



**Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem**  
**Kaposvári Campus**  
**Gépészmérnöki Szak**

**Gyro swing vidámparki berendezés gyűrű alkatrészének gyártás-  
technológiájának tervezése**

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

**Külső konzulens:** Bánhegyi József  
termelési vezető

**Készítette:** Czmerk Dániel Richárd  
FA4RK5  
nappali

**Intézet/Tanszék:** Műszaki Intézet

**Kaposvár**  
**2025**

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

**SZAKDOLGOZAT**  
feladatlap

**Czmerk Dániel Richárd (FAARK5)**

részére

A szakdolgozat címe:

**Gyro swing vidámparki berendezés, gyűrű alkatrészének gyártástechnológiai tervezése**

**Feladatkiírás:**

Bevezetés, cégbemutató, szakirodalom feldolgozás, probléma bemutatása, gyártástechnológiai tervezés, összefoglalás

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

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

**Belső konzulens:** *Dr. Kári-Horváth Attila, egyetemi docens, Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem, Műszaki Intézet*

**Beadási határidő:** 2025. november 04

Gödöllő, 2025. szeptember 08

Jóváhagyom

(tanszékyezető)

Átvettem

(hallgató)

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

Gödöllő, 2025.

(külső konzulens)

# Tartalom

1.	Bevezetés.....	5
2.	Cég bemutatás .....	6
3.	Szakirodalom feldolgozása .....	7
3.1	Előgyártmány tervezés .....	7
3.1.2	A kovácsdarab tömege.....	9
3.1.3	Oldalferdeség a kovácsdarabon .....	9
3.2	Forgácsolás technológiák.....	10
3.2.1	Forgácsolás .....	10
3.2.2	Esztergálás .....	11
3.2.3	Fúrás.....	12
3.2.4	Marás.....	14
3.3	Hűtő-kenő folyadékok.....	16
3.4	Készüléktervezés alapjai .....	18
3.4.1	A készüléktervezési folyamat szakaszai .....	18
3.4.2	A készülékek felépítése.....	19
4.	A probléma bemutatása.....	20
4.1	Gyro Swing vidámparki berendezés bemutatása .....	20
4.2	A probléma bemutatása.....	21
4.3	A probléma megoldásához szükséges pótlendő elemek .....	22
5.	Tervezés .....	23
5.1	Anyagjellemzők .....	24
5.1.1	A kovácsdarab jellemzőinek meghatározása.....	25
5.1.2	A munkadarab besorolása .....	25

5.1.3	A forgácsolási hozzáadások .....	26
5.2.3	Az alapanyag előkészítése .....	35
5.3	Forgácsolás művelettervezése.....	37
5.3.1	Forgácsolási adatok.....	38
6.	Készüléktervezés .....	75
	Összefoglaló.....	79
	Summary .....	80
	Nyilatkozatok.....	81
	Irodalomjegyzék .....	83
7.	Mellékletek jegyzéke.....	86

## 1. Bevezetés

Kézi kovácsolás során a megmunkálni kívánt munkadarabot a kovácsok egy kovácsüllőn, vagy kovácssatuban formálják. A megmunkálás folyamata többnyire kézi kalapáccsal és különféle segédeszközök felhasználásával történik. A kovácsolás célja egyrészt, hogy a kívánt alakot elérhessük, másrészt a kiindulási anyag mechanikai tulajdonságainak javítása mellett a szemcseszerkezet finomítása.

Gyakorlatom ideje alatt volt szerencsém mélyebb betekintést nyerni a gépalkatrész gyártásba, a fémmegmunkálásba és a gépi forgácsolásba is a GO-METALL Kft.-nél. Különböző munkaterületekben részt vehettem, amely során megismertem a cég dolgozóit, akik támogatásával elmélyíthettem tudásom ezekben a munkakörökben

Dolgozatom célja, hogy bemutassam a Gyro Swing vidámparki berendezés gyűrű alkatrészének esetében felmerülő problémákat és ezekre megoldást találjak. Az adott alkatrészből több darabra lenne igény, azonban a hozzá tartozó dokumentáció elveszett. A továbbiakban a hiányzó dokumentáció elkészítésével és pótlásával fogok foglalkozni, figyelembe véve az alkatrész műszaki paramétereit, specifikációit. A hazai és nemzetközi szakirodalmat áttekintem, megvizsgálom az előgyártmány tervezést kovács darabra vonatkoztatva, forgácsolási technikákat, a hűtő-kenő folyadékok fontosságát és a készüléktervezés alapjait.

A probléma ismertetése után következik majd a feladat megoldása. Ezt követően gazdasági számításokat készítek, elemezve a különböző pénzügyi és gazdasági tényezőket. A számítások segítségével meghatározhatóak az anyagköltségek, az alkatrész beszerzési, vagy gyártási költségei, karbantartás és üzemeltetés költségei.

A dolgozatom során számítógépes szimulációs programok segítségével, mint például végeselem analízis kitérek a gyártás és a gyártott munkadarab optimalizálására, amely megoldást biztosít a költséghatékony gyártási eredményekhez.

## 2. Cég bemutatás

A GO-METALL Kft egy 1990-ben alakult gép- és gépalkatrész gyártás, valamint gépszerelés és fémmegmunkálási tevékenységek ellátására alapuló cég. Sok éve beszállító vezető nyugat-európai gépgyártó vállalatoknak. A cég nagy hangsúlyt fektet a hosszú távú partneri kapcsolatok kiépítésére és fenntartására.

A cég erőssége egyedi darabok kis- illetve közepes nagyságú szériagyártásában rejlik. Tipikus gyártási mennyiségek: néhány száz kg-os tételek, mint például házak esetén 5-10 db, kisebb alkatrészek (10-50 kg) esetén 30-50 db.

Az évek múlásával megvásárolták a budapesti székhelyükön található csarnokot, amit követően a bevételük is jelentősen gyarapodott. A cég a mai napig dinamikusan növekszik. 2014-ben átadásra került Tabon a cég újabb üzemcsarnoka (2.1. ábra), amivel egy 600 m<sup>2</sup>-es gyártási terület létesült.

### 2.1 ábra. Új tabi telephely



Forrás: <https://www.go-metall.hu>

Összességében a cég fő tevékenysége a forgácsolás, fémmegmunkálás, gépalkatrész gyártás és készre munkálás. Első sorban öntvények megmunkálásával, készre forgácsolásával foglalkoznak, de hegesztett acélszerkezetek gyártására is egyre nagyobb igény van a cégnél.

### 3. Szakirodalom feldolgozása

#### 3.1 Előgyártmány tervezés

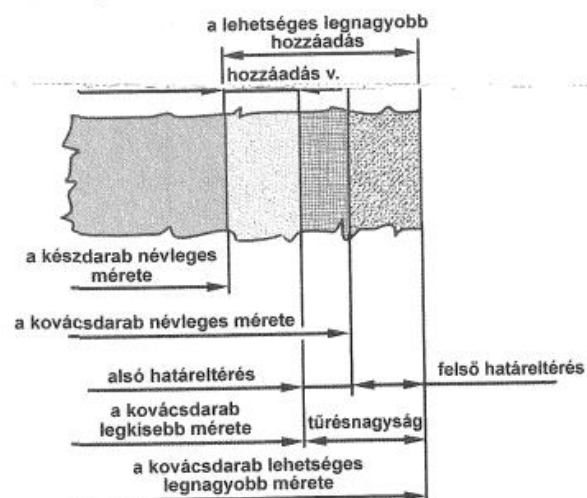
##### 3.1.1 Előgyártmány tervezés kovács darabra vonatkoztatva

A kész alkatrész alakját és méreteit jól megközelítő, kívánt mechanikai tulajdonságokkal rendelkező előgyártmányok készíthetők ütéssel vagy nyomással, azaz kovácsolással történő képlékeny alakítással is. Az alkalmazott szerszám és alakítási viszonyok szerint a kovácsolás lehet szabadalakító kovácsolás és süllyesztékes kovácsolás.

Szabadalakító kovácsolással öntecsből (öntött buga) vagy hengeres bugából készítenek egyedi vagy kissorozatban gyártott kovácsdarabokat. Ezek tömege néhány kilogrammtól 350 tonnáig is terjedhet. [4][29]

A tervezésnél a legfontosabb az, hogy a darab forgácsolással megmunkálendő felületeit és a kovácsolási tűréseket fel kell tüntetni. A rajzon mind a megmunkálendő, mind a nyersen maradó felületeket meg kell jelölni. A szabadon alakított kovácsdarab technológiai hozzáadásait a *Műszaki táblázatok 9.33 és 9.34. táblázata* tartalmazza. Bonyolult alakú kovácsdarabokra a szabványos értékek nem vonatkoznak, ezekre a ráhagyást és a tűrést külön állapítják meg. A ráhagyás és a tűrés viszonyát szemlélteti a 3.1. ábra.

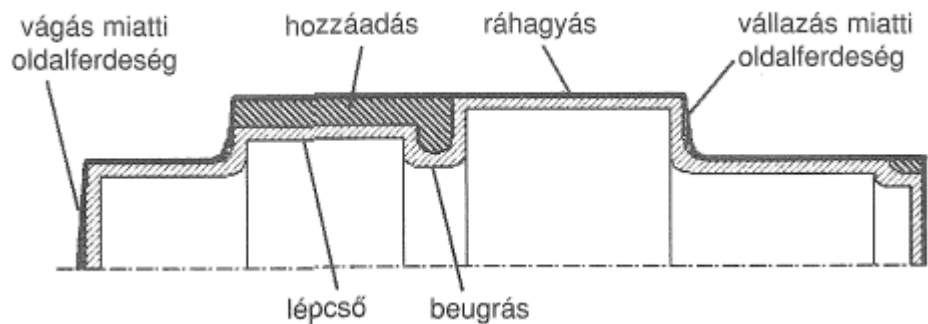
#### 3.1 ábra. A ráhagyás és a tűrés viszonya [1]



A szabadalakító kovácsolás költségei jelentősen csökkennek, ha a munkadarab alakját leegyszerűsítjük. A kisebb lépcsőket, bevágásokat, lyukakat, a nehezen kialakítható mélyedéseket a szomszédos darabrészek méretére kovácsolják. Az előgyártmányon tehát, a kész munkadarab szempontjából „felesleges” anyaghozzáadással, megnövelt ráhagyás alakul ki.

A ráhagyások az alkatrészek műhelyrajzán előírt méretek biztosítása miatt szükséges anyaghozzáadások. (Minimális értékeit az alkatrész méreteitől függően a *Műszaki táblázatok 9.33, 9.34 táblázatából* határozhatjuk meg.) A hozzáadások az alkalmazott technológia egyszerűsítése érdekében szükségesek. Ilyen lehet pl. egy lépcsős tengely esetében a kis átmérő különbségek egységesítése. (3.2 ábra)

### 3.2 ábra. Hozzáadások a kovácsolt tengelyen [1]



Süllyesztékes kovácsoláskor a két szerszámfélben lévő üreg alakítja a munkadarabokat. A süllyesztéküregben az anyag áramlását az osztófelületen kifolyó sorja szabályozza. A munkadarabnak meg kell felelni a kovácsolás technológiai jellemzőinek pl. megfelelően kialakított osztófelület, oldalak ferdesége, élek lekerekítése, legkisebb falvastagság. Alámetszett munkadarabokat nem lehet ilyen eljárással gyártani.

A süllyesztékes kovácsolással durva fokozat esetén IT16, normál fokozat esetén IT15, fokozott pontosság esetén IT14, különleges pontosság esetén pedig IT12-IT13 méretpontosság érhető el. Sorjamentes sajtolás esetén IT12-IT14, nagy sebességű alakítással IT13-IT15 pontosság érhető el. A süllyesztékes kovácsolás csak bizonyos darabszám felett gazdaságos, mivel mindenfajta munkadarabhoz külön szerszámot kell készíteni. A legkisebb, még gazdaságosan gyártható darabszámot a szabadon alakítható és a süllyesztékes kovácsolás önköltségszámítása alapján lehet

meghatározni. Süllyesztékes kovácsolással acél, réz, nikkel, alumínium és ezek ötvözeteiből készült munkadarabok alakíthatók ki.[\[4\]\[6\]\[29\]](#)

### *3.1.2 A kovácsdarab tömege*

A kovácsdarab tömegét a kovácsrajz méretei alapján számítással határozzák meg. Az ötvözetlen acélok felöntési hulladéka – a tuskó nagyságának függvényében is – a tuskó tömegének 20-25%-a, ötvözött szerkezeti acéloknál 25-35%, erősen ötvözött acéloknál 50% körül van. A tuskó lábrészének hulladéka ötvözetlen acéloknál 5-7%, ötvözött acéloknál 7-10%.

A leégési veszteség függ a melegítés módjától, a kemence konstrukciójától stb. Az első melegítéskor nyílt lángterű kemencében 2-3%-kal, minden további után melegítéskor 1,5-2%-kal lehet számolni. A könnyű hulladék a kovácsdarab bonyolultságától függ, de ide tartozik a lyukasztási hulladék is. Mértékét általában kovácsüzemi tapasztalat alapján adják meg a kovácsdarab tömegének százalékában.

Az előírt szilárdsági követelményeket rendszerint csak többszörös átkovácsolással lehet biztosítani. Az átkovácsolás mérőszáma az átkovácsolási szám. Ha a kiinduló darabot duzzasztani kell, akkor a magasságát ugyan úgy kell megállapítani, hogy egyrészt az átmérő 1,25-2,5-szöröse legyen, másrészt elférjen a kiválasztott alakító gépen.

Bugából végzett kovácsoláskor elegendő a 1,1-1,5-szörös átkovácsolás. Öntött tuskóból történő kovácsoláskor általában legalább háromszor átkovácsolás szükséges, emiatt sokszor a kovácsdarab súlyához viszonyítva többszörös súlyú kiinduló darabot kell választani. Ilyenkor a tuskóból több darabot kovácsolnak, de ha az egyetlen darabhoz szükséges kiinduló tuskó tömege is igen nagy, akkor mégis kisebb tuskót választanak, a szükséges átkovácsolást pedig közbeiktatott duzzasztással biztosítják.

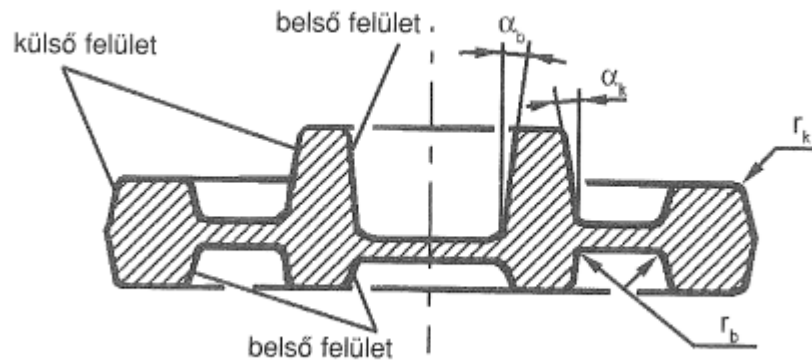
A kiinduló darab mérete (tömege) végül kihat a kovácsolás gazdaságosságára. A hasznos kihazatali tényező a kiinduló darab és a kész kovácsdarab tömegének a százalékos viszonyát fejezi ki (értéke kb. 45-60%).

### *3.1.3 Oldalferdeség a kovácsdarabon*

Az oldalferdeség az a szög, ami a kovácsdarab felülete és az ütés, illetve a darabkiemelés iránya között mérhető (3.3). Ha az oldalferdeség nagyon kicsi, akkor a kovácsdarab beragadhat az üregbe.

A megnövekedett érintkezési idő a darab és a szerszám között a szerszám felületi rétegeinek kilágyulásához vezet, a szerszám így idő előtt használhatatlanná válik. Ha indokolatlanul nagy az oldalferdeség, akkor a mély üregrészek nehezen töltődnek, megnő a kovácsdarab tömege, nő az anyag-, energia-, és forgácsolási költség.

### 3.3 ábra. Oldalferdeségek fajtái [29]

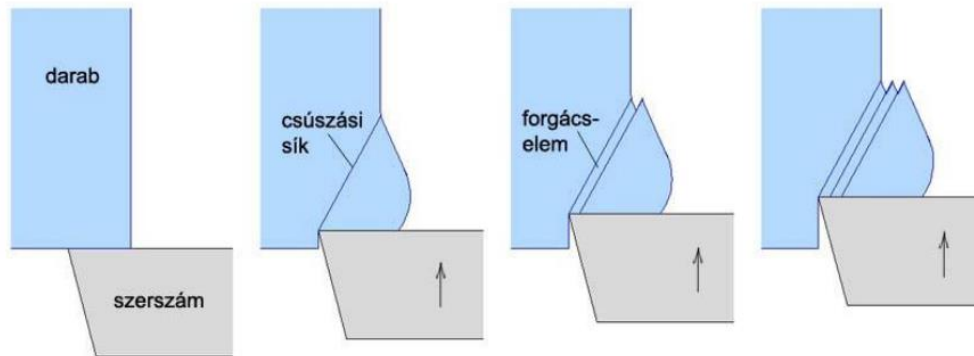


## 3.2 Forgácsolás technológiák

### 3.2.1 Forgácsolás

A forgácsolás a megmunkálások szétválasztási csoportjába tartozik. A szétválasztás az a gépipari technológia, amellyel valamilyen szilárd test előírt alakját helyi, koncentrált anyagleválasztással alakítják ki. Ebbe a csoportba sorolható a darabolás, a forgácsolás, a fizikai-kémiai anyagszétválasztás. Forgácsoláskor a szerszám benyomul az anyagba, és a szerszám éle és az anyag találkozásánál, a forgácstöben kialakul a nyírási folyamat. A nyírás során a leváló elemi lemezek a forgácsolási hő következtében összehegedhetnek, ilyenkor folyóforgács képződik. A normális lefolyású forgácsolási folyamat eredménye az élrátét nélküli megmunkálás. Jellemző felülete a 2. ábrán látható. A bevonat nélküli szerszámmal forgácsolva intenzív anyag letapadás (élrátét) keletkezhet, ami a szerszámról leválva a megmunkált felületre lerakódik, rontva ezzel a felületi érdességet (3.4). [\[1\]\[2\]\[3\]\[22\]\[26\]](#)

### 3.4 ábra. Forgácsképződés folyamata



Forrás: <https://hu.wikipedia.org/wiki/Forgácsolás>

#### 3.2.2 Esztergálás

Esztergáláskor a szerszámgép – esztergagép – a munkadarab és a szerszám egymáshoz viszonyított relatív mozgását a szerszámgép kinematikai láncá biztosítja. A munkadarab forgó mozgást végez ( $n$ ), ez a forgácsoló főmozgás. A szerszám az előírt előtoló mozgással halad a munkadarab forgástengelyének irányába ( $f$ ), - ez a mellékmozgás – és az ( $a$ ) fogásvételnek megfelelő forgácsot választja le. A  $D$  átmérő  $d$ -re csökken le, A munkadarab kerületi sebessége a forgácsoló sebesség.

### 3.5 ábra. Esztergagép



Forrás: [maxapro.hu](http://maxapro.hu)

A szerszám (3.6) a rajz síkjában nemcsak egyenes vonalú mozgást végezhet, hanem tetszőleges pályát is bejárhat a munkadarab mindenkori geometriájának megfelelően. [1][3][9][10][28]

### 3.6 ábra. Esztergakések



Forrás: [hkdttools.hu](http://hkdttools.hu)

#### 3.2.3 Fúrás

A fúrás egy forgácsoló megmunkálási eljárás, amely során egy forgó főmozgással rendelkező szerszám (fúró) és egy hosszirányú eltolással anyagleválasztás történik a munkadarabból, hengeres furat kialakítása céljából.

A leggyakrabban használt fúrószerszám a csigafúró. Széles mérettartományban gyártják (0,05... 75mm). Anyaga gyorsacél vagy keményfém, néha kerámia anyag. A gyorsacél fúrókat a kopásállóság és hőállóság növelésének érdekében PVD (Physical Vapor Deposition) eljárással TiN bevonattal látják el, de lehetséges TiCN és TialN bevonat is. A keményfém szerszámokhoz a TiC – TiN vagy más kombinált bevonatok felvitelére magasabb hőmérsékletű, jobb tapadást biztosító eljárást – CVD (Chemical Vapor Deposition) – alkalmaznak. A bevonatolt szerszám forgácsteljesítménye 5-10-szerese lehet a bevonat nélküivel szemben (3.7).

### 3.7 ábra. s-1850fp/400 ipari fúrógép



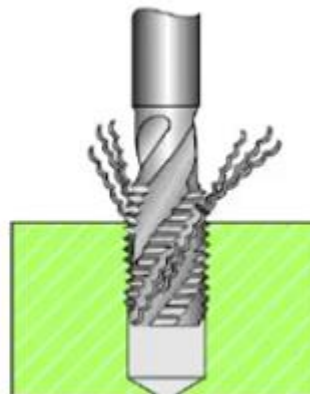
Forrás: [www.hegesztok-bolt.hu](http://www.hegesztok-bolt.hu)

A csigafúrók éleinek nagy hőterhelése hűtő-kenő folyadék (emulzió, fúróolaj) használatával csökkenthető. A porkohászati úton gyártott csigafúrókban kialakítható egy kettős furat, amely követi a fúró csavarhornyait. Ezekon a furatokon 2-8 bar nyomással közvetlenül a fúró éleihez juttatható a hűtő-kenő folyadék, csökkentve a fúró hegyének hőterhelését, és segíti a hűtő-kenő folyadék a forgács eltávolítását is. A bevonatolás nem csak a csigafúrók esetében hasznos, hanem jó hatásfokkal alkalmazható a menetfúrók esetében is (3.8). [1][3][17]

A hagyományos kialakítású csigafúrók helyett, a  $d = 12 \dots 55$  mm átmérettartományban, a CNC gépeken nagy teljesítménnyel használható az ábrán látható keményfém lapkás telibe fúró. Az ilyen kialakítású szerszámokkal furatokat készíthetünk, furatot esztergálhatunk, és külső hengeres felületeket is megmunkálhatunk. A hűtő-kenő folyadék belső csatornán ennél a szerszámnál is

közvetlenül a lapkaélhez vezethető. Az  $l=(5...35)d$  hosszú furatok többszöri kiemeléssel, extra hosszú csigafúrókkal is készíthetők (3.8). [\[9\]\[10\]\[23\]](#)

### 3.8 ábra. Fúrás szerszámai



#### 3.2.4. Marás

A marási technológiát elsősorban síkfelületek alak-, méret- és helyzetpontosságának, valamint felületi érdességének javítására használják. A szerszám a többélű, szabályos élgeometriájú maró. A megmunkálási pontosság IT6...IT8. Az elérhető felületi érdesség  $0,63...10\mu\text{m}$ . A marásnál a szerszám és a munkadarab viszonylagos helyzete szerint megkülönböztethetnek homlokmarást és palástmarást. Homlokmarásnál a maró tengelye merőleges a megmunkált felületre, míg palástmarásnál párhuzamos a megmunkált felülettel (3.9). [\[1\]\[8\]\[10\]](#)

### 3.9 ábra. FKM 350 PL CNC fúró-marógép



Forrás: [www.machinio.com](http://www.machinio.com)

Az egy fog által leválasztott forgácskeresztmetszet palástmaráskor is állandóan változik. Ellenirányú maráskor folyamatosan növekszik, míg egyenirányúnál folyamatosan csökken. Az ábra olyan szerszámot mutat, melynek élei párhuzamosak a szerszám tengelyével. Ezt nevezik egyenes élű palástmarónak. A ferde élű palástmaró élei a palástfelületen csavarvonalban helyezkednek el, egyenletesebb forgácsleválasztást biztosítanak, mivel fokozatosan lépnek forgásba. [3][9]

A marást elsősorban síkfelületek, hornyok, zsebek, szigetek megmunkálására használják, de a CNC technika terjedésével egyre nagyobb jelentőséggel bír a szabad, térbeli felületek marási technológiájával való elkészítése (3.10).

### 3.10 ábra. Marószerszámok



Forrás: [intergavel.com](http://intergavel.com)

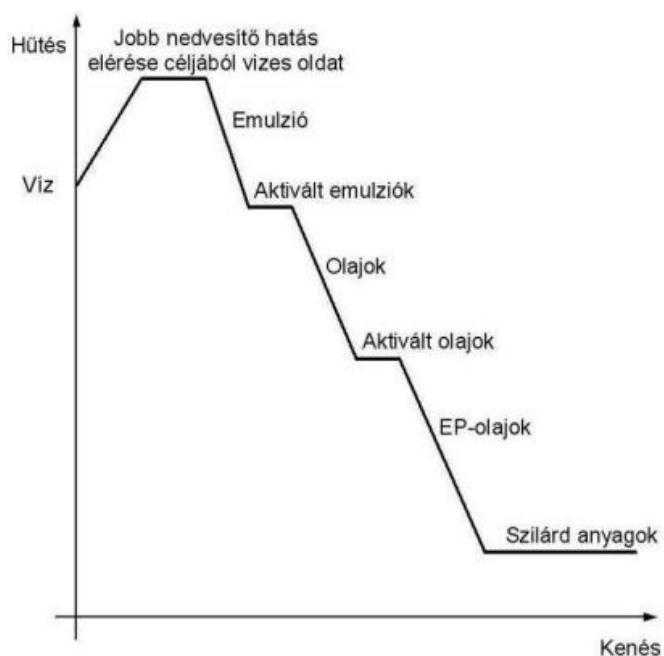
### 3.3 Hűtő-kenő folyadékok

A hűtő-kenő folyadékok hűtő és kenő képessége eredményeként hatékonyan befolyásolhatják a forgácsoláskor jelentkező tribológiai folyamatokat. A hűtőanyagok alkalmazása növeli a termékenységet, a megmunkált felület minőségét, textúráját javítja. Ezek mellett a szerszám élettartamának növelésében is fontos szerepet játszik. Csökkenti a megmunkálás idejét, a folyamat megbízhatósága viszont növekszik. A forgácsolási folyamatoknál jelentkező súrlódást, a szerszámkopást, a forgácsolóerőt és a forgácsolási hőmérsékletet is csökkenti.

A kenés hiánya esetén megnő az alakításhoz szükséges és a súrlódás miatt fellépő erő. Ezzel megnő a megmunkáló rendszer labilitása, rezgésérzékenysége, ami miatt megnő a rendszer alakváltozása, a gépzaj és romlik a megmunkált felület minősége is.

A hűtő-kenőfolyadékok hűtési kapacitása csökkenti a hőmérsékletet és a munkadarab alakváltozását, bár általában a keletkezett hőnek kis része (esztergáláskor 5-10%) jut a munkadarabra, különösen nagysebességű forgácsolásnál. Ez nagyon fontos a megmunkált alkatrész méretpontossága és a tűrése szabályozásában. A hűtő-kenőfolyadékok segítenek lemosni a forgácsot annak keletkezési helyéről és megóvják az újonnan forgácsolt felületet a korróziótól és a környezeti szennyezéstől. A forgácsolási folyadék hatékonysága függ az alkalmazás módjától, a forgácsolási sebességtől, a megmunkálási művelet típusától, és a műveletben keletkező hőmérséklettől.

### 3.11 ábra. A hűtő-kenő folyadékok elvi rendszerezése hűtő- és kenőhatásuk alapján [11]



Ha a forgácsolási folyadék olajbázisú, az elsődlegesen kenőanyag. A vízbázisú forgácsolási folyadék nem csak hatékony kenőanyag, de kiváló hűtőanyag is a víz nagy fajlagos hőkapacitás-tényezője, és a hővezetési tényezője miatt (3.11). Kimutatták, hogy a forgácsolás hőmérséklet növekedése alapvetően a forgácsolósebesség növekedése miatt következik be. Így, 30 m/min forgácsolási-sebesség felett, a szerszám-forgács érintkezési zónájának a hűtése elsődleges fontosságú. Kis forgácsolósebességeknél a kenés a hűtésnél fontosabb, mivel ott a hőmérsékletemelkedés nem jelentős. [7][11][15]

Intenzív vizsgálat alá került az a mód, ahogyan a folyadék a forgácsolási zónába jut, és hogy milyen hatással van a forgácskeletkezés mechanizmusára. A folyadék behatolási lehetősége megkívánja a folyadék molekuláris méretének és a felületi feszültségi jellemzők korrekt szabályozhatóságát. Ez azt jelenti, hogy a folyadék kenő tulajdonsága forgácsoláskor megnő a kis nyírási feszültségű film kialakulása miatt, továbbá amiatt, mert kémiai reakciók mehetnek végbe a frissen forgácsolt felület nagy reaktivitása miatt.

