

# **SZAKDOLGOZAT**

**Sirok Robin**  
**Gépészmérnök**

**Gödöllő**  
**2025**



**Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem**  
**Szent István Campus**  
**Gépészmérnök Szak**

**Ipari homogenizátor fogaskerekének gyártástechnológiájának  
tervezése**

**Belső konzulens:** Dr. Kári-Horváth Attila  
egyetemi docens

**Külső konzulens:** Bánhegyi József  
termelési vezető  
Go-Metall Kft.

**Készítette:** **Sirok Robin**  
CV5WYF  
nappali tagozat

**Intézet/Tanszék:** **MATE Műszaki Intézet**

**Gödöllő**  
**2025**

MATE MAGYAR AGRÁR- ÉS ÉLETTUDOMÁNYI EGYETEM

Szent István Campus, Gödöllő  
Cím: 2100 Gödöllő, Péter Károly utca 1.  
Tel.: +36-28/522-000  
Honlap: <https://godollo.uni-mate.hu>

**MŰSZAKI INTÉZET**  
**GÉPÉSZMÉRNÖK ALAPSZAK**  
Gépgyártó specializáció

**SZAKDOLGOZAT**  
feladatlap

*Sírok Robin* (CV5WYF)

---

részére

**A szakdolgozat címe:**

**Ipari homogenizátor fogaskerekének gyártástechnológiájának tervezése**

---

**Feladatkiírás:**  
Bevezetés, cégbemutató, szakirodalom feldolgozás, probléma bemutatása, gyártástervezés, öntési szimuláció, összefoglalás.

**Közreműködő tanszék:** Anyagtudományi- és Gépipari Folyamatok

**Külső konzulens:** *Bánhegyi József*, termelési vezető, Go-Metall Kft.

**Belső konzulens:** *Dr. Kári-Horváth Attila*, egyetemi docens, MATE, Műszaki Intézet

**Beadási határidő:** 2025. november 04

Gödöllő, 2025. szeptember 08

<b>Jóváhagyom</b>	<b>Átvettem</b>
 (tanszékvezető)	 (hallgató)

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

Gödöllő, 2025. 10. 21.

  
(külső konzulens)

## TARTALOMJEGYZÉK

1.	Bevezetés.....	5
2.	Cég bemutatás .....	6
3.	Szakirodalom feldolgozás .....	7
3.1.	A fogaskerek történelme és fajtái .....	7
3.2.	Öntött előgyártmány tervezése és technológiája .....	9
3.2.1.	Homokformázás .....	9
3.3.	Forgácsolási technológiák .....	10
3.3.1.	Esztergálás .....	11
3.3.2.	Vésés .....	13
3.3.3.	Fogazás .....	14
3.4.	Hűtő-kenő folyadékok .....	16
4.	Probléma bemutatása .....	18
4.1.	Ipari homogenizátor feladata és működése .....	18
4.2.	Működési körülmények, hibák .....	19
4.3.	A probléma és megoldása .....	20
5.	Gyártástervezés .....	21
5.1.	Koncepció kiválasztása .....	21
5.2.	Fogaskerék előgyártmány tervezése .....	22
5.2.1.	Alak és funkció meghatározás .....	22
5.2.2.	Anyagválasztás .....	23
5.2.3.	Öntés és öntőforma tervezés .....	24
5.2.4.	Az előgyártmány tömege .....	27
5.3.	Gyártástechnológiai tervezés és számítások .....	28
6.	Öntési szimuláció .....	52
6.1.	Geometriai modellek és anyagjellemzők .....	52
6.2.	Fluid flow (fluent) modul beállításai és szimulációi .....	54
6.3.	Transien thermal modul beállításai és szimulációi .....	57
7.	Összefoglalás .....	60
8.	Summary .....	61
9.	Nyilatkozatok .....	62
10.	Felhasznált irodalom .....	66
11.	Mellékletjegyzék .....	69

---

## 1. BEVEZETÉS

Napjainkban a modern gépészeti ipar területén rengeteg helyen találkozhatunk forgó mozgást végző alkatrészekkel. Ilyen alkatrészek például a különféle tengelyek, amelyeket sok esetben szükséges összekapcsolni annak érdekében, hogy a forgó mozgást és a nyomatékot továbbítani tudjuk egyik tengelyről a másikra. Erre kiváló megoldás a tengelyvégekre szerelt fogaskerekek, amelyek lehetnek egyenes, ferde illetve nyílfogazásúak is. A szakdolgozatom alapjául szolgáló fogaskerék egy nyílfogazású példány, amely egy ipari homogenizátor berendezés egyik alkatrésze.

Szakmai gyakorlatomat már az egyetemi évek elején elkezdtem, amihez kiváló lehetőséget kínált a Go-Metall Kft. Feladataim közé tartozott különböző alkatrészekről műszaki rajz készítése 3D tervező programmal, valamint ezen alkatrészek teljes gyártási folyamatában való segédkezés. Külön betekintést nyerhettem öntvények tervezési, gyártási és utómunkálati folyamataiba, valamint különféle szerelési munkákban is segédkezhettem. Mindezt profi, magas színvonalú szakmai környezetben tehettem meg, ahol a képzett és tapasztalt mérnökök által értékes és sokszínű gyakorlati tudásra tehettem szert.

A cégnél szerzett tudásra és tapasztalatokra támaszkodva választottam ki a szakdolgozatom témáját, ami egy ipari homogenizátor egyik fogaskerekének gyártástechnológiája.

Dolgozatom során be fogom mutatni a szükséges előgyártmány tervezést (öntés), forgácsolási eljárásokat (esztergálás, vésés, fogazás), amikhez számos hazai és külföldi szakirodalmat fogok áttanulmányozni. Ismertetni fogom a fogaskerék homogenizátorban való elhelyezkedését és működését, illetve be fogom mutatni a fogaskerekek főbb tulajdonságait és működési körülményeit.

A tervezés során számításokat fogok végezni, amelyek segíteni fognak az alkatrész legyártásában. A dolgozatomban szereplő egyes ábrákat és összeállításokat az Autodesk Inventor 2024, illetve az Ansys Workbench 2025 R2 programmal fogom elkészíteni.

A tervezési folyamat befejeztével öntési szimulációkat fogok végezni, melyben szemléltetni fogom a sebességeket, a nyomásokat, a hőleadást, valamint meghatározom a kihüléshez szükséges időtartamot.

---

## 2. CÉG BEMUTATÁS

A Go-Metall Kft. egy magyar tulajdonú, 1990-ben alapult cég, amely gépalkatrészgyártással, öntvénymegmunkálással, acélszerkezet-gyártással, valamint CNC forgácsolással foglalkozik. A cég székhelye Budapesten található, egy további telephely Tabon, amely 2014-ben nyitotta meg kapuit. Napjainkban a vállalat 30-35 főt foglalkoztat. A cég nagyobb részt exportra termel, melyek közé tartozik több nyugat-európai ország és az USA is. Ennek megfelelően az export rátája 80%. Termékeik elsősorban a szerszámgépiparban, élelmiszer gépiparban, olaj- és gáziparban valamint a kompresszor-gyártás területén kerülnek felhasználásra. Referenciáik köze tartozik több nemzetközileg is elismert vállalat (pl. ATELIERS, HST GmbH ), valamint több ismert magyar cég is (pl. MÁV-START Zrt., BKV Zrt.).

A cég fő profilja a műszaki rajz alapján történő gépalkatrészgyártás, továbbá jelentős tapasztalattal rendelkeznek hegesztett acélszerkezetek gyártásában is, amely történhet akár lángvágott, akár lézervágott kiinduló acéllemezből. CNC megmunkálás területén is élen járnak. Rendelkeznek különböző speciális precíziós berendezésekkel, mint például karusszel esztergával, amelyekkel lehetővé teszik a nagyméretű alkatrészek megmunkálását és akár 5 tonna súlyhatárig is képesek gyártani. A vállalat megmunkál különféle lemezgrafitos öntvényeket (2.1. ábra), gömbgrafitos öntvényeket, valamint acél- és alumíniumöntvényeket is. Főbb termékeik közé tartoznak a pumpaházak, forgattyús házak, hajtásházak, csapágyházak, csapágyfedelek, hajtókarok, keresztfejek, gépágyak, orsószekrények, egyéb szerszámipari alkatrészek és kompresszor alkatrészek. Működésük az MSZ EN ISO 9001: 2015 szabvány szerinti, amely biztosítja a megfelelő minőségi színvonalat.

*2.1. ábra: A cég által gyártott szivattyúház [29]*



---

## 3. SZAKIRODALOM FELDOLGOZÁS

### 3.1. A fogaskerekek történelme és fajtái

A fogaskerekek története nagyon régre visszanyúlik a múltba. Kezdetleges fogaskerekeket már kr.e.4. században használtak Arisztotelész és Arkhimédész feljegyzései szerint. A legnagyobb fejlődés azonban a kora újkorban következett be, ugyanis Leonardo da Vinci tanulmányokat készített a fogaskerekekről, ami nagyban elősegítette az ezzel működő hajtások megismerését és elterjedését. Ő találta fel a ma is ismert alapvető fogaskerékalakokat. Később a 18. században, az ipari forradalom alatt kezdtek el a tömeggyártását, így az széleskörben el tudott terjedni. Oly mértékű lendületet adott az elterjedése a gépgyártás kibontakozásának, hogy az ipar fejlődésének szimbólumává vált. Legújabb mérföldkő a fogaskerekek evolúciójában 2016-ban következett be, amikor Japánban bemutatták az IP (involute planar – evolvens sík) kúpkeréket, amely formabontó alakja mellett tízszer gyorsabb gyárthatóságot tesz lehetővé, mint a hagyományos változata. [7], [12], [19], [26]

A fogaskerekek olyan gépelemek, amelyek külső vagy belső fogazással rendelkeznek, és forgó mozgást végeznek. Jellemzően tengelyre szerelik őket, de ritkán előfordul, hogy házban kerülnek rögzítésre vagy vezetőpályán mozognak. Tengelyre szerelt esetben fontos a rögzítés, amit általában reteszkötéssel oldanak meg. Ehhez szükséges a tengelybe és a fogaskerékbe is készíteni egy hornyot, amikbe a retesz bele tud illeszkedni. [1], [12], [24]

Működésüket fogaskerék kapcsolatban valósítják meg, ilyenkor kettő vagy akár több fogaskerék is kapcsolódhat egymáshoz. Az ipar arra használja fel az ilyen kapcsolatokat, hogy egyik helyről egy másik helyre mozgást illetve nyomatékot juttassanak el. Leggyakrabban a gyakorlatban ezek a helyek két tengelyt jelölnek. [12], [22], [24]

#### **A fogaskerekek és fogaskerekes hajtások főbb típusai:**

– *Homlokfogaskerék:*

Olyan hengeres alakú a fogaskerék, aminek a palástján helyezkednek el a fogak (3.1. ábra). Ha ilyen fogaskerekek kapcsolódnak, akkor a fogaskerekekbe illeszkedő tengelyek párhuzamosak egymással. Lehetnek egyenes, ferde vagy nyílfogazásúak, illetve külső vagy belső fogazásúak is. [31], [33]

**3.1. ábra:** Ferde, külső fogazású homlokfogaskerék [30]



– *Kúpfogaskerék:*

Olyan csonka kúp alakú a fogaskerék, aminek a palástján helyezkednek el a fogak. Ilyen fogaskerekek kapcsolódása esetén a fogaskerekbe illeszkedő tengelyek meghosszabbításai metszik egymást. Csak külső fogazású kivitelezés létezik belőle. Lehet egyenes és ferde fogazású is. [31], [32]

– *Fogasléc:*

Olyan fogaskerék, amelynek átmérője végtelenül nagy. Fogaskerékkal való kapcsolódás esetén kiválóan használható forgó mozgás egyenes vonalú mozgássá alakításába és viszont. [31], [33]

– *Csavarkerékpár:*

Olyan ferde fogazású homlokfogaskerékpár, amelyek kitérő tengelyekkel rendelkeznek. [31], [32]

Fogaskerekes hajtást a gépészet előszeretettel használja, ugyanis számos előnye van a többi hajtásfajtaival szemben. Ide sorolható az, hogy nagyobb nyomatékot képesek átvinni, mint más hajtásfajták (például láncok vagy szíjak), valamint a fogaskerekek működése elképesztően pontos ideális gyártás és működési körülmények esetén, így ez rendkívül növeli a hajtás hatékonyságát. Működésük során elsősorban a fogak kezdenek el kopni az idő előrehaladtával, ezért célszerű rendszeresen karbantartani és megfelelő kenést alkalmazni, amivel csökkenthető a balesetek száma és növelhető az alkatrész élettartama. [2], [15], [24]

---

## 3.2. Öntött előgyártmány tervezése és technológiája

Az öntés egy olyan előgyártmány készítési eljárás, amely alapelve szerint a megolvasztott fémeket egy előre kialakított üregbe, formába öntik, ahol a fém felveszi az forma alakját, majd megdermed. Ez a technológia a 18. századig kézművesség volt, azonban az ipari forradalom idejétől azonban elkezdtek használni különböző gépalkatrészek gyártására is. Manapság az ipar már rengeteg helyen használja az öntést, mint technológiát, így a világ fémfelhasználásának mintegy 30-35%-át az öntvények jelentik. [10], [11], [19]

Öntött előgyártmány tervezésének több alapelve is van. Ide sorolható az, hogy az előgyártmány geometriáját úgy kell kialakítani, hogy a lehető legkevesebb utómunkára legyen szükség, illetve a végső kívánt méretekhez képest nagyobb méretekkel szükséges számolni a kihülés miatti zsugorodás, illetve a megmunkálási tartalék miatt. Az alkalmazott alapanyagok legfontosabb követelménye a megfelelő önthetőség, amit a Flemmings-féle spirálpróbával határoznak meg. Ezen önthetőségi vizsgálatnak megfelelnek a különböző öntöttvasak (lemezgrafitos, gömbgrafitos, acél), alumíniumok és ötvözeteik, valamint réz és ötvözeteik. A szakdolgozatomban alapjául szolgáló fogaskerék előgyártmánya gömbgrafitos öntöttvasból fog készülni, amihez kiváló eljárás a homokformázás. [10], [19], [26]

### Öntési eljárások fajtái:

- Homokformázás
- Kokillaöntés

#### 3.2.1. Homokformázás

A homokformázás a legrégebbi, de ma is a legelterjedtebb öntészeti technológia. A forma anyaga - amibe a folyékony fémeket töltjük - homok ebben az esetben. A homokszemcsék között a keletkező gázok és a levegő távozni tud. A szükséges forma üregét minta segítségével készítik el, aminek anyaga a szakdolgozatomban szereplő fogaskerék esetén habosított polisztirol (hungarocell). Ez a minta csak egyszer használatos lehet jelen esetben. A mintának mindig nagyobbak kell lennie, mint az öntendő tárgy, ugyanis a kihülés során zsugorodással kell számolni. Az eljárás során magokat használnak, amikkel megakadályozzák a folyékony fém behatolását a munkadarab üregeibe, így az említett fogaskerék kis furatai kialakíthatók. Az egyszerűbb technológia és az olcsó formaanyag (homok) miatt az eljárás olcsóbb, mint a kokillaöntés, ezért a fogaskerék előgyártmánya ezzel az eljárással fog készülni. [7], [19], [26]

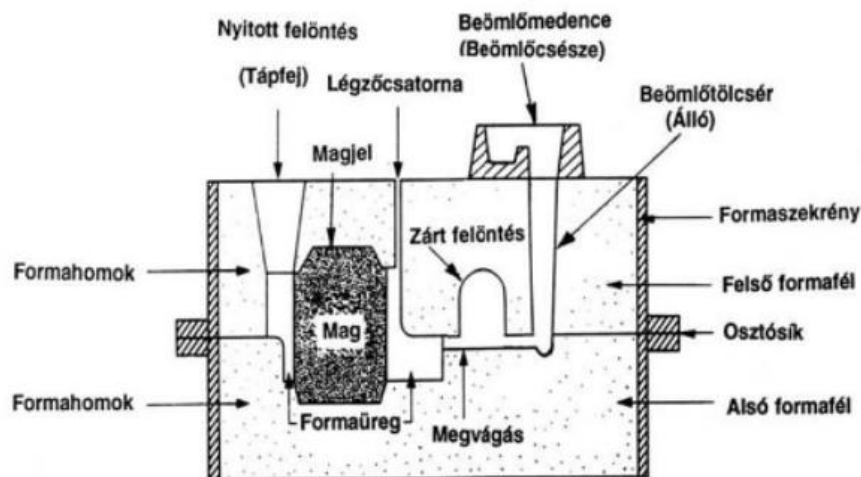
## Homokformázás két fő típusa:

- Kézi formázás
- Gépi formázás

### Kézi formázás:

Kézi formázás esetén mintahomokot szítálnak a mintára és töltőhomokot töltenek a formába. Ezután dörgölést végeznek kézi dörgölővel vagy pneumatikus présdörgölővel. A minta kiemelése és a mag behelyezése után az osztott homokformákat összeillesztik, majd elkezdik a folyékony fém öntését a beömlőrendszeren keresztül. A kézi formázás leggyakrabban szekrényes kivitelben valósul meg, amit a 3.2. ábra szemléltet. Ez a módszer olcsóbb és gyorsabb kisszámú munkadarab esetén, mint a gépi formázás, ezért az említett fogaskerék ilyen módon fog elkészülni. [10], [11], [21], [26]

3.2. ábra: Szekrényes kézi formázás [34]



## 3.3. Forgácsolási technológiák

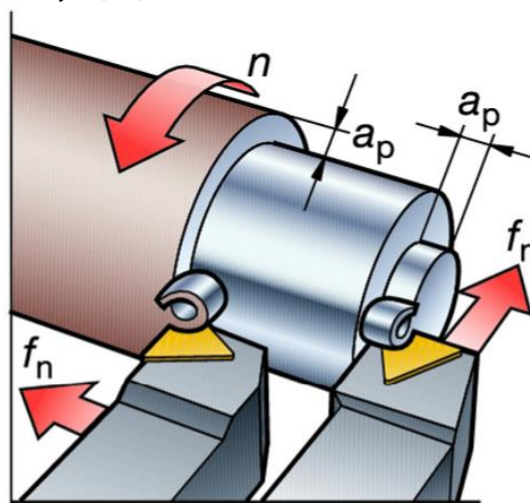
A forgácsolás alapjai már az őskor idejében tetten érhetőek, ugyanis már ekkor elkezdtek faragni és karcolni, amivel kezdetleges eszközeiket és szerszámaikat tették hatékonyabbá és használhatóbbá. Mint oly sok mindenben az ipar területén, a forgácsolásban is az ipari forradalom jelentette az áttörést és a robbanásszerű fejlődést. Feltalálták a ma már alapvető forgácsoló gépeket (esztergák, marógépek, gyalugépek, stb.), majd a későbbiek során automatizáltak egyes folyamatokat (CNC). Napjainkban már a robotizálás is teret nyert a forgácsolási technológiákban, valamint egyes rendszerek a mesterséges intelligenciát is támogatják. [1], [3], [8], [18]

Forgácsolás alatt általánosságban olyan megmunkálási eljárás értendő, amelyet egy vagy többélű szerszámmal végzünk el, és a folyamat során anyagot (forgácsot) választunk le a nyers munkadarabról. A legtöbb esetben azért szükségesek az ilyen megmunkálási eljárások, mert az előgyártmány méretei nem pontosak, a felületeinek minősége nem megfelelő, illetve lehetséges, hogy egyes geometriák még nem kerültek kialakításra. Főbb forgácsolási eljárások közé sorolandó az esztergálás, a marás, a fúrás, a gyalulás és vésés, a köszörülés, valamint a fogazás. A szakdolgozatomban szereplő fogaskerék elkészítéséhez esztergálásra, vésésre és fogazásra lesz szükség. [1], [20], [22]

### 3.3.1. Esztergálás

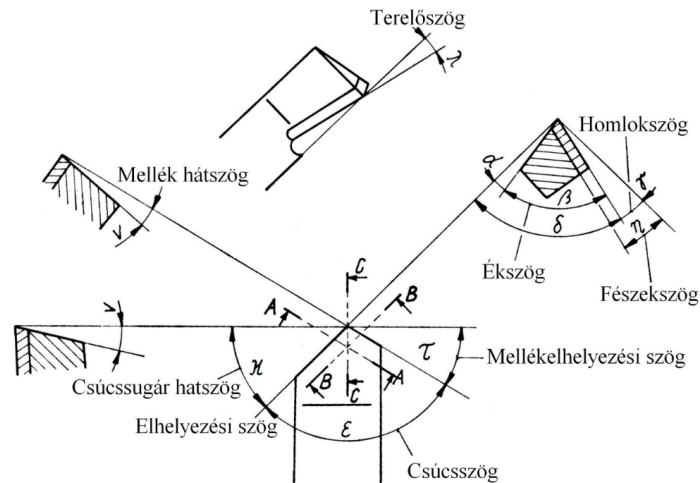
Esztergálásnak nevezzük az olyan forgácsolási eljárást, amely elsősorban forgástestek megmunkálására használatos (henger, kúp, gömbfelület). A forgácsolást két mozgás végzi, ami a munkadarab forgása és a kés eltolása (lineáris mozgása), amit a 3.3. ábra szemléltet. Ezek közül a munkadarab forgó mozgása az esztergálás fő mozgása. [10], [17], [24], [26]

3.3. ábra: Esztergálás mozgásviszonyai [35]



A folyamat során folyamatos forgácsleválasztás valósul meg, ami állandó keresztmetszetű. Ezt egy egyélű szerszám biztosítja, amelynek geometriája a megmunkálandó darab alakjától, az elvégzendő művelettől és az üzemi adottságoktól függően kerül megválasztásra. Egy ilyen egyélű szerszám élszögeit mutatja be a 3.4. ábra. Két fő része a késszár és a fejrész. A késszár arra hivatott, hogy ott fogjuk be a késtartóba a kést, a fejrész segítségével pedig megvalósítjuk a megmunkálást. A két rész gyakran különböző anyagból készül, mert a fejrésznél kiemelten fontos hogy az megfelelően kemény és kopásálló legyen, így ott gyakran alkalmaznak keményfémeket, gyorsacélt vagy kerámiát. [1], [10], [20], [24]

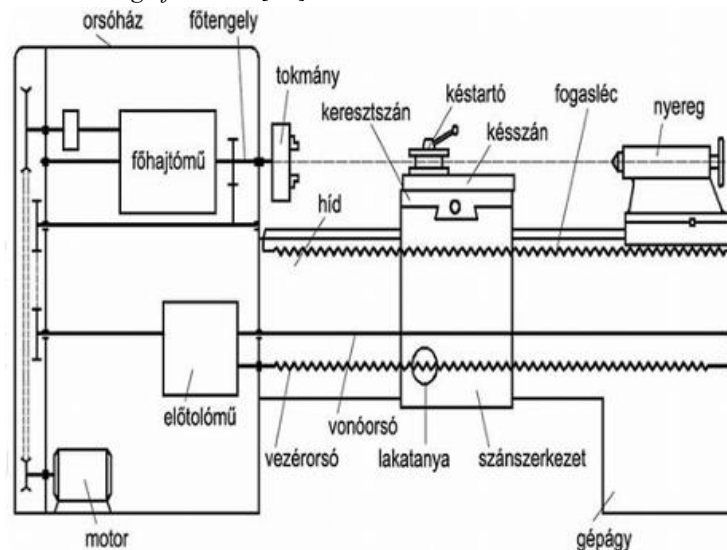
3.4. ábra: Egyélű esztergaszerszám élszögei [36]



Esztergálásnál gyakran végzünk először nagyoló, majd simító műveletet. Nagyolás során a cél a minél gyorsabb, nagy mennyiségű forgácsleválasztás, ezért a forgácskeresztmetszetet a lehető legnagyobbra kell megválasztani. Ennek a megengedhető legnagyobb forgácsolóerő szab határt, ami függ a munkadarabtól, a szerszámtól és a szerszámgéptől. Simítás során már csak kevés forgácsot távolítunk el, a pontos méret és sima felület kialakítása a cél. Ekkor már kis forgácsolóerővel dolgozunk, illetve nem törekszünk a maximális forgácskeresztmetszetre. [1], [9], [25]

Esztergálási műveletek végrehajtásához megfelelő szerszámgépekre van szükség. Ilyen szerszámgépek az egytetemes csúcsesztergák, a revolveresztergák (pl. dobrevolver eszterga), a síkesztergák (pl. karusszel eszterga), az automata esztergák (pl. számjegyvezérlésű eszterga), illetve a különféle különleges esztergák (pl. másoló eszterga). [4], [20], [24]

3.5. ábra: Az egytetemes csúcseszterga fő részei [37]



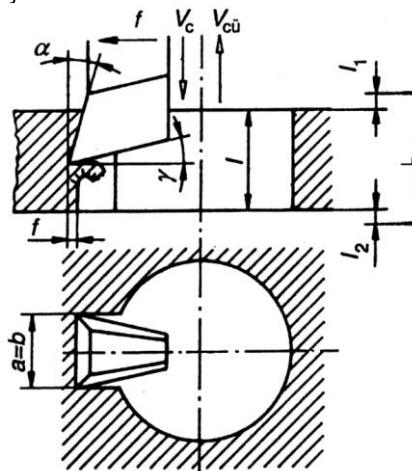
Az egytetemes csúcseszterga (3.5. ábra) egy olyan szerszámgép, ami hengeres, kúpos és síkfelületek megmunkálására alkalmas. Ezt a típusú esztergagépet használják a leggyakrabban a gépgyártásban. Felépítésük szerint különböző furatok és menetek elkészítésére is alkalmazható abban az esetben, ha a szegnyeregbe (nyeregbe) kerül befogásra a fúró vagy menetkészítő szerszám. [10], [22], [24]

### 3.3.2. Vésés

Vésésnek nevezzük az olyan gyártástechnológiai eljárást, amit alkatrészek, munkadarabok belső üregeiben levő hornyok (pl. fogaskerék reteszhornya) és egyéb alakzatok megmunkálására használ az ipar. Ez a forgácsolási módszer kis termelékenyséű, kevésbé pontos, ezért kisebb darabszámú gyártás esetén ajánlott alkalmazni, így esetemben kiváló megoldás. Fontos, hogy a munkadarabot úgy kell kialakítani, hogy a megmunkálandó felülethez a kés odaférjen, és a forgácsoló mozgás, valamint a forgács elvezetése lehetséges legyen. [1], [4], [9], [22]

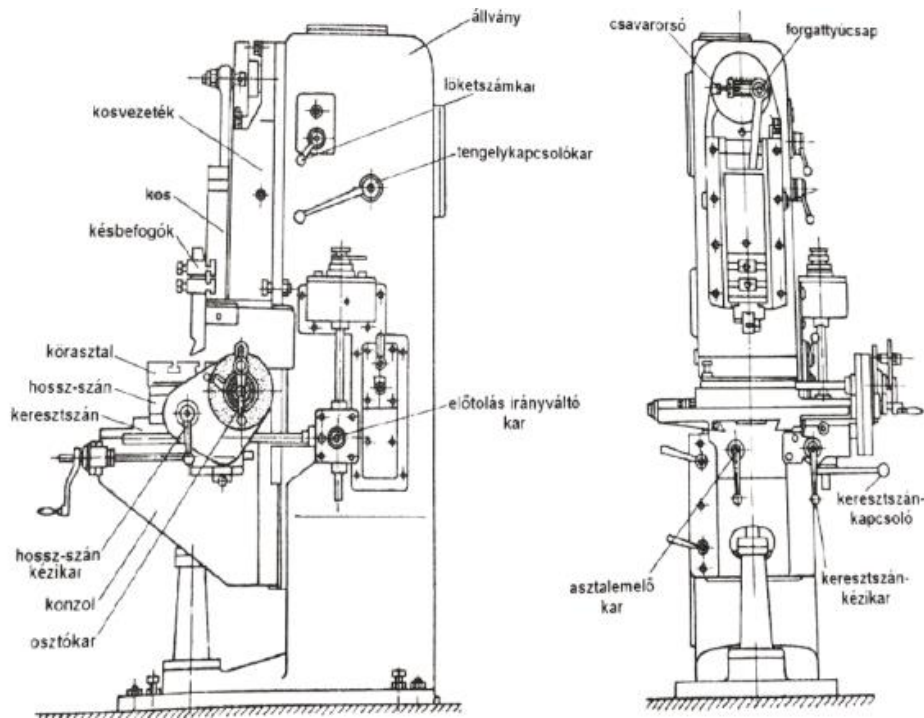
Az eljárás során az egyélű szerszám végzi a váltakozó irányú függőleges forgácsolómozgást, ami a forgácsolás főmozgása. Az erre merőleges, vízszintes síkban a munkadarab kettőslöketenkénti előtoló mozgást végez, ami a forgácsolás mellékmozgása. Ezt a 3.6. ábra mutatja be. [1], [10], [20]

3.6. ábra: Vésés mozgásviszonyai [38]



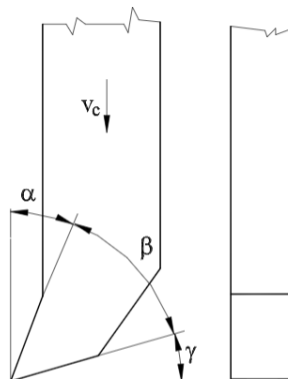
A vésés és a gyalulás sok tekintetben rokonműveletek, azonban fő különbség közöttük az, hogy amíg a gyalulásnál a főmozgás többnyire vízszintes, addig vésésnél általában függőleges. Így elmondható, hogy a vésőgép gyakorlatilag egy függőleges elrendezésű harántgyalugép (3.7. ábra). [8], [10], [22]

3.7. ábra: A vésőgép fő részei [10]



További különbség a vésés és a gyalulás között az, hogy a vésőkés élszögei a gyalukés élszögeihez képest szerepet cserélnek. A vésőkés élszögeit a 3.8. ábra mutatja be, ahol az  $\alpha$  a homlokszög, a  $\beta$  az ékszög, és a  $\gamma$  a hátszög. [1], [10], [18]

3.8. ábra: Vésőkés élszögei [38]



### 3.3.3. Fogazás

A gépészetben a fogak olyan, az alkatrészből kiemelkedő formaelemek, amik arra szolgálnak, hogy másik alkatrész fogjaival kapcsolódva mozgást és nyomatékot továbbítsanak. Ezek a formaelemek szabályosan ismétlődnek általában az alkatrész külső palástján, de néhány esetben előfordul, hogy a fogak a belső palástfelületre kerülnek megmunkálásra. [1], [9], [20]

