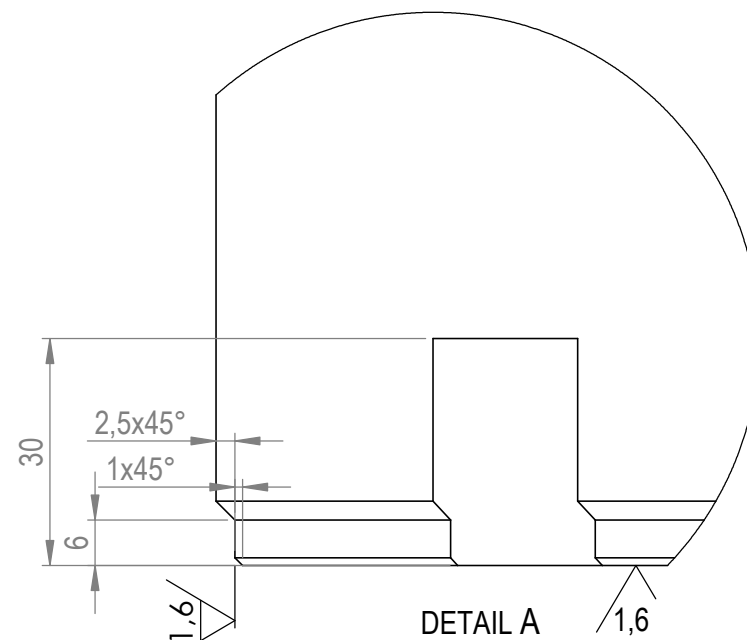


Méret	Tűrés
D135H7	+0,040
	-0
D180H7	+0,40
	-0
D220H7	+0,046
	-0
D985H7	+0,090
	-0

Nem jelölt tűrések: ISO 2768 - fK	Készítette: Rózsa Zoltán	Óbudai egyetem Bánki Dónát Gépészmérnöki és Biztonságtechnikai mérnöki Kar		Rajzjel: T22-01-1	
Nem jelölt élék letörése: 1 x 45 °	Ellenőrizte:	Megnevezés: Alsó alaplap		Revízió szám: Rev. 1.	
Hőkezelés:	Jóváhagyta:	Méretarány: M 1:5	Anyagminőség: E355	Tömeg: 932 kg	Dátum: 2022.11.14.



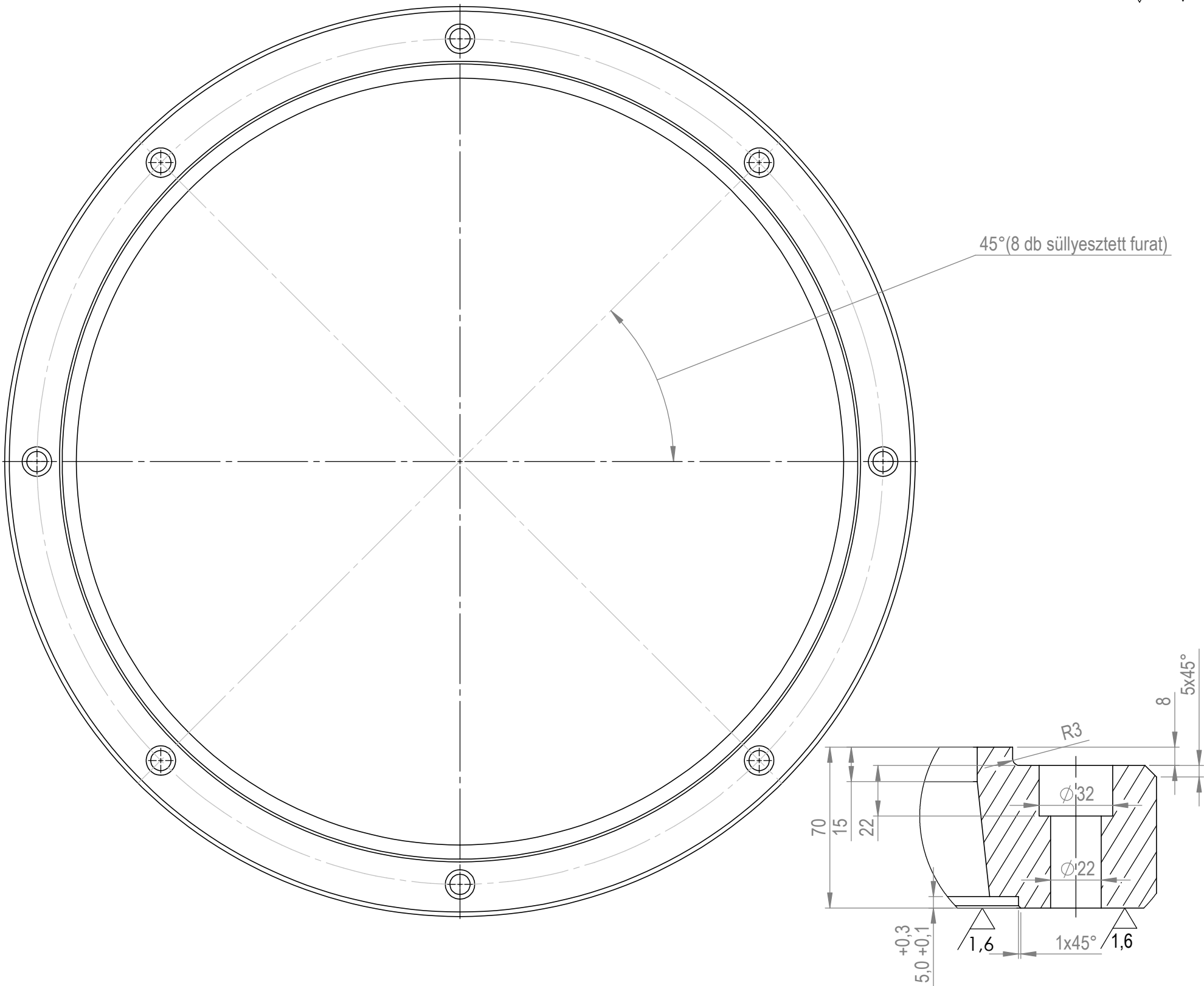
DETAIL B
SCALE 2 : 1



DETAIL A
SCALE 1 : 1

Méret	Tűrés:
D870j6	+0,028
	-0,028
D985j6	+0,028
	-0,028

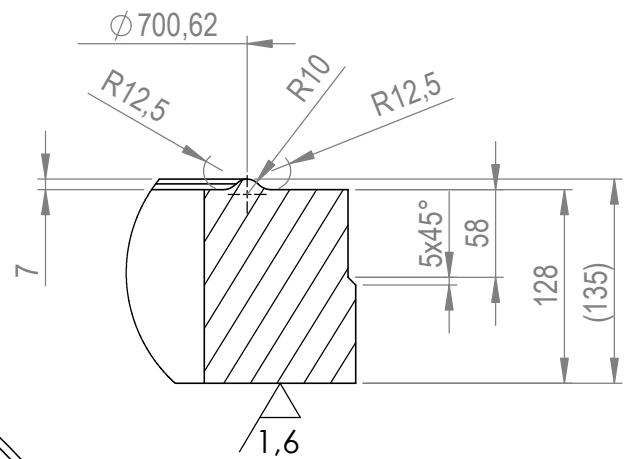
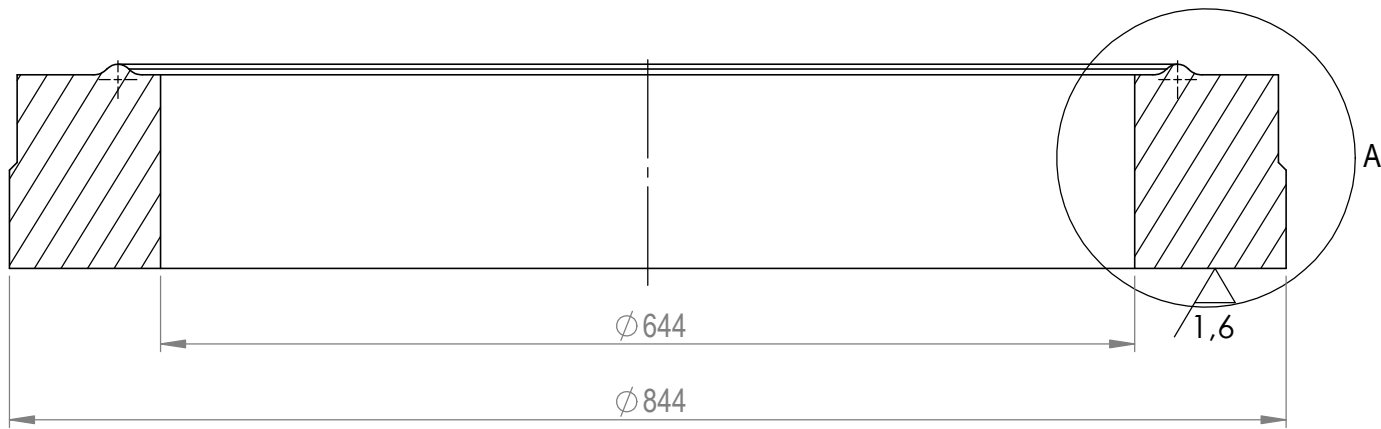
Nem jelölt tűrések: ISO 2768 - fK	Készítette: Rózsa Zoltán	Óbudai egyetem Bánki Dónát Gépészmérnöki és Biztonságtechnikai mérnöki Kar		Rajzjel: T22-01-2	
Nem jelölt élék letörése: 0,5 x 45 °	Ellenőrizte:	Megnevezés: Alsó késtartó gyűrű		Revízió szám: Rev. 1.	
Hőkezelés:	Jóváhagyta:	Méretarány: M 1:5	Anyagminőség: E355	Tömeg: 477 kg	Dátum: 2022.11.14.