Száraz megmunkáláskor nem alkalmaznak hűtő-kenő anyagot. Ezesetben a forgácsolási folyamat során a hűtéshez, a kenéshez, a forgács eltávolításához, a szerszám gép hűtéséhez szükséges öblítés is hiányzik. A hűtés hiánya azonban hőmérsékletnövekedéshez vezet, melynek következménye

lehet nagyobb kopás, a munkadarabban keletkező nagyobb maradó-feszültség, és/vagy nagyobb értékű alak- és mérethibák. [12][14][27]

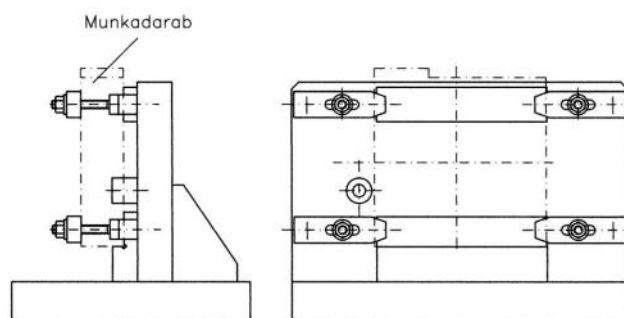
### 3.4 Készüléktervezés alapjai

#### 3.4.1 A készüléktervezési folyamat szakaszai

A befogó készülékek tervezési folyamatát jellemző szakaszokra tagolhatjuk és ezáltal a kezdő tervezők sikerét biztosítani lehet. Befogókészüléket mindig a gyártási folyamat egy konkrét műveletéhez kell tervezni. A tervezés végső célja a készülék szerelési rajzának- és a nem szabványos alkatrészek műhelyrajzának elkészítése. E feladat megoldásához természetesen egész sor bemenő információra van szükség, amelyeket a gyártási folyamat tervezés eredményeiből merítünk. A készülék tervezését megelőzően már rendszerint ismertek a következő információk:

- az előgyártmány rajza,
- a gyártási folyamat műveletekre tagolása és a műveletek tartalmi behatárolása,
- a műveletek sorrendje,
- a szerszám gép minden művelethez,
- a munkadarab befogásának elvi megoldása minden művelethez. (az alkatrész helyzete a gép munkaterében, a bázisfelületek, a felfekvés- és oldalpozícionálás típusa, a szorítás típusa és szorítófelületek).

#### 3.12 ábra. Független készülékek [29]



### 3.4.2 A készülékek felépítése

A különleges befogókészülékek konstrukciójának, a munkadarabok sokfélesége folytán nagyon sok féle lehet, mégis a készülék feladatából ill. a részfeladatokból (felfekvés, oldalpozicionálás, szorítás) kiindulva megállapíthatók bizonyos hasonlóságok. A készülékek felépítésénél három koncepciót, ill. építési elvet különböztetünk meg (3.12):

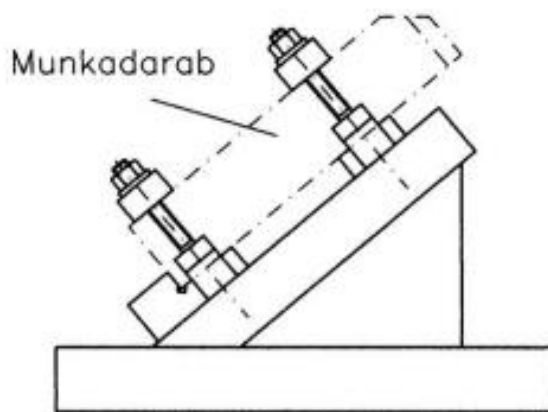
- egyedi vagy speciális készülékek
- csoport-készülékek
- elemekből összeszerelhető készülékek

Az egyedi vagy speciális készülék csak egyetlen munkadarab befogására alkalmas, ezért egy adott feladat ellátására a legalkalmasabb, de egyben a legköltségesebb megoldás is. A tervezéstől a készülék legyártásáig viszonylag hosszú az átfutási idő. [5][13][18][19]

A csoport készülékek az egyedi készülékekhez hasonlóak, de némi átalakítással (bizonyos elemek beállításával vagy cseréjével) több hasonló alkatrész befogását látják el. Ezzel csökkenthetők a készülékezési költségek, de szem előtt kell tartani, hogy a termékek piaci felfutásánál a csoport-készülék szűk keresztmetszetet jelenthet.

Az elemekből összeszerelhető készülékek az építőszekrény elv alkalmazásán alapulnak és a készüléképítés korszerű módját képezik (3.13). [16][20][21][30]

#### 3.13ábra. Ferde készülékek [11]



## 4. A probléma bemutatása

### 4.1 Gyro Swing vidámparki berendezés bemutatása

Swingi a Linnanmäki vidámpark Gyro Swing nevű attrakciója (4.1 ábra.) egy 25 méter hosszú karral rendelkezik, amelyhez egy forgó gondola kapcsolódik, és amely 40 utast tud befogadni. Az inga előre-hátra leng, miközben eléri a 42 méteres magasságot és a 120 fokos szöget. Minden egyes lengés során az utasok teljes súlytalanságot élhetnek át a legmagasabb ponton. Eközben a kellemes forgás dinamikus élményt biztosít, és minden utazást különlegessé tesz. Az izgalmas látvány ellenére az Intamin Gyro Swing széles körben kedvelt attrakció és a világ egyik legnépszerűbb körhintás élményének számít.

Ezenkívül a Swingi egy közvetlen hajtásrendszert használ, amely bizonyítottan a legerősebb a piacon. Ez rendkívül sima és dinamikus utazási élményt eredményez. Az Intamin az évek során továbbfejlesztette ezt a technológiát, így a közvetlen hajtású motor rendkívül alacsony zajszinttel működik.

Továbbá a hajtásrendszer lehetővé teszi az üzemeltetéshez szükséges energia akár 40%-ának visszanyerését, ami energiamegtakarítást és csökkentett üzemeltetési költségeket eredményez, ezáltal fenntarthatóbbá téve az attrakciót.

A vendégek felfüggesztett ülésekben foglalnak helyet, amelyeket a legkényelmesebb és megbízhatóan működő biztonsági rendszer biztosít. Ez a rendszer nem tartalmaz felsőtestet korlátozó elemeket, így az utasok nagyobb szabadságot érezhetnek.

Linnanmäki a Swingi-t egy régi körhintás attrakció helyére állította, hogy egy izgalmas és ikonikus látványosságot hozzon létre, amely elfér egy korlátozott alapterületen. Ezért az Intamin Gyro Swing kiváló kiegészítése a park vidámparki kínálatának.

#### 4.1 ábra. Gyro Swing gyűrű alkatrészének elhelyezkedése



Forrás: <https://www.linnanmaki.fi/en/ride/swingi>

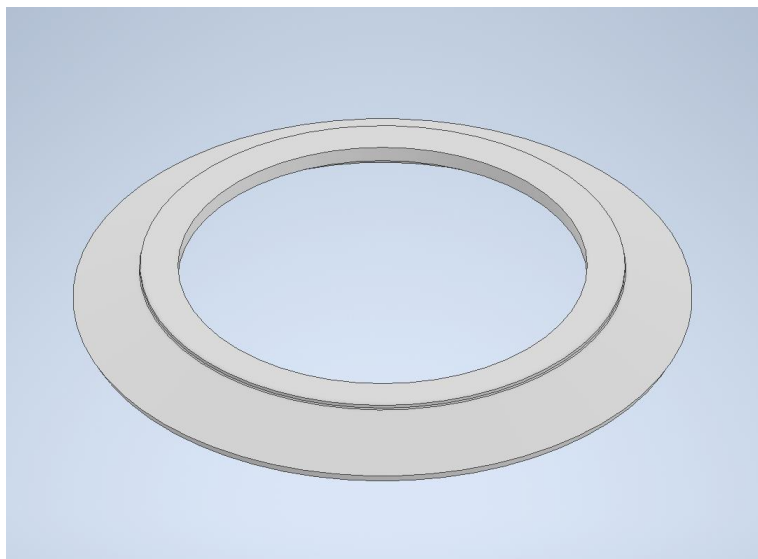
#### 4.2 A probléma bemutatása

Az adott alkatrész gyártásával kapcsolatban felmerült egy fontos akadály: a megnövekedett igény miatt több darabot kellene legyártani belőle, azonban az eredeti dokumentáció nem áll rendelkezésre. Ennek hiánya akadályozza a gyártási folyamat pontos újraindítását, hiszen a tervek, a műszaki rajzok, a gyártási paraméterek, valamint az anyagminőségi követelmények mind elengedhetetlenek ahhoz, hogy a termelés megfelelő minőségben és hatékonysággal folytatódhasson. Dokumentáció hiányában nagy a kockázat arra, hogy az újonnan gyártott alkatrészek nem felelnek meg az eredeti specifikációknak, ami szerelési vagy működési problémához vezethet.

A hiányzó dokumentáció pótlása nélkül a gyártás nem indulhat el, illetve, ha ennek hiányában történne a gyártás, az minőségromláshoz, selejtek keletkezéséhez, valamint felesleges költségnövekedéshez vezethet. Ezért a feladat nemcsak a dokumentáció rekonstrukcióját jelenti,

hanem a gyártás során felmerülő potenciális hibák kiküszöbölését is. A vizsgált gyűrű alkatrész anyagminősége S355J2 szerkezeti acél (MSZ EN 10025-2 szerint).

#### 4.2 ábra. Gyro Swing gyűrű alkatrészének 3D modellje



#### 4.3 A probléma megoldásához szükséges pótlandó elemek

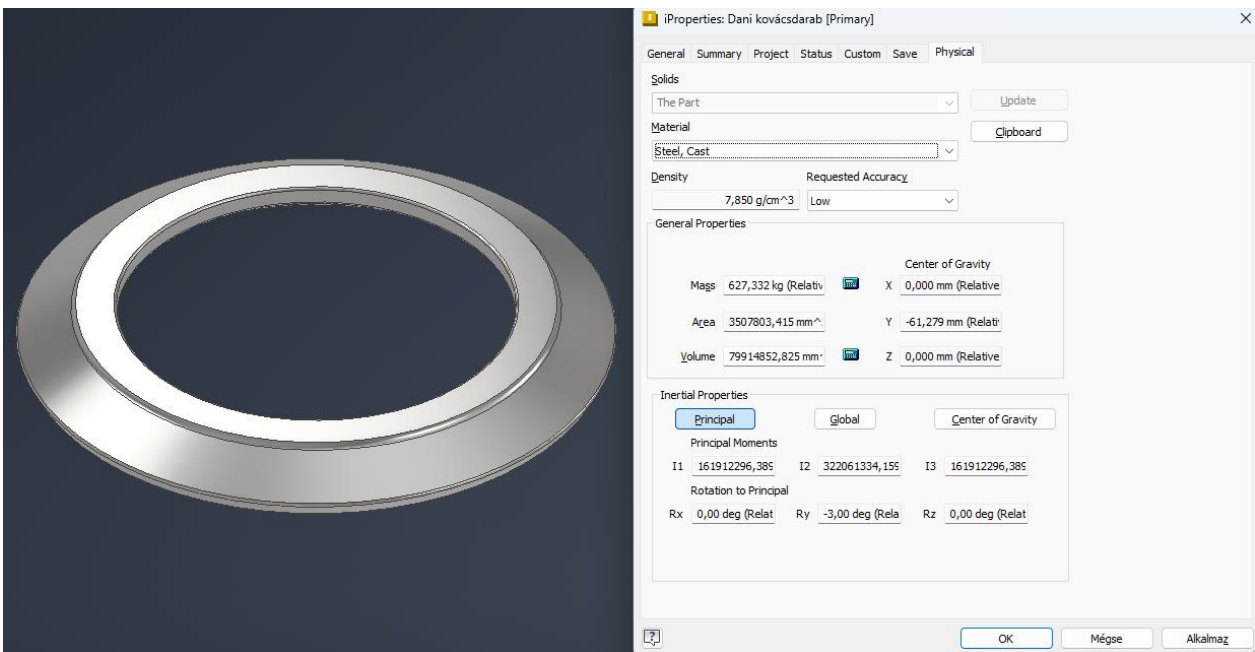
A gyártás újraindításához elengedhetetlen a teljes műszaki rajz elkészítése, amely tartalmazza az alkatrész minden lényeges nézetét, a pontos méretekkel és tűrésekkel együtt. Fontos, hogy a rajzokon szerepeljenek a felületi érdességi követelmények, az anyagmegjelölés és a legyártandó darabszám is. Emellett szükség van a 3D modellek elkészítésére is, amelyet az Autodesk Inventor 2023 nevű modellező program segítségével hozunk létre, majd ezeket exportáljuk STEP és IGES formátumban, hogy a gyártási folyamat további lépéseihez megfelelő digitális alapot biztosítsunk.

A gyártástechnológiai leírás szintén elengedhetetlen, hiszen ebben részletesen meghatározásra kerülnek a megmunkálási lépések, a használt szerszámok típusai, valamint a megfelelő megmunkálási sebességek és fordulatszámok. Emellett elő kell írni a minőségbiztosítási követelményeket is, amelyek tartalmazzák az ellenőrzési módszereket, a mérőeszközök pontos megjelölését, valamint a tűrések betartására vonatkozó előírásokat. Végül szükség van egy darabjegyzékre is, amely tartalmazza az alkatrészek pontos listáját, az egyes komponensek anyaghasználatát, valamint a különleges gyártási instrukciókat.

## 5. Tervezés

A dokumentáció részletesen áttekinti nyújt az Intamin Amusement Rides által gyártott Gyro Swing vidámparki berendezésnél alkalmazott S355 anyagminőségű acélból készült kovácsolt gyűrűalkatrész tervezési, gyártási, anyag és mechanikai követelményeit, valamint az alkatrész berendezésen belüli elhelyezkedését és funkcióját. A régi dokumentáció elveszett, a beépítés helye és a pontos funkció csak részben ismert. A mérhető adatok mindegyike ismert. A fizikai jellemzőket az 5.1-es ábra szemlélteti.

### 5.1 ábra A gépészeti darab fizikai jellemzői



Az alkatrész valószínűsíthetően egy nagy igénybevételű, statikus vagy részben dinamikusan terhelt szerkezeti egység, amely a Gyro Swing forgó vagy tartószerkezeti egységébe kerül beépítésre. Feltehető szerepei közé tartozik a nagy méretű csapágyfészek vagy tengelykapcsoló elem rögzítője, teherelosztó vagy támasztógyűrű, forgó dob vagy tárcsaszorító perem. Az alkatrész külső átmérője 1724,6 mm a belső legkisebb átmérője pedig 1140 mm, ezért a tömege meghaladja a 100-150 kg-ot. Emiatt csakis a darus beszerelés lehetséges. A pontos elhelyezkedése nem ismert, de nagyfokú megbízhatóságot és szilárdságot igénylő, elsődleges teherviselő elemként kezelendő.

## 5.1 Anyagjellemzők

A gyártandó alkatrész anyaga S355J2 szerkezeti acél, amely az MSZ EN 10025-2 szabvány szerint normalizált vagy normalizáló hengerelt állapotban kerül felhasználásra. Az anyag kémiai összetétele az 5.1-es táblázatban, a mechanikai tulajdonságai pedig az 5.2-es táblázatban találhatóak. [6]

**5.1 táblázat S355J2 szerkezeti acél kémiai összetétele**

Acélminőség	C (max)	Si (max)	Mn	P (max)	S (max)	N (max)	Cu (max)
S355JR	0,24	0,55	1,60	0,025	0,025	0,012	0,55
S355JO	0,20	0,55	1,70	0,025	0,025	0,012	0,55
S355J2	0,20	0,55	1,70	0,025	0,025	0,012	0,55

**5.2 táblázat S355J2 szerkezeti acél mechanikai tulajdonságai**

Tulajdonság	Érték
Anyagminőség	S355
Megengedett szakítószilárdság (Rm)	470-630 MPa
Megengedett folyáshatár (ReH)	≥ 355 MPa
Nyúlás	≥ 22%
Szívósság (Charpy KCV)	≥ 27 J @ -20°C
Sűrűség	7,85g/cm <sup>3</sup>
Tanusítvány	EN 10204 3.1

### Süllyesztékes kovácsszerszám tervezése

A kovácsolt alkatrész tervezésekor elsődleges feladatunk a darab megfelelő kialakítása, azonban a geometriai tervezés során több fontos szempontot is figyelembe kell venni. Az egyik leglényegesebb követelmény, hogy a kész darab akadálytalanul kivehető legyen a szerszámból.

Ennek biztosítása érdekében bizonyos módosításokat szükséges eszközölni az eredeti alkatrész-geometrián. Ilyen például, hogy az alkatrész nem tartalmazhat alámetszéseket, a függőleges felületeket oldalszöggel kell kialakítani, továbbá kerülni kell az éles sarkokat. Ideális esetben az alkatrész forgásszimmetrikus.

Emellett célszerű törekedni arra, hogy a kovácsdarab kialakítása a lehető legegyszerűbb legyen. A tervezési folyamat során ennek érdekében gyakran eltekintünk bizonyos részletektől, például furatoktól, bemarásoktól vagy kisebb beszúrásoktól, mivel ezek bonyolítják a szerszám kialakítását és növelhetik a gyártási költségeket. Ezek az egyszerűsítések ugyan többletanyagot eredményezhetnek, de amennyiben ésszerű mértékű az alkalmazásuk, hozzájárulhatnak a gyártási folyamat gazdaságosabbá tételéhez.

### 5.1.1 A kovácsdarab jellemzőinek meghatározása

Autodesk Inventor segítségével meghatároztuk a forgácsolt darab térfogatát:

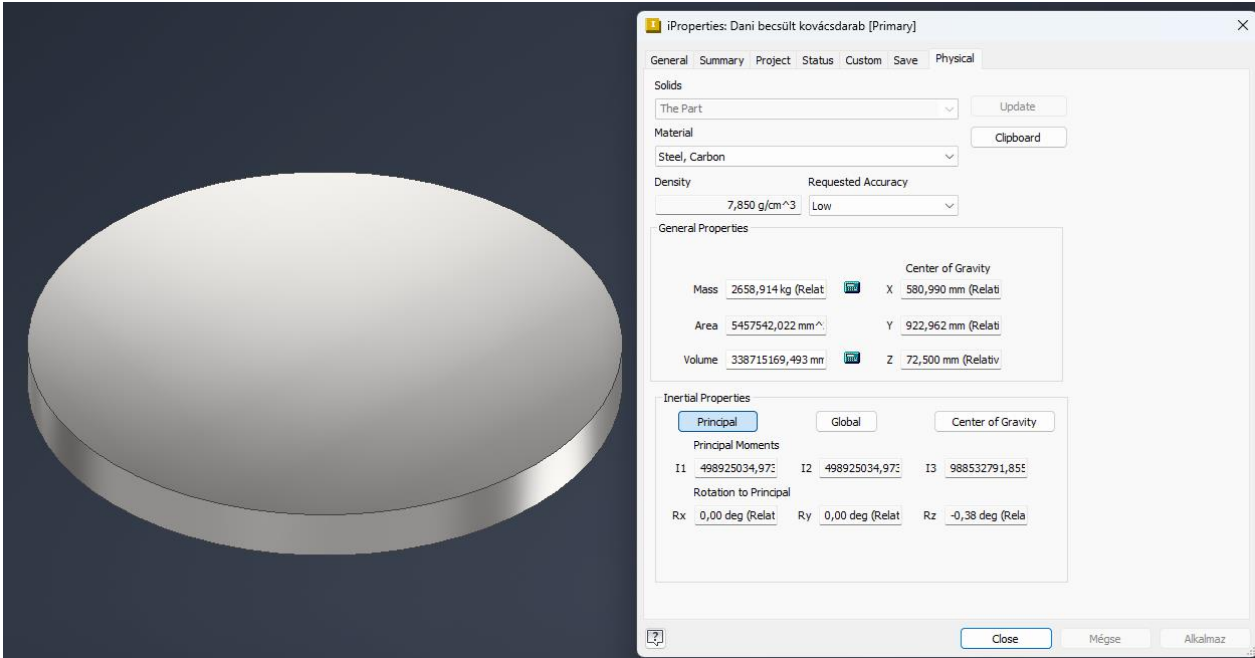
$$V_{\text{forgácsolt}} = 56911,1096 \text{ cm}^3 \quad (1)$$

$$m_{\text{forgácsolt}} = V_{\text{forgácsolt}} \cdot \rho_{\text{S355J2}} = 56911,1096 \cdot 7,85 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3} = 446,752 \text{ kg}$$

### 5.1.2 A munkadarab besorolása

A kovácsdarab tervezésével a magyar szabványban az MSZ 5745 foglalkozik. A bonyolultsági fok meghatározásához szükség van a gépészeti darab tömegére, illetve a kovácsdarab legnagyobb méretei által meghatározott henger tömegére, amit az 5.2 ábra szemléltet.

## 5.2 ábra Az $m_{befoglató}$ fizikai jellemzői



A bonyolultsági fok MSZ 5745-84 alapján:

$$S = \frac{m_{forgácsolt}}{m_{befoglató}} = \frac{446,752}{2658,914} = 0,168 \rightarrow S3 \quad (2)$$

$m_{forgácsolt}$  – Forgácsolt darab tömege

$m_{befoglató}$  – Befoglató darab tömege

Anyagminőségi tényező: MSZ 5745-84 alapján: M1

Pontossági fokozat: MSZ 5745-84 alapján: II. (Normál)

Egyenességi fokozat: MSZ 5745-84 alapján: II

### 5.1.3 A forgácsolási hozzáadások

$$H_f = A \cdot \left( \frac{T}{6} + c + g \right) \quad (3)$$

- $H_f$  a forgácsolási hizzáadás értéke felületenként
- $T/6$  az egy oldalra jutó alsó határeltérés, ami egyben a tűrésnagyság  $1/6$ -a
- $c$  a megengedett süllyeszték-elcsúszás
- $g$  az egyenesség tűrése
- $A$  korrekciós tényező, amelyet a szerződő felek alakítanak ki,  $A = 1$

Egyenesség:

MSZ 5745 szabvány egyenességre vonatkozó táblázata szerint:

$$1600 \text{ mm} \leq D_{max} \leq 2000 \text{ mm} \Rightarrow g = 2,8 \text{ mm} \rightarrow 2,8 \cdot 1,5 = 4,2 \text{ mm}$$

Mivel a  $\frac{D}{H} \geq 10$ , így a táblázatbeli értéket fel kell szorozni a konstanssal, amely 1,5.

Süllyesztékelcsúszás:

MSZ 5745 szabvány süllyeszték elcsúszására vonatkozó táblázata szerint:

$$250 \text{ kg} \leq m_k \leq 600 \text{ kg} \rightarrow c = 3 \text{ mm}$$

### 5.3 táblázat Üregalakhoz kötött ráhagyások

i	d[mm]	f[mm]	c[mm]	H[mm]	D[mm]
1	1140	7	3	5	1130
2	1350	7	3	5	1360
3	1406	8	3	5	1396
4	1422	8	3	5	1432
5	1724,6	9	3	5	1749,16

Üregalakokhoz kötött méretek forgácsolási ráhagyásának meghatározását az 5.3-as táblázat tartalmazza, az üregalakhoz nem kötött ráhagyásokat pedig az 5.4-es táblázat mutatja. [6]

### 5.4 táblázat Üregalakhoz nem kötött ráhagyások

i	h[mm]	f[mm]	c[mm]	H[mm]	D[mm]
1	45	3	3	5	55
2	108,6	5	3	5	103,07
3	136,6	6	3	5	146,6
4	145	6	3	5	156,1

Határeltérés és módosított méretek:

MSZ 5745 szabványa határeltérésekre vonatkozó táblázatai szerint:

**5.5 táblázat Kovácsdarab kovácsolási hozzáadásai és tűrései [6]**

Szelvényméret d, a, b		A kész darab hossza vagy magassága, h							
		felett	100	250	630	1600	4000	6300	6300
felett	-ig	-ig	100	250	630	1600	4000	6300	10000
	25	$Z_1 \pm t_1$	$5 \begin{smallmatrix} +2 \\ -1 \end{smallmatrix}$	$5 \begin{smallmatrix} +2 \\ -1 \end{smallmatrix}$	$5 \begin{smallmatrix} +2 \\ -1 \end{smallmatrix}$	$5 \begin{smallmatrix} +2 \\ -1 \end{smallmatrix}$	$7 \begin{smallmatrix} +2 \\ -1 \end{smallmatrix}$		
		$Z_2 \pm t_2$	$5 \pm 2$	$7 \pm 2$	$10 \pm 3$	$\pm 20 \pm 7$	$25 \pm 9$		
25	40	$Z_1 \pm t_1$	$6 \begin{smallmatrix} +2 \\ -1 \end{smallmatrix}$	$6 \begin{smallmatrix} +2 \\ -1 \end{smallmatrix}$	$6 \begin{smallmatrix} +2 \\ -1 \end{smallmatrix}$	$6 \begin{smallmatrix} +2 \\ -1 \end{smallmatrix}$	$8 \begin{smallmatrix} +3 \\ -2 \end{smallmatrix}$		
		$Z_2 \pm t_2$	$6 \pm 2$	$8 \pm 3$	$12 \pm 4$	$20 \pm 7$	$25 \pm 9$		
40	63	$Z_1 \pm t_1$	$7 \begin{smallmatrix} +2 \\ -1 \end{smallmatrix}$	$7 \begin{smallmatrix} +2 \\ -1 \end{smallmatrix}$	$7 \begin{smallmatrix} +2 \\ -1 \end{smallmatrix}$	$8 \begin{smallmatrix} +3 \\ -2 \end{smallmatrix}$	$10 \begin{smallmatrix} +4 \\ -2 \end{smallmatrix}$	$12 \begin{smallmatrix} +4 \\ -3 \end{smallmatrix}$	
		$Z_2 \pm t_2$	$7 \pm 2$	$10 \pm 3$	$14 \pm 5$	$25 \pm 9$	$30 \pm 10$	$35 \pm 12$	
63	100	$Z_1 \pm t_1$	$9 \begin{smallmatrix} +3 \\ -2 \end{smallmatrix}$	$9 \begin{smallmatrix} +3 \\ -2 \end{smallmatrix}$	$9 \begin{smallmatrix} +3 \\ -2 \end{smallmatrix}$	$10 \begin{smallmatrix} +4 \\ -2 \end{smallmatrix}$	$12 \begin{smallmatrix} +4 \\ -3 \end{smallmatrix}$	$14 \begin{smallmatrix} +5 \\ -3 \end{smallmatrix}$	$19 \begin{smallmatrix} +7 \\ -4 \end{smallmatrix}$
		$Z_2 \pm t_2$	$8 \pm 3$	$12 \pm 4$	$17 \pm 6$	$30 \pm 10$	$35 \pm 12$	$40 \pm 14$	$45 \pm 16$
100	160	$Z_1 \pm t_1$	$11 \begin{smallmatrix} +4 \\ -3 \end{smallmatrix}$	$11 \begin{smallmatrix} +4 \\ -3 \end{smallmatrix}$	$11 \begin{smallmatrix} +4 \\ -3 \end{smallmatrix}$	$13 \begin{smallmatrix} +5 \\ -3 \end{smallmatrix}$	$15 \begin{smallmatrix} +5 \\ -4 \end{smallmatrix}$	$17 \begin{smallmatrix} +6 \\ -4 \end{smallmatrix}$	$22 \begin{smallmatrix} +8 \\ -5 \end{smallmatrix}$
		$Z_2 \pm t_2$	$10 \pm 3$	$14 \pm 5$	$20 \pm 7$	$30 \pm 12$	$40 \pm 14$	$45 \pm 16$	$50 \pm 17$
160	200	$Z_1 \pm t_1$	$13 \begin{smallmatrix} +5 \\ -3 \end{smallmatrix}$	$13 \begin{smallmatrix} +5 \\ -3 \end{smallmatrix}$	$14 \begin{smallmatrix} +5 \\ -3 \end{smallmatrix}$	$16 \begin{smallmatrix} +6 \\ -4 \end{smallmatrix}$	$18 \begin{smallmatrix} +6 \\ -4 \end{smallmatrix}$	$30 \begin{smallmatrix} +7 \\ -5 \end{smallmatrix}$	$25 \begin{smallmatrix} +9 \\ -6 \end{smallmatrix}$
		$Z_2 \pm t_2$	$11 \pm 4$	$15 \pm 5$	$22 \pm 8$	$40 \pm 14$	$45 \pm 16$	$50 \pm 17$	$55 \pm 19$
200	250	$Z_1 \pm t_1$	$15 \begin{smallmatrix} +5 \\ -4 \end{smallmatrix}$	$15 \begin{smallmatrix} +5 \\ -4 \end{smallmatrix}$	$17 \begin{smallmatrix} +6 \\ -4 \end{smallmatrix}$	$19 \begin{smallmatrix} +7 \\ -4 \end{smallmatrix}$	$21 \begin{smallmatrix} +7 \\ -5 \end{smallmatrix}$	$23 \begin{smallmatrix} +8 \\ -5 \end{smallmatrix}$	
		$Z_2 \pm t_2$	$12 \pm 4$	$17 \pm 6$	$25 \pm 9$	$45 \pm 16$	$50 \pm 17$	$55 \pm 19$	
250	320	$Z_1 \pm t_1$	$17 \begin{smallmatrix} +6 \\ -4 \end{smallmatrix}$	$18 \begin{smallmatrix} +6 \\ -4 \end{smallmatrix}$	$20 \begin{smallmatrix} +7 \\ -5 \end{smallmatrix}$	$22 \begin{smallmatrix} +8 \\ -5 \end{smallmatrix}$	$24 \begin{smallmatrix} +8 \\ -6 \end{smallmatrix}$		
		$Z_2 \pm t_2$	$13 \pm 5$	$19 \pm 7$	$28 \pm 10$	$50 \pm 17$	$55 \pm 19$		
320	400	$Z_1 \pm t_1$	$20 \begin{smallmatrix} +7 \\ -5 \end{smallmatrix}$	$21 \begin{smallmatrix} +7 \\ -5 \end{smallmatrix}$	$23 \begin{smallmatrix} +8 \\ -5 \end{smallmatrix}$	$25 \begin{smallmatrix} +9 \\ -6 \end{smallmatrix}$			
		$Z_2 \pm t_2$	$14 \pm 5$	$21 \pm 7$	$32 \pm 11$	$60 \pm 21$			
400	500	$Z_1 \pm t_1$	$23 \begin{smallmatrix} +8 \\ -3 \end{smallmatrix}$	$25 \begin{smallmatrix} +9 \\ -6 \end{smallmatrix}$	$27 \begin{smallmatrix} +9 \\ -6 \end{smallmatrix}$				
		$Z_2 \pm t_2$	$15 \pm 5$	$23 \pm 8$	$36 \pm 13$				

**Megmunkálási hozzáadás és annak tűrése**

oldalméretre, átmérőre:  $15mm \begin{smallmatrix} +5 \\ -4 \end{smallmatrix}$

hosszméretre, magasságra:  $40mm \pm 14$

Oldalferdeség:

A kovácsdarab bizonyos felületein oldalfélszöget szükséges kialakítani, elsősorban azokon a felületeken, amelyek az alakító erő irányába esnek. Ennek célja, hogy a darab a süllyesztékből könnyedén és torzulásmentesen kiemelhető legyen. Az oldalfélszög mértéke függ az alkalmazott alakító eljárástól, valamint a kovácsdarab méretétől és geometriájától. Jellemzően eltérő értéket kell alkalmazni a belső és a külső felületeken. Az ajánlott oldalfélszögek értékeit az MSZ 5745-84 szabvány határozza meg.

