

SZAKDOLGOZAT

Farkas Bence
Gépészmérnök szak

Gödöllő
2024



Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem
Szent István Campus
Gépészmérnök Szak

Daráló gép tervezése alumínium dobozokhoz

Belső konzulens:	Dr. Pataki Tamás István Egyetemi Docens
Belső konzulens intézete/tanszéke:	Anyagtudományi és Gépipari folyamatok tanszék
Külső konzulens:	Kazinczi Mihály Ákos Gépészmérnök
Készítette:	Farkas Bence UHSI7N Nappali tagozat
Intézet/Tanszék:	Műszaki Intézet

Gödöllő
2024

MŰSZAKI INTÉZET
GÉPÉSZMÉRNÖK ALAPSZAK¹
Mérnökinformatika specializáció

SZAKDOLGOZAT
feladatlap

Farkas Bence (UHS17N)

részére

A diplomadolgozat címe:

Daráló gép tervezése alumínium dobozokhoz

Feladatkiírás:

A hulladékok térfogata amit egy háztartás felhalmoz egyre nagyobb, ennek csökkentése érdekében kell tervezni egy daráló gépet. Egy otthon is használható, akár egy szemetes ládára is felrögzíthető daráló tervezése.

Közreműködő tanszék: Anyagtudományi és Gépipari folyamatok Tanszék

Külső konzulens: Kazinczi Mihály Ákos gépészmérnök, Robert Bosch Elektronika Kft., 3000 Hatvan, Robert Bosch út 1.

Belső konzulens: Dr. Pataki Tamás István egyetemi docens, MATE, Műszaki Intézet

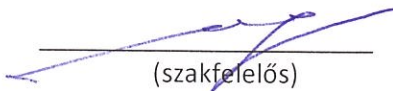
A dolgozat beadási határideje: 2024. év 11. hó 05. nap

Kelt: Gödöllő, 2024. év 10. hó 29. nap

Jóváhagyom



(tanszékvezető)



(szakfelelős)

Átvettem



(hallgató)

A dolgozat készítőjének külső konzulense nyilatkozom arról, hogy a hallgató az előre egyeztetett konzultációkon megjelent.

Kelt: Hatvan, 2024. év 10. hó 28. nap



(külső konzulens)

¹ A megfelelő képzési szint meghagyandó, a másik törlendő.

Tartalom

1. Bevezetés, célkitűzés.....	6
1.1 A háztartásban előforduló hulladékok.....	6
1.2 A könnyűfémek	6
1.3 Néhány szó az alumíniumról.....	7
1.4 Néhány szó a háztartásban előforduló alumínium hulladékról	7
1.5 Az alumínium italos dobozok	8
1.6 A háztartásban előforduló alumínium dobozok problémája	8
1.7 Az alumínium dobozok helyes kezelése	9
1.8 Az alumínium dobozok körforgása	9
1.9 Alumínium doboz darálásának célja	11
1.10 Helytelenül kezelt alumínium dobozok lehetséges hatásai	12
2. Az alumínium tulajdonságai, italosdoboz	13
2.1 Az alumínium fizikai tulajdonságai	13
2.3 Az alumínium mechanikai, technikai tulajdonságai	13
2.4 Az Alumínium fő ötvözőelemei	13
2.5 Néhány tudnivaló az alumínium italosdobozról.....	15
3. A téma feltárása.....	16
3.1 Az darológép követelményei.....	16
3.2 Darálás lehetséges változatai.....	16
3.3 Piackutatás.....	16
3.4 Shredder típusú daráló.....	16
3.5 Konkrét példa Shredder típusú darológépre	18
3.6 Finomaprítók	21
4. Szakirodalmi értékelés	23

5.	Kezdeti tervezés	24
5.1	Szükséges elemek.....	24
5.2	Tervezési szempontok	25
6.	Főbb elemek méretezése	26
6.1	Terhelések meghatározása.....	26
6.2	A vágóerő meghatározása számítással, kísérlettel	26
6.3	A szükséges villanymotor teljesítményének számítása.....	28
6.4	Ékszíjhajtás méretezése.....	29
6.5	Reakcióerők, igénybevételi ábrák meghatározása.....	35
6.6	Tengely magátmérőjének kiszámítása.....	39
6.7	Reteszek méretezése.....	41
6.8	Csapágy méretezése, élettartam meghatározás	42
6.9	A fogaskerék számítása	43
7.	A daráló bemutatása	46
7.1	A daráló 3D modellje	46
7.2	Alkatrészlista	48
7.3	Használati utasítás	49
7.4	Karbantartás.....	49
8.	Gazdasági számítás	51
9.	Összefoglalás.....	52
10.	Summary	53
11.	Nyilatkozat	54
12.	Felhasznált irodalom	56
13.	Mellékletek.....	58

1. Bevezetés, célkitűzés

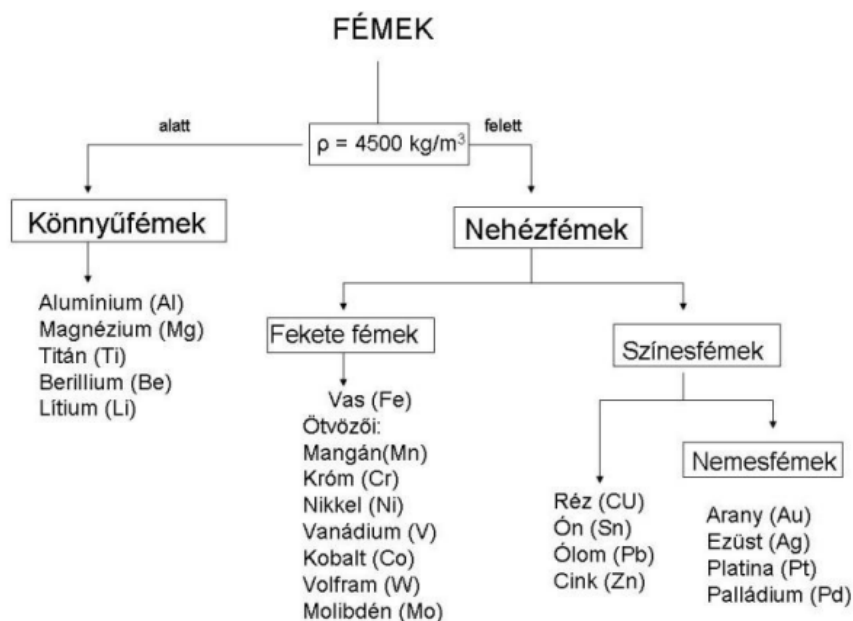
Ezen fejezet célja, hogy összefoglalja az alumíniumról, mint anyagról, mint dobozokról és mint hulladékról szükséges tudnivalókat, ezek mellett ennek a helyes kezeléséről egy átfogó képet adjon. A helytelenül kezelt háztartásban előforduló alumínium környezetre gyakorolt hatása is említésre kerül, valamint az újrahasznosítás lehetséges módjai is. Céлом, hogy egy olyan darálót tervezzek, mely működőképes, a háztartásban előforduló alumínium hulladékot megfelelő méretűre darálja, ezáltal pedig a megfelelő hulladékkezelés és az újrahasznosíthatóság mértéke növekedjen.

1.1 A háztartásban előforduló hulladékok

A háztartásban keletkező hulladékokat két fő csoportba sorolhatjuk: újrahasznosítható és újra nem hasznosítható hulladékok. Az újrahasznosítható hulladékok közé tartozik például a papír, a műanyag, az üveg és a fémek. Ezek az anyagok megfelelő gyűjtés és feldolgozás után újra felhasználhatók, így csökkentve a környezeti terhelést és az erőforrások pazarlását. Az újra nem hasznosítható hulladékok olyan anyagokat tartalmaznak, amelyek nem alkalmasak az újrafeldolgozásra. Ilyenek lehetnek bizonyos típusú műanyagok, szennyezett papír, kevert anyagok, valamint egyéb, komposztálásra nem alkalmas szerves hulladékok. Ezek a hulladékok sajnos többnyire lerakókba vagy égetőművekbe kerülnek, növelve a környezeti terhelést. Az újrahasznosítható hulladékok közül különös figyelmet érdemelnek az alumínium dobozok. Számos alumínium doboz, például üdítős és sörös doboz, rendkívül értékes újrahasznosítható anyag, ugyanis az alumínium megfelelő kezelés esetén végtelenszer újrahasznosítható.

1.2 A könnyűfémek

A fémek csoportosítása többféle szempont alapján történhet, a jármű, valamint a gépiparban leggyakrabban a sűrűségük alapján történik. Könnyűfémnek azon fém nevezhető, mely sűrűsége kisebb, mint $4,5 \frac{kg}{dm^3}$.



1. ábra

Fémek csoportosítása a sűrűségük szerint (Györgyné, dátum nélk.)

1.3 Néhány szó az alumíniumról

Az alumínium napjainkban széleskörűen elterjedt alapanyag, szinte bárhol találkozhatunk vele már a hétköznapi életben is, a háztartásunkban is. Az alumíniumot, valamint ötvözeit több, mint 100 éve használják. Vegyjel Al, a periódusos rendszerben a harmadik főcsoportban, a földfémek csoportjában helyezkedik el. Az oxigén illetve a szilícium után a földkéreg harmadik leggyakrabban előforduló eleme. Bauxitból állítják elő, szinte ez a kizárólagos érce. Magyarországon főként megtalálható a Bakonyban, A Villányi-hegységben, illetve Gerecsén. Kohósító eljárásokkal a magas oxigénhez tartozó affinitás miatt nem előállítható, így az ipari szintű előállítása csak a XIX. század végén, elektrolízises eljárással kezdődött el. (Györgyné, dátum nélk.)

1.4 Néhány szó a háztartásban előforduló alumínium hulladékról

Egy átlagos háztartásban is a mindennapi élet során előfordul alumínium, és keletkezik alumínium hulladék. A leggyakoribbnak tekinthető az italos doboz, melynek ürtartalma általában 250, vagy 330 ml. Ezekről elmondható, hogy csak egyszer vannak használatba véve a végfelhasználónál, majd pedig a hulladéktárolóba kerül. Az italos doboz mellett az alumínium

fólia is gyakori a háztartásokban, valamint számos dekorációs tárgy is alumíniumból készül, melyekről nagyon fontos tudni, hogy megfelelő kezelés esetén újrahasznosíthatóak.

1.5 Az alumínium italos dobozok

Napjainkban már számos italt, üdítőitalt vásárolhatunk meg alumínium dobozban. Az elterjedtségük már 2020 előtt is magas volt, ám a koronavírus betörését követően a pandémia alatt egyre több vendéglátóhely úgy gondolta, hogy az italkínálatát elérhetővé teszi webshopon is, így a helyben fogyasztható italaikat alumínium dobozokba palackozták. Az alumínium italos dobozokról elmondható, hogy költséghatékonyak, mivel tömege az üveghez képest nagyjából huszada, illetve formáját tekintve azonos ürtartalom mellett a helyigénye kisebb, ezen érveket tekintve mondhatni felhasználóbarát is. Elmondható az alumínium italos dobozokról még, hogy szélesebb körben gyűjtik az üveghez képest, és ez teljes mértékben újra is hasznosítható. (Az utóbbi állítás az üvegre szintén igaz, de a gyakorlatban kevésbé tapasztalható az, hogy újra visszakerül a rendszerbe alapanyagként, mint az alumínium.)



2. ábra

Alumínium italos doboz (Farkas, 2022.)

1.6 A háztartásban előforduló alumínium dobozok problémája

A széleskörű elterjedés ellenére néhány probléma is felmerül az alumínium italos dobozok kapcsán. Elsőként az újrahasznosítás hiányát emelném ki, mivel számos ember még ma is helytelenül, vagy egyáltalán nem válogatja szét a hulladékot, így az alumínium bele sem tud kerülni az újrahasznosítási folyamatba. A higiéniai problémák is kiemelendők, mivel a dobozok tisztán hasznosíthatóak, az eredeti anyagtól mentesen kell szelektálni. Elmondható a

túlzott fogyasztás problémája is, a dobozokat általánosságban kis űrtartalom jellemzi, így sok hulladék keletkezik, a gyorsan cserélhető természetük miatt pedig igencsak nőhet az általános hulladékmennyiség. Az alumínium előállítása energiaigényes folyamat, és bár az újrahasznosítás csökkenti az energiaigényt, a teljes feldolgozási ciklus energiaigénye magas.

1.7 Az alumínium dobozok helyes kezelése

Az alumínium italos dobozok a megfelelő gyűjtés, valamint kezelés mellett végtelenszer újrahasznosíthatóak anélkül, hogy a minőségük romlana. A hangsúly csak a megfelelő kezelésen van. Hulladékanyagként is elmondható, hogy az egyik legértékesebb a csomagolások közül, és a visszagyűjtésük, újrahasznosítási folyamatuk is a legjobb arányban megoldott. Az hellenergy.com adatai alapján elmondható, hogy az eddig kibocsátott alumínium mintegy 75 százaléka a mai napig is forgalomban van a megfelelő kezelésnek és újrahasznosításnak hála. (Paczári, 2023.)



3. ábra

Az alumínium italos doboz szelektív gyűjtése (Paczári, 2023.)

1.8 Az alumínium dobozok körforgása

A körforgásról elmondható, hogy az újrahasznosítások száma nincs hatással a beletöltött ital minőségére, frissességére, ízére. Az újrahasznosítás során jelentősen csökkentjük az üvegházhatású gázok kibocsátását. Az újrahasznosítása folyamat értelemszerűen az összegyűjtéssel kezdődik, mely a lakossági hulladékszállítás, valamint a gyűjtőpontok ürítését

jelenti. Az ilyen dobozokat szelektálják, elválasztják egymástól, majd présgép segítségével tömbökbe préselik, mely tömb tömege akár 1 tonna is lehet, mely nagyjából 65.000 dobozt jelenthet.



4. ábra

Alumínium újrahasznosítási körfolyamat – óriástömb (Zsófi, 2022.)

A tömbök elkészültét követően a szétszedés, majd aprítás következik, illetve mágnes segítségével a maradék ferromágneses anyagot is külön szelektálják, ezt követően örvényáram segít a szortírozásban. A következő lépésben hőenergiára van szükség, ám ezen lépésben még csak az aprított alumíniumról a festékréteg leválasztása a cél, ezzel pedig azt kívánják elérni, hogy a tisztaság tökéletes legyen, kezdődhessen az olvasztás. Az olvasztás folyamata nem túl bonyolult, magas hőmérsékleten, nagyjából 730 °C-on egy tömbbé olvasztják az aprítékot. Olyan tömböket olvasztanak, melyek tömege meghaladja a 10 tonnát, és 1 millió doboznyi alumíniumot foglal magába. A folyamat egyszerűnek, valamint relatív kis energiaigényűnek mondható. Ezt követően a tömb hengerlése következik, vékony alumíniumlapok kialakítása a cél, akárcsak egy óriási tekercs alufólia.



5. ábra

Az újrahasznosított alumínium tekercs (Zsófi, 2022.)

Ezt a folyamatot követően már csak az van hátra, hogy elkészítsék az újrahasznosított alumínium dobozt, melyek az elődjeikhez képest azonos, vagy eltérő méretűek, formájúak is lehetnek. (Zsófi, 2022.)

1.9 Alumínium doboz darálásának célja

Úgy gondolom, hogy az alumínium dobozok darálása egy nem túl összetett, de kulcsfontosságú lépés az újrahasznosítási folyamatban, melynek számos előnye, célja van.

- *Helymegtakarítás, szállítási hatékonyság:*

A darálás egyik fő célja, hogy a darálni kívánt alumínium dobozt kisebb helyigényű részekre bontsa. A darált alumínium könnyebben szállítható, tárolható, ezzel pedig szállítási költséget csökkenthetünk, és a karbon lábnyom csökkentését is elősegítjük egyidejűleg.

- *Egyéb anyagok keveredésének csökkentése, feldolgozás előkészítése*

Ha a háztartásunkban egy alumínium doboz darálással rendelkezünk feltehetőleg kisebb eséllyel fog keveredni a darált alumínium doboz más szelektíven gyűjthető anyaggal, így javul a hulladékszelektálás. A darált alumínium részecskéket a további lépésekben könnyebb feldolgozni.

- *Újrahasznosítási körfolyamat sebességének növelése*

A darált alumínium könnyebben szétválasztható, valamint gyorsabban feldolgozható az újrahasznosító üzemekben. Az apróbb részek nagyobb feldolgozási sebességet tesznek lehetővé, ez csökkenti az újrahasznosítási időigényt.

1.10 Helytelenül kezelt alumínium dobozok lehetséges hatásai

A helytelenül kezelt alumínium dobozoknak számos negatív hatása lehet a környezetre. Az alumínium alapvetően egy értékes, és jól újrahasznosítható anyag, mely leginkább a helytelen kezeléssel válhat környezeti problémává. A szelektív gyűjtés hiánya és a megfelelő újrahasznosítási folyamatok elmulasztása vezethet ahhoz, hogy az alumínium dobozok, termékek szemétkerakóban és- vagy égetőhelyeken köt ki. Az elsődleges környezeti károsodás az alumínium újrahasznosításának elmulasztása révén keletkezik. Az alumínium előállítása hatalmas energiaigényű folyamat, és az új alumínium gyártása jelentős mértékben terheli a természeti erőforrásokat. Az alumínium újrahasznosítása ezen a területen hozhatna jelentős környezeti előnyöket, de ha az alumíniumot nem megfelelően választják szét és nem kerül a megfelelő újrahasznosítási folyamatokba, akkor az értékes lehetőség veszendőbe megy. A hulladéklerakókba kerülő alumínium nemcsak a területet terheli meg, hanem hozzájárul a földtömeg-vesztéshez, és a szemétkerakók kezelése önmagában is környezeti problémákat hoz létre. Emellett a helytelenül kezelt alumínium hulladék égése során káros anyagok kerülhetnek a levegőbe, növelve a környezeti egészségügyi kockázatokat. A megoldás az alumínium helyes szelektív gyűjtése és az újrahasznosítási folyamatokba való irányítása. A fenntartható hulladékkezelés és az alumínium újrahasznosítása kulcsfontosságú ahhoz, hogy minimalizáljuk az alumínium környezeti hatását, megőrizzük az értékes anyagot, és hozzájáruljunk a fenntartható jövőhöz.