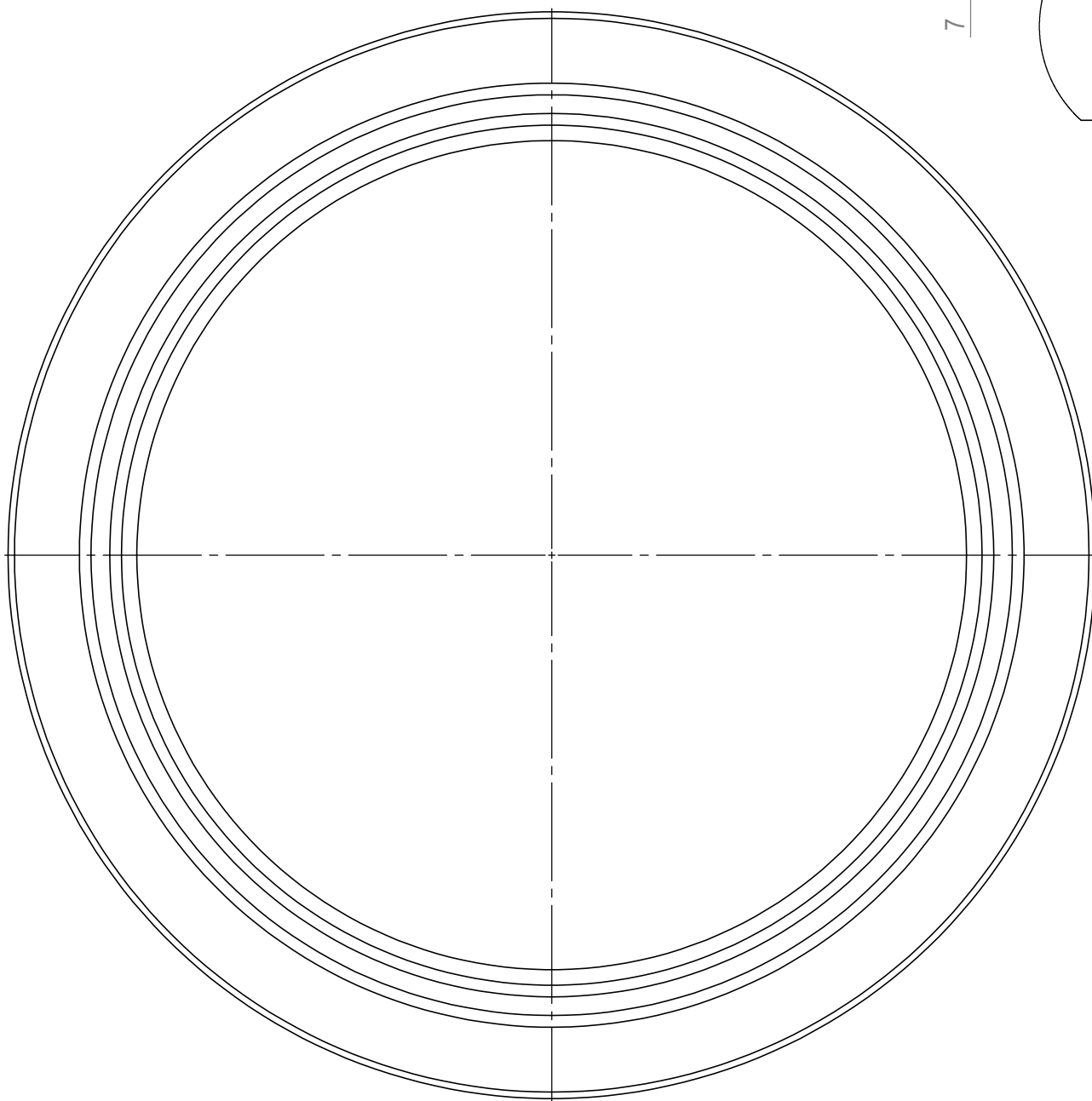
DETAIL A
SCALE 1 : 2

Méret:	Tűrés:
D870H7	+0,090
	-0

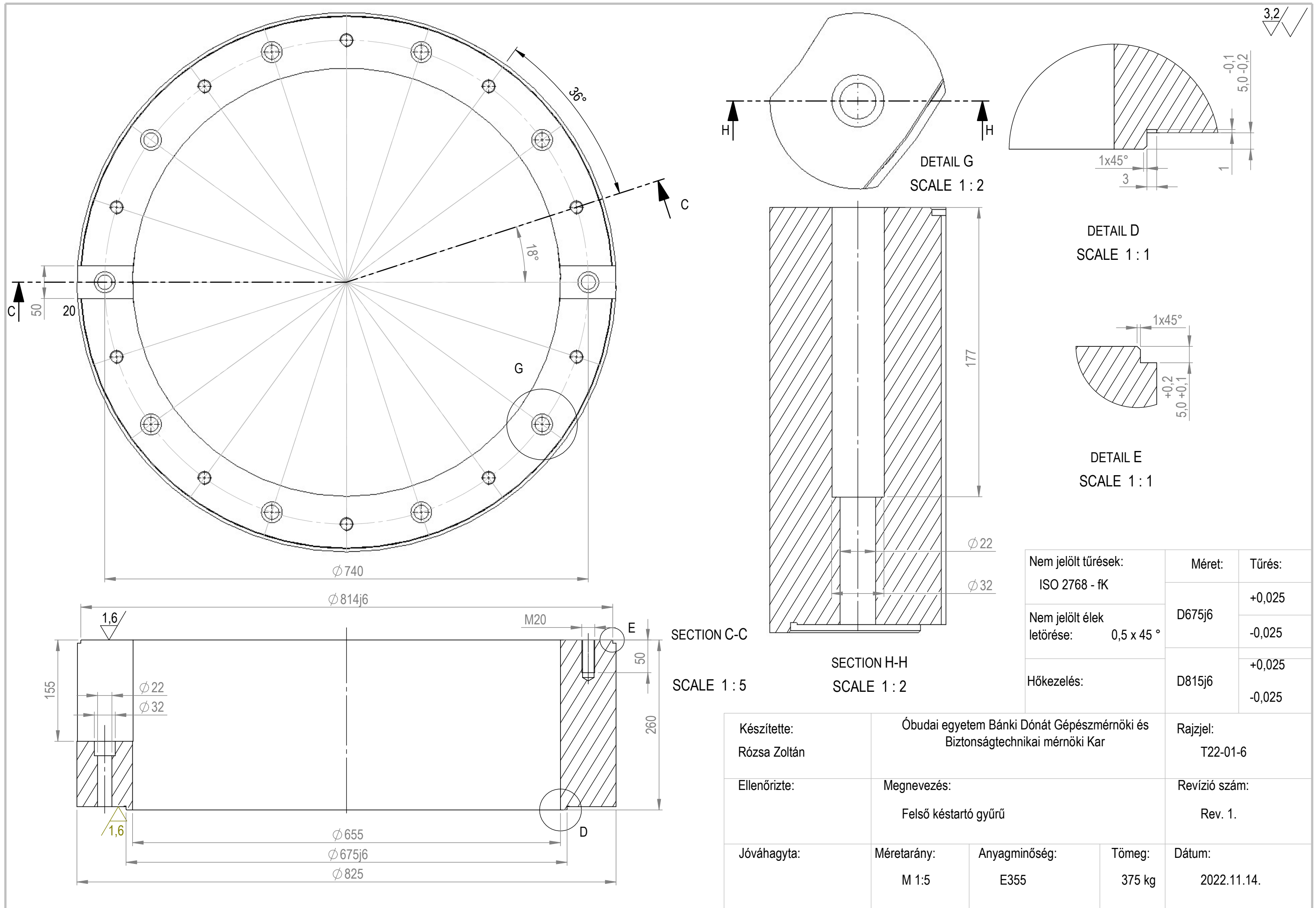
Nem jelölt tűrések: ISO 2768 - fK	Készítette: Rózsa Zoltán	Óbudai egyetem Bánki Dónát Gépészmérnöki és Biztonságtechnikai mérnöki Kar			Rajzjel: T22-01-3
Nem jelölt élék letörése: 0,5 x 45 °	Ellenőrizte:	Megnevezés: Alsó vágókés			Revízió szám: Rev. 1.
Hőkezelés: Edzve: 54-55 HRc	Jóváhagyta:	Méretarány: M 1:5	Anyagminőség: W6	Tömeg: 104 kg	Dátum: 2022.11.14.