#### 5.6 táblázat Az oldalferdeségek MSZ 5745 szerint [6]

Kalapácson vagy sajtón	Külső felületre a	Belső felületre b
Kilökő nélkül	5-10°	7-12°
Kilökővel	1-3°	1-4°

A lekerekítések:

A kovácsdarab éleinek lekerekítése szintén kiemelt figyelmet igényel, mivel ezek megfelelő kialakítása közvetlen hatással van a kovácsolási folyamat hatékonyságára. Ha az élek túl élesek maradnak, az anyag nehezebben tölti ki a szerszámüreg sarkait, így jelentősen nagyobb erő szükséges az alakításhoz. Ezen túlmenően az éles átmenetek helyi feszültségnövekedést [feszültségkoncentrációt] eredményeznek, ami repedések kialakulásához vezethet, különösen a szerszám belső sarkaiban.

A lekerekítési sugarakat az érvényben lévő szabványok irányelvei alapján határoztam meg, és a választott értékeket a táblázat tartalmazza. Ezek általában a megmunkálási ráhagyás 1,5–2-szeresének felelnek meg. Abban az esetben, ha a későbbi forgácsolás kis élátmeneteket igényel, például precíz illeszkedési felületeknél, indokolt lehet a lekerekítések mértékének növelése, hogy biztosítható legyen a megfelelő anyagellátottság a végső megmunkáláshoz. Az 5.3 ábra szemlélteti a kovácsdarab kialakítását a meghatározott ráhagyásokkal és lekerekítésekkel.

5.7 táblázat A lekerekítési sugarak az MSZ 5745 szerint [6]

A kovácsdarab magassága		A kovácsdarab hossza vagy átmérője					
-tól	-ig	100		100 400		400	
		$R_k$	$R_b$	$R_k$	$R_b$	$R_k$	$R_b$
0	25	2	4	3	5	4	6
25	40	2	5	3	6	4	8
40	63	3	6	4	8	5	10
63	100	3	8	4	10	6	16
100	160	4	10	5	16	7	25
160	250	5	16	6	25	8	40
250	400	5	25	7	40	10	63

$$R_{k\ddot{u}ls\ddot{o}} = 7mm$$

$$R_{b\ddot{e}ls\ddot{o}} = 25mm$$

**Lyukasztási hártya:**

MI-05 29.584-82 leírása alapján használható képlet a lyukasztási hártya meghatározására

$$S = 0,45 \cdot (d - 0,25 \cdot h - 5)^{0,5} + 0,6 \cdot h^{0,5} \quad (4)$$

d – lyukasztási hárttyát tartalmazó üreg legnagyobb átmérője

h – lyukasztási hárttyát tartalmazó üreg mélysége

$$S = 0,45 \cdot (1140 - 0,25 \cdot 45 - 5)^{0,5} + 0,6 \cdot 45^{0,5} = 19,1099 \text{ mm} \approx 19,2 \text{ mm}$$

**Kovácsolható üregmélység:**

MI-05 29.584-82 szerint, ha a kovácsdarabot kilökő távolítja el, akkor a kovácsolandó üreg mélységének és átmérőjének viszonya:

$$0,7 \geq \frac{h}{d} = \frac{h - \frac{S}{2}}{d} = \frac{45 - \frac{19,2}{2}}{1140} = 0,031 \rightarrow \text{megfelelő} \quad (5)$$

### Mérettűrés:

A mérettűrések az MSZ 5745-84 szerint kerültek meghatározásra.

Üregalakhoz kötött méretek tűrése:  $T_{ük} = 40\text{mm} (\pm 14)$

Üregalakhoz nem kötött méretek tűrése  $T_{ünk} = 15\text{mm} \begin{matrix} +5 \\ -4 \end{matrix}$

A lekerekítési sugarak mérettűrése a szabvány ide tartozó táblázata alapján kerültek meghatározásra, ezeket az 5.8-as táblázat szemlélteti.

### 5.8 táblázat Lekerekítési sugarak határeltérései [6]

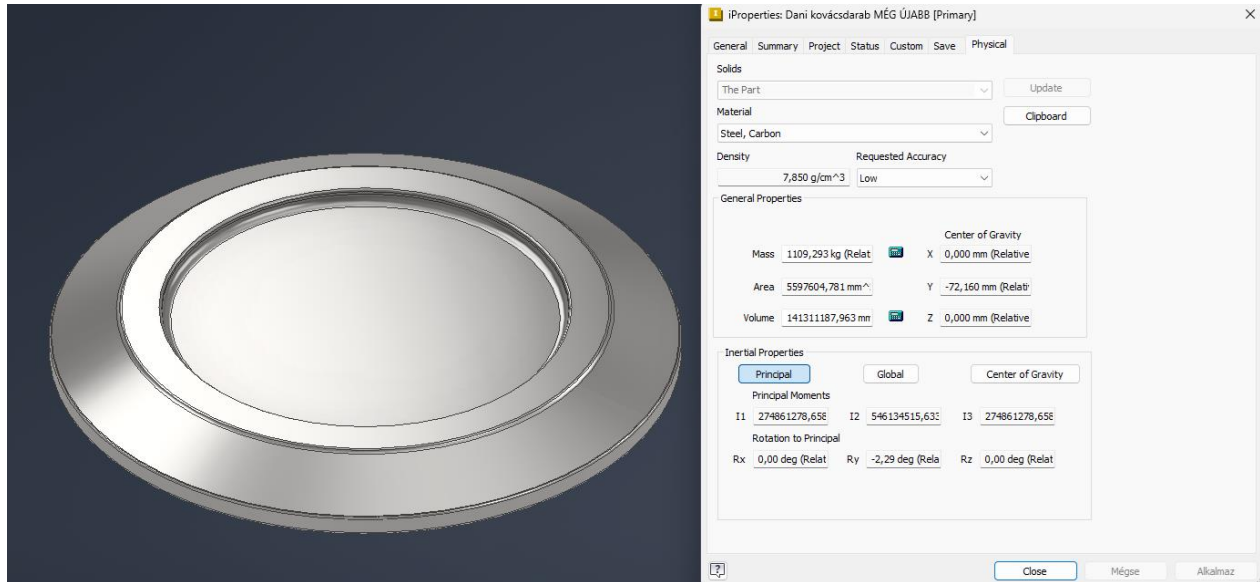
Lekerekítési sugár, $R$	Határeltérések
10-ig	+0,5*R -0,25*R
10-től 32-ig	+0,4*R -0,2*R
32 felett	+0,32*R -0,15*R

$$T_r = \begin{matrix} +0,4R \\ -0,2R \end{matrix}$$

## A kovácsdarab geometriája:

A fentiekben meghatározott értékek alapján az 5.4 ábrán látható a kovácsdarab 3D-s nézete a fizikai jellemzőivel.

## 5.4 ábra A kovácsdarab geometriája



## Méreték ellenőrzése:

A kapott geometriai méretekkel módosított kovácsdarab:

$$m_{\text{kovács}} = 1109,293 \text{ [kg]} \rightarrow \text{megfelelő}$$

$$S = \frac{m_{\text{kovács}}}{m_{\text{befoglaló}}} = \frac{1109,293}{2658,914} = 0,4172 \rightarrow S2 \rightarrow \text{megfelelő} \quad (6)$$

Süllyesztékelcsúszás:

$$600\text{kg} \leq m_{\text{kovács}} = 1109,293 \leq 1250 \rightarrow \text{megfelelő}$$

Egyenesség:

$$1600\text{mm} \leq m_{\text{kovács}} = 1724,6 \leq 2000 \rightarrow \text{megfelelő}$$

Sorjacsatorna:

A süllyesztékes kovácsoláshoz alkalmazott mechanikus kovácsajtó útkarakterisztikájú gép, ezért az 5.5 ábrán látható nyitott sorjacsatornát alkalmaztam, amelyet a CSMSZ.2500 szabvány szerint alakítottam ki.

$$h_s = 1,13 + 0,89 \cdot \sqrt{m_{kovács}} - 0,017 \cdot m_{kovács} [mm] \quad (7)$$

$$h_s = 1,13 + 0,89 \cdot \sqrt{1109,293} - 0,017 \cdot 1109,293 = 11,9144 [mm]$$

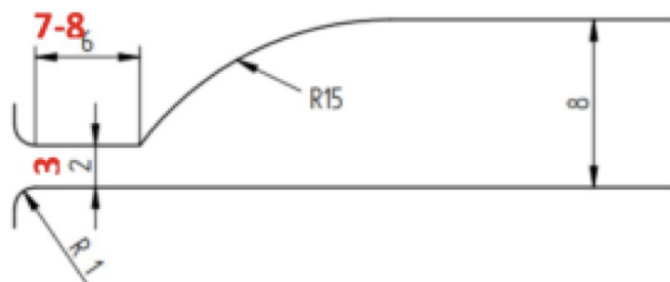
ahol:

$h_s$  – a sorjahíd magassága [mm]

$m_{kovács}$  – a kovácsdarab tömege [kg]

A kovácsdarab tömegét a CAD program által meghatározott érték szerint adtam meg. Mivel a feltételezés szerint az összefüggés azt a legnagyobb  $h_s$  értéket adja, amivel az üregtöltés még éppen megvalósítható, ezért a kiszámolt értéket lefelé kell kerekíteni, hogy az üregtöltés biztos legyen. Ebből kifolyólag a sorjahíd magasságát felfele kerekítem, így a sorjahíd magassága 12 mm. ennek megfelelően a két szerszámfél között ekkorának kell lennie a résnek, majd ezt ki kell bővíteni, hogy szabad utat hagyjunk az anyag kiáramlásának. A sorjacsatorna kialakítása a 5.5 ábrán látható.

### 5.5 ábra Sorjacsatorna kialakítása szabvány szerint [6]



### 5.2.3 Az alapanyag előkészítése

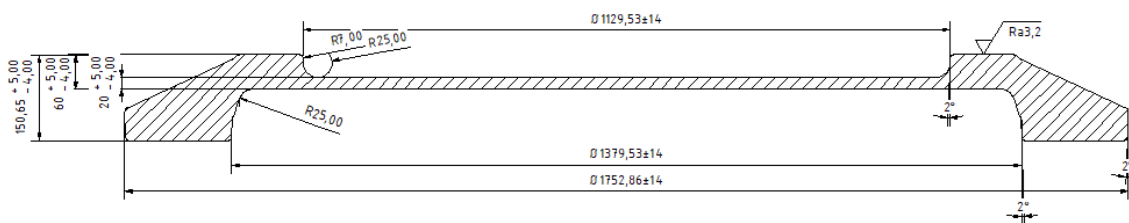
Az alapanyag hevítése gázkemencében történik 1200°C-ra, így 3% leégési veszteséggel kell számolni. A leégési veszteség miatt az alakításra kerülő anyag megváltozott térfogata:

$$V_{darab} = 141311187,963 \cdot 1,03 = 145550523,6 \text{ mm}^3 \approx 145,55 \text{ dm}^3 \quad (8)$$

A legnagyobb átmérő meghaladja a 40 mm-t, ezért az alapanyagot melegen szükséges darabolni. A süllyesztékes kovácsszerszám tervezésénél elengedhetetlen továbbá a hőtágulással is számolni. A tapasztalatok alapján a valóságban a szerszám kialakítása közben minden méretet meg kell növelni 2%-kal a hőtágulás jelenségének okán. A megnövelt méretek garantálják, hogy a kihűlt munkadarab a valódi előírt méreteket biztosítja.

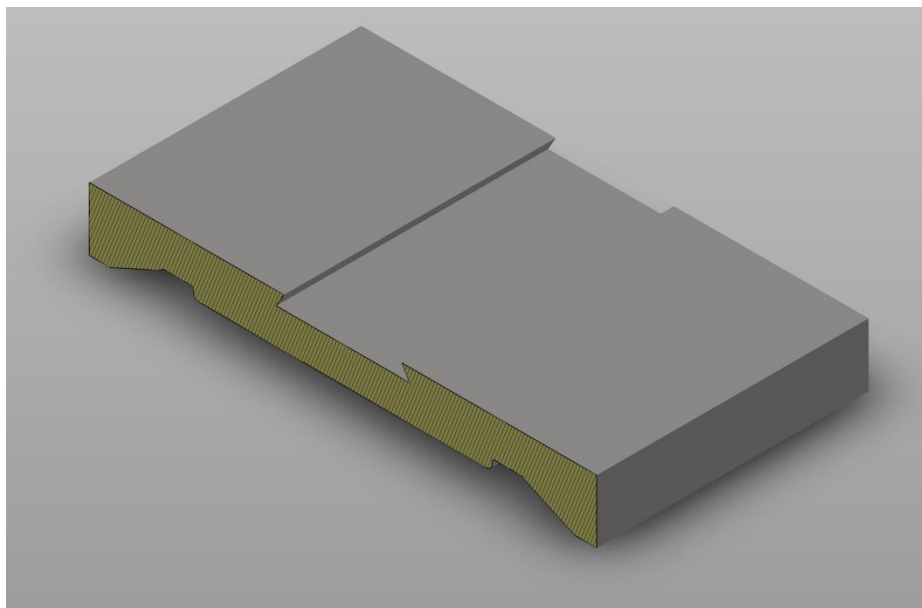
Az 5.6 elmesztett ábrán a kész kovácsdarab rajzát mutatom.

### 5.6 ábra A kovácsdarab



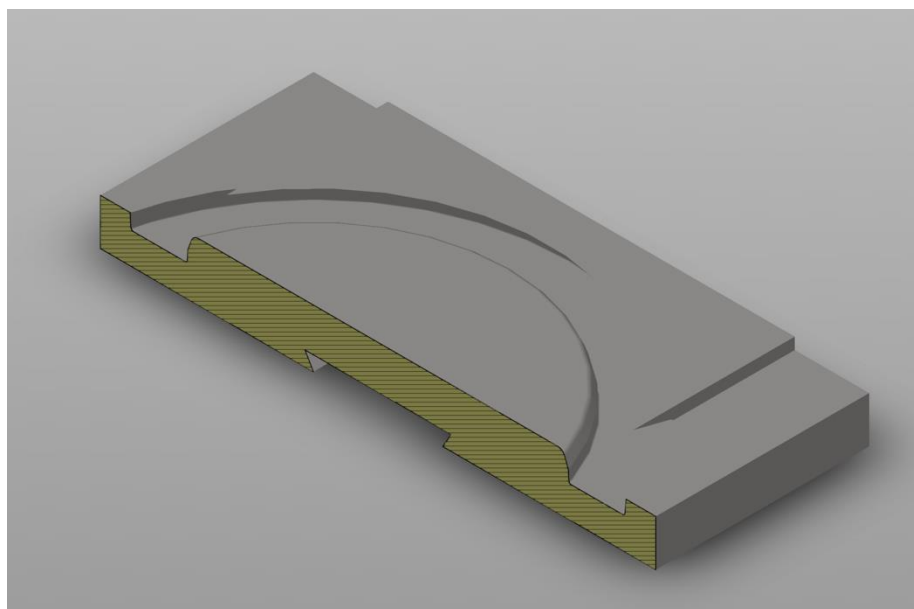
A kovácsszerszám felső részét az 5.7-es ábra mutatja (4. sz. melléklet):

**5.7 ábra A kovácsszerszám felső része**



A kovácsszerszám alsó részét az 5.8-as ábra mutatja (3. sz. melléklet):

**5.8 ábra A kovácsszerszám alsó része**





### 5.3.1 Forgácsolási adatok

A forgácsolási művelettervezéshez felhasznált adatokhoz, jelölésekhez és a táblázatokhoz a Gépgyártástechnológia példatár és segédletet, illetve a Műszaki táblázatok című könyvet alkalmaztam forrásként. [5][18]

Előgyártmány: Süllyesztékben kovácsolt szerkezeti acél

Anyagminőség: S355J2

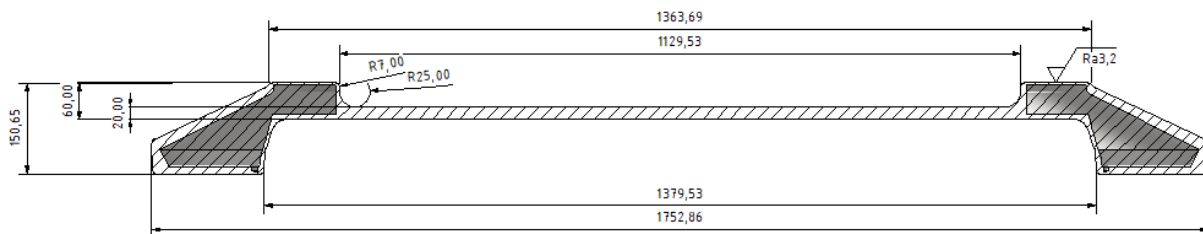
Szakítószilárdság: 470 – 630 MPa

Nyersméret:  $\varnothing 1724,6 \times 145 \text{ mm}$

#### 1. művelet: Kovácsolás

Az előírt pontossági fokozat (.oszt) alapján, a táblázatok segítségével határoztam meg a kovácsdarab méreteit. Az 5.9-es ábrán látható a munkadarab metszett kovácsrajza, amelyen sötéttel a kész munkadarab, világossal az anyagfelesleg van jelölve. A jelölt méretek a forgácsolási számítások kiindulási méretei.

#### 5.9 ábra A kovácsdarab és a munkadarab viszonya



A számítások során alkalmazott összefüggésekben (esztergálás, fúrás) szereplő tényezők megnevezését az 5.10 táblázat mutatja.

**5.10 táblázat Jelmagyarázat**

<b>Jelölés</b>	<b>Megnevezés</b>	<b>Mértékegység</b>
$a$	fogásmélység	$[mm]$
$i$	fogások száma	$[db]$
$f$	előtolás	$[mm/ford]$
$R_a$	átlagos felületi érdesség	$[\mu m]$
$r_\varepsilon$	esztergakés csúcsgara	$[mm]$
$v_c$	forgácsolási sebesség	$[m/min]$
$v_{cm}$	megváltozott forgácsolási sebesség	$[m/min]$
$v_0$	forgácsolási sebesség alapértéke	$[m/min]$
$K_{kr}$	munkadarab felületétől, kérgétől függő módosító tényező	$[-]$
$K_{sz}$	szerszámtól (fúrásnál a szerszám anyagától) függő módosító tényező	$[-]$
$K_m$	forgácsolás módjától függő módosító tényező	$[-]$
$K_h$	anyag állapotától függő módosító tényező	$[-]$
$K_k$	munkadarab felületétől, kérgétől függő módosító tényező	$[-]$
$K_T$	éltartamtól függő módosító tényező	$[-]$
$K_l$	furat hosszának és átmérőjének viszonyától függő módosító tényező	$[-]$
$K_a$	munkadarab anyagától függő módosító tényező	$[-]$
$n$	fordulatszám	$[min^{-1}]$
$n_{gépi}$	szerszámgépen beállítható legközelebbi fordulatszám	$[min^{-1}]$
$d$	megmunkált átmérő	$[mm]$
$D$	kiinduló átmérő/ a fúrószar átmérő	$[mm]$
$t_g$	forgácsolás időtartama	$[min]$
$l_1; l_2$	rá- és túlfutás mértéke (2 mm)	$[mm]$
$M$	forgatónyomaték	$[Nm]$
$k_c$	fajlagos forgácsolási ellenállás	$[N/mm^2]$
$P_c$	forgácsolás teljesítményszükséglete	$[kW]$
$P_h$	hajtáshoz szükséges teljesítmény	$[kW]$
$\eta_G$	szerszámgép hatásfoka (0,8)	$[-]$
$F_{fv}$	forgácsolóerő nagysága	$[N]$

## 2. művelet: MEO

## 3. művelet: Esztergálás I.

Minden forgácsolási művelethez hűtő-kenő folyadékként olajemulziót alkalmaztam.

Az alkalmazott szerszámgép: CK5123E CNC Karusszel esztergagép

Fokozati tényező:  $\varphi \approx 1,4$

Fordulatszám határok: 2 – 100 [1/min]

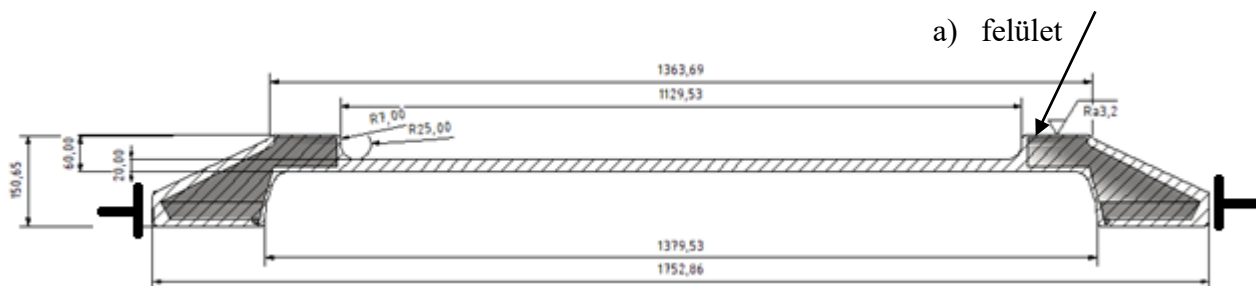
A késtartóba befogható késszár keresztmetszet: 40 x 40 mm

A főforgácsoló erő kiválasztása:

- I. A szerszámra megengedett legnagyobb főforgácsolóerő:  $F_f = 25000 \text{ N}$
- II. A gépre megengedett legnagyobb főforgácsolóerő:  $F_f = 25000 \text{ N}$
- III. A munkadarab befogási módjától függő megengedett legnagyobb főforgácsolóerő:  
 $F_f = 15000 \text{ N}$

A technológiai adatok meghatározásához a három érték közül a legkisebb értéket  $F_f = 15000 \text{ N}$  kell figyelembe venni.

### 3.1 Homloknagyolás a) felület



Az alkalmazott szerszám: DCKNR 3225P 12 esztergakés

Az alkalmazott lapka: CNMG 12 04 08-PR 4425

Forgácsolási ráhagyás a felületen: 3 mm

Simítási ráhagyás a felületen: 0,5 mm (17.sz. melléklet)

Fogásmélység a ráhagyás alapján:  $a = 3 - 0,5 = 2,5 \text{ mm}$

A fogások száma:  $i = 1$

Előtolás értéke az  $F_f = k_c \cdot f \cdot a$  összefüggés alapján:

$$f = \frac{F_f}{a \cdot k_c} = \frac{15000}{2,5 \cdot 1500} = 4 \frac{mm}{ford}$$

- A fajlagos forgácsolóerő:  $k_c = 1500 \frac{N}{mm^2}$  (18. sz. melléklet)

Az  $\frac{a}{f}$  viszony nagysága:  $\frac{a}{f} = \frac{2,5}{4} = 0,625$

Az ideális  $\frac{a}{f}$  viszony a szakítószilárdság és a szerszám anyaga függvényében 6:1 (13. sz. melléklet)

A fogást nem kell megosztani, mivel  $0,625 < 6$

A fogások száma:  $i = 1$

Ezek alapján a fogásmélység:  $a = 2,5 mm$

A fogásmélységhez tartozó ideális előtolás értéke:  $f = \frac{a}{\frac{a}{f}} = \frac{2,5}{6} = 0,4167 \frac{mm}{ford}$

→ A CK5123E esztergán ez az érték beállítható:  $f = 0,4 \frac{mm}{ford}$

Mivel a fajlagos forgácsolóerő értéke az előtolástól függ, a megváltozott előtolás függvényében táblázatból választjuk ki a módosult  $k'_c$  értékét a  $h$  forgácsvastagság függvényében (18. sz. melléklet)

$$h = f \cdot \sin k_r = 0,4 \cdot \sin 75^\circ = 0,386 mm$$

-  $\kappa_r$  – a szerszám főél elhelyezési szöge

A módosult fajlagos forgácsolóerő:  $k'_c = 1886 \frac{N}{mm^2}$

A keletkező forgácsolóerő nagysága:

$$F_{fv} = k'_c \cdot f \cdot a = 1886 \cdot 0,4 \cdot 2,5 = 1886 N$$

Az alkalmazott forgácsolósebesség 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  $v_c$  forgácsolósebesség meghatározásához szükséges adatokat az 5.11-es táblázat tartalmazza.