---

Egyszerűbb esetben a fogazás lehet egyenes, de az iparban gyakrabban alkalmaznak ferde illetve nyílfogazást, mert hatékonyabb, halkabb illetve nagyobb terhelést képes elviselni. A fogak alakja (profilja) sokféle lehet, amik közül az evolvens a leggyakoribb, de előfordul ciklois, trapéz és egyéb speciális profilok is. [1], [4], [5], [22]

Fogazást általában két fő művelet segítségével szokták elvégezni: először egy durvamegmunkálást alkalmaznak, ami a fogprofil nagyolására szolgál, majd a második lépésben finommegmunkálást végeznek, amit a végső pontosság és felületi minőség kialakítására használnak. [6], [9], [24]

### **Fogazási eljárások fajtái (fogprofil nagyolása):**

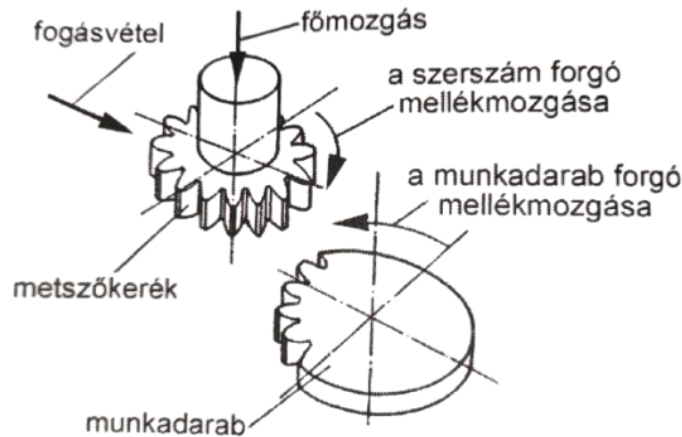
- Fogmarás profilmaróval
- Pfauter-eljárás
- Maag-féle fogazás
- Fellows-féle fogazás

### **Fellows-féle fogazás:**

A Fellows-féle eljárás nagyban hasonlít a Maag-féle eljárásra, azonban itt a szerszám nem a fésűskés, hanem egy metszőkerék. Ebben az esetben a fog elkészítéséhez foggyalugépet használnak, aminek a főmozgása egy forgattyús hajtómű által létrehozott alternáló mozgás. A folyamat során a munkadarab és a szerszám is lassan, de folyamatosan forog, így egymással legördülő mozgást végeznek. Az említett mozgásokat a 3.9. ábra mutatja be. [1], [4], [10]

A Maag-féle eljáráshoz képest előnye az, hogy belső fogazás elkészítésére is alkalmas, továbbá a gép szerkezete egyszerűbb, mert a legördítési mozgás folytonos. Esetemben előnyösebb ez az eljárás azért is, mert kissorozat gyártása a cél, ami esetén a Maag-féle eljárás drágább lenne. [9], [10], [13]

**3.9. ábra:** Fellows-eljárás mozgásviszonyai [10]



### 3.4. Hűtő-kenő folyadékok

A hűtő-kenő folyadékok kiemelten fontosak gépipari megmunkálások területén. Szerepük a fajtáik és összetevőik szerint sokszínű lehet: fontosak a szerszámok védelme szempontjából, a hőelvezetés szempontjából, valamint a korrózió megelőzése és a munkadarab felületi minőségének javítása érdekében is. Általánosságban egy jó hűtő-kenő folyadéknak egyidejűleg kell hűtési és kenési funkciókat is betöltenie. [3], [4], [15]

**Főbb általános jellemzők:**

- védelmet nyújtanak a szerszámnak és a munkadarabnak
- forgácsolás sebességét növeli
- üzemeltetési és karbantartási költségeket csökkenti
- szebben megmunkált felületet tesz lehetővé

**Emulziók:**

Az emulzió olyan ipari hűtő-kenő folyadék, ami víz és olaj keveréke. A keverékben általában körülbelül 90-95% a víz, és 5-10% az olaj. A keverék létrehozásához keverőberendezést használnak, ami segítségével emulgeáló anyag hozzáadásával keverik össze a vizet az olajjal. Így a vízhez adott olaj apró cseppekben oszlik el a vízben, létrehozva az emulziót. Ez a keverék kiválóan teljesíti a vele szemben felállított követelményeket, ugyanis a nagymennyiségű víz miatt kiváló a hőelvonó képessége, valamint az olaj jelenléte miatt jó kenési tulajdonságokkal is rendelkezik. [1], [2], [15], [16]

---

Az emulziók továbbá olcsók és gazdaságosak is, mivel vízzel hígíthatók. Számos megmunkálási eljárásnál alkalmazzák, ahol a megfelelő hűtő-kenő folyadékadagoló rendszerrel rengeteg pénzt tudnak spórolni a megmunkáló vállalatok. [1], [9], [13], [15]

### **Szintetikus folyadékok:**

A szintetikus hűtő-kenő folyadékok a legmodernebbek a gépészeti iparban. Ezek a folyadékok tiszták, teljesen olajmentesek és vízdékonyak. Piaci forgalomban koncentrátumként található meg, ami tartalmaz szintetikus kenőadalékokat, korróziógátlókat, pH-stabilizátorokat és további anyagokat. A koncentrátumot vízzel kell oldani, így a létrejövő oldat tiszta, áttetsző lesz. Ez hatékony hűtést biztosít optimális kenés mellett, valamint számos előnnyel rendelkezik munkavédelmi szempontból is. Hátránya, hogy drágább mint az emulziók, de akár 30%-kal kevesebb is elegendő belőle. [9], [16], [27]

### **Ásványi olaj alapú hűtő-kenő folyadékok:**

Olyan hűtő-kenő folyadékokat sorolnak ide, melynek alapja finomított kőolajból származó ásványi olaj, melyhez adalékokat adnak az oxidáció gátlása érdekében. Kiváló kenés jön létre ezt használva, így ott alkalmazzák leginkább, ahol kiemelten fontos a szerszám élettartamának maximalizálása és a felület minősége. Előnyük hogy olcsóak, könnyen elérhetőek, viszont hátrányuk, hogy rosszabb hűtési tulajdonságokkal rendelkeznek, illetve a megmunkálás után a munkadarab megtisztítása nehezebb lehet. [15], [16], [28]

### **Szintetikus olajok:**

A szintetikus olajok olyan hűtő-kenő folyadékok, amelyek speciális olajalapúak (bázisolaj alapúak) annak érdekében, hogy az ásványi olaj alapú hűtő-kenő folyadékok bizonyos tulajdonságait javítsák. Ezek főként kenési, hőállóságbeli és élettartambeli tulajdonságok. [9], [15], [27]

A bázisolaj alapoknak köszönhetően hosszabb szerszámélettartam érhető el, ritkább olajcsere szükséges, valamint nem képez lerakódást nagy tisztaságú gépkörnyezet esetén. Leggyakrabban olyan precíziós megmunkálásoknál szokták használni, ahol az ásványi olaj alapú hűtő-kenő folyadékok már nem nyújtanak elég védelmet. [1], [15], [28]

## 4. PROBLÉMA BEMUTATÁSA

### 4.1. Ipari homogenizátor feladata és működése

A 21. századi modern feldolgozóipar egyik nélkülözhetetlen berendezése az ipari homogenizátor. Működése során elsődleges feladata a többnyire folyékony vagy részben szilárd anyagok részecskeméreteinek csökkentése a konzisztencia, az egységesség és a stabilitás növelésének érdekében, amivel a termék minősége és megbízhatósága növelhető. Széles körben használják a biotechnológia területén sejtfeltárássra, gyógyszeriparban különböző kenőcsök és krémek előállítására esetén emulziók készítésére, de az élelmiszeriparban és a kozmetikai iparban is elengedhetetlen szerepük van.

Az ipari homogenizátor működésének alapvető eleme egy villanymotor, ami áram alá helyezés után megforgatja a tengelyét. Ennek a tengelynek a végére van egy szíjtárcsa szerelve, ami így szíjhajtáson keresztül továbbítja a forgó mozgást a forgattyúház alsó részén elhelyezett tengelynek, aminek egyik végén egy szíjtárcsa, másik végén pedig egy kisebb méretű fogaskerék van szerelve. Ez a tengely fogaskerék kapcsolattal továbbítja a forgó mozgást egy excentertengelynek, amin található a szakdolgozatomban szereplő nagyobb méretű fogaskerék. Az excentertengely forgása során az excenterek mozgatják a csatlakozó hajtókarokat, amik pedig a keresztfejeket egyenes vonalú mozgásba hozzák. Ez a mechanizmus biztosítja a homogenizáláshoz szükséges alternáló mozgást. A szakdolgozatomban szereplő fogaskerék elhelyezkedését a 4.1. ábra szemlélteti.

*4.1. ábra: A fogaskerék elhelyezkedése az ipari homogenizátorban [39]*



---

## 4.2. Működési körülmények, hibák

Napjainkban a modern termelés megköveteli a folyamatszabályozást és az automatizálást, ami következtében az ipari homogenizátor akár megállás nélkül több napot is üzemelhet. Ehhez szükséges az üzemi körülményeket optimalizálni, azonban minden törekvés ellenére is felmerülhetnek kritikus körülmények, illetve esetlegesen meghibásodások.

Működés során az excenterek, hajtókarok és a keresztfejek által létrehozott alternáló mozgás vibrációt és mechanikai rezgéseket hoznak létre. Ennek minél hatékonyabb csökkentése érdekében a berendezést igyekeznek minél robosztusabb kivitelben elkészíteni, így az képes a rezgések egy részét elnyelni. Ugyanakkor az így is megmaradt rezgések idővel lazulásokat, illesztési problémákat okozhatnak, így a fogaskerék kapcsolat működése is egyenetlenné, szabálytalanná válhat, ami fokozott kopást, esetleg fogtörést okozhat.

A fogaskerék kapcsolat a szíjhajtáson keresztül érkező forgást alacsonyabb fordulatszámra, de nagyobb nyomatékra alakítja át, így a fogaskerekek nagyon terheltek, különösen több napon át tartó megállás nélküli működtetés során. Hosszú távon ez fokozott kopást, vagy akár anyagfáradás miatti fogtörést is okozhat.

Az ipari homogenizátor forgattyúházat tartalmaz, ami magába foglalja az összes mechanikus elemet (tengelyeket, fogaskerekeket, stb.). Ez a zárt ház kiváló védelmet nyújt a külső szennyeződésekkel szemben, valamint lehetővé teszi a hűtő-kenő folyadék adagolását. A fogaskerekek olajfürdőben működnek, ami a nagy terhelés ellenére is kiválóan csökkenti a súrlódást, ezáltal a kopást és a hőtermelést is. A gyártó által meghatározott időközönként viszont kötelező az olajat cserélni, hiszen idővel elfárad és csökken a hatékonysága.

Előfordulhat, hogy a berendezés esetenként nedves környezetben üzemel, különösen élelmiszeripari és kozmetikai ipari alkalmazás esetén. Ez a nedvesség korróziós kockázatot jelenthet, ami az anyag gyengüléséhez és mikrorepedésekhez vezethet. Ezért elengedhetetlen a megfelelően záró burkolatok és pontos illesztések alkalmazása.

A hibátlan működés érdekében szükséges karbantartást végezni, ahol legalább évente egy általános állapotfelmérést is el kell tartani, de a szemrevételezést, illetve bizonyos alkatrészek és az olaj felülvizsgálatát gyakrabban, akár hetente is indokolt lehet elvégezni.

---

### 4.3. A probléma és megoldása

A szakdolgozatomban bemutatásra kerülő GGG60 (EN-GJS-600-3) anyagú fogaskerék legyártására érkezett megrendelés, miszerint évi 30-40 darabot kell legyártani 5 darabos lehívási egységekben. A fogaskerék a 4.2. ábrán látható.

*4.2. ábra: Ipari homogenizátor excentertengelyének fogaskereke (forrás: saját)*



Az említett 5 darabos lehívási egység már elegendő mennyiségű ahhoz, hogy kis sorozatgyártásról beszélhessünk, és kizárhassuk az egyedi gyártás lehetőségét. Az ilyen típusú gyártáshoz viszont elengedhetetlen, hogy a szükséges dokumentációk hiánytalanul rendelkezésre álljanak. Jelen esetben a probléma viszont éppen az, hogy nincs teljes dokumentáció, így annak pótlása szükséges.

A szakdolgozatom során tehát feladatom, hogy elkészítsem alkatrészrajz alapján egy ipari homogenizátor excentertengelyén levő fogaskerék teljes gyártástechnológiáját, és pótoljam a hiányzó dokumentációkat. Ez tervezési folyamatot fog igényelni, amely során figyelembe fogom venni a 4.2. részben említett működési körülményeket és lehetséges meghibásodásokat.

---

## 5. GYÁRTÁSTERVEZÉS

### 5.1. Konceptió kiválasztása

A **kovácsolás** a történelem egyik legrégebbi előgyártmány készítésre is használt képlékeny fémátalakítási módszere, amit gyakran végeznek meleg, félmeleg és hideg állapotban is. Az eljárás során általában a fémet ütésekkel vagy nyomással alakítják át a kívánt formára. Ezek a behatások megváltoztatják az anyag kristályszerkezetét, ezáltal a mechanikai tulajdonságait is. Ebből fakadóan egy fogaskerék nagyobb teherbírással és jobb ütésállósággal fog rendelkezni kovácsolt előgyártmány esetén, valamint jobb lesz a fáradással szembeni ellenállása, ezért ritkábban fog meghibásodni. Fontos továbbá, hogy a kovácsolással készült fogaskerék előgyártmány porozitás és repedésmentes lesz szemben az öntéssel készülttel. A kovácsolás viszont hátrányokkal is rendelkezik fogaskerék előgyártmány készítés esetén, ugyanis kevésbé alkalmas az összetettebb fogaskerék alakok kialakítására az öntéssel szemben. Továbbá nem minden ötvözet kovácsolható, ahogy a GGG60 sem, amiből a szakdolgozatomban vizsgált fogaskerék készül, és a gyártási költségek is túl magasak lennének kis sorozatnál a magas szerszámköltség miatt. Az utóbbi két hátrány esetében kizáró, így a kovácsolást, mint előgyártmány készítési eljárást elvetem.

Egy alkatrész előgyártmánya készülhet **rúdanyagból** is. A rúdanyag egy olyan hosszúkás kialakítású, általában szilárd test, amelyet a gépipar és az építőipar is előszeretettel használ. Leggyakoribb előállítási módja a meleg- és hideghengerlés, továbbá a hideghúzás. Fogaskerék előgyártmány készítés esetén előnyös, hogy a rúdanyag olcsó és könnyen beszerezhető, a méretpontossága hideghúzás esetén eléggé jó, valamint a gyártása egyszerűen automatizálható. Utóbbi lehetővé teszi a gazdaságos tömeggyártást, de ez esetben elhanyagolható szempont a kis sorozatos gyártás miatt. Óriási hátrány ugyanakkor, hogy csak szabályos, hengeres formák készítése lehetséges hengerléssel és húzással, ami sok utólagos forgácsolást igényel, ezáltal drágítja az egész alkatrész legyártását. Továbbá az alkatrészemben lévő négy kisebb furatot célszerű már az előgyártmány készítés során kialakítani, erre viszont a rúdanyag alkalmazásával nincs lehetőség, csak utólagos forgácsolással, ami szintén többletköltséggel jár. Az említett hátrányok és a kis sorozatos gyártás miatt a rúdanyagot, mint előgyártmány lehetőséget elvetem.

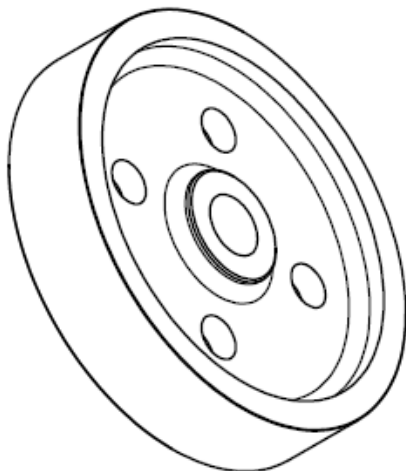
Az **öntés** egy olyan előgyártmány készítési eljárás, amely során a megolvasztott fémeket előre elkészített, a kívánt alkatrész geometriai sajátosságaival rendelkező öntőformába öntik, amiben hagyják a fémeket megdermedni. A leggyakrabban használt öntészeti eljárások a homokformázás illetve a kokillaöntés. Fogaskerékgyártás esetén különösen előnyös az öntött előgyártmány, mert bonyolultabb geometriák kialakítását is lehetővé teszi. Ez esetben azért kedvező, mert az alkatrészemen található kisebb furatok rögtön kialakíthatók az öntés során, így azok már nem igényelnek további megmunkálást. További előny az, hogy kis sorozat esetén a gyártás költségei alacsonyak, ami esetben fontos előny. A fogaskerék alapanyag GGG60 jelű gömbgrafitos öntöttvas, így emiatt is az öntés a legelőnyösebb előgyártmány készítési eljárás. Ugyanakkor az öntés is rendelkezik többféle hátránnyal is. Ide sorolhatók a belső hibák (pl. porozitás és levegőbuborékok), valamint a rosszabb felületi minőség és a gyengébb méretpontosság. Az utóbbiak utólagos forgácsolási megmunkálásokat igényelnek, ami növeli a gyártás idejét és költségeit. Mindezeket mérlegelve az öntés az az előgyártmány készítési eljárás, amely a szakdolgozatomban szereplő fogaskerék esetében a legkedvezőbb választásnak bizonyul.

## **5.2. Fogaskerék előgyártmány tervezése**

### **5.2.1. Alak és funkció meghatározás**

Előgyártmány tervezés során elsődlegesen a készítendő öntvény alakját és funkcióját kell meghatározni. Esetemben egy fogaskerék fog készülni, aminek a funkciója az lesz, hogy egy ipari homogenizátor excentertengelyére szerelve egy másik fogaskerékkel kapcsolódva egy szíjhajtásból eredő forgást továbbítson az excentertengelynek, ezzel részt véve a forgó mozgás alternáló mozgássá átalakításában. A fogaskerék alakja a gyártmány alkatrészrajzából ismerhető meg, ami alapján az öntvényrajz is elkészíthető. Az öntvény formatervét az 5.1. ábra szemlélteti.

**5.1. ábra:** Az öntvény formaterve (forrás: saját)



### 5.2.2. Anyagválasztás

Következő lépésben szükséges a követelményeket meghatározni a fogaskerékkel szemben, ami alapján kiválasztható az öntvény anyaga. A 4.2. részben leírtak alapján látható, hogy egy erős, rezgéseket és nagy terheléseket jól elviselő anyagra van szükség. Erre kiváló választás a GGG60 jelölésű gömbszéntes öntöttvas, aminek kémiai összetételét az 5.2. táblázat mutatja be.

**5.2. táblázat:** A GGG60 kémiai összetétele (forrás: saját)

Kémiai elem neve	Kémiai elem részaránya [%]
Vas (Fe)	92,58-94,155
Szén (C)	3,4-3,85
Szilícium (Si)	2,3 -3,1
Mangán (Mn)	0,1-0,3
Magnézium (Mg)	0,045-0,05
Kén (S)	max. 0,02
Foszfor (P)	max. 0,1

Az ötvözetéről általánosságban elmondható, hogy nagy szakítószilárdságú ( $600 \text{ N/mm}^2$ ), jó kopásállóságú, öntött állapotban viszonylag könnyen megmunkálható, és magas nyomószilárdságú, amik mind hasznos tulajdonságok az ipari homogenizátorban létrejövő működési körülmények szempontjából.

---

### **Az összetevők jelentőségei:**

- Az ötvözet gerincét a vas (Fe) alkotja, amiben eloszlik a többi anyag.
- A szén (C) a felelős a gömbgrafitos elnevezésért, ugyanis a szén (C) gömb alakú grafitként válik ki, ami biztosítja a GGG60 jó szakítószilárdságát és ütésállóságát.
- A szilícium (Si) segíti az öntés során a grafit kiválását, és hozzájárul a helyes perlit és ferrit arányhoz.
- A kis mennyiségű mangán (Mn) hozzájárul a stabil perlitszerkezethez és növeli a szilárdságot, keménységet.
- A magnézium (Mg) a folyékony öntöttvasba adagolva elősegíti a grafit gömb alakú kristályosodását.
- A kén (S) és foszfor (P) nagyon alacsony mennyiségben található meg, mert szennyező anyagnak számítanak, rontják a mechanikai tulajdonságokat.

### **5.2.3. Öntés és öntőforma tervezés**

Az öntés tervezésénél szükséges kiválasztani az öntés módját, ami esetemben homoköntés lesz a 3.2.1 részben kifejtett előnyök miatt. Az öntéshez szükséges forma elkészítéséhez először egy pozitív mintát kell készíteni, amelynek anyaga habosított polisztirol, közismertebb nevén hungarocell lesz. A hungarocell azért előnyös, mert olcsó és könnyen alakítható, valamint az öntés során elég és/vagy elpárolog, ami miatt az elvesző minták köze soroljuk. A habosított polisztirolt az iparban gyakran forró fémhuzallal vágják méretre, így ezt a módszert alkalmazom én is a kívánt forma létrehozásához. A furatok kialakításához úgynevezett tömör „pálcákat” szükséges készíteni hőálló anyagból (pl. acélból vagy kerámiából), amelyek azonos méretűek a pozitív minta furataival. Ezeket a „pálcákat” a furatokba kell rögzíteni ragasztó segítségével. Öntés során az elégett/elpárolgott pozitív minta helyére befolyik a fém, és a „pálcákat” körbe ölelve megszilárdul. Az elkészített mintát a rögzített „pálcákkal” együtt a formaszekrénybe teszik, majd köré töltőhomokot töltenek, amit vibráció segítségével, vagy finom döngölés útján tömörítenek, ezzel vigyázva a törékeny hungarocellre. Így elkészül a homokban a forma, amit kitölt a fém. A homokformában történő öntés méretpontosságairól és felületi érdességeiről az 5.3. ábra ad tájékoztatást.

**5.3. ábra:** A különböző technológiák méretpontosságai és felületi érdességei [8]

öntés	súly (kg)	önthető		öntvények méreteinek pontossága (IT)	Öntvények felületének érdessége $R_a$ [ $\mu\text{m}$ ]												
		minimál is furat (mm)	min. falvastagság (mm)		100	50	25	12,5	6,3	3,2	1,6	0					
homokformában	0,5-től	20-50	3-8	14 <	x	x	x	x	x	x							
kokillában	0,01–7000	20	2-6	13-15			x	x	x	x	x	x	x	x			
héjformában	100-ig	8	1-5	11-14				x	x	x	x						
precíziós	0,001-500	0,8	0,15	11-13						x	x	x	x	x	x	x	
fröccs	-	-	1,5	9-11						x	x	x	x	x	x	x	x

Öntés előtt a gömbgrafitos öntöttvasat (GGG60) fel kell melegíteni tetszőleges módon (pl. indukciós melegítés, kemencés melegítés), majd öntés után le kell hűteni. Fontos azonban, hogy a hűtést lassan kell elvégezni, hogy a gömbgrafitos szerkezet minél kedvezőbben ki tudjon alakulni, illetve hogy az éles és lekerekített sarkoknál minél kisebb feszültség koncentrálódjon, ezzel csökkentve a repedések esélyét. Ennek érdekében általában hagyják simán a környezeti levegőn kihűlni az öntvényt, vagy olykor még be is temetik homokkal a lassabb és egyenletesebb hűlés érdekében. A kihűlés folyamata ugyanakkor az előgyártmány zsugorodását fogja eredményezni, amit szükséges a tervezés során figyelembe venni, ugyanis a zsugorodás mértékével megnövelt öntőformát kell készíteni. A zsugorodás mértékét az 5.4. ábra mutatja be.

**5.4. ábra:** A különböző vas-, acél- és fémötvözetek zsugorodása [8]

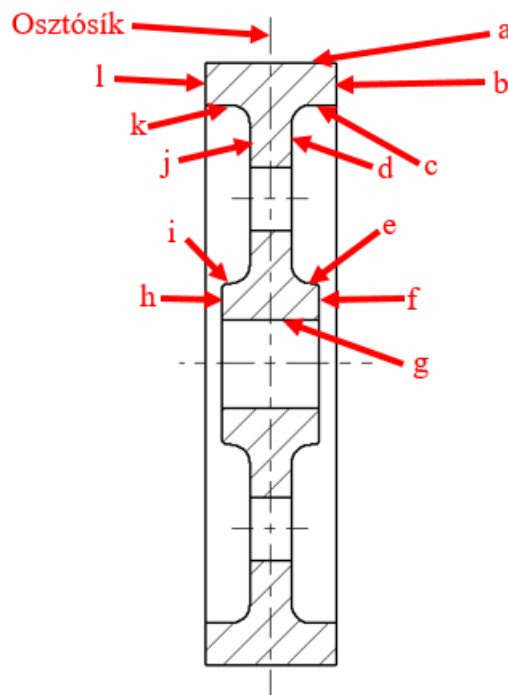
Fémminőségek	Zsugorodás %
Acél, ötvöztelen vagy gyengén ötvözött	2,0
Acél, Cr, Ni és Mn-nal ötvözött	2–2,5
Öntött vas, lemezgrafitos	1
Gömbgrafitos öntöttvas öntött állapotban vagy perlitesre hőkezelve	0,8–1
Gömbgrafitos öntöttvas ferrit-perlitesre hőkezelve	0,3
Gömbgrafitos öntöttvas ferritesre hőkezelve	0,0
Temperöntvény, fehér	1,2
Temperöntvény, fekete	0–1
Temperöntvény, perlites	0,5–1,5
Ónbronzz (Cu-Sn ötvözet)	1,5
Vörösötvözet (Cu-Sn-Zn ötvözet)	1,5
Sárgaréz (Cu-Zn ötvözet)	1,6–2,2
Alumínumbronzz (Cu-Al ötvözet)	1,6–2,2
Ólombronzz, ólom-ón bronzz (Cu-Pb, Cu-Sn-Pb ötvözet)	1,5
Réz	1,85
Alumínum-szilícium ötvözetek	1,0–1,2
Alumínum-magnézium ötvözetek	1,0–1,5
Magnéziumötvözetek	1,0–1,4

Az elvesző mintás eljárásnál nincs szükség öntéstechnológiai osztósíkra, ugyanis a mintát nem kell kiemelni a formából, mert az elpárolog/elég. A gyakorlatban azonban a formaszekrény gyakran két részből áll a könnyebb kezelhetőség érdekében, így a két rész határfelületét tekinthetjük osztósíknak. Ezt az osztósíkot az öntvény középvonalába helyeztem el.

A további megmunkálás céljából szükséges megmunkálási ráhagyásokat alkalmazni azokra a felületekre, ahová az alkatrészrajz felületi érdességet jelöl. Az alkatrészrajz azonban megad egy általános felületi érdességet, amely minden felületre vonatkozik, így minden felületre szükséges alkalmazni megmunkálási ráhagyást, kivéve a lekerekítésekre és letörésekre, valamint a 4 db kis furatra, mivel azoknak semmilyen teherhordó funkciójuk nincs, illetve más alkatrész sem csatlakozik hozzájuk, csakis a súlycsökkentést szolgálják.

Az megmunkálási ráhagyásokkal növelt felületeket az 5.5. ábra jelöli (a,b,c,d,e,f,g,h,i,j,k). Ezekre a felületekre 2 mm-es ráhagyást választok, továbbá oldalferdeséget nem alkalmazok, mert a formahomok az öntvényről könnyedén eltávolítható, így az öntvény egyszerűen kivehető a formaszekrényből.

5.5. ábra: A megmunkálási ráhagyással növelt felületek (forrás: saját)

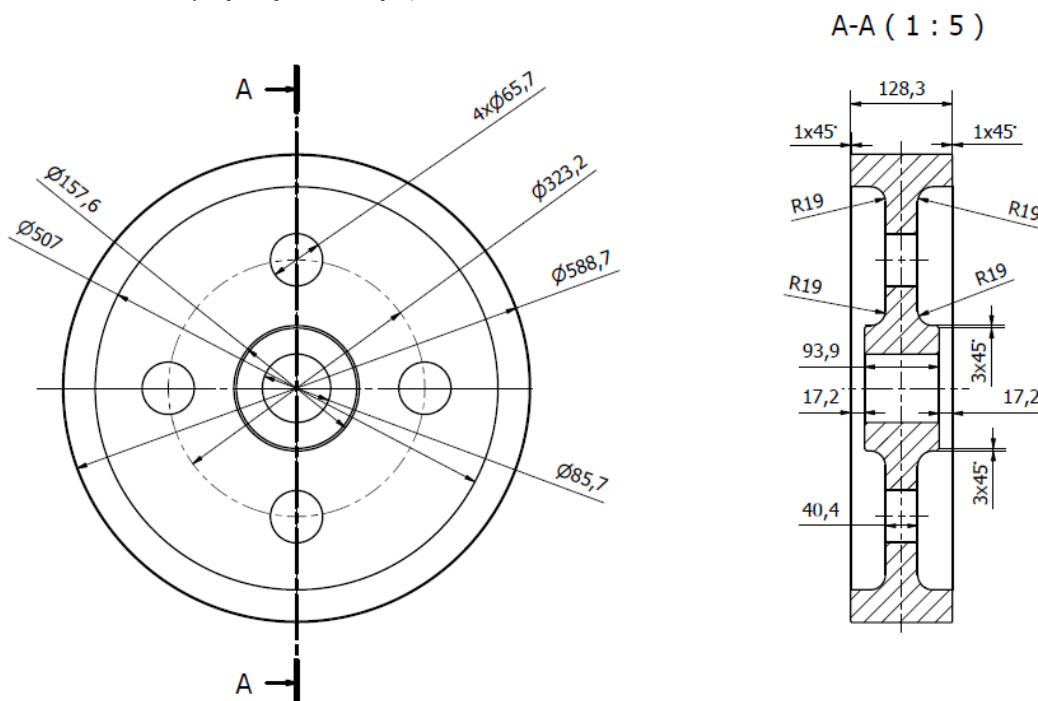


Öntvény tervezésénél figyelembe kell azt is venni, hogy az öntvényen ne maradjon éles sarkok, mert az feszültséggyűjtő pont lehet, így ott az könnyebben repedhet és törhet. Én azonban mégis tervezek éles sarkokkal, viszont a gyakorlatban nem lehetséges őket kiönteni, így mindenképpen lesz valamekkora kicsi lekerekítés az éles sarkok helyén.