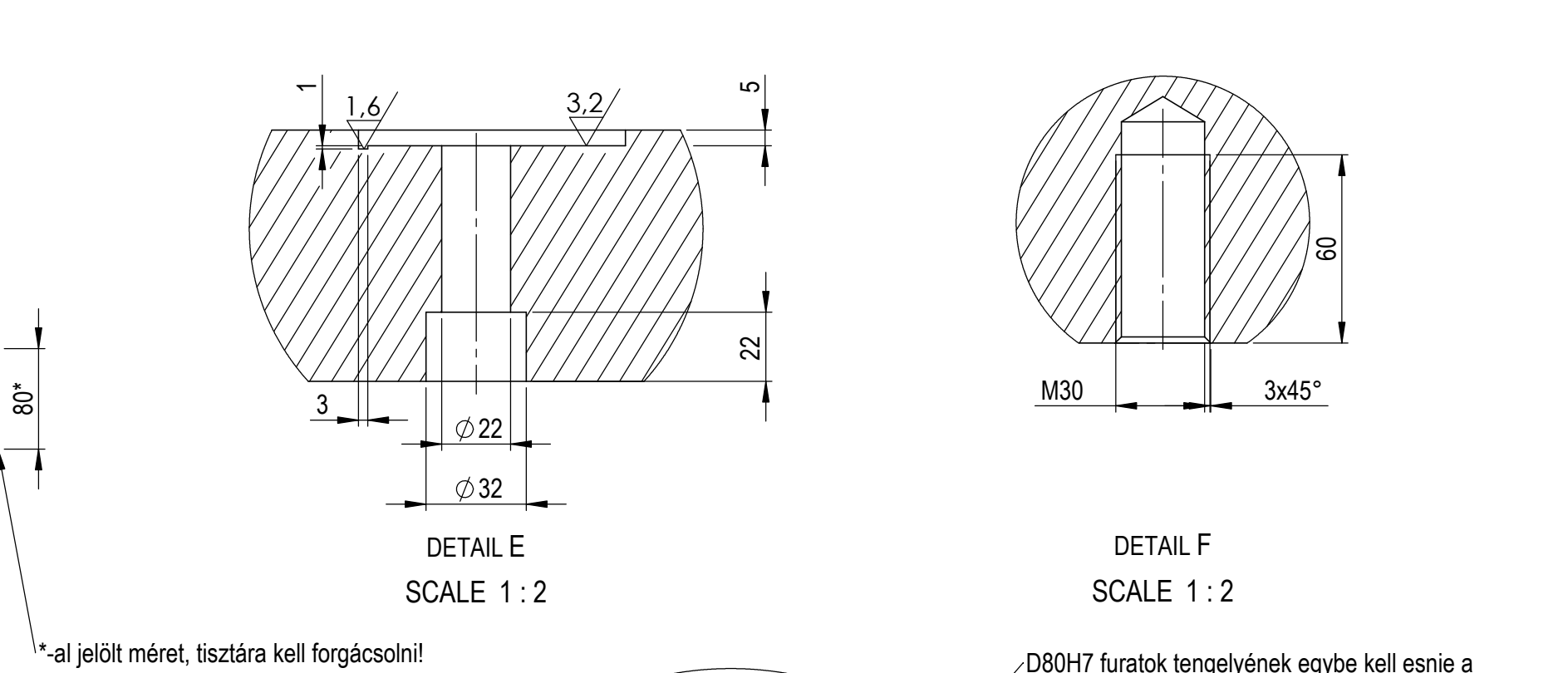
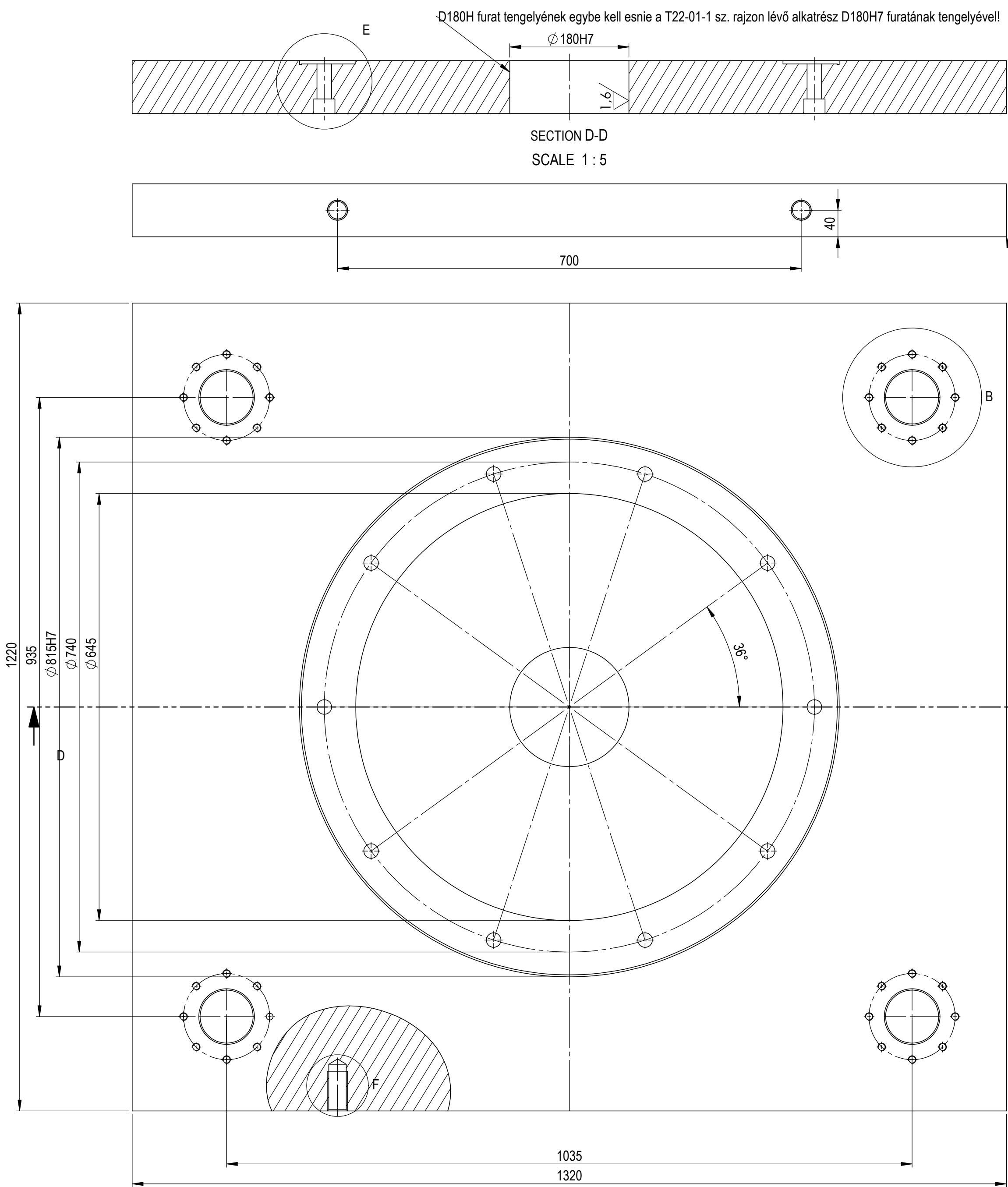


DETAIL A
SCALE 1 : 5



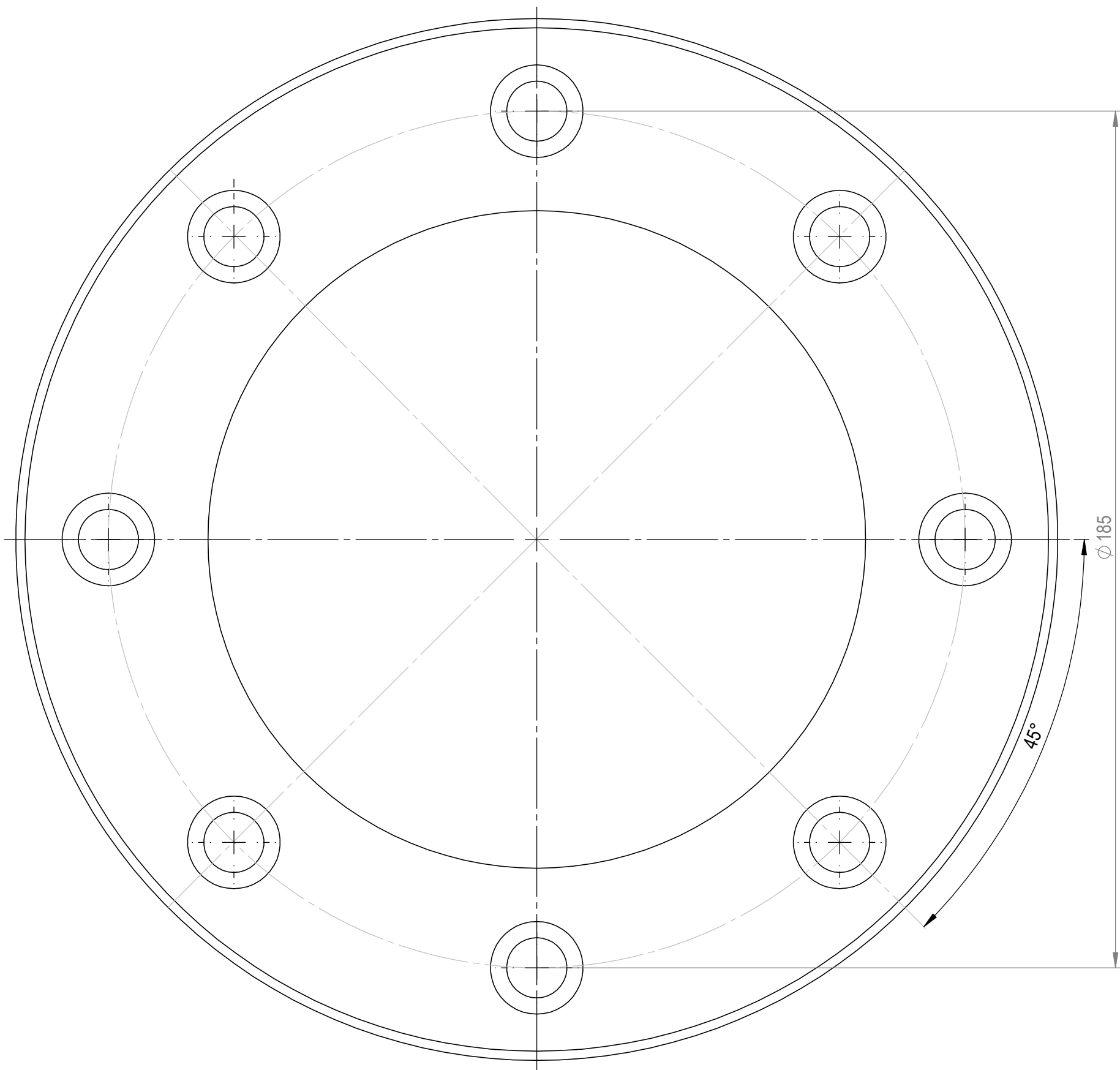
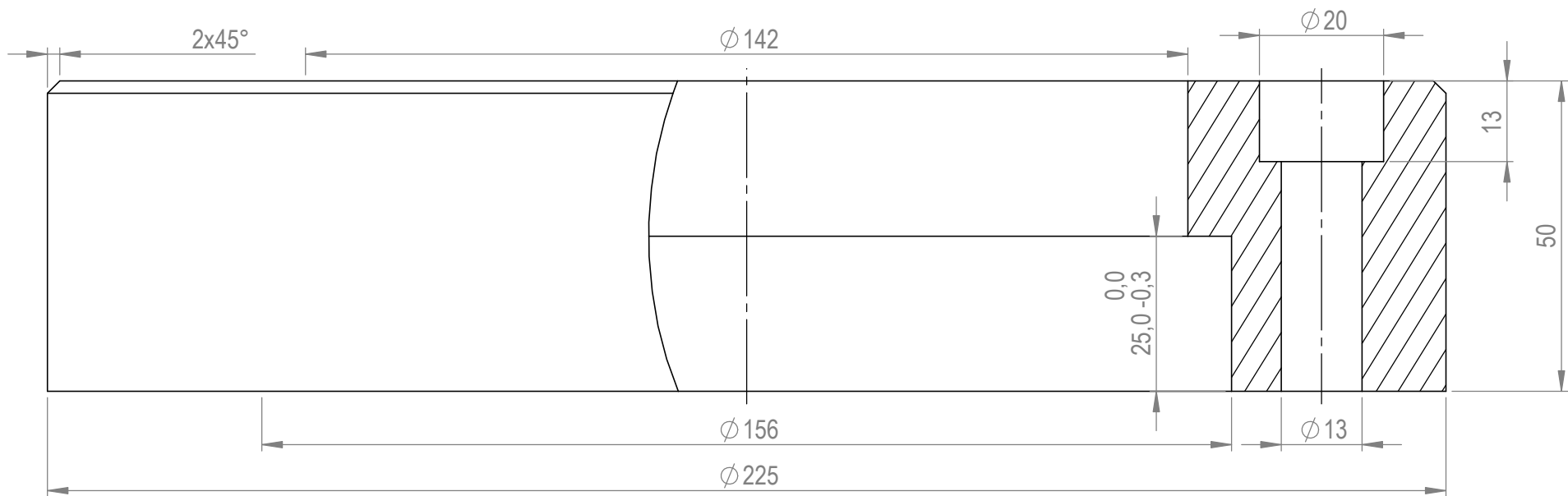
Nem jelölt tűrések: ISO 2768 - fK	Készítette: Rózsa Zoltán	Óbudai egyetem Bánki Dónát Gépészmérnöki és Biztonságtechnikai mérnöki Kar			Rajzjel: T22-01-4
Nem jelölt élék letörése: 0,5 x 45 °	Ellenőrizte:	Megnevezés: Ráncfogó gyűrű			Revízió szám: Rev. 1.
Hőkezelés: Edzve: 54-55 HRc	Jóváhagyta:	Méretarány: M 1:5	Anyagminőség: W6	Tömeg: 230 kg	Dátum: 2022.11.14.