2. Az alumínium tulajdonságai, italosdoboz

2.1 Az alumínium fizikai tulajdonságai

- Alacsony olvadáspontú (660 °C)
- Sűrűsége $2,7 \text{ kg/dm}^3$ tehát könnyűfém
- Ezüstfehér színű, szürke színűvé válik porrá törve
- Villamos, valamint hővezető képessége kiváló
- Fényvisszaverő képessége jó
- Nem ferromágneses
- Rácsszerkezete lapközepes köbös

2.2 Az alumínium kémiai tulajdonságai

Amfoter jellegű fém, tehát a lúgok, és híg savak oldják alumínátok, alumínium-sók képződése közben. Az oxigénhez nagy az affinitása, a levegő oxigénjével gyorsan tud reagálni. A felületén lévő vékony, magas olvadáspontú oxidrétegnek köszönhetően korrózióálló, ám ez a tulajdonság rendkívül nehezíti a fém hegeszthetőségét, önthetőségét. Környezetbarátként azonosítható, nem mérgezőek a vegyületei. Védő oxidrétegje mesterséges úton vastagítható elektroméikai eljárással, az így létrejött oxidréteg tömör, vastag, egyenletes, mely jó korrózió valamint kopásállóságot biztosít. Ezen művelet neve az eloxálás. A natúr eloxálás során az alumínium eredeti színét megtartja, ám megvalósítható az, hogy a létrehozott oxidréteg színezett legyen. (Gyakori a barna, valamint a fekete.) (Gruber, dátum nélk.)

2.3 Az alumínium mechanikai, technikai tulajdonságai

Kis szilárdságú, lágy könnyűfém, széleskörűen változtatható a szilárdsága akár ötvözéssel, akár hőkezeléssel, vagy alakítással. Hidegen – melegen egyaránt jól sajtolható, alakítható, húzható, hengerelhető.

2.4 Az Alumínium fő ötvözőelemei

Az alumínium fő ötvözőelemei közé sorolható a magnézium (Mg), A réz (Cu) a szilícium (Si), illetve a cink (Zn), mangán (Mn), nikkel (Ni). Az ötvözés célja fizikai, kémiai, mechanikai tulajdonságainak változtatása a kívánt célhoz megfelelően.

Az ötvözteiket többféleképp csoportosíthatjuk.

Alakíthatóság alapján:

- Öntészeti
- Alakítható

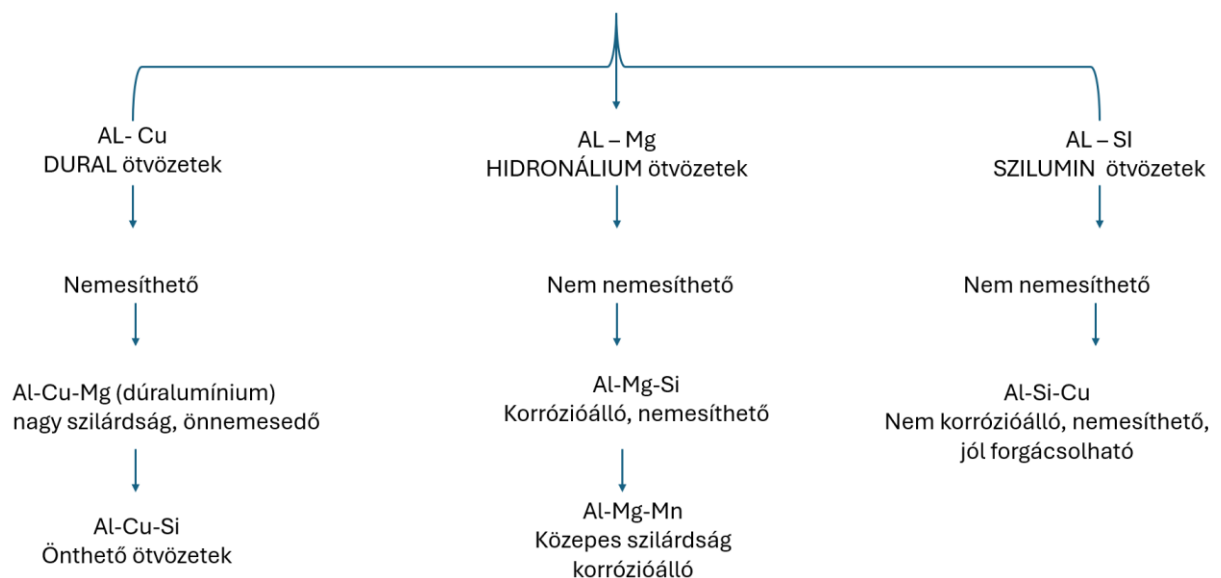
Hőkezelhetőség alapján:

- nemesíthető
- nem nemesíthető

Összetételük szerint:

- Hidronárium (Al – Mg)
- Szilumin (Al – Si)
- Dural (Al – Cu)

Alumínium ötvözetek



6. ábra

Alumínium ötvözetek csoportosítása az összetételük szerint (Györgyné, dátum nélk.)

2.5 Néhány tudnivaló az alumínium italosdobozról

Az alumínium italosdobozok már az 1930-as években megjelentek, ám ekkor még drága mivolta miatt az italos dobozok főként bádogból készültek. A nyitófül megjelenése az 1950-es évekre tehető, ám ez akkor még eldobható volt. Az 1960-as években tértek át az alumíniumra, majd a ma is megszokott nyitófül az 1970-es években kezdett el terjedni. (dontwasteit, 2022.)

Az alumínium italos dobozok alapanyaga egy speciális alumínium ötvözet, mely csomagolóipari igényekre kifejezetten alkalmas. A 3004 és a 3104 alumínium ötvözet a leginkább elterjedt alapanyag.

Anyagösszetételük rendkívül hasonló.

3004 alumínium ötvözet:

- Alumínium ~ 95,7 – 97,7%
- Mangán ~ 1 – 1,5 %
- Magnézium ~ 0,8 – 1,3 %
- Cink ~ 0,25 %
- Vas ~ 0,7 %

3104 alumínium ötvözet:

- Alumínium ~ 97 %
- Mangán ~ 0,8 – 1,3 %
- Magnézium ~ 0,8 – 1,3 %
- Cink ~ 0,25 %
- Vas ~ 0,7 %

3. A téma feltárása

3.1 Az darálógép követelményei

A megfelelő működés, jó hatásfok, széleskörű elterjedés célja érdekében követelményeket szükséges felállítani a tervezni kívánt gépről. A géppel szemben támasztott legfontosabb követelmény számomra az, hogy megfelelő minőségben darálja le az alumíniumot, mivel a jó hatékonyságú újrahasznosítási folyamat egyik legfontosabb lépése ez, a másik pedig a gép alacsony helyigénye, valamint az elérhető ára, hogy az átlagos háztartásokban is jelen legyen.

3.2 Darálás lehetséges változatai

Az alumínium doboz kisebb térfogatú részekre történő bontása történhet nyíróerő használatával, tiszta nyomóerő alkalmazásával, valamint a kettő egyidejű alkalmazásával is. A darálás közben fellépő igénybevétel történhet egy, vagy két szilárd felület között, vagy akár szilárd felület érintkezése nélkül is. A szilárd felület jelen esetben a darálógéphez tartozik. Két felület esetén a fő erőhatás a nyomás, nyírás, vágás, ütés, hajlítás, még egy felület esetében pedig az ütközés.

3.3 Piackutatás

Az alumínium dobozok darálásához háztartási szinten jelenleg nem elterjedt a darálógép. Az általab támasztott követelmények alapján a daráló méretét, tengelyének számait, valamint az apríték méreteit szükséges figyelembe venni. Az ilyen darálógépek alatt a villamos motorral meghajtott, darálni kívánt anyag méretét csökkentő, a fizikai megjelenést módosító eszközt, berendezést érthetjük. Az aprító- daráló gépek két ő csoportja a finomaprító, valamint a shredder.

3.4 Shredder típusú daráló

A shredder a darálni kívánt anyag térfogatának csökkentéséért felelős, némely típusai a kész méretre történő aprításért felelős. Ezen gépcsoporton belül megkülönböztetendő az egy, valamint a többtengelyes aprító. Az egytengelyes berendezések esetében egy forgó mozgást végző, késekkel rendelkező rotor végzi el a darálási folyamatot, ebben az esetben általában egy hidraulikával működtetett kos szorítja az aprítandó anyagot a rotorhoz. A berendezés kapacitási

ipari területen is igen széleskörű, háztartási méretben nem elterjedt, általában a teljesítményét ledarálni képes anyag súlya / óra viszonylatban adják meg. A forgó mozgást végző rotor alatt rosta helyezkedik el, mely feladata a nem megfelelő méretűre darált anyag megfogása. A rotor ezen anyagokat is addig aprítja, még el nem éri azt a méretet, mely már megfelel, így a rostán kialakított lyukakon képes már távoznit. (Varga & Blaskó, dátum nélk.)

2 – a tengely (rotor)

3- vágószerszám

4 – hidraulikus kos

5 – rosta

6 - ellenkés

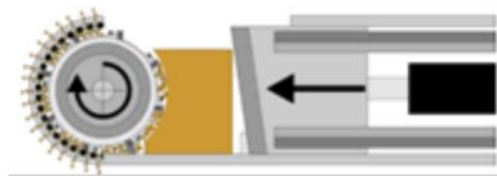
7. ábra

Egytengelyes darológép vázlata (daralok.hu)

A daráló működési fázisai:



1. – A darálás megkezdése



2. A hidraulikus kos a daráló tengelyére nyomja a darálni kívánt anyagot, majd darálni kezdi

8. ábra

A darálás fázisai (daralok.hu)

Mint említettem, a shredder gépek között két, vagy többtengelyes darálók is megtalálhatóak, melyekkel tulajdonképpen bármilyen hulladék feldolgozása megoldható. A berendezés működése azon alapszik, hogy két, egymással párhuzamos, egymáshoz képest ellentétes forgású, relatív lassú fordulatszámú rotoron kések helyezkednek el, melyek tulajdonképpen tépik, szakítják az aprítani kívánt anyagot. A két, vagy többtengelyű shredder berendezés akár gumihulladék aprítására, vagy egy komplett autó darálására is képes. Ezek méretei is az aprítani kívánt anyagtól függően változnak, teljesítménye az egytengelyes gépekhez képest nagyobbak mondhatóak. A két, vagy többtengelyes shredderek esetén az egytengelyeshez képest egy lépésben nem szabályozható oly pontosan a darált anyag mérete, mivel itt a rostás megoldás nem megvalósítható abban a formában. Amennyiben pontosabb méretű aprítékot szeretnénk kapni, akkor több lépcsőben kell elvégezni a folyamatot, a nagyobb méretű részek kiszűrése itt is történhet rosta segítségével. A daráló korlátai tulajdonképpen nem ismertek, megfelelő motorteljesítmény, rotorhossz, késszám, késvastagság, anyagválasztás, fordulatszám esetén bármilyen anyag feldolgozható vele. A három, esetleg négytengelyes aprítók a kéttengelyeshez képest annyiban különböznek, hogy adott vágószélesség mellett több teljesítményt képesek nyújtani.

3.5 Konkrét példa Shredder típusú darológépre

ET M22-60 egytengelyes daráló 200-400 kg/h

Az Et M22-60 egytengelyes daráló nagy szilárdságú hulladékok aprítására alkalmas. Elektromos hajtású, tárcsa-szíz alapon adja le a teljesítményét, ezek mellett egy hidraulikus rendszer is megtalálható kiegészítőként a működés érdekében. Ez az egység az előtoló mozgást szabályozza. ^{9. ábra} Négy tengelyes aprítógép (Recycling) igit tolja a tengely felé, mely forgó mozgást végezve a kés segítségével összezúzza. Az apríték mérete rosta segítségével szabályozható. Ideális lehet fa, fadarab, vastag műanyag, papír, préselt lemez és kisebb méretű gumi aprítására. (daralok.hu)

Műszaki jellemzők:

Főmotor teljesítmény (kW):	18,5
Hidraulikus rendszer teljesítmény (kW):	2,2
Meghajtás módja:	szíz+tárcsa
Tengelyek száma:	1

Tengely átmérője (mm):	220
Tengely hossza (mm):	600
Átfordítható kések száma:	27
Kések éleinek száma:	4
Becsült feldolgozási kapacitás (kg/h):	200-400
Tömeg (kg):	1800
Biztonsági felszerelés:	biztonsági kapcsolók
CE megfelelés:	igen



10. ábra

ET M22-60 egytengelyes daráló (daralok.hu)

KT B 70/120 D kéttengelyes daráló 2000-3000 kg/h

Ezen kéttengelyes daráló aprítótérülete 690×1200 mm, speciális kopásálló acél késekkel, illetve távtartó bordákkal felszerelt. Szerkezete rendkívül masszív, vágónyomatéka magas, ennek köszönhetően nem csat általános munka elvégzésére alkalmazható. Számos hulladék aprítására alkalmazható, köztük igazán nagyméretűekkel is. Legyen szó akár fáról, akár rongyról, műanyagról, gumiabroncsról és további anyagokról, képes megbirkózni velük. Hegesztett fémlemez adagológarat, Bolygókerékes hajtómű, olajban futó acél fogaskerék, valamint zárt csapágyvédelem jellemzi.

Műszaki jellemzők:

Telepített teljesítmény (kW):	22+22
Hajtóművek száma:	2
Hajtómű típus:	bolygókerékes

Tengelyek száma:	2
Különleges vágótárcsák száma:	30
Távtartó bordák száma:	30
Fordulatszám (1/min):	16
Becsült feldolgozási kapacitás (kg/h):	2000-3000
Tömeg (kg):	7300
Biztonsági felszerelés:	biztonsági kapcsolók
CE megfelelés:	igen



11. ábra

KT B 70/120 D kéttengelyes daráló (daralok.hu)

NT 120/100S négytengelyes aprító-daráló 1500-3000 kg/h

Az NT 120/100S négytengelyes aprító-daráló 1000×1200 mm méretű aprítótérrel rendelkezik, és a különleges vágótárcsák mellett ezen daráló további speciális továbbítótárcsákkal van felszerelve. Az S széria két darab, egyenként 22 kW teljesítményű villanymotorral felszerelt. Hajtási rendszere, és a cserélhető tárcsa gazdaságos üzemeltetést tesz lehetővé. Univerzálisan alkalmazható ipari méretű daráló. Különböző csomagolóanyagok, műanyag karosszériaelemek, üreges elemek, fémhordók, nagyobb méretű gumiabroncsok aprítására is alkalmas. Egy hulladék feldolgozó sor alapgépeként is helyt áll.

Műszaki jellemzők:

Telepített teljesítmény (kW): 22+22

Hajtóművek száma:	2
Hajtómű típus:	bolygókerekes
Tengelyek száma:	4
Különleges vágótárcsák száma:	30
Behordótárcsák száma:	30
Fordulatszám (1/min):	18
Becsült feldolgozási kapacitás (kg/h):	1500-3000
Tömeg (kg):	6000
Biztonsági felszerelés:	biztonsági kapcsolók
CE megfelelés:	igen



12. ábra NT 120/100S négytengelyes aprító-daráló (daralok.hu)

3.6 Finomaprítók

A finomaprító berendezések a shredder berendezések, vagy például az erdészeti faapírtók segítségével a már megfelelő méretűre elődarált hulladékot, vagy nyersanyagokat egészen apró darabokra történő aprítását végzik. A finomaprítókon belül megkülönböztetünk granulátorokat, valamint kalapácsos malmokat. A granuláló berendezések főként a műanyagok finom aprítására használják, a cél a 10mm-nél kisebb szemcseméretű, teljes mértékben homogén anyag elérése. Ebben az esetben egy gyorsan forgó késes rotor, valamint ellenkés található, és a kis lyukméretű

rosták segítségével történik az anyag darálása. Ezen aprított termék már alkalmas arra, hogy műanyaggyártásban alapanyagként funkcionáljon.



13. ábra

Rhong műanyag granuláló berendezés (Rhong Machinery)

4. Szakirodalmi értékelés

Úgy gondolom, hogy az alumínium dobozok darálása nem csupán egy mechanikus művelet, hanem egy kulcsfontosságú lépés, mely hozzájárul az alumínium újrahasznosítási folyamatának hatékonyságához, fenntarthatóságához, valamint a környezetünk terhelését csökkenti.

- az alumíniumból készült hulladékok jelentős mennyiségben halmozódnak fel a háztartásokban, beleértve az üdítő és sörös dobozokat, élelmiszeres csomagolásokat és egyéb termékeket. Ezeknek a hulladékoknak az újrahasznosítása kulcsfontosságú az erőforrások hatékony felhasználása és a hulladékcsökkentés szempontjából.
- az alumínium újrahasznosítása jelentős környezeti előnyökkel jár. Az újrahasznosított alumínium előállítása lényegesen kevesebb energiát igényel, mint az új alumínium előállítása, ami csökkenti a szén-dioxid-kibocsátást és segít megőrizni az értékes erőforrásokat.
- az alumínium darálók használata hatékony és praktikus megoldást jelent a háztartásokban keletkező alumínium hulladék kezelésére. A daráló használatával egyszerűvé válik az alumínium hulladékok aprítása, lehetővé téve azok könnyű tárolását és szállítását.
- A könnyen kezelhető és praktikus kialakításnak köszönhetően ez a daráló gyorsan integrálódhat a háztartásokba. A kompakt méret és a csendes működés teszi ideális választássá bármilyen otthonba. Az újrahasznosításra irányuló növekvő tudatosság támogatja az ilyen típusú eszközök népszerűségét és elterjedését. Az egyszerű kezelhetőség és a megbízható teljesítmény garantálja, hogy az emberek hosszú távon is megbízhatnak ezekben a darálóknak. Összességében az alumínium hulladék darálók valós igényeket elégítenek ki, és biztosítják, hogy a hulladékkezelés könnyed és hatékony legyen a mindennapi életben.