#### 5.2.4. Az előgyártmány tömege

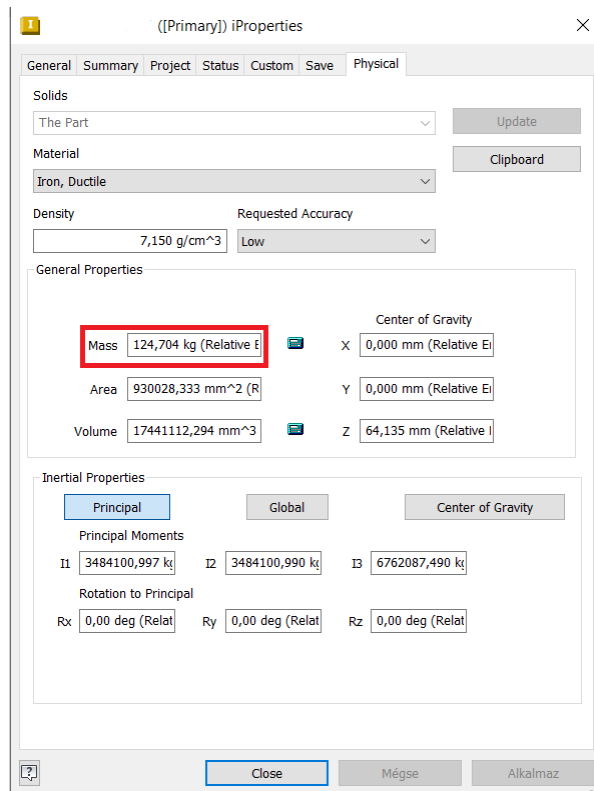
Az előző részben megállapított zsugorodási és megmunkálási ráhagyásokkal megnövelt minta műhelyrajza az 5.6. ábrán, illetve a 17. mellékletben látható.

5.6. ábra: A minta műhelyrajza (forrás: saját)



Az Autodesk Inventor 2024 program a GGG60 jelölésű gömbgrafitos öntöttvasra jellemző  $7,150 \text{ g/cm}^3$  sűrűséggel körülbelül 124,7 kg tömegűnek számította a minta helyére elkészülő előgyártmányt, amit az 5.7. ábra szemléltet.

**5.7. ábra:** Az előgyártmány tömege (forrás: saját)



### 5.3. Gyártástechnológiai tervezés és számítások

**A forgácsoláshoz szükséges adatok:**

Előgyártmány: Öntött, homoköntési eljárással.

Anyagminőség: GGG60 (EN-GJS-600-3)

Szakítószilárdság:  $R_m = 600 \text{ N/mm}^2$

Nyersméret: Ø582,9 x 127 mm

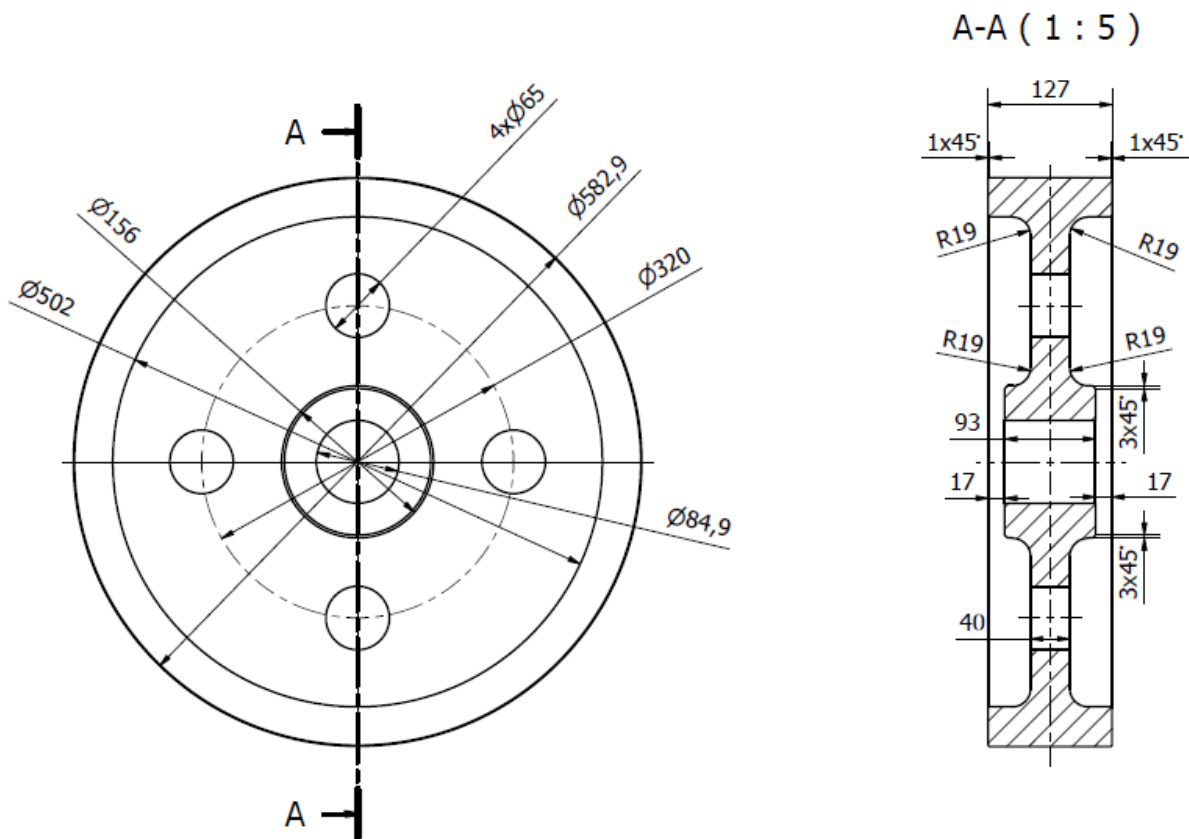
## Forgácsolási művelettervezés:

**A műveleti sorrendet az 1. melléklet tartalmazza!**

### 1. művelet: Öntés

A megtervezett öntött előgyártmány zsugorodás utáni állapotára vonatkozó műhelyrajz az 5.8. ábrán, illetve a 18. mellékletben látható. Az ábrán jelölt méretek már a zsugorodás utáni méretek, ezek számítanak a forgácsoláskor vett kiinduló értékeknek. A számítások során alkalmazott jelölések értelmezésében a 2. melléklet 1. táblázata nyújt útmutatást.

**5.8. ábra:** Az előgyártmány zsugorodott állapotának műhelyrajza (forrás: saját)



**2. művelet: MEO**

**3. művelet: Normalizálás**

**4. művelet: MEO**

## 5. művelet: Esztergálás I.

Ezen műveletben szereplő műveletelemek értelmező ábrái és számítási eredményei az 5.9.-5.28. sorszámok közötti ábrákon és táblázatokban találhatóak, valamint részletesen a 3. melléklet tartalmazza!

Ezen művelethez tartozó műveleti utasítást a 11. melléklet tartalmazza!

A forgácsolási műveletek során hűtő-kenő folyadéknak emulziót választok, azt alkalmazom.  
A választott szerszámgép: VL-86 H CNC karusszeleszterga gép (a Go-Metall Kft. gépparkjából)

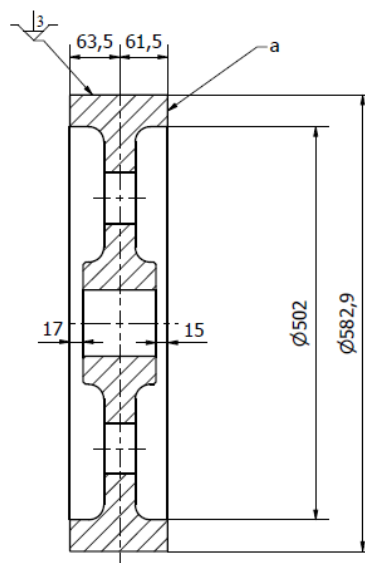
A választott szerszámgép műszaki jellemzői:

- A főorsó furata: 200 mm
- A fordulatszám határok:  $25 - 1500 \frac{1}{min}$
- Fokozati tényezője nincs, mert fokozatmentes, így bármekkora egész számú fordulatszám beállítható a gépen.
- A késtartóba befogható késszár maximális keresztmetszete: 25 x 25 mm
- A hajtómotor teljesítménye: 22 kW

A szerszámra megengedett legnagyobb főforgácsoló erő értéke:  $F_c = 5200 \text{ N}$ , 100 mm késkinyúlás esetén (Gyártástervezés könyv 41. táblázat).

### 5.1 Oldalazás tisztára I. (Ø582,9 x 125 mm, „a” jelű felület)

5.9. ábra: Az „a” jelű felület megmunkálása (forrás: saját)

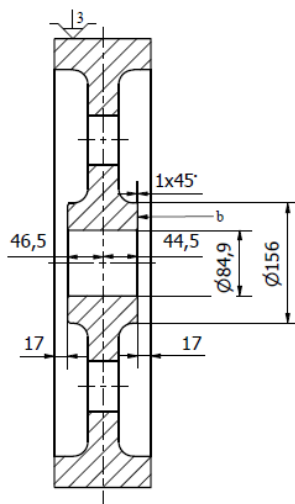


**5.10. táblázat:** 5.1-es oldalazás tisztára eredményei (forrás: saját)

Paraméterek	Számított és alkalmazott értékek
$a$ [mm]	2
$f$ $\left[\frac{mm}{ford}\right]$	0,25
$i$ [db]	1
$n_{gépi}$ $\left[\frac{1}{min}\right]$	100
$v_{cm}$ $\left[\frac{m}{min}\right]$	183,12

**5.2 Oldalazás tisztára II. (Ø156 x 91 mm, „b” jelű felület)**

**5.11. ábra:** A „b” jelű felület megmunkálása (forrás: saját)

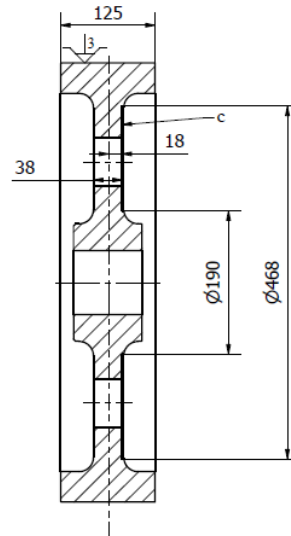


**5.12. táblázat:** 5.2-es oldalazás tisztára eredményei (forrás: saját)

Paraméterek	Számított és alkalmazott értékek
$a$ [mm]	2
$f$ $\left[\frac{mm}{ford}\right]$	0,25
$i$ [db]	1
$n_{gépi}$ $\left[\frac{1}{min}\right]$	100
$v_{cm}$ $\left[\frac{m}{min}\right]$	49,01

### 5.3 Oldalazás tisztára III. (Ø468 x 38 mm, „c” jelű felület)

5.13. ábra: A „c” jelű felület megmunkálása (forrás: saját)

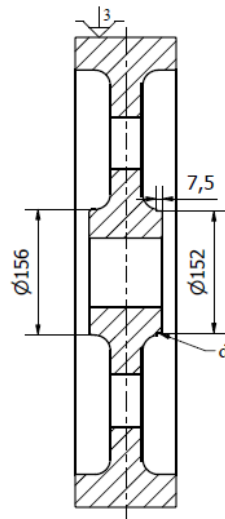


5.14. táblázat: 5.3-as oldalazás tisztára eredményei (forrás: saját)

Paraméterek	Számított és alkalmazott értékek
$a$ [mm]	2
$f$ $\left[\frac{\text{mm}}{\text{ford}}$	0,25
$i$ [db]	1
$n_{\text{gépi}}$ $\left[\frac{1}{\text{min}}\right]$	100
$v_{\text{cm}}$ $\left[\frac{\text{m}}{\text{min}}\right]$	147,03

### 5.4 Palástnagyolás (Ø152 x 7,5 mm, „d” jelű felület)

5.15. ábra: A „d” jelű felület megmunkálása (forrás: saját)

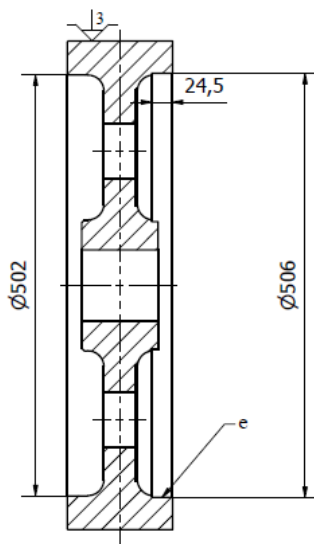


**5.16. táblázat:** 5.4-es palástnagylás eredményei (forrás: saját)

Paraméterek	Számított és alkalmazott értékek
$a$ [mm]	2
$f$ $\left[\frac{mm}{ford}\right]$	0,25
$i$ [db]	1
$n_{gépi}$ $\left[\frac{1}{min}\right]$	100
$v_{cm}$ $\left[\frac{m}{min}\right]$	49,01

### 5.5 Belső palástnagylás (Ø506 x 24,5 mm, „e” jelű felület)

**5.17. ábra:** Az „e” jelű felület megmunkálása (forrás: saját)

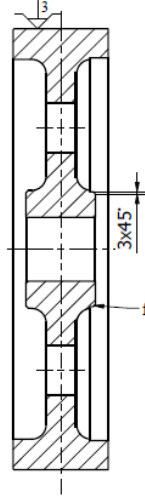


**5.18. táblázat:** 5.5-ös belső palástnagylás eredményei (forrás: saját)

Paraméterek	Számított és alkalmazott értékek
$a$ [mm]	2
$f$ $\left[\frac{mm}{ford}\right]$	0,25
$i$ [db]	1
$n_{gépi}$ $\left[\frac{1}{min}\right]$	100
$v_{cm}$ $\left[\frac{m}{min}\right]$	157,71

## 5.6 Életörés I. (3 x 45°, „f” jelű felület)

5.19. ábra: Az „f” jelű felület megmunkálása (forrás: saját)

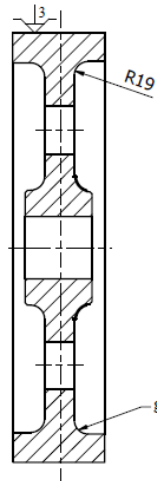


5.20. táblázat: 5.6-os életörés eredményei (forrás: saját)

Paraméterek	Alkalmazott értékek
$a$ [mm]	3
$i$ [db]	1
$f$ $\left[ \frac{\text{mm}}{\text{ford}} \right]$	0,25
$n_{\text{gépi}} \left[ \frac{1}{\text{min}} \right]$	100
$v_c \left[ \frac{\text{m}}{\text{min}} \right]$	157,71

## 5.7 Lekerekítés I. (R19, „g” jelű felület)

5.21. ábra: A „g” jelű felület megmunkálása (forrás: saját)

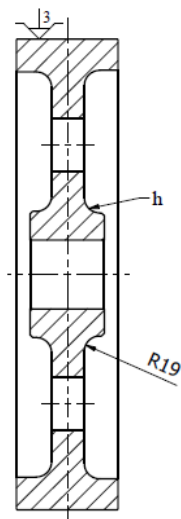


5.22. táblázat: 5.7-es lekerekítés eredményei (forrás: saját)

Paraméterek	Alkalmazott értékek
$a$ [mm]	19
$i$ [db]	1
$f$ $\left[\frac{\text{mm}}{\text{ford}}\right]$	0,25
$n_{\text{gépi}} \left[\frac{1}{\text{min}}\right]$	100
$v_c \left[\frac{\text{m}}{\text{min}}\right]$	157,71

## 5.8 Lekerekítés II. (R19, „h” jelű felület)

5.23. ábra: A „h” jelű felület megmunkálása (forrás: saját)

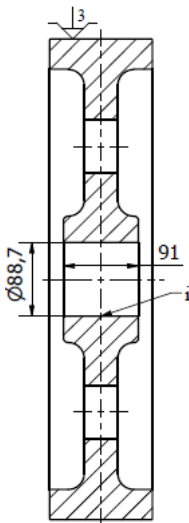


5.24. táblázat: 5.8-as lekerekítés eredményei (forrás: saját)

Paraméterek	Alkalmazott értékek
$a$ [mm]	19
$i$ [db]	1
$f$ $\left[\frac{\text{mm}}{\text{ford}}\right]$	0,25
$n_{\text{gépi}} \left[\frac{1}{\text{min}}\right]$	100
$v_c \left[\frac{\text{m}}{\text{min}}\right]$	157,71

## 5.9 Furatesztergálás nagyolás (Ø88,7 x 91 mm, „i” jelű felület)

5.25. ábra: Az „i” jelű felület megmunkálása (forrás: saját)

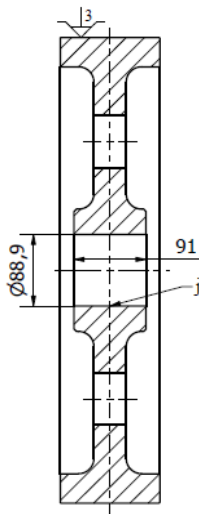


5.26. táblázat: 5.9-es furatesztergálás nagyolás eredményei (forrás: saját)

Paraméterek	Számított és alkalmazott értékek
$a$ [mm]	1,9
$f$ $\left[\frac{mm}{ford}\right]$	0,25
$i$ [db]	1
$n_{gépi}$ $\left[\frac{1}{min}\right]$	100
$v_{cm}$ $\left[\frac{m}{min}\right]$	26,67

## 5.10 Furatesztergálás simítás (Ø88,9 x 91 mm, „j” jelű felület)

5.27. ábra: A „j” jelű felület megmunkálása (forrás: saját)



**5.28. táblázat:** 5.10-es furatesztergálás simítás eredményei (forrás: saját)

Paraméterek	Számított és alkalmazott értékek
$a$ [mm]	0,1
$f$ $\left[\frac{mm}{ford}\right]$	0,07
$i$ [db]	1
$n_{gépi}$ $\left[\frac{1}{min}\right]$	100
$v_{cm}$ $\left[\frac{m}{min}\right]$	27,87

## 6. művelet: Esztergálás II.

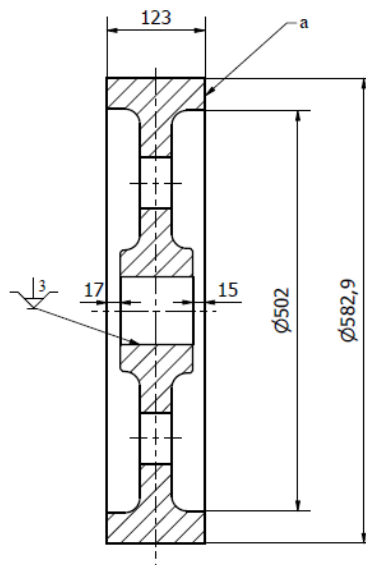
Ezen műveletben szereplő műveletelemek értelmező ábrái és számítási eredményei az 5.29.-5.52. sorszámok közötti ábrákon és táblázatokban találhatóak, valamint részletesen a 4. melléklet tartalmazza!

Ezen művelethez tartozó műveleti utasítást a 12. melléklet tartalmazza!

A választott szerszámgép ugyanaz, mint az Esztergálás I. műveletben, így a rá jellemző paraméterek is ugyanazok.

### 6.1 Oldalazás méretre I. (Ø582,9 x 123 mm, „a” jelű felület)

**5.29. ábra:** Az „a” jelű felület megmunkálása (forrás: saját)

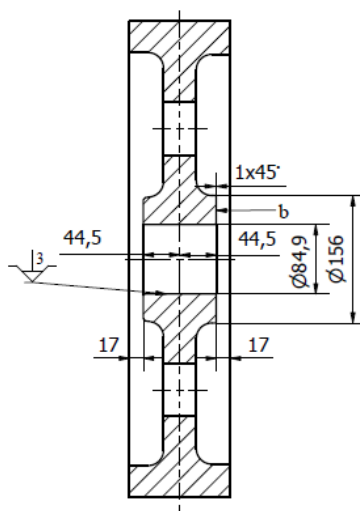


5.30. táblázat: 6.1-es oldalazás méretre eredményei (forrás: saját)

Paraméterek	Számolt értékek
$a$ [mm]	2
$f$ $\left[\frac{mm}{ford}\right]$	0,25
$i$ [db]	1
$n_{gépi}$ $\left[\frac{1}{min}\right]$	100
$v_{cm}$ $\left[\frac{m}{min}\right]$	183,12

## 6.2 Oldalazás méretre II. (Ø156 x 89 mm, „b” jelű felület)

5.31. ábra: A „b” jelű felület megmunkálása (forrás: saját)

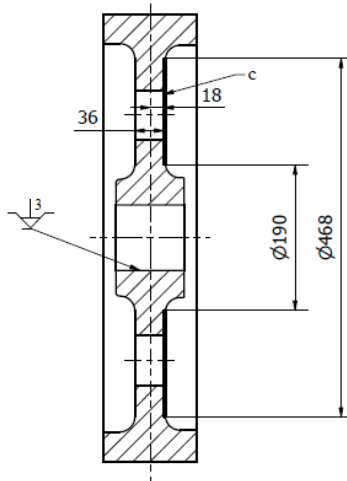


5.32. táblázat: 6.2-es oldalazás méretre eredményei (forrás: saját)

Paraméterek	Számított és alkalmazott értékek
$a$ [mm]	2
$f$ $\left[\frac{mm}{ford}\right]$	0,25
$i$ [db]	1
$n_{gépi}$ $\left[\frac{1}{min}\right]$	100
$v_{cm}$ $\left[\frac{m}{min}\right]$	49,01

### 6.3 Oldalazás méretre III. (Ø468 x 36 mm, „c” jelű felület)

5.33. ábra: A „c” jelű felület megmunkálása (forrás: saját)

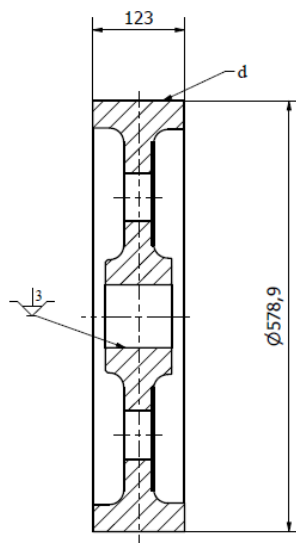


5.34. táblázat: 6.3-as oldalazás méretre eredményei (forrás: saját)

Paraméterek	Számított és alkalmazott értékek
$a$ [mm]	2
$f$ $\left[\frac{\text{mm}}{\text{ford}}\right]$	0,25
$i$ [db]	1
$n_{\text{gépi}} \left[\frac{1}{\text{min}}\right]$	100
$v_{\text{cm}} \left[\frac{\text{m}}{\text{min}}\right]$	147,03

### 6.4 Palástnagyolás I. (Ø578,9 x 123, „d” jelű felület)

5.35. ábra: A „d” jelű felület megmunkálása (forrás: saját)

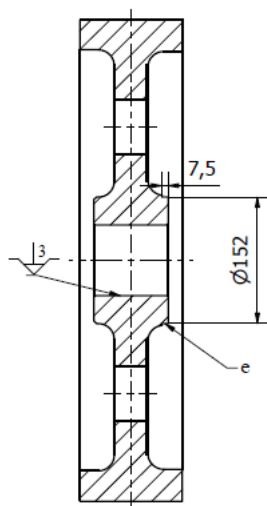


**5.36. táblázat:** 6.4-es palástnagyolás eredményei (forrás: saját)

Paraméterek	Számított és alkalmazott értékek
$a$ [mm]	2
$f$ $\left[\frac{mm}{ford}\right]$	0,25
$i$ [db]	1
$n_{gépi}$ $\left[\frac{1}{min}\right]$	100
$v_{cm}$ $\left[\frac{m}{min}\right]$	183,12

## 6.5 Palástnagyolás II. (Ø152 x 7,5 mm, „e” jelű felület)

**5.37. ábra:** Az „e” jelű felület megmunkálása (forrás: saját)

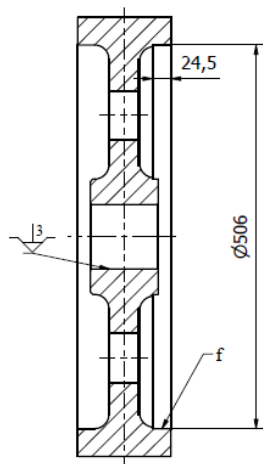


**5.38. táblázat:** 6.5-ös palástnagyolás eredményei (forrás: saját)

Paraméterek	Számított és alkalmazott értékek
$a$ [mm]	2
$f$ $\left[\frac{mm}{ford}\right]$	0,25
$i$ [db]	1
$n_{gépi}$ $\left[\frac{1}{min}\right]$	100
$v_{cm}$ $\left[\frac{m}{min}\right]$	49,01

## 6.6 Belső palástnagyolás (Ø506 x 24,5 mm, „f” jelű felület)

5.39. ábra: Az „f” jelű felület megmunkálása (forrás: saját)

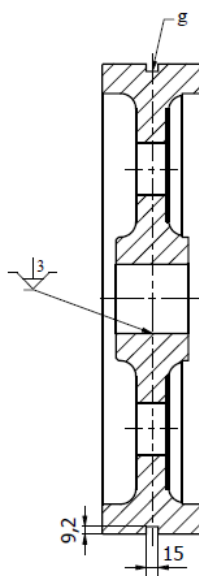


5.40. táblázat: 6.6-os belső palástnagyolás eredményei (forrás: saját)

Paraméterek	Számított és alkalmazott értékek
$a$ [mm]	2
$f$ $\left[\frac{\text{mm}}{\text{ford}}\right]$	0,25
$i$ [db]	1
$n_{\text{gépi}} \left[\frac{1}{\text{min}}\right]$	100
$v_{\text{cm}} \left[\frac{\text{m}}{\text{min}}\right]$	157,71

## 6.7 Beszúrás (Ø560,5-re x 15 mm, 61,5 mm-nél, „g” jelű felület)

5.41. ábra: A „g” jelű felület megmunkálása (forrás: saját)

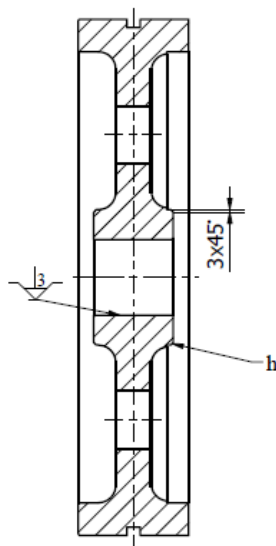


5.42. táblázat: 6.7-es beszúrás eredményei (forrás: saját)

Paraméterek	Számított és alkalmazott értékek
$a$ [mm]	9,2
$f$ $\left[\frac{mm}{ford}\right]$	0,25
$i$ [db]	3
$n_{gépi}$ $\left[\frac{1}{min}\right]$	100
$v_{cm}$ $\left[\frac{m}{min}\right]$	181,87

### 6.8 Élletörés I. (3 x 45°, „h” jelű felület)

5.43. ábra: A „h” jelű felület megmunkálása (forrás: saját)

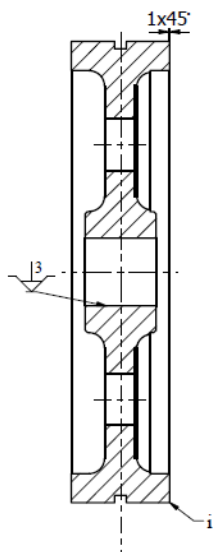


5.44. táblázat: 6.8-as életörés eredményei (forrás: saját)

Paraméterek	Alkalmazott értékek
$a$ [mm]	3
$i$ [db]	1
$f$ $\left[\frac{mm}{ford}\right]$	0,25
$n_{gépi}$ $\left[\frac{1}{min}\right]$	100
$v_{cm}$ $\left[\frac{m}{min}\right]$	157,71

## 6.9 Életörés II. (1 x 45°, „i” jelű felület)

5.45. ábra: Az „i” jelű felület megmunkálása (forrás: saját)

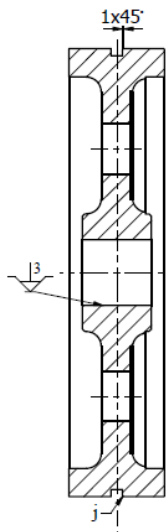


5.46. táblázat: 6.9-es életörés eredményei (forrás: saját)

Paraméterek	Alkalmazott értékek
$a$ [mm]	1
$i$ [db]	1
$f$ $\left[ \frac{\text{mm}}{\text{ford}} \right]$	0,25
$n_{\text{gépi}} \left[ \frac{1}{\text{min}} \right]$	100
$v_{\text{cm}} \left[ \frac{\text{m}}{\text{min}} \right]$	157,71

## 6.10 Életörés III. (1 x 45°, „j” felület)

5.47. ábra: A „j” jelű felület megmunkálása (forrás: saját)

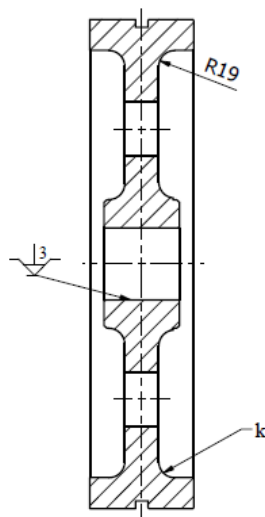


5.48. táblázat: 6.10-es élettörés eredményei (forrás: saját)

Paraméterek	Alkalmazott értékek
$a$ [mm]	1
$i$ [db]	1
$f$ $\left[\frac{\text{mm}}{\text{ford}}\right]$	0,25
$n_{\text{gépi}}$ $\left[\frac{1}{\text{min}}\right]$	100
$v_{\text{cm}}$ $\left[\frac{\text{m}}{\text{min}}\right]$	157,71

### 6.11 Lekerekítés I. (R19, „k” jelű felület)

5.49. ábra: A „k” jelű felület megmunkálása (forrás: saját)

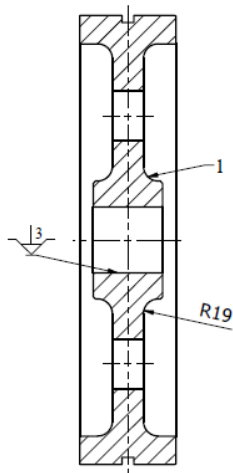


5.50. táblázat: 6.11-es lekerekítés eredményei (forrás: saját)

Paraméterek	Alkalmazott értékek
$a$ [mm]	19
$i$ [db]	1
$f$ $\left[\frac{\text{mm}}{\text{ford}}\right]$	0,25
$n_{\text{gépi}}$ $\left[\frac{1}{\text{min}}\right]$	100
$v_{\text{cm}}$ $\left[\frac{\text{m}}{\text{min}}\right]$	157,71

## 6.12 Lekerekítés II. (R19, „l” jelű felület)

5.51. ábra: Az „l” jelű felület megmunkálása (forrás: saját)



5.52. táblázat: 6.12-es lekerekítés eredményei (forrás: saját)

Paraméterek	Alkalmazott értékek
$a$ [mm]	19
$i$ [db]	1
$f$ $\left[\frac{\text{mm}}{\text{ford}}\right]$	0,25
$n_{\text{gépi}}$ $\left[\frac{1}{\text{min}}\right]$	100
$v_{\text{cm}}$ $\left[\frac{\text{m}}{\text{min}}\right]$	157,71

## 7. művelet: Esztergálás III.

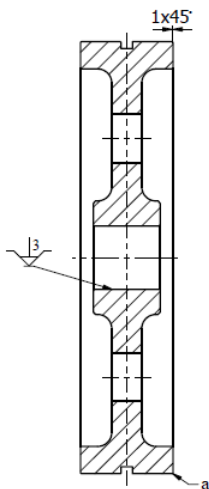
Ezen műveletben szereplő műveletelemek értelmező ábrái és számítási eredményei az 5.53.-5.56. sorszámok közötti ábrákon és táblázatokban található, valamint részletesen az 5. melléklet tartalmazza!