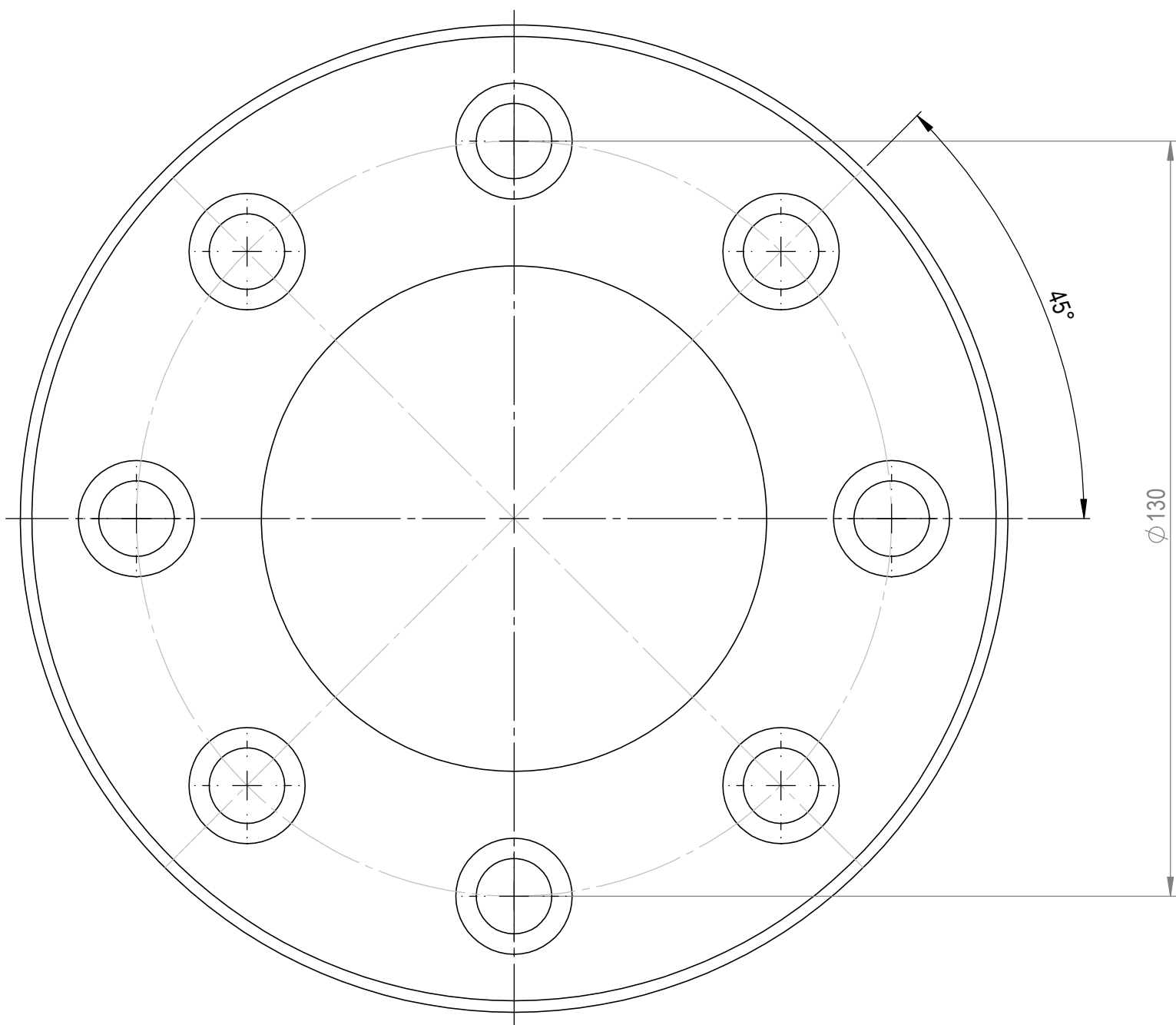
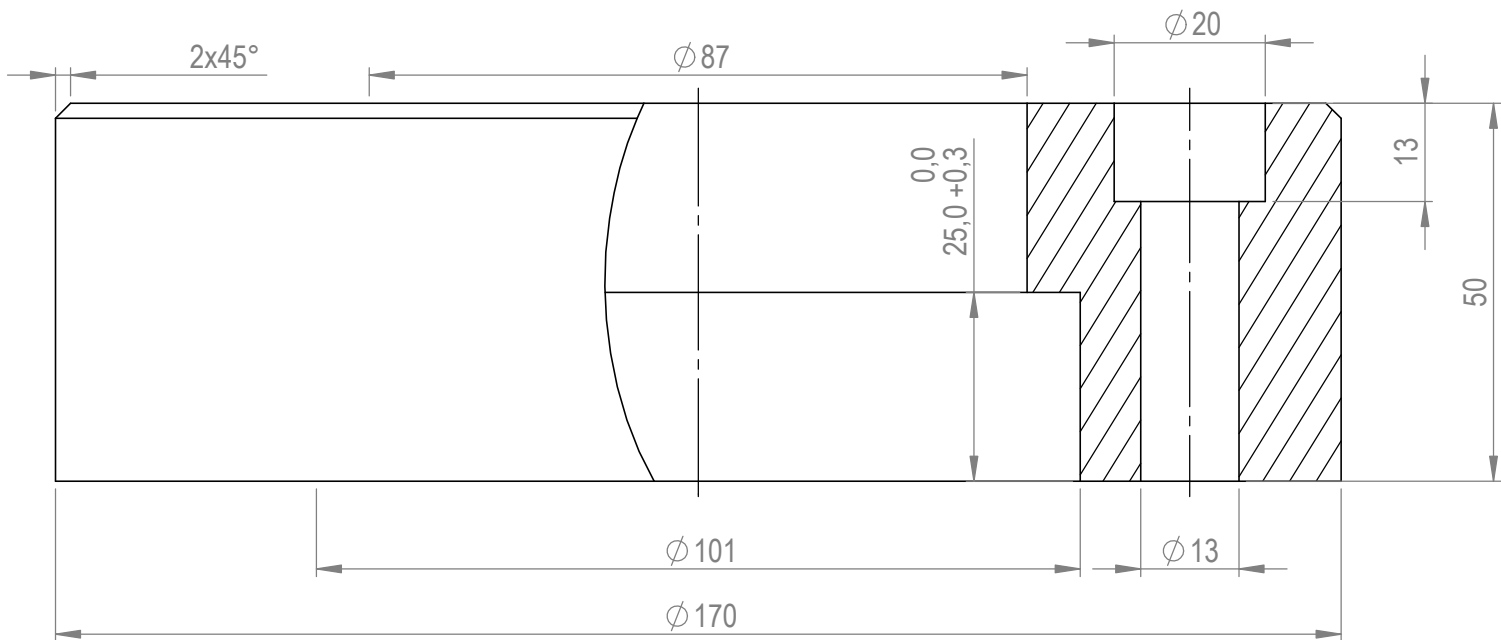