5. Kezdeti tervezés

5.1 Szükséges elemek

A piackutatás által és a korábbi sorokban kifejtett témáknak köszönhetően a berendezéssel szemben támasztott követelmények ismertek, így megkezdhető a gép felépítésének, alapkoncepciójának tervezése. Az általam tervezett daráló főbb elemei közé tartozik:

- **Betöltő garat**

Elhelyezés: A gép tetején, központi helyen található, hogy a felhasználók könnyedén betölthessék az alumínium dobozokat.

Forma és anyag: A garat mérete úgy van kialakítva, hogy egyszerre egy dobozt lehessen belehelyezni. A lejtős kialakítás lehetővé teszi, hogy a doboz közvetlenül a vágóelemekhez jusson. Anyaga erős, korrózióálló, például rozsdamentes acél.

- **Késes vágóelem**

Elhelyezés: A garat alján, közvetlenül a gép belsejében helyezkedik el, hogy a dobozok azonnal a vágómechanizmushoz kerüljenek.

Funkció: A forgó tengelyekre szerelt éles vágóelemek felaprítják az alumínium dobozokat. A kések tartós anyagból készülnek, hogy kopásállóak és hosszú élettartamúak legyenek.

- **Rögzítő elemek**

Elhelyezés: A gép minden szerkezeti pontján, ahol különböző részek találkoznak, hogy stabilan tartsák a gépet.

Funkció: Ezek a rögzítő elemek biztosítják a gép megbízható működését azáltal, hogy a különböző alkatrészeket a helyükön tartják.

- **Hajtás**

Elhelyezés: A gép oldalán vagy hátulján van elhelyezve, hogy ne akadályozza a felhasználót.

Funkció: A hajtás a vágóelemek mozgatásáért felel, amelyet elektromotor biztosít. A hajtóműnek megfelelő teljesítménnyel kell rendelkeznie az alumínium dobozok gyors és folyamatos aprításához.

- **A gép kerete**

Elhelyezés: A gép szerkezeti alapját képezi, amely körülveszi és stabilan tartja az összes alkatrészt.

Funkció: A keret biztosítja a gép stabilitását és csökkenti a rezgéseket. Erős anyagból készül, ugyanakkor könnyen mozgatható a szükségleteknek megfelelően.

- **Burkolóelemek**

Elhelyezés: A gép külső részén helyezkednek el, különösen a mozgó alkatrészek, például a vágóelemek és a hajtás körül.

Funkció: A burkolatok biztonsági célt szolgálnak, védve a felhasználót a sérülésektől és megakadályozva a külső szennyeződések bejutását a gépbe.

- **Alulról a darálóba nyúlást védő- és darálékot vezető elem:**

Elhelyezés: A daráló alsó részén található, és az aprított anyagok gyűjtéséért felelős.

Funkció: Ez az alkatrész gondoskodik arról, hogy az aprított alumíniumdarabok megfelelően összegyűljenek, megelőzve a torlódást vagy elakadást a gépben.

5.2 Tervezési szempontok

A tervezni kívánt daráló gazdasági szempontokat is figyelembe véve egy kéttengelyes darológép lesz, a tengelyeket fogaskerék kapcsolat fogja összekötni. A meghajtás egy darab villanymotor segítségével véghezvihető, mely ékszíjhajtás segítségével egy tengelyt meghajt. A keret a Bosch Rexroth termékeiből alumíniumprofilokból, és a hozzá tartozó összekötőelemekből fog állni. Ezen megoldás anyagszükséglete jóval kevesebb, mint akár egy többtengelyesé, akár pedig egy több meghajtással rendelkező konstrukcióé. Az alumínium profil könnyen beszerezhető, és esetlegesen a későbbiekben más célból is felhasználható.

6. Főbb elemek méretezése

6.1 Terhelések meghatározása

Elsőként a gép egyes részeit érő főbb terhelések definiálása a szükséges.

- Vágóelemek terhelése

A dobozok alumíniumból vannak, mely darálása során a vágókésnek nyomó, valamint nyíróerővel kell megbírkóznia. Az alumínium szakítószilárdságának ismeretében a vágókést érő erő kiszámítható. A forgó tengelyeket üzem közben nyomaték terheli. A motor által leadott teljesítménynek megfelelőnek kell lennie, hogy az alumínium aprítása megtörténjen. Az ékszíjhajtásnak a motor nyomatékát át kell adnia a tengelyre, a csapágyaknak radiális, axiális, dinamikus terheléseket szükséges elviselniük. Összességében elmondható, hogy amennyiben ezen tényezők méretezése megfelelő, a darológép hosszútávú, hatékony működése várható.

6.2 A vágóerő meghatározása számítással, kísérlettel

A leggyakrabban használt alumínium ötvözet a doboz gyártás során a 3004 és 3104-es alumínium ötvözet szakítószilárdsága az előbbi esetén 180 MPa, az utóbbinál pedig 220 MPa. Az alumínium doboz vastagsága különböző források szerint 0,11 mm, de a pontosság kedvéért mérést végeztem mikrométer segítségével. A palástfelületről elmondható, hogy valóban 0,11 mm vastagságú, azonban a doboz tetejénél a hajlított felületen 0,16 mm vastagság is, a doboz alján a talp kialakításnál pedig 0,3 mm vastagság is mérhető volt. A számítás során a 0,3 mm vastagságot fogom figyelembe venni. A 0,5 l térfogatú alumínium doboz átmérője 66 mm. Az alumínium doboz szakítószilárdsága a 3104-es alumínium ötvözet szerint lesz figyelembe véve, mivel azon szakítószilárdsága nagyobb.

Vágási felület (A) meghatározása:

s – falvastagság [m]

l – vágás hossza [m]

$$A = s \cdot l = 0,0003m \cdot 0,066m = 0,00003114 m^2$$

A vágóerő (F) meghatározása

τ_t – alumínium szakítószilárdsága [Pa]

$$F = \tau_t \cdot A = 220 \cdot 10^6 \text{ Pa} \cdot 0,00003114 \text{ m}^2 = 6850 \text{ N}$$

Az alumínium doboz vágását kísérlet útján is elvégzem valós körülmények között. A kísérlethez egy lemezvágó ollót, egy alumínium dobozt és egy poggyásmérleget használtam. Az olló egyik végét állandó pozícióban fogtam, és egy barátom segítségével a másik karra rögzítettük a mérleg akasztóját, azt pedig lehúztuk. a mérleg képes MAX mért értéket is megjeleníteni Kg mértékegységben. Az doboz egy 0,5 literes alumínium doboz volt. A méréseket azonos felületen háromszor végeztem el.

Vágott hely	Vágáshoz szüks. erő [kg]	Vágáshoz szüks. max erő [N]
Doboz talprésze	3,1 3,25 3,18	31,8825
Doboz közepe	1,9 1,85 1,92	18,8352
Doboz teteje	2,4 2,43 2,34	23,8383

14. ábra

Szükséges vágóerő kísérleti úton

Az elméleti számítás és a gyakorlati tapasztalat igencsak eltér, mely számos dologgal indokolható. A számítás során a vágási terület és a szakítószilárdság alapján lett meghatározva az elméletileg szükséges vágóerő. A gyakorlati kísérletnél a vágási folyamat nem lineáris, a vágási módszer, eszköz, technika befolyásolja az elvárt erőt. A lemezvágó olló esetén a karok mechanikai előnye segít csökkenteni a szüksé. erőt. A poggyásmérleg segítségével a rögzítőfület a kar belső oldalára igyekeztem elhelyezni, ahol az erőkar a legkisebb. A kísérleti úton meghatározott erőt ($\approx 32 \text{ N}$) használok a további számításokhoz, mert a ez az erő a valós

vágási és működési környezetben mért adatokat tükrözi, így pontosabb információkat nyújt a gép teljesítményéről. A kísérlet során szerzett tapasztalatok figyelembevételével a tervezés jobban illeszkedik a valós felhasználási igényekhez és körülményekhez. A mért erő konkrétan tükrözi a használt anyag és a vágási technika hatékonyságát, és figyelembe kell venni, hogy az alumínium darálóban a vágási folyamat sem lesz lineáris, ami azt jelenti, hogy a vágási erő a különböző vágási szakaszokban változhat. Ezért reális elvárásokat alapoz meg a gép tervezése során. A további számítások megkezdése előtt üzemi tényezőt fogok felvenni.

-üzemi tényező $\varphi = 1,6$

Tengelyenként 10 darab, 15mm széles vágókést szeretnék alkalmazni, mivel a legnagyobb, 0,5 literes alumínium italos doboz a mérés alapján 122mm. Ebben az esetben összesen 20 darab vágókés szükséges.

Összesen vágóerő szükséglet meghatározása:

$$F_{\text{összes}} = 32 \text{ N} \cdot 10 \cdot 1,6 = 512 \text{ N}$$

6.3 A szükséges villanymotor teljesítményének számítása

Választott villanymotor:

Agisys TMS2 2,2 / 90L

Jellemző adatok:

4 pólus, 1,5 kW teljesítmény, 1420 1/min fordulatszám, $\eta=82,8\%$, $\cos\varphi=0,79$

Szükséges motorteljesítmény:

$$P = \frac{2\pi \cdot n_d \cdot F \cdot r}{i \cdot \eta} = \frac{2\pi \cdot 11,83 \frac{1}{s} \cdot 512 \text{ N} \cdot 0,075 \text{ m}}{2 \cdot 0,828} = 1723,59 \text{ W}$$

Ahol:

P – szükséges motorteljesítmény [W]

$$n_d - \text{daráló fordulatszám} \quad n = \frac{n_m}{i} = \frac{1420 \frac{1}{\text{min}}}{2} = 710 \frac{1}{\text{min}} = 11,83 \frac{1}{s}$$

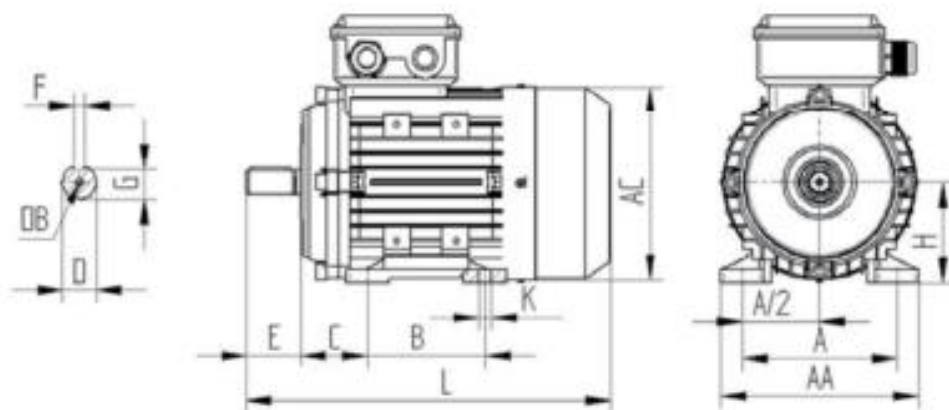
F – Vágóerő üzemi tényezővel $F=512 \text{ N}$

r – vágókés sugár $r = 0,075\text{m}$

i – átétellel $i = 2$

η – hajtómű hatásfok $\eta = 82,8 \%$

Mivel szükséges motor teljesítménye alacsonyabb, mint a választott motoré, így az Agisys 180M T2CR villanymotor megfelel.



15. ábra

180M T2CR villanymotor geometriai adatai (hajtástechnika, dátum nélk.)

Méretei:

A=140mm	B=125mm	C=56mm	AB=175mm	K=10x13mm	L=337mm
D=24mm	DB=M8	E=50mm	F=8mm	G=27mm	AC=183mm

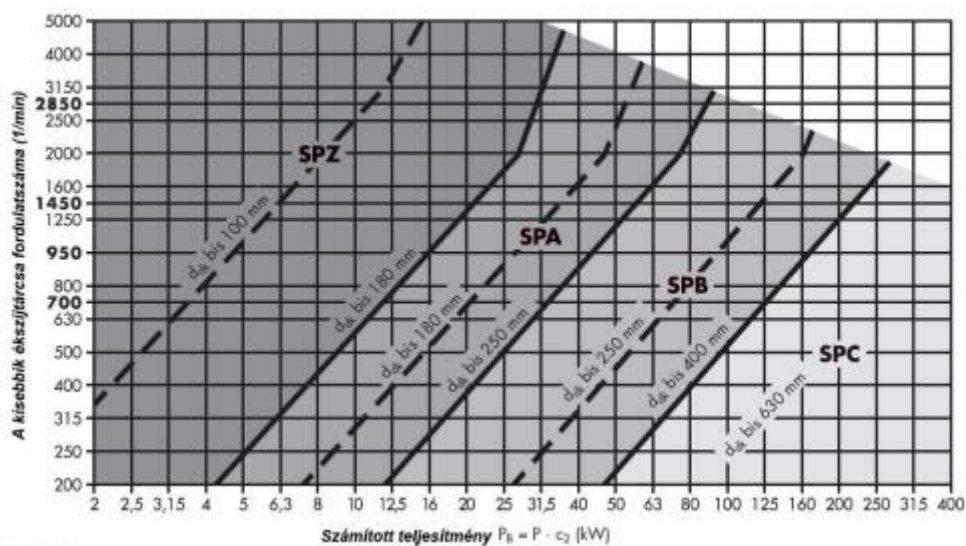
16. ábra

180M T2CR villanymotor geometriai méretei (hajtástechnika, dátum nélk.)

6.4 Ékszíjhajtás méretezése

Az ékszíjtárca fordulatszáma és a bemenő teljesítmény alapján az ékszíj típusa kiválasztható. A Optibelt katalógus segítségével:

Diagramm 2: Optibelt SK Hochleistungs-Schmalkeilriemen DIN 7753 Teil 1



17. ábra

Ékszíj típus a teljesítmény és a fordulatszám alapján (Transmission, dátum nélk.)

A motor teljesítménye, valamint az ékszíjtárcsa fordulatszáma ismert, így ezen adatok, és az Optibelt katalógusa alapján meghatározható, hogy a szükséges ékszíj típusa az SPZ.



18. ábra

Ékszíj típusok, és azok méretei (Transmission, dátum nélk.)

Az SPZ ékszíj méretei a következők:

Magasság - $h = 8$ mm

Szélesség - $b = 9,7$ mm

Ékszíjtárcsa meghatározása:

Az ékszíjtárcsák átmérői az ékszíj profilától függően meghatározottak, jelen esetben az SPZ profil mellé az általam választott hajtó tárcsa átmérője szabványos, 90 mm.

A hajtott tárcsa átmérője az áttétel segítségével:

D_1 – hajtó tárcsa

D_2 – hajtott tárcsa

$$i = \frac{D_2}{D_1} \rightarrow D_2 = i \cdot D_1 = 2 \cdot 90 \text{ mm} = 180 \text{ mm}$$

Az SPZ profilú ékszíjhoz 100mm átmérőjű szabványos tárcsa is kapható, így ez a méret megfelel.

Tengelytávolság meghatározása:

$$0,7(D_1 + D_2) \leq a \leq 2(D_1 + D_2)$$

D_1 – hajtó tárcsa

D_2 – hajtott tárcsa

a – tengelytávolság

$$0,7(90 + 180) \leq a \leq 2(90 + 180)$$

$$189 \leq a \leq 540$$

A szükséges tengelytávolság 189 mm és 540 mm közé kell eszen, ezen értéken belül szabadon megválasztható. Az általam választott érték a $b = 500$ mm.

Az ékszíjhossz (L_p) meghatározása

$$L_p = 2 \cdot b + \left(\frac{d_1 + d_2}{2} \right) * \pi + \frac{(d_2 - d_1)^2}{4 \cdot b}$$

$$L_p = 2 \cdot 500 + \left(\frac{90 + 180}{2} \right) * \pi + \frac{(90 - 180)^2}{4 \cdot 500} = 1428,16 \text{ mm}$$

A kiszámított hosszhoz legközelebb eső szabványos ékszíjhossz 1430 mm.

Méretezett tengelytávolság:

$$L_{sz} > L_p$$

$$a_v = a + \frac{L_{sz} - L_p}{2} = 500 + \frac{1000 \text{ mm} - 988,16 \text{ mm}}{2} = 505,92$$

Átfogási szög és átfogási szögtényező:

$$\frac{d_{d2} - d_{d1}}{a_v} = \frac{180 - 90}{505,92} = 0,177 \approx 0,2$$

$\frac{d_{dg} - d_{dk}}{a_{nom}}$	$\beta \approx$	c_1
0	180°	1,00
0,05	177°	1,00
0,10	174°	1,00
0,15	171°	1,00
0,20	168°	0,99
0,25	165°	0,99
0,30	162°	0,99
0,35	160°	0,99
0,40	156°	0,99
0,45	153°	0,98
0,50	150°	0,98
0,55	147°	0,98
0,60	144°	0,98
0,65	141°	0,97
0,70	139°	0,97
0,75	136°	0,97
0,80	133°	0,96
0,85	130°	0,96
0,90	126°	0,96
0,95	123°	0,95
1,00	119°	0,94
1,05	115°	0,94
1,10	112°	0,93
1,15	109°	0,93

19. ábra

Átfogási tényező – szögtényező arány (Transmission, dátum nélkül.)

A kapott érték alapján az átfogási tényező értéke $C_1 = 0,99$

Szíjhosszúsági tényező

A lent látható táblázat alapján a szíjhosszúsági tényező értéke $c_3 = 0,91$

DRIVE CALCULATION
LENGTH FACTOR c_3 FOR OPTIBELT WEDGE BELTS
AND KRAFTBANDS

The length factor c_3 takes into account the flex rate of the belt based on the reference length for the particular belt profile.