5.11 táblázat A forgácsolósebesség meghatározásához szükséges adatok

Alapsebesség	$v_0 = 100 \frac{m}{min}$
A főél elhelyezési szögétől függő tényező	$K_K = 0,86$
A szerszámtól függő módosító tényező	$K_{sz} = 1$
A forgácsolás módjától függő módosító tényező	$K_m = 1$
Az anyag állapotától függő módosító tényező	$K_h = 0,95$
A munkadarab felületétől, kérgétől függő módosító tényező	$K_k = 0,8$
Az élettartamtól függő módosító tényező	$K_T = 1$

7-12. sz. mellékletek

Behelyettesítve:

$$v_c = 100 \cdot 0,86 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 0,95 \cdot 0,8 \cdot 1 = 65,36 \frac{m}{min}$$

A fordulatszám meghatározása:

$$n = \frac{1000 \cdot v_c}{D \cdot \pi} = \frac{1000 \cdot 65,36}{1386 \cdot \pi} = 15,01 \text{ min}^{-1}$$

Ahol a D – a kiinduló átmérő a ráhagyással együtt

A gépen a hozzá legközelebb álló beállítható fordulatszám:  $n_{gépi} = 16 \text{ min}^{-1}$

A megváltozott forgácsolósebesség:

$$v_{cm} = \frac{D \cdot \pi \cdot n_{gépi}}{1000} = \frac{1386 \cdot \pi \cdot 16}{1000} = 69,668 \frac{m}{min}$$

A forgácsolás teljesítményszükséglete:

$$P = \frac{F_{fv} \cdot v_{cm}}{60 \cdot 10^3} = \frac{1886 \cdot 69,668}{60 \cdot 10^3} = 2,1899 \text{ kW}$$

A hajtáshoz szükséges teljesítmény meghatározása:

$$P_h = \frac{P}{\eta} = \frac{2,1899}{0,85} = 2,5764 \text{ kW}$$



Előtolás értéke az  $F_f = k_c \cdot f \cdot a$  összefüggés alapján:

$$f = \frac{F_f}{a \cdot k_c} = \frac{15000}{4 \cdot 1500} = 2,5 \frac{mm}{ford}$$

- A fajlagos forgácsolóerő:  $k_c = 1500 \frac{N}{mm^2}$  (18. sz. melléklet)

Az  $\frac{a}{f}$  viszony nagysága:  $\frac{a}{f} = \frac{4}{2,5} = 1,6$

Az ideális  $\frac{a}{f}$  viszony a szakítószilárdság és a szerszám anyaga függvényében 6:1 (13. sz. melléklet)

A fogást nem kell megosztani, mivel  $1,6 < 6$

A fogások száma:  $i = 1$

Ezek alapján a fogásmélység:  $a = 4 \text{ mm}$

A fogásmélységhez tartozó ideális előtolás értéke:  $f = \frac{a}{\frac{a}{f}} = \frac{4}{6} = 0,6667 \frac{mm}{ford}$

→ A CK5123E esztergán ez az érték beállítható:  $f = 0,7 \frac{mm}{ford}$

Mivel a fajlagos forgácsolóerő értéke az előtolástól függ, a megváltozott előtolás függvényében táblázatból választjuk ki a módosult  $k'_c$  értékét a  $h$  forgácsvastagság függvényében (18. sz. melléklet)

$$h = f \cdot \sin \kappa_r = 0,7 \cdot \sin 75^\circ = 0,676 \text{ mm}$$

-  $\kappa_r$  – a szerszám főél elhelyezési szöge

A módosult fajlagos forgácsolóerő:  $k'_c = 1684 \frac{N}{mm^2}$

A keletkező forgácsolóerő nagysága:

$$F_{fv} = k'_c \cdot f \cdot a = 1684 \cdot 0,7 \cdot 4 = 4715,2 \text{ N}$$

Az alkalmazott forgácsolósebesség 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  $v_c$  forgácsolósebesség meghatározásához szükséges adatokat az 5.13-as táblázat tartalmazza.

5.13 táblázat A forgácsolósebesség meghatározásához szükséges adatok

Alapsebesség	$v_0 = 100 \frac{m}{min}$
A főél elhelyezési szögétől függő tényező	$K_K = 0,86$
A szerszámtól függő módosító tényező	$K_{sz} = 1$
A forgácsolás módjától függő módosító tényező	$K_m = 1$
Az anyag állapotától függő módosító tényező	$K_h = 0,95$
A munkadarab felületétől, kérgétől függő módosító tényező	$K_k = 0,8$
Az élettartamtól függő módosító tényező	$K_T = 1$

7-12. sz. mellékletek

Behelyettesítve:

$$v_c = 100 \cdot 0,86 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 0,95 \cdot 0,8 \cdot 1 = 65,36 \frac{m}{min}$$

A fordulatszám meghatározása:

$$n = \frac{1000 \cdot v_c}{D \cdot \pi} = \frac{1000 \cdot 65,36}{1129,53 \cdot \pi} = 18,419 \text{ min}^{-1}$$

Ahol a D – a kiinduló átmérő a ráhagyással együtt

A gépen a hozzá legközelebb álló beállítható fordulatszám:  $n_{gépi} = 22,4 \text{ min}^{-1}$

A megváltozott forgácsolósebesség:

$$v_{cm} = \frac{D \cdot \pi \cdot n_{gépi}}{1000} = \frac{1129,53 \cdot \pi \cdot 22,4}{1000} = 79,487 \frac{m}{min}$$

A forgácsolás teljesítményszükséglete:

$$P = \frac{F_{fv} \cdot v_{cm}}{60 \cdot 10^3} = \frac{1684 \cdot 79,487}{60 \cdot 10^3} = 2,231 \text{ kW}$$

A hajtáshoz szükséges teljesítmény meghatározása:

$$P_h = \frac{P}{\eta} = \frac{2,231}{0,85} = 2,6247 \text{ kW}$$

- Ahol a  $\eta$  a szerszám gép hatásfoka

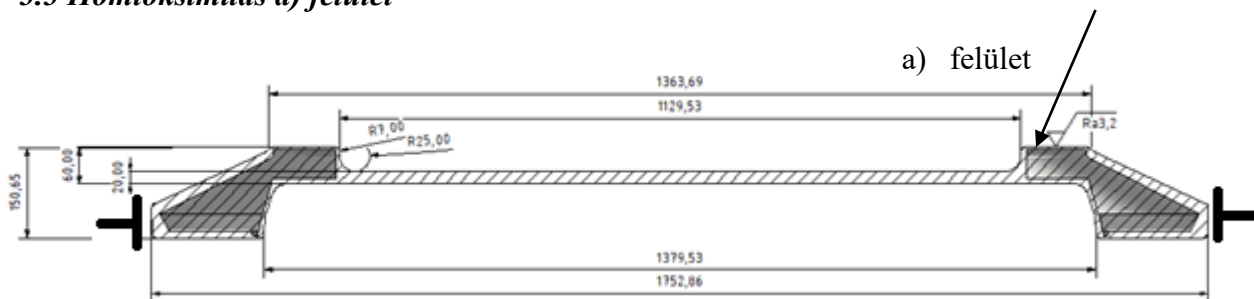
A választott CK5123E CNC típusú karusszel esztergagépbe beépített 45 kW-os villanymotor ezt a teljesítményszükségletet kielégíti.

A kiszámított adatok összességét az 5.14-es táblázat tartalmazza:

5.14 táblázat Kiszámított adatok

Fogásmélység	$a = 4 \text{ mm}$
Fogások száma	$i = 1$
Előtolás	$f = 0,7 \frac{\text{mm}}{\text{ford}}$
Forgácsolási erő	$F_{fv} = 1684 \text{ N}$
Forgácsolósebesség	$v_c = 79,487 \frac{\text{m}}{\text{min}}$
Beállítandó fordulatszám	$n_{gépi} = 22,4 \text{ min}^{-1}$
Forgácsolás teljesítményszüksége	$P = 2,231 \text{ kW}$
Hajtáshoz szükséges teljesítmény	$P_h = 2,6247 \text{ kW}$

### 3.3 Homloksimítás a) felület



Alkalmazott szerszám: DCKNR 3225P 12 esztergakés

Alkalmazott lapka: CNGG 12 04 04-SGF 1205

A fogásmélység a ráhagyás alapján:  $a = 1 \text{ mm}$

Simítási ráhagyás a felületen: 0,5 mm (17. sz. melléklet)

A fogások száma:  $i = 1$

Az előtolás értékét az átlagos felületi érdesség  $R_a = 3,2 \mu m = 3,2 \cdot 10^{-3} mm$  és az esztergakés csúcssugarának  $r = 0,4 mm$  figyelembevételével kell meghatározni a következő összefüggés alapján:

$$f = \sqrt{13 \cdot r \cdot R_a} = \sqrt{13 \cdot 0,4 \cdot 3,2 \cdot 10^{-3}} = 0,129 \frac{mm}{ford}$$

Az előtolás értéke megfelel a 20. sz. melléklet táblázata alapján

A gépen beállítható legközelebbi előtolás értéke:  $f = 0,13 \frac{mm}{ford}$

Az alkalmazott forgácsolósebesség 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  $v_c$  forgácsolósebesség meghatározásához szükséges adatokat az 5.14-es táblázat tartalmazza.

5.14 táblázat A forgácsolósebesség meghatározásához szükséges adatok

Alapsebesség	$v_0 = 100 \frac{m}{min}$
A főél elhelyezési szögétől függő tényező	$K_K = 0,86$
A szerszámtól függő módosító tényező	$K_{sz} = 1,04$
A forgácsolás módjától függő módosító tényező	$K_m = 1$
Az anyag állapotától függő módosító tényező	$K_h = 0,95$
A munkadarab felületétől, kérgétől függő módosító tényező	$K_k = 0,8$
Az élettartamtól függő módosító tényező	$K_T = 1$

7-12. sz. mellékletek

Behelyettesítve:

$$v_c = 100 \cdot 0,86 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 0,95 \cdot 0,8 \cdot 1 = 65,36 \frac{m}{min}$$

A fordulatszám meghatározása:

$$n = \frac{1000 \cdot v_c}{D \cdot \pi} = \frac{1000 \cdot 65,36}{1381 \cdot \pi} = 15,065 min^{-1}$$

Ahol  $D$  – a kiinduló átmérő ráhagyással együtt

A gépen a hozzá legközelebb álló beállítható fordulatszám:  $n_{g\acute{e}pi} = 16 \text{ min}^{-1}$

A megváltozott forgácsolósebesség:

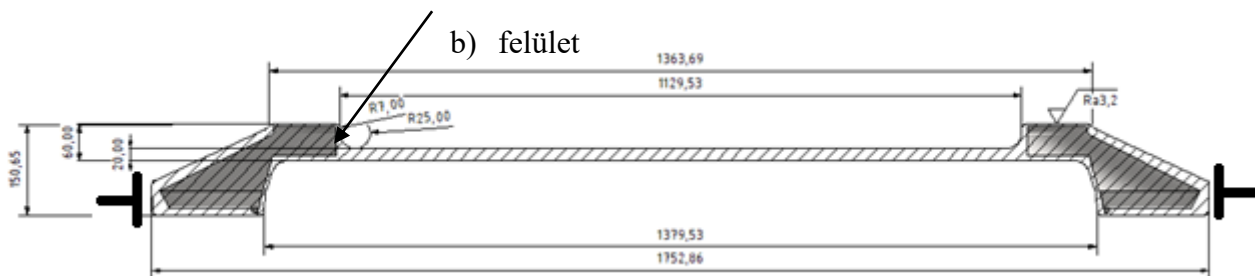
$$v_{cm} = \frac{D \cdot \pi \cdot n_{g\acute{e}pi}}{1000} = \frac{1381 \cdot \pi \cdot 16}{1000} = 69,4166 \frac{m}{min}$$

A kiszámított adatokat az 5.15 ös táblázat tartalmazza:

5.15 táblázat Kiszámított adatok

Fogásmélység	$a = 1 \text{ mm}$
Fogások száma	$i = 1$
Előtolás	$f = 0,13 \frac{mm}{ford}$
Forgácsolósebesség	$v_c = 69,4166 \frac{m}{min}$
Beállítandó fordulatszám	$n_{g\acute{e}pi} = 16 \text{ min}^{-1}$

### 3.4 Furatsimítás b) felület



Alkalmazott szerszám: Fenéklyukkés MSZ 1913

Simítási ráhagyás a felületen: 0,75 mm (átmérőre: 1,5 mm)

$$\text{Fogásmélység: } a = \frac{D-d}{2} = \frac{1140-1138,5}{2} = 0,75 \text{ mm}$$

$d$  – a kiinduló átmérő a simítási ráhagyás alapján:  $d = 1140 - 1,5 = 1138,5 \text{ mm}$

$D$  – a megmunkált átmérő:  $D = 1140 \text{ mm}$

A fogások száma:  $i = 1$

Az előtolás értékét az átlagos felületi érdesség  $R_a = 3,2 \mu m = 3,2 \cdot 10^{-3} mm$

és az esztergakés csúcssugarának  $r = 0,5 mm$  figyelembevételével kell meghatározni a következő összefüggés alapján:

$$f = \sqrt{13 \cdot r \cdot R_a} = \sqrt{13 \cdot 0,5 \cdot 3,2 \cdot 10^{-3}} = 0,144 \frac{mm}{ford}$$

Az előtolás értéke megfelel a 20. sz. melléklet táblázata alapján

A CK5321E CNC karusszel esztergagépen beállítható legközelebbi előtolás értéke:

$$f = 0,15 \frac{mm}{ford}$$

Az alkalmazott forgácsolósebesség 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  $v_c$  forgácsolósebesség meghatározásához szükséges adatokat az 5.15-ös táblázat tartalmazza.

5.15 táblázat A forgácsolósebesség meghatározásához szükséges adatok

Alapsebesség	$v_0 = 100 \frac{m}{min}$
A főél elhelyezési szögétől függő tényező	$K_K = 0,86$
A szerszámtól függő módosító tényező	$K_{sz} = 1$
A forgácsolás módjától függő módosító tényező	$K_m = 1$
Az anyag állapotától függő módosító tényező	$K_h = 0,95$
A munkadarab felületétől, kérgétől függő módosító tényező	$K_k = 0,8$
Az élettartamtól függő módosító tényező	$K_T = 1$

7-12. sz. mellékletek

Behelyettesítve:

$$v_c = 100 \cdot 0,86 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 0,95 \cdot 0,8 \cdot 1 = 65,36 \frac{m}{min}$$

A fordulatszám meghatározása:

$$n = \frac{1000 \cdot v_c}{D \cdot \pi} = \frac{1000 \cdot 65,36}{1140 \cdot \pi} = 18,2497 \text{ min}^{-1}$$

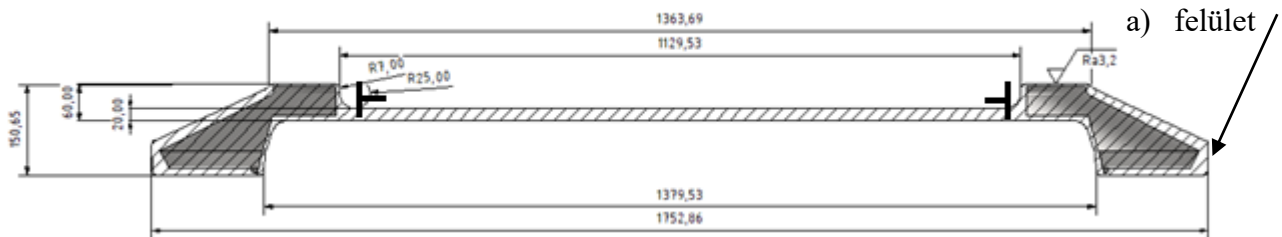
A gépen a hozzá legközelebb álló beállítható fordulatszám:  $n_{g\acute{e}pi} = 22,4 \text{ min}^{-1}$

A megváltozott forgácsolósebesség:

$$v_{cm} = \frac{D \cdot \pi \cdot n_{g\acute{e}pi}}{1000} = \frac{1140 \cdot \pi \cdot 22,4}{1000} = 80,22371 \frac{m}{min}$$

#### 4. Művelet: Esztergálás II.

##### 4.1 Palástnagylás $\varnothing 1725 \times 60 \text{ mm}$ a) felület



Alkalmazott szerszám: Oldalélű esztergakés DIN 4980 ISO 6 R 20x20 P30

A forgácskeresztmetszet meghatározása:

Forgácsolási ráhagyás a felületen: 14 mm

(Mivel az előgyártmány kovácsolással készült, a felület oldalferdeséggel rendelkezik ezért a forgácsolási ráhagyás a felületen nem állandó. A legkisebb forgácsolási ráhagyás a felületen 3 mm, a legnagyobb pedig 14 mm)

Simítási ráhagyás a felületen: 0,2 mm (átmérőre: 0,4 mm)

$$\text{Fogásmélység: } a = \frac{D-d}{2} = \frac{1752,86-1725}{2} = 13,93 \text{ mm}$$

D – a legnagyobb kiinduló átmérő

d – a megmunkált átmérő a simítási ráhagyás alapján

Előtolás értéke az  $F_f = k_c \cdot f \cdot a$  összefüggés alapján:

$$f = \frac{F_f}{a \cdot k_c} = \frac{15000}{13,93 \cdot 1500} = 0,718 \frac{mm}{ford}$$

- A fajlagos forgácsolóerő:  $k_c = 1500 \frac{N}{mm^2}$  (18. sz. melléklet)

$$\text{Az } \frac{a}{f} \text{ viszony nagysága: } \frac{a}{f} = \frac{13,93}{0,718} = 19,4$$

Az ideális  $\frac{a}{f}$  viszony a szakítószilárdság és a szerszám anyaga függvényében 6:1 (13. sz. melléklet)

A fogást meg kell osztani, mivel  $6 < 19,4$

A fogások száma:  $i = 3$

$$\text{Ezek alapján a fogásmélység: } a = \frac{D-d}{2 \cdot i} = \frac{1752,86-1725}{2 \cdot 3} = 4,6433 \text{ mm}$$

$$\text{A fogásmélységhez tartozó ideális előtolás értéke: } f = \frac{a}{\frac{a}{f}} = \frac{4,6433}{6} = 0,77388 \frac{mm}{ford}$$

$$\rightarrow \text{A CK5123E esztergán ez az érték beállítható: } f = 0,8 \frac{mm}{ford}$$

Mivel a fajlagos forgácsolóerő értéke az előtolástól függ, a megváltozott előtolás függvényében táblázatból választjuk ki a módosult  $k'_c$  értékét a  $h$  forgácsvastagság függvényében (18. sz. melléklet)

$$h = f \cdot \sin \kappa_r = 0,8 \cdot \sin 90^\circ = 0,8 \text{ mm}$$

-  $\kappa_r$  – a szerszám főél elhelyezési szöge

$$\text{A módosult fajlagos forgácsolóerő: } k'_c = 1586 \frac{N}{mm^2}$$

A keletkező forgácsolóerő nagysága:

$$F_{fv} = k'_c \cdot f \cdot a = 1586 \cdot 0,8 \cdot 4,6433 = 5891,419 \text{ N}$$

Az alkalmazott forgácsolósebesség 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  $v_c$  forgácsolósebesség meghatározásához szükséges adatokat az 5.16-os táblázat tartalmazza.

5.16 táblázat A forgácsolósebesség meghatározásához szükséges adatok

Alapsebesség	$v_0 = 100 \frac{m}{min}$
A főél elhelyezési szögétől függő tényező	$K_K = 0,81$
A szerszámtól függő módosító tényező	$K_{sz} = 1$
A forgácsolás módjától függő módosító tényező	$K_m = 1$
Az anyag állapotától függő módosító tényező	$K_h = 0,95$
A munkadarab felületétől, kérgétől függő módosító tényező	$K_k = 0,8$
Az élettartamtól függő módosító tényező	$K_T = 1$

7-12. sz. melléletek

Behelyettesítve:

$$v_c = 100 \cdot 0,81 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 0,95 \cdot 0,8 \cdot 1 = 61,56 \frac{m}{min}$$

A fordulatszám meghatározása:

$$n = \frac{1000 \cdot v_c}{D \cdot \pi} = \frac{1000 \cdot 61,56}{1752,86 \cdot \pi} = 11,179 \text{ min}^{-1}$$

A gépen a hozzá legközelebb álló beállítható fordulatszám:  $n_{gépi} = 11,2 \text{ min}^{-1}$

A megváltozott forgácsolósebesség:

$$v_{cm} = \frac{D \cdot \pi \cdot n_{gépi}}{1000} = \frac{1752,86 \cdot \pi \cdot 11,2}{1000} = 61,6758 \frac{m}{min}$$

A forgácsolás teljesítményszükséglete:

$$P = \frac{F_{fv} \cdot v_{cm}}{60 \cdot 10^3} = \frac{5891,419 \cdot 61,6758}{60 \cdot 10^3} = 6,056 \text{ kW}$$

A hajtáshoz szükséges teljesítmény meghatározása:

$$P_h = \frac{P}{\eta} = \frac{6,056}{0,85} = 7,1247 \text{ kW}$$

- Ahol a  $\eta$  a szerszámgép hatásfoka

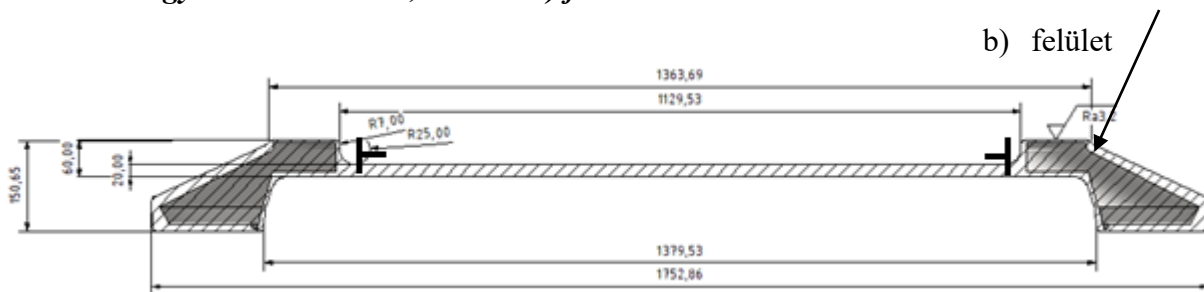
A választott CK5123E CNC típusú karusszel esztergagépbe beépített 45 kW-os villanymotor ezt a teljesítményszükségletet kielégíti.

A kiszámított adatok összességét az 5.17-es táblázat tartalmazza:

5.17 táblázat Kiszámított adatok

Fogásmélység	$a = 4,6433 \text{ mm}$
Fogások száma	$i = 3$
Előtolás	$f = 0,8 \frac{\text{mm}}{\text{ford}}$
Forgácsolási erő	$F_{fv} = 1586 \text{ N}$
Forgácsolósebesség	$v_c = 61,6758 \frac{\text{m}}{\text{min}}$
Beállítandó fordulatszám	$n_{gépi} = 11,2 \text{ min}^{-1}$
Forgácsolás teljesítményszüksége	$P = 6,056 \text{ kW}$
Hajtáshoz szükséges teljesítmény	$P_h = 7,1247 \text{ kW}$

#### 4.2 Palástonagyolás $\varnothing 1351 \times 12,025 \text{ mm}$ b) felület



Alkalmazott szerszám: Oldalélű esztergakés DIN 4980 ISO 6 R 20x20 P30

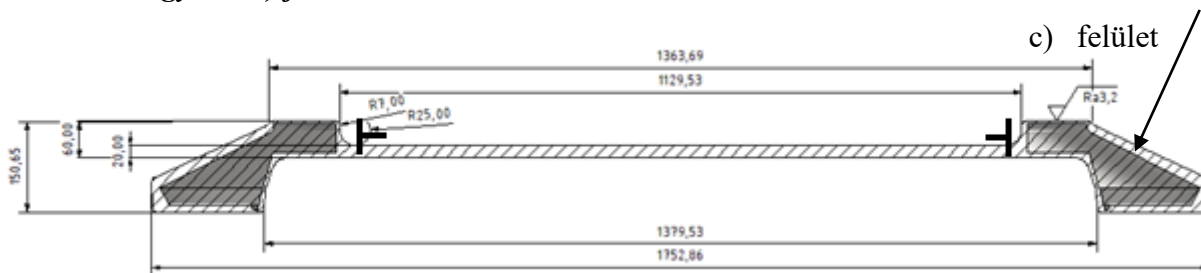
A részletes számításokat a 21. sz. melléklet tartalmazza.

A kiszámított adatok összességét az 5.19-es táblázat tartalmazza:

5.19 táblázat Kiszámított adatok

Fogásmélység	$a = 6,345 \text{ mm}$
Fogások száma	$i = 1$
Előtolás	$f = 1,06 \frac{\text{mm}}{\text{ford}}$
Forgácsolási erő	$F_{fv} = 1586 \text{ N}$
Forgácsolósebesség	$v_c = 68,5465 \frac{\text{m}}{\text{min}}$
Beállítandó fordulatszám	$n_{g\acute{e}pi} = 16 \text{ min}^{-1}$
Forgácsolás teljesítményszükséglete	$P = 12,1864 \text{ kW}$
Hajtáshoz szükséges teljesítmény	$P_h = 14,337 \text{ kW}$

### 4.3 Palástnagylás c) felület



Alkalmazott szerszám: Oldalélű esztergákés DIN 4980 ISO 6 R 20x20 P30

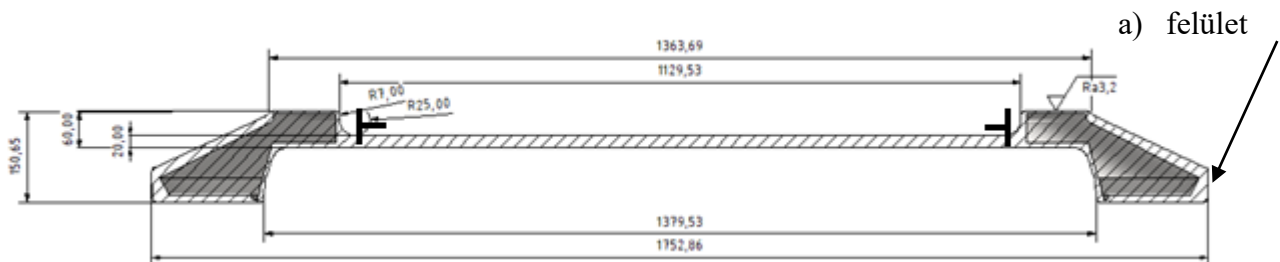
A részletes számításokat a 22. sz. melléklet tartalmazza.

A kiszámított adatok összességét az 5.21-es táblázat tartalmazza:

5.21 táblázat Kiszámított adatok

Fogásmélység	$a = 4,6433 \text{ mm}$
Fogások száma	$i = 3$
Előtolás	$f = 0,77388 \frac{\text{mm}}{\text{ford}}$
Forgácsolási erő	$F_{fv} = 5891,419 \text{ N}$
Forgácsolósebesség	$v_c = 61,56 \frac{\text{m}}{\text{min}}$
Beállítandó fordulatszám	$n_{gépi} = 11,2 \text{ min}^{-1}$
Forgácsolás teljesítményszükséglete	$P = 6,056 \text{ kW}$
Hajtáshoz szükséges teljesítmény	$P_h = 7,1247 \text{ kW}$

4.4 Palástsimítás 1724,6 x 60 mm a) felület



Alkalmazott szerszám: Oldalélű esztergákés DIN 4980 ISO 6 R 20x20 P30

A forgácskeresztmetszet meghatározása:

Simítási ráhagyás a felületen: 0,2 mm (átmérőre: 0,4 mm)

$$\text{Fogásmélység: } a = \frac{D-d}{2} = \frac{1725-1724,6}{2} = 0,2 \text{ mm}$$

D – a legnagyobb kiinduló átmérő

d – a megmunkált átmérő a simítási ráhagyás alapján

A fogások száma:  $i = 1$

Az előtolás értékét az átlagos felületi érdesség  $R_a = 3,2 \mu m = 3,2 \cdot 10^{-3} mm$

és az esztergakés csúcssugarának  $r = 0,8 mm$  figyelembevételével kell meghatározni a következő összefüggés alapján:

$$f = \sqrt{13 \cdot r \cdot R_a} = \sqrt{13 \cdot 0,8 \cdot 3,2 \cdot 10^{-3}} = 0,18243 \frac{mm}{ford}$$

Az előtolás értéke megfelel a 20. sz. melléklet táblázata alapján

A CK5321E CNC karusszel esztergagépen beállítható legközelebbi előtolás értéke:

$$f = 0,182 \frac{mm}{ford}$$

Az alkalmazott forgácsolósebesség 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  $v_c$  forgácsolósebesség meghatározásához szükséges adatokat az 5.22-es táblázat tartalmazza.