Ezen művelethez tartozó műveleti utasítást a 13. melléklet tartalmazza!

A választott szerszámgép ugyanaz, mint az Esztergálás I. és Esztergálás II. műveletben, így a rá jellemző paraméterek is ugyanazok.

## 7.1 Életörés I. (1 x 45°, „a” jelű felület)

5.53. ábra: Az „a” jelű felület megmunkálása (forrás: saját)

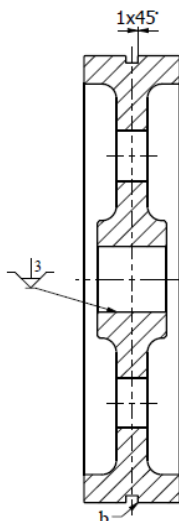


5.54. táblázat: 7.1-es életörés eredményei (forrás: saját)

Paraméterek	Alkalmazott értékek
$a$ [mm]	1
$i$ [db]	1
$f$ $\left[\frac{\text{mm}}{\text{ford}}\right]$	0,25
$n_{\text{gépi}}$ $\left[\frac{1}{\text{min}}\right]$	100
$v_{\text{cm}}$ $\left[\frac{\text{m}}{\text{min}}\right]$	157,71

## 7.2 Életörés II. (1 x 45°, „b” jelű felület)

5.55. ábra: A „b” jelű felület megmunkálása (forrás: saját)



**5.56. táblázat:** 7.2-es élettörés eredményei (forrás: saját)

Paraméterek	Alkalmazott értékek
$a$ [mm]	1
$i$ [db]	1
$f$ $\left[\frac{mm}{ford}\right]$	0,25
$n_{gépi}$ $\left[\frac{1}{min}\right]$	100
$v_{cm}$ $\left[\frac{m}{min}\right]$	157,71

**8. művelet: MEO**

**9. művelet: Vésés**

Ezen műveletben szereplő műveletelem értelmező ábrája és számítási eredményei az 5.57.-5.58. sorszámok közötti ábrákon és táblázatokban található, valamint részletesen a 6. melléklet tartalmazza!

Ezen művelethez tartozó műveleti utasítást a 14. melléklet tartalmazza!

A választott szerszámgép: B5032 függőleges vésőgép

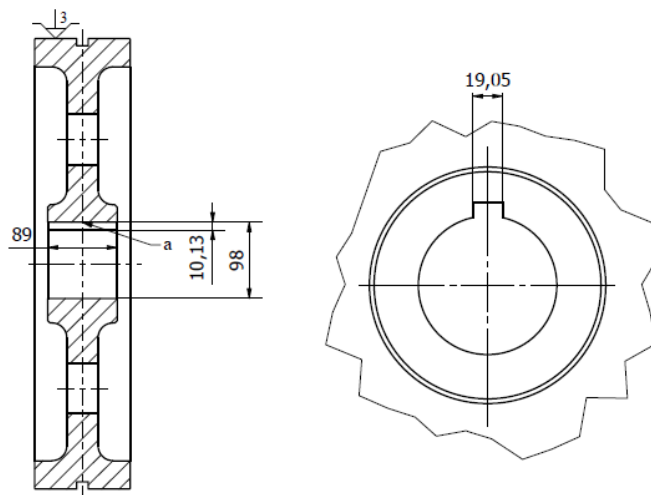
A választott szerszámgép jellemzői:

- A hajtómotor teljesítménye: 4 kW
- Percenkénti löketség tartomány:  $20 - 120 \frac{1}{min}$
- A késtartóba befogható késszár maximális keresztmetszete: 20 x 20 mm
- A munkalöketi sebesség:  $v_m = 25 \frac{m}{min}$
- Az üresjárat sebesség:  $v_{ü} = 15 \frac{m}{min}$

A szerszámra megengedett legnagyobb főforgácsoló erő értéke:  $F_c = 2760$  N, 100 mm késnyúlás esetén (Gyártástervezés könyv 41. táblázat).

## 9.1 Vésés (19,05 x 10,13 x 89 mm, „a” jelű felület)

5.57. ábra: Az „a” jelű felület megmunkálása (forrás: saját)



5.58. táblázat: 9.1-es vésés eredményei (forrás: saját)

Paraméterek	Alkalmazott értékek
$a$ [mm]	0,4
$i$ [db]	26
$f$ $\left[ \frac{\text{mm}}{\text{kettőslöklet}} \right]$	0,4
$n_{k,gépi}$ $\left[ \frac{1}{\text{min}} \right]$	100
$v_{km}$ $\left[ \frac{\text{m}}{\text{min}} \right]$	17,8

## 10. művelet: MEO

## 11. művelet: Fogazás I.

Ezen műveletben szereplő műveletelem értelmező ábrája és számítási eredményei az 5.59.-5.60. sorszámok közötti ábrákon és táblázatokban található, valamint részletesen az 5. melléklet tartalmazza!

Ezen művelethez tartozó műveleti utasítást a 15. melléklet tartalmazza!

A választott szerszámgép: FELLOWS 36-6 fogazógép

A választott szerszám gép jellemzői:

- A hajtómotor teljesítménye: 3,7 kW
- Percenkénti kettőslöketszám tartomány:  $30 - 200 \frac{1}{min}$

Az alkalmazott forgácsolószerszám: Metszőkerék 3,5 A DIN 1825 HSS-E (T53203)

Az alkalmazott szerszám jellemzői:

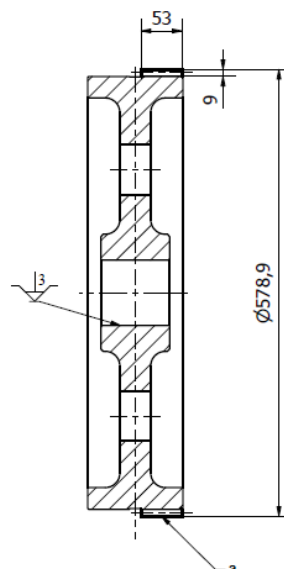
- Fogszáma:  $z_{sz} = 28 db$
- Modul:  $m_{sz} = 3,5 mm$
- Névleges átmérő:  $D_{sz} = 101,5 mm$
- Furat átmérő:  $d_0 = 44,45 mm$

A gyártandó fogaskerék jellemzői:

- Fogszáma:  $z_f = 143 db$
- Modul:  $m_f = 3,5 mm$

### 11.1 Fogazás ( $\varnothing 578,9 \times 52 mm$ , $z = 143 db$ , $m = 3,5 mm$ , $\beta = 30^\circ$ , „a” jelű felület)

5.59. ábra: Az „a” jelű felület megmunkálása (forrás: saját)



**5.60. táblázat: 11.1-es fogazás eredményei (forrás: saját)**

Paraméterek	Alkalmazott értékek
$a$ [mm]	1
$i$ [db]	9
$f$ $\left[ \frac{\text{mm}}{\text{kettőslöklet}} \right]$	1
$n_{k,gépi}$ $\left[ \frac{1}{\text{min}} \right]$	100
$v_c$ $\left[ \frac{\text{m}}{\text{min}} \right]$	10,4

**12. művelet: Fogazás II.**

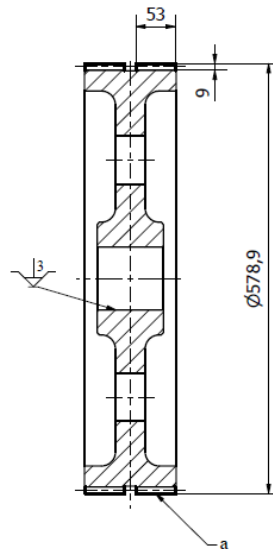
Ezen műveletben szereplő műveletelem értelmező ábrája és számítási eredményei az 5.61.-5.62. sorszámok közötti ábrákon és táblázatokban találhatóak, valamint részletesen az 5. melléklet tartalmazza!

Ezen művelethez tartozó műveleti utasítást a 16. melléklet tartalmazza!

A választott szerszámgép és szerszám ugyanaz, mint Fogazás I. műveletben, így a rájuk jellemző paraméterek is ugyanazok.

**12.1 Fogazás ( $\text{Ø}578,9 \times 52 \text{ mm}$ ,  $z = 143 \text{ db}$ ,  $m = 3,5 \text{ mm}$ ,  $\beta = -30^\circ$ , „a” jelű felület)**

**5.61. ábra: A „a” jelű felület megmunkálása (forrás: saját)**



**5.62. táblázat:** 12.1-es fogazás eredményei (forrás: saját)

Paraméterek	Alkalmazott értékek
$a$ [mm]	1
$i$ [db]	9
$f$ $\left[ \frac{mm}{kettőslöklet} \right]$	1
$n_{k,gépi}$ $\left[ \frac{1}{min} \right]$	100
$v_c$ $\left[ \frac{m}{min} \right]$	10,4

### 13. művelet: Végellenőrzés

A kész alkatrész műhelyrajza a 19. mellékletben látható!

## 6. ÖNTÉSI SZIMULÁCIÓ

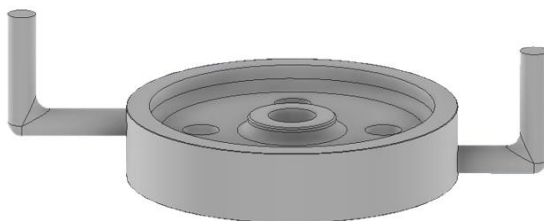
Az öntési szimulációk elvégzése napjainkban már meglehetősen gyakori, ugyanis rendelkezésre áll már számos kiváló számítógépes program, melyben szemléletes szimulációk készíthetők. Ezen szimulációk a gyártással foglalkozó cégeknek rendkívül hasznosak, mert képes a program ellenőrizni alkatrészek szilárdságát, modellezni anyagok áramlását, hőmérsékletét, energiáit és még oly sok minden mást a végelemek mechanikai modelljével. Az említett szimulációk elvégzésével a gyártási selejtek száma jelentősen csökkenthető, így a gyártó cégeknek hosszabb távon gazdaságilag is megéri megvásárolni egy ilyen szoftvert. Én a szimulációkat az Ansys Workbench 2025 R2 szoftverrel végeztem el.

### 6.1. Geometriai modellek és anyagjellemzők

Első lépésként szükséges volt megtervezni az öntőcsatornákat. 2 darab Ø50 mm-es öntőcsatorna került megtervezésre, amik az előgyártmány hungarocell mintájának külső palástjához csatlakozva, egymással szemben, de egymástól eltérő magasságban kerültek elhelyezésre. Ezt szemlélteti az Autodesk Inventor 2024 programban készült modellt ábrázoló 6.1. ábra. Ez az elhelyezés segíti a gyorsabb és egyenletesebb formakitöltést, amint a hungarocell elégett.

Az öntési folyamat utáni kihülési szakaszt érintő szimulációkhoz már nem szükségesek az öntőcsatornák a modellen, ugyanis akkor már a teli formaüregben való folyamatokat szimuláltam. Az öntőcsatorna nélküli geometriai modellt a 6.2. ábra szemlélteti.

**6.1. ábra:** A fluid flow (fluent) modul geometriai modellje (forrás: saját)



**6.2. ábra:** A „transient thermal” modul geometriai modellje (forrás: saját)



Először maga az öntés folyamatát modelleztem a program fluid flow (fluent) moduljában, majd a kihűlés folyamatát transient thermal modulban. Mindkét modulban szükséges volt a felhasznált anyagokat definiálni, így a 6.3. táblázat és a 6.4. ábra mutatja be a GGG60 és a hungarocell összes olyan anyagjellemzőjét, ami a szimulációkhoz szükséges.

**6.3. táblázat:** A GGG60 anyagjellemzői (forrás: saját)

Anyagjellemző	Érték
Sűrűség $\left[\frac{kg}{m^3}\right]$	7150
Fajhő $\left[\frac{J}{kg \cdot K}\right]$	460
Hővezetési tényező $\left[\frac{W}{m \cdot K}\right]$	37
Young modulus [GPa]	170
Folyáshatár [MPa]	270
Viszkozitás [Pa · s]	$5 \cdot 10^{-3}$
Poisson tényező [-]	0,28
Hőtágulás $\left[\frac{1}{K}\right]$	$12 \cdot 10^{-6}$

**6.4. táblázat:** A hungarocell anyagjellemzői (forrás: saját)

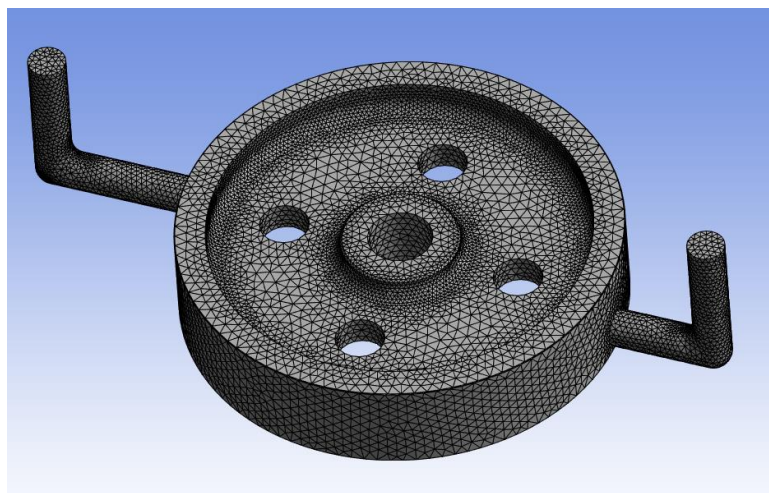
Sűrűség $\left[\frac{kg}{m^3}\right]$	70
Fajhő $\left[\frac{J}{kg \cdot K}\right]$	1400
Hővezetési tényező $\left[\frac{W}{m \cdot K}\right]$	0,15

## 6.2. Fluid flow (fluent) modul beállításai és szimulációi

A szimuláció elkezdéséhez először szükséges volt az Autodesk Inventor 2024 programban elkészült 3D-s geometriai modell beimportálása. Ezután külön definiáltam a két beöntő csatorna külső nyílásait, hogy a későbbiekben a program onnan érzékelje az olvadt gömbgrafitos öntöttvas áramlásának kezdetét.

Következő lépésként szükséges volt a modell hálózását elkészíteni. Ez azért szükséges, mert így a testet sok kicsi darabként lehet kezelni, amit a program mátrixok segítségével már könnyedén meg tud oldani. Tetraéderes hálózásra került sor, mert ez szinte bármilyen bonyolult formát képes kezelni. Ezt a hálózást a 6.5. ábra mutatja be.

**6.5. ábra:** A geometriai modell hálózása a fluid flow (fluent) modulban (forrás: saját)

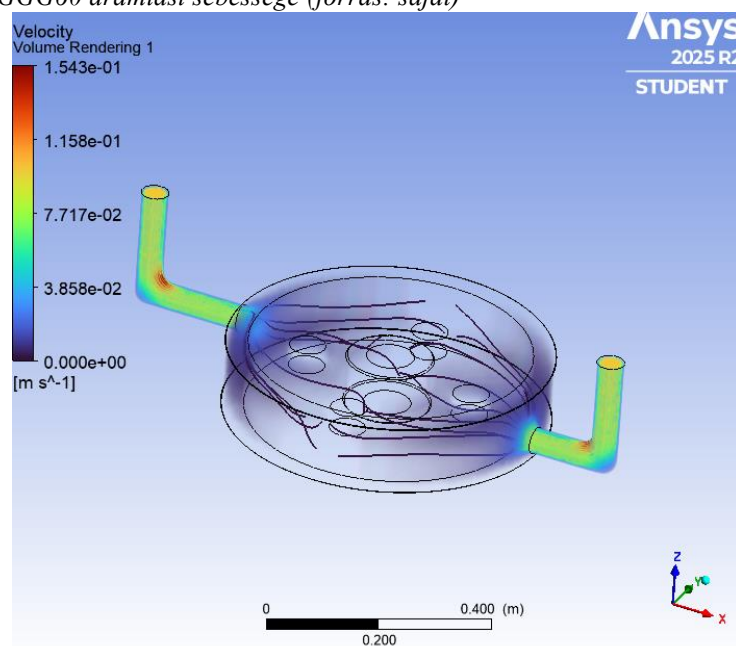


Ezután a kezdeti feltételeket kellett megadni. Két fázist határoztam meg. Első fázis az, amikor a hungarocell van a formában, a második fázis pedig az, amikor a gömbgrafitos öntöttvas van a formában. A GGG60 kezdeti hőmérsékletét 1350 °C fokra, míg a hungarocellét 25 °C fokra állítottam.

A kezdeti feltételek után a peremfeltételeket állítottam be. Beállítottam, hogy a gömbgrafitos öntöttvas a beömlő nyílásoktól áramoljon, illetve hogy az áramlási sebessége kezdetben  $0,1 \frac{m}{s}$  legyen. A szimulációk elkezdéséhez elengedhetetlen volt, hogy a megoldás típusát időfüggőre állítsam át, ugyanis az öntés folyamatát az idő függvényében szerettem volna vizsgálni.

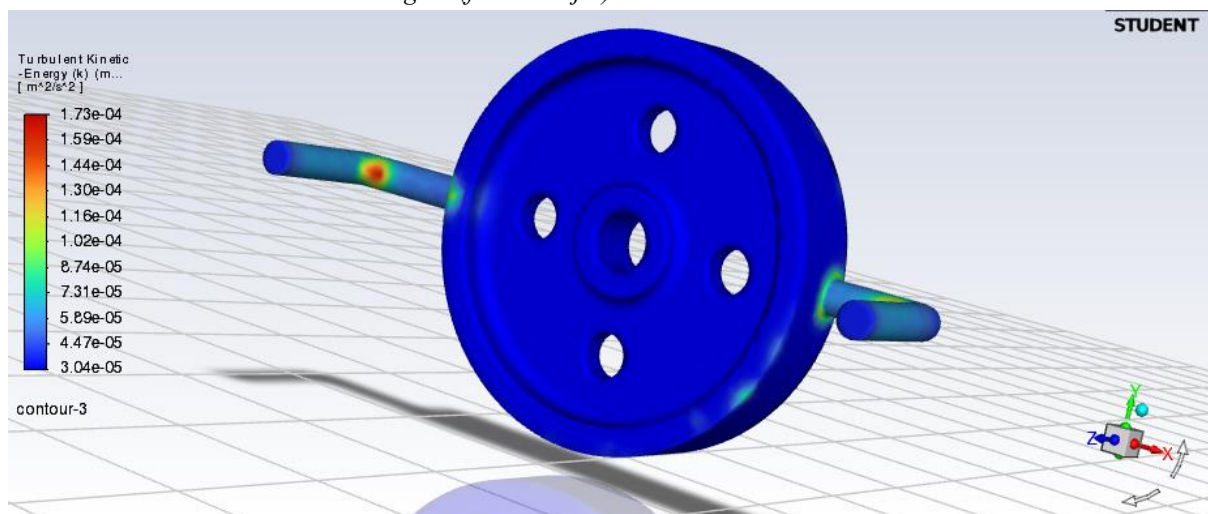
Elsőként az áramlási sebességet szimuláltam, amit a 6.6. ábra szemléltet. Látható, hogy az áramlási sebesség az öntőcsatornában megfigyelhető ív belső felén felgyorsul. Ez feltehetően azért alakul ki, mert az ív belső felén kisebb a nyomás a centrifugális erő miatt, így ezt a nyomáskülönbséget a fém az áramlás sebességének gyorsulásával igyekszik kompenzálni. A másik szemmel látható dolog az, hogy az áramlási sebesség jelentősen lelassul, ahogy az olvadt GGG60 a hungarocell mintához ér. Ez azért van, mert a GGG60 térbeli akadályba ütközik, és csak lassabban tudja kitölteni a teret, ahogy a hungarocell elég.

**6.6. ábra:** Az olvadt GGG60 áramlási sebessége (forrás: saját)



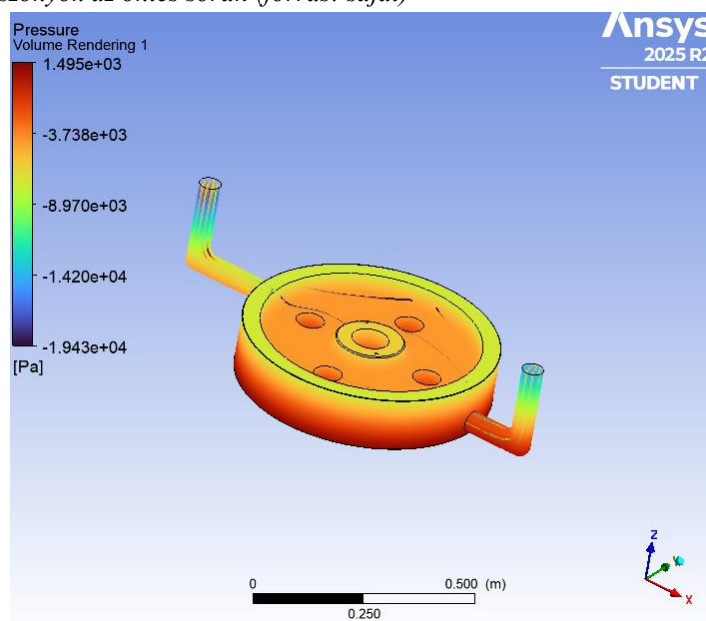
Következőnek az áramló gömbszöves öntöttvas turbulenciáját vizsgáltam. Jól látható a 6.7. ábrán, hogy a beöntő csatornában történő irányváltás miatt, illetve az öntőcsatornából kiérve megnövekszik a turbulencia (a turbulens kinetikai energia), és felbomlik a lamináris áramlás. Ez azért lehetséges, mert mindkét esetben örvények keletkeznek az áramló közegben. Azonban a csatornában történő irányváltás utáni egyenes csatornaszakaszban a folyékony közegnek van lehetősége visszatérni a lamináris áramlásba, illetve a csatornából kiérve a folyadék közeg a szilárd hungarocellnek ütközik, ami miatt lelassul, így jelentősen veszít a turbulens áramlatokból. Öntészeti szempontból ez nagyon fontos, mert így a zárványok kialakulása nagyobb biztonsággal elkerülhető.

6.7. ábra: A turbulens kinetikai energiák (forrás: saját)



Végül az öntési folyamat során uralkodó nyomást vizsgáltam és szimuláltam, amit a 6.8. ábra szemléltet. Tetten érhető az a jelenség, hogy a forma alsó részében a nyomás viszonylag nagy lesz, míg feljebb haladva egyre csökken a nyomás. Ugyanez figyelhető meg az öntőcsatornáknak is, viszont a lejjebb elhelyezkedő csatorna esetében nagyobb nyomásokról beszélhetünk, hiszen nehezebb onnan beáramlania a folyékony GGG60-nak, mint a feljebb található öntőcsatornából. A jelenségért a hidrosztatikus nyomás a felelős, ugyanis a fizika törvénye alapján minél magasabb folyékony közeg van egy adott pont felett, annál nagyobb az adott ponton a nyomás.

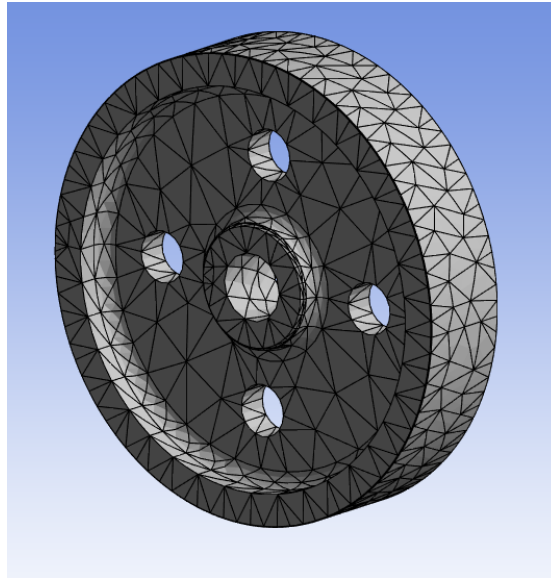
6.8. ábra: A nyomásviszonyok az öntés során (forrás: saját)



### 6.3. Transien thermal modul beállításai és szimulációi

A transient thermal modul szimulációinak első lépéseként újra be kellett importálni a geometriai modellt, de ezúttal már az öntőcsatorna nélkül (ez a modell is az Autodesk Inventor 2024 programban készült). A beimportálás után rögtön a hálózáson volt a sor, amit ez esetben is tetraédesre állítottam. A hálózott modellt a 6.9. ábra mutatja meg.

**6.9. ábra:** A geometriai modell hálózása transient thermal modulban (forrás: saját)

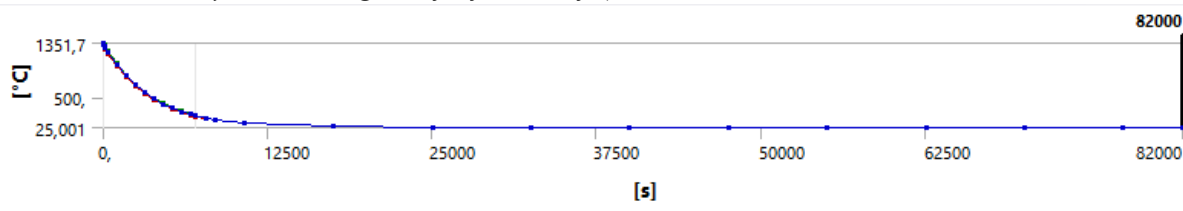


Ezután újra a kezdeti feltételeket kellett megadnom. A GGG60 kezdeti hőmérsékletére 1350 °C fokot állítottam be, míg környezeti hőmérsékletnek 25 °C fokot. A szimuláció és a modell egyszerűsítése érdekében a környezet (formahomok) hőmérséklete állandónak lett tekintve, így nem lett figyelembe véve az, hogy a formahomok is melegszik az öntvény körül.

Következő lépésben peremfeltételként állítottam be a konvekciós hőátadási tényezőt, ezzel szimulálva a formahomok jelenlétét. Ez a jellemző  $1 \frac{W}{m^2 \cdot K}$  értékre lett beállítva, mivel az öntészetben száraz, tömörített homokot alkalmaznak, amelynek rendkívül alacsony a hőátadási képessége (hőátadási tényezője), így jól szigetel. Ezen tulajdonságot a beállított paraméter jó közelítéssel szimulálja.

Elsőként a kihülés időtartamát szimuláltam. A kihülési diagrammot a 6.10. ábra szemlélteti. Jól látható a diagrammon, hogy az öntvény az elején viszonylag gyorsan hűl, majd az idő előre haladtával a kihülés egyre lassul.

**6.10. ábra:** Az öntvény kihülési diagramja (forrás: saját)



Az öntödékben az öntvényeket 300 - 400 °C fok körül már gyakran ki szokták venni a formahomokból, hogy a levegőn gyorsabban hűljön a munkadarab, és ezzel elkerüljék az egyre lassuló hűlés miatti idővesztést. Ezt a hőmérséklettartományt a 6.11. táblázat alapján körülbelül 5000 másodperc, azaz nagyjából 83 perc alatt éri el az öntvény.

**6.11. táblázat:** Az öntvény kihülési ideje formahomokból kivethető hőmérsékletre (forrás: saját)

	Time [s]	Minimum [°C]	Maximum [°C]	Average [°C]
720	3792,9	470,08	484,67	476,48
721	4490,1	391,28	403,29	396,55
722	5187,3	326,42	336,32	330,77
723	5884,5	273,06	281,2	276,64
724	6581,7	229,14	235,84	232,09
725	7000,	205,8	211,74	208,41
726	7750,	171,82	176,65	173,94

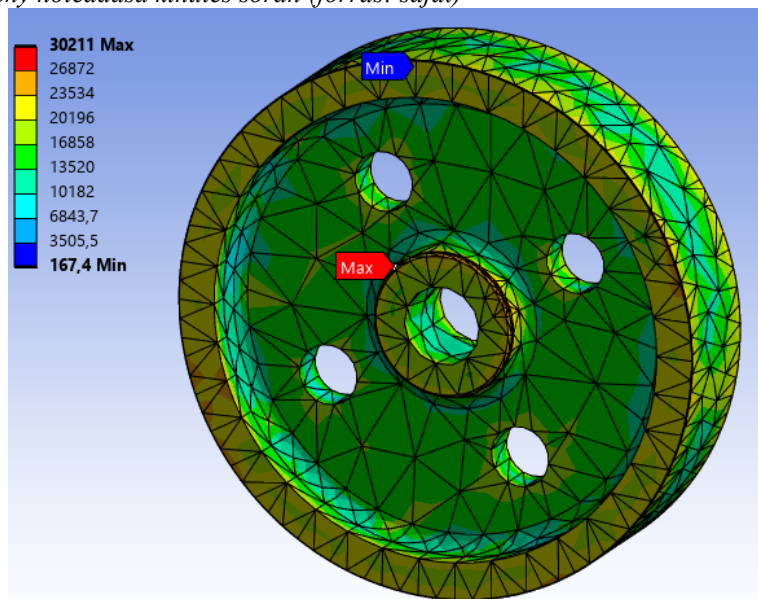
A 6.12. táblázat mutatja be azt, hogy körülbelül mikorra hűl ki az öntvény pontosan 25 °C fokra. Ez nagyjából 80270 másodperc, azaz körülbelül 22,3 óra után következne be, ha nem vennék ki előbb a formahomokból.

**6.12. táblázat:** Az öntvény kihülési ideje 25 °C fokra (forrás: saját)

	Time [s]	Minimum [°C]	Maximum [°C]	Average [°C]
80	80000	25,001	25,001	25,001
81	80010	25,001	25,001	25,001
82	80020	25,001	25,001	25,001
83	80030	25,001	25,001	25,001
84	80050	25,001	25,001	25,001
85	80090	25,001	25,001	25,001
86	80170	25,	25,001	25,001
87	80270	25,	25,	25,

A szimulációk során megvizsgáltam azt is, hogy az öntvény a kihűlése során hol veszi a legtöbb hőt egységnyi idő alatt. Ezt a 6.13. ábra szemlélteti. A szimuláció azt mutatja, hogy az éles sarkoknál és környezeteikben lesz a hőleadás (hőáram) a legnagyobb. Ez azért lehetséges, mert a sarkoknál a hő több irányba tud távozni, ezért ott a hőáram-koncentráció jön létre.