Méret	Tűrés
D80H7	+0,035
	-0
D180H7	+0,040
	-0
D815H7	+0,090
	-0

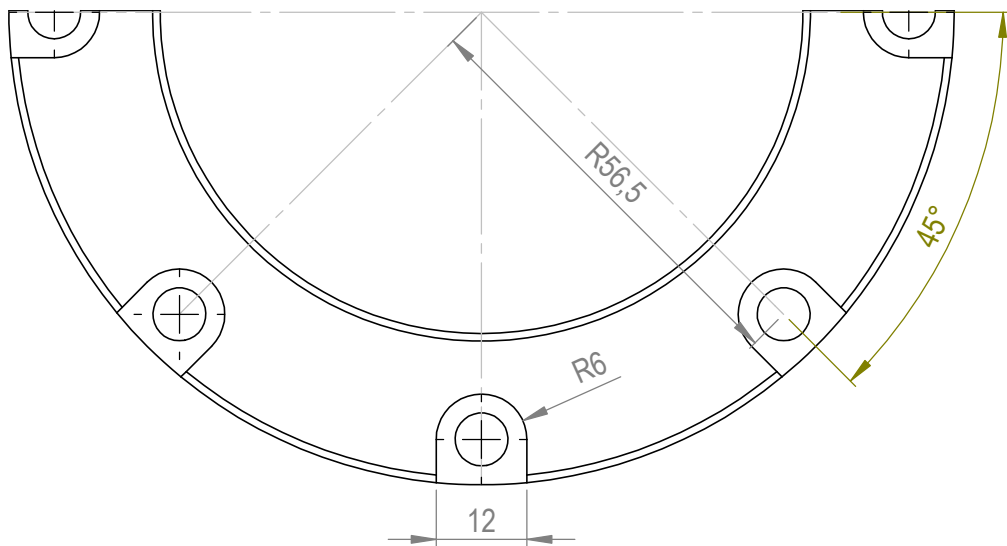
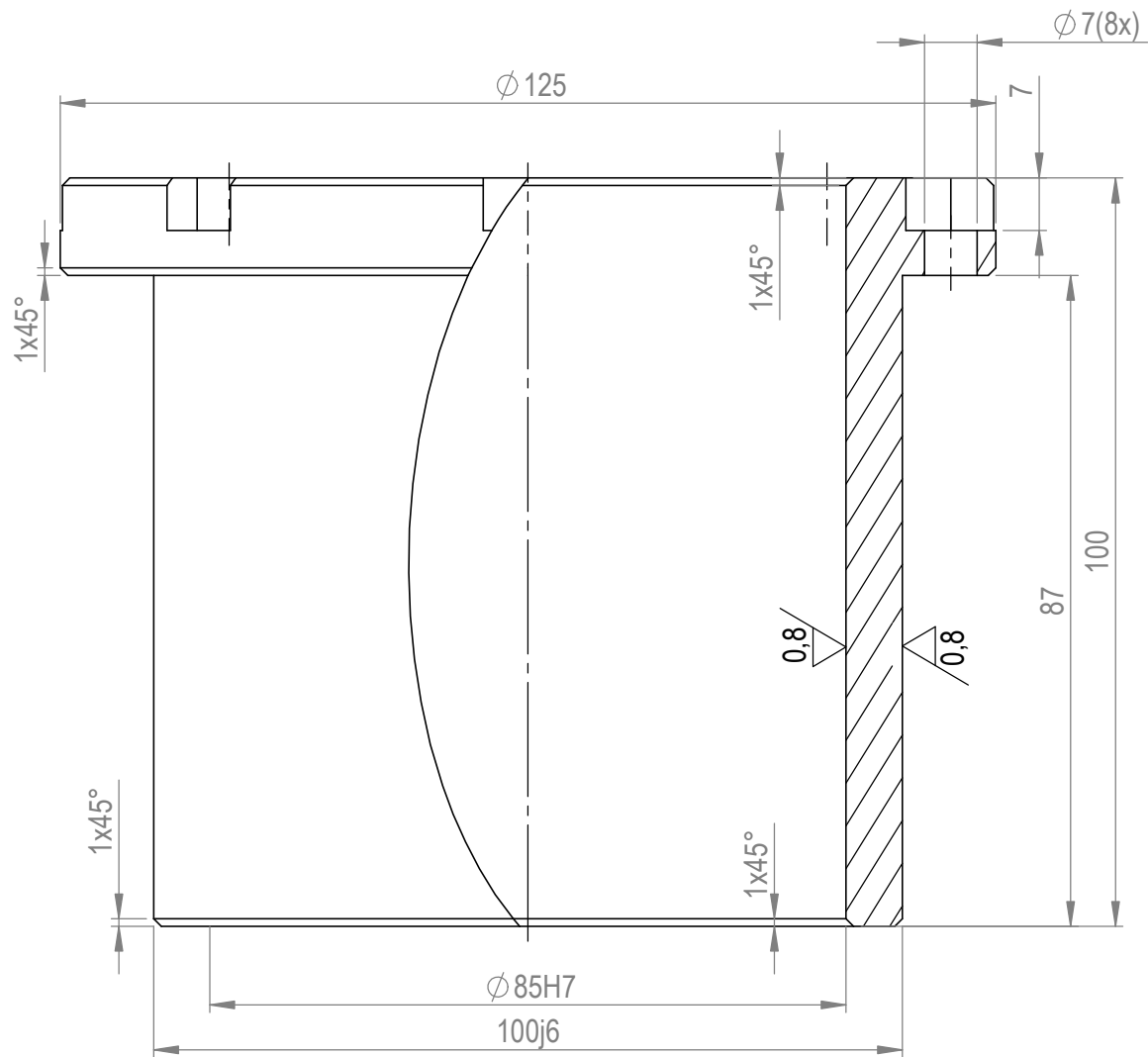
Nem jelölt tűrések: ISO 2768 - fK	Készítette: Rózsa Zoltán	Óbudai egyetem Bánki Dónát Gépészmérnöki és Biztonságtechnikai mérnöki Kar		Rajzjel: T22-01-7	
Nem jelölt élek letörése: 1 x 45 °	Ellenőrizte:	Megnevezés: Felső alaplap		Revízió szám: Rev. 1.	
Hőkezelés:	Jóváhagyta:	Méretarány: M 1:5	Anyagminőség: E355	Tömeg: 971 kg	Dátum: 2022.11.14.



Nem jelölt tűrések: ISO 2768 - fK	Készítette: Rózsa Zoltán	Óbudai egyetem Bánki Dónát Gépészmérnöki és Biztonságtechnikai mérnöki Kar			Rajzjel: T22-01-9
Nem jelölt élek letörése: külső: 0,5 x 45 °	Ellenőrizte:	Megnevezés: Rögzítőgyűrű - 1			Revízió szám: Rev. 1.
belső: max R0,5	Jóváhagyta:	Méretarány: M 1:1	Anyagminőség: 42CrMo4 +QT	Tömeg: 8,2 kg	Dátum: 2022.11.14.

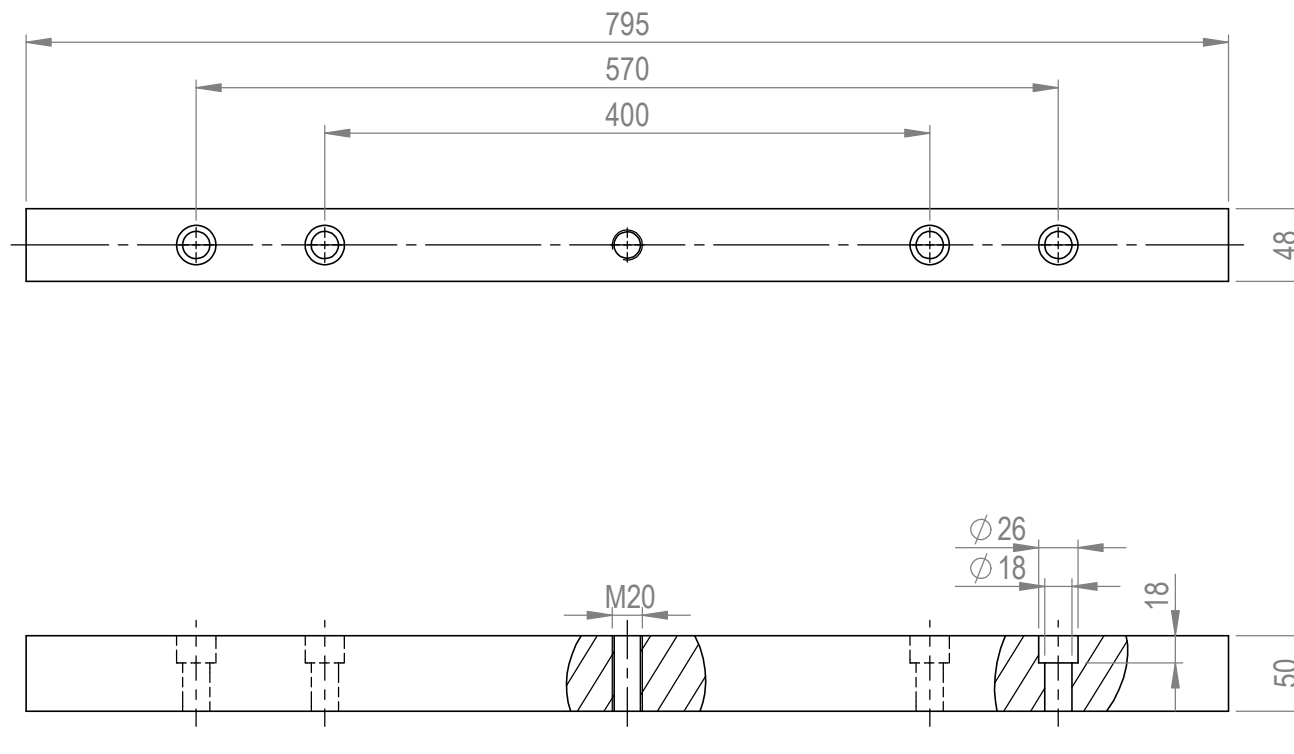


Nem jelölt tűrések: ISO 2768 - fK	Készítette: Rózsa Zoltán	Óbudai egyetem Bánki Dónát Gépészmérnöki és Biztonságtechnikai mérnöki Kar			Rajzjel: T22-01-11
Nem jelölt élek letörése: külső: 0,5 x 45 °	Ellenőrizte:	Megnevezés: Rögzítőgyűrű - 2			Revízió szám: Rev. 1.
belső: max.R0,5	Jóváhagyta:	Méretarány: M 1:1	Anyagminőség: 42CrMo4-QT	Tömeg: 5,6 kg	Dátum: 2022.11.14.