5.22 táblázat A forgácsolósebesség meghatározásához szükséges adatok

Alapsebesség	$v_0 = 100 \frac{m}{min}$
A főél elhelyezési szögétől függő tényező	$K_K = 0,81$
A szerszámtól függő módosító tényező	$K_{sz} = 1$
A forgácsolás módjától függő módosító tényező	$K_m = 1$
Az anyag állapotától függő módosító tényező	$K_h = 0,95$
A munkadarab felületétől, kérgétől függő módosító tényező	$K_k = 0,8$
Az élettartamtól függő módosító tényező	$K_T = 1$

7-12. sz. mellékletek

Behelyettesítve:

$$v_c = 100 \cdot 0,81 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 0,95 \cdot 0,8 \cdot 1 = 61,56 \frac{m}{min}$$

A fordulatszám meghatározása:

$$n = \frac{1000 \cdot v_c}{D \cdot \pi} = \frac{1000 \cdot 61,56}{1725 \cdot \pi} = 11,359 \text{ min}^{-1}$$

A gépen a hozzá legközelebb álló beállítható fordulatszám:  $n_{g\acute{e}pi} = 11,2 \text{ min}^{-1}$

A megváltozott forgácsolósebesség:

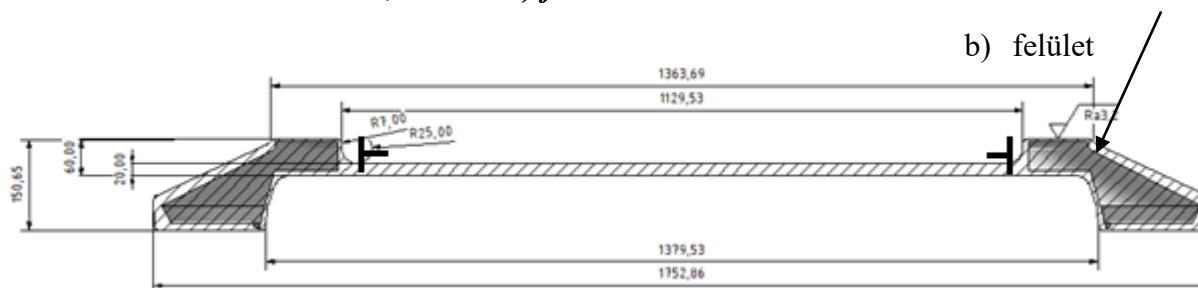
$$v_{cm} = \frac{D \cdot \pi \cdot n_{g\acute{e}pi}}{1000} = \frac{1725 \cdot \pi \cdot 11,2}{1000} = 60,69557 \frac{m}{min}$$

A kiszámított adatokat az 5.23-as táblázat tartalmazza:

5.23 táblázat Kiszámított adatok

Fogásmélység	$a = 0,2 \text{ mm}$
Fogások száma	$i = 1$
Előtolás	$f = 0,182 \frac{mm}{ford}$
Forgácsolósebesség	$v_c = 60,69 \frac{m}{min}$
Beállítandó fordulatszám	$n_{g\acute{e}pi} = 11,2 \text{ min}^{-1}$

#### 4.5 Palástsimítás $\varnothing 1350 \times 12,025 \text{ mm}$ b) felület



Alkalmazott szerszám: Oldalélű esztergakés DIN 4980 ISO 6 R 20x20 P30

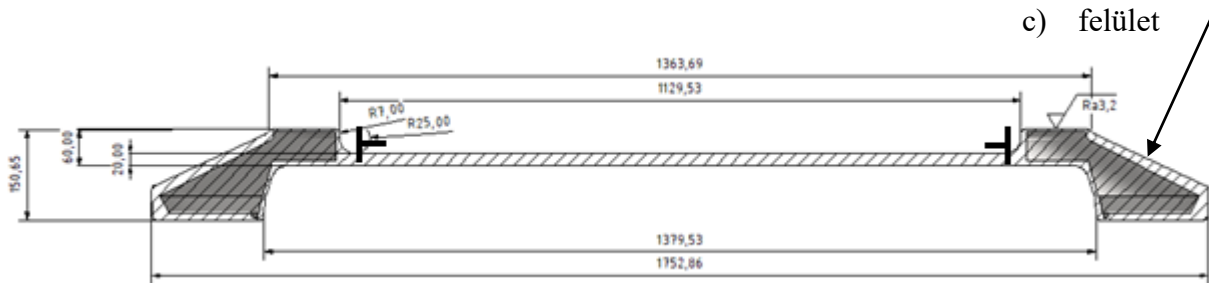
A részletes számításokat a 23. sz. melléklet tartalmazza.

A kiszámított adatokat az 5.25-ös táblázat tartalmazza:

#### 5.25 táblázat Kiszámított adatok

Fogásmélység	$a = 0,5 \text{ mm}$
Fogások száma	$i = 1$
Előtolás	$f = 0,182 \frac{\text{mm}}{\text{ford}}$
Forgácsolósebesség	$v_c = 67,90866 \frac{\text{m}}{\text{min}}$
Beállítandó fordulatszám	$n_{g\acute{e}pi} = 16 \text{ min}^{-1}$

#### 4.6 Palástsimitás c) felület



Alkalmazott szerszám: Oldalélű esztergakés DIN 4980 ISO 6 R 20x20 P30

A részletes számításokat a 24. sz. melléklet tartalmazza.

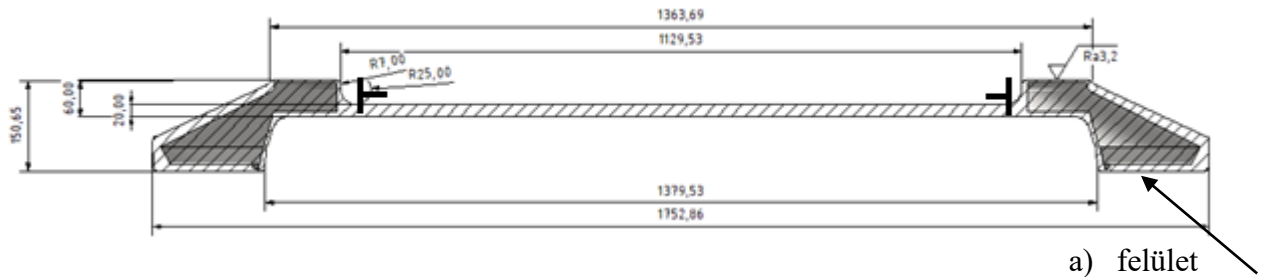
A kiszámított adatokat az 5.27-es táblázat tartalmazza:

5.27 táblázat Kiszámított adatok

Fogásmélység	$a = 0,5 \text{ mm}$
Fogások száma	$i = 1$
Előtolás	$f = 0,182 \frac{\text{mm}}{\text{ford}}$
Forgácsolósebesség	$v_c = 67,90866 \frac{\text{m}}{\text{min}}$
Beállítandó fordulatszám	$n_{g\acute{e}pi} = 16 \text{ min}^{-1}$

## 5. Művelet: Esztergálás III.

### 5.1 Homloknagyolás a) felület



Az alkalmazott szerszám: DCKNR 3225P 12 esztergákés

Az alkalmazott lapka: CNMG 12 04 08-PR 4425

Forgácsolási ráhagyás a felületen: 3 mm

Simítási ráhagyás a felületen: 0,5 mm (17.sz. melléklet)

Fogásmélység a ráhagyás alapján:  $a = 3 - 0,5 = 2,5 \text{ mm}$

A fogások száma:  $i = 1$

Előtolás értéke az  $F_f = k_c \cdot f \cdot a$  összefüggés alapján:

$$f = \frac{F_f}{a \cdot k_c} = \frac{15000}{2,5 \cdot 1500} = 4 \frac{\text{mm}}{\text{ford}}$$

- A fajlagos forgácsolóerő:  $k_c = 1500 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$  (18. sz. melléklet)

Az  $\frac{a}{f}$  viszony nagysága:  $\frac{a}{f} = \frac{2,5}{4} = 0,625$

Az ideális  $\frac{a}{f}$  viszony a szakítószilárdság és a szerszám anyaga függvényében 6:1 (13. sz. melléklet)

A fogást nem kell megosztani, mivel  $0,625 < 6$

A fogások száma:  $i = 1$

Ezek alapján a fogásmélység:  $a = 2,5 \text{ mm}$

A fogásmélységhez tartozó ideális előtolás értéke:  $f = \frac{a}{\frac{a}{f}} = \frac{2,5}{6} = 0,4167 \frac{\text{mm}}{\text{ford}}$

→ A CK5123E esztergán ez az érték beállítható:  $f = 0,4 \frac{\text{mm}}{\text{ford}}$

Mivel a fajlagos forgácsolóerő értéke az előtolástól függ, a megváltozott előtolás függvényében táblázatból választjuk ki a módosult  $k'_c$  értékét a  $h$  forgácsvastagság függvényében (18. sz. melléklet)

$$h = f \cdot \sin k_r = 0,4 \cdot \sin 75^\circ = 0,386 \text{ mm}$$

-  $k_r$  – a szerszám főél elhelyezési szöge

A módosult fajlagos forgácsolóerő:  $k'_c = 1886 \frac{N}{\text{mm}^2}$

A keletkező forgácsolóerő nagysága:

$$F_{fv} = k'_c \cdot f \cdot a = 1886 \cdot 0,4 \cdot 2,5 = 1886 \text{ N}$$

Az alkalmazott forgácsolósebesség 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  $v_c$  forgácsolósebesség meghatározásához szükséges adatokat az 5.28-as táblázat tartalmazza.

5.28 táblázat A forgácsolósebesség meghatározásához szükséges adatok

Alapsebesség	$v_0 = 100 \frac{m}{\text{min}}$
A főél elhelyezési szögétől függő tényező	$K_K = 0,86$
A szerszámtól függő módosító tényező	$K_{sz} = 1$
A forgácsolás módjától függő módosító tényező	$K_m = 1$
Az anyag állapotától függő módosító tényező	$K_h = 0,95$
A munkadarab felületétől, kérgétől függő módosító tényező	$K_k = 0,8$
Az élettartamtól függő módosító tényező	$K_T = 1$

7-12. sz. mellékletek

Behelyettesítve:

$$v_c = 100 \cdot 0,86 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 0,95 \cdot 0,8 \cdot 1 = 65,36 \frac{m}{\text{min}}$$

A fordulatszám meghatározása:

$$n = \frac{1000 \cdot v_c}{D \cdot \pi} = \frac{1000 \cdot 65,36}{1724,6 \cdot \pi} = 12,06 \text{ min}^{-1}$$

Ahol a  $D$  – a kiinduló átmérő a ráhagyással együtt

A gépen a hozzá legközelebb álló beállítható fordulatszám:  $n_{g\acute{e}pi} = 11,2 \text{ min}^{-1}$

A megváltozott forgácsolósebesség:

$$v_{cm} = \frac{D \cdot \pi \cdot n_{g\acute{e}pi}}{1000} = \frac{1724,6 \cdot \pi \cdot 11,2}{1000} = 60,6815 \frac{m}{min}$$

A forgácsolás teljesítményszükséglete:

$$P = \frac{F_{fv} \cdot v_{cm}}{60 \cdot 10^3} = \frac{1886 \cdot 60,6815}{60 \cdot 10^3} = 1,9074 \text{ kW}$$

A hajtáshoz szükséges teljesítmény meghatározása:

$$P_h = \frac{P}{\eta} = \frac{1,9074}{0,85} = 2,244 \text{ kW}$$

- Ahol a  $\eta$  a szerszámgép hatásfoka

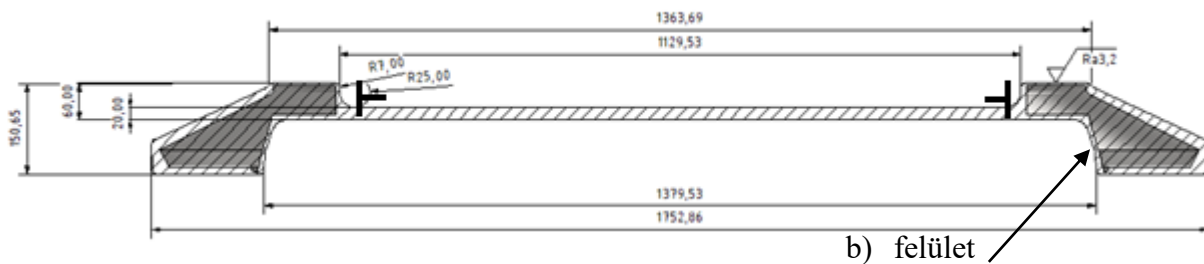
A választott CK5123E CNC típusú karusszel esztergagépbe beépített 45 kW-os villanymotor ezt a teljesítményszükségletet kielégíti.

A kiszámított adatokat az 5.29-es táblázat tartalmazza:

5.29 táblázat Kiszámított adatok

Fogásmélység	$a = 2,5 \text{ mm}$
Fogások száma	$i = 1$
Előtolás	$f = 0,4 \frac{\text{mm}}{\text{ford}}$
Forgácsolási erő	$F_{fv} = 1886 \text{ N}$
Forgácsolósebesség	$v_c = 60,6815 \frac{\text{m}}{\text{min}}$
Beállítandó fordulatszám	$n_{g\acute{e}pi} = 11,2 \text{ min}^{-1}$
Forgácsolás teljesítményszüksége	$P = 1,9074 \text{ kW}$
Hajtáshoz szükséges teljesítmény	$P_h = 2,244 \text{ kW}$

### 5.2 Palástnagylás $\varnothing 1405 \times 45 \text{ mm}$ b) felület



Alkalmazott szerszám: Oldalélű esztergakés DIN 4980 ISO 6 R 20x20 P30

A forgácskeresztmetszet meghatározása:

Forgácsolási ráhagyás a felületen: 13 mm

(Mivel az előgyártmány kovácsolással készült, a felület oldalferdeséggel rendelkezik ezért a forgácsolási ráhagyás a felületen nem állandó. A legkisebb forgácsolási ráhagyás a felületen 5 mm, a legnagyobb pedig 13 mm)

Simítási ráhagyás a felületen: 0,5 mm (átmérőre: 1 mm)

$$\text{Fogásmélység: } a = \frac{D-d}{2} = \frac{1405-1379,53}{2} = 12,735 \text{ mm}$$

D – a legnagyobb kiinduló átmérő

d – a megmunkált átmérő a simítási ráhagyás alapján

Előtolás értéke az  $F_f = k_c \cdot f \cdot a$  összefüggés alapján:

$$f = \frac{F_f}{a \cdot k_c} = \frac{15000}{12,735 \cdot 1500} = 0,78524 \frac{\text{mm}}{\text{ford}}$$

- A fajlagos forgácsolóerő:  $k_c = 1500 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$  (18. sz. melléklet)

$$\text{Az } \frac{a}{f} \text{ viszony nagysága: } \frac{a}{f} = \frac{12,735}{0,78524} = 16,218$$

Az ideális  $\frac{a}{f}$  viszony a szakítószilárdság és a szerszám anyaga függvényében 6:1 (13. sz. melléklet)

A fogást meg kell osztani, mivel  $16,218 > 6$

A fogások száma:  $i = 3$

$$\text{Ezek alapján a fogásmélység: } a = \frac{D-d}{2 \cdot i} = \frac{1405-1379,53}{2 \cdot 3} = 4,245 \text{ mm}$$

$$\text{A fogásmélységhez tartozó ideális előtolás értéke: } f = \frac{a}{\frac{a}{f}} = \frac{4,245}{6} = 0,7075 \frac{\text{mm}}{\text{ford}}$$

→ A CK5123E esztergán ez az érték beállítható:  $f = 0,71 \frac{\text{mm}}{\text{ford}}$

Mivel a fajlagos forgácsolóerő értéke az előtolástól függ, a megváltozott előtolás függvényében táblázatból választjuk ki a módosult  $k'_c$  értékét a h forgácsvastagság függvényében (18. sz. melléklet)

$$h = f \cdot \sin \kappa_r = 0,7075 \cdot \sin 90^\circ = 0,7075 \text{ mm}$$

-  $\kappa_r$  – a szerszám főél elhelyezési szöge

$$\text{A módosult fajlagos forgácsolóerő: } k'_c = 1586 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

A keletkező forgácsolóerő nagysága:

$$F_{fv} = k'_c \cdot f \cdot a = 1586 \cdot 0,7075 \cdot 4,245 = 4763,293 \text{ N}$$

Az alkalmazott forgácsolósebesség 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  $v_c$  forgácsolósebesség meghatározásához szükséges adatokat az 5.30-as táblázat tartalmazza.

5.30 táblázat A forgácsolósebesség meghatározásához szükséges adatok

Alapsebesség	$v_0 = 100 \frac{m}{min}$
A főél elhelyezési szögétől függő tényező	$K_K = 0,81$
A szerszámtól függő módosító tényező	$K_{sz} = 1$
A forgácsolás módjától függő módosító tényező	$K_m = 1$
Az anyag állapotától függő módosító tényező	$K_h = 0,95$
A munkadarab felületétől, kérgétől függő módosító tényező	$K_k = 0,8$
Az élettartamtól függő módosító tényező	$K_T = 1$

7-12. sz. mellékletek

Behelyettesítve:

$$v_c = 100 \cdot 0,81 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 0,95 \cdot 0,8 \cdot 1 = 61,56 \frac{m}{min}$$

A fordulatszám meghatározása:

$$n = \frac{1000 \cdot v_c}{D \cdot \pi} = \frac{1000 \cdot 61,56}{1405 \cdot \pi} = 13,9467 \text{ min}^{-1}$$

A gépen a hozzá legközelebb álló beállítható fordulatszám:  $n_{gépi} = 16 \text{ min}^{-1}$

A megváltozott forgácsolósebesség:

$$v_{cm} = \frac{D \cdot \pi \cdot n_{gépi}}{1000} = \frac{1405 \cdot \pi \cdot 16}{1000} = 70,623 \frac{m}{min}$$

A forgácsolás teljesítményszükséglete:

$$P = \frac{F_{fv} \cdot v_{cm}}{60 \cdot 10^3} = \frac{4763,293 \cdot 70,623}{60 \cdot 10^3} = 5,6066 \text{ kW}$$

A hajtáshoz szükséges teljesítmény meghatározása:

$$P_h = \frac{P}{\eta} = \frac{5,6066}{0,85} = 6,596 \text{ kW}$$

- Ahol a  $\eta$  a szerszám gép hatásfoka

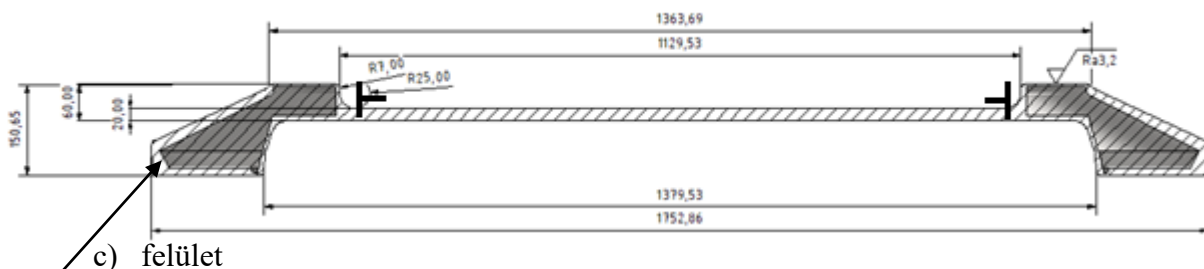
A választott CK5123E CNC típusú karusszel esztergagépbe beépített 45 kW-os villanymotor ezt a teljesítményszükségletet kielégíti.

A kiszámított adatok összességét az 5.31-es táblázat tartalmazza:

5.31 táblázat Kiszámított adatok

Fogásmélység	$a = 4,245 \text{ mm}$
Fogások száma	$i = 3$
Előtolás	$f = 0,7075 \frac{\text{mm}}{\text{ford}}$
Forgácsolási erő	$F_{fv} = 4763,293 \text{ N}$
Forgácsolósebesség	$v_c = 70,623 \frac{\text{m}}{\text{min}}$
Beállítandó fordulatszám	$n_{gépi} = 16 \text{ min}^{-1}$
Forgácsolás teljesítményszükséglete	$P = 5,6066 \text{ kW}$
Hajtáshoz szükséges teljesítmény	$P_h = 6,596 \text{ kW}$

### 5.3 Palástnagylás c) felület



Alkalmazott szerszám: Oldalélű esztergakés DIN 4980 ISO 6 R 20x20 P30

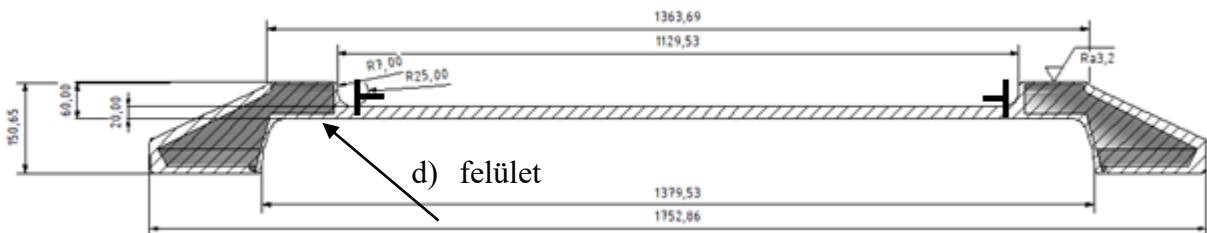
A teljes számítást a 25. sz. melléklet tartalmazza

A kiszámított adatok összességét az 5.33-as táblázat tartalmazza:

5.33 táblázat Kiszámított adatok

Fogásmélység	$a = 4,89 \text{ mm}$
Fogások száma	$i = 3$
Előtolás	$f = 0,815 \frac{\text{mm}}{\text{ford}}$
Forgácsolási erő	$F_{fv} = 6320,7651 \text{ N}$
Forgácsolósebesség	$v_c = 60,6815 \frac{\text{m}}{\text{min}}$
Beállítandó fordulatszám	$n_{gépi} = 11,2 \text{ min}^{-1}$
Forgácsolás teljesítményszükséglete	$P = 6,392 \text{ kW}$
Hajtáshoz szükséges teljesítmény	$P_h = 7,52 \text{ kW}$

#### 5.4 Homloknagyolás d) felület



Az alkalmazott szerszám: DCKNR 3225P 12 esztergakés

Az alkalmazott lapka: CNMG 12 04 08-PR 4425

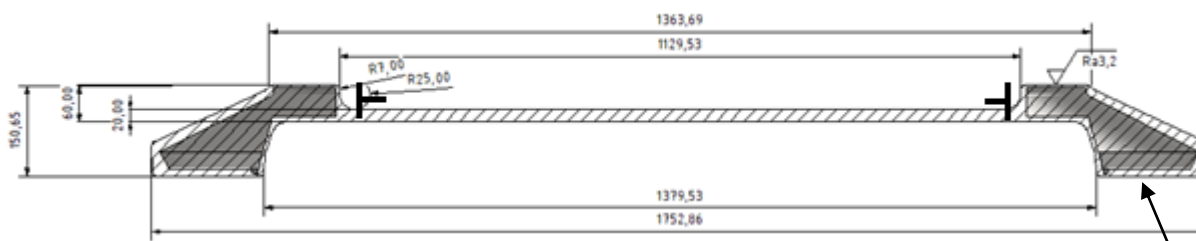
A teljes számítást a 26.sz. melléklet tartalmazza

A kiszámított adatokat az 5.35-ös táblázat tartalmazza:

### 5.35 táblázat Kiszámított adatok

Fogásmélység	$a = 2,5 \text{ mm}$
Fogások száma	$i = 1$
Előtolás	$f = 0,4 \frac{\text{mm}}{\text{ford}}$
Forgácsolási erő	$F_{fv} = 1886 \text{ N}$
Forgácsolósebesség	$v_c = 66,7526 \frac{\text{m}}{\text{min}}$
Beállítandó fordulatszám	$n_{gépi} = 16 \text{ min}^{-1}$
Forgácsolás teljesítményszükséglete	$P = 2,098 \text{ kW}$
Hajtáshoz szükséges teljesítmény	$P_h = 2,468 \text{ kW}$

### 5.5 Homloksimítás a) felület



Alkalmazott szerszám: DCKNR 3225P 12 esztergakés

a) felület

Alkalmazott lapka: CNGG 12 04 04-SGF 1205

A fogásmélység a ráhagyás alapján:  $a = 1 \text{ mm}$

Simítási ráhagyás a felületen: 0,5 mm (17. sz. melléklet)

A fogások száma:  $i = 1$

Az előtolás értékét az átlagos felületi érdesség  $R_a = 3,2 \mu\text{m} = 3,2 \cdot 10^{-3} \text{ mm}$  és az esztergakés csúcssugarának  $r = 0,4 \text{ mm}$  figyelembevételével kell meghatározni a következő összefüggés alapján:

$$f = \sqrt{13 \cdot r \cdot R_a} = \sqrt{13 \cdot 0,4 \cdot 3,2 \cdot 10^{-3}} = 0,129 \frac{mm}{ford}$$

Az előtolás értéke megfelel a 20. sz. melléklet táblázata alapján

A gépen beállítható legközelebbi előtolás értéke:  $f = 0,13 \frac{mm}{ford}$

Az alkalmazott forgácsolósebesség 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  $v_c$  forgácsolósebesség meghatározásához szükséges adatokat az 5.36-os táblázat tartalmazza.

5.36 táblázat A forgácsolósebesség meghatározásához szükséges adatok

Alapsebesség	$v_0 = 100 \frac{m}{min}$
A főél elhelyezési szögétől függő tényező	$K_K = 0,86$
A szerszámtól függő módosító tényező	$K_{sz} = 1,04$
A forgácsolás módjától függő módosító tényező	$K_m = 1$
Az anyag állapotától függő módosító tényező	$K_h = 0,95$
A munkadarab felületétől, kérgétől függő módosító tényező	$K_k = 0,8$
Az élettartamtól függő módosító tényező	$K_T = 1$

7-12. sz. mellékletek

Behelyettesítve:

$$v_c = 100 \cdot 0,86 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 0,95 \cdot 0,8 \cdot 1 = 65,36 \frac{m}{min}$$

A fordulatszám meghatározása:

$$n = \frac{1000 \cdot v_c}{D \cdot \pi} = \frac{1000 \cdot 65,36}{1724,6 \cdot \pi} = 12,063 \text{ min}^{-1}$$

Ahol D – a kiinduló átmérő ráhagyással együtt

A gépen a hozzá legközelebb álló beállítható fordulatszám:  $n_{gépi} = 11,2 \text{ min}^{-1}$

A megváltozott forgácsolósebesség:

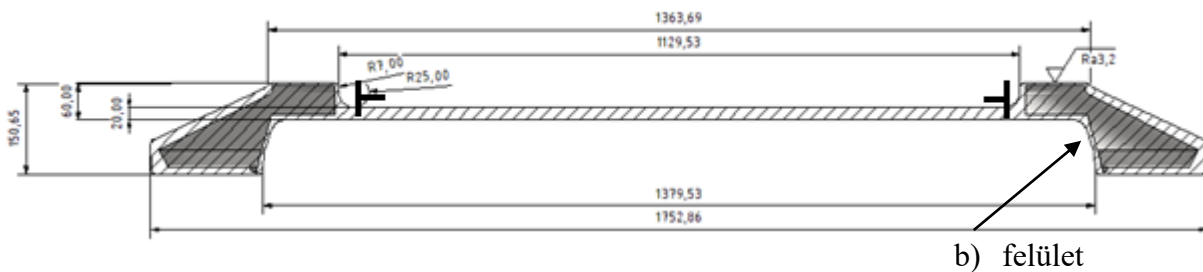
$$v_{cm} = \frac{D \cdot \pi \cdot n_{g\acute{e}pi}}{1000} = \frac{1724,6 \cdot \pi \cdot 11,2}{1000} = 60,6815 \frac{m}{min}$$

A kiszámított adatokat az 5.37-es táblázat tartalmazza:

5.37 táblázat Kiszámított adatok

Fogásmélység	$a = 1 \text{ mm}$
Fogások száma	$i = 1$
Előtolás	$f = 0,13 \frac{mm}{ford}$
Forgácsolósebesség	$v_c = 60,6815 \frac{m}{min}$
Beállítandó fordulatszám	$n_{g\acute{e}pi} = 11,2 \text{ min}^{-1}$

### 5.6 Palástsimítás 1406 x 45 mm b) felület



Alkalmazott szerszám: Oldalélű esztergákés DIN 4980 ISO 6 R 20x20 P30

A forgácskeresztmetszet meghatározása:

Simítási ráhagyás a felületen: 0,2 mm (átmérőre: 0,4 mm)

$$\text{Fogásmélység: } a = \frac{D-d}{2} = \frac{1406-1405}{2} = 0,5 \text{ mm}$$

D – a legnagyobb kiinduló átmérő

d – a megmunkált átmérő a simítási ráhagyás alapján

A fogások száma:  $i = 1$

Az előtolás értékét az átlagos felületi érdesség  $R_a = 3,2 \mu m = 3,2 \cdot 10^{-3} \text{ mm}$

és az esztergakés csúcssugarának  $r = 0,8 \text{ mm}$  figyelembevételével kell meghatározni a következő összefüggés alapján:

$$f = \sqrt{13 \cdot r \cdot R_a} = \sqrt{13 \cdot 0,8 \cdot 3,2 \cdot 10^{-3}} = 0,18243 \frac{\text{mm}}{\text{ford}}$$

Az előtolás értéke megfelel a 20. sz. melléklet táblázata alapján

A CK5321E CNC karusszel esztergagépen beállítható legközelebbi előtolás értéke:

$$f = 0,182 \frac{\text{mm}}{\text{ford}}$$

Az alkalmazott forgácsolósebesség 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  $v_c$  forgácsolósebesség meghatározásához szükséges adatokat az 5.38-as táblázat tartalmazza.