This results in the following relationships:
belt length > reference length $c_3 > 1.0$
belt length = reference length $c_3 = 1.0$
belt length < reference length $c_3 < 1.0$

Table 24

Profile SPZ, XPZ		Profile SPA, XPA		Profile SPB, XPB		Profile SPC, XPC	
Datan length (mm)	c_3	Datan length (mm)	c_3	Datan length (mm)	c_3	Datan length (mm)	c_3
630	0.83	800	0.81	1250	0.83	2000	0.85
670	0.84	850	0.82	1320	0.84	2120	0.86
710	0.85	900	0.83	1400	0.85	2240	0.86
750	0.86	950	0.84	1500	0.86	2360	0.87
800	0.87	1000	0.85	1600	0.87	2500	0.88
850	0.88	1050	0.86	1700	0.88	2650	0.89
900	0.89	1120	0.86	1800	0.89	2800	0.90
950	0.90	1180	0.87	1900	0.90	3000	0.91
1000	0.91	1250	0.88	2000	0.91	3150	0.91
1060	0.92	1320	0.89	2120	0.92	3350	0.92
1120	0.93	1400	0.90	2240	0.93	3550	0.93
1180	0.94	1500	0.91	2360	0.93	3750	0.94
1250	0.95	1600	0.92	2500	0.94	4000	0.95
1320	0.96	1700	0.93	2650	0.95	4250	0.96
1400	0.98	1800	0.94	2800	0.96	4500	0.97
1500	0.99	1900	0.95	3000	0.97	4750	0.98
1600	1.00	2000	0.96	3150	0.98	5000	0.98
1700	1.01	2120	0.97	3350	0.99	5300	0.99
1800	1.02	2240	0.98	3550	1.00	5600	1.00
1900	1.03	2360	0.99	3750	1.01	6000	1.01
2000	1.04	2500	1.00	4000	1.02	6300	1.02
2120	1.05	2650	1.01	4250	1.03	6700	1.03
2240	1.06	2800	1.02	4500	1.04	7100	1.04
2360	1.07	3000	1.03	4700	1.04	7500	1.04
2500	1.08	3150	1.04	5000	1.05	8000	1.05
2650	1.09	3350	1.05	5300	1.06	8500	1.06
2800	1.10	3550	1.06	5600	1.07	9000	1.07
3000	1.11	3750	1.07	6000	1.08	9500	1.08
3150	1.12	4000	1.08	6300	1.09	10000	1.09
3350	1.13	4250	1.09	6700	1.10	10600	1.09
3550	1.15	4500	1.10	7100	1.11	11200	1.10
3750	1.16	4750	1.11	7500	1.12	11800	1.11
4000	1.17	5000	1.12	8000	1.13	12500	1.12
4250	1.18	5300	1.13	8500	1.14	13200	1.13
4500	1.19	5600	1.14	9000	1.15	14000	1.14
		6000	1.15	9500	1.16	15000	1.15
				10000	1.17		

20. ábra

Szíjhosszúsági tényező értéke (Transmission, dátum nélkül.)

Az SPZ választott ékszíjjal átvihető névleges teljesítmény:

Pulleys	v (m/s)	n_k	Datum diameter of small pulley d_{sk} (mm)															Additional power (kW) per belt for speed ratio i		
																		1.01	1.06	1.27 >1.57
			63	71	80	85	90	95	100	112	125	132	140	150	160	180	200	to 1.05	to 1.06	1.57
5	700	0.50	0.68	0.88	1.00	1.11	1.22	1.33	1.60	1.88	2.03	2.20	2.42	2.63	3.05	3.47	0.01	0.06	0.09	0.11
	950	0.63	0.87	1.14	1.29	1.44	1.59	1.74	2.08	2.46	2.66	2.89	3.17	3.45	4.00	4.54	0.01	0.09	0.12	0.15
	1450	0.87	1.23	1.62	1.84	2.06	2.27	2.49	3.00	3.54	3.83	4.16	4.56	4.96	5.75	6.51	0.02	0.13	0.19	0.23
	2650	1.38	2.03	2.74	3.13	3.52	3.90	4.27	5.15	6.07	6.55	7.08	7.72	8.34	9.50	10.55	0.04	0.26	0.37	0.46
	100	0.10	0.13	0.16	0.18	0.20	0.22	0.24	0.28	0.33	0.35	0.38	0.42	0.45	0.52	0.59	0.00	0.01	0.01	0.02
	200	0.18	0.24	0.30	0.34	0.37	0.41	0.44	0.52	0.61	0.66	0.71	0.78	0.85	0.98	1.12	0.00	0.02	0.03	0.03
	300	0.25	0.33	0.43	0.48	0.53	0.58	0.63	0.75	0.88	0.95	1.03	1.13	1.23	1.42	1.62	0.00	0.03	0.04	0.05
	400	0.32	0.43	0.55	0.62	0.68	0.75	0.81	0.97	1.14	1.23	1.34	1.47	1.59	1.85	2.10	0.01	0.04	0.05	0.06
	500	0.38	0.51	0.66	0.75	0.83	0.91	0.99	1.19	1.39	1.51	1.63	1.79	1.95	2.26	2.57	0.01	0.05	0.07	0.08
	600	0.44	0.60	0.78	0.87	0.97	1.07	1.16	1.39	1.64	1.77	1.92	2.11	2.29	2.66	3.02	0.01	0.06	0.08	0.10
	700	0.50	0.68	0.88	1.00	1.11	1.22	1.33	1.60	1.88	2.03	2.20	2.42	2.63	3.05	3.47	0.01	0.06	0.09	0.11
	800	0.55	0.76	0.99	1.12	1.24	1.37	1.50	1.79	2.12	2.29	2.48	2.72	2.96	3.44	3.91	0.01	0.07	0.11	0.13
	900	0.61	0.84	1.09	1.24	1.38	1.52	1.66	1.99	2.35	2.54	2.75	3.02	3.29	3.81	4.33	0.01	0.08	0.12	0.15
	1000	0.66	0.91	1.19	1.35	1.51	1.66	1.81	2.18	2.57	2.78	3.02	3.31	3.61	4.18	4.75	0.01	0.09	0.13	0.16
	1100	0.71	0.98	1.29	1.46	1.63	1.80	1.97	2.37	2.79	3.02	3.28	3.60	3.92	4.54	5.16	0.02	0.10	0.14	0.18
	1200	0.76	1.06	1.39	1.57	1.76	1.94	2.12	2.55	3.01	3.26	3.54	3.88	4.22	4.90	5.56	0.02	0.11	0.16	0.19
	1300	0.80	1.12	1.48	1.68	1.88	2.07	2.27	2.73	3.23	3.49	3.79	4.16	4.52	5.24	5.95	0.02	0.12	0.17	0.21
1400	0.85	1.19	1.58	1.79	2.00	2.21	2.42	2.91	3.44	3.72	4.04	4.43	4.82	5.58	6.32	0.02	0.13	0.18	0.23	
1500	0.89	1.26	1.67	1.89	2.12	2.34	2.56	3.08	3.64	3.94	4.28	4.69	5.11	5.91	6.69	0.02	0.14	0.20	0.24	
1600	0.93	1.32	1.76	2.00	2.23	2.47	2.70	3.26	3.85	4.16	4.52	4.95	5.39	6.23	7.05	0.02	0.15	0.21	0.26	
1700	0.98	1.39	1.85	2.10	2.35	2.59	2.84	3.42	4.05	4.38	4.75	5.21	5.66	6.55	7.40	0.02	0.16	0.22	0.27	
1800	1.02	1.45	1.93	2.20	2.46	2.72	2.98	3.59	4.24	4.59	4.98	5.46	5.93	6.85	7.74	0.03	0.17	0.24	0.29	
1900	1.06	1.51	2.02	2.29	2.57	2.84	3.11	3.75	4.43	4.80	5.20	5.70	6.19	7.15	8.07	0.03	0.18	0.25	0.31	
2000	1.10	1.57	2.10	2.39	2.68	2.96	3.24	3.91	4.62	5.00	5.42	5.94	6.45	7.44	8.38	0.03	0.19	0.26	0.32	
2100	1.13	1.63	2.18	2.48	2.78	3.08	3.37	4.07	4.81	5.20	5.64	6.17	6.70	7.72	8.68	0.03	0.19	0.28	0.34	
2200	1.17	1.69	2.26	2.58	2.89	3.20	3.50	4.22	4.99	5.39	5.84	6.40	6.94	7.99	8.98	0.03	0.20	0.29	0.35	
2300	1.20	1.74	2.34	2.67	2.99	3.31	3.63	4.38	5.17	5.58	6.05	6.62	7.18	8.25	9.26	0.03	0.21	0.30	0.37	
2400	1.24	1.80	2.42	2.75	3.09	3.42	3.75	4.52	5.34	5.77	6.25	6.84	7.41	8.50	9.52	0.03	0.22	0.32	0.39	
2500	1.27	1.85	2.49	2.84	3.19	3.53	3.87	4.67	5.51	5.95	6.44	7.04	7.63	8.74	9.77	0.04	0.23	0.33	0.40	
2600	1.31	1.90	2.57	2.93	3.28	3.64	3.99	4.81	5.67	6.12	6.63	7.25	7.84	8.97	10.01	0.04	0.24	0.34	0.42	
2700	1.34	1.96	2.64	3.01	3.38	3.74	4.10	4.95	5.83	6.30	6.81	7.44	8.05	9.19	10.24	0.04	0.25	0.35	0.44	
2800	1.37	2.01	2.71	3.09	3.47	3.85	4.22	5.08	5.99	6.46	6.99	7.63	8.25	9.40	10.45	0.04	0.26	0.37	0.45	
2900	1.40	2.05	2.78	3.17	3.56	3.95	4.33	5.22	6.14	6.63	7.16	7.81	8.44	9.60	10.64	0.04	0.27	0.38	0.47	
3000	1.43	2.10	2.85	3.25	3.65	4.05	4.43	5.34	6.29	6.78	7.33	7.99	8.62	9.79	10.82	0.04	0.28	0.39	0.48	

21. ábra

Ékszín névleges teljesítmény (Transmission, dátum nélkül.)

A táblázat alapján megállapítható, hogy a szíj névleges teljesítménye 3,52 kW, valamint a módosítástól függő tényező szíjanként 0,15 kW.

1 darab szíjjal átszármaztatható teljesítmény:

$$3,52 \text{ kW} + 0,15 \text{ kW} = 3,67 \text{ kW}$$

Szükséges szíjak száma a 1,5 kW teljesítmény átszármaztatásához:

$$\frac{2,2}{3,67} = 0,59 \rightarrow 1 \text{ darab szíj szükséges}$$

Szögsebesség számítása

$$\text{Hajtó tárcsa: } \omega_{hajtó} = \frac{2 \cdot \pi \cdot n_{motor}}{60} = \frac{2 \cdot \pi \cdot 1420 \text{ 1/m}}{60} = 148,7 \text{ 1/s}$$

$$\text{Hajtott tárcsa: } \omega_{hajtott} = \frac{2 \cdot \pi \cdot n_{daralo}}{60} = \frac{2 \cdot \pi \cdot 710 \text{ 1/m}}{60} = 74,35 \text{ 1/s}$$

Nyomaték, kerületi erő meghatározása

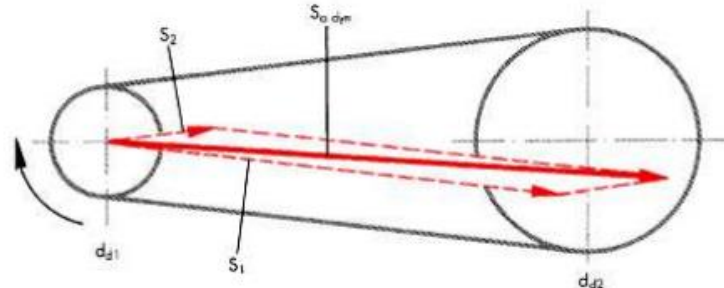
$$M = \frac{P_m}{\omega_{hajtott}} = \frac{2200 \text{ W}}{74,35 \text{ 1/s}} = 29,58 \text{ Nm}$$

$$F_{kerületi} = \frac{2M}{D_2} = \frac{2 \cdot 5,04}{0,18 \text{ m}} = 328,6 \text{ N}$$

J. Shigley - Mechanical Engineering Design című hajtástechnológiával is foglalkozó könyvében említi, hogy a tengelyhúzás gyakran a kerületi erő 2 – 2,5 szeresével közelíthetik gyakorlati tapasztalatok alapján, amennyiben a szíjfeszességről, és a feszítőerők eloszlásáról nem rendelkezünk pontos információval. Ezek alapján a tengelyhúzás:

$$S_a = F_{kerületi} \cdot 2,5 = 328,6 \cdot 2,5 = 821,5 \text{ N}$$

Mechanikai modell



22. ábra

A szíjhajtás mechanikai modellje (Ibolya, 2020)

Szíjhajtás összegzése

Áttétel

$i=2$, SPZ ékszíj, 1430 mm hossz, tengelytávolság $a= 500$ mm, 444g össztömegű

Hajtott tárcsa

SPZ180/6 típusú, Ø180 mm osztókörrel rendelkező, 7,38 kg tömegű, 75,66 1/s szögsebességgel rendelkező tárcsa.

Hajtó tárcsa

SPZ90/6 típusú, Ø90 mm osztókörrel rendelkező, 1,5 kg tömegű, 151,32 1/s szögsebességgel rendelkező tárcsa.

6.5 Reakcióerők, igénybevételi ábrák meghatározása

A tengely szilárdsági méretezését elsőként egy alapmodell létrehozásával kezdem, amely tartalmazza a gépelemek – például tárcsák és csapágyak – elhelyezkedését és kezdeti méreteit. Ezután kiszámítom a tengelyre ható pontos erőket, nyomatékokat és egyéb terheléseket. A kapott értékek alapján elkészítem az igénybevételi ábrákat, hogy azonosítani tudjam a leginkább terhelt keresztmetszetet. Ezt követően kiszámítom a veszélyes keresztmetszethez tartozó szükséges minimális tengelyátmérőt, majd ehhez szabványos tengelyátmérőt választok.

A csapágysíkhoz tartozó erők kiszámításához az x-z síkban szükségem van az vágótárcsák által fellépő terhelésre, melyet megoszló terhelésként számíthatok, a fogaskerekben ébredő erőre (tangenciális), valamint az ékszíj által fellépő erőre és az ékszíj által fellépő erőre. Az y-z síkban történő számításnál szükség lesz a fogaskerekben ébredő radiális erőre.

Szilárdsági méretezéshez szükséges erők meghatározása

Vágótárcsák által fellépő erő:

$$F_{vm} = \frac{10 \cdot (G_{vágókés} + F_{szüks})}{l_m} = \frac{10 \cdot (1,15 \text{ kg} \cdot 9,81 \text{ m/s}^2 + 32 \text{ N})}{300 \text{ mm}} = 1,442 \text{ N/mm}$$

$$F_m = F_{vm} \cdot l_m = 1,442 \text{ N/mm} \cdot 300 \text{ mm} = 432,815 \text{ N}$$

Ahol:

F_{vm} – Vágótárcsák által okozott megoszló terhelés

$G_{vágókés}$ – vágótárcsa súlya [N] (1db)

l_m – megoszló terhelés hossza

F_m – redukált megoszló terhelés

Fogaskerekben ébredő erő

Tangenciális erő:

$$F_t = \frac{2 \cdot M_{cs}}{d_1} = \frac{2 \cdot 29,58 \text{ Nm}}{0,1 \text{ m}} = 591,6 \text{ N}$$

Csavarónyomaték:

$$M_{cs} = \frac{P_{villanymotor}}{\omega_{hajtott}} = \frac{2200 \text{ W}}{74,35 \text{ 1/s}} = 29,589 \text{ Nm}$$

Hajtó fogaskerék osztókör (d_1):

$$d_1 = m \cdot z_1 = 40 \cdot 2,5 = 100 \text{ mm}$$

m – fogaskerék-hajtás modul

z1 – hajtó fogaskerék fogszaám

Radiális erő:

$$Fr = Ft \cdot \tan(\alpha) = 591,6 \cdot \tan 20^\circ = 215,324 \text{ N}$$

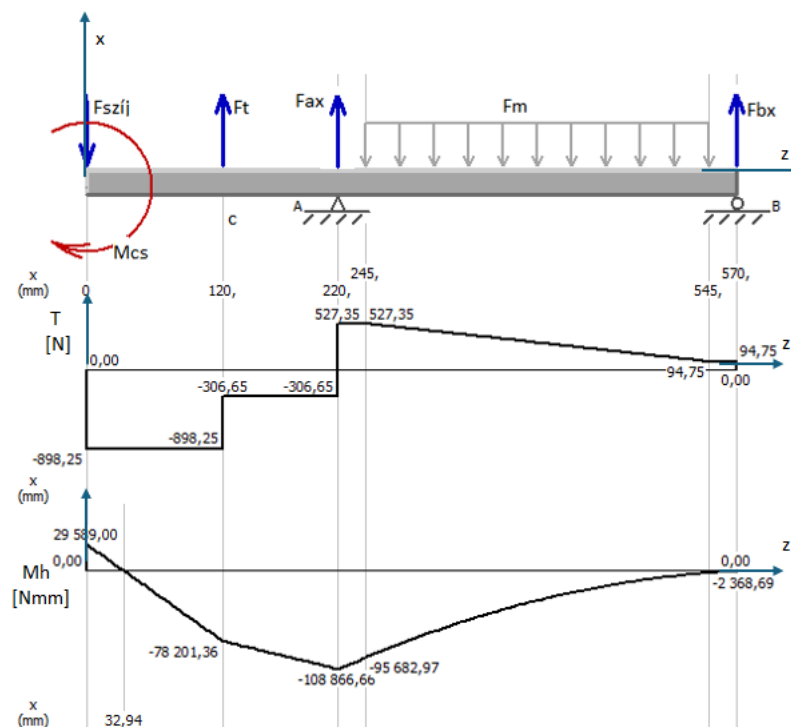
α – dőlésszög (20°)

Ékszíj által fellépő erő:

$$F_{szíj} = G_{szíj} + S_a = 7,824 \text{ kg} \cdot 9,81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} + 821,5 \text{ N} = 898,253 \text{ N}$$

Az ébredő erőket, valamint az igénybevételi ábrákat a MDSolids nevű CAE program segítségével határozom meg.