**6.13. ábra:** Az öntvény hőleadása kihűlés során (forrás: saját)



Ha a kihűlés során keletkező zsugorodási feszültségeket vizsgáljuk, hasonló jelenség tapasztalható, mint a hőleadás szimulálásánál, ugyanis a zsugorodási feszültségek is az éles sarkoknál lesznek a legnagyobbak. Ez azért jöhet így létre, mert a geometriai sajátosságok miatt az anyag zsugorodása (deformációja) több irányból is korlátozott, így a sarkoknál feszültségkoncentráció jön létre. Öntésnél azonban sosem lehetséges teljesen éles sarkot önteni, így valamivel a hőáram-koncentráció és a feszültségkoncentráció is kisebb lesz már minimális lekerekítés esetén is, amivel a törések és repedések kockázata is csökkenthető.

---

## 7. ÖSSZEFOGLALÁS

Szakedolgozatom befejezéseként összefoglalom a dolgozatom témájának kifejtése alatt bemutatott fontosabb lépéseket és megoldásokat.

A legfontosabb törekvésem a szakdolgozatom alapjául szolgáló nyílfogazású fogaskerék teljes dokumentációjának elkészítése volt az előgyártmánytól kezdve egészen a kész, legyártott alkatrészig. Ezen dokumentációk elkészítése során az Autodesk Inventor 2024, illetve az Ansys Workbench 2025 R2 szoftvereket használtam.

A dolgozat készítése során az első feladatomban a szakirodalmak áttekintése volt. Számos hazai és külföldi szakirodalmat tanulmányoztam át az öntött előgyártmány tervezéséről, a homoköntés eljárásáról, a szükséges forgácsolási eljárásokról – esztergálás, vésés, Fellows fogazás -, és a hűtő-kenő folyadékokról. Ezen témakörök áttekintése rengeteget segített a dolgozat későbbi részében alkalmazott eljárások és megoldások megértésében és helyes alkalmazásában.

Következő lépésként meghatároztam a problémát, és ismertettem annak megoldási menetét. Ismertettem továbbá a megrendelő által igényelt alkatrészek számát, ami alapján megállapítottam, hogy kissorozatú gyártás szükséges.

A probléma felvázolása után a tervezési folyamat következett, ami az előgyártmány és a forgácsolási folyamatok megtervezéséből tevődött össze. Az előgyártmány tervezése során figyelembe vettem a homoköntési eljárás sajátosságait, valamint a zsugorodást és a megmunkálási ráhagyásokat, amik alapján megterveztem a hungarocell mintát. A tervezés következő lépéseként a forgácsolás folyamatának megtervezése következett. Kiválasztottam a szükséges szerszámgepeket és szerszámokat, majd elvégeztem a gyártástechnológiai számításokat, és a kiszámolt eredmények alapján elkészítettem a műveleti utasítási lapokat.

A tervezési rész befejezése után végezetül öntési szimulációkat végeztem. Ezen szimulációk során modelleztem az öntés, majd a kihülés folyamatát, amiket számtalan színes képpel, diagrammal illetve táblázattal szemléltettem. A szimuláció eredményeit magyarázattal láttam el, amiből megállapítható, hogy az előgyártmány megtervezése sikeres volt, és a helytelen tervezésből adódó hiba kizárható.

---

## 8. SUMMARY

At the conclusion of my thesis, I summarize the main steps and solutions presented during the elaboration of the chosen topic.

My main objective was to prepare the complete documentation of the helical gear that served as the basis for my thesis, starting from the semi-finished product up to the finished, manufactured component. During the preparation of these documents, I used Autodesk Inventor 2024 and Ansys Workbench 2025 R2 software.

During the preparation of my thesis, my first task was to review the relevant literature. I studied numerous Hungarian and international sources on the design of cast preforms, the sand casting process, the necessary machining operations — turning, slotting, and Fellows gear cutting — as well as on cooling and lubricating fluids. Reviewing these topics greatly contributed to understanding and correctly applying the methods and solutions used in the later parts of my thesis.

As the next step, I defined the problem and described the procedure for its solution. I also presented the number of components requested by the customer, based on which I determined that small-batch production was required.

After outlining the problem, the design process followed, which consisted of designing the preform and the machining operations. During the design of the preform, I took into account the characteristics of the sand casting process, as well as shrinkage and machining allowances, based on which I designed the polystyrene pattern. The next step in the design process was the planning of the machining operations. I selected the required machine tools and cutting tools, performed the manufacturing technology calculations, and, based on the calculated results, prepared the operation instruction sheets.

After completing the design phase, I carried out casting simulations. During these simulations, I modeled both the casting and cooling processes, which I illustrated with numerous color images, diagrams, and tables. I provided explanations for the simulation results, from which it can be concluded that the design of the preform was successful and that errors resulting from improper design can be excluded.

## 9. NYILATKOZATOK

### NYILATKOZAT

#### a szakdolgozat nyilvános hozzáféréséről és eredetiségéről

A hallgató neve: SIROK ROBIN  
A Hallgató Neptun kódja: CVSWYF  
A dolgozat címe: IPARI HOMOGENIZÁTOR FOGASKERÉKEKÉNEK GYÁRTÁSTECHNOLÓGI-  
AZÁNAK TERVEZÉSE  
A megjelenés éve: 2025  
A tanszék neve: ANYAGTUDOMÁNYI-ÉS GÉPIPARI FOLYAMATOK

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

Ha a fenti nyilatkozattal valótlan állítottam, 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 mindenkori szellemi tulajdonkezelési szabályzatában megfogalmazottak érvényesek.

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

Kelt: 2025 év 10 hó 21 nap

Sirok Robin  
Hallgató aláírása

## NYILATKOZAT

Alulírott SIROK ROBIN, a Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem, SZENT ISTVÁN Campus, GÉPÉSZMÉRNÖK szak nappali/levelező\* tagozat végzős hallgatója nyilatkozom, hogy a dolgozat saját munkám, melynek elkészítése során a felhasznált irodalmat korrekt módon, a jogi és etikai szabályok betartásával kezeltem. Hozzájárulok ahhoz, hogy Záródolgozatom/Szakdolgozatom/Diplomadolgozatom egyoldalas összefoglalója felkerüljön az Egyetem honlapjára és hogy a digitális verzióban (pdf formátumban) leadott dolgozatom elérhető legyen a témát vezető Tanszéken/Intézetben, illetve az Egyetem központi nyilvántartásában, a jogi és etikai szabályok teljes körű betartása mellett.

A dolgozat állam- vagy szolgálati titkot tartalmaz: igen nem\*

Kelt: 2025 év 10 hó 21 nap

Sirok Robin  
Hallgató

## NYILATKOZAT

A dolgozat készítőjének konzulense nyilatkozom arról, hogy a Záródolgozatom/Szakdolgozatom/Diplomadolgozatom áttekinttem, a hallgatót az irodalmi források korrekt kezelésének követelményeiről, jogi és etikai szabályairól tájékoztattam.

A Záródolgozatom/Szakdolgozatom/Diplomadolgozatom záróvizsgán történő védelemre javaslom / nem javaslom\*.

A dolgozat állam- vagy szolgálati titkot tartalmaz: igen nem\*

Kelt: 2025 év 10 hó 21 nap

Dr. Kálmán  
Belső konzulens

\*Kérjük a megfelelőt aláhúzni!

## Hallgatók, doktoranduszok nyilatkozata mesterséges intelligencia (MI) alkalmazásáról

### 1. Általános adatok

Hallgató neve:	SIROK ROBIN
Neptun-kódja:	CVSWYF
Képzési szint (a megfelelőt jelölje X-szel):	<input checked="" type="checkbox"/> BSc/BA <input type="checkbox"/> MSc/MA <input type="checkbox"/> Doktori (PhD) <input type="checkbox"/> Egyéb: .....
Tantárgy neve/kódja*:	SAJKODLGOZAT KÉSZÍTÉS 2./MUSZKODON,
A munka címe:	IPARI HOMÓGENIZÁTOR FOGASZKEREKNEK GYÁRTÁSTECHNOLÓGIÁJUK TERVEZÉSE

\* doktori értekezés esetén nem kitöltendő

### 2. Nyilatkozat az MI használatáról

Alulírott, etikai felelősségem teljes tudatában az alábbi nyilatkozatot teszem:

(Kérjük, válasszon egyet az alábbi lehetőségek közül!)

A) Nem alkalmaztam mesterséges intelligencia rendszert vagy szolgáltatást.

(Amennyiben ezt jelölte, a további táblázatok kitöltése nem szükséges.)

B) Alkalmaztam mesterséges intelligencia rendszert vagy szolgáltatást.

(Kérjük, töltsse ki a vonatkozó táblázatokat!)

### 3. A mesterséges intelligencia használatának részletezése

I. TÁBLÁZAT: Asszisztens vagy kisebb mértékű felhasználás (pl. fordítás, nyelvi korrektúra, ötletelés stb.)

(Ezen felhasználások esetében a konkrét promptok és válaszok csatolása nem szükséges.)

A felhasználás célja	Alkalmazott MI-eszköz neve és verziója	Érintett rész (ha nem a szöveg egészére vonatkozik)

II. TÁBLÁZAT: Jelentős tartalmi hozzájárulás (pl. egy teljes ábra vagy egy hosszabb szövegrész generálása)

(Ezekben az esetekben a felhasznált kulcsfontosságú promptok és az MI által adott nyers válaszok dokumentálása és a munka mellékletében való csatolása szükséges.)

A felhasználás célja	Alkalmazott eszköz verziója, elérhetősége	MI-neve,	Az érintett fejezet / ábra / táblázat pontos sorszáma	A prompt-naplót tartalmazó melléklet bejegyzésének sorszáma

**3/A. Oktató által előírt kiegészítő szabályok (ha vannak)**

Amennyiben az adott tantárgy oktatója vagy témavezetője az MI-eszközök használatára vonatkozóan külön szabályokat vagy elvárásokat határozott meg, kérjük, az alábbi mezőben foglalja össze ezeket:

*Pl. az MI használatának tilalma bizonyos feladattípusokra; csak konkrét eszköz használata engedélyezett; eltérő hivatkozási elvárások; dokumentációs forma stb.*

Oktató vagy témavezető által előírt szabályok:

.....  
.....  
.....  
.....

**4. Minden hallgatóra vonatkozó nyilatkozat:**

Kijelentem, hogy az MI által esetlegesen generált tartalmakat minden esetben kritikailag felülvizsgáltam, szerkesztettem és a munkába illesztettem. A leadott munka minden eleméért, annak eredetiségéért és tudományos helytállóságáért teljes körű felelősséget vállalok. Tudomásul veszem, hogy a Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem a benyújtott munkát mesterséges intelligencia detektorral ellenőrizheti, és eljárást kezdeményezhet, amennyiben a nyilatkozatom valótlan vagy hiányos.

Kelt: GÖDÖLLŐ, 2025. 10 hó 26 nap

Szék Dániel

Hallgató aláírása

Dr. Kovács Anikó

Konzulens/Témavezető aláírása

---

## 10.FELHASZNÁLT IRODALOM

- [1] Bakondi, K., & Kardos, Á. (1972). A gépgyártás technológiája I.-Forgácsolás. Budapest: Tankönyvkiadó.
- [2] Bali J.; 1985; Forgácsolás, Tankönyvkiadó; Budapest
- [3] Bálint L.; 1958; A forgácsoló megmunkálások tervezése, Műszaki Könyvkiadó; Budapest
- [4] Dudás, L., & Valázsik, Á. (1993). Forgácsolási technológia I. Budapest: Műszaki Kiadó.
- [5] Dudás I.; 2001; Gépgyártástechnológia II.; Miskolci Egyetemi Kiadó; Miskolc
- [6] Dudás I.; 2003; Gépgyártástechnológia III.; Miskolci Egyetemi Kiadó; Miskolc
- [7] Dudás I.; 2011; Gépgyártástechnológia I., Műszaki Könyvkiadó Kft.; Budapest
- [8] Fenyvessy, T., Fuch, R., & Plósz, A. (2008). Műszaki táblázatok. Budapest: Nemzeti Szakképzési és Felnőttképzési Intézet.
- [9] Firstner Stevan, D. (2008). Gyártástechnológia. Dunaújváros: Egyetemi Kiadó.
- [10] Fledrich, G., Kakuk, G., Zsidai, L., & Kári-Horváth, A. (2016). Gépgyártástechnológia. Gödöllő: Szent István Egyetem Gépészmérnöki Kar.
- [11] Fledrich, G., Kári-Horváth, A., Pataki, T., & Zsidai, L. (2017). Mechanikai technológiák. Gödöllő: Szent István Egyetem Gépészmérnöki Kar.
- [12] Jánossy, G., Kári-Horváth, A., Keresztes, R., Zsidai, L., & .: (2008). Szereléstechológiák. Budapest: NSZFI.
- [13] Kakuk, G., Kári-Horváth, A., Szakál, Z., & Dr. Zsidai, L. (2008). Forgácsoló eljárások tervezése. Budapest: NSZFI.
- [14] Kakuk Gy., Kári-Horváth A., Szakál Z., Dr. Zsidai L.; 2008; Gyártástervezés; Nemzeti szakképzési és felnőttképzési intézet; Budapest
- [15] Kalászi, I. (1962). Hűtő-kenő folyadékok alkalmazása a forgácsolásnál különös tekintettel az újabb hazai és külföldi tapasztalatokra. Budapest: Mérnöki Továbbképző Intézet.

- 
- [16] Kári-Horváth, A. (2009). A forgácsolásnál alkalmazott minimálkenés (MMS) hatásmechanizmusa és hatékonyságának növelése. Gödöllő.
- [17] Márton Tibor, D. (1992). Technológia és készülékek. Budapest: Műszaki Könyvkiadó.
- [18] Mikó Balázs, D. (2015). Forgácsolástechnológia alapjai, Bázisok és készülékek. Óbudai Egyetem: Egyetemi Jegyzet.
- [19] Németh, Á. (dátum nélk.). Öntészet .
- [20] Dr. Pintér, J. (2003). Forgácsoló megmunkálás és új technológiák. Győr: Széchenyi István Egyetem, Anyagismereti és Járműgyártási Tanszék.
- [21] Dr. Stampfer, M. (2008). Készülékek, gyártási folyamatok tervezése. Pécs: Pollack Kiadó.
- [22] Dr. Stampfer, M. (2012). Forgácsolás. Pécs: Pollack Kiadó.
- [23] Szabó, A., & Dr. Kozma, I. (2011). Gyártóeszközök tervezése és gyártása. Széchenyi István Egyetem.
- [24] Dr. Szmejkál , A., & Ozsváth , P. (2007). Járműszerkezeti anyagok és megmunkálások II. Budapest: BME Járműgyártás és Javítás Tanszék.
- [25] Walter, B. (1972). Esztergálás. Budapest: Műszaki Könyvkiadó.
- [26] Zsidai, L., Kakuk, G., Kári-Horváth, A., Szakál, Z., & Pálinkás, I. (2008). Előgyártmány és képlékeny alakítási tervezési gyakorlat. Budapest: NSZFI.

#### Elektronikus források:

- [27] <https://www.techmonitor.hu/termek-megoldas/kornyezet-minoseg-rendszer/a-minimalkenes-jelentosege-a-forgacsolasban-20121112> (megnyitva: 2025.05.20.)
- [28] [https://www.researchgate.net/publication/287716110\\_The\\_action\\_mechanism\\_of\\_minimum\\_lubrication\\_and\\_the\\_increase\\_of\\_its\\_efficiency](https://www.researchgate.net/publication/287716110_The_action_mechanism_of_minimum_lubrication_and_the_increase_of_its_efficiency) (megnyitva: 2025.05.20.)
- [29] <https://www.go-metall.hu/> (megnyitva: 2025.03.01.)
- [30] <https://www.haberkorn.com/hu/hu/hajtastechnika-gepelemek/fogazott-alkatreszek/fogaskerek/homlokkerek-ferde-fogazasu/1630087-homlokkerek-ferde-fogazasu-ace-2-es-modul> (megnyitva: 2025.03.03.)

- 
- [31] <https://etcnmachining.com/hu/blog/types-of-gear/#> (megnyitva: 2025.03.03.)
- [32] <https://www.want.net/hu/blogs/everything-about-types-of-gears-straight-helical-bevel-and-more/> (megnyitva: 2025.03.04)
- [33] <https://elo.hu/fogaskerekhajtás-működése-típusai-es-tervezése/>  
(megnyitva: 2025.03.08.)
- [34] <https://www.att.bme.hu/neptuncode/BMEGEMTBGF1/eloadások/08-%C3%96nt%C3%A9szet,%20porkoh%C3%A1szat.pdf> (megnyitva: 2025.03.20)
- [35] [https://theengineer.markallengroup.com/production/content/uploads/2011/10/MTG\\_A.pdf](https://theengineer.markallengroup.com/production/content/uploads/2011/10/MTG_A.pdf) (megnyitva: 2025.03.20)
- [36] <https://tudasbazis.sulinet.hu/hu/szakkepzes/gepeszet/gepeszeti-szakismeretek-3/esztergakesek-elgeometriaaja/az-esztergakes-reszei> (megnyitva: 2025.03.21)
- [37] [https://www.nive.hu/Downloads/Szakkepzesi\\_dokumentumok/Bemeneti\\_kompetencia\\_k\\_meresi\\_ertekelesi\\_eszkozrendszerenek\\_kialakitasa/5\\_0227\\_020\\_101215.pdf](https://www.nive.hu/Downloads/Szakkepzesi_dokumentumok/Bemeneti_kompetencia_k_meresi_ertekelesi_eszkozrendszerenek_kialakitasa/5_0227_020_101215.pdf)  
(megnyitva: 2025.04.12)
- [38] [https://www.nive.hu/Downloads/Szakkepzesi\\_dokumentumok/Bemeneti\\_kompetencia\\_k\\_meresi\\_ertekelesi\\_eszkozrendszerenek\\_kialakitasa/6\\_0227\\_037\\_101215.pdf](https://www.nive.hu/Downloads/Szakkepzesi_dokumentumok/Bemeneti_kompetencia_k_meresi_ertekelesi_eszkozrendszerenek_kialakitasa/6_0227_037_101215.pdf)  
(megnyitva: 2025.05.11)
- [39] <https://www.holimex.hu/berendez%C3%A9s/nagy-nyomasu-ipari-homogenizator/>  
(megnyitva: 2025.05.16)

---

## 11. MELLÉKLETJEGYZÉK

1. melléklet: Művelet és műveletelőzési sorrend
2. melléklet: Jelölések táblázata
3. melléklet: Esztergálás I. számításai
4. melléklet: Esztergálás II. számításai
5. melléklet: Esztergálás III. számításai
6. melléklet: Vésés számításai
7. melléklet: Fogazás I. számításai
8. melléklet: Fogazás II. számításai
9. melléklet: Szerszám vagy készülékkérő lap I.
10. melléklet: Szerszám vagy készülékkérő lap II.
11. melléklet: Esztergálás I. műveleti utasítási lapja
12. melléklet: Esztergálás II. műveleti utasítási lapja
13. melléklet: Esztergálás III. műveleti utasítási lapja
14. melléklet: Vésés műveleti utasítási lapja
15. melléklet: Fogazás I. műveleti utasítási lapja
16. melléklet: Fogazás II. műveleti utasítási lapja
17. melléklet: Az öntési minta műhelyrajza
18. melléklet: Az öntvény műhelyrajza
19. melléklet: A kész alkatrész műhelyrajza

## **MELLÉKLETEK**

## **MÚVELETI SORREND**

MATE, Szent István Campus, MI Anyagtudományi és Gépipari Folyamatok Tanszék					1. melléklet Művelet és műveletelőzési sorrend					Induló típus:					
Rajzszám:					Munkadarab megnevezése: <b>Fogaskerék</b>										
v. k.h.		Anyag kódex			Anyagmegnevezés, méret, minőség					ME.		Bruttó 30 db		Nettó 30 db	
					Anyag: GGG60										
					Előgyártmány: homokba öntött gömbgrafitos öntöttvas										
					Nyersméret: Ø582,9 x 127 mm										
Műv. sorr.	Lap sz.	Költs hely	Hom. ker	Műv. sz.	Művelet megnevezése					Nor. f.	Norm. 30 db		Norm. 30 db		
											perc		Ft		
1.				1	Öntés										
2.					MEO										
3.					Normalizálás										
4.					MEO										
5.	3			10	Esztergálás I.										
	4														
6.	5			12	Esztergálás II.										
	6														
7.	7			2	Esztergálás III.										
8.					MEO										
Kiállította		Kelt	Ellenőrizte		Kelt	Főtechnológus		Kelt	Anyagnormás		Kelt	Időelemző		Kelt	
Sirok Robin		2025. 10.02.													
Jel	Javította		Kelt	Ellenőrizte		Kelt	Jel	Javította		Kelt	Ellenőrizte		Kelt		



# **FORGÁCSOLÁSI SZÁMÍTÁSOK**

## 2. melléklet: Jelölések táblázata

1. táblázat: A számítások során használt jelölések (forrás: saját)

<i>Jelölés</i>	<i>Megnevezés</i>	<i>Mértékegység</i>
$a$	Fogásmélység	[mm]
$\beta$	Helixszög értéke	[°]
$i$	Fogások száma	[db]
$f$	Előtolás	[mm/ford], [mm/kettősl.]
$R_a$	Felületi érdesség	[ $\mu\text{m}$ ]
$V_f$	Percenkénti előtolás sebessége	[mm/min]
$r$	Esztergakés csúcscugara	[mm]
$v_c$	Forgácsolási sebesség	[m/min]
$v_k$	Közepes forgácsolási sebesség	[m/min]
$v_{cm}$	Megváltozott forgácsolási sebesség	[m/min]
$v_{km}$	Megváltozott közepes forgácsolási sebesség	[m/min]
$v_m$	Munkalöketi sebesség	[m/min]
$v_{\ddot{u}}$	Üresjárat sebesség	[m/min]
$v_0$	Forgácsolási sebesség alapértéke	[m/min]
$K_k$	Munkadarab felületéről, kérgétől függő módosító tényező	[-]
$K_{sz}$	Szerszámtól függő módosító tényező	[-]
$K_m$	Forgácsolás módjától függő módosító tényező	[-]
$K_h$	Anyag állapotától függő módosító tényező	[-]
$K_K$	Szerszámelhelyezési szögtől függő módosító tényező	[-]
$K_T$	Éltartamtól függő módosító tényező	[-]
$n$	Fordulatszám	[ $\text{min}^{-1}$ ]
$n_k$	Percenkénti kettőslöketek száma	[ $\text{min}^{-1}$ ]
$n_{g\acute{e}pi}$	Szerszámgépen beállított fordulatszám	[ $\text{min}^{-1}$ ]
$n_{k,g\acute{e}pi}$	Szerszámgépen beállított kettőslöketek száma	[ $\text{min}^{-1}$ ]
$d$	Megmunkált átmérő	[mm]
$D$	Kiinduló átmérő/ fűrészar átmérő	[mm]
$t_g$	Forgácsolás időtartama	[min]
$L$	Szerszám útjának hossza, lökethossz	[mm]
$L_m$	Tényleges megmunkálás hossza	[mm]
$L_{sz}$	A megmunkált horony szélessége	[mm]
$l_1; l_2$	Rá- és túlfutás mértéke	[mm]
$l_3; l_4$	Anyagba merülés és anyagból kilépés mértéke	[mm]
$k_c$	Fajlagos forgácsolási erő	[ $\text{N}/\text{mm}^2$ ]
$k_{cm}$	Megváltozott fajlagos forgácsolási erő	[ $\text{N}/\text{mm}^2$ ]
$P_c$	Forgácsolás teljesítményszükséglete	[kW]
$P_h$	Hajtáshoz szükséges teljesítmény	[kW]
$\eta$	Szerszámgép hatásfoka	[-]
$F_c$	Főforgácsolóerő nagysága	[N]
$F_{cm}$	Keletkező forgácsolóerő nagysága	[N]
$m$	Modul	[mm]

---

$m_m$	Módosított modul	$[mm]$
$z_f$	Fogaskerék fogszáma	$[db]$
$z_{sz}$	Szerszám fogszáma	$[db]$
$n_f$	Fogaskerék fordulatszáma	$[min^{-1}]$
$n_{sz}$	Szerszám fordulatszáma	$[min^{-1}]$
$n_{sz, gépi}$	Fogazógépen beállított szerszám fordulatszám	$[min^{-1}]$
$h$	Fogmagasság	$[mm]$
$d_k$	Osztókör átmérő	$[mm]$

### 3. melléklet: Esztergálás I. számításai

#### 5. művelet: Esztergálás I.

Ezen műveletben szereplő műveletelemek értelmező ábrái az 1.-10. sorszámok közötti ábrákon találhatóak!

Ezen művelethez tartozó műveleti utasítást a 11. melléklet tartalmazza!

A forgácsolási műveletek során hűtő-kenő folyadéknak emulziót választok, azt alkalmazom.

A választott szerszámgép: VL-86 H CNC karusszeleszterga gép (a Go-Metall Kft. gépparkjából)

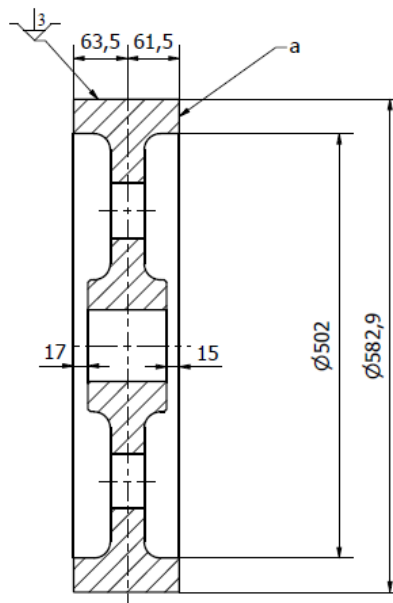
A választott szerszámgép műszaki jellemzői:

- A főorsó furata: 200 mm
- A fordulatszám határok: 25 - 1500  $\frac{1}{min}$
- Fokozati tényezője nincs, mert fokozatmentes, így bármekkora egész számú fordulatszám beállítható a gépen.
- A késtartóba befogható késszár maximális keresztmetszete: 25 x 25 mm
- A hajtómotor teljesítménye: 22 kW

A szerszámmra megengedett legnagyobb főforgácsoló erő értéke:  $F_c = 5200$  N, 100 mm késkinyúlás esetén (Gyártástervezés könyv 41. táblázat).

#### 5.1 Oldalazás tisztára I. (Ø582,9 x 125 mm, „a” jelű felület)

1. ábra: Az „a” jelű felület megmunkálása (forrás: saját)



A fogásmélység:  $a = 2 \text{ mm}$ , az alkalmazott ráhagyás alapján.

A fogások száma:  $i = 1 \text{ db}$

A cégnél alkalmazott előtolás értéke:  $f = 0,25 \frac{\text{mm}}{\text{ford}}$

Az alkalmazott forgácsolószerszám: Homlokélű esztergakés P20 25 x 25 J III. MSZ 1903 (Gyártástervezés könyv 118. táblázat)

Az alkalmazott forgácsoló sebesség meghatározása:

$$v_c = v_0 \cdot K_k \cdot K_{sz} \cdot K_m \cdot K_h \cdot K_K \cdot K_T \left[ \frac{\text{m}}{\text{min}} \right]$$

A szükséges paramétereket a Gyártástervezés könyv 43-49 táblázatából választottam ki,  $K_K$  esetén  $75^\circ$ -os szerszámelhelyezési szöget,  $K_T$  esetén  $T = 150 \text{ min}$  esetét vettem figyelembe.

Behelyettesítve:

$$v_c = 175 \cdot 0,7 \cdot 0,98 \cdot 1 \cdot 0,95 \cdot 0,83 \cdot 0,91 = 86,14 \frac{\text{m}}{\text{min}}$$

A fordulatszám meghatározása:

$$n = \frac{1000 \cdot v_c}{D \cdot \pi} = \frac{1000 \cdot 86,14}{582,9 \cdot \pi} = 47,04 \frac{1}{\text{min}}$$

A cégnél használatos gépi fordulatszám:

$$n_{g\acute{e}pi} = 100 \frac{1}{\text{min}}$$

A megváltozott forgácsolósebesség meghatározása:

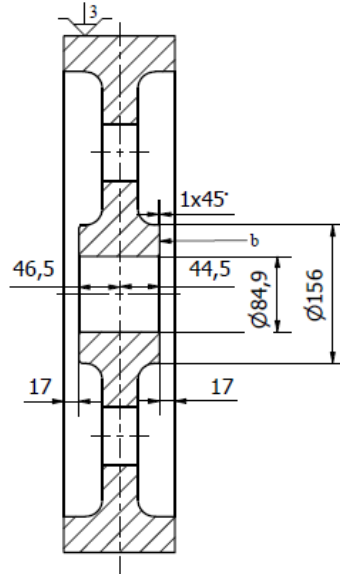
$$v_{cm} = \frac{D \cdot \pi \cdot n_{g\acute{e}pi}}{1000} = \frac{582,9 \cdot \pi \cdot 100}{1000} = 183,12 \frac{\text{m}}{\text{min}}$$

Az oldalazás időtartamának meghatározása:

$$t_g = \frac{L}{v_f} \cdot i = \frac{l_1 + \left( \frac{D}{2} - \frac{d}{2} \right) + l_2}{f \cdot n_{g\acute{e}pi}} \cdot i = \frac{2 + \left( \frac{582,9}{2} - \frac{502}{2} \right) + 2}{0,25 \cdot 100} \cdot 1 = 1,78 \text{ min}$$

## 5.2 Oldalazás tisztára II. (Ø156 x 91 mm, „b” jelű felület)

2. ábra: A „b” jelű felület megmunkálása (forrás: saját)



A fogásmélység:  $a = 2 \text{ mm}$ , az alkalmazott ráhagyás alapján.

A fogások száma:  $i = 1 \text{ db}$

A cégnél alkalmazott előtolás értéke:  $f = 0,25 \frac{\text{mm}}{\text{ford}}$

Az alkalmazott forgácsolószerszám: Homlokélű esztergákés P20 25 x 25 J III. MSZ 1903 (Gyártástervezés könyv 118. táblázat)

Az alkalmazott forgácsoló sebesség meghatározása:

$$v_c = v_0 \cdot K_k \cdot K_{sz} \cdot K_m \cdot K_h \cdot K_K \cdot K_T \left[ \frac{\text{m}}{\text{min}} \right]$$

A szükséges paramétereket a Gyártástervezés könyv 43-49 táblázatából választottam ki,  $K_K$  esetén  $75^\circ$ -os szerszámelhelyezési szöget,  $K_T$  esetén  $T = 150 \text{ min}$  esetét vettem figyelembe.