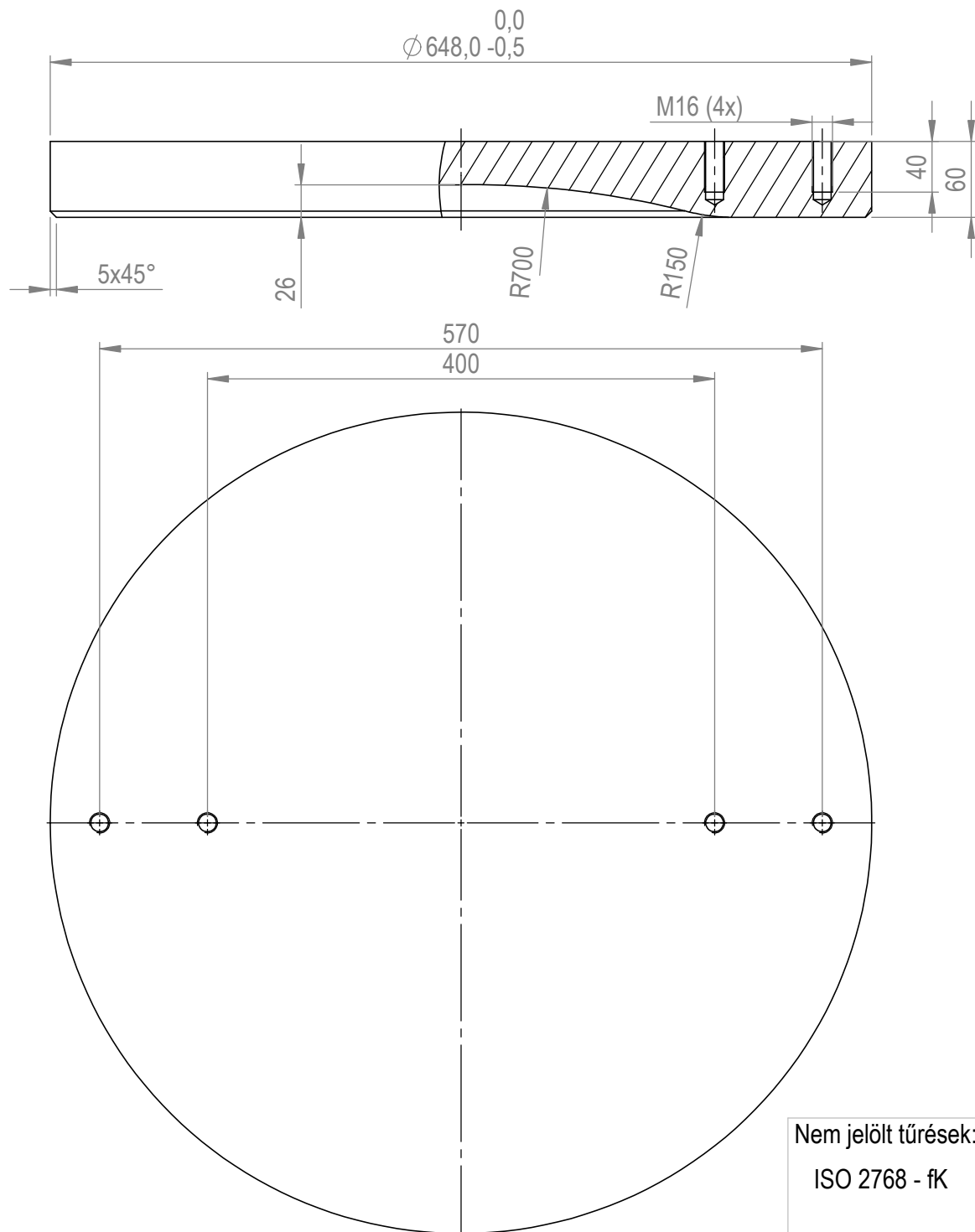


Méret:	Tűrés:
D85H7	+0,035
	-0
D100j6	+0,013
	-0,009

Nem jelölt tűrések: ISO 2768 - fK	Készítette: Rózsa Zoltán	Óbudai egyetem Bánki Dónát Gépészmérnöki és Biztonságtechnikai mérnöki Kar			Rajzjel: T22-01-12
Nem jelölt élék letörése: külső: 0,5 x 45 °	Ellenőrizte:	Megnevezés: Vezetőpersely			Revízió szám: Rev. 1.
belső: max.R0,5	Jóváhagyta:	Méretarány: M 1:1	Anyagminőség: CuSn12	Tömeg: 2,35 kg	Dátum: 2022.11.14.



Nem jelölt tűrések: ISO 2768 - fK	Készítette: Rózsa Zoltán	Óbudai egyetem Bánki Dónát Gépészmérnöki és Biztonságtechnikai mérnöki Kar			Rajzjel: T22-01-13
Nem jelölt élek letörése: 1 x 45 °	Ellenőrizte:	Megnevezés: Keresztrúd			Revízió szám: Rev. 1.
Hőkezelés:	Jóváhagyta:	Méretarány: M 1:5	Anyagminőség: S355J2	Tömeg: 14,5 kg	Dátum: 2022.11.14.



Nem jelölt tűrések:

ISO 2768 - fK

Nem jelölt élek
letörése:

1 x 45 °

Készítette:
Rózsa ZoltánÓbudai egyetem Bánki Dónát Gépészmérnöki és
Biztonságtechnikai mérnöki KarRajzjel:
T22-01-14

Ellenőrizte:

Megnevezés:

Revízió szám:

Lehúzó tárcsa

Rev. 1.

Jóváhagyta:

Méretarány:

Anyagminőség:

Tömeg:

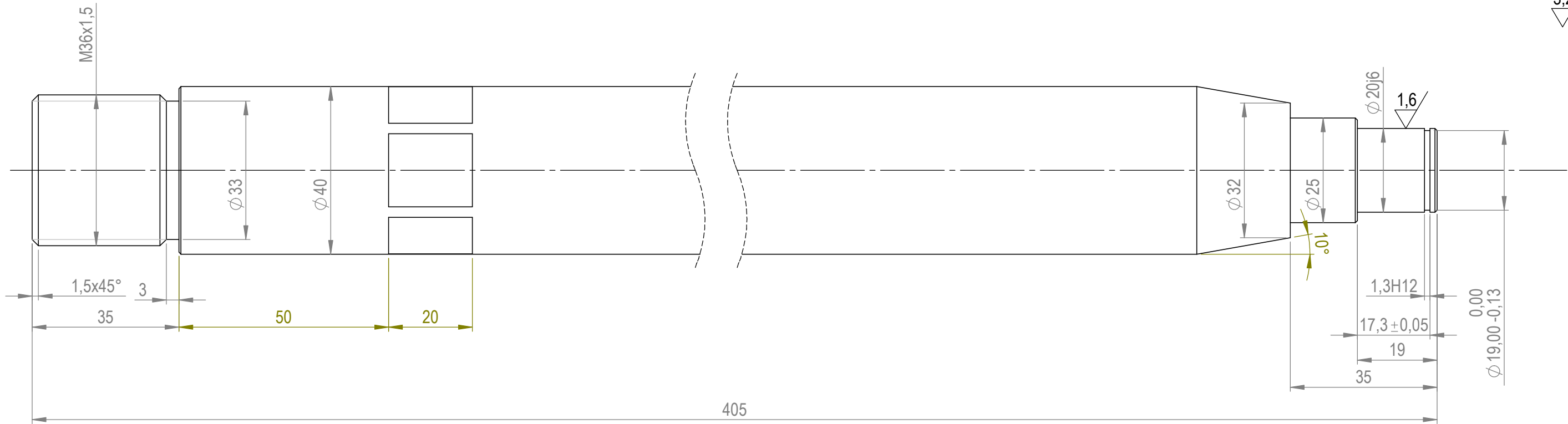
Dátum:

M 1:5

S355J2

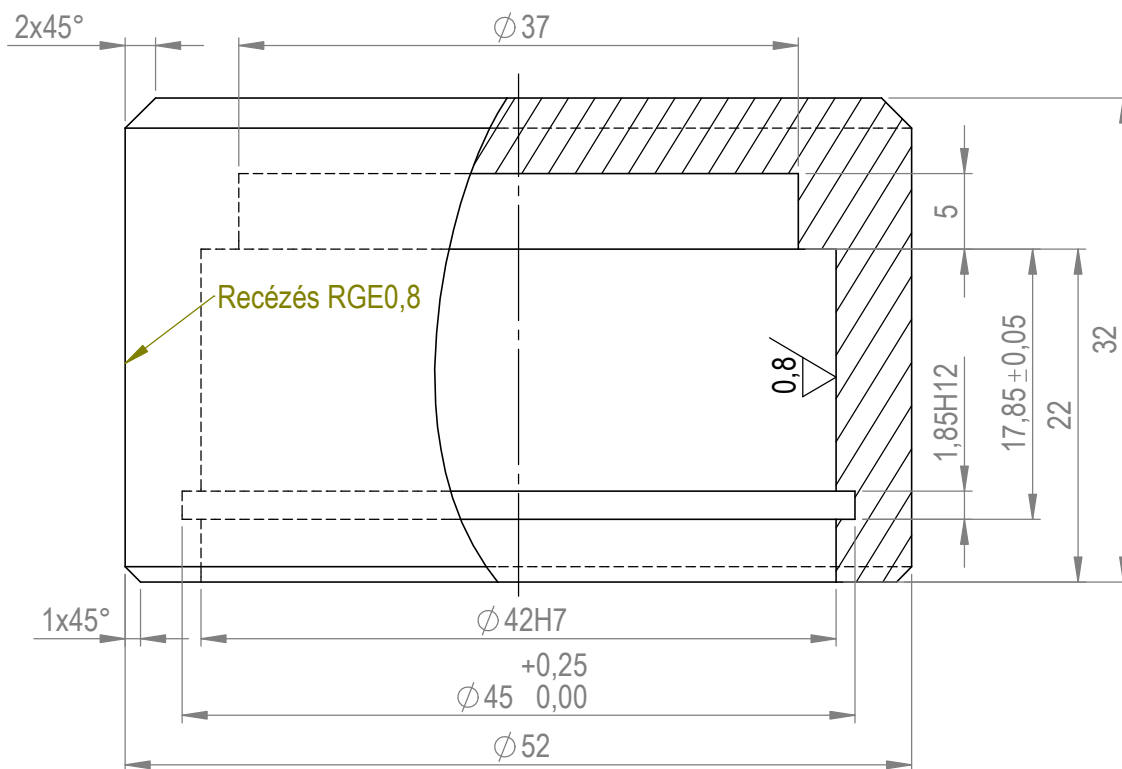
146 kg

2022.11.14.



Nem jelölt tűrések:	Méret:	Tűrés:
ISO 2768 - fK	1,3H12	+0,100
Nem jelölt élek letörése: külső: 0,5 x 45 ° belső max.R0,5		-0,0
Hőkezelés:	D20k6	+0,015
		-0,002

Készítette: Rózsa Zoltán	Óbudai egyetem Bánki Dónát Gépészmérnöki és Biztonságtechnikai mérnöki Kar			Rajzjel: T22-01-15
Ellenőrizte:	Megnevezés: Vezetőgörgő tartóoszlopa			Revízió szám: Rev. 1.
Jóváhagyta:	Méretarány: M 1:1	Anyagminőség: 42CrMo4 +QT	Tömeg: 3,6 kg	Dátum: 2022.11.14.



Nem jelölt tűrések:

ISO 2768 - fK

Nem jelölt élek

letörése:

külső: $0,5 \times 45^\circ$ belső max. $R0,5$

Hőkezelés:

Méret:

1,85H12

D42H7

Tűrés:

+0,100

-0,0

+0,025

-0,0

Készítette:
Rózsa ZoltánÓbudai egyetem Bánki Dónát Gépészmérnöki és
Biztonságtechnikai mérnöki KarRajzjel:
T22-01-16

Ellenőrizte:

Megnevezés:

Vezetőgörgő

Revízió szám:

Rev. 1.