5.38 táblázat A forgácsolósebesség meghatározásához szükséges adatok

Alapsebesség	$v_0 = 100 \frac{\text{m}}{\text{min}}$
A főél elhelyezési szögétől függő tényező	$K_K = 0,81$
A szerszámtól függő módosító tényező	$K_{sz} = 1$
A forgácsolás módjától függő módosító tényező	$K_m = 1$
Az anyag állapotától függő módosító tényező	$K_h = 0,95$
A munkadarab felületétől, kérgétől függő módosító tényező	$K_k = 0,8$
Az élettartamtól függő módosító tényező	$K_T = 1$

7-12. sz. mellékletek

Behelyettesítve:

$$v_c = 100 \cdot 0,81 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 0,95 \cdot 0,8 \cdot 1 = 61,56 \frac{\text{m}}{\text{min}}$$

A fordulatszám meghatározása:

$$n = \frac{1000 \cdot v_c}{D \cdot \pi} = \frac{1000 \cdot 61,56}{1406 \cdot \pi} = 13,94 \text{ min}^{-1}$$

A gépen a hozzá legközelebb álló beállítható fordulatszám:  $n_{g\acute{e}pi} = 16 \text{ min}^{-1}$

A megváltozott forgácsolósebesség:

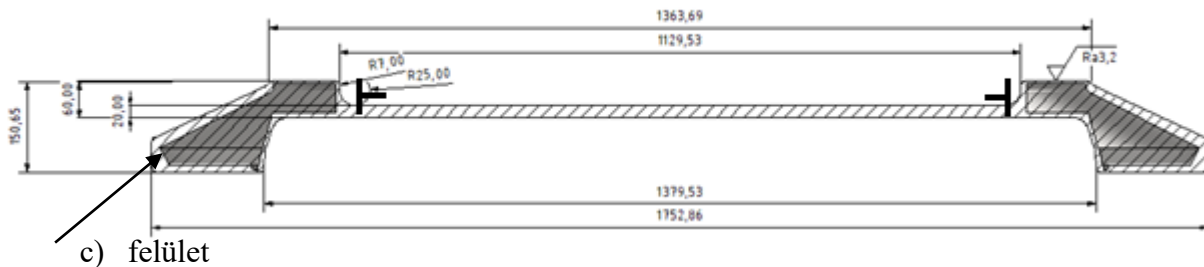
$$v_{cm} = \frac{D \cdot \pi \cdot n_{g\acute{e}pi}}{1000} = \frac{1406 \cdot \pi \cdot 16}{1000} = 70,67326 \frac{m}{min}$$

A kiszámított adatokat az 5.39-es táblázat tartalmazza:

5.39 táblázat Kiszámított adatok

Fogásmélység	$a = 0,2 \text{ mm}$
Fogások száma	$i = 1$
Előtolás	$f = 0,182 \frac{mm}{ford}$
Forgácsolósebesség	$v_c = 70,67326 \frac{m}{min}$
Beállítandó fordulatszám	$n_{g\acute{e}pi} = 16 \text{ min}^{-1}$

### 5.7 Palástsímitás c) felület



Alkalmazott szerszám: Oldalélű esztergakés DIN 4980 ISO 6 R 20x20 P30

A teljes számítást a 27. sz. melléklet tartalmazza



A kiszámított adatokat az 5.43-as táblázat tartalmazza:

5.43 táblázat Kiszámított adatok

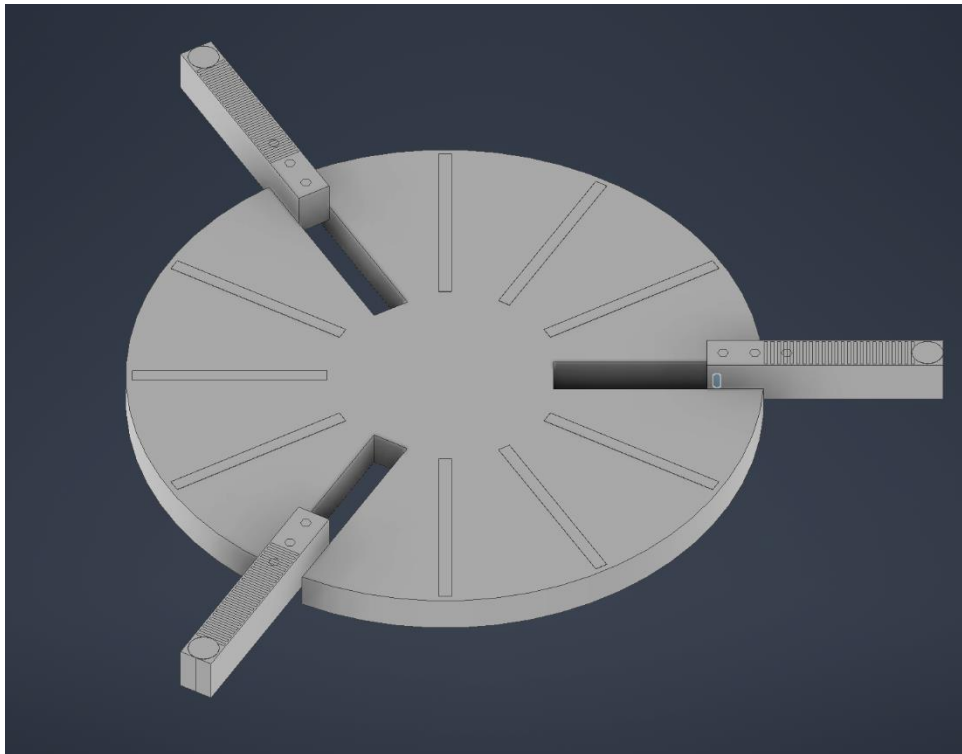
Fogásmélység	$a = 1 \text{ mm}$
Fogások száma	$i = 1$
Előtolás	$f = 0,13 \frac{\text{mm}}{\text{ford}}$
Forgácsolósebesség	$v_c = 66,704 \frac{\text{m}}{\text{min}}$
Beállítandó fordulatszám	$n_{g\acute{e}pi} = 16 \text{ min}^{-1}$

## 6. Készüléktervezés

A befogókészülék tervezésének elsődleges célja a munkadarab biztonságos és pontos rögzítése, amely alapvető követelmény a megmunkálás minőségének és gazdaságosságának biztosítása érdekében. A tervezés során törekedtem arra, hogy a készülék egyszerre legyen stabil, könnyen kezelhető, valamint alkalmas különböző méretű alkatrészek befogására is.

A befogókészüléket a 6.1 ábra mutatja

*6.1 ábra A befogó készülék 3D modellje*



(1) Első lépésként elemeztem a munkadarab geometriai jellemzőit, és meghatároztam azokat a bázisfelületeket, amelyek alkalmasak a befogásra és a megmunkálás közbeni pozicionálásra. A rögzítést a körasztal központi részéhez igazítottam, amely lehetővé teszi a munkadarab központos beállítását és a stabil forgácsolási feltételeket.

(2) A készülék alapját maga a körasztal alkotja, amely hornyokkal van ellátva. Az asztal anyagminősége S355 szerkezeti acél, amely megfelelő szilárdságot és hegeszthetőséget biztosít. A hornyok szolgálnak a különféle befogóelemek rugalmas elhelyezésére és beállítására. A hornyok

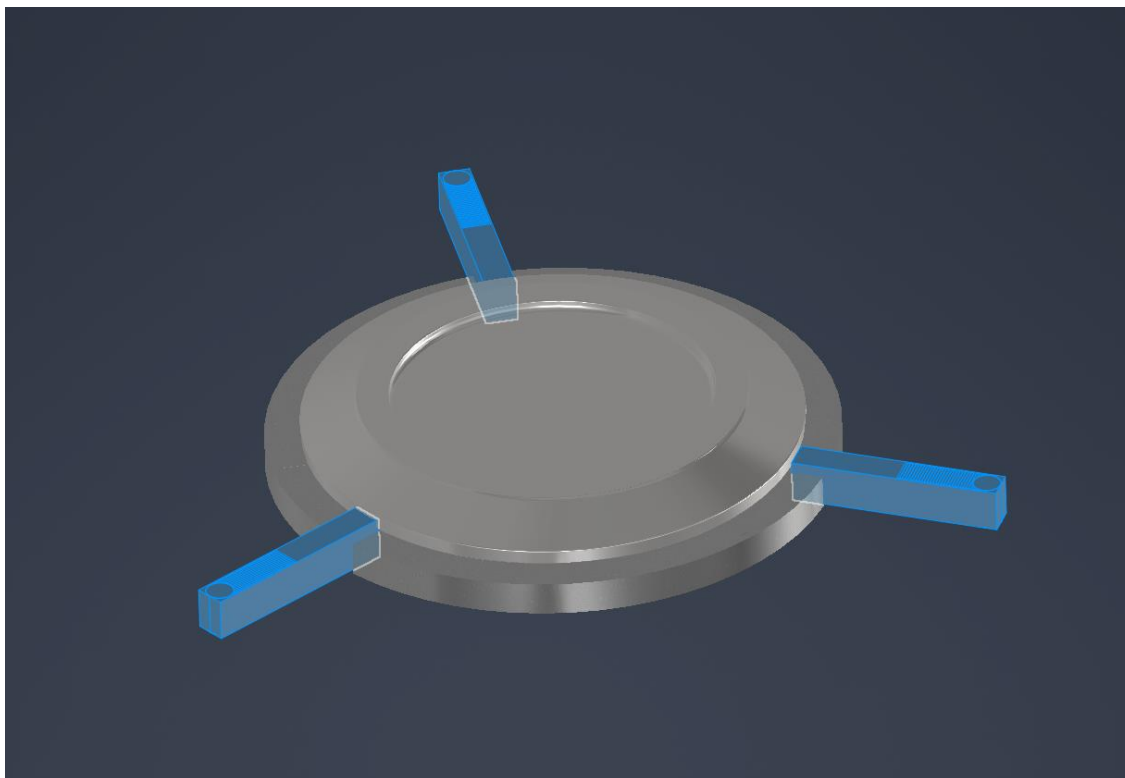
révén a befogópofák elcsúsztathatók, így a rendszer jól alkalmazkodik a különböző átmérőjű és alakú munkadarabokhoz. A körasztal nagy merevsége és stabil felfekvése biztosítja, hogy a megmunkálás során a befogás ne mozduljon el, továbbá a hornyok kialakítása megkönnyíti a szorítóelemek beállítását.

A befogó készülék gépészeti rajzát a 29.sz. melléklet tartalmazza.

(3) A munkadarab tényleges rögzítését három darab befogópofa végzi, amelyeket az asztal hornyába lehet illeszteni és csavaros kötésekkel rögzíteni. Az elrendezés szimmetrikus, így egyenletes szorítóerőt biztosít a munkadarab teljes kerületén. Ez nemcsak a stabil rögzítéshez, hanem a megmunkálás közbeni rezgések csökkentéséhez is hozzájárul. A hárompontos szorítás előnye, hogy különböző méretű és alakú munkadarabokat is képes biztonságosan befogni.

A befogott munkadarabot a 6.2 ábra mutatja

#### **6.2 ábra A befogott munkadarab**

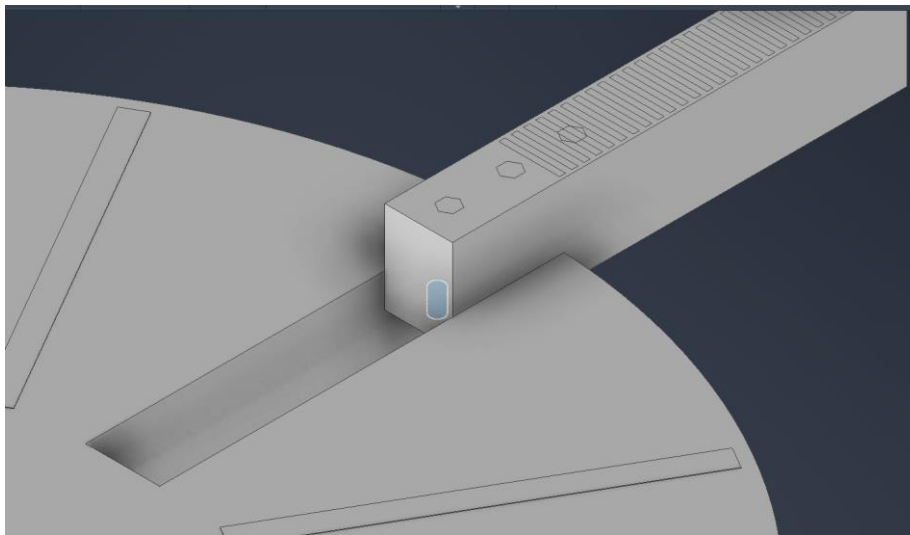


(4) A befogópofák kialakításánál fontos szempont volt, hogy képesek legyenek a nagy szorítóerők átvitelére, valamint ellenálljanak a kopásnak. Anyaguk edzett acél, anyagminőségük C45E, amely megfelelő szilárdságot biztosít a nagy igénybevétellel szemben, továbbá hosszú élettartamot

garantál. A pofák szorítófelületén recézést alkalmaztam, amely megakadályozza a munkadarab elmozdulását és növeli a súrlódási tényezőt a rögzítés során.

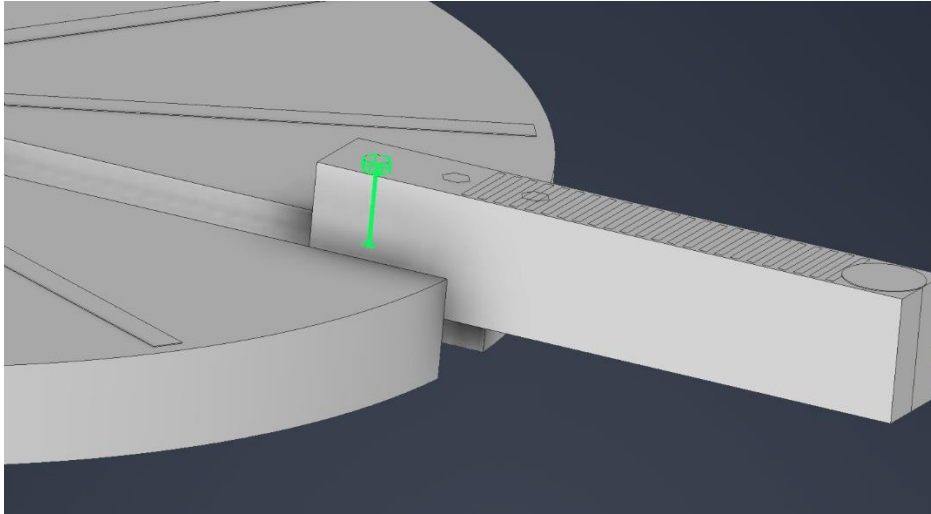
(5) A három pofa közül az egyik rugós kialakítású, a rugós elem anyagminősége 50CrV4 (6.3 ábra). Ez a megoldás előfeszítést biztosít a munkadarab befogásakor, így a pozicionálás könnyebb és gyorsabb, mivel a rugó folyamatosan a darabot a fix ütközők felé nyomja. A rugós pofa csökkenti a szerelési időt, mivel a munkadarab behelyezésekor automatikusan megtartja azt, amíg a többi pofa csavaros rögzítése meg nem történik. Ez különösen előnyös ismétlődő, sorozatjellegű gyártás esetén, ahol a gyorsaság és az egyszerű kezelhetőség kiemelt szerepet játszik.

### 6.3. ábra Rugós pofa



(6) A rögzítőelemek minden esetben csavarbiztosítással lettek ellátva (6.4 ábra) annak érdekében, hogy a megmunkálás során fellépő rezgések ne lazítsák ki őket. A szorításhoz szabványos hatlapfejű csavarokat és anyákat alkalmaztam (MSZ EN ISO 4014/4032), amelyek könnyen beszerezhetők és karbantarthatók. Ez a megoldás nemcsak biztonságos, hanem gazdaságos is, hiszen szabványos alkatrészeket használ.

#### 6.4 ábra Csavaros rögzítés



(7) A befogószerszám így kialakítva egyszerre biztosítja a munkadarab gyors és ismételt rögzítését, a szükséges merevséget, valamint a kezelő számára a könnyű beállítást és oldást. A konstrukció előnye, hogy a befogás stabilitása mellett a felhasználhatósága is széleskörű, tehát különböző gyártási feladatok során is jól alkalmazható.

## Összefoglaló

Szaktervezésemben a Gyro Swing vidámparki berendezés gyűrű alakú alkatrészének gyártástechnológiáját terveztem meg az eredeti dokumentáció hiányának pótlására és a sorozatgyártás újraindítására. A feladat célja volt feltárni, miért fontos az alkatrész pontos műszaki dokumentációja, majd lépésről lépésre kidolgozni a szükséges előgyártmány-, kovácsolási és forgácsolási megoldásokat, továbbá a készülék- és befogóterveket, amelyek garantálják a gyártás biztonságát és gazdaságosságát.

A tervezési folyamatot az előgyártmány (süllyesztékes kovácsolás) kialakításával kezdtem, majd a kovácsszerszámok és sorjacsatornák méretezését, a szükséges ráhagyások és tűrések meghatározását végeztem el. Ezt követte a forgácsolási művelettervezés (esetenként több esztergálási lépés, fúrás és simítás), a hűtő-kenő folyadékok alkalmazásának megtervezése, valamint a befogó- és mérőkészülékek kidolgozása. A dokumentáció részeként elkészítettem a 3D-modelleket és műhelyrajzokat (Autodesk Inventor használatával), továbbá részletes műveleti utasítást és minőségellenőrzési előírásokat a gyártás felügyeletéhez.

A vizsgált alkatrész anyaga S355J2 szerkezeti acél, méretei alapján (külső  $\varnothing \approx 1724,6$  mm, belső  $\varnothing \approx 1140$  mm) tömegének nagyságrendje több száz kilogramm, tehát darus beszerelés szükséges; ennek figyelembevételével határoztam meg a kovácsolási és forgácsolási hozzáadásokat, ráhagyásokat, valamint a szerszám- és gépválasztást. A dolgozat tartalmazza a részletes számításokat a ráhagyásokra, egyenességre és sorjacsatorna-méretezésre vonatkozóan, továbbá a forgácsolási paraméterek (vágósebesség, előtolás, főforgácsoló erő) meghatározását is.

A munkám eredményeként rendelkezésre áll egy teljes, nyomtatható és gyártható dokumentációcsomag: műhelyrajzok, 3D modellek (STEP/IGES), gyártástechnológiai leírás és minőségbiztosítási előírások, amelyek lehetővé teszik az alkatrész megbízható és költséghatékony előállítását. A dolgozat nemcsak a dokumentáció rekonstrukcióját szolgálja, hanem csökkenti a selejtkockázatot és támogatja a sorozatgyártás biztonságos elindítását, ezáltal hozzájárulva a Gyro Swing üzemeltetésének zavartalan folytatásához.

## Summary

In my thesis I designed the manufacturing technology for the ring-shaped component of the Gyro Swing amusement-park device to replace the missing original documentation and to restart series production. The aim of the task was to clarify why accurate technical documentation of the component is important, and then to develop step by step the necessary blank, forging and machining solutions, as well as the tooling and clamping designs that guarantee the safety and economic viability of production.

The design process began with shaping the blank (die forging), followed by sizing the forging tools and flash channels and determining the required allowances and tolerances. This was followed by the planning of machining operations (in some cases multiple turning steps, drilling and facing), the design of coolant/lubricant application, and the development of fixtures and measuring devices. As part of the documentation I prepared 3D models and shop drawings (using Autodesk Inventor), as well as detailed operation instructions and quality control specifications for supervising production.

The examined component is made of S355J2 structural steel; based on its dimensions (outer  $\varnothing \approx 1724.6$  mm, inner  $\varnothing \approx 1140$  mm) its mass is on the order of several hundred kilograms, therefore crane-assisted handling is required. Taking this into account, I determined the forging and machining allowances, the allowances and tolerances, and the selection of tools and machines. The thesis includes detailed calculations regarding allowances, straightness and flash-channel sizing, and also determines the machining parameters (cutting speed, feed, main cutting force).

As a result of my work, a complete, printable and manufacturable documentation package is available: shop drawings, 3D models (STEP/IGES), a manufacturing-technology description and quality-assurance specifications that make reliable and cost-effective production of the component possible. The thesis not only reconstructs the documentation but also reduces scrap risk and supports the safe start of series production, thereby contributing to the uninterrupted operation of the Gyro Swing.

# Nyilatkozatok

## NYILATKOZAT

### a szakdolgozat nyilvános hozzáféréséről és eredetiségéről

A hallgató neve: Czmerk Dániel Richárd  
A Hallgató Neptun kódja: FA4RK5  
A dolgozat címe: Gyro Swing vidámparki berendezés gyártástechnológiájának tervezése  
A megjelenés éve: 2025  
A tanszék neve: Műszaki Intézet

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 valótlanul 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 mindenkor szellemi tulajdonkezelési szabályzatában megfogalmazottak érvényesek.

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

Kelt: 2025 év 10 hó 14 nap

Czmerk Dániel Richárd  
Hallgató aláírása

## NYILATKOZAT

Alulírott Czmerk Dániel Richárd, a Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem, kaposvári Campus, gépészmérnöki 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 09 hó 25 nap

Czmerk Dániel Richárd  
Hallgató

## NYILATKOZAT

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

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

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

Kelt: 2025 év 09 hó 25 nap

D. Kozulens  
Belső konzulens

\*Kérjük a megfelelőt aláhúzni!

## Irodalomjegyzék

- [1] **Bálint, L.** (1958). A forgácsoló megmunkálások tervezése. Budapest: Műszaki Könyvkiadó.
- [2] **Bakondi, K., & Kardos, Á.** (1972). A gépgyártás technológiája I.-Forgácsolás. Budapest: Tankönyvkiadó.
- [3] **Baán I., Beck F., Bocskay I.** (1995). Műszaki zsebkönyv. Budapest: Műszaki könyvkiadó
- [4] **CAM Tankönyv.** (2012).
- [5] **Fenyvessy T., Seres F.** (2015). Műszaki dokumentációk. Budapest: Szerzők kiadója
- [6] **Fenyvessy, T., Fuch, R., & Plósz, A.** (2008). Műszaki táblázatok. Budapest: Nemzeti Szakképzési és Felnőttképzési Intézet.
- [7] **Fledrich, G., Kakuk, G., Zsidai, L., & Kári-Horváth, A.** (2016). Gépgyártástechnológia. Gödöllő: Szent István Egyetem Gépészmérnöki Kar.
- [8] **Fledrich, G., Kári-Horváth, A., Pataki, T., & Zsidai, L.** (2017). Mechanikai technológiák. Gödöllő: Szent István Egyetem Gépészmérnöki Kar.
- [9] **Gyula, D. V.** (2008). Gépipari környezetkímélő megmunkálási. Miskolc.
- [10] **Dr. Hornung, A.** (1972). Marás. Budapest: Műszaki Könyvkiadó.
- [11] **János, D. K.** (2006). Forgácsolási alapok I.
- [12] **Kakuk, G., Kári-Horváth, A., Szakál, Z., & Zsidai, L.** (2008). Forgácsoló eljárások tervezése. Budapest: NSZFI.
- [13] **Kakuk Gy., Kári-Horváth A., Szakál Z., Dr. Zsidai L.;** 2008; Gyártástervezés; Nemzeti szakképzési és felnőttképzési intézet; Budapest

- [14] **Kalászi, I.** (1962). Hűtő-kenő folyadékok alkalmazása a forgácsolásnál különös tekintettel az újabb hazai és külföldi tapasztalatokra. Budapest: Mérnöki Továbbképző Intézet.
- [15] **Kári-Horváth, A.** (2009). A forgácsolásnál alkalmazott minimálkenés (MMS) hatásmechanizmusa és hatékonyságának növelése. Gödöllő.
- [16] **Kári-Horváth, A., & Pataki, T. I.** (2017). Szerszámok és készülékek. Gödöllő: Szent István Egyetem Gépészmérnöki Kar.
- [17] **Kári-Horváth, A., Pataki, T. I., Sarankó, Á., & Szilágyi, N.** A forgácsolóüzemek emulziókezelési "kaputól-kapuig" technológiájának felülvizsgálata.
- [18] **Kári-Horváth A., Pellényi L., Szabó L., Zsidai L.;** Gépgyártástechnológiai példatár és segédlet (2006). Gödöllő: Szent István Egyetemi Kiadó
- [19] **Kári-Horváth, A ; Valasek, I** :Minimálkenés jelentősége a forgácsolásban, TECHMONITOR 1 : 2 pp. 22-24. Paper: ISSN2062-9044 , 3 p. (2011)
- [20] **Kári-Horváth, A ; Dr. Valasek, I** :Demand of Energy for Chip Removal, MATERIALS SCIENCE FORUM 659 pp. 489-497. , 9 p. (2010)
- [21] **Dr. Knoll, I.** (1981). Furatmegmunkálás. Budapest: Műszaki Könyvkiadó.
- [22] **Kun, K., Liska, J., & Nagy, J.** (2019). Készüléktervezés. Kecskemét: Neumann János Egyetem.
- [23] **Mihály, D. S.** (2008). Gépipari technológiák II. Pécs: Pollack kiadó.
- [24] **Dr. Molnár, J., & Szabó, S.** (1995). Készüléktervezés. Miskolc: ME Kiadó.
- [25] **Dr. Pintér, J.** (2003). Forgácsoló megmunkálás és új technológiák. Győr: Széchenyi István Egyetem, Anyagismereti és Járműgyártási Tanszék.
- [26] **Szalayné, K. E.** ( dátum nélk.). Fúrás. Budapest: NSZFI.
- [27] **Szám, J.** ( dátum nélk.). Oszlopos fúró, sugárfúró. Budapest: NFSZI.
- [28] **Dr. Stampfer, M.** (2008). Készülékek, gyártási folyamatok tervezése. Pécs: Pollack Kiadó.
- [29] **Dr. Stampfer, M.** (2012). Forgácsolás. Pécs: Pollack Kiadó.

- [30] **Valasek, I ; A, Kári-Horváth** :The action mechanism of minimum lubrication and the increase of its efficiency, TRIBOLOGIE UND SCHMIERUNGSTECHNIK 58 : 3 pp. 34-47., 14 p. (2011)
- [31] **Walter, B.** (1972). Esztergálás. Budapest: Műszaki Könyvkiadó.
- [32] **Zsidai, L., Kakuk, G., Kári-Horváth, A., Szakál, Z., & Pálinkás, I.** (2008). Előgyártmány és képlékeny alakítási tervezési gyakorlat. Budapest: NSZFI.
- [33] **Zsidai, L., Kakuk, G., Kári-Horváth, A., & Szakál, Z.** (2008). Gyártástervezés. Budapest: Nemzeti Szakképzési és Felnőttképzési Intézet.