Behelyettesítve:

$$v_c = 175 \cdot 0,7 \cdot 0,98 \cdot 1 \cdot 0,95 \cdot 0,83 \cdot 0,91 = 86,14 \frac{\text{m}}{\text{min}}$$

A fordulatszám meghatározása:

$$n = \frac{1000 \cdot v_c}{D \cdot \pi} = \frac{1000 \cdot 86,14}{156 \cdot \pi} = 175,76 \frac{1}{\text{min}}$$

A cégnél használatos gépi fordulatszám:

$$n_{g\acute{e}pi} = 100 \frac{1}{min}$$

A megváltozott forgácsolósebesség meghatározása:

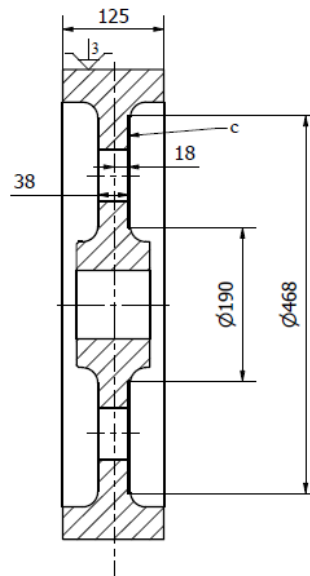
$$v_{cm} = \frac{D \cdot \pi \cdot n_{g\acute{e}pi}}{1000} = \frac{156 \cdot \pi \cdot 100}{1000} = 49,01 \frac{m}{min}$$

Az oldalazás időtartamának meghatározása:

$$t_g = \frac{L}{v_f} \cdot i = \frac{l_1 + \left(\frac{D}{2} - \frac{d}{2}\right) + l_2}{f \cdot n_{g\acute{e}pi}} \cdot i = \frac{2 + \left(\frac{156}{2} - \frac{84,9}{2}\right) + 2}{0,25 \cdot 100} \cdot 1 = 1,58 \text{ min}$$

### 5.3 Oldalazás tisztára III. (Ø468 x 38 mm, „c” jelű felület)

3. ábra: A „c” jelű felület megmunkálása (forrás: saját)



Ez a tisztára oldalazás nem Ø502-től Ø156-ig tart, ugyanis az R19 lekerekítést később szükséges kialakítani, így 19 mm-t szükséges ráhagyni mindkét irányból, hogy a rádiusz ki tudjon alakulni. Azonban a lekerekítéshez csatlakozó felületek (4. ábra „d” jelű felülete és a 5. ábra „e” jelű felülete) még nem estek át a 2 mm-es esztergáláson, ezért elég mindkét irányba 17 mm-t ráhagyni. Így a tisztára oldalazás Ø468-től Ø190-ig tart.

A fogásmélység:  $a = 2 \text{ mm}$ , az alkalmazott ráhagyás alapján.

A fogások száma:  $i = 1 \text{ db}$

A cégnél alkalmazott előtolás értéke:  $f = 0,25 \frac{mm}{ford}$

Az alkalmazott forgácsolószerszám: Fenéklyukkés P20 25 x 25 J III. MSZ 1913  
(Gyártástervezés könyv 119. táblázat)

Az alkalmazott forgácsoló sebesség meghatározása:

$$v_c = v_0 \cdot K_k \cdot K_{sz} \cdot K_m \cdot K_h \cdot K_K \cdot K_T \left[ \frac{m}{min} \right]$$

A szükséges paramétereket a Gyártástervezés könyv 43-49 táblázatából választottam ki,  $K_K$  esetén  $90^\circ$ -os szerzámelhelyezési szöget,  $K_T$  esetén  $T = 150$  min esetét vettem figyelembe.

Behelyettesítve:

$$v_c = 175 \cdot 0,7 \cdot 0,98 \cdot 1 \cdot 0,95 \cdot 0,73 \cdot 0,91 = 75,76 \frac{m}{min}$$

A fordulatszám meghatározása:

$$n = \frac{1000 \cdot v_c}{D \cdot \pi} = \frac{1000 \cdot 75,76}{468 \cdot \pi} = 51,53 \frac{1}{min}$$

A cégnél használatos gépi fordulatszám:

$$n_{gépi} = 100 \frac{1}{min}$$

A megváltozott forgácsolósebesség meghatározása:

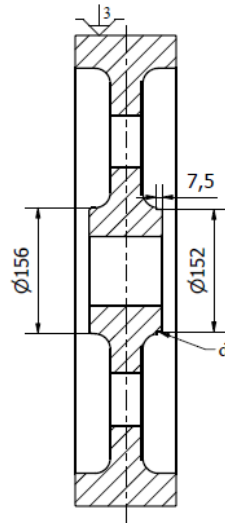
$$v_{cm} = \frac{D \cdot \pi \cdot n_{gépi}}{1000} = \frac{468 \cdot \pi \cdot 100}{1000} = 147,03 \frac{m}{min}$$

Az oldalazás időtartamának meghatározása:

$$t_g = \frac{L}{v_f} \cdot i = \frac{l_3 + \left( \frac{D}{2} - \frac{d}{2} \right)}{f \cdot n_{gépi}} \cdot i = \frac{2 + \left( \frac{468}{2} - \frac{190}{2} \right)}{0,25 \cdot 100} \cdot 1 = 5,64 \text{ min}$$

## 5.4 Palástnagyolás (Ø152 x 7,5 mm, „d” jelű felület)

4. ábra: A „d” jelű felület megmunkálása (forrás: saját)



Fontos figyelembe venni, hogy a sarokban kialakítandó R19-es lekerekítés miatt nem lehet a sarokig esztergálni, hanem csak a 3. ábra „c” jelű felületétől 19 mm távolsáig.

Az alkalmazott forgácsolószerszám: Oldalélű esztergakés P20 25 x 25 J III. MSZ 1904 (Gyártástervezés könyv 118. táblázat)

A fogásmélység nagysága:

$$a = \frac{D - d}{2} = \frac{156 - 152}{2} = 2 \text{ mm}$$

Az előtolás értéke az  $F_c = k_c \cdot f \cdot a$  összefüggés alapján:

(fajlagos forgácsolóerő:  $k_c = 1225 \frac{N}{\text{mm}^2}$ , Műszaki táblázatok 12.12. táblázat)

$$f = \frac{F_c}{a \cdot k_c} = \frac{5200}{2 \cdot 1225} = 2,12 \frac{\text{mm}}{\text{ford}}$$

Az  $\frac{a}{f} = \frac{1}{2,12}$  viszony 0,47:1

Az ideális  $\frac{a}{f}$  viszony a szakítószilárdság és a szerszámanyag függvényében 8:1 (Műszaki táblázatok 12.22. táblázat), tehát ez alapján a fogást nem kell megosztani:  $i = 1 \text{ db}$

Ezek alapján a fogásmélység:  $a = 2 \text{ mm}$

Az ehhez tartozó ideális előtolás értéke:  $f = 0,25 \frac{\text{mm}}{\text{ford}}$ .

Az ideális előtolás alapján a megváltozott fajlagos forgácsolási erő értéke:  $k_{cm} = 1732 \frac{N}{mm^2}$ .  
(Műszaki táblázatok 12.12. táblázat)

A keletkező forgácsolóerő nagysága:

$$F_{cm} = k_{cm} \cdot f \cdot a = 1732 \cdot 0,25 \cdot 2 = 866 \text{ N}$$

Az alkalmazott forgácsoló sebesség meghatározása:

$$v_c = v_0 \cdot K_k \cdot K_{sz} \cdot K_m \cdot K_h \cdot K_K \cdot K_T \left[ \frac{m}{min} \right]$$

A szükséges paramétereket a Gyártástervezés könyv 43-49 táblázatából választottam ki,  $K_K$  esetén  $75^\circ$ -os szerszámelhelyezési szöveget,  $K_T$  esetén  $T = 150$  min esetét vettem figyelembe.

Behelyettesítve:

$$v_c = 175 \cdot 0,7 \cdot 0,98 \cdot 1 \cdot 0,95 \cdot 0,83 \cdot 0,91 = 86,14 \frac{m}{min}$$

A fordulatszám meghatározása:

$$n = \frac{1000 \cdot v_c}{D \cdot \pi} = \frac{1000 \cdot 86,14}{156 \cdot \pi} = 175,76 \frac{1}{min}$$

A cégnél használatos gépi fordulatszám:

$$n_{gépi} = 100 \frac{1}{min}$$

A megváltozott forgácsolósebesség meghatározása:

$$v_{cm} = \frac{D \cdot \pi \cdot n_{gépi}}{1000} = \frac{156 \cdot \pi \cdot 100}{1000} = 49,01 \frac{m}{min}$$

A forgácsolás teljesítményszükséglete:

$$P_c = \frac{F_{cm} \cdot v_{cm}}{60 \cdot 10^3} = \frac{866 \cdot 49,01}{60 \cdot 10^3} = 0,71 \text{ kW}$$

A hajtáshoz szükséges teljesítmény meghatározása:

(a szerszámgép hatásfoka:  $\eta = 0,8$ )

$$P_h = \frac{P_c}{\eta} = \frac{0,71}{0,8} = 0,89 \text{ kW}$$

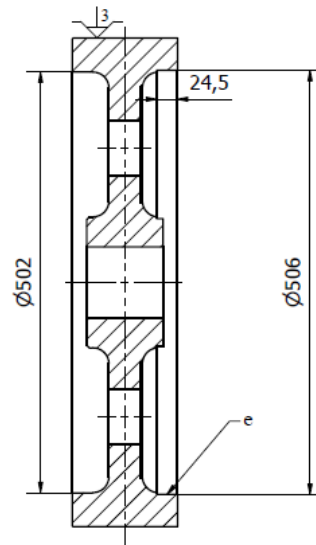
A VL-86 H CNC karusszeleszterga gépbe beépített 22 kW teljesítményű hajtómotor a számított teljesítményszükségletet maximálisan kielégíti.

A palástnagyolás időtartamának meghatározása:

$$t_g = \frac{L}{v_f} \cdot i = \frac{l_1 + L_m}{f \cdot n_{gépi}} \cdot i = \frac{2 + 7,5}{0,25 \cdot 100} \cdot 1 = 0,38 \text{ min}$$

### 5.5 Belső palástnagyolás (Ø506 x 24,5 mm, „e” jelű felület)

5. ábra: Az „e” jelű felület megmunkálása (forrás: saját)



Fontos figyelembe venni, hogy a sarokban kialakítandó R19-es lekerekítés miatt nem lehet a sarokig esztergálni, hanem csak a 3. ábra „c” jelű felületétől 19 mm távolsáig.

Az alkalmazott forgácsolószerszám: Oldalélű esztergakés P20 25 x 25 J III. MSZ 1904 (Gyártástervezés könyv 118. táblázat)

A fogásmélység nagysága:

$$a = \frac{|D - d|}{2} = \frac{|502 - 506|}{2} = 2 \text{ mm}$$

Az előtolás értéke az  $F_c = k_c \cdot f \cdot a$  összefüggés alapján:

(fajlagos forgácsolóerő:  $k_c = 1225 \frac{N}{mm^2}$ , Műszaki táblázatok 12.12. táblázat)

$$f = \frac{F_c}{a \cdot k_c} = \frac{5200}{2 \cdot 1225} = 2,12 \frac{mm}{ford}$$

Az  $\frac{a}{f} = \frac{1}{2,12}$  viszony 0,47:1

Az ideális  $\frac{a}{f}$  viszony a szakítószilárdság és a szerszámanyag függvényében 8:1 (Műszaki táblázatok 12.22. táblázat), tehát ez alapján a fogást nem kell megosztani:  $i = 1 \text{ db}$

Ezek alapján a fogásmélység:  $a = 2 \text{ mm}$

Az ehhez tartozó ideális előtolás értéke:  $f = 0,25 \frac{\text{mm}}{\text{ford}}$ .

Az ideális előtolás alapján a megváltozott fajlagos forgácsolási erő értéke:  $k_{cm} = 1732 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$ .  
(Műszaki táblázatok 12.12. táblázat)

A keletkező forgácsolóerő nagysága:

$$F_{cm} = k_{cm} \cdot f \cdot a = 1732 \cdot 0,25 \cdot 2 = 866 \text{ N}$$

Az alkalmazott forgácsoló sebesség meghatározása:

$$v_c = v_0 \cdot K_k \cdot K_{sz} \cdot K_m \cdot K_h \cdot K_K \cdot K_T \left[ \frac{\text{m}}{\text{min}} \right]$$

A szükséges paramétereket a Gyártástervezés könyv 43-49 táblázatából választottam ki,  $K_K$  esetén  $75^\circ$ -os szerszámelhelyezési szöget,  $K_T$  esetén  $T = 150 \text{ min}$  esetét vettem figyelembe.

Behelyettesítve:

$$v_c = 175 \cdot 0,7 \cdot 0,98 \cdot 1 \cdot 0,95 \cdot 0,83 \cdot 0,91 = 86,14 \frac{\text{m}}{\text{min}}$$

A fordulatszám meghatározása:

$$n = \frac{1000 \cdot v_c}{D \cdot \pi} = \frac{1000 \cdot 86,14}{502 \cdot \pi} = 54,62 \frac{1}{\text{min}}$$

A cégnél használatos gépi fordulatszám:

$$n_{gépi} = 100 \frac{1}{\text{min}}$$

A megváltozott forgácsolósebesség meghatározása:

$$v_{cm} = \frac{D \cdot \pi \cdot n_{gépi}}{1000} = \frac{502 \cdot \pi \cdot 100}{1000} = 157,71 \frac{\text{m}}{\text{min}}$$

A forgácsolás teljesítményszükséglete:

$$P_c = \frac{F_{cm} \cdot v_{cm}}{60 \cdot 10^3} = \frac{866 \cdot 157,71}{60 \cdot 10^3} = 2,28 \text{ kW}$$

A hajtáshoz szükséges teljesítmény meghatározása:

(a szerszám gép hatásfoka:  $\eta = 0,8$ )

$$P_h = \frac{P_c}{\eta} = \frac{2,28}{0,8} = 2,85 \text{ kW}$$

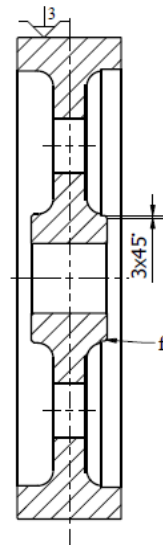
A VL-86 H CNC karusszeleszterga gépbe beépített 85 kW teljesítményű hajtómotor a számított teljesítményszükségletet maximálisan kielégíti.

A belső palástnagylás időtartamának meghatározása:

$$t_g = \frac{L}{v_f} \cdot i = \frac{l_1 + L_m}{f \cdot n_{gépi}} \cdot i = \frac{2 + 24,5}{0,25 \cdot 100} \cdot 1 = 1,06 \text{ min}$$

## 5.6 Élletörés (3 x 45°, „f” jelű felület)

6. ábra: Az „f” jelű felület megmunkálása (forrás: saját)



Az alkalmazott forgácsolószerszám: Oldalélű esztergakés P20 25 x 25 J III. MSZ 1904  
(Gyártástervezés könyv 118. táblázat)

A fogásmélység:  $a = 3 \text{ mm}$

A fogások száma:  $i = 1 \text{ db}$

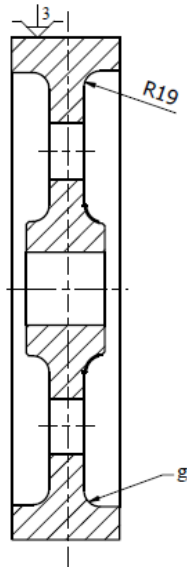
Az előtolás értéke:  $f = 0,25 \frac{\text{mm}}{\text{ford}}$

A cégnél használatos gépi fordulatszám:  $n_{gépi} = 100 \frac{1}{\text{min}}$

Az alkalmazott forgácsoló sebesség:  $v_c = 157,71 \frac{\text{m}}{\text{min}}$

## 5.7 Lekerekítés I. (R19, „g” jelű felület)

7. ábra: A „g” jelű felület megmunkálása (forrás: saját)



Az alkalmazott forgácsolószerszám: SZ001 egyedi szerszám (9. melléklet)

A fogásmélység:  $a = 19 \text{ mm}$

A fogások száma:  $i = 1 \text{ db}$

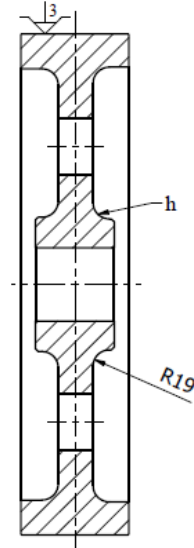
Az előtolás értéke:  $f = 0,25 \frac{\text{mm}}{\text{ford}}$

A cégnél használatos gépi fordulatszám:  $n_{\text{gépi}} = 100 \frac{1}{\text{min}}$

Az alkalmazott forgácsoló sebesség:  $v_c = 157,71 \frac{\text{m}}{\text{min}}$

## 5.8 Lekerekítés II. (R19, „h” jelű felület)

8. ábra: A „h” jelű felület megmunkálása (forrás: saját)



Az alkalmazott forgácsolószerszám: SZ001 egyedi szerszám (9. melléklet)

A fogásmélység:  $a = 19 \text{ mm}$

A fogások száma:  $i = 1 \text{ db}$

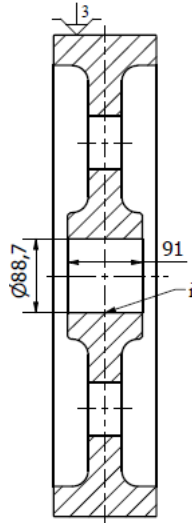
Az előtolás értéke:  $f = 0,25 \frac{\text{mm}}{\text{ford}}$

A cégnél használatos gépi fordulatszám:  $n_{\text{gépi}} = 100 \frac{1}{\text{min}}$

Az alkalmazott forgácsoló sebesség:  $v_c = 157,71 \frac{\text{m}}{\text{min}}$

## 5.9 Furatesztergálás nagyolás (Ø88,7 x 91 mm, „i” jelű felület)

9. ábra: Az „i” jelű felület megmunkálása (forrás: saját)



Az alkalmazott forgácsolószerszám: Átmenő lyukkés P20 25 x 25 J III. MSZ 1912 (Gyártástervezés könyv 119. táblázat)

A fogásmélység nagysága:

$$a = \frac{D - d}{2} = \frac{|84,9 - 88,7|}{2} = 1,9 \text{ mm}$$

Az előtolás értéke az  $F_c = k_c \cdot f \cdot a$  összefüggés alapján:

(fajlagos forgácsolóerő:  $k_c = 1225 \frac{N}{mm^2}$ , Műszaki táblázatok 12.12. táblázat)

$$f = \frac{F_c}{1,9 \cdot k_c} = \frac{5200}{1,9 \cdot 1225} = 2,23 \frac{mm}{ford}$$

Az  $\frac{a}{f} = \frac{1}{2,23}$  viszony 0,45:1

Az ideális  $\frac{a}{f}$  viszony a szakítószilárdság és a szerszámanyag függvényében 8:1 (Műszaki táblázatok 12.22. táblázat), tehát ez alapján a fogást nem kell megosztani:  $i = 1 \text{ db}$

Ezek alapján a fogásmélység:  $a = 1,9 \text{ mm}$

Az ehhez tartozó ideális előtolás értéke:  $f = 0,25 \frac{mm}{ford}$ .

Az ideális előtolás alapján a megváltozott fajlagos forgácsolási erő értéke:  $k_{cm} = 1732 \frac{N}{mm^2}$ .  
(Műszaki táblázatok 12.12. táblázat)

A keletkező forgácsolóerő nagysága:

$$F_{cm} = k_{cm} \cdot f \cdot a = 1732 \cdot 0,25 \cdot 1,9 = 822,7 \text{ N}$$

Az alkalmazott forgácsoló sebesség meghatározása:

$$v_c = v_0 \cdot K_k \cdot K_{sz} \cdot K_m \cdot K_h \cdot K_K \cdot K_T \left[ \frac{m}{min} \right]$$

A szükséges paramétereket a Gyártástervezés könyv 43-49 táblázatából választottam ki,  $K_K$  esetén  $90^\circ$ -os szerszámelhelyezési szöveget,  $K_T$  esetén  $T = 150 \text{ min}$  esetét vettem figyelembe.

Behelyettesítve:

$$v_c = 175 \cdot 0,7 \cdot 0,98 \cdot 1 \cdot 0,95 \cdot 0,73 \cdot 0,91 = 75,76 \frac{m}{min}$$

A fordulatszám meghatározása:

$$n = \frac{1000 \cdot v_c}{D \cdot \pi} = \frac{1000 \cdot 75,76}{84,9 \cdot \pi} = 284,04 \frac{1}{min}$$

A cégnél használatos gépi fordulatszám:

$$n_{gépi} = 100 \frac{1}{min}$$

A megváltozott forgácsolósebesség meghatározása:

$$v_{cm} = \frac{D \cdot \pi \cdot n_{gépi}}{1000} = \frac{84,9 \cdot \pi \cdot 100}{1000} = 26,67 \frac{m}{min}$$

A forgácsolás teljesítményszükséglete:

$$P_c = \frac{F_{cm} \cdot v_{cm}}{60 \cdot 10^3} = \frac{822,7 \cdot 26,67}{60 \cdot 10^3} = 0,37 \text{ kW}$$

A hajtáshoz szükséges teljesítmény meghatározása:

(a szerszámgép hatásfoka:  $\eta = 0,8$ )

$$P_h = \frac{P_c}{\eta} = \frac{0,37}{0,8} = 0,46 \text{ kW}$$

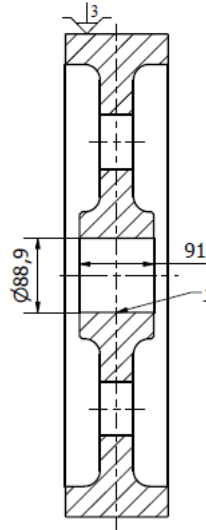
A VL-86 H CNC karusszelezterga gépbe beépített 22 kW teljesítményű hajtómotor a számított teljesítményszükségletet maximálisan kielégíti.

A furatesztergálás időtartamának meghatározása:

$$t_g = \frac{L}{v_f} \cdot i = \frac{l_1 + L_m + l_2}{f \cdot n_{gépi}} \cdot i = \frac{2 + 91 + 2}{0,25 \cdot 100} \cdot 1 = 3,8 \text{ min}$$

## 5.10 Furatesztergálás simítás (Ø88,9 x 91 mm, „j” jelű felület)

10. ábra: A „j” jelű felület megmunkálása (forrás: saját)



Az alkalmazott forgácsolószerszám: Átmenő lyukkés P20 25 x 25 J III. MSZ 1912  
(Gyártástervezés könyv 119. táblázat)

A fogásmélység nagysága:

$$a = \frac{D - d}{2} = \frac{|88,7 - 88,9|}{2} = 0,1 \text{ mm}$$

A fogások száma:  $i = 1 \text{ db}$

Az előtolás értékének meghatározása a kívánt felületi érdesség ( $R_a$ ) és az esztergakés csúcsgugarának ( $r$ ) segítségével:

$$f = \sqrt{13 \cdot R_a \cdot r} = \sqrt{13 \cdot (0,8 \cdot 10^{-3}) \cdot 0,5} = 0,07 \frac{\text{mm}}{\text{ford}}$$

Az alkalmazott forgácsoló sebesség meghatározása:

$$v_c = v_0 \cdot K_k \cdot K_{sz} \cdot K_m \cdot K_h \cdot K_K \cdot K_T \left[ \frac{m}{\text{min}} \right]$$

A szükséges paramétereket a Gyártástervezés könyv 43-49 táblázatából választottam ki,  $K_K$  esetén 90°-os szerszámelhelyezési szöget,  $K_T$  esetén  $T = 150 \text{ min}$  esetét vettem figyelembe.

Behelyettesítve:

$$v_c = 175 \cdot 0,7 \cdot 0,98 \cdot 1 \cdot 0,95 \cdot 0,73 \cdot 0,91 = 75,76 \frac{m}{\text{min}}$$

A fordulatszám meghatározása:

$$n = \frac{1000 \cdot v_c}{D \cdot \pi} = \frac{1000 \cdot 75,76}{88,7 \cdot \pi} = 271,87 \frac{1}{\text{min}}$$

A cégnél használatos gépi fordulatszám:

$$n_{g\acute{e}pi} = 100 \frac{1}{min}$$

A megváltozott forgácsolósebesség meghatározása:

$$v_{cm} = \frac{D \cdot \pi \cdot n_{g\acute{e}pi}}{1000} = \frac{88,7 \cdot \pi \cdot 100}{1000} = 27,87 \frac{m}{min}$$

A furatesztergálás időtartamának meghatározása:

$$t_g = \frac{L}{v_f} \cdot i = \frac{l_1 + L_m + l_2}{f \cdot n_{g\acute{e}pi}} \cdot i = \frac{2 + 91 + 2}{0,07 \cdot 100} \cdot 1 = 13,57 \text{ min}$$

## 4. melléklet: Esztergálás II. számításai

### 6. művelet: Esztergálás II.

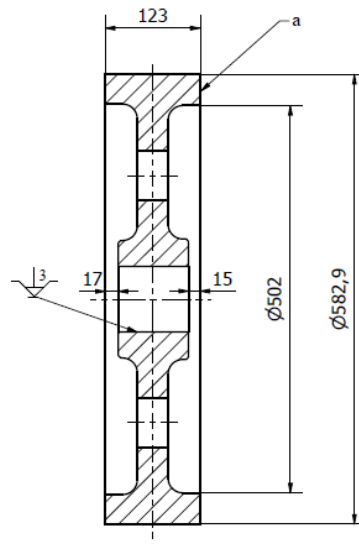
Ezen műveletben szereplő műveletelemek értelmező ábrái az 1.-12. sorszámok közötti ábrákon találhatóak!

Ezen művelethez tartozó műveleti utasítást a 12. melléklet tartalmazza!

A választott szerszám gép ugyanaz, mint az Esztergálás I. műveletben, így a rá jellemző paraméterek is ugyanazok.

#### 6.1 Oldalazás méretre I. (Ø582,9 x 123 mm, „a” jelű felület)

1. ábra: Az „a” jelű felület megmunkálása (forrás: saját)



A fogásmélység:  $a = 2 \text{ mm}$ , az alkalmazott ráhagyás alapján.

A fogások száma:  $i = 1 \text{ db}$

A cégnél alkalmazott előtolás értéke:  $f = 0,25 \frac{\text{mm}}{\text{ford}}$

Az alkalmazott forgácsolószerszám: Homlokélű esztergakés P20 25 x 25 J III. MSZ 1903 (Gyártástervezés könyv 118. táblázat)

Az alkalmazott forgácsoló sebesség meghatározása:

$$v_c = v_0 \cdot K_k \cdot K_{sz} \cdot K_m \cdot K_h \cdot K_K \cdot K_T \left[ \frac{m}{\text{min}} \right]$$



A fogásmélység:  $a = 2 \text{ mm}$ , az alkalmazott ráhagyás alapján.

A fogások száma:  $i = 1 \text{ db}$

A cégnél alkalmazott előtolás értéke:  $f = 0,25 \frac{\text{mm}}{\text{ford}}$

Az alkalmazott forgácsolószerszám: Homlokélű esztergákés P20 25 x 25 J III. MSZ 1903 (Gyártástervezés könyv 118. táblázat)

Az alkalmazott forgácsoló sebesség meghatározása:

$$v_c = v_0 \cdot K_k \cdot K_{sz} \cdot K_m \cdot K_h \cdot K_K \cdot K_T \left[ \frac{\text{m}}{\text{min}} \right]$$

A szükséges paramétereket a Gyártástervezés könyv 43-49 táblázatából választottam ki,  $K_K$  esetén  $75^\circ$ -os szerszámelhelyezési szöget,  $K_T$  esetén  $T = 150 \text{ min}$  esetét vettem figyelembe.

Behelyettesítve:

$$v_c = 175 \cdot 0,7 \cdot 0,98 \cdot 1 \cdot 0,95 \cdot 0,83 \cdot 0,91 = 86,14 \frac{\text{m}}{\text{min}}$$

A fordulatszám meghatározása:

$$n = \frac{1000 \cdot v_c}{D \cdot \pi} = \frac{1000 \cdot 86,14}{156 \cdot \pi} = 175,76 \frac{1}{\text{min}}$$

A cégnél használatos gépi fordulatszám:

$$n_{g\acute{e}pi} = 100 \frac{1}{\text{min}}$$

A megváltozott forgácsolósebesség meghatározása:

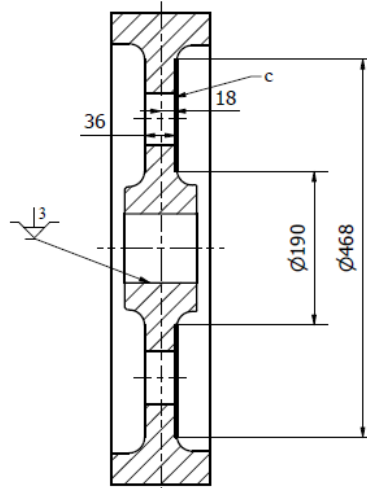
$$v_{cm} = \frac{D \cdot \pi \cdot n_{g\acute{e}pi}}{1000} = \frac{156 \cdot \pi \cdot 100}{1000} = 49,01 \frac{\text{m}}{\text{min}}$$

Az oldalazás időtartamának meghatározása:

$$t_g = \frac{L}{v_f} \cdot i = \frac{l_1 + \left(\frac{D}{2} - \frac{d}{2}\right) + l_2}{f \cdot n_{g\acute{e}pi}} \cdot i = \frac{2 + \left(\frac{156}{2} - \frac{84,9}{2}\right) + 2}{0,25 \cdot 100} \cdot 1 = 1,58 \text{ min}$$

### 6.3 Oldalazás méretre III. (Ø468 x 36 mm, „c” jelű felület)

3. ábra: A „c” jelű felület megmunkálása (forrás: saját)



Ez a tisztára oldalazás nem Ø502-től Ø156-ig tart, ugyanis az R19 lekerekítést később szükséges kialakítani, így 19 mm-t szükséges ráhagyni mindkét irányból, hogy a rádiusz ki tudjon alakulni. Azonban a lekerekítéshez csatlakozó felületek (5. ábra „e” jelű felülete és a 6. ábra „f” jelű felülete) még nem estek át a 2 mm-es esztergáláson, ezért elég mindkét irányba 17 mm-t ráhagyni. Így a tisztára oldalazás Ø468-től Ø190-ig tart.