Jóváhagyta:

Méretarány:

M 2:1

Anyagminőség:

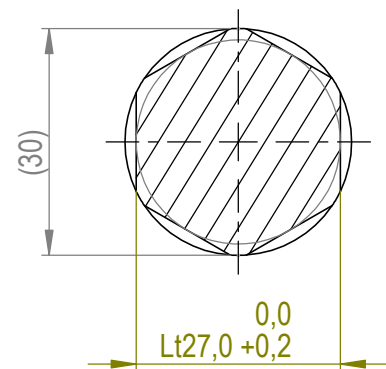
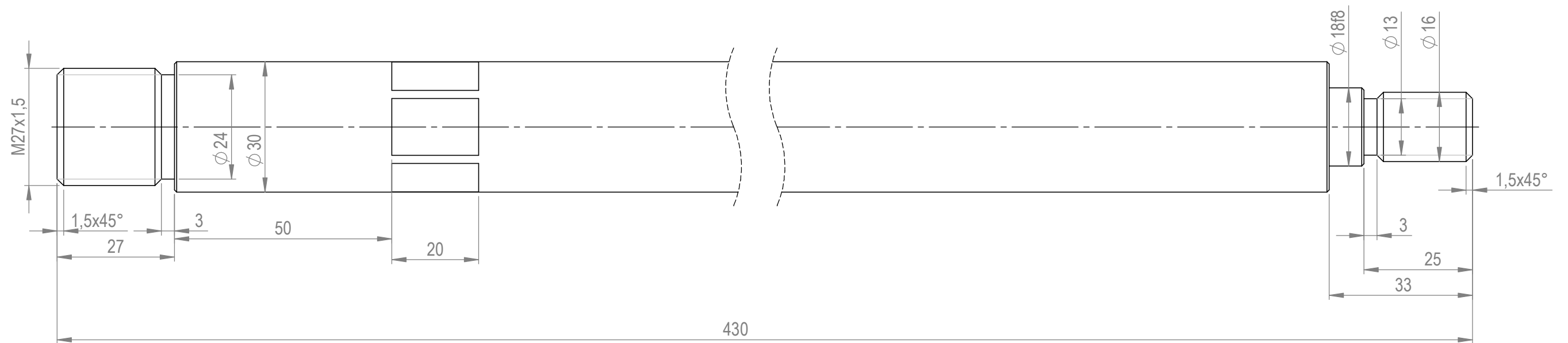
42CrMo4 +QT

Tömeg:

0,25 kg

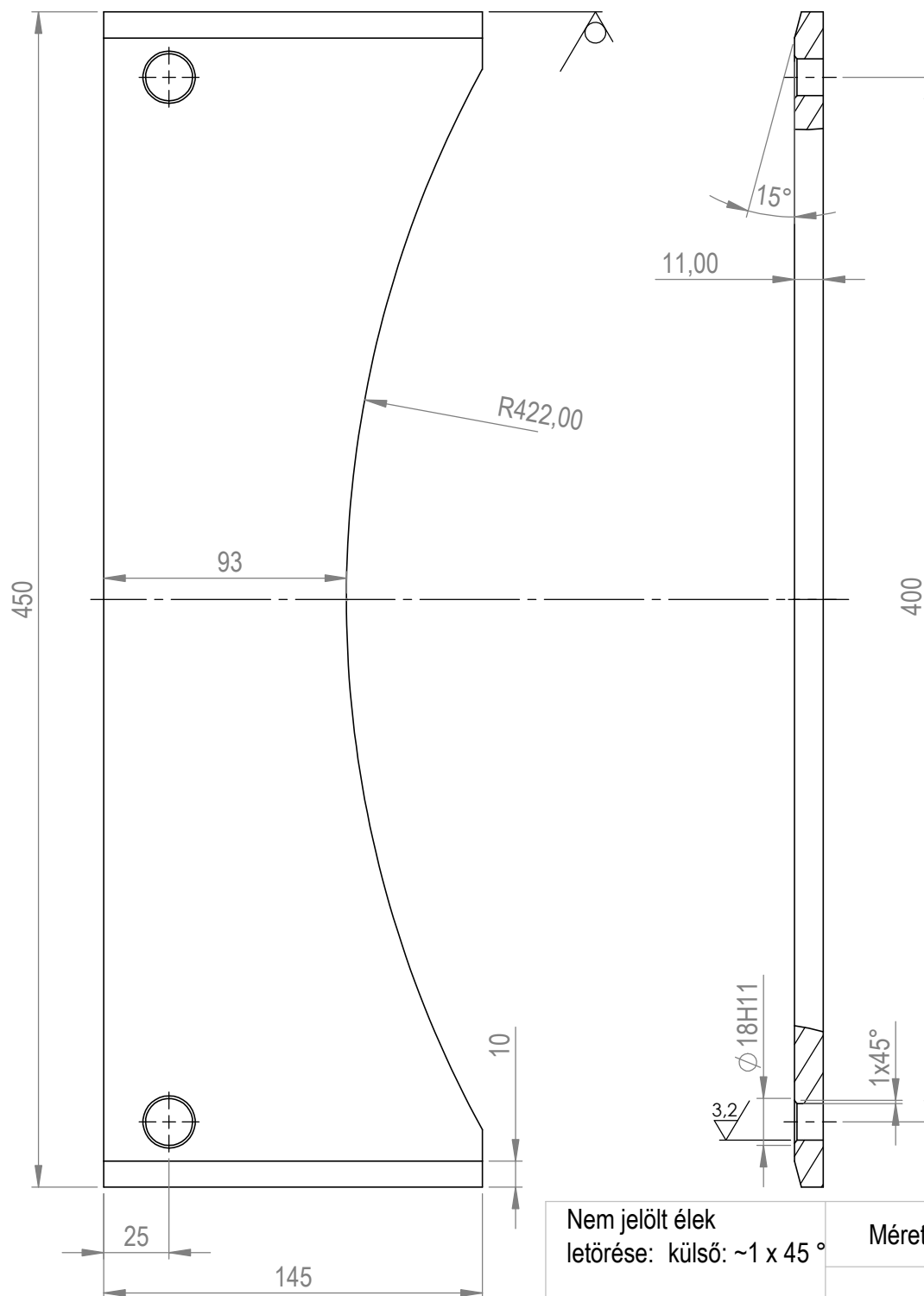
Dátum:

2022.11.14.



Nem jelölt tűrések: ISO 2768 - fK	Méret:	Tűrés:
Nem jelölt élek letörése: külső: 0,5 x 45 ° belső max.R0,5	D18f8	-0,016
Hőkezelés:		-0,043

Készítette: Rózsa Zoltán	Óbudai egyetem Bánki Dónát Gépészmérnöki és Biztonságtechnikai mérnöki Kar			Rajzjel: T22-01-17
Ellenőrizte:	Megnevezés: Lehúzólemez tartóoszlopa			Revízió szám: Rev. 1.
Jóváhagyta:	Méretarány: M 1:1	Anyagminőség: 42CrMo4 +QT	Tömeg: 2,2 kg	Dátum: 2022.11.14.



Nem jelölt élek
letörése: külső: $\sim 1 \times 45^\circ$

Nem jelölt tűrések:
ISO 2768 - fK

Méret:

D18H11

Tűrés

+0,110

-0,0

Készítette:
Rózsa Zoltán

Óbudai egyetem Bánki Dónát Gépészmérnöki és
Biztonságtechnikai mérnöki Kar

Rajzjel:
T22-01-18

Ellenőrizte:

Megnevezés:

Lehúzólemez

Revízió szám:

Rev. 1.

Jóváhagyta:

Méretarány:

M 2:1

Anyagminőség:

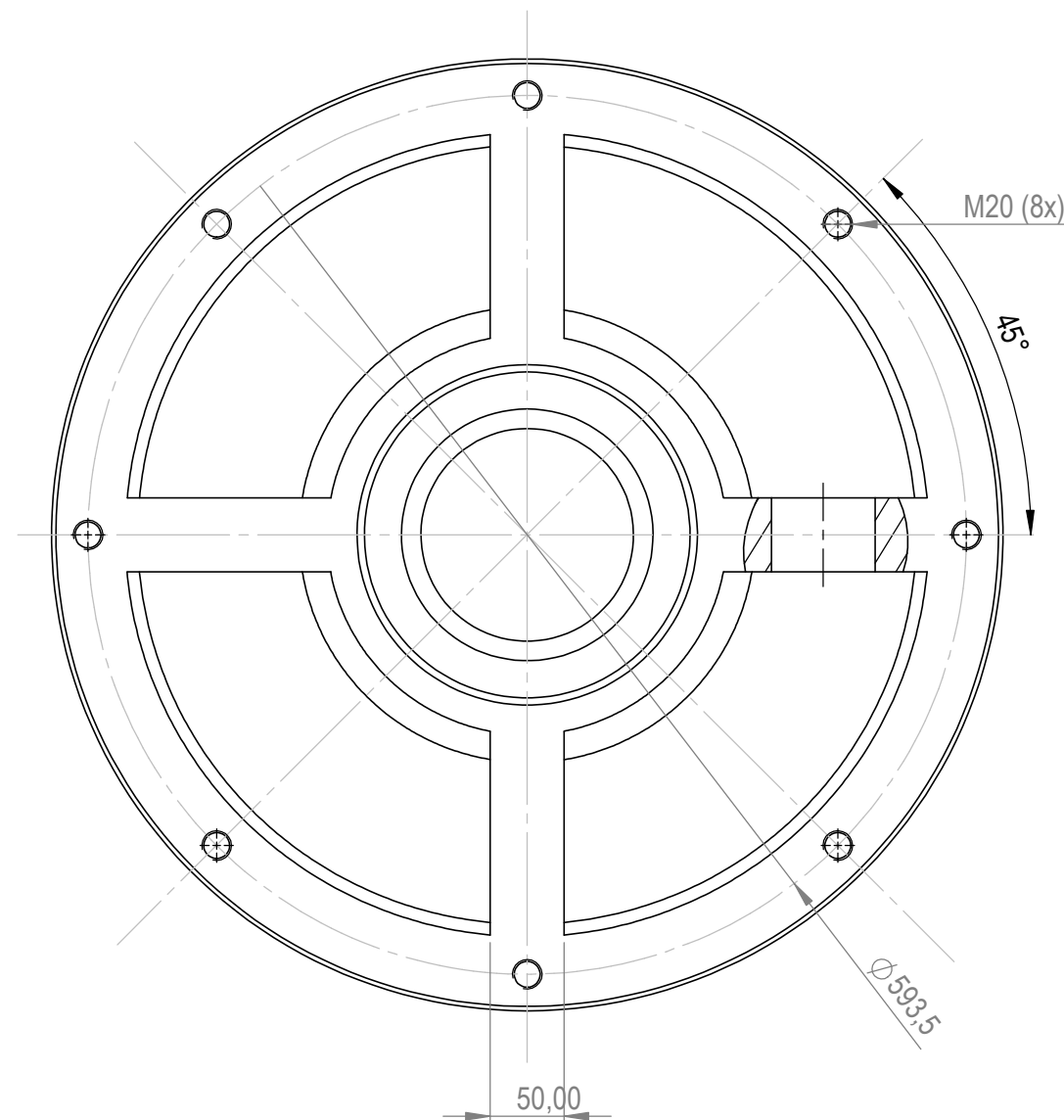
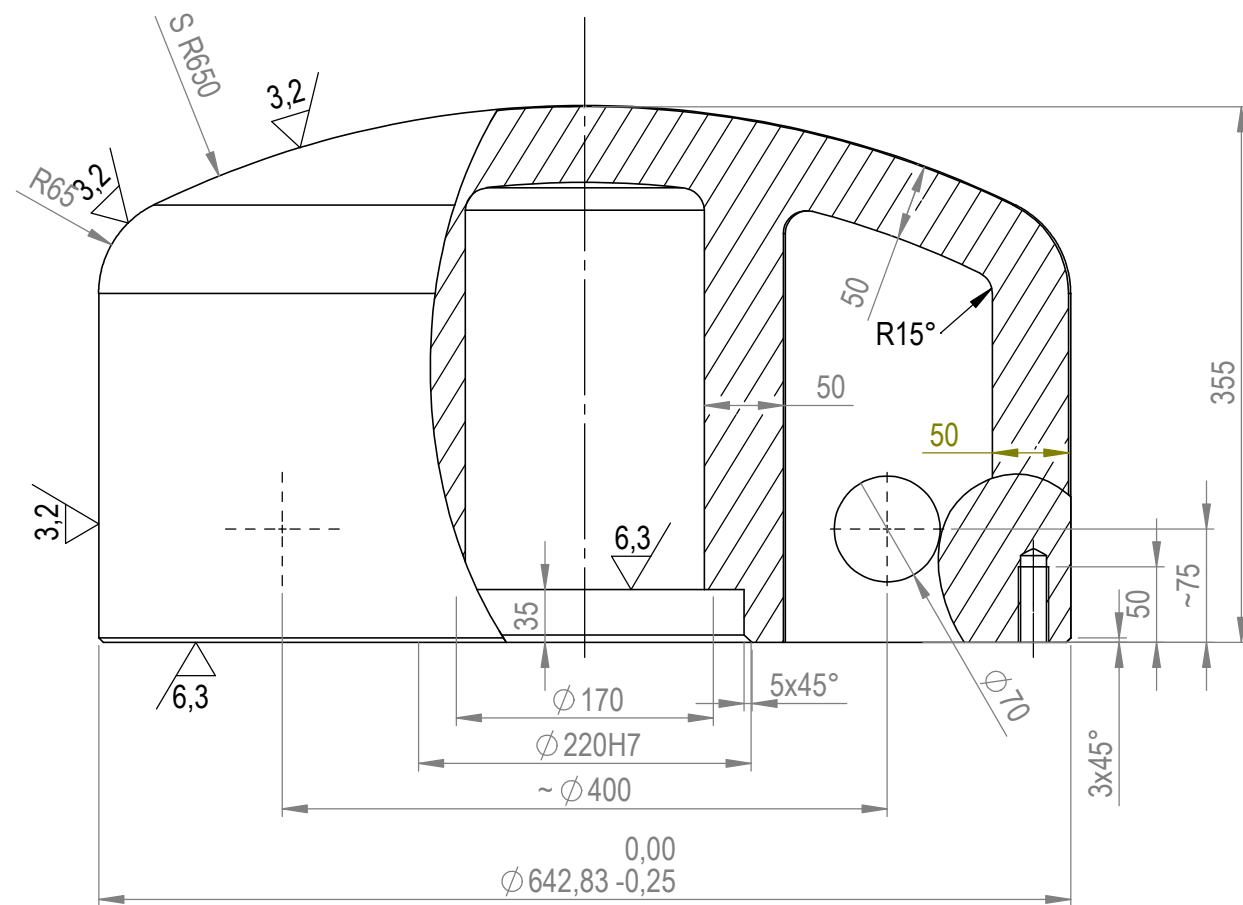
S355J2

Tömeg:

4,3 kg

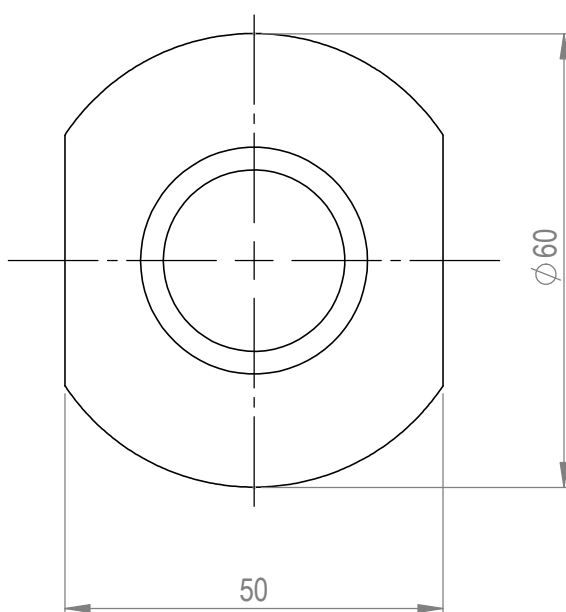
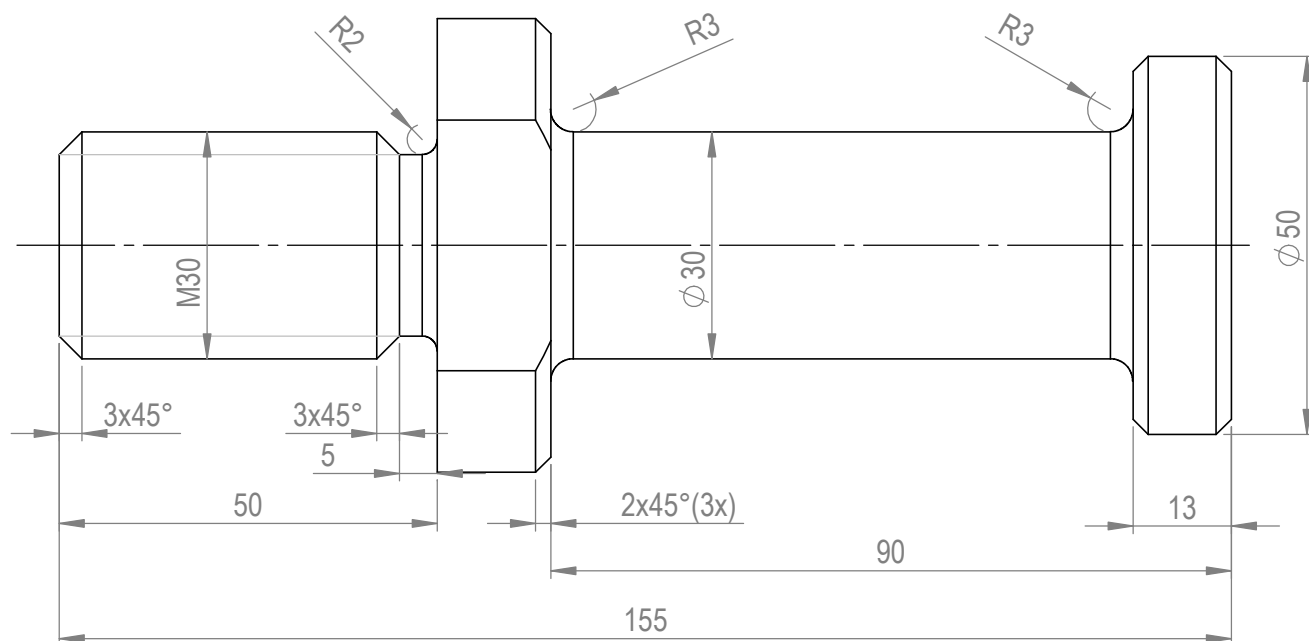
Dátum:

2022.11.14.



Öntési ráhagyás a megmunkált felületekre: 10 mm öntvény nem jelölt belső lekerekítései: R15		Tömeg: Öntési ráhagyásokkal: ~480 kg Rajz szerint forgácsolva: ~ 405 kg	
Óbudai egyetem Bánki Dónát Gépészmérnöki és Biztonságtechnikai mérnöki Kar		Rajzjel: T22-01-19	
Megnevezés: Bélyeg		Revízió szám: Rev. 1.	
Méretarány: M 1:5	Anyagminőség: EN GJL 250 + 1,5%Cr	Dátum: 2022.11.14.	

Nem jelölt tűrések: Forgácsolt méretek: ISO 2768 - m Nyers öntvény: DIN 1686 GTB-17	Készítette: Rózsa Zoltán
Nem jelölt élek letörése: külső: 0,5 x 45 °	Ellenőrizte:
Hőkezelés:	Jóváhagyta:



Nem jelölt tűrések:

ISO 2768 - fK

Nem jelölt élek

letörése:

0,5 x 45 °

Hőkezelés:

Készítette:
Rózsa Zoltán

Óbudai egyetem Bánki Dónát Gépészmérnöki és
Biztonságtechnikai mérnöki Kar

Rajzjel:

T22-01-20

Ellenőrizte:

Megnevezés:

Emelőcsap

Revízió szám:

Rev. 1.

Jóváhagyta:

Méretarány:

M 1:1

Anyagminőség:

42CrMo4 +QT

Tömeg:

1,2 kg

Dátum:

2022.11.14.