Ezek alapján az igénybevételi ábrák az X-Z síkon:



23. ábra

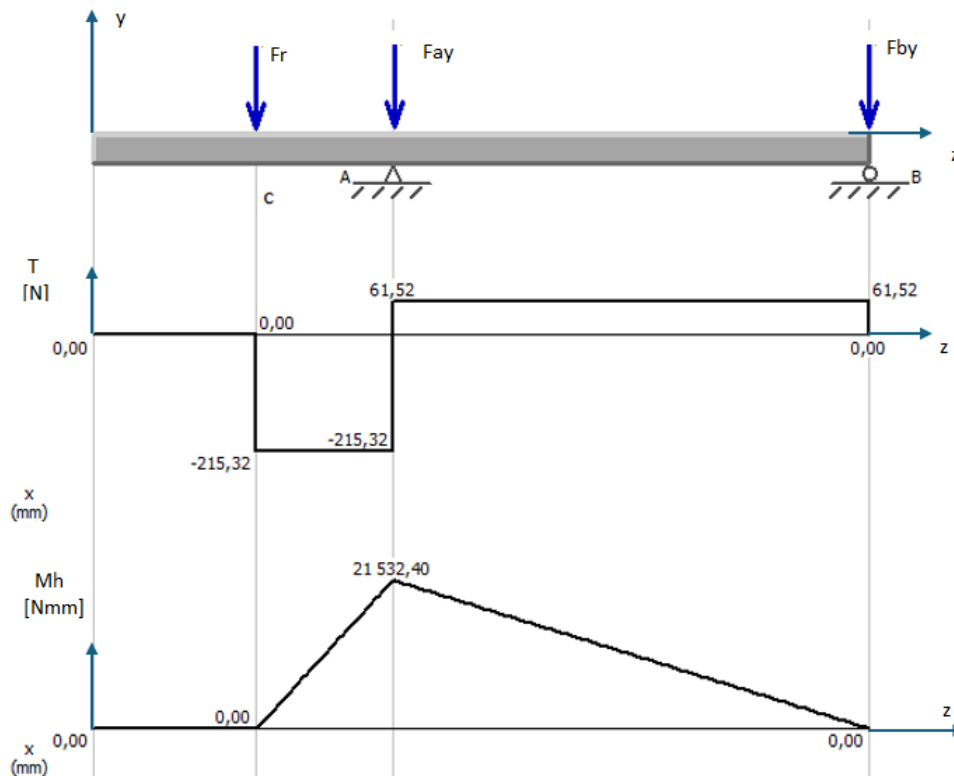
x-z sík igénybevételi ábrái

Az igénybevételi ábra segítségével a következők határozhatóak meg:

$$F_{Ax} = 834 \text{ N}, F_{Bx} = -94,75 \text{ N}$$

$$M_{hxA} = 108\,866 \text{ Nmm}, M_{hxB} = 2369 \text{ Nmm}, M_{hxC} = 78\,201 \text{ Nmm}$$

Az y-z sík igénybevételi ábrái:



24. ábra

y-z sík igénybevételi ábrái

Az igénybevételi ábra segítségével meghatározható:

$$F_{Ay} = 276,85 \text{ N}, F_{By} = -61,52 \text{ N}$$

$$M_{hyA} = 21\,532 \text{ Nmm}, M_{hyB} = 0 \text{ Nmm}, M_{hyC} = 0 \text{ Nmm}$$

Támasztóerők, hajlítónyomatékok meghatározása

Támasztóerő az A pontban:

$$F_A = \sqrt{(F_{Ax})^2 + (F_{Ay})^2} = \sqrt{(834 \text{ N})^2 + (276,85 \text{ N})^2} = 878,75 \text{ N}$$

Támasztóerő a B pontban:

$$F_B = \sqrt{(F_{bx})^2 + (F_{by})^2} = \sqrt{(94,75 \text{ N})^2 + (61,52 \text{ N})^2} = 112,97 \text{ N}$$

Hajítónyomaték az A pontban:

$$\begin{aligned} M_{ha} &= \sqrt{(M_{hxA})^2 + (M_{hyA})^2} = \sqrt{(108\,866 \text{ Nmm})^2 + (21\,532 \text{ Nmm})^2} \\ &= 110\,974,92 \text{ Nmm} \end{aligned}$$

Hajítónyomaték a B pontban:

$$M_{hb} = \sqrt{(M_{hxb})^2 + (M_{hyb})^2} = \sqrt{(2369 \text{ Nmm})^2 + (0 \text{ Nmm})^2} = 2369 \text{ Nmm}$$

Hajítónyomaték az C pontban:

$$M_{hc} = \sqrt{(M_{hxc})^2 + (M_{hyc})^2} = \sqrt{(78\,201 \text{ Nmm})^2 + (0 \text{ Nmm})^2} = 78\,201 \text{ Nmm}$$

A számított hajlítónyomaték értékei alapján megállapítható, hogy a veszélyes keresztmetszet az A pontban található.

6.6 Tengely magátmérőjének kiszámítása

HMH elmélet alapján a redukált nyomaték meghatározása:

$$\begin{aligned} M_{red} &= \sqrt{M_{ha}^2 + \frac{3}{4} M_{cs}^2} = \sqrt{(110\,974,92 \text{ Nmm})^2 + \frac{3}{4} (29\,589 \text{ Nmm})^2} \\ &= 113\,895 \text{ Nmm} \end{aligned}$$

A tengely választott anyaga: S355

$$R_{eh} = 355 \text{ MPa}$$

$$R_m = 360 \text{ MPa}$$

A választott biztonsági tényező: (Wöhler)

$$n = 3$$

$$\sigma_{meg} = \frac{355}{3} = 118,33 \text{ MPa}$$

$$d_{\min} \geq \sqrt[3]{\frac{32 \cdot M_{red}}{\sigma_{meg} \cdot \pi}} = \sqrt[3]{\frac{32 \cdot 113\,895 \text{ Nmm}}{118,33 \text{ MPa} \cdot \pi}} = 18,69 \text{ mm}$$

A vágótárcsák egyedi gyártása igencsak költséges, ezért gazdasági szempontokat figyelembe véve nagyobb tengelyátmérőt választok, melyhez kész vágótárcsa kedvező áron kapható. A nyomaték átvitele reteszkötés segítségével valósítom meg. A korábban megkapott minimális tengelyátmérő esetén a reteszt is figyelembe kell, hogy vegyem. A DIN 6885 szabványt alapul véve megkapom, hogy fészkes retesz esetén 30-38 mm és 38-44 mm átmérőjű tengely esetén is a tengelyben a reteszhorony mélysége 5 mm kell hogy legyen. Ezért az általam választott tengely átmérője a vágótárcsáknál 45 mm, a fogaskerék és szíjtárcsa esetén pedig 50 mm

$$d_{\text{váltvágókés}} = 45 \text{ mm}$$

$$d_{\text{váltfogaskerék}} = 50 \text{ mm}$$

Reteszhorony méretei

Táblázatokban a méretek mm-ben

Féskész reteszek
1. ábra (A. ábra)

Reteszhorony méretei

Reteszhorony méretei

Befűzési példa

Féskész reteszek
2. ábra (B. ábra)

Reteszhorony méretei

Reteszhorony méretei

Befűzési példa

Féskész reteszek
3. ábra (C. ábra)

Reteszhorony méretei

Reteszhorony méretei

Befűzési példa

Megjegyzés: az A, B, C a DIN 6885 szerinti alakjelölés.

Tengely- átmérő d		A retesz méretei és tűrései						A reteszhorony															
		szelvény mérete		szélessége b		magassága h		Lekerekítés vagy állomplós r vagy s _{45°}		Reteszhorony		b szélességének tűrése		normál reteszkötés		szűkített reteszkötés		tengelyben		furatban		lekeretítés	
felett	–ig	b _{szh}	Néveleges mérete	Tűrés (h8)	Néveleges mérete	Tűrés (h11)	min.	max.	–lől	–ig	tengely- ben (h6)	furatban (D10)	tengely- ben (h6)	furatban (D8)	tengelyben és furatban (P8)	t ₁ lörés mérete	d–t ₁ lörés mérete	t ₂ lörés mérete	d+t ₂ lörés mérete	r ₁	min.	max.	
6	8	2x2	2	0	2	0	0,16	0,25	6	20	+0,025	+0,060	0	0	–0,004	+0,012	–0,006	1,2	1,0				
8	10	3x3	3	–0,025	3	–0,025			6	36	0	+0,020	0	0	–0,028	+0,012	–0,031	1,8	1,4				
10	12	4x4	4	0	4	0			8	45	+0,030	+0,078	0	0	+0,015	–0,012	–0,012	2,5	1,8				
12	17	5x5	5	–0,030	5	–0,030	0,25	0,40	10	56	0	+0,030	0	0	–0,030	–0,015	–0,042	3,0	2,3				
17	22	6x6	6	0	6	0			14	70	+0,036	+0,098	0	0	+0,018	–0,015	–0,051	3,5	2,8				
22	30	8x7	8	0	7	0			18	90	+0,036	+0,098	0	0	+0,018	–0,015	–0,051	4,0	3,3				
30	38	10x8	10	–0,036	8	0	0	0,090															
38	44	12x8	12	0	8	0			28	140	+0,043	+0,120	0	0	+0,021	–0,018	–0,061	5,0	3,3				
44	50	14x9	14	0	9	0	0,40	0,60	36	160	0	+0,050	0	0	–0,043	–0,021	–0,061	5,5	3,8				
50	58	16x10	16	–0,043	10	0			45	180	+0,043	+0,120	0	0	+0,021	–0,018	–0,061	6,0	4,3	+0,2	0	0,25	0,4
58	65	18x11	18	0	11	0			50	200	+0,043	+0,120	0	0	+0,021	–0,018	–0,061	7,0	4,4				
65	75	20x12	20	0	12	0			56	220	+0,043	+0,120	0	0	+0,021	–0,018	–0,061	7,5	4,9				
85	95	22x14	22	0	14	–0,110			63	250	+0,052	+0,149	0	0	+0,026	–0,022	–0,074	9,0	5,4				
85	95	25x14	25	–0,052	14	0	0,60	0,80	70	280	0	+0,065	0	0	–0,053	–0,026	–0,074	9,0	5,4			0,4	0,6
95	110	28x16	28	0	16	0			80	320	+0,052	+0,149	0	0	+0,026	–0,022	–0,074	10,0	6,4				

25. ábra

Fészkes retesz méretek (K-Mechanic, dátum nélkül.)

A tengelyválnál ébredő hajlító feszültség:

$$K = \frac{d_1^3 \cdot \pi}{32} = \frac{(45 \text{ mm})^3 \cdot \pi}{32} = 8946,17 \text{ mm}^3$$

$$\sigma_{haj} = \frac{M_{redB}}{K} = \frac{29,58 \text{ Nm} \cdot 10^3}{8946,17 \text{ mm}^3} = 3,3 \text{ MPa}$$

A tengelyvállnál ébredő csúsztató feszültség:

$$K_p = \frac{d_2^3 \cdot \pi}{16} = \frac{(50 \text{ mm})^3 \cdot \pi}{16} = 24543,69 \text{ mm}^3$$

$$\tau_{cs} = \frac{M_{redB}}{K_p} = \frac{29,58 \text{ Nm} \cdot 10^3}{(24543,69 \text{ mm})^3} = 1,21 \text{ MPa}$$

A redukált feszültség:

$$\sigma_{red} = \sqrt{\sigma_{haj}^2 + 4 \cdot \tau_{cs}^2} = \sqrt{(27,33 \text{ MPa})^2 + 4 \cdot (9,96 \text{ MPa})^2} = 4,1 \text{ MPa}$$

A valós biztonsági tényező

$$n_v = \frac{\sigma_{meg}}{\sigma_{red}} = \frac{118,33 \text{ MPa}}{4,1 \text{ MPa}} = 28,8$$

6.7 Reteszek méretezése

A retesz méreteinek kiválasztása a 25. ábra alapján történik, a DIN6885 szabványnak megfelelően.

Retesz a vágótárcsához:

Fézsíkes retesz mérete a tengelyátmérőhöz (b×h): 14×9mm

Megengedett palástnyomás acélokra: $p_{meg} \approx 120 \text{ MPa}$

Horony mélysége a tengelyben: $t_1 = 5,5 \text{ mm}$

Átvinni kívánt nyomaték: $M_{cs} = 29,58 \text{ Nm}$

Reteszek száma: $z = 1$

A retesz hosszának meghatározása:

$$l_{sz} = \frac{2 \cdot M_{cs}}{d_{váltvágókés} \cdot (h - t_1) \cdot p_{meg} \cdot z} = \frac{2 \cdot 29,58 \text{ Nm} \cdot 10^3}{45 \cdot (14 - 5,5) \cdot 120 \cdot 1} = 2,28 \text{ mm}$$

A választott retesz hossz a tengelyre a vágókésekhez 300mm.

Retes a fogaskerékhez és a szíjtárcsához:

Fészkes retesz mérete a tengelyátmérőhöz ($b \times h$): $16 \times 10 \text{ mm}$

Megengedett palástnyomás acélokra: $p_{meg} \approx 120 \text{ MPa}$

Horony mélysége a tengelyben: $t_1 = 6 \text{ mm}$

Átvinni kívánt nyomaték: $M_{cs} = 29,58 \text{ Nm}$

Reteszek száma: $z = 1$

A retesz hosszának meghatározása:

$$l_{sz} = \frac{2 \cdot M_{cs}}{d_{v\text{álfogaskerék}} \cdot (h - t_1) \cdot p_{meg} \cdot z} = \frac{2 \cdot 29,58 \text{ Nm} \cdot 10^3}{50 \cdot (16 - 6) \cdot 120 \cdot 1} = 1,1 \text{ mm}$$

6.8 Csapágy méretezése, élettartam meghatározás

A csapágyak kiválasztását az SKF csapágykatalógus segítségével fogom elvégezni, az általam választani kívánt csapágy egysoros mélyhornyú golyóscsapágy lesz. A csapágyat tudjuk, hogy axiális irányú nem, csupán csak radiális irányú erő terheli.

Csapágyat terhelő radiális erő:

$$F_{rad} = \sqrt{(F_{ax})^2 + (F_{ay})^2} = \sqrt{(834 \text{ N})^2 + (276,85 \text{ N})^2} = 878,75 \text{ N}$$

$f = \text{üzemi tényező} = 1,2$

$$P_A = f \cdot F_{rad} = 1,2 \cdot 878,75 \text{ N} = 1054,5 \text{ N}$$

Csapágy élettartamtényező 13000 üzemórát feltételezve:

$$L_h = 13000 \text{ üzemóra}$$

$$n_{daráló} = 710 \frac{1}{\text{min}} = 42600 \frac{1}{h}$$

$$L = \frac{n_v \cdot L_h}{10^6} = \frac{13000 \text{ üzemóra} \cdot 42600 \frac{1}{h}}{10^6} = 553,8 \text{ millió fordulat}$$

$$f_{\dot{\epsilon}} = L^{\frac{1}{3}} = 650,25^{\frac{1}{3}} = 8,21$$

Dinamikus alapterhelés:

$$C_A = f_{\dot{\epsilon}} \cdot P_A = 8,21 \cdot 1054,5 \text{ N} = 8659,59 \text{ N}$$

Az általam választott csapágy típusa az SKF 6409, mely az alábbi adatokkal rendelkezik:

Belső átmérő: 45mm

Külső átmérő: 120mm

Szélesség: 29mm

Dinamikus alapterhelhetőség: 76100 N

Statikus alapterhelhetőség: 12200 N

Csapágy ellenőrzése

Statikus terhelésre:

$$P_{0A} = f \cdot P_A = 1,2 \cdot 1054,5 \text{ N} = 1265,4 \text{ N}$$

$$S_{0A} = \frac{P_0}{P_{0A}} = \frac{12200 \text{ N}}{1265,4 \text{ N}} = 9,6$$

$$S_{0A} \geq 1 \rightarrow \textbf{Megfelel}$$

Csapágy élettartama:

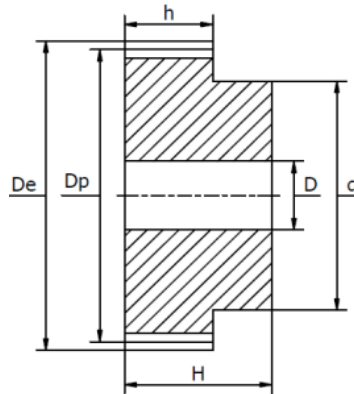
$$f_{1A} = \frac{C_0}{P_{0A}} = \frac{76100 \text{ N}}{1265,4 \text{ N}} = 60,13$$

$$L_{hA} = \frac{f_{1A}^3 \cdot 10^6}{n_{\text{daráló}}} = \frac{60,13^3 \cdot 10^6}{42600} = 5103450 \text{ óra}$$

$$5103450 \geq 13000 \text{ óra} \rightarrow \textbf{Megfelel.}$$

6.9 A fogaskerék számítása

Mint már korábban említettem, a villanymotor által hajtott tengely szíjhajtáson keresztül fogja a motor általi nyomatékot átadni, mely által a vágókésekkel felszerelt tengelyt hajtja, ezen tengely pedig fogaskerék kapcsolat segítségével meghajtja a másik tengelyt.



26. ábra

Fogaskerék általános rajza (PTI EUROPA, dátum nélk.)

A fogaskerek átmérői a kedvezőbb és jobb hatásfokú darálás érdekében különböző átmérővel rendelkeznek, mivel így a szögsebesség is különbözik.