A fogásmélység:  $a = 2 \text{ mm}$ , az alkalmazott ráhagyás alapján.

A fogások száma:  $i = 1 \text{ db}$

A cégnél alkalmazott előtolás értéke:  $f = 0,25 \frac{\text{mm}}{\text{ford}}$

Az alkalmazott forgácsolószerszám: Fenéklyukkés P20 25 x 25 J III. MSZ 1913 (Gyártástervezés könyv 119. táblázat)

Az alkalmazott forgácsoló sebesség meghatározása:

$$v_c = v_0 \cdot K_k \cdot K_{sz} \cdot K_m \cdot K_h \cdot K_K \cdot K_T \left[ \frac{m}{\text{min}} \right]$$

A szükséges paramétereket a Gyártástervezés könyv 43-49 táblázatából választottam ki,  $K_K$  esetén 90°-os szerszámelhelyezési szöget,  $K_T$  esetén  $T = 150 \text{ min}$  esetét vettem figyelembe.

Behelyettesítve:

$$v_c = 175 \cdot 0,7 \cdot 0,98 \cdot 1 \cdot 0,95 \cdot 0,73 \cdot 0,91 = 75,76 \frac{m}{\text{min}}$$

A fordulatszám meghatározása:

$$n = \frac{1000 \cdot v_c}{D \cdot \pi} = \frac{1000 \cdot 75,76}{468 \cdot \pi} = 51,53 \frac{1}{\text{min}}$$

A cégnél használatos gépi fordulatszám:

$$n_{g\acute{e}pi} = 100 \frac{1}{min}$$

A megváltozott forgácsolósebesség meghatározása:

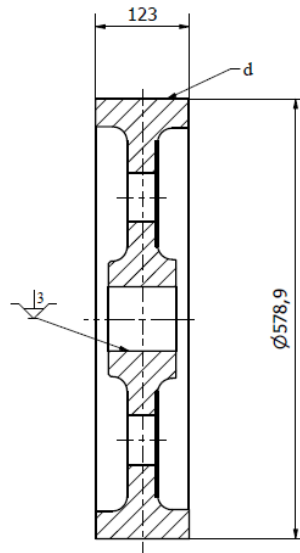
$$v_{cm} = \frac{D \cdot \pi \cdot n_{g\acute{e}pi}}{1000} = \frac{485 \cdot \pi \cdot 100}{1000} = 147,03 \frac{m}{min}$$

Az oldalazás időtartamának meghatározása:

$$t_g = \frac{L}{v_f} \cdot i = \frac{l_3 + \left(\frac{D}{2} - \frac{d}{2}\right)}{f \cdot n_{g\acute{e}pi}} \cdot i = \frac{2 + \left(\frac{468}{2} - \frac{190}{2}\right)}{0,25 \cdot 100} \cdot 1 = 5,64 \text{ min}$$

## 6.4 Palástnagyolás I. (Ø578,9 x 123 mm, „d” jelű felület)

4. ábra: A „d” jelű felület megmunkálása (forrás: saját)



Az alkalmazott forgácsolószerszám: Oldalélű esztergákés P20 25 x 25 J III. MSZ 1904 (Gyártástervezés könyv 118. táblázat)

A fogásmélység nagysága:

$$a = \frac{D - d}{2} = \frac{582,9 - 578,9}{2} = 2 \text{ mm}$$

Az előtolás értéke az  $F_c = k_c \cdot f \cdot a$  összefüggés alapján:

(fajlagos forgácsolóerő:  $k_c = 1225 \frac{N}{mm^2}$ , Műszaki táblázatok 12.12. táblázat)

$$f = \frac{F_c}{a \cdot k_c} = \frac{5200}{2 \cdot 1225} = 2,12 \frac{mm}{ford}$$

Az  $\frac{a}{f} = \frac{1}{2,12}$  viszony 0,47:1

Az ideális  $\frac{a}{f}$  viszony a szakítószilárdság és a szerszámanyag függvényében 8:1 (Műszaki táblázatok 12.22. táblázat), tehát ez alapján a fogást nem kell megosztani:  $i = 1 \text{ db}$

Ezek alapján a fogásmélység:  $a = 2 \text{ mm}$

Az ehhez tartozó ideális előtolás értéke:  $f = 0,25 \frac{\text{mm}}{\text{ford}}$ .

Az ideális előtolás alapján a megváltozott fajlagos forgácsolási erő értéke:  $k_{cm} = 1732 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$ .  
(Műszaki táblázatok 12.12. táblázat)

A keletkező forgácsolóerő nagysága:

$$F_{cm} = k_{cm} \cdot f \cdot a = 1732 \cdot 0,25 \cdot 2 = 866 \text{ N}$$

Az alkalmazott forgácsoló sebesség meghatározása:

$$v_c = v_0 \cdot K_k \cdot K_{sz} \cdot K_m \cdot K_h \cdot K_K \cdot K_T \left[ \frac{\text{m}}{\text{min}} \right]$$

A szükséges paramétereket a Gyártástervezés könyv 43-49 táblázatából választottam ki,  $K_K$  esetén  $75^\circ$ -os szerszámelhelyezési szöveget,  $K_T$  esetén  $T = 150 \text{ min}$  esetét vettem figyelembe.

Behelyettesítve:

$$v_c = 175 \cdot 0,7 \cdot 0,98 \cdot 1 \cdot 0,95 \cdot 0,83 \cdot 0,91 = 86,14 \frac{\text{m}}{\text{min}}$$

A fordulatszám meghatározása:

$$n = \frac{1000 \cdot v_c}{D \cdot \pi} = \frac{1000 \cdot 86,14}{582,9 \cdot \pi} = 47,04 \frac{1}{\text{min}}$$

A cégnél használatos gépi fordulatszám:

$$n_{g\acute{e}pi} = 100 \frac{1}{\text{min}}$$

A megváltozott forgácsolósebesség meghatározása:

$$v_{cm} = \frac{D \cdot \pi \cdot n_{g\acute{e}pi}}{1000} = \frac{582,9 \cdot \pi \cdot 100}{1000} = 183,12 \frac{\text{m}}{\text{min}}$$

A forgácsolás teljesítményszükséglete:

$$P_c = \frac{F_{cm} \cdot v_{cm}}{60 \cdot 10^3} = \frac{866 \cdot 183,12}{60 \cdot 10^3} = 2,64 \text{ kW}$$

A hajtáshoz szükséges teljesítmény meghatározása:

(a szerszám gép hatásfoka:  $\eta = 0,8$ )

$$P_h = \frac{P_c}{\eta} = \frac{2,64}{0,8} = 3,3 \text{ kW}$$

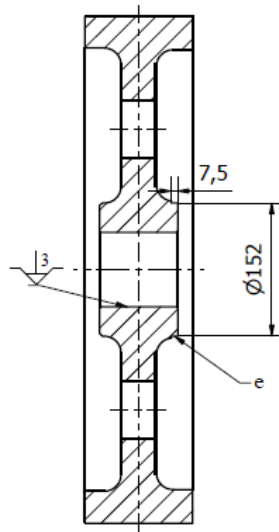
A VL-86 H CNC karusszeleszterga gépbe beépített 22 kW teljesítményű hajtómotor a számított teljesítményszükségletet maximálisan kielégíti.

A palástnagyolás időtartamának meghatározása:

$$t_g = \frac{L}{v_f} \cdot i = \frac{l_1 + L_m}{f \cdot n_{g\acute{e}pi}} \cdot i = \frac{2 + 123}{0,25 \cdot 100} \cdot 1 = 5 \text{ min}$$

## 6.5 Palástnagyolás II. ( $\text{Ø}152 \times 7,5 \text{ mm}$ , „e” jelű felület)

5. ábra: Az „e” jelű felület megmunkálása (forrás: saját)



Fontos figyelembe venni, hogy a sarokban kialakítandó R19-es lekerekítés miatt nem lehet a sarokig esztergálni, hanem csak az 3. ábrán jelölt „c” felülettől 19 mm távolságig.

Az alkalmazott forgácsolószerszám: Oldalélű esztergakés P20 25 x 25 J III. MSZ 1904 (Gyártástervezés könyv 118. táblázat)

A fogásmélység nagysága:

$$a = \frac{D - d}{2} = \frac{156 - 152}{2} = 2 \text{ mm}$$

Az előtolás értéke az  $F_c = k_c \cdot f \cdot a$  összefüggés alapján:

(fajlagos forgácsolóerő:  $k_c = 1225 \frac{N}{mm^2}$ , Műszaki táblázatok 12.12. táblázat)

$$f = \frac{F_c}{a \cdot k_c} = \frac{5200}{2 \cdot 1225} = 2,12 \frac{mm}{ford}$$

Az  $\frac{a}{f} = \frac{1}{2,12}$  viszony 0,47:1

Az ideális  $\frac{a}{f}$  viszony a szakítószilárdság és a szerszámanyag függvényében 8:1 (Műszaki táblázatok 12.22. táblázat), tehát ez alapján a fogást nem kell megosztani:  $i = 1 db$

Ezek alapján a fogásmélység:  $a = 2 mm$

Az ehhez tartozó ideális előtolás értéke:  $f = 0,25 \frac{mm}{ford}$ .

Az ideális előtolás alapján a megváltozott fajlagos forgácsolási erő értéke:  $k_{cm} = 1732 \frac{N}{mm^2}$ .  
(Műszaki táblázatok 12.12. táblázat)

A keletkező forgácsolóerő nagysága:

$$F_{cm} = k_{cm} \cdot f \cdot a = 1732 \cdot 0,25 \cdot 2 = 866 N$$

Az alkalmazott forgácsoló sebesség meghatározása:

$$v_c = v_0 \cdot K_k \cdot K_{sz} \cdot K_m \cdot K_h \cdot K_K \cdot K_T \left[ \frac{m}{min} \right]$$

A szükséges paramétereket a Gyártástervezés könyv 43-49 táblázatából választottam ki,  $K_K$  esetén 75°-os szerszámelhelyezési szöget,  $K_T$  esetén  $T = 150 min$  esetét vettem figyelembe.

Behelyettesítve:

$$v_c = 175 \cdot 0,7 \cdot 0,98 \cdot 1 \cdot 0,95 \cdot 0,83 \cdot 0,91 = 86,14 \frac{m}{min}$$

A fordulatszám meghatározása:

$$n = \frac{1000 \cdot v_c}{D \cdot \pi} = \frac{1000 \cdot 86,14}{156 \cdot \pi} = 175,76 \frac{1}{min}$$

A cégnél használatos gépi fordulatszám:

$$n_{gépi} = 100 \frac{1}{min}$$

A megváltozott forgácsolósebesség meghatározása:

$$v_{cm} = \frac{D \cdot \pi \cdot n_{gépi}}{1000} = \frac{156 \cdot \pi \cdot 100}{1000} = 49,01 \frac{m}{min}$$

A forgácsolás teljesítményszükséglete:

$$P_c = \frac{F_{cm} \cdot v_{cm}}{60 \cdot 10^3} = \frac{866 \cdot 49,01}{60 \cdot 10^3} = 0,71 \text{ kW}$$

A hajtáshoz szükséges teljesítmény meghatározása:

(a szerszámgép hatásfoka:  $\eta = 0,8$ )

$$P_h = \frac{P_c}{\eta} = \frac{0,71}{0,8} = 0,89 \text{ kW}$$

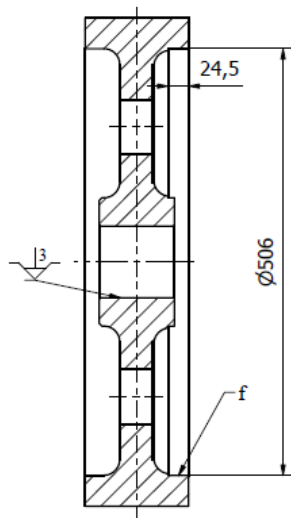
A VL-86 H CNC karusszeleszterga gépbe beépített 22 kW teljesítményű hajtómotor a számított teljesítményszükségletet maximálisan kielégíti.

A palástnagyolás időtartamának meghatározása:

$$t_g = \frac{L}{v_f} \cdot i = \frac{l_1 + L_m}{f \cdot n_{gépi}} \cdot i = \frac{2 + 7,5}{0,25 \cdot 100} \cdot 1 = 0,38 \text{ min}$$

## 6.6 Belső palástnagyolás (Ø506 x 24,5 mm, „f” jelű felület)

6. ábra: Az „f” jelű felület megmunkálása (forrás: saját)



Fontos figyelembe venni, hogy a sarokban kialakítandó R19-es lekerekítés miatt nem lehet a sarokig esztergálni, hanem csak az 13. ábrán jelölt „m” felülettől 19 mm távolsáig.

Az alkalmazott forgácsolószerszám: Oldalélú esztergákés P20 25 x 25 J III. MSZ 1904  
(Gyártástervezés könyv 118. táblázat)

A fogásmélység nagysága:

$$a = \frac{|D - d|}{2} = \frac{|502 - 506|}{2} = 2 \text{ mm}$$

Az előtolás értéke az  $F_c = k_c \cdot f \cdot a$  összefüggés alapján:

(fajlagos forgácsolóerő:  $k_c = 1225 \frac{N}{mm^2}$ , Műszaki táblázatok 12.12. táblázat)

$$f = \frac{F_c}{a \cdot k_c} = \frac{5200}{2 \cdot 1225} = 2,12 \frac{mm}{ford}$$

Az  $\frac{a}{f} = \frac{1}{2,12}$  viszony 0,47:1

Az ideális  $\frac{a}{f}$  viszony a szakítószilárdság és a szerszámanyag függvényében 8:1 (Műszaki táblázatok 12.22. táblázat), tehát ez alapján a fogást nem kell megosztani:  $i = 1 \text{ db}$

Ezek alapján a fogásmélység:  $a = 2 \text{ mm}$

Az ehhez tartozó ideális előtolás értéke:  $f = 0,25 \frac{mm}{ford}$ .

Az ideális előtolás alapján a megváltozott fajlagos forgácsolási erő értéke:  $k_{cm} = 1732 \frac{N}{mm^2}$ .  
(Műszaki táblázatok 12.12. táblázat)

A keletkező forgácsolóerő nagysága:

$$F_{cm} = k_{cm} \cdot f \cdot a = 1732 \cdot 0,25 \cdot 2 = 866 \text{ N}$$

Az alkalmazott forgácsoló sebesség meghatározása:

$$v_c = v_0 \cdot K_k \cdot K_{sz} \cdot K_m \cdot K_h \cdot K_K \cdot K_T \left[ \frac{m}{min} \right]$$

A szükséges paramétereket a Gyártástervezés könyv 43-49 táblázatából választottam ki,  $K_K$  esetén  $75^\circ$ -os szerszámelhelyezési szöget,  $K_T$  esetén  $T = 150 \text{ min}$  esetét vettem figyelembe.

Behelyettesítve:

$$v_c = 175 \cdot 0,7 \cdot 0,98 \cdot 1 \cdot 0,95 \cdot 0,83 \cdot 0,91 = 86,14 \frac{m}{min}$$

---

A fordulatszám meghatározása:

$$n = \frac{1000 \cdot v_c}{D \cdot \pi} = \frac{1000 \cdot 86,14}{502 \cdot \pi} = 54,62 \frac{1}{\text{min}}$$

A cégnél használatos gépi fordulatszám:

$$n_{\text{gépi}} = 100 \frac{1}{\text{min}}$$

A megváltozott forgácsolósebesség meghatározása:

$$v_{cm} = \frac{D \cdot \pi \cdot n_{\text{gépi}}}{1000} = \frac{502 \cdot \pi \cdot 100}{1000} = 157,71 \frac{\text{m}}{\text{min}}$$

A forgácsolás teljesítményszükséglete:

$$P_c = \frac{F_{cm} \cdot v_{cm}}{60 \cdot 10^3} = \frac{866 \cdot 157,71}{60 \cdot 10^3} = 2,28 \text{ kW}$$

A hajtáshoz szükséges teljesítmény meghatározása:

(a szerszám gép hatásfoka:  $\eta = 0,8$ )

$$P_h = \frac{P_c}{\eta} = \frac{2,28}{0,8} = 2,85 \text{ kW}$$

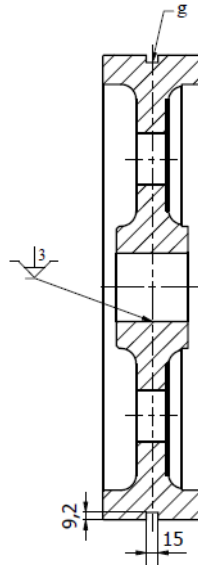
A VL-86 H CNC karusszeleszterga gépbe beépített 22 kW teljesítményű hajtómotor a számított teljesítményszükségletet maximálisan kielégíti.

A belső palástnagyolás időtartamának meghatározása:

$$t_g = \frac{L}{v_f} \cdot i = \frac{l_1 + L_m}{f \cdot n_{\text{gépi}}} \cdot i = \frac{2 + 24,5}{0,25 \cdot 100} \cdot 1 = 1,06 \text{ min}$$

## 6.7 Beszúrás (Ø560,5-re x 15 mm, 61,5 mm-nél, „g” jelű felület)

7. ábra: A „g” jelű felület megmunkálása (forrás: saját)



Az alkalmazott forgácsolószerszám: Szűrő esztergákés P20 15 x 25 J III. MSZ 1294  
(Gyártástervezés könyv 119. táblázat)

A fogásmélység:  $a = 9,2 \text{ mm}$

Az előtolás értéke:  $f = 0,25 \frac{\text{mm}}{\text{ford}}$ .

A fogások száma:  $i = 3 \text{ db}$  (5 mm-es főél esetén)

Az alkalmazott forgácsoló sebesség meghatározása:

$$v_c = v_0 \cdot K_k \cdot K_{sz} \cdot K_m \cdot K_h \cdot K_K \cdot K_T \left[ \frac{\text{m}}{\text{min}} \right]$$

A szükséges paramétereket a Gyártástervezés könyv 43-49 táblázatából választottam ki,  $K_K$  esetén 90°-os szerszámelhelyezési szöget,  $K_T$  esetén  $T = 150 \text{ min}$  esetét vettem figyelembe.

Behelyettesítve:

$$v_c = 175 \cdot 0,7 \cdot 0,98 \cdot 0,3 \cdot 0,95 \cdot 0,73 \cdot 0,91 = 22,73 \frac{\text{m}}{\text{min}}$$

A fordulatszám meghatározása:

$$n = \frac{1000 \cdot v_c}{D \cdot \pi} = \frac{1000 \cdot 22,73}{578,9 \cdot \pi} = 12,5 \frac{1}{\text{min}}$$

A cégnél használatos gépi fordulatszám:

$$n_{\text{gépi}} = 100 \frac{1}{\text{min}}$$

A megváltozott forgácsolósebesség meghatározása:

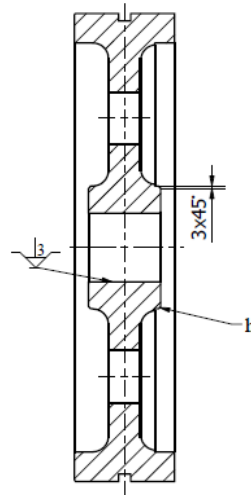
$$v_{cm} = \frac{D \cdot \pi \cdot n_{g\acute{e}pi}}{1000} = \frac{578,9 \cdot \pi \cdot 100}{1000} = 181,87 \frac{m}{min}$$

A beszúrás időtartamának meghatározása:

$$t_g = \frac{L}{v_f} \cdot i = \frac{L_m}{f \cdot n_{g\acute{e}pi}} \cdot i = \frac{9,2}{0,25 \cdot 100} \cdot 3 = 1,1 \text{ min}$$

### 6.8 Élletörés I. (3 x 45°, „h” felület)

8. ábra: A „h” jelű felület megmunkálása (forrás: saját)



Az alkalmazott forgácsolószerszám: Oldalélű esztergakés P20 25 x 25 J III. MSZ 1904  
(Gyártástervezés könyv 118. táblázat)

A fogásmélység:  $a = 3 \text{ mm}$

A fogások száma:  $i = 1 \text{ db}$

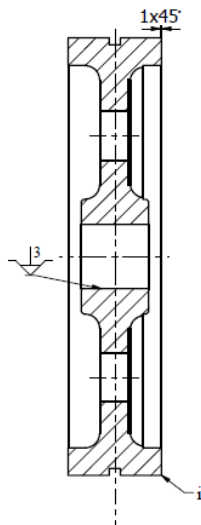
Az előtolás értéke:  $f = 0,25 \frac{mm}{ford}$

A cégnél használatos gépi fordulatszám:  $n_{g\acute{e}pi} = 100 \frac{1}{min}$

Az alkalmazott forgácsoló sebesség:  $v_c = 157,71 \frac{m}{min}$

## 6.9 Életörés II. (1 x 45°, „i” felület)

9. ábra: Az „i” jelű felület megmunkálása (forrás: saját)



Az alkalmazott forgácsolószerszám: Oldalélű esztergakés P20 25 x 25 J III. MSZ 1904  
(Gyártástervezés könyv 118. táblázat)

A fogásmélység:  $a = 1 \text{ mm}$

A fogások száma:  $i = 1 \text{ db}$

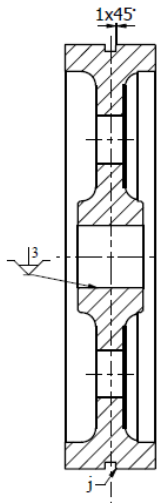
Az előtolás értéke:  $f = 0,25 \frac{\text{mm}}{\text{ford}}$

A cégnél használatos gépi fordulatszám:  $n_{\text{gépi}} = 100 \frac{1}{\text{min}}$

Az alkalmazott forgácsoló sebesség:  $v_c = 157,71 \frac{\text{m}}{\text{min}}$

## 6.10 Életörés III. (1 x 45°, „j” felület)

10. ábra: A „j” jelű felület megmunkálása (forrás: saját)



Az alkalmazott forgácsolószerszám: Oldalélű esztergakés P20 25 x 25 J III. MSZ 1904  
(Gyártástervezés könyv 118. táblázat)

A fogásmélység:  $a = 1 \text{ mm}$

A fogások száma:  $i = 1 \text{ db}$

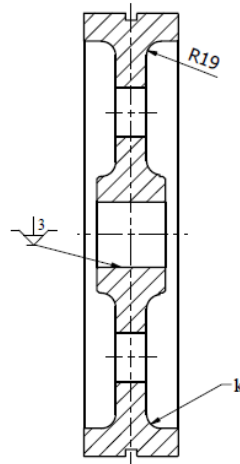
Az előtolás értéke:  $f = 0,25 \frac{\text{mm}}{\text{ford}}$

A cégnél használatos gépi fordulatszám:  $n_{\text{gépi}} = 100 \frac{1}{\text{min}}$

Az alkalmazott forgácsoló sebesség:  $v_c = 157,71 \frac{\text{m}}{\text{min}}$

### 6.11 Lekerekítés I. (R19, „k” jelű felület)

11. ábra: A „k” jelű felület megmunkálása (forrás: saját)



Az alkalmazott forgácsolószerszám: SZ001 egyedi szerszám (9. melléklet)

A fogásmélység:  $a = 19 \text{ mm}$

A fogások száma:  $i = 1 \text{ db}$

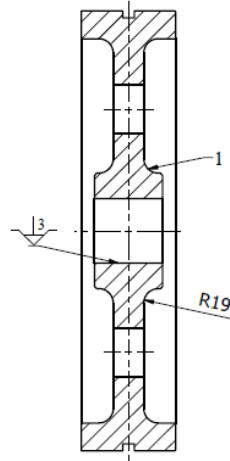
Az előtolás értéke:  $f = 0,25 \frac{\text{mm}}{\text{ford}}$

A cégnél használatos gépi fordulatszám:  $n_{\text{gépi}} = 100 \frac{1}{\text{min}}$

Az alkalmazott forgácsoló sebesség:  $v_c = 157,71 \frac{\text{m}}{\text{min}}$

## 6.12 Lekerekítés II. (R19, „l” jelű felület)

12. ábra: Az „l” jelű felület megmunkálása (forrás: saját)



Az alkalmazott forgácsolószerszám: SZ001 egyedi szerszám (9. melléklet)

A fogásmélység:  $a = 19 \text{ mm}$

A fogások száma:  $i = 1 \text{ db}$

Az előtolás értéke:  $f = 0,25 \frac{\text{mm}}{\text{ford}}$

A cégnél használatos gépi fordulatszám:  $n_{\text{gépi}} = 100 \frac{1}{\text{min}}$

Az alkalmazott forgácsoló sebesség:  $v_c = 157,71 \frac{\text{m}}{\text{min}}$

## 5. melléklet: Esztergálás III. számításai

### 7. művelet: Esztergálás III.

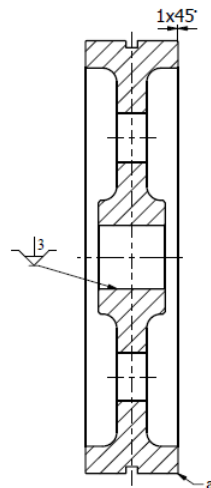
Ezen műveletben szereplő műveletelemek értelmező ábrái az 1.-2. sorszámok közötti ábrákon találhatóak!

Ezen művelethez tartozó műveleti utasítást a 13. melléklet tartalmazza!

A választott szerszámgép ugyanaz, mint az Esztergálás I. műveletben, így a rá jellemző paraméterek is ugyanazok.

### 7.1 Élletörés I. (1 x 45°, „a” jelű felület)

1. ábra: Az „a” jelű felület megmunkálása (forrás: saját)



Az alkalmazott forgácsolószerszám: Oldalélű esztergakés P20 25 x 25 J III. MSZ 1904 (Gyártástervezés könyv 118. táblázat)

A fogásmélység:  $a = 1 \text{ mm}$

A fogások száma:  $i = 1 \text{ db}$

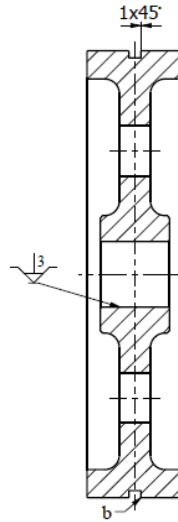
Az előtolás értéke:  $f = 0,25 \frac{\text{mm}}{\text{ford}}$

A cégnél használatos gépi fordulatszám:  $n_{\text{gépi}} = 100 \frac{1}{\text{min}}$

Az alkalmazott forgácsoló sebesség:  $v_c = 157,71 \frac{\text{m}}{\text{min}}$

## 7.2 Életörés II. (1 x 45°, „b” jelű felület)

2. ábra: A „b” jelű felület megmunkálása (forrás: saját)



Az alkalmazott forgácsolószerszám: Oldalélű esztergakés P20 25 x 25 J III. MSZ 1904  
(Gyártástervezés könyv 118. táblázat)

A fogásmélység:  $a = 1 \text{ mm}$

A fogások száma:  $i = 1 \text{ db}$

Az előtolás értéke:  $f = 0,25 \frac{\text{mm}}{\text{ford}}$

A cégnél használatos gépi fordulatszám:  $n_{\text{gépi}} = 100 \frac{1}{\text{min}}$

Az alkalmazott forgácsoló sebesség:  $v_c = 157,71 \frac{\text{m}}{\text{min}}$

## 6. melléklet: Vésés számításai

### 9. művelet: Vésés

Ezen műveletben szereplő műveletelem értelmező ábrája az 1. sorszámú ábrán található!

Ezen művelethez tartozó műveleti utasítást a 14. melléklet tartalmazza!

A választott szerszámgép: B5032 függőleges vésőgép

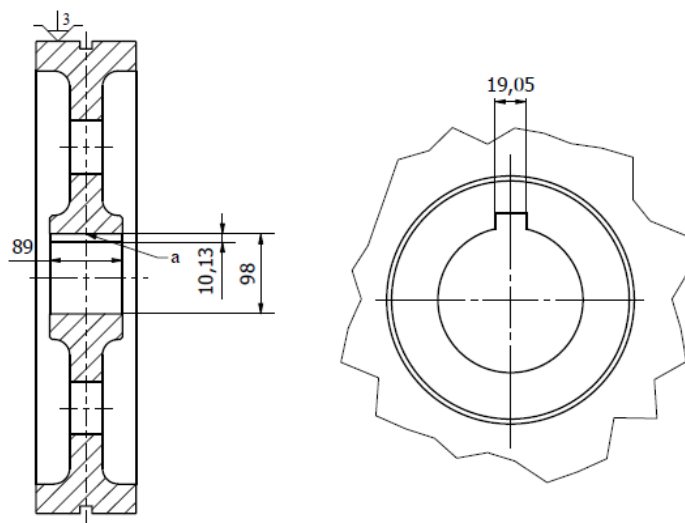
A választott szerszámgép jellemzői:

- A hajtómotor teljesítménye: 4 kW
- Percenkénti löketség szám tartomány:  $20 - 120 \frac{1}{min}$
- A késtartóba befogható késszár maximális keresztmetszete: 20 x 20 mm
- A munkalöketi sebesség:  $v_m = 25 \frac{m}{min}$
- Az üresjárat sebesség:  $v_{ü} = 15 \frac{m}{min}$

A szerszámra megengedett legnagyobb főforgácsoló erő értéke:  $F_c = 2760 \text{ N}$ , 100 mm késkinyúlás esetén (Gyártástervezés könyv 41. táblázat).

### 9.1 Vésés (19,05 x 10,13 x 89 mm, „a” jelű felület)

1. ábra: A „a” jelű felület megmunkálása (forrás: saját)



A fogasmélység:  $a = 0,4 \text{ mm}$

Az előtolás értéke:  $f = 0,4 \frac{\text{mm}}{\text{kettőslöklet}}$

A fogások száma:  $i = 26 \text{ db}$

A munkalöketi sebesség:  $v_m = 25 \frac{\text{m}}{\text{min}}$

Az üresjárat sebesség:  $v_{\bar{u}} = 15 \frac{\text{m}}{\text{min}}$

Az alkalmazott forgácsolószerszám: SZ002 egyedi szerszám (10. melléklet)

Az alkalmazott közepes forgácsoló sebesség meghatározása:

$$v_k = \frac{2 \cdot v_m \cdot v_{\bar{u}}}{v_m + v_{\bar{u}}} = \frac{2 \cdot 25 \cdot 15}{25 + 15} = 18,75 \frac{\text{m}}{\text{min}}$$

Percenkénti kettőslöketek számának meghatározása:

$$n_k = \frac{1000 \cdot v_k}{2 \cdot L} = \frac{1000 \cdot v_k}{2 \cdot (l_1 + L_m + l_2)} = \frac{1000 \cdot 18,75}{2 \cdot (2 + 89 + 2)} = 100,81 \frac{1}{\text{min}}$$

A beállított gépi kettőslöketszám (valójában csak löketség állítható be, így a kétszerese veendő kettőslöketszámnak):

$$n_{k, \text{gépi}} = 100 \frac{1}{\text{min}}$$

A megváltozott közepes forgácsolósebesség meghatározása:

$$v_{km} = \frac{2 \cdot n_{k, \text{gépi}} \cdot L_m}{1000} = \frac{2 \cdot 100 \cdot 89}{1000} = 17,8 \frac{\text{m}}{\text{min}}$$

A forgácsolás teljesítményszükséglete:

$$P_c = \frac{F_c \cdot v_{km}}{60 \cdot 10^3} = \frac{2760 \cdot 17,8}{60 \cdot 10^3} = 0,82 \text{ kW}$$

A hajtáshoz szükséges teljesítmény meghatározása:

(a szerszámgép hatásfoka:  $\eta = 0,8$ )

$$P_h = \frac{P_c}{\eta} = \frac{0,82}{0,8} = 1,03 \text{ kW}$$

A B5032 függőleges vésőgépbe beépített 4 kW teljesítményű hajtómotor a számított teljesítményszükségletet maximálisan kielégíti.