## 7. Mellékletek jegyzéke

1. sz. melléklet: *Gépészeti darab műhelyrajza*
2. sz. melléklet: *Kovácsdarab műhelyrajza*
3. sz. melléklet: *Kovácsszerszám alsó fél*
4. sz. melléklet: *Kovácsszerszám felső fél*
5. sz. melléklet: *Szabadon alakított kovácsdarab kovácsolási hozzáadásai és túrései*
6. sz. melléklet: *A  $k_s$  fajlagos forgácsolási ellenállás nagysága*
7. sz. melléklet: *A forgácsoló-sebesség  $K_m$  módosító tényezője a megmunkálási mód szerint esztergálásra*
8. sz. melléklet: *A forgácsoló-sebesség  $K_k$  módosító tényezője a munkadarab felületi állapota szerint esztergálásra*
9. sz. melléklet: *A forgácsoló-sebesség  $K_T$  módosító tényezője az élettartam szerint esztergálásra*
10. sz. melléklet: *A forgácsoló-sebesség  $K_{sz}$  módosító tényezője a készár keresztmetszete szerint esztergálásra*
11. sz. melléklet: *A forgácsoló-sebesség  $K_\kappa$  módosító tényezője a  $\kappa$  szerint esztergálásra*
12. sz. melléklet: *A forgácsoló-sebesség  $K_h$  módosító tényezője az anyagállapot szerint esztergálásra*
13. sz. melléklet: *Az  $\frac{a}{f}$  viszony nagysága acél forgácsolás esetén*
14. sz. melléklet: *A forgácsoló-sebesség  $K_a$  módosító tényezője a megmunkálandó anyag szerint fúrásra*
15. sz. melléklet: *A forgácsolósebesség alapértékei*
16. sz. melléklet: *Az előtolás értéke tömör anyagba fúráskor*
17. sz. melléklet: *Ráhagyások homlokfelületek simító oldalazására*
18. sz. melléklet:  *$k_c$  értéke korrekció nélkül a  $h$  forgácsvastagság függvényében*
19. sz. melléklet: *A forgácsoló-sebesség  $K_l$  módosító tényezője a furatmélység szerint fúrásra*
20. sz. melléklet: *Előtolás simító esztergálásra, simító gyalulásra és vésésre*
21. sz. melléklet: *„4.2 Palástnagyolás  $\varnothing 1351 \times 12,025 \text{ mm}$ ” -hoz tartozó számítások*
22. sz. melléklet: *„4.3 Palástnagyolás c) felület” -hez tartozó számítások*

23. sz. melléklet: „4.5 Palástsimítás  $\varnothing 1350 \times 12,025$  mm b) felület” -hez tartozó számítások
24. sz. melléklet: „4.6 Palástsimítás c) felület” -hez tartozó számítások
25. sz. melléklet: „5.3 Palástnagyolás c) felület” -hez tartozó számítások
26. sz. melléklet: „5.4 Homloknagyolás d) felület” -hez tartozó számítások
27. sz. melléklet: „5.7 Palástsimítás c) felület” -hez tartozó számítások
28. sz. melléklet: „5.8 Homloksimítás d) felület” -hez tartozó számítások
29. sz. melléklet: Befogó készülék összeállítási rajza
30. sz. melléklet: Befogópofa műhelyrajz
31. sz. melléklet: Siktárcsa műhelyrajz
32. sz. melléklet: Műveleti utasítások









5.sz melléklet

9.34. táblázat

Szelvényméret d, a, b		A kész darab hossza vagy magassága, h							
		felett	100	250	630	1600	4000	6300	6300
felett	-ig	-ig	100	250	630	1600	4000	6300	10000
	25	$Z_1 \pm t_1$	5 $\begin{smallmatrix} +2 \\ -1 \end{smallmatrix}$	5 $\begin{smallmatrix} +2 \\ -1 \end{smallmatrix}$	5 $\begin{smallmatrix} +2 \\ -1 \end{smallmatrix}$	5 $\begin{smallmatrix} +2 \\ -1 \end{smallmatrix}$	7 $\begin{smallmatrix} +2 \\ -1 \end{smallmatrix}$		
		$Z_2 \pm t_2$	5±2	7±2	10±3	±20±7	25±9		
25	40	$Z_1 \pm t_1$	6 $\begin{smallmatrix} +2 \\ -1 \end{smallmatrix}$	6 $\begin{smallmatrix} +2 \\ -1 \end{smallmatrix}$	6 $\begin{smallmatrix} +2 \\ -1 \end{smallmatrix}$	6 $\begin{smallmatrix} +2 \\ -1 \end{smallmatrix}$	8 $\begin{smallmatrix} +3 \\ -2 \end{smallmatrix}$		
		$Z_2 \pm t_2$	6±2	8±3	12±4	20±7	25±9		
40	63	$Z_1 \pm t_1$	7 $\begin{smallmatrix} +2 \\ -1 \end{smallmatrix}$	7 $\begin{smallmatrix} +2 \\ -1 \end{smallmatrix}$	7 $\begin{smallmatrix} +2 \\ -1 \end{smallmatrix}$	8 $\begin{smallmatrix} +3 \\ -2 \end{smallmatrix}$	10 $\begin{smallmatrix} +4 \\ -2 \end{smallmatrix}$	12 $\begin{smallmatrix} +4 \\ -3 \end{smallmatrix}$	
		$Z_2 \pm t_2$	7±2	10±3	14±5	25±9	30±10	35±12	
63	100	$Z_1 \pm t_1$	9 $\begin{smallmatrix} +3 \\ -2 \end{smallmatrix}$	9 $\begin{smallmatrix} +3 \\ -2 \end{smallmatrix}$	9 $\begin{smallmatrix} +3 \\ -2 \end{smallmatrix}$	10 $\begin{smallmatrix} +4 \\ -2 \end{smallmatrix}$	12 $\begin{smallmatrix} +4 \\ -3 \end{smallmatrix}$	14 $\begin{smallmatrix} +5 \\ -3 \end{smallmatrix}$	19 $\begin{smallmatrix} +7 \\ -4 \end{smallmatrix}$
		$Z_2 \pm t_2$	8±3	12±4	17±6	30±10	35±12	40±14	45±16
100	160	$Z_1 \pm t_1$	11 $\begin{smallmatrix} +4 \\ -3 \end{smallmatrix}$	11 $\begin{smallmatrix} +4 \\ -3 \end{smallmatrix}$	11 $\begin{smallmatrix} +4 \\ -3 \end{smallmatrix}$	13 $\begin{smallmatrix} +5 \\ -3 \end{smallmatrix}$	15 $\begin{smallmatrix} +5 \\ -4 \end{smallmatrix}$	17 $\begin{smallmatrix} +6 \\ -4 \end{smallmatrix}$	22 $\begin{smallmatrix} +8 \\ -5 \end{smallmatrix}$
		$Z_2 \pm t_2$	10±3	14±5	20±7	30±12	40±14	45±16	50±17
160	200	$Z_1 \pm t_1$	13 $\begin{smallmatrix} +5 \\ -3 \end{smallmatrix}$	13 $\begin{smallmatrix} +5 \\ -3 \end{smallmatrix}$	14 $\begin{smallmatrix} +5 \\ -3 \end{smallmatrix}$	16 $\begin{smallmatrix} +6 \\ -4 \end{smallmatrix}$	18 $\begin{smallmatrix} +6 \\ -4 \end{smallmatrix}$	30 $\begin{smallmatrix} +7 \\ -5 \end{smallmatrix}$	25 $\begin{smallmatrix} +9 \\ -6 \end{smallmatrix}$
		$Z_2 \pm t_2$	11±4	15±5	22±8	40±14	45±16	50±17	55±19
200	250	$Z_1 \pm t_1$	15 $\begin{smallmatrix} +5 \\ -4 \end{smallmatrix}$	15 $\begin{smallmatrix} +5 \\ -4 \end{smallmatrix}$	17 $\begin{smallmatrix} +6 \\ -4 \end{smallmatrix}$	19 $\begin{smallmatrix} +7 \\ -4 \end{smallmatrix}$	21 $\begin{smallmatrix} +7 \\ -5 \end{smallmatrix}$	23 $\begin{smallmatrix} +8 \\ -5 \end{smallmatrix}$	
		$Z_2 \pm t_2$	12±4	17±6	25±9	45±16	50±17	55±19	
250	320	$Z_1 \pm t_1$	17 $\begin{smallmatrix} +6 \\ -4 \end{smallmatrix}$	18 $\begin{smallmatrix} +6 \\ -4 \end{smallmatrix}$	20 $\begin{smallmatrix} +7 \\ -5 \end{smallmatrix}$	22 $\begin{smallmatrix} +8 \\ -5 \end{smallmatrix}$	24 $\begin{smallmatrix} +8 \\ -6 \end{smallmatrix}$		
		$Z_2 \pm t_2$	13±5	19±7	28±10	50±17	55±19		
320	400	$Z_1 \pm t_1$	20 $\begin{smallmatrix} +7 \\ -5 \end{smallmatrix}$	21 $\begin{smallmatrix} +7 \\ -5 \end{smallmatrix}$	23 $\begin{smallmatrix} +8 \\ -5 \end{smallmatrix}$	25 $\begin{smallmatrix} +9 \\ -6 \end{smallmatrix}$			
		$Z_2 \pm t_2$	14±5	21±7	32±11	60±21			
400	500	$Z_1 \pm t_1$	23 $\begin{smallmatrix} +8 \\ -3 \end{smallmatrix}$	25 $\begin{smallmatrix} +9 \\ -6 \end{smallmatrix}$	27 $\begin{smallmatrix} +9 \\ -6 \end{smallmatrix}$				
		$Z_2 \pm t_2$	15±5	23±8	36±13				

7.5 ábra Szabadon alakított kovácsdarab kovácsolási hozzáadásai és tűrései [6]

## 6.sz melléklet

94.táblázat A  $k_s$  fajlagos forgácsolási ellenállás nagysága

A munkadarab anyaga	$R_m \left[ \frac{N}{mm^2} \right]$ , ill. keménység	$v \left[ \frac{m}{min} \right]$	$k_s \left[ \frac{N}{mm^2} \right]$	Közepes forgácsvastagság, $a_p$ [mm]									
				0,1	0,16	0,25	0,4	0,63	1	1,6			
MSZ													
C15E	370	100	1480	2830	2480	2190	1920	1690	1480	1300			
C35 R	550	100	1520	2790	2460	2190	1930	1710	1520	1340			
E295	460	100	1500	2940	2560	2250	1960	1720	1500	1310			
E360	820	100	1600	3350	2880	2490	2140	1850	1600	1370			
C45 R	620	100	1570	2850	2520	2250	1990	1770	1570	1390			
C45 E	520	100	1450	2570	2280	2040	1820	1620	1450	1290			
C45	760	100	1580	2850	1520	2250	2000	1780	1580	1410			
C60 R	770	100	1690	2770	2500	2270	2060	1860	1690	1520			
	940	100	1740	3070	2720	2390	2170	1930	1740	1540			
	HB 352	100	1920	3310	2950	2660	2380	2100	1920	1720			
GO3	620	100	1730	3320	2900	2560	2240	1970	1730	1510			
X20Cr13	HB 253	200	2500	4430	3950	3540	3140	2810					
X9CrNi18-8	HB 160	100	1600	3480	2880	2500	2140	1850					
	HB 163	100	1500	3520	2960	2510	2110	1900					
	590	100	1400	2400	2150	1940	1730	1559					
	680	100	1580	2790	2490	2230	1980	1770	1580	1410			
	580	100	1446	2670	2360	2090	1850	1640	1645	1280			
34CrMo4	630	100	1550	2960	2600	2290	2010	1770	1550	1360			
	660	100	1530	2640	2360	2120	1900	1700	1530	1360			
	1030	100	1500	2760	2440	2170	1920	1700	1500	1330			
51CrV4	670	100	1580	2940	2590	2300	2030	1790	1580	1400			
	HV 190	100	1420	2360	2120	1930	1740	1570					
	990	40	1360	2240	2030	1840	1660	1500					
	HV 330	30	1540	2440	2230	2040	1850	1690					
GG250	HB 200	100	1160	2110	1870	1660	1470	1300	1160	1030			
	HB 230	100	1200	2180	1930	1720	1520	1350					
	360	100	1270	2300	2050	1840	1640	1440	1270	1130			
Kéregöntvény	HRC 46	5	2060	3190	2940	2680	2450	2240	2060	1900			

7.6 ábra A  $k_s$  fajlagos forgácsolási ellenállás nagysága [18]

7.sz. melléklet

97.táblázat A forgácsoló-sebesség  $K_m$  módosító tényezője a megmunkálási mód szerint esztergálásra

Megmunkálási mód	$K_m$
Hosszesztergálás általában	1
Le- és beszúró esztergálás	0,3
Hosszgyalulás	1
Harántgyalulás	0,8
Vésés	0,5

7.7 ábra A forgácsoló-sebesség  $K_m$  módosító tényezője a megmunkálási mód szerint esztergálásra [18]

8.sz. melléklet

98.táblázat A forgácsoló-sebesség  $K_k$  módosító tényezője a munkadarab felületi állapota szerint esztergálásra

A felület állapota	$K_k$
Megszakított felület, egyenlőtlen fogásmélység	0,7 – 0,8
Kérges, zárványos öntvényfelület	0,6 – 0,7

7.8 ábra A forgácsoló-sebesség  $K_k$  módosító tényezője a munkadarab felületi állapota szerint esztergálásra [18]

9.sz. melléklet

99.táblázat A forgácsoló-sebesség  $K_T$  módosító tényezője az élettartam szerint esztergálásra

Szerszámanyag	Az élettartam hatványkitevője $m$	Élettartam, T [min]								
		30	60	90	120	150	240	360	480	600
Gyorsacél	Acél 0,125	1,1	1,0	0,95	0,92	0,90	0,85	0,80	0,78	0,75
	Öntöttvas 0,1	1,07	1,0	0,96	0,93	0,91	0,87	0,84	0,81	0,79
	Rézötvözetek 0,23	1,16	1,0	0,91	0,84	0,80	0,73	0,66	0,62	0,59
Keményfém	0,2	1,38	1,2	1,1	1,04	1,0	0,91	0,84	0,79	0,76

7.9 ábra A forgácsoló-sebesség  $K_T$  módosító tényezője az élettartam szerint esztergálásra [18]

10.sz. melléklet

100.táblázat A forgácsoló-sebesség  $K_{sz}$  módosító tényezője a készár keresztmetszete szerint esztergálásra

A munkadarab anyaga	A készár keresztmetszete, h x b, [mm]									
	6 x 6	10 x 10, Ø10, Ø12	12 x 16, 16 x 10	16 x 16, 20 x 12, Ø20	20 x 20, 25 x 16, Ø20	30 x 20, 25 x 25, Ø30	30 x 30, 40 x 25, Ø40	45 x 30, 40 x 40	60 x 40	90 x 60
Acél és acélöntvény	0,80	0,87	0,90	0,93	0,97	1,00	1,04	1,08	1,12	1,18
öntöttvas	0,89	0,93	0,95	0,97	0,98	1,00	1,02	1,04	1,06	1,09

7.10 ábra A forgácsoló-sebesség  $K_{sz}$  módosító tényezője a készár keresztmetszete szerint esztergálásra [18]

11.sz. melléklet

101.táblázat A forgácsoló-sebesség  $K_{\kappa}$  módosító tényezője a  $\kappa$  szerint esztergálásra

A munkadarab anyaga	A szerszám anyaga	Szerszámelhelyezési szög, $\kappa$						
		10	20	30	45	60	75	90
Acél, acélöntvény	HS 18 0 1			1,26	1,00	0,84	0,75	0,66
	P10	1,55	1,30	1,13	1,00	0,92	0,86	0,81
Öntöttvas	HS 18 0 1			1,20	1,00	0,88	0,83	0,73
Rézötvözetek	HS18 0 1				1,13	1,00	0,93	0,83

7.11 ábra A forgácsoló-sebesség  $K_{\kappa}$  módosító tényezője a  $\kappa$  szerint esztergálásra [18]

12.sz. melléklet

102.táblázat A forgácsoló-sebesség  $K_h$  módosító tényezője az anyagállapot szerint esztergálásra

Hengerelt acél		Hőkezelt acél		
Melegen hengerelt	Húzott	Normalizált	Lágyított	Nemesített
1,00	1,10	0,95	0,90	0,80

7.12 ábra A forgácsoló-sebesség  $K_h$  módosító tényezője az anyagállapot szerint esztergálásra [18]

13.sz. melléklet

103.táblázat Az  $\frac{a}{f}$  viszony nagysága acél forgácsolása esetén

A munkadarab anyagának szaktfőszilárdsága, $R_m \left[ \frac{N}{mm^2} \right]$	A szerszám anyaga			
	gyorsacél	keményfém		
		P10	P20	P30
490 -ig	3,2 : 1	6 : 1	5 : 1	4 : 1
490 - 590	4 : 1	8 : 1	6 : 1	5 : 1
590 - 680	5 : 1	10 : 1	8 : 1	6 : 1
680 - 830	6 : 1	12,5 : 1	10 : 1	8 : 1
830 - 980	8 : 1	16 : 1	12,5 : 1	10 : 1
980 - 1370	12,5 : 1		20 : 1	16 : 1

7.13 ábra Az  $\frac{a}{f}$  viszony nagysága acél forgácsolás esetén [18]

## 14.sz. melléklet

127.táblázat A forgácsolósebesség  $K_a$  módosító tényezője a megmunkálandó anyag szerint fúrásra

A munkadarab anyaga			Módosító tényező, $K_a$		
Megnevezés	Keménység, HB	Szakítószilárdság $R_m \left[ \frac{N}{mm^2} \right]$	Forgácsoló-sebességre	Forgácsoló-erőre	Nyomatékra
Automataacélok	107 – 138	390 – 490	2,04	0,61	0,63
	138 – 169	490 – 590	1,68	0,72	0,73
	169 – 200	590 – 680	1,38	0,81	0,82
	200 - 236	680 – 785	1,20	0,90	0,90
Szénötvtözésű szerkezeti acélok	77 – 107	295 – 390	0,84	0,57	0,59
	107 – 138	390 – 490	1,03	0,68	0,70
	138 – 169	490 – 590	1,32	0,80	0,81
	169 – 200	590 – 680	1,14	0,90	0,91
	200 – 230	680 – 785	1,00	1,00	1,00
	230 - 262	785 - 880	0,90	1,10	1,09
Szénötvtözésű szerszámacélok és nehezen megmunkálható szerkezeti acélok	169 – 200	590 – 680	0,91	1,00	1,00
	200 – 230	680 – 785	0,80	1,10	1,10
	230 - 262	785 - 880	0,72	1,20	1,20
	262 - 280	880 - 981	0,65	1,30	1,30
Cr, Cr-Ni, Cr-V, Cr-Ni-V, Ni, Ni-Mo, Cr-Ni-Mo-V acélok	164 – 174	490 – 590	1,12	0,95	0,97
	174 – 203	590 – 680	0,97	1,08	1,09
	203 – 230	680 – 785	0,85	1,20	1,20
	230 – 260	785 - 880	0,76	1,32	1,30
	260 – 288	880 - 981	0,69	1,43	1,40
	288 - 317	981 - 1080	0,65	1,55	1,52
Mn, Cr-Mn, Cr-Mn-Mo, Cr-Mn-Ti, Cr-Si, Mo, W-Cr-Mo, Al, Cr-Al, Cr-Si <sub>2</sub> Mo acélok	146 – 174	490 – 590	0,92	0,95	0,97
	174 – 203	590 – 680	0,80	1,08	1,09
	203 – 230	680 – 785	0,70	1,20	1,20
	230 – 260	785 - 880	0,63	1,32	1,30
	260 – 288	880 - 981	0,57	1,43	1,41
	288 - 317	981 - 1080	0,54	1,55	1,52
	317 – 345	1080 – 1180	0,47	1,66	1,62
Wolframacélok	203 – 230	680 – 785	0,50	1,20	1,20
Gyorsacélok; krómmal erősen ötvözött szerszámacélok, korrózióálló és szelepacélok	203 - 230	680 – 785	0,40	1,20	1,20
Sárgaréz			3,00		
Duralumínium, szilumin, Al			5,00		
Elektron			6,00		
Öntöttvas	140 – 160		1,35	0,87	0,87
	160 – 180		1,15	0,93	0,93
	180 - 200		1,00	1,00	1,00
	200 – 220		0,85	1,06	1,06
	220 – 240		0,77	1,12	1,12
	240 - 260		0,69	1,12	1,12
Bronz, közepesen kemény kemény			3,00		
			1,50		

7.14 ábra A forgácsoló-sebesség  $K_a$  módosító tényezője a megmunkálandó anyag szerint fúrásra

## 15.sz. melléklet

128.táblázat A forgácsolósebesség alapértékei gyorsacél szerszámmal való fűrésra tömör anyagba ( $v_0$ )

Mégmunkálendő anyag		Furatátmérő, d [mm]																	
		2	4	6	8	10	12	16	20	24	28	30	35	40	45	50	55	60	65
Ötvöztelen acél	$R_m \leq 500 \frac{N}{mm^2}$	30	38	40	29	31	33	23,5	23,5	24	24,5	24,5	25	25	25,2	25,2	26,5	27	27,5
	$R_m = 500 - 700 \frac{N}{mm^2}$	24,5	31	33	24,5	25,5	27	19,5	19,5	19,7	20	20	20,5	20,5	20,6	21	21,5	22	21,3
	$R_m \geq 700 \frac{N}{mm^2}$	20,5	26	27,5	20	21,5	23	16,2	16,2	16,5	17	17	17,2	17,2	17,4	17,5	18,3	18,5	18
Ötvözött acél	$R_m = 700 - 900 \frac{N}{mm^2}$	12,9	16,3	17,2	12,5	13,3	14,2	10	10	10,3	10,5	10,5	10,8	10,8	10,9	11	11,4	11,6	11,2
	$R_m = 900 - 1100 \frac{N}{mm^2}$	10	12,5	13,2	9,5	10,2	11	7,7	7,7	6,9	8,1	8,1	8,2	8,2	8,3	8,4	8,7	9	8,6
Öntöttvas	$HB \leq 200$	26	32,5	34,5	25	26,5	28,5	20,2	20,2	20,6	21	21	21,5	21,5	21,6	22	22,8	23,2	22,4
	$HB \geq 200$	17	21,5	23	16,5	17,5	17	13,4	13,4	13,7	14	14	14,2	14,2	14,3	14,5	15,1	15,4	14,8
Réz, vörösotvözetek, bronz		47	60	63	45,5	49	52	37	37	37,7	38,5	38,5	39,3	39,3	39,6	40	41,5	42,5	41
Sárgaréz		43	54	57	41,5	44	47	38,6	38,6	34,2	35	35	35,8	35,8	36	36,5	38	38,6	37,2
Alumínium és ötvözetek		105	133	140	100	108	115	82,5	82,5	84	86	86	87,5	87,5	88	89,5	82,5	94,5	91

129.táblázat A forgácsolósebesség módosító tényezői az előtolás függvényében szilvesztésnél ( $k_f$ )

Előtolás, f $\frac{mm}{ford}$	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0	1,1	1,2
Módosító tényező, $k_f$	1,0	0,68	0,58	0,52	0,47	0,44	0,42	0,39	0,37	0,26	0,24	0,23

7.15 ábra A forgácsolósebesség alapértékei [18]

16.sz. melléklet

137.táblázat Az előtolás  $\left[ \frac{mm}{ford} \right]$  értéke tömör anyagba fúráskor

A fúró átmérője [mm]	Mégmunkálendő anyag			
	Acél		Öntöttvas és színesfémek	
	$R_m \leq 900 \frac{N}{mm^2}$	$R_m \geq 900 \frac{N}{mm^2}$	$HB \leq 170$	$HB \geq 170$
2	0,025 – 0,055	0,010 – 0,028	0,05 – 0,07	0,03 – 0,05
4	0,060 – 0,11	0,025 – 0,05	0,06 – 0,10	0,055 – 0,095
6	0,090 – 0,16	0,045 – 0,09	0,10 – 0,20	0,08 – 0,13
8	0,12 – 0,20	0,08 – 0,12	0,15 – 0,25	0,10 – 0,18
10	0,14 – 0,22	0,09 – 0,15	0,18 – 0,27	0,14 – 0,21
12	0,16 – 0,26	0,12 – 0,16	0,25 – 0,30	0,19 – 0,25
16	0,20 – 0,30	0,12 – 0,20	0,26 – 0,37	0,22 – 0,29
20	0,22 – 0,32	0,14 – 0,24	0,29 – 0,40	0,25 – 0,32
24	0,25 – 0,35	0,15 – 0,25	0,30 – 0,44	0,26 – 0,34
28	0,27 – 0,37	0,15 – 0,28	0,32 – 0,46	0,29 – 0,35
30	0,28 – 0,40	0,16 – 0,30	0,35 – 0,48	0,30 – 0,38
35	0,30 – 0,41	0,18 – 0,32	0,38 – 0,50	0,33 – 0,41
40	0,31 – 0,42	0,23 – 0,34	0,35 – 0,55	0,36 – 0,45
50	0,32 – 0,50	0,25 – 0,35	0,40 – 0,60	0,38 – 0,48
60	0,35 – 0,55	0,27 – 0,37	0,50 – 0,65	0,42 – 0,55

7.16 ábra Az előtolás értéke tömör anyagba fúráskor [18]

17.sz. melléklet

A munkadarab hossza [mm]	Nagyoló oldalazásnál simító oldalazásra	Simító oldalazásnál köszörülésre
50-ig	0,85	0,35
50 – 80	0,90	0,40
80 – 120	1,00	0,45
120 – 180	1,10	0,50
180 – 260	1,20	0,55
260 – 360	1,30	0,60
360 – 500	1,40	0,65

7.17 ábra Ráhagyások homlokfelületek simító oldalazására [18]

18.sz. melléklet

Anyag-csoport	Anyag-szám	Anyagjelölés	$k_{c1,1}$ (N/mm <sup>2</sup> )	$m_c$	k <sub>c</sub> értéke korrekció nélkül a h forgácsvastagság függvényében, MPa													
					0,08	0,1	0,13	0,16	0,2	0,25	0,32	0,4	0,5	0,63	0,8	1,25	1,6	2,5
1.	1.1121	Ck10	1350	0,21	2294	2189	2072	1984	1893	1806	1715	1636	1562	1488	1415	1288	1223	1114
	1.0401	C15																
	1.1158	Ck25																
2.	1.0715	9SMn28	1500	0,22	2615	2489	2350	2245	2137	2035	1927	1835	1747	1660	1575	1428	1353	1226
	1.0718	9SMnPb28																
	1.0723	15S20																
	1.0737	9SMnPb36																
	1.0718	9SMnPb28																
	1.0726	35S20																
	1.0727	45S20																
3.	1.0037	S235JR	1500	0,25	2820	2667	2498	2372	2243	2121	1994	1886	1784	1684	1586	1419	1334	1193
	1.0050	E295																
	1.0060	E335																
	1.1141	Ck15																
	1.0501	C35																
	1.1181	Ck35																
	1.0503	C45																
	1.0535	C55																
	1.1191	Ck45																
	1.0473	19Mn6																
4.	1.1730	C45W	1700	0,24	3117	2954	2774	2639	2502	2371	2235	2118	2008	1899	1794	1611	1519	1364
	1.0503	C45																
	1.1221	Ck60																
	1.1231	Ck67																
	1.1248	Ck75																
	1.1274	Ck101																
1.0904	55Si7																	

7.18 ábra  $k_c$  értéke korrekció nélkül a h forgácsvastagság függvényében [6]

19.sz. melléklet

135.táblázat A forgácsolósebesség  $K_1$  módosító tényezője a furatmélység szerint fűrésra

Furatmélység	3d	4d	5d	6d	8d	10d
Módosító tényező, $K_1$	1,0	0,85	0,75	0,7	0,6	0,5

7.19 ábra A forgácsoló-sebesség  $K_1$  módosító tényezője a furatmélység szerint fűrésra

20.sz. melléklet

107.táblázat Előtolás simító esztergálásra, simító gyalulásra és vésésre

Csúcs- sugár	Érdesség $R_a [\mu m]$							
	12,5		6,3		3,2		1,6	
	A forgácsolósebesség határa $\left[ \frac{m}{min} \right]$							
	< 50	> 50	< 50	> 50	< 50	> 50	< 50	> 50
	Előtolás $\left[ \frac{mm}{ford} \right]$							
0,5	-	-	-	-	0,08-0,15	0,1-0,15	0,02-0,04	0,03-0,06
1,0	0,2-0,4	0,3-0,5	0,1-0,2	0,12-0,24	0,08-0,2	0,1-0,2	0,03-0,06	0,05-0,08
1,5	0,3-0,6	0,4-0,65	0,25-0,3	0,2-0,4	0,1-0,25	0,15-0,25	0,03-0,08	0,05-0,1
2,1	0,4-0,6	0,5-0,7	0,25-0,4	0,3-0,5	-	-	-	-

7.20 ábra Előtolás simító esztergálásra, simító gyalulásra és vésésre

## 21.sz. melléklet

A forgácskeresztmetszet meghatározása:

Forgácsolási ráhagyás a felületen: 7 mm

(Mivel az előgyártmány kovácsolással készült, a felület oldalferdeséggel rendelkezik ezért a forgácsolási ráhagyás a felületen nem állandó. A legkisebb forgácsolási ráhagyás a felületen 3 mm, a legnagyobb pedig 7 mm)

Simítási ráhagyás a felületen: 0,5 mm (átmérőre: 1 mm)

$$\text{Fogásmélység: } a = \frac{D-d}{2} = \frac{1363,69-1351}{2} = 6,345 \text{ mm}$$

D – a legnagyobb kiinduló átmérő

d – a megmunkált átmérő a simítási ráhagyás alapján

Előtolás értéke az  $F_f = k_c \cdot f \cdot a$  összefüggés alapján:

$$f = \frac{F_f}{a \cdot k_c} = \frac{15000}{6,345 \cdot 1500} = 1,576 \frac{\text{mm}}{\text{ford}}$$

- A fajlagos forgácsolóerő:  $k_c = 1500 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$  (18. sz. melléklet)

$$\text{Az } \frac{a}{f} \text{ viszony nagysága: } \frac{a}{f} = \frac{6,345}{1,576} = 4,026$$

Az ideális  $\frac{a}{f}$  viszony a szakítószilárdság és a szerszám anyaga függvényében 6:1 (13. sz. melléklet)

A fogást meg kell osztani, mivel  $4,026 < 6$

A fogások száma:  $i = 1$

Ezek alapján a fogásmélység:  $a = 6,345 \text{ mm}$

$$\text{A fogásmélységhez tartozó ideális előtolás értéke: } f = \frac{a}{\bar{f}} = \frac{6,345}{6} = 1,0575 \frac{\text{mm}}{\text{ford}}$$

→ A CK5123E esztergán ez az érték beállítható:  $f = 1,06 \frac{\text{mm}}{\text{ford}}$

Mivel a fajlagos forgácsolóerő értéke az előtolástól függ, a megváltozott előtolás függvényében táblázatból választjuk ki a módosult  $k'_c$  értékét a  $h$  forgácsvastagság függvényében (18. sz. melléklet)

$$h = f \cdot \sin \kappa_r = 1,06 \cdot \sin 90^\circ = 1,06 \text{ mm}$$

-  $\kappa_r$  – a szerszám főél elhelyezési szöge

A módosult fajlagos forgácsolóerő:  $k'_c = 1586 \frac{N}{\text{mm}^2}$

A keletkező forgácsolóerő nagysága:

$$F_{fv} = k'_c \cdot f \cdot a = 1586 \cdot 1,06 \cdot 6,345 = 10666,9602 \text{ N}$$

Az alkalmazott forgácsolósebesség 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  $v_c$  forgácsolósebesség meghatározásához szükséges adatokat az 5.18-as táblázat tartalmazza.

5.18 táblázat A forgácsolósebesség meghatározásához szükséges adatok

Alapsebesség	$v_0 = 100 \frac{m}{\text{min}}$
A főél elhelyezési szögétől függő tényező	$K_K = 0,81$
A szerszámtól függő módosító tényező	$K_{sz} = 1$
A forgácsolás módjától függő módosító tényező	$K_m = 1$
Az anyag állapotától függő módosító tényező	$K_h = 0,95$
A munkadarab felületétől, kergétől függő módosító tényező	$K_k = 0,8$
Az élettartamtól függő módosító tényező	$K_T = 1$

7-12. sz. mellékletek

Behelyettesítve:

$$v_c = 100 \cdot 0,81 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 0,95 \cdot 0,8 \cdot 1 = 61,56 \frac{m}{\text{min}}$$

A fordulatszám meghatározása:

$$n = \frac{1000 \cdot v_c}{D \cdot \pi} = \frac{1000 \cdot 61,56}{1363,69 \cdot \pi} = 14,37 \text{ min}^{-1}$$

A gépen a hozzá legközelebb álló beállítható fordulatszám:  $n_{g\acute{e}pi} = 16 \text{ min}^{-1}$

A megváltozott forgácsolósebesség:

$$v_{cm} = \frac{D \cdot \pi \cdot n_{g\acute{e}pi}}{1000} = \frac{1363,69 \cdot \pi \cdot 16}{1000} = 68,5465 \frac{m}{min}$$

A forgácsolás teljesítményszükséglete:

$$P = \frac{F_{fv} \cdot v_{cm}}{60 \cdot 10^3} = \frac{10666,9602 \cdot 68,5465}{60 \cdot 10^3} = 12,1864 \text{ kW}$$

A hajtáshoz szükséges teljesítmény meghatározása:

$$P_h = \frac{P}{\eta} = \frac{12,1864}{0,85} = 14,337 \text{ kW}$$

- Ahol a  $\eta$  a szerszámgép hatásfoka

A választott CK5123E CNC típusú karusszel esztergagépbe beépített 45 kW-os villanymotor ezt a teljesítményszükségletet kielégíti.

## 22.sz. melléklet

A forgácskeresztmetszet meghatározása:

Forgácsolási ráhagyás a felületen: 14 mm

(Mivel az előgyártmány kovácsolással készült, a felület oldalferdeséggel rendelkezik ezért a forgácsolási ráhagyás a felületen nem állandó. A legkisebb forgácsolási ráhagyás a felületen 3 mm, a legnagyobb pedig 14 mm)

Simítási ráhagyás a felületen: 0,2 mm (átmérőre: 0,4 mm)

$$\text{Fogásmélység: } a = \frac{D-d}{2} = \frac{1752,86-1725}{2} = 13,93 \text{ mm}$$

D – a legnagyobb kiinduló átmérő

d – a megmunkált átmérő a simítási ráhagyás alapján

Előtolás értéke az  $F_f = k_c \cdot f \cdot a$  összefüggés alapján:

$$f = \frac{F_f}{a \cdot k_c} = \frac{15000}{13,93 \cdot 1500} = 0,718 \frac{\text{mm}}{\text{ford}}$$

- A fajlagos forgácsolóerő:  $k_c = 1500 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$  (18. sz. melléklet)

$$\text{Az } \frac{a}{f} \text{ viszony nagysága: } \frac{a}{f} = \frac{13,93}{0,718} = 19,4$$

Az ideális  $\frac{a}{f}$  viszony a szakítószilárdság és a szerszám anyaga függvényében 6:1 (13. sz. melléklet)

A fogást meg kell osztani, mivel  $6 < 19,4$

A fogások száma:  $i = 3$

$$\text{Ezek alapján a fogásmélység: } a = \frac{D-d}{2 \cdot i} = \frac{1752,86-1725}{2 \cdot 3} = 4,6433 \text{ mm}$$

$$\text{A fogásmélységhez tartozó ideális előtolás értéke: } f = \frac{a}{\frac{a}{f}} = \frac{4,6433}{6} = 0,77388 \frac{\text{mm}}{\text{ford}}$$

→ A CK5123E esztergán ez az érték beállítható:  $f = 0,8 \frac{\text{mm}}{\text{ford}}$

Mivel a fajlagos forgácsolóerő értéke az előtolástól függ, a megváltozott előtolás függvényében táblázatból választjuk ki a módosult  $k'_c$  értékét a  $h$  forgácsvastagság függvényében (18. sz. melléklet)

$$h = f \cdot \sin \kappa_r = 0,8 \cdot \sin 90^\circ = 0,8 \text{ mm}$$

-  $\kappa_r$  – a szerszám főél elhelyezési szöge

A módosult fajlagos forgácsolóerő:  $k'_c = 1586 \frac{N}{\text{mm}^2}$

A keletkező forgácsolóerő nagysága:

$$F_{fv} = k'_c \cdot f \cdot a = 1586 \cdot 0,8 \cdot 4,6433 = 5891,419 \text{ N}$$

Az alkalmazott forgácsolósebesség 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  $v_c$  forgácsolósebesség meghatározásához szükséges adatokat az 5.20-as táblázat tartalmazza.

5.20 táblázat A forgácsolósebesség meghatározásához szükséges adatok

Alapsebesség	$v_0 = 100 \frac{m}{\text{min}}$
A főél elhelyezési szögétől függő tényező	$K_K = 0,81$
A szerszámtól függő módosító tényező	$K_{sz} = 1$
A forgácsolás módjától függő módosító tényező	$K_m = 1$
Az anyag állapotától függő módosító tényező	$K_h = 0,95$
A munkadarab felületétől, kérgétől függő módosító tényező	$K_k = 0,8$
Az élettartamtól függő módosító tényező	$K_T = 1$

7-12. sz. mellékletek

Behelyettesítve:

$$v_c = 100 \cdot 0,81 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 0,95 \cdot 0,8 \cdot 1 = 61,56 \frac{m}{\text{min}}$$

A fordulatszám meghatározása:

$$n = \frac{1000 \cdot v_c}{D \cdot \pi} = \frac{1000 \cdot 61,56}{1752,86 \cdot \pi} = 11,179 \text{ min}^{-1}$$

A gépen a hozzá legközelebb álló beállítható fordulatszám:  $n_{g\acute{e}pi} = 11,2 \text{ min}^{-1}$

A megváltozott forgácsolósebesség:

$$v_{cm} = \frac{D \cdot \pi \cdot n_{g\acute{e}pi}}{1000} = \frac{1752,86 \cdot \pi \cdot 11,2}{1000} = 61,6758 \frac{m}{min}$$

A forgácsolás teljesítményszükséglete:

$$P = \frac{F_{fv} \cdot v_{cm}}{60 \cdot 10^3} = \frac{5891,419 \cdot 61,6758}{60 \cdot 10^3} = 6,056 \text{ kW}$$

A hajtáshoz szükséges teljesítmény meghatározása:

$$P_h = \frac{P}{\eta} = \frac{6,056}{0,85} = 7,1247 \text{ kW}$$

- Ahol a  $\eta$  a szerszámgép hatásfoka

A választott CK5123E CNC típusú karusszel esztergagépbe beépített 45 kW-os villanymotor ezt a teljesítményszükségletet kielégíti.

## 23.sz. melléklet

A forgácskeresztmetszet meghatározása:

Simítási ráhagyás a felületen: 0,2 mm (átmérőre: 0,4 mm)

$$\text{Fogásmélység: } a = \frac{D-d}{2} = \frac{1351-1350}{2} = 0,5 \text{ mm}$$

D – a legnagyobb kiinduló átmérő

d – a megmunkált átmérő a simítási ráhagyás alapján

A fogások száma:  $i = 1$

Az előtolás értékét az átlagos felületi érdesség  $R_a = 3,2 \mu\text{m} = 3,2 \cdot 10^{-3} \text{ mm}$

és az esztergákés csúcssugarának  $r = 0,8 \text{ mm}$  figyelembevételével kell meghatározni a következő összefüggés alapján:

$$f = \sqrt{13 \cdot r \cdot R_a} = \sqrt{13 \cdot 0,8 \cdot 3,2 \cdot 10^{-3}} = 0,18243 \frac{\text{mm}}{\text{ford}}$$

Az előtolás értéke megfelel a 20. sz. melléklet táblázata alapján

A CK5321E CNC karusszel esztergagépen beállítható legközelebbi előtolás értéke:

$$f = 0,182 \frac{\text{mm}}{\text{ford}}$$

Az alkalmazott forgácsolósebesség 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  $v_c$  forgácsolósebesség meghatározásához szükséges adatokat az 5.24-es táblázat tartalmazza.

5.24 táblázat A forgácsolósebesség meghatározásához szükséges adatok

Alapsebesség	$v_0 = 100 \frac{m}{min}$
A főél elhelyezési szögétől függő tényező	$K_K = 0,81$
A szerszámtól függő módosító tényező	$K_{sz} = 1$
A forgácsolás módjától függő módosító tényező	$K_m = 1$
Az anyag állapotától függő módosító tényező	$K_h = 0,95$
A munkadarab felületétől, kérgétől függő módosító tényező	$K_k = 0,8$
Az élettartamtól függő módosító tényező	$K_T = 1$

7-12. sz. mellékletek

Behelyettesítve:

$$v_c = 100 \cdot 0,81 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 0,95 \cdot 0,8 \cdot 1 = 61,56 \frac{m}{min}$$

A fordulatszám meghatározása:

$$n = \frac{1000 \cdot v_c}{D \cdot \pi} = \frac{1000 \cdot 61,56}{1351 \cdot \pi} = 14,5042 \text{ min}^{-1}$$

A gépen a hozzá legközelebb álló beállítható fordulatszám:  $n_{gépi} = 16 \text{ min}^{-1}$

A megváltozott forgácsolósebesség:

$$v_{cm} = \frac{D \cdot \pi \cdot n_{gépi}}{1000} = \frac{1351 \cdot \pi \cdot 16}{1000} = 67,90866 \frac{m}{min}$$

## 24.sz. melléklet

A forgácskeresztmetszet meghatározása:

Simítási ráhagyás a felületen: 0,2 mm (átmérőre: 0,4 mm)

$$\text{Fogásmélység: } a = \frac{D-d}{2} = \frac{1351-1350}{2} = 0,5 \text{ mm}$$

D – a legnagyobb kiinduló átmérő

d – a megmunkált átmérő a simítási ráhagyás alapján

A fogások száma:  $i = 1$

Az előtolás értékét az átlagos felületi érdesség  $R_a = 3,2 \mu\text{m} = 3,2 \cdot 10^{-3} \text{ mm}$

és az esztergákés csúcssugarának  $r = 0,8 \text{ mm}$  figyelembevételével kell meghatározni a következő összefüggés alapján:

$$f = \sqrt{13 \cdot r \cdot R_a} = \sqrt{13 \cdot 0,8 \cdot 3,2 \cdot 10^{-3}} = 0,18243 \frac{\text{mm}}{\text{ford}}$$

Az előtolás értéke megfelel a 20. sz. melléklet táblázata alapján

A CK5321E CNC karusszel esztergagépen beállítható legközelebbi előtolás értéke:

$$f = 0,182 \frac{\text{mm}}{\text{ford}}$$

Az alkalmazott forgácsolósebesség 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  $v_c$  forgácsolósebesség meghatározásához szükséges adatokat az 5.26-os táblázat tartalmazza.

5.26 táblázat A forgácsolósebesség meghatározásához szükséges adatok

Alapsebesség	$v_0 = 100 \frac{m}{min}$
A főél elhelyezési szögétől függő tényező	$K_K = 0,81$
A szerszámtól függő módosító tényező	$K_{sz} = 1$
A forgácsolás módjától függő módosító tényező	$K_m = 1$
Az anyag állapotától függő módosító tényező	$K_h = 0,95$
A munkadarab felületétől, kérgétől függő módosító tényező	$K_k = 0,8$
Az élettartamtól függő módosító tényező	$K_T = 1$

7-12. sz. mellékletek

Behelyettesítve:

$$v_c = 100 \cdot 0,81 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 0,95 \cdot 0,8 \cdot 1 = 61,56 \frac{m}{min}$$

A fordulatszám meghatározása:

$$n = \frac{1000 \cdot v_c}{D \cdot \pi} = \frac{1000 \cdot 61,56}{1351 \cdot \pi} = 14,5042 \text{ min}^{-1}$$

A gépen a hozzá legközelebb álló beállítható fordulatszám:  $n_{gépi} = 16 \text{ min}^{-1}$

A megváltozott forgácsolósebesség:

$$v_{cm} = \frac{D \cdot \pi \cdot n_{gépi}}{1000} = \frac{1351 \cdot \pi \cdot 16}{1000} = 67,90866 \frac{m}{min}$$

25.sz. melléklet

A forgácskeresztmetszet meghatározása:

Forgácsolási ráhagyás a felületen: 30

(Mivel az előgyártmány kovácsolással készült, a felület oldalferdeséggel rendelkezik ezért a forgácsolási ráhagyás a felületen nem állandó. A legkisebb forgácsolási ráhagyás a felületen 0 mm, a legnagyobb pedig 30 mm)

Simítási ráhagyás a felületen: 0,5 mm (átmérőre 1 mm)

$$\text{Fogásmélység: } a = \frac{D-d}{2} = \frac{1724,6-1695,24}{2} = 14,68 \text{ mm}$$

D – a legnagyobb kiinduló átmérő

d – a megmunkált átmérő a simítási ráhagyás alapján

Előtolás értéke az  $F_f = k_c \cdot f \cdot a$  összefüggés alapján:

$$f = \frac{F_f}{a \cdot k_c} = \frac{15000}{14,68 \cdot 1500} = 0,6812 \frac{\text{mm}}{\text{ford}}$$

- A fajlagos forgácsolóerő:  $k_c = 1500 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$  (18. sz. melléklet)

$$\text{Az } \frac{a}{f} \text{ viszony nagysága: } \frac{a}{f} = \frac{14,68}{0,6812} = 21,55$$

Az ideális  $\frac{a}{f}$  viszony a szakítószilárdság és a szerszám anyaga függvényében 6:1 (13. sz. melléklet)

A fogást meg kell osztani, mivel  $21,55 > 6$

A fogások száma:  $i = 3$

$$\text{Ezek alapján a fogásmélység: } a = \frac{D-d}{2 \cdot i} = \frac{1724,6-1695,24}{2 \cdot 3} = 4,89 \text{ mm}$$

$$\text{A fogásmélységhez tartozó ideális előtolás értéke: } f = \frac{a}{\frac{a}{f}} = \frac{4,89}{6} = 0,815 \frac{\text{mm}}{\text{ford}}$$

→ A CK5123E esztergán ez az érték beállítható:  $f = 0,815 \frac{\text{mm}}{\text{ford}}$

Mivel a fajlagos forgácsolóerő értéke az előtolástól függ, a megváltozott előtolás függvényében táblázatból választjuk ki a módosult  $k'_c$  értékét a  $h$  forgácsvastagság függvényében (18. sz. melléklet)

$$h = f \cdot \sin \kappa_r = 0,815 \cdot \sin 90^\circ = 0,815 \text{ mm}$$

-  $\kappa_r$  – a szerszám főél elhelyezési szöge

A módosult fajlagos forgácsolóerő:  $k'_c = 1586 \frac{N}{\text{mm}^2}$

A keletkező forgácsolóerő nagysága:

$$F_{fv} = k'_c \cdot f \cdot a = 1586 \cdot 0,815 \cdot 4,89 = 6320,7651 \text{ N}$$

Az alkalmazott forgácsolósebesség 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  $v_c$  forgácsolósebesség meghatározásához szükséges adatokat az 5.32-es táblázat tartalmazza.

5.32 táblázat A forgácsolósebesség meghatározásához szükséges adatok

Alapsebesség	$v_0 = 100 \frac{m}{\text{min}}$
A főél elhelyezési szögétől függő tényező	$K_K = 0,81$
A szerszámtól függő módosító tényező	$K_{sz} = 1$
A forgácsolás módjától függő módosító tényező	$K_m = 1$
Az anyag állapotától függő módosító tényező	$K_h = 0,95$
A munkadarab felületétől, kérgétől függő módosító tényező	$K_k = 0,8$
Az élettartamtól függő módosító tényező	$K_T = 1$

7-12. sz. mellékletek

Behelyettesítve:

$$v_c = 100 \cdot 0,81 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 0,95 \cdot 0,8 \cdot 1 = 61,56 \frac{m}{\text{min}}$$

A fordulatszám meghatározása:

$$n = \frac{1000 \cdot v_c}{D \cdot \pi} = \frac{1000 \cdot 61,56}{1724,6 \cdot \pi} = 11,36 \text{ min}^{-1}$$

A gépen a hozzá legközelebb álló beállítható fordulatszám:  $n_{g\acute{e}pi} = 11,2 \text{ min}^{-1}$

A megváltozott forgácsolósebesség:

$$v_{cm} = \frac{D \cdot \pi \cdot n_{g\acute{e}pi}}{1000} = \frac{1724,6 \cdot \pi \cdot 11,2}{1000} = 60,6815 \frac{m}{min}$$

A forgácsolás teljesítményszükséglete:

$$P = \frac{F_{fv} \cdot v_{cm}}{60 \cdot 10^3} = \frac{6320,7651 \cdot 60,6815}{60 \cdot 10^3} = 6,392 \text{ kW}$$

A hajtáshoz szükséges teljesítmény meghatározása:

$$P_h = \frac{P}{\eta} = \frac{6,392}{0,85} = 7,52 \text{ kW}$$

- Ahol a  $\eta$  a szerszámgép hatásfoka

A választott CK5123E CNC típusú karusszel esztergagépbe beépített 45 kW-os villanymotor ezt a teljesítményszükségletet kielégíti.

26.sz. melléklet

Forgácsolási ráhagyás a felületen: 3 mm

Simítási ráhagyás a felületen: 0,5 mm (17.sz. melléklet)

Fogásmélység a ráhagyás alapján:  $a = 3 - 0,5 = 2,5 \text{ mm}$

A fogások száma:  $i = 1$

Előtolás értéke az  $F_f = k_c \cdot f \cdot a$  összefüggés alapján:

$$f = \frac{F_f}{a \cdot k_c} = \frac{15000}{2,5 \cdot 1500} = 4 \frac{\text{mm}}{\text{ford}}$$

- A fajlagos forgácsolóerő:  $k_c = 1500 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$  (18. sz. melléklet)

Az  $\frac{a}{f}$  viszony nagysága:  $\frac{a}{f} = \frac{2,5}{4} = 0,625$

Az ideális  $\frac{a}{f}$  viszony a szakítószilárdság és a szerszám anyaga függvényében 6:1 (13. sz. melléklet)

A fogást nem kell megosztani, mivel  $0,625 < 6$

A fogások száma:  $i = 1$

Ezek alapján a fogásmélység:  $a = 2,5 \text{ mm}$

A fogásmélységhez tartozó ideális előtolás értéke:  $f = \frac{a}{\frac{a}{f}} = \frac{2,5}{6} = 0,4167 \frac{\text{mm}}{\text{ford}}$

→ A CK5123E esztergán ez az érték beállítható:  $f = 0,4 \frac{\text{mm}}{\text{ford}}$

Mivel a fajlagos forgácsolóerő értéke az előtolástól függ, a megváltozott előtolás függvényében táblázatból választjuk ki a módosult  $k'_c$  értékét a h forgácsvastagság függvényében (18. sz. melléklet)

$$h = f \cdot \sin \kappa_r = 0,4 \cdot \sin 75^\circ = 0,386 \text{ mm}$$

-  $\kappa_r$  – a szerszám főél elhelyezési szöge

A módosult fajlagos forgácsolóerő:  $k'_c = 1886 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$

A keletkező forgácsolóerő nagysága:

$$F_{fv} = k'_c \cdot f \cdot a = 1886 \cdot 0,4 \cdot 2,5 = 1886 \text{ N}$$

Az alkalmazott forgácsolósebesség 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  $v_c$  forgácsolósebesség meghatározásához szükséges adatokat az 5.34-es táblázat tartalmazza.

5.34 táblázat A forgácsolósebesség meghatározásához szükséges adatok

Alapsebesség	$v_0 = 100 \frac{m}{min}$
A főél elhelyezési szögétől függő tényező	$K_K = 0,86$
A szerszámtól függő módosító tényező	$K_{sz} = 1$
A forgácsolás módjától függő módosító tényező	$K_m = 1$
Az anyag állapotától függő módosító tényező	$K_h = 0,95$
A munkadarab felületétől, kérgétől függő módosító tényező	$K_k = 0,8$
Az élettartamtól függő módosító tényező	$K_T = 1$

7-12. sz. melléletek

Behelyettesítve:

$$v_c = 100 \cdot 0,86 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 0,95 \cdot 0,8 \cdot 1 = 65,36 \frac{m}{min}$$

A fordulatszám meghatározása:

$$n = \frac{1000 \cdot v_c}{D \cdot \pi} = \frac{1000 \cdot 65,36}{1328 \cdot \pi} = 15,678 \text{ min}^{-1}$$

Ahol a  $D$  – a kiinduló átmérő a ráhagyással együtt

A gépen a hozzá legközelebb álló beállítható fordulatszám:  $n_{gépi} = 16 \text{ min}^{-1}$

A megváltozott forgácsoló sebesség:

$$v_{cm} = \frac{D \cdot \pi \cdot n_{gépi}}{1000} = \frac{1328 \cdot \pi \cdot 16}{1000} = 66,7526 \frac{m}{min}$$

A forgácsolás teljesítményszükséglete:

$$P = \frac{F_{fv} \cdot v_{cm}}{60 \cdot 10^3} = \frac{1886 \cdot 66,7526}{60 \cdot 10^3} = 2,098 \text{ kW}$$

A hajtáshoz szükséges teljesítmény meghatározása:

$$P_h = \frac{P}{\eta} = \frac{2,098}{0,85} = 2,468 \text{ kW}$$

- Ahol a  $\eta$  a szerszámgép hatásfoka

A választott CK5123E CNC típusú karusszel esztergagépbe beépített 45 kW-os villanymotor ezt a teljesítményszükségletet kielégíti.

27.sz. melléklet

A forgácskeresztmetszet meghatározása:

Simítási ráhagyás a felületen: 0,2 mm (átmérőre: 0,4 mm)

$$\text{Fogásmélység: } a = \frac{D-d}{2} = \frac{1724,6-1694,24}{2} = 14,68 \text{ mm}$$

D – a legnagyobb kiinduló átmérő

d – a megmunkált átmérő a simítási ráhagyás alapján

A fogások száma:  $i = 1$

Az előtolás értékét az átlagos felületi érdesség  $R_a = 3,2 \mu\text{m} = 3,2 \cdot 10^{-3} \text{ mm}$

és az esztergakés csúcssugarának  $r = 0,8 \text{ mm}$  figyelembevételével kell meghatározni a következő összefüggés alapján:

$$f = \sqrt{13 \cdot r \cdot R_a} = \sqrt{13 \cdot 0,8 \cdot 3,2 \cdot 10^{-3}} = 0,18243 \frac{\text{mm}}{\text{ford}}$$

Az előtolás értéke megfelel a 20. sz. melléklet táblázata alapján

A CK5321E CNC karusszel esztergagépen beállítható legközelebbi előtolás értéke:

$$f = 0,182 \frac{\text{mm}}{\text{ford}}$$

Az alkalmazott forgácsolósebesség 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  $v_c$  forgácsolósebesség meghatározásához szükséges adatokat az 5.40-es táblázat tartalmazza.

5.40 táblázat A forgácsolósebesség meghatározásához szükséges adatok

Alapsebesség	$v_0 = 100 \frac{\text{m}}{\text{min}}$
A főél elhelyezési szögétől függő tényező	$K_K = 0,81$
A szerszámtól függő módosító tényező	$K_{sz} = 1$
A forgácsolás módjától függő módosító tényező	$K_m = 1$

Az anyag állapotától függő módosító tényező	$K_h = 0,95$
A munkadarab felületétől, kérgétől függő módosító tényező	$K_k = 0,8$
Az élettartamtól függő módosító tényező	$K_T = 1$

7-12. sz. mellékletek

Behelyettesítve:

$$v_c = 100 \cdot 0,81 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 0,95 \cdot 0,8 \cdot 1 = 61,56 \frac{m}{min}$$

A fordulatszám meghatározása:

$$n = \frac{1000 \cdot v_c}{D \cdot \pi} = \frac{1000 \cdot 61,56}{1724,6 \cdot \pi} = 11,3621 \text{ min}^{-1}$$

A gépen a hozzá legközelebb álló beállítható fordulatszám:  $n_{g\acute{e}pi} = 11,2 \text{ min}^{-1}$

A megváltozott forgácsolósebesség:

$$v_{cm} = \frac{D \cdot \pi \cdot n_{g\acute{e}pi}}{1000} = \frac{1724,6 \cdot \pi \cdot 11,2}{1000} = 60,6815 \frac{m}{min}$$

28.sz. melléklet

A fogásmélység a ráhagyás alapján:  $a = 1 \text{ mm}$

Simítási ráhagyás a felületen:  $0,5 \text{ mm}$  (17. sz. melléklet)

A fogások száma:  $i = 1$

Az előtolás értékét az átlagos felületi érdesség  $R_a = 3,2 \mu\text{m} = 3,2 \cdot 10^{-3} \text{ mm}$  és az esztergakés csúcssugarának  $r = 0,4 \text{ mm}$  figyelembevételével kell meghatározni a következő összefüggés alapján:

$$f = \sqrt{13 \cdot r \cdot R_a} = \sqrt{13 \cdot 0,4 \cdot 3,2 \cdot 10^{-3}} = 0,129 \frac{\text{mm}}{\text{ford}}$$

Az előtolás értéke megfelel a 20. sz. melléklet táblázata alapján

A gépen beállítható legközelebbi előtolás értéke:  $f = 0,13 \frac{\text{mm}}{\text{ford}}$

Az alkalmazott forgácsolósebesség 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  $v_c$  forgácsolósebesség meghatározásához szükséges adatokat az 5.42-es táblázat tartalmazza.

5.42 táblázat A forgácsolósebesség meghatározásához szükséges adatok

Alapsebesség	$v_0 = 100 \frac{\text{m}}{\text{min}}$
A főél elhelyezési szögétől függő tényező	$K_K = 0,86$
A szerszámtól függő módosító tényező	$K_{sz} = 1,04$
A forgácsolás módjától függő módosító tényező	$K_m = 1$
Az anyag állapotától függő módosító tényező	$K_h = 0,95$
A munkadarab felületétől, kérgétől függő módosító tényező	$K_k = 0,8$
Az élettartamtól függő módosító tényező	$K_T = 1$

7-12. sz. mellékletek

Behelyettesítve:

$$v_c = 100 \cdot 0,86 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 0,95 \cdot 