Hajtó fogaskerék választott, szabványos méretei:

A PTI EUROPA A/S katalógus alapján:

- Modul: $m - 2,5$
- Fogsám: $z - 40$
- Fejkör: $De1 - 105 \text{ mm}$
- Osztókör: $Dp1 - 100 \text{ mm}$
- Furat: $D - 20 \text{ mm}$
- Fogszélesség: $h - 25 \text{ mm}$
- Teljes szélesség: $H - 40 \text{ mm}$

Hajtott fogaskerék választott, szabványos méretei:

- Modul: $m - 2,5$
- Fogsám: $z - 62$

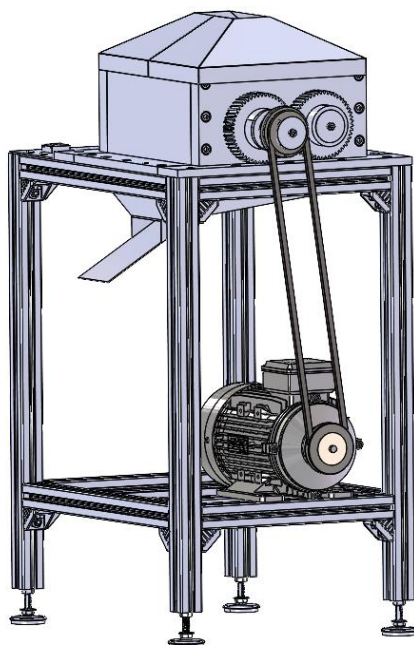
- Fejkör: De2 – 160 mm
- Osztókör: Dp2 – 155 mm
- Furat: D – 20 mm
- Fogszélesség: h – 25mm
- Teljes szélesség: H – 40 mm

Ezen adatok alapján a szükséges tengelytáv meghatározható az alábbi összefüggéssel:

$$a = \frac{(D_{p1} + D_{p2})}{2} = \frac{(100 \text{ mm} + 155 \text{ mm})}{2} = 127,5 \text{ mm}$$

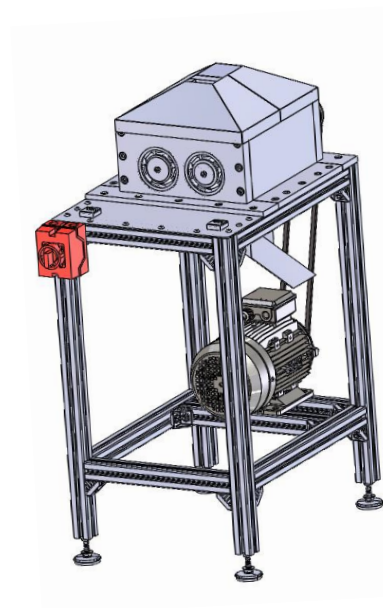
7. A daráló bemutatása

7.1 A daráló 3D modellje



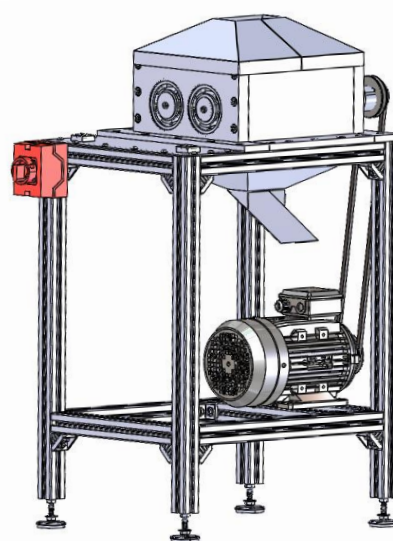
27. ábra

A daráló hajtás felőli oldala



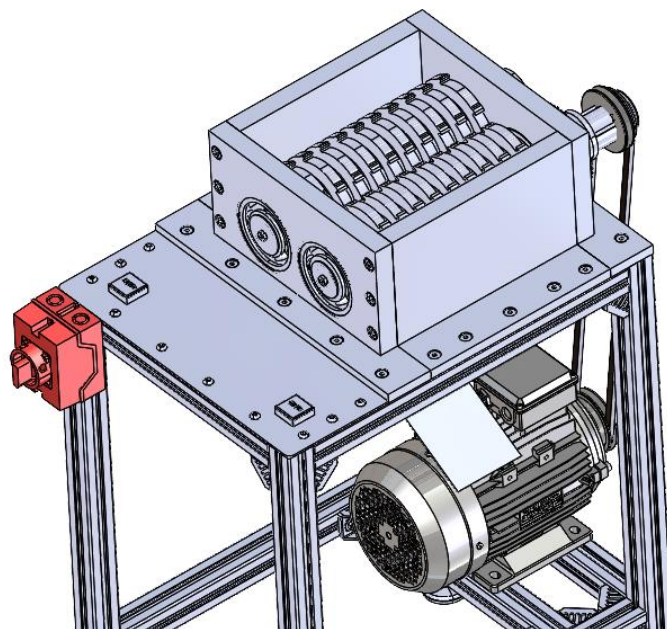
28. ábra

Kétkézes indítás, főkapcsoló



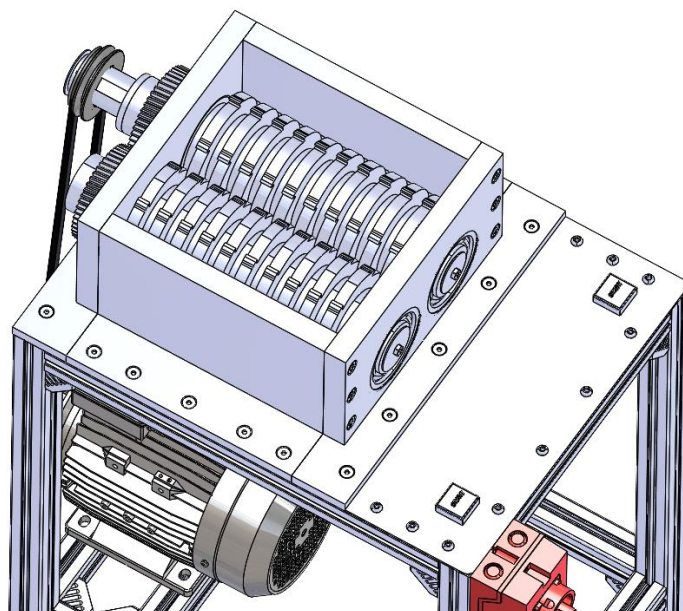
29. ábra

A darált alumínium kivető rész



30. ábra

Vágókések az adagológarat nélkül – szij felőli oldal



30. ábra

Vágókések az adagológarat nélkül – kezelési oldal

7.2 Alkatrészlista

ITEM NO.	PART NUMBER	DESCRIPTION	QTY.
1	Rexroth8 981 992 026	798 mm	4
2	Rexroth8 981 992 026	400 mm	7
3	Rexroth8 981 992 026	550 mm	4
4	7AT 180M 2-4p B3 Exde		1
5	csapagyhaz		2
6	csapagyhaz eldala		2
7	Z1906		1
8	93070A187	Alloy Steel Low-Profile Socket Head Screw	12
9	91294A285	Black-Oxide Alloy Steel Hex Drive Flat Head Screw	20
10	skf_bearing_6409_2_01		4
11	skf_bearing_6409_2_02		4
12	skf_bearing_6409_2_03		4
13	vilanymotor távtartógyűrű		1
14	90447A130	High-Strength Class 10.9 Steel Hex Head Screw	5
15	vilanymotor távtartógyűrű alátét		4
16	éksíjjal hajtott tengely		1
17	alátét tengely csapagyházhoz		1
18	éksíj - fogaskerék	15 mm	1
19	refesz a vágókésekhez	300 mm	2
20	M2.5 Z62		1
21	fogaskerék mögötti távtartó		2
22	fogaskerék - éksíjjárcsa közötti távtartó		1
23	Z11806		1
24	tengely fogaskerekes		1
25	fogaskerék refesz	15 mm	1
26	PTI M2.5 Z40		1
27	kés-távtartógyűrű		21
28	vágóárcsa		21
29	vedőlemez kezelőszervhez		1
30	92095A258	Button Head Hex Drive Screw	10
31	65915K23	Compact Disconnect Switch	1
32	Start Button 22mm	Multifunction Panel-Mount Push-Button Switch	2
33	SPZ1430 / Metric Belt adagoló garat		1
34	6221K27	Swivel Vibration-Damping Leveling Mount	4
36	Rexroth-3 842 523 561 45mm corner		26

31. ábra

A daráló számozott alkatrészlistája

7.3 Használati utasítás

Ez az útmutató a daráló első használatba helyezéséhez szükséges lépéseket tartalmazza. A daráló kizárólag üres alumínium dobozok darálására alkalmas, egyszerre csak egy dobozt szabad belehelyezni.

- Óvatosan bontsa ki a darálót, és ellenőrizze, hogy nincs-e rajta sérülés. Helyezze el egy stabil, vízszintes felületen.
- Használja a daráló állítható lábait a gép vízszintbe állításához. Biztosítsa, hogy a gép stabilan álljon, hogy csökkentse a rezgést és biztosítsa az egyenletes működést.
- A daráló működtetéséhez 230 V-os feszültség szükséges. Ellenőrizze, hogy a helyszínen elérhető-e megfelelő áramforrás. A gép főkapcsolóval és kétgombos indítással üzemeltethető. Csatlakoztassa a darálót a főkapcsolón keresztül az áramforráshoz.
- Csak üres alumínium dobozokat helyezzen a betöltő nyílásba, és egyszerre csak egyet. A főkapcsoló ON állásba történő kapcsolása után megteheti a betöltést. A daráló működtetéséhez használja a kétgombos indítást.

7.4 Karbantarás

Ez az útmutató tartalmazza a daráló üzemeltetője által biztonságosan elvégezhető alapvető karbantartási feladatokat. Az alábbi lépéseket rendszeresen végezze el a gép hatékony és biztonságos működése érdekében.

- **Daráló Tisztítása:**
A darálót minden használat után tisztítsa meg a maradványoktól. Kapcsolja ki a gépet a főkapcsolónál, és győződjön meg arról, hogy nincs áram alatt, mielőtt hozzákezd a tisztításhoz. A betöltő nyílást és a daráló belső terét puha kefével vagy száraz törlőkendővel tisztítsa meg.
- **Vizuális Ellenőrzés:**
Hetente egyszer ellenőrizze a szíjhajtást és a látható csatlakozásokat, hogy nem lazultak-e meg. Győződjön meg róla, hogy a csavarok megfelelően meg vannak húzva és nincsenek látható kopási jelek a vágótárcsákon.
- **Biztonsági Intézkedések:**

Ügyeljen rá, hogy a karbantartási munkálatok előtt minden esetben kapcsolja ki a főkapcsolót. A tisztítás során ne használjon vizet vagy egyéb folyadékot!

- Bármilyen felmerülő hiba vagy a normálistól eltérő működés esetén azonnal kapcsolja le a főkapcsolót, és ne próbálja meg saját maga javítani a gépet. Ebben az esetben haladéktalanul hívjon szakszervízt a biztonságos és szakszerű hibaelhárítás érdekében.

8. Gazdasági számítás

Alkatrész megnevezés	Darabszám	Nettó egységár [Ft]	Nettó össz. Ár [Ft]
Rexroth 8 981 992 026	10000 mm	4626/fm	46260
ZT906	1	2957	2957
Agisys TMS2 2,2 / 90L	1	29114	29114
Csapágyház	2	149000	298000
Oldalelem	2	138000	276000
93070A187	12	48	576
91294A285	20	37	740
SKF 6409	4	31000	124000
Távtartó_VM	1	11000	11000
90447A130	5	65	325
D40*50*1.0 DIN 988	5	150	750
Tengely_1	1	11200	11200
Tengely_2	1	92000	92000
Retesz_vágókés 300	2	1890	3780
távtartó_FK	3	11500	34500
PTI M2,5 Z62	1	14455	14455
PTI M2,5 Z40	1	11577	11577
Kés_távtartó	20	9750	195000
Vágótárcsa	20	17640	352800
Védőlemez	1	7898	7898
Adagológarat	1	21853	21853
Kivető	1	16552	16552
92095A258	10	75	750
65915K23	1	8622	8622
Start_button	2	6554	13108
Spz_1430	1	5793	5793
Rexroth 3 842 523 561	26	712	18512
Összesen			1598122

32. ábra

Anyagszükséglet árakkal ellátva

A 32. ábra alapján elmondható, hogy a daráló anyagszükségletének díja nettó 1 598 122 Forint, mely az összeszerelés költségét még nem tartalmazza. Egy alapvető műszaki ismeretekkel rendelkező ember számára úgy gondolom, hogy 4 óra szerelési idő alatt a daráló összeállítható, ám egy tapasztalt szakmabeli akár kevesebb mint 3 óra alatt összeszerelheti. Egy ilyen szakember, aki házhoz is kiszáll, a kiszállási díjon átlagosan 5000 Ft + ÁFA / óradíjon dolgozik, így az összeszerelési költség az anyagköltségen felül várhatóan nettó 15 000 Ft.

9. Összefoglalás

A szakdolgozatom célja egy, a háztartásokban előforduló alumínium hulladékok darálására alkalmas daráló tervezése. A piackutatás során megállapítottam, hogy az alumínium doboz hulladék megfelelő kezelés után végtelenszer újrahasznosítható. A jelenlegi piacon nem igazán található háztartási felhasználásra alkalmas daráló, főként ipari gépek jellemzőek, így megállapítottam, hogy a daráló tervezése szükséges. A tervezés folyamán jelentős hangsúlyt fektetek a szilárdsági méretezésre, a kiinduló adat a vágóerő, mely kísérleti úton lett meghatározva, ebből pedig a szükséges motorteljesítmény következett. A méretezés során a korábban felsoroltan kívül az ékszíjhajtás méretezése történt, a reakcióerőket meghatároztam, melyekhez igénybevételi ábrák készültek, a tengely szükséges átmérője, a reteszek méretezése, a csapágy méretezése, valamint a fogaskerék számítása is megtörtént. Ezt követően 3D környezetben a daráló modellezése következett. Összességében elmondható, hogy egy olyan daráló került megtervezésre, mely minden háztartási igényt kiszolgál, várhatóan igencsak hosszú élettartamú, 230 V hálózati feszültségről üzemeltethető, moduláris egységekből felépülő, karbantartható. A piackutatás során felállított követelményeknek teljes mértékben megfelel.

10. Summary

The aim of my thesis was to design a shredder suitable for processing aluminum waste commonly found in households. Through market research, I determined that aluminum can waste is infinitely recyclable with proper treatment. Currently, there are very few shredders on the market designed for household use, as most machines are intended for industrial purposes, which led me to conclude that designing a household shredder is necessary. During the design process, I placed significant emphasis on strength calculations, starting with the cutting force, which was determined through experimental testing. From this, the required motor power was derived. In addition to the previously mentioned factors, the design also included the sizing of the belt drive, calculating the reaction forces, and creating load diagrams. I determined the necessary shaft diameter, designed the keys, sized the bearings, and calculated the gear dimensions. Following this, the shredder was modeled in a 3D environment. Overall, the result is a shredder that meets all household needs, is expected to have a long service life, operates on a 230 V power supply, is built from modular components, and is easy to maintain. It fully meets the requirements established during the market research.

11. Nyilatkozat

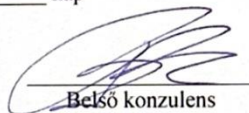
KONZULTÁCIÓS NYILATKOZAT

A Farkas Bence (név) (hallgató Neptun azonosítója: UHS17N) konzulenseként nyilatkozom arról, hogy a szakdolgozatot¹ áttekintettem, a hallgatót az irodalmi források korrekt kezelésének követelményeiről, jogi és etikai szabályairól tájékoztattam.

A záródolgozatot/szakdolgozatot/diplomadolgozatot/portfóliót a záróvizsgán történő védésre javaslom / nem javaslom².

A dolgozat állam- vagy szolgálati titkot tartalmaz: igen nem^{*3}

Kelt: 2024. év 10. hó 30. nap


Belső konzulens

¹ A megfelelő dolgozattípus meghagyása mellett a többi típus törölendő.

² A megfelelő aláhúzendő.

³ A megfelelő aláhúzendő.

MATE Szervezeti és Működési Szabályzat

III. Hallgatói Követelményrendszer

III.1. Tanulmányi és Vizsgaszabályzat

6.13. sz. függeléke: A MATE egységes szakdolgozat /
diplomadolgozat / záródolgozat / portfólió készítési útmutatója

4.2. sz. melléklete: Nyilatkozat a záródolgozat/szakdolgozat/diplomadolgozat/portfólió nyilvános
hozzáféréséről és eredetiségéről

NYILATKOZAT

a záródolgozat/szakdolgozat/diplomadolgozat/portfólió¹ nyilvános hozzáféréséről és
eredetiségéről

A hallgató neve: Farkas Bence
A Hallgató Neptun kódja: UHS17N
A dolgozat címe: Daráló géptervezése alumínium dobozokhoz
A megjelenés éve: 2024
A konzulens intézetének neve: Műszaki Intézet
A konzulens tanszékének a neve: Ángeltudományi és Gépipari folyamatok tanszék

Kijelentem, hogy az általam benyújtott
záródolgozat/szakdolgozat/diplomadolgozat/portfólió² egyéni, eredeti jellegű, saját szellemi
alkotásom. Azon részeket, melyeket más szerzők munkájából vettem át, egyértelműen
megjelöltem, és az irodalomjegyzékben szerepeltettem.

Ha a fenti nyilatkozattal valótlan állítotam, tudomásul veszem, hogy a záróvizsga-bizottság a
záróvizsgából kizár és a záróvizsgát csak új dolgozat készítése után tehetek.

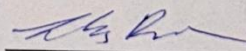
A leadott dolgozat, mely PDF dokumentum, szerkesztését nem, megtekintését és nyomtatását
engedélyezem.

Tudomásul veszem, hogy az általam készített dolgozatra, mint szellemi alkotás
felhasználására, hasznosítására a Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem mindenkor
szellemitulajdon-kezelési szabályzatában megfogalmazottak érvényesek.