A vésés időtartamának meghatározása:

---

$$t_g = \frac{L}{v_f} \cdot i = \frac{l_1 + L_m}{f \cdot n_{k,gépi}} \cdot i = \frac{2 + 10,13}{0,4 \cdot 100} \cdot 26 = 7,88 \text{ min}$$

$L_m$  a vésés időtartamának meghatározásában a vésésmélységet jelöli!

---

## 7. melléklet: Fogazás I. számításai

### 11. művelet: Fogazás I.

**Ezen műveletben szereplő műveletelem értelmező ábrája az 1. sorszámú ábrán található!**

**Ezen művelethez tartozó műveleti utasítást a 15. melléklet tartalmazza!**

A választott szerszámgép: FELLOWS 36-6 fogazógép

A választott szerszámgép jellemzői:

- A hajtómotor teljesítménye: 3,7 kW
- Percenkénti kettőslöketszám tartomány:  $30 - 200 \frac{1}{min}$

Az alkalmazott forgácsolószerszám: Metszőkerék 3,5 A DIN 1825 HSS-E (T53203)

Az alkalmazott szerszám jellemzői:

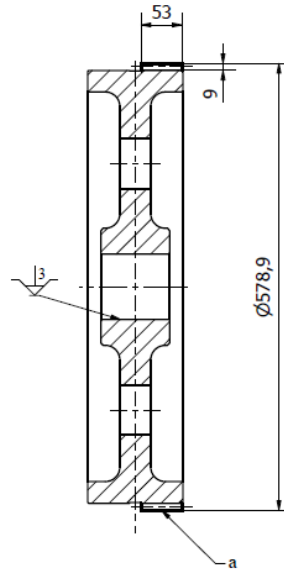
- Fogszáma:  $z_{sz} = 28 db$
- Modul:  $m = 3,5 mm$
- Névleges átmérő:  $D = 101,5 mm$
- Furat átmérő:  $d_0 = 44,45 mm$

A gyártandó fogaskerék jellemzői:

- Fogszáma:  $z_f = 143 db$
- Modul:  $m = 3,5 mm$

## 11.1 Fogazás (Ø578,9 x 52 mm, z = 143 db, m = 3,5 mm, β = 30°, „a” jelű felület)

*1. ábra: Az „a” jelű felület megmunkálása (forrás: saját)*



Az előtolás értéke:  $f = 1 \frac{\text{mm}}{\text{kettőslöklet}}$

A fogásmélység:  $a = 1 \text{ mm}$

Fogások száma:  $i = 9 \text{ db}$

Helixszög értéke:  $\beta = 30^\circ$

A beállított gépi szerszám fordulatszám:

$$n_{sz, gépi} = 2 \frac{1}{\text{min}}$$

Fellows eljárás alapelve:

$$\frac{n_{sz}}{n_f} = \frac{z_f}{z_{sz}}$$

Ebből kifejezve az alkatrész fordulatszáma:

$$n_f = n_{sz} \cdot \frac{z_{sz}}{z_f} = 2 \cdot \frac{28}{143} = 0,39 \frac{1}{\text{min}}$$

---

Csak a szerszám fordulatszáma állítható, de a gépi áttétel ehhez automatikusan beállítja az alkatrész fordulatszámát is.

A választott és beállított percenkénti kettőslöketszám:

$$n_{k,gépi} = 100 \frac{1}{min}$$

A 30°-os nyílfofazás miatt megváltozott modul értékének meghatározása:

$$m_m = \frac{m}{\cos 30^\circ} = \frac{3,5}{\cos 30^\circ} = 4 \text{ mm}$$

A fogmagasság értéke:

$$h = 2,25 \cdot m_m = 2,25 \cdot 4 = 9 \text{ mm}$$

Az osztókör átmérő meghatározása:

$$d_k = z_f \cdot m_m = 143 \cdot 4 = 572 \text{ mm}$$

A forgácsolósebesség meghatározása:

$$v_c = \frac{2 \cdot L \cdot n_{k,gépi}}{1000} = \frac{2 \cdot 52 \cdot 100}{1000} = 10,4 \frac{m}{min}$$

A főforgácsoló erő meghatározása:

$$F_c = k_c \cdot f \cdot a = 1225 \cdot 1 \cdot 1 = 1225 \text{ N}$$

(fajlagos forgácsolóerő:  $k_c = 1225 \frac{N}{mm^2}$ , Műszaki táblázatok 12.12. táblázat)

A forgácsolás teljesítményszükséglete:

$$P_c = \frac{F_c \cdot v_c}{60 \cdot 10^3} = \frac{1225 \cdot 10,4}{60 \cdot 10^3} = 0,21 \text{ kW}$$

A hajtáshoz szükséges teljesítmény meghatározása:

(a szerszámgép hatásfoka:  $\eta = 0,8$ )

$$P_h = \frac{P_c}{\eta} = \frac{0,21}{0,8} = 0,26 \text{ kW}$$

A FELLOWS 36-6 fogazógépbe beépített 3,7 kW teljesítményű hajtómotor a számított teljesítményszükségletet maximálisan kielégíti.



Az előtolás értéke:  $f = 1 \frac{mm}{kettőslöklet}$

A fogásmélység:  $a = 1 mm$

Fogások száma:  $i = 9 db$

Helixszög értéke:  $\beta = -30^\circ$

A beállított gépi szerszám fordulatszám:

$$n_{sz,gépi} = 2 \frac{1}{min}$$

Fellows eljárás alapelve:

$$\frac{n_{sz}}{n_f} = \frac{z_f}{z_{sz}}$$

Ebből kifejezve az alkatrész fordulatszáma:

$$n_f = n_{sz} \cdot \frac{z_{sz}}{z_f} = 2 \cdot \frac{28}{143} = 0,39 \frac{1}{min}$$

Csak a szerszám fordulatszáma állítható, de a gépi áttétel ehhez automatikusan beállítja az alkatrész fordulatszámát is.

A választott és beállított percenkénti kettőslöketszám:

$$n_{k,gépi} = 100 \frac{1}{min}$$

A 30°-os nyílfogazás miatt megváltozott modul értékének meghatározása:

$$m_m = \frac{m}{\cos 30^\circ} = \frac{3,5}{\cos 30^\circ} = 4 mm$$

A fogmagasság értéke:

$$h = 2,25 \cdot m_m = 2,25 \cdot 4 = 9 mm$$

Az osztókör átmérő meghatározása:

$$d_k = z_f \cdot m_m = 143 \cdot 4 = 572 mm$$

A forgácsolósebesség meghatározása:

$$v_c = \frac{2 \cdot L \cdot n_{k,gépi}}{1000} = \frac{2 \cdot 53 \cdot 100}{1000} = 10,6 \frac{m}{min}$$

A főforgácsoló erő meghatározása:

$$F_c = k_c \cdot f \cdot a = 1225 \cdot 1 \cdot 1 = 1225 N$$

(fajlagos forgácsolóerő:  $k_c = 1225 \frac{N}{mm^2}$ , Műszaki táblázatok 12.12. táblázat)

A forgácsolás teljesítményszükséglete:

$$P_c = \frac{F_c \cdot v_c}{60 \cdot 10^3} = \frac{1225 \cdot 10,6}{60 \cdot 10^3} = 0,22 kW$$

A hajtáshoz szükséges teljesítmény meghatározása:

(a szerszám gép hatásfoka:  $\eta = 0,8$ )

$$P_h = \frac{P_c}{\eta} = \frac{0,22}{0,8} = 0,275 kW$$

A FELLOWS 36-6 fogazógépbe beépített 3,7 kW teljesítményű hajtómotor a számított teljesítményszükségletet maximálisan kielégíti.

A fogazás időtartamának meghatározása:

$$t_g = \frac{h \cdot z_f}{v_f} \cdot i = \frac{h \cdot z_f}{f \cdot n_{k,gépi}} \cdot i = \frac{9 \cdot 143}{1 \cdot 100} \cdot 9 = 115,83 min = 1,93 h$$

## **SZERSZÁMKÉRŐ LAPOK**

## 9. melléklet: Szerszám vagy készülékkérő lap I.

Vállalat: MATE, Szent István Campus, MI Anyagtudományi és Gépipari Folyamatok Tanszék	Munkadarab megnevezése:  Fogaskerék	Műveletterv száma:  1/13	
Rajzszám:			
Művelet jele: 5; 6.	Művelet megnevezése: Esztergálás I, Esztergálás II.	Gyártási jel:	
Szerszám vagy készülék neve: <b>R19-es rádiuszkés</b>			
Vázlat:			
Műszaki előírás, magyarázat:			
A „g” és „h”, illetve a „k” és „l” jelű lekerekítések kialakításához jobbos rádiuszkés elkészítése szükséges, amelynek R19-es profilúnak kell lennie.			
Anyaga HS 18 0 1, amelyet a VL-86 H CNC karusszeleszterga gépen történő megmunkálásra használunk. A készsár keresztmetszete 25 x 25 mm.			
A késkinyúlás 100 mm.			
Munkagép	Szerszám vagy készülék rajzszáma:	Egyszerre befogott darabok száma:	Készítendő készülék(db):
Megnevezés      Leltári szám	SZ001	1 db.	1 db.
VL-86 H			
	Készülék jele:	Összes munkadarab száma:	Mérési eljárás:
		30 db	

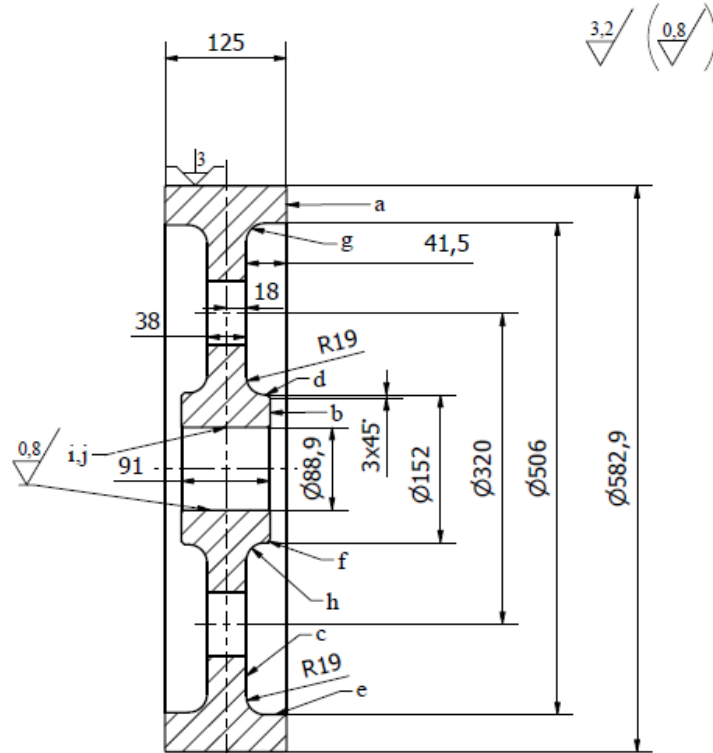
## 10. melléklet: Szerszám vagy készülékkérő lap II.

Vállalat: MATE, Szent István Campus, MI Anyagtudományi és Gépipari Folyamatok Tanszék	Munkadarab megnevezése:  Fogaskerék	Műveletterv száma:  2/13	
Rajzszám:			
Művelet jele: 9.	Művelet megnevezése: Vésés.	Gyártási jel:	
Szerszám vagy készülék neve: <b>Horonyvésőkés</b>			
Vázlat:			
Műszaki előírás, magyarázat:			
A „a” jelű felület kialakításához horonyvésőkés elkészítése szükséges.			
Anyaga HS 18 0 1, amelyet a B5032 függőleges vésőgépen történő megmunkálásra használunk. A főél hossza 19,05 mm. A késszár keresztmetszete 20 x 20 mm.			
A késkinyúlás 100 mm.			
Munkagép	Szerszám vagy készülék rajzszáma:	Egyszerre befogott darabok száma:	Készítendő készülék(db):
Megnevezés      Leltári szám	SZ002	1 db.	1 db.
B5032			
	Készülék jele:	Összes munkadarab száma:	Mérési eljárás:
		30 db	

## **MŰVELETI UTASÍTÁSOK**

MATE, Szent István Campus, MI Anyagtudományi és Gépipari Folyamatok Tanszék		<b>11. melléklet</b> <b>MŰVELETI UTASÍTÁS</b> forgácsolásra		Lapszám: 3/13
Rajzszám:		Munkadarab megnevezése: Fogaskerék		Művelet száma: 5.
Anyag: GGG60	Nyersméret: Ø582,9 x 127 mm	Művelet megnevezése: Esztergálás I.	Műveleti ut. száma: 1/6	

Vázlat:



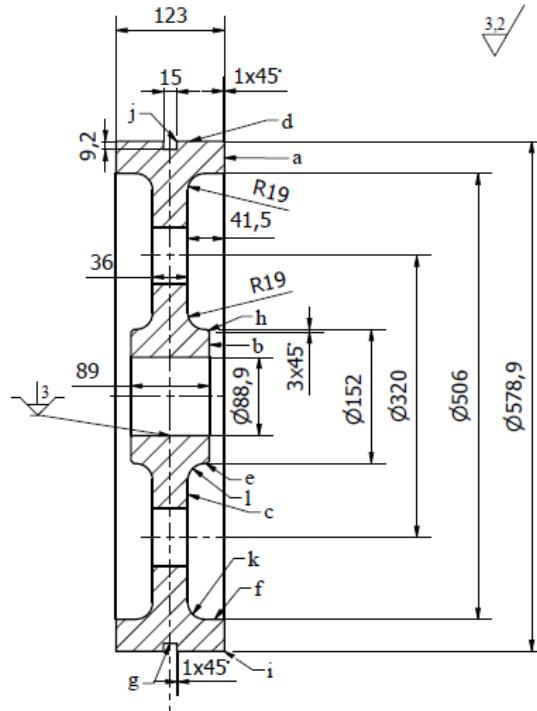
Sorsz.	Művelet tagozódása	Megm. felület	Szerszám, mérőeszköz, készülék	v m/min	n ford/p	f mm/f	a mm.	i
	Befog tokmányba							
1.	Oldalaz tisztára I.	a	Homlokélű esztergakés P20 25 x 25 J III. MSZ 1903	183,12	100	0,25	2	1
2.	Oldalaz tisztára II.	b	Homlokélű esztergakés P20 25 x 25 J III. MSZ 1903	49,01	100	0,25	2	1
3.	Oldalaz tisztára III.	c	Fenéklyukkés P20 25 x 25 J III. MSZ 1913	147,03	100	0,25	2	1
4.	Palástot nagyol Ø152 x 7,5 mm	d	Oldalélű esztergakés P20 25 x 25 J III. MSZ 1904	49,01	100	0,25	2	1
5.	Belső palást nagyol Ø506 x 24,5 mm	e	Oldalélű esztergakés P20 25 x 25 J III. MSZ 1904	157,71	100	0,25	2	1
6.	Élt letör 3 x 45°	f	Oldalélű esztergakés P20 25 x 25 J III. MSZ 1904	157,71	100	0,25	3	1
7.	Élt lekerekít I. R19	g	SZ001 egyedi szerszám	157,71	100	0,25	19	1
8.	Élt lekerekít II. R19	h	SZ001 egyedi szerszám	157,71	100	0,25	19	1
9.	Furatot nagyol Ø88,7 x 91 mm	i	Átmenő lyukkés P20 25 x 25 J III. MSZ 1912	26,67	100	0,25	1,9	1
10.	Furatot simít Ø88,9 x 91 mm	j	Átmenő lyukkés P20 25 x 25 J III. MSZ 1912	27,87	100	0,07	0,1	1

Kiállította:		Kelte:	Ellenőrizte:	Kelte:	Darabidő:	Elkészülési idő:	Érv.darabszámra:	
Sirok Robin		2025.10.05.			norm. i.	pótidő	norm. i.	pótidő
		Javítások						30
Jel	Javította:	Kelte:	Ellenőr.:	Kelte:	Műhely:	Csoport:	Géptípus	
							norm.	a VL-86 -H
							szükség szerinti változat	b
								c
Kapja: péld.								d
oszt:								



MATE, Szent István Campus, MI Anyagtudományi és Gépipari Folyamatok Tanszék		<b>12. melléklet</b> <b>MŰVELETI UTASÍTÁS</b> forgácsolásra		Lapszám: 5/13
Rajzsám:		Munkadarab megnevezése: Fogaskerék		Művelet száma: 6.
Anyag: GGG60	Nyersméret: Ø582,9 x 125 mm	Művelet megnevezése: Esztergálás II.	Műveleti ut. száma: 2/6	

Vázlat:



Sorsz	Művelet tagozódása	Megm. felület	Szerszám, mérőeszköz, készülék	v m/min	n ford/p	f mm/f	a mm.	i
	Befog tokmányba							
1.	Oldalaz méretre I.	a	Homlokélű esztergakés P20 25 x 25 J III. MSZ 1903	183,12	100	0,25	2	1
2.	Oldalaz méretre II.	b	Homlokélű esztergakés P20 25 x 25 J III. MSZ 1903	49,01	100	0,25	2	1
3.	Oldalaz méretre III.	c	Fenéklyukkés P20 25 x 25 J III. MSZ 1913	147,03	1 00	0,25	2	1
4.	Palástot nagyol I. Ø578,9 x 123 mm	d	Oldalélű esztergakés P20 25 x 25 J III. MSZ 1904	183,12	100	0,25	2	1
5.	Palástot nagyol II. Ø152 x 7,5 mm	e	Oldalélű esztergakés P20 25 x 25 J III. MSZ 1904	49,01	100	0,25	2	1
6.	Belső palást nagyol Ø506 x 24,5 mm	f	Oldalélű esztergakés P20 25 x 25 J III. MSZ 1904	157,71	100	0,25	2	1
7.	Beszűrés Ø560,5-re x 15 mm, 61,5 mm-nél	g	Szűrő esztergakés P20 15 x 25 J III. MSZ 1294	181,87	100	0,25	9,2	3
8.	Élt letör I. 3 x 45°	h	Oldalélű esztergakés P20 25 x 25 J III. MSZ 1904	157,71	100	0,25	3	1
9.	Élt letör II. 1 x 45°	i	Oldalélű esztergakés P20 25 x 25 J III. MSZ 1904	157,71	100	0,25	1	1
10.	Élt letör III. 1 x 45°	j	Oldalélű esztergakés P20 25 x 25 J III. MSZ 1904	157,71	100	0,25	1	1
Kiállította:		Kelte:	Ellenőrizte:	Kelte:	Darabidő:	Elkészülési idő:		Érv.darabszámra:
Sirok Robin		2025.10.05.			norm. i.	pótidő	norm. i.	pótidő
		Javítások						30
Jel	Javította:	Kelte:	Ellenőr.:	Kelte:	Műhely:	Csoport:	Géptípus	
							norm.	a VL-86 -H
							szükség szerinti változat	b
								c
Kapja: péld.								d
oszt:								



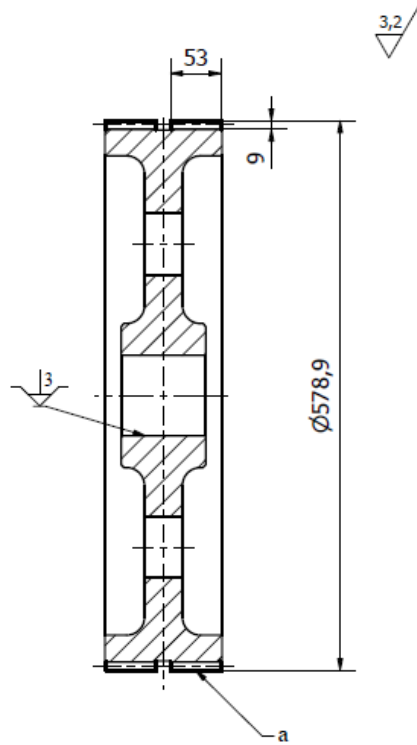






MATE, Szent István Campus, MI Anyagtudományi és Gépipari Folyamatok Tanszék		<b>16. melléklet</b> <b>MŰVELETI UTASÍTÁS</b> forgácsolásra		Lapszám: 10/13
Rajzsám:		Munkadarab megnevezése: Fogaskerék		Művelet száma: 12.
Anyag: GGG60	Nyersméret: Ø578,9 x 123 mm	Művelet megnevezése: Fogazás II	Műveleti ut. száma: 6/6	

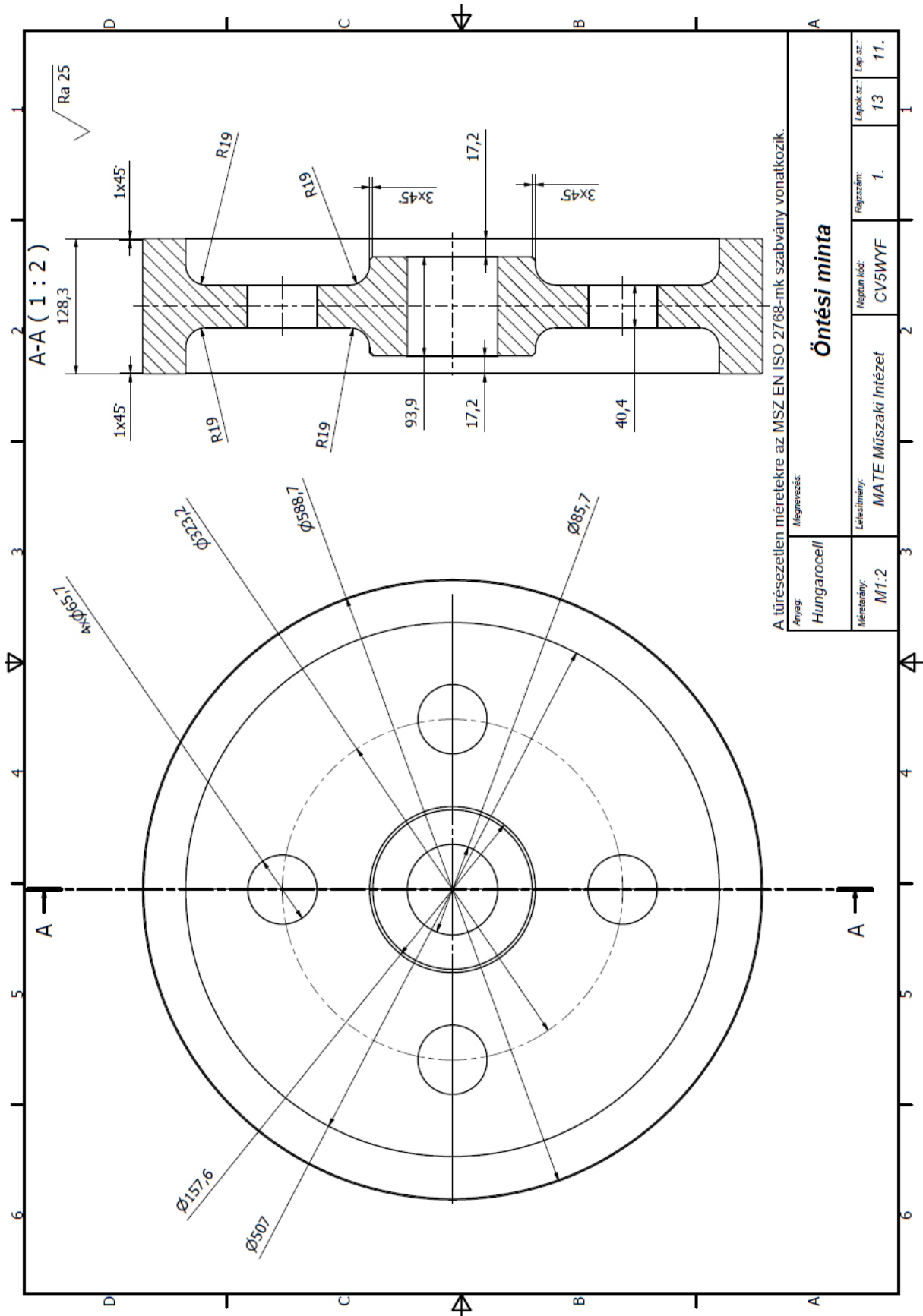
Vázlat:



Sorsz.	Művelet tagozódása	Megm. felület	Szerszám, mérőeszköz, készülék	v m/min	n ket.l./p	f mm/k.l.	a mm.	i
	Befog tokmányba							
1.	Fogaz $z = 143$ , $m = 3,5$ , $\beta = -30^\circ$	a	Metszőkerék 3,5 A DIN 1825 HSS-E (T53203)	10,4	100	1	1	9
			Hűtés: emulzió					
			Tolómérce: 600x1/20					
Kiállította:		Kelte:	Ellenőrizte:	Kelte:	Darabidő:	Elkészülési idő:	Érv.darabszámra:	
Sirok Robin		2025.10.05.			norm. i. pótidő	norm. i. pótidő	-tól	-ig
		Javítások						30
Jel	Javította:	Kelte:	Ellenőr.:	Kelte:	Műhely:	Csoport:	Géptípus	
							norm.	a FELLOWS 36-6
							szükség szerinti változat	b
								c
Kapja: péld.								d
oszt:								

## **MŰHELYRAJZOK**

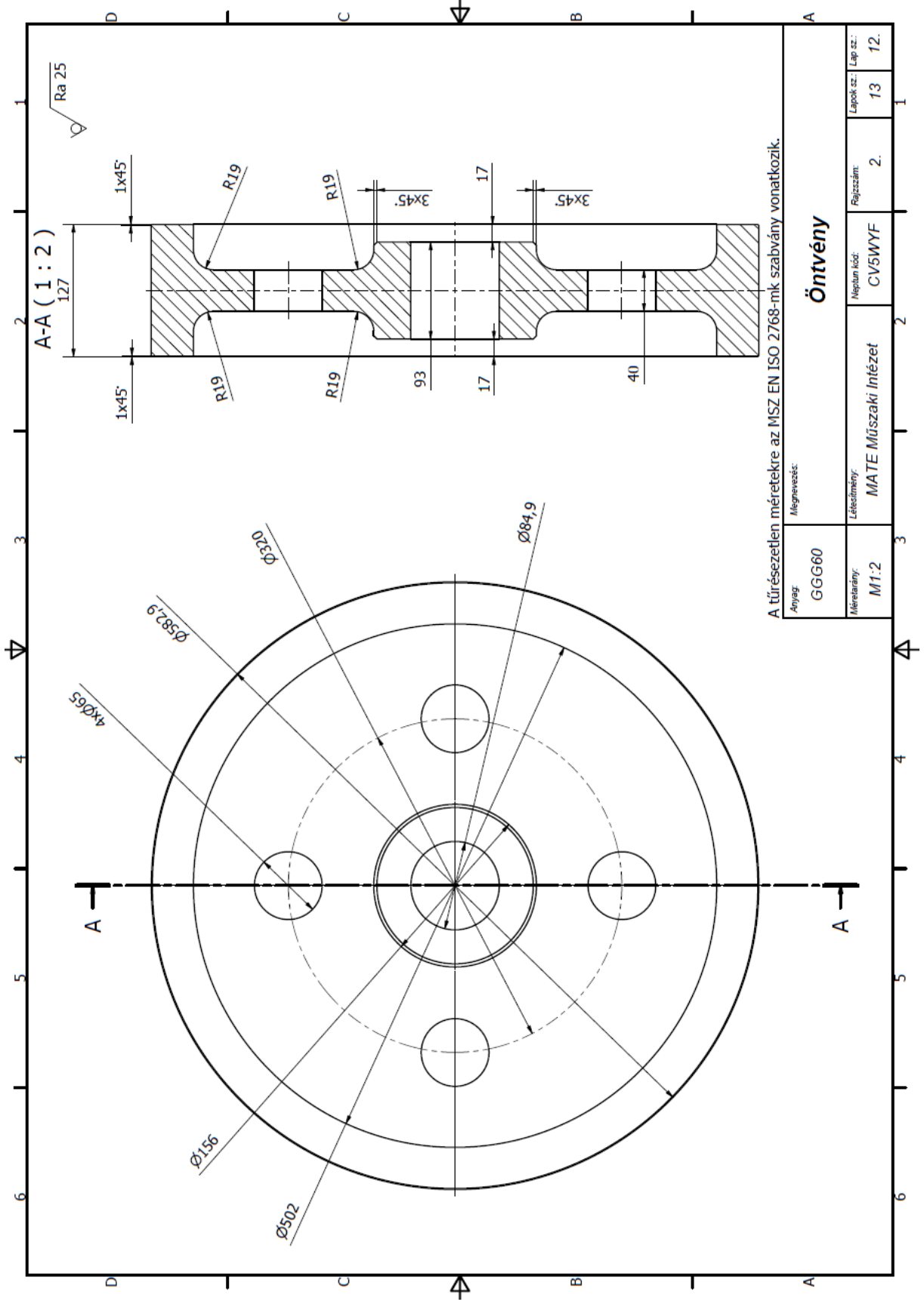
17. melléklet: Az öntési minta műhelyrajza



A túrésezettlen méretekre az MSZ EN ISO 2768-mk szabvány vonatkozik.

Mégnevezés:		<b>Öntési minta</b>		
Anyag:	Hungarocell	Létszám:	CV5WYF	Lapok sz.:
Méretarány:	M1:2	Rajzszám:	1.	Lap sz.:
		Neptan kód:		11.

18. melléklet: Az öntvény műhelyrajza



A tűréseztelen méretekre az MSZ EN ISO 2768-mk szabvány vonatkozik.

Anyag: GGG60		Magnezálás:	
Méretarány: M1:2	Lételemény: MATE Műszaki Intézet	Rajzszám: 2.	Lapok sz.: 13
			Lap sz.: 12.

**Öntvény**

19. melléklet: A kész alkatrész műhelyrajza