Tudomásul veszem, hogy dolgozatom elektronikus változata feltöltésre kerül a Magyar Agrár-
és Élettudományi Egyetem könyvtári repozitori rendszerébe. Tudomásul veszem, hogy a
megvédett és

- nem titkosított dolgozat a védést követően
- titkosításra engedélyezett dolgozat a benyújtásától számított 5 év eltelte után
nyilvánosan elérhető és kereshető lesz az Egyetem könyvtári repozitori rendszerében.

Kelt: Atkár 2024 év 10 hó 31 nap


Hallgató aláírása

¹ A megfelelő dolgozattípus meghagyása mellett a többi típus törölendő.

² A megfelelő dolgozattípus meghagyása mellett a többi típus törölendő.

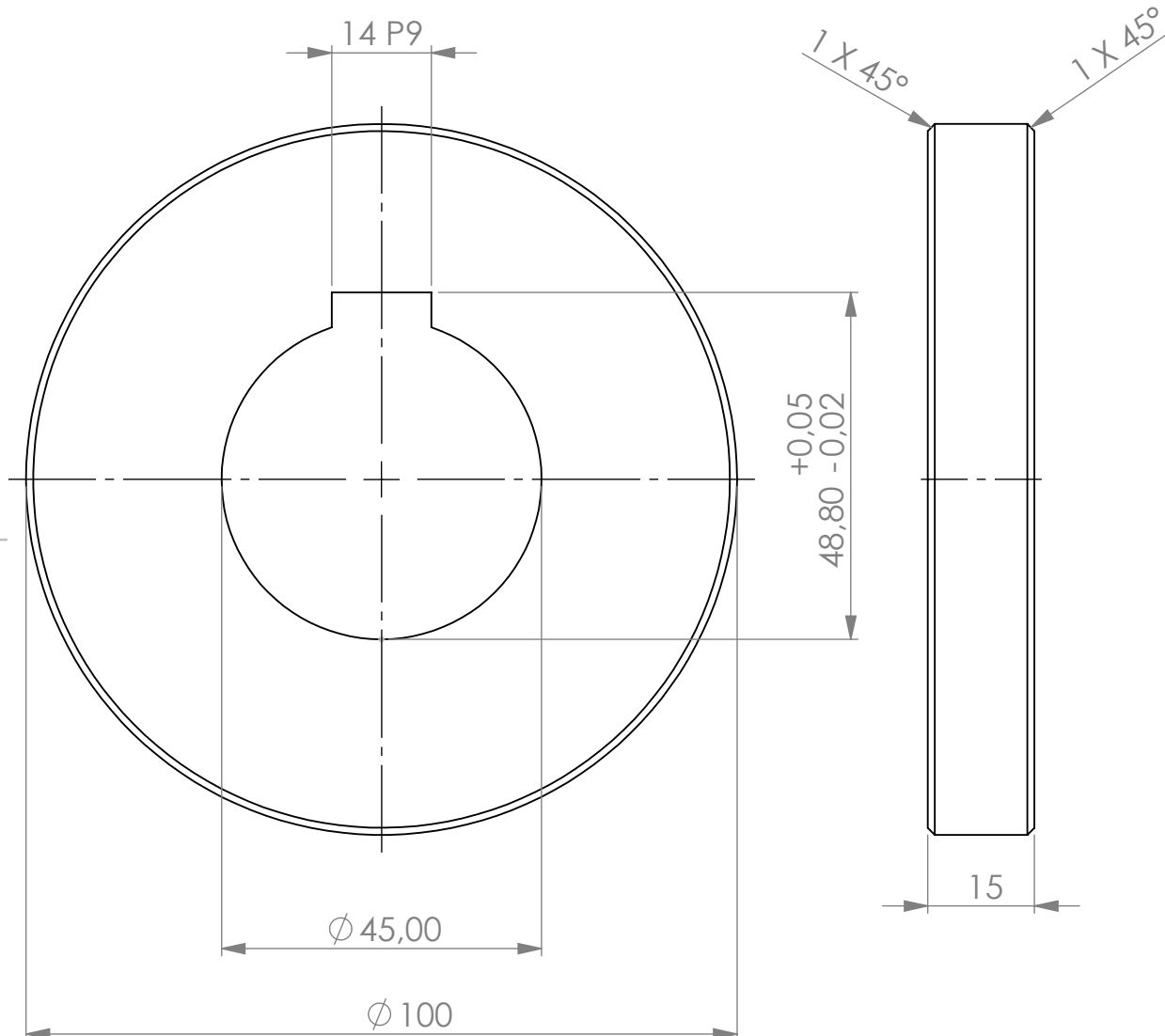
12. Felhasznált irodalom

- Bicskei, D., & Krifaton, C. (dátum nélkül.). *kockazatos.hu*. Forrás: <https://kockazatos.hu/anyag/alum%C3%ADniumdaralok.hu>. (dátum nélkül.). Forrás: <https://daralok.hu/>
- dontwasteit. (2022.. 08. 29.). *Don't Waste It*. Forrás: <https://dontwasteit.hu/2022/08/29/51-dolog-amit-nem-tudtal-a-soros-dobozrol/>
- Farkas, M. (2022.. 10. 13.). *fehernyul.hu*. Forrás: <https://www.fehernyul.hu/blog/az-aludoboz-es-a-kraft-sor>
- Gruber, G. (dátum nélkül.). *nive.hu*. Forrás: https://www.nive.hu/Downloads/Szakkepzesi_dokumentumok/Bemeneti_kompetencia_k_meresi_ertekelesi_eszkozrendszerenek_kialakitasa/19_0111_015_101015.pdf
- Györgyné, G. (dátum nélkül.). *nive.hu*. Forrás: https://www.nive.hu/Downloads/Szakkepzesi_dokumentumok/Bemeneti_kompetencia_k_meresi_ertekelesi_eszkozrendszerenek_kialakitasa/5_0225_006_101115.pdf
- hajtástechnika, A. i. (dátum nélkül.). *agisys.hu*. Forrás: <https://agisys.hu/up/docs/agisys-motor-katalogus.pdf>
- Ibolya, M. (2020). *Műszaki és Informatikai Nevelés*. Forrás: <https://muszakiesinformatikaineveles.wordpress.com/7-osztaly-uj/eroforrasok-es-termeles/a-gepek-es-mechanizmusok-elemei-gepelemek/>
- K-Mechanic*. (dátum nélkül.). Forrás: <https://www.k-mechanic.hu/kmchnc17/wp-content/uploads/2021/04/Reteszkotesek.pdf>
- Paczári, V. (2023.. 11. 15.). *elmenytadunk.hu*. Forrás: <https://www.elmenytadunk.hu/ez-tortenik-az-aluminiumdobozokkal-az-ujrahasznositas-soran/>
- PTI EUROPA*. (dátum nélkül.). Forrás: <https://www.pti.eu/pdf/spurgear/m2-5.pdf>

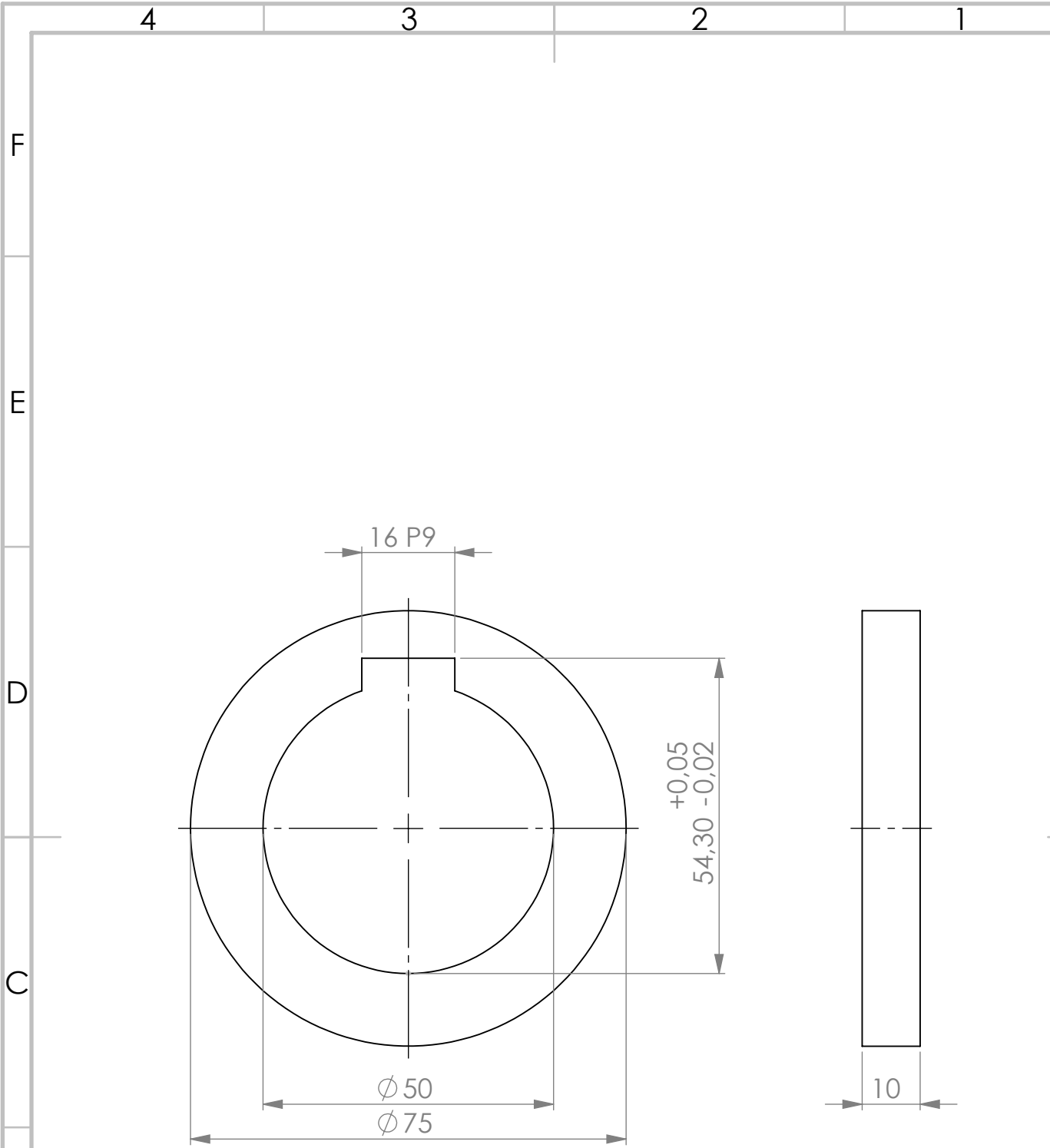
-
- Recycling, I. (dátum nélk.). *Isve Recycling*. Forrás:
<https://www.isverecycling.com/en/industrial-four-shafts-shredders/>
- Rhong Machinery*. (dátum nélk.). Forrás: <https://www.rhong-machinery.com/Rhong-Plastic-Granulator-Machine-pd40329715.html>
- Transmission, O. P. (dátum nélk.). *mibim.hu*. Forrás:
<https://www.mibim.hu/custom/mibim/image/data/nyomtatv%C3%A1nyok/%C3%A9ksz%C3%ADj%20tervez%C3%A9si%20seg%C3%A9dlet%20optibelt.pdf>
- Varga, P., & Blaskó, G. (dátum nélk.). *bestmachinery.hu*. Forrás: <https://bestmachinery.hu/a-telepitett-apritogepek-tipusai>
- Zsófi, C. (2022.. 09 28). *humusz.hu*. Forrás: <https://humusz.hu/hirek/az-aluminium-doboz-korforgasa/29997>

13. Mellékletek

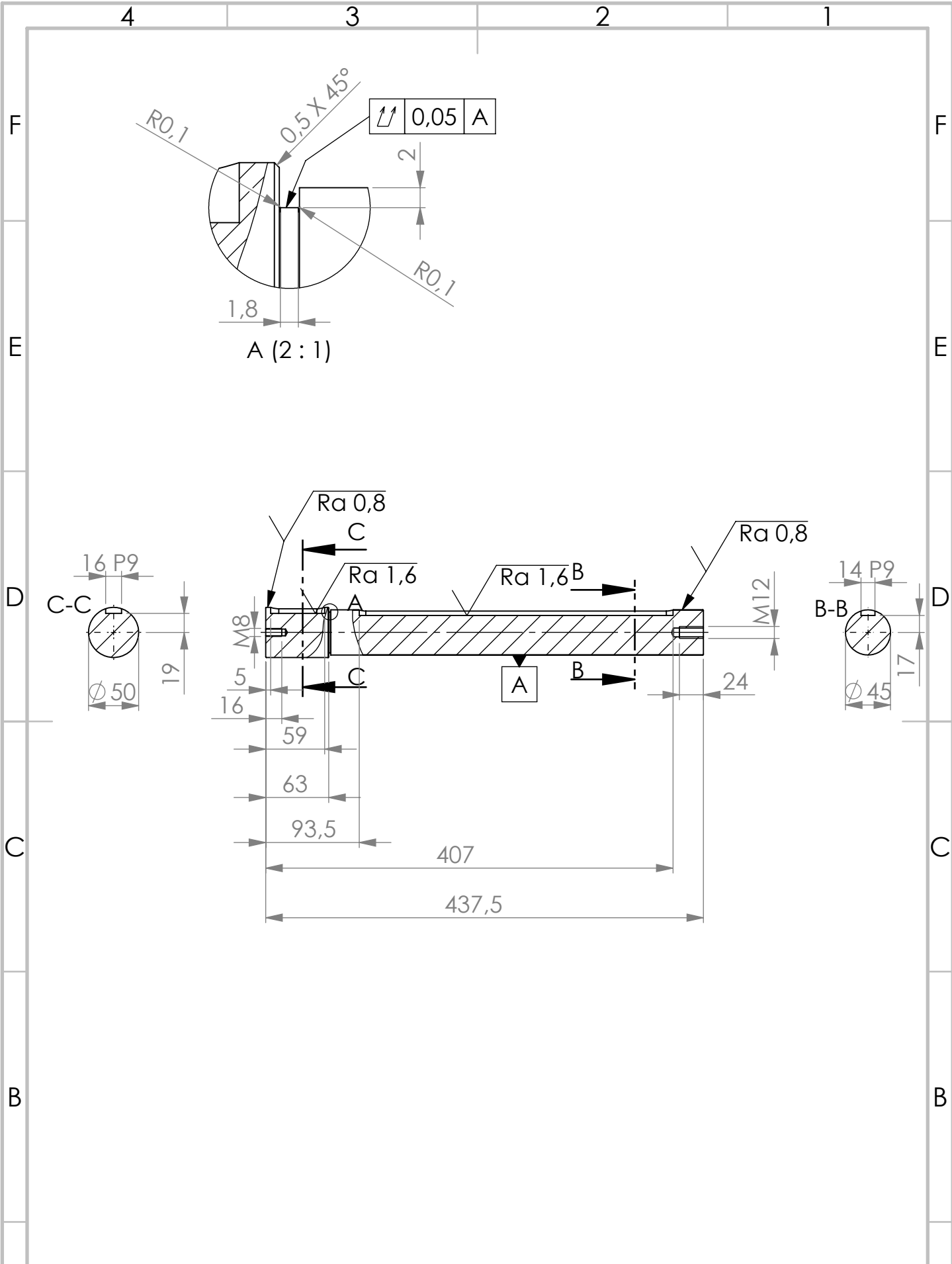
1. Melléklet: Vágókés távtartógyűrű műszaki rajz
2. Melléklet: Fogaskerék távtartó műszaki rajz
3. Melléklet: Fogaskerékkel hajtott tengely műszaki rajz
4. Melléklet: Ékszíjjal hajtott tengely műszaki rajz
5. Melléklet: Tengely – csapágy alátét műszaki rajz
6. Melléklet: Villanymotor távtartógyűrű alátét műszaki rajz
7. Melléklet: Csapágyház oldalsó elem műszaki rajz
8. Melléklet: Csapágyház műszaki rajz
9. Melléklet: Villanymotor távtartógyűrű műszaki rajz



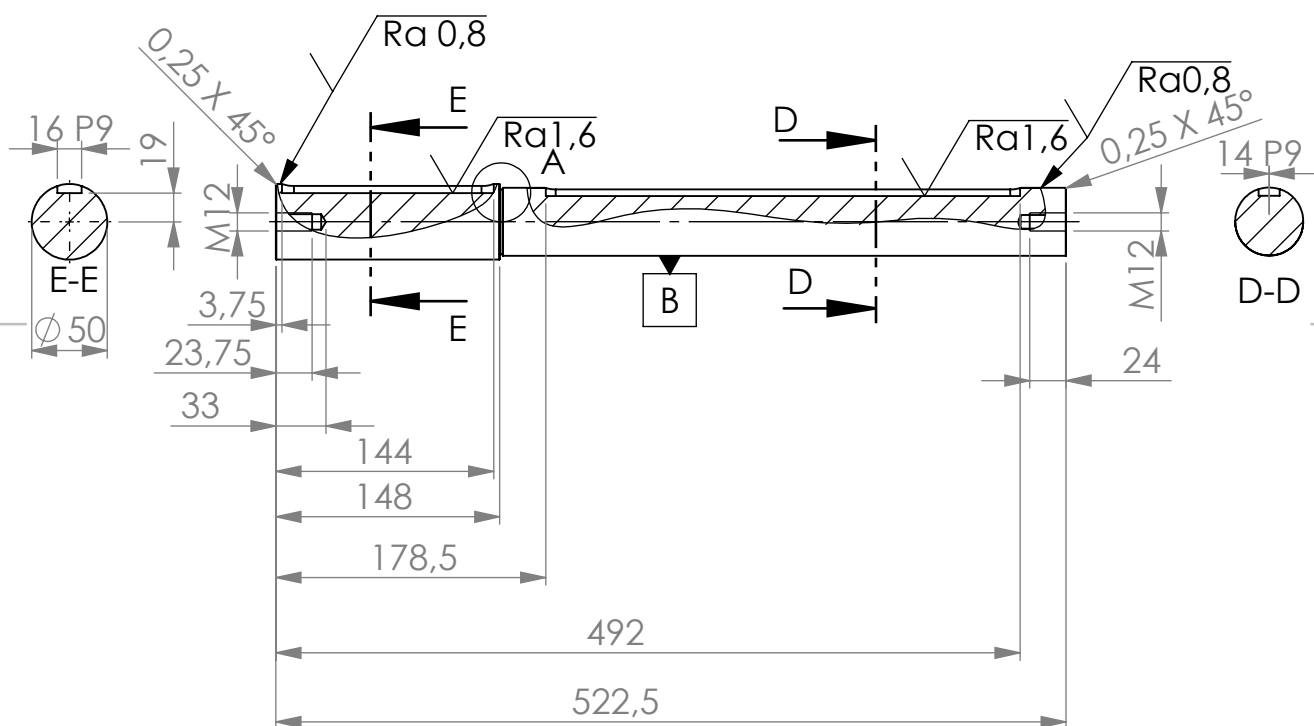
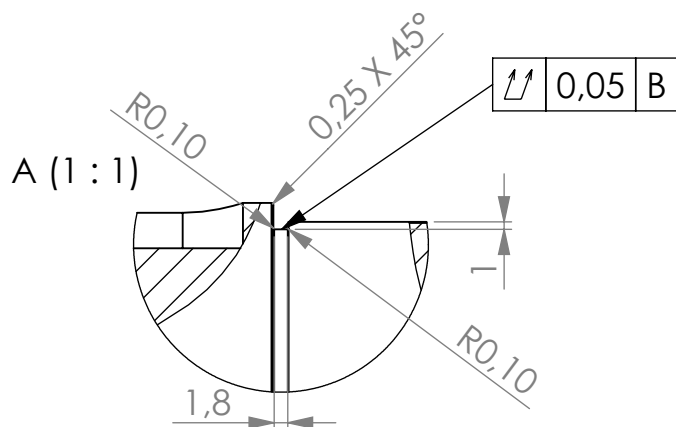
Név: Farkas Bence		Tárgy: Vágókés távtartógyűrű	
Méretarány: M1:1	Anyag: 1.0503 C45	Megjegyzés:	Dátum: 2024. 10. 16.



A	Név: Farkas Bence		Tárgy: Fogaskerék távtartó	
	Méretarány: M1:1	Anyag: 1.0503 C45	Megjegyzés:	Dátum: 2024. 10. 16.



Név: Farkas Bence		Tárgy: Fogaskerékkel hajtott tengely	
Méretarány: M1:5	Anyag: 1.0503 C45	Megjegyzés:	Dátum: 2024. 10. 16.



Név:
Farkas Bence

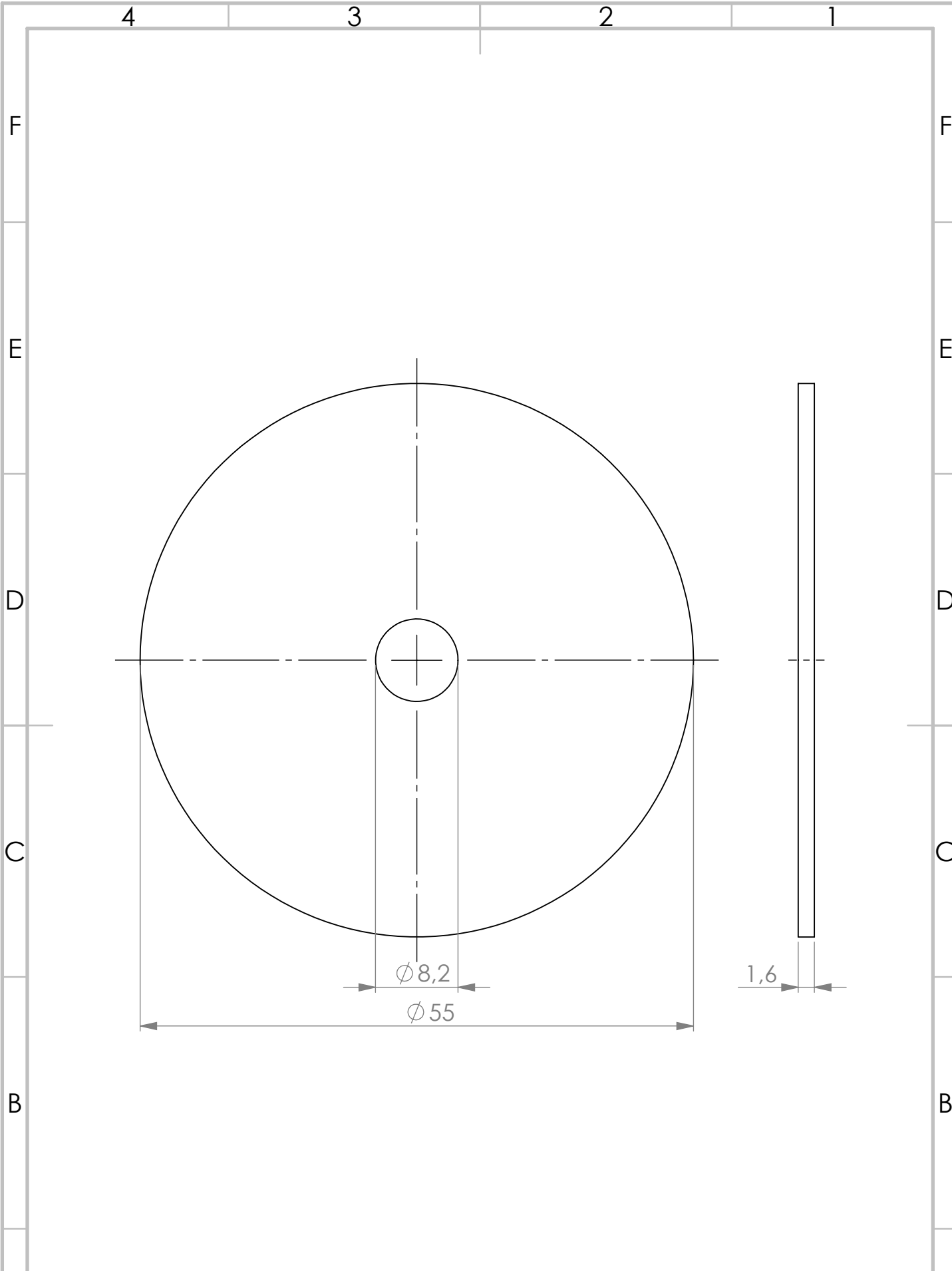
Tárgy:
Ékszíjjal hajtott tengely

Méretarány:
M1:5

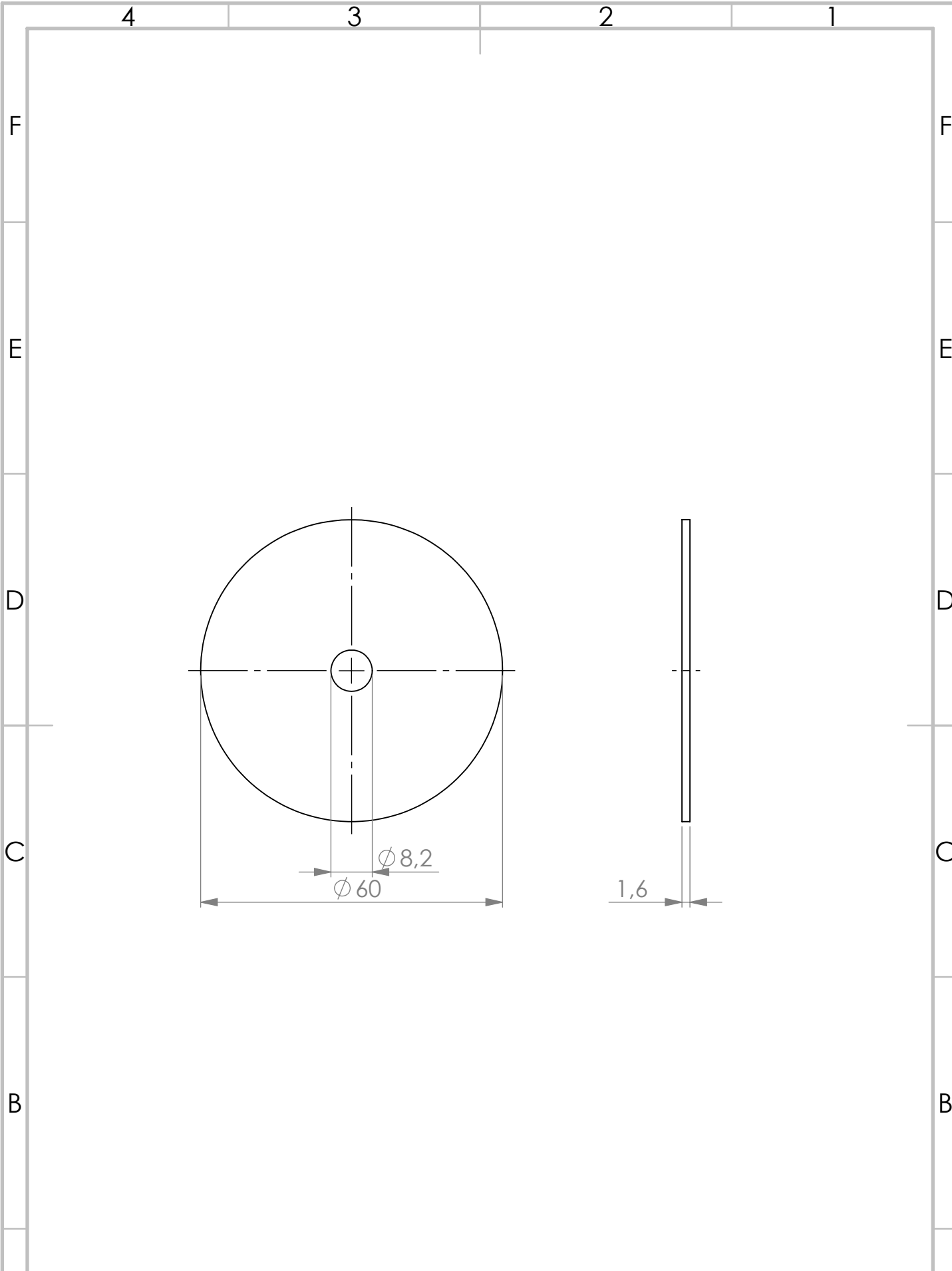
Anyag:
S355

Megjegyzés:

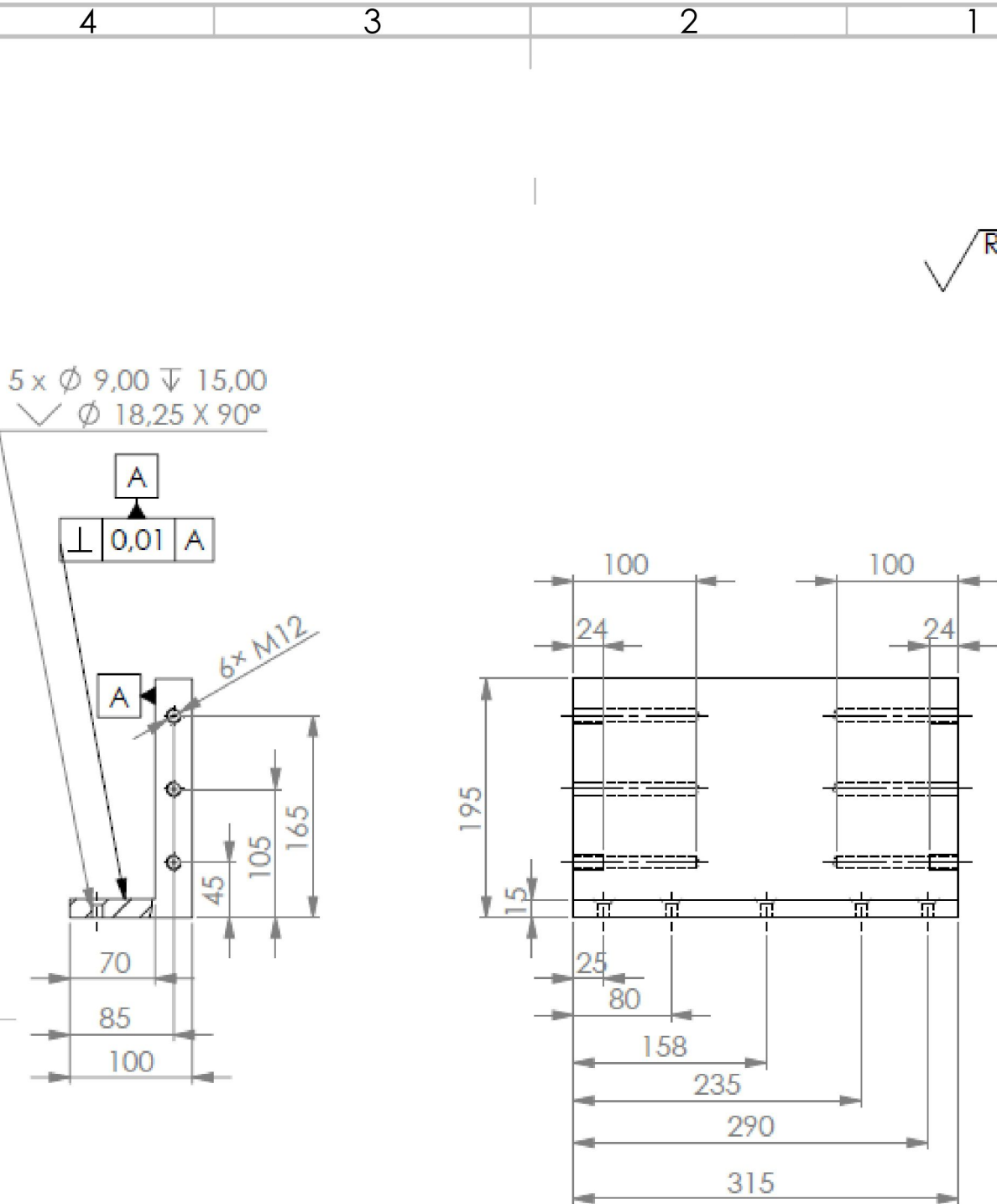
Dátum:
2024. 10. 16.



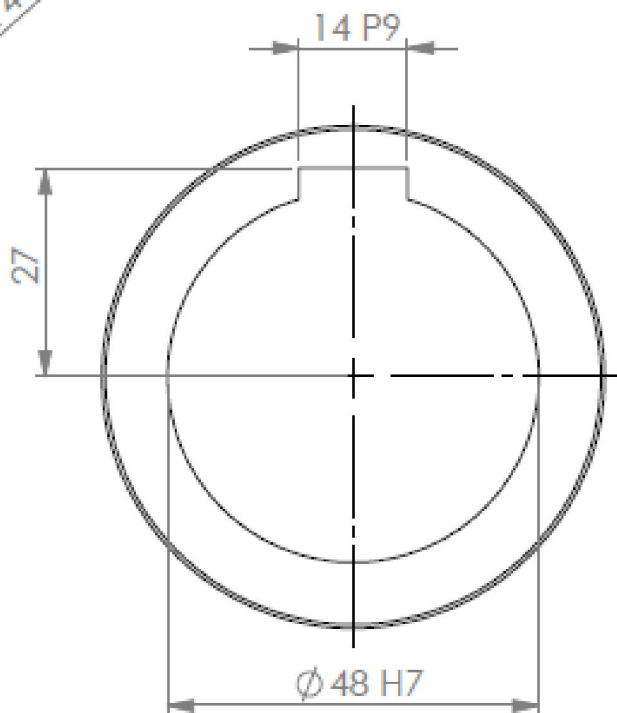
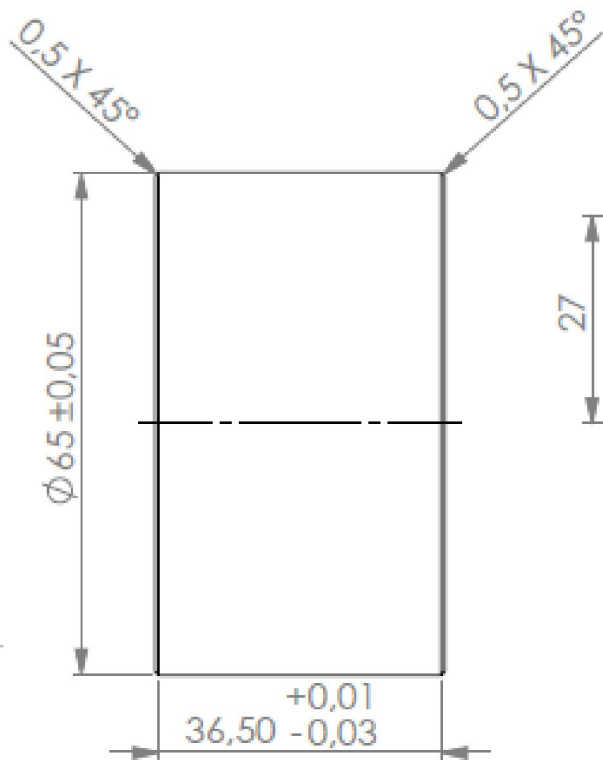
Név: Farkas Bence		Tárgy: Tengely-csapágy alátét	
Méretarány: M2:1	Anyag: 1.4301 A2	Megjegyzés:	Dátum: 2024. 10. 16.



A	Név: Farkas Bence		Tárgy: Villanymotor távtartógyűrű alátét		A
	Méretarány: M1:1	Anyag: S235	Megjegyzés:	Dátum: 2024. 10. 16.	



Név: Farkas Bence		Tárgy: Csapágyház oldalsó elem	
Méretarány: M1:5	Anyag: 1.0503 C45	Megjegyzés:	Dátum: 2024. 10. 16.



✓ Ra1,6

Név:
Farkas Bence

Tárgy:
Villanymotor távtartógyűrű

Méretarány:
M1:1

Anyag:
1.0503 C45

Megjegyzés:

Dátum:
2024. 10. 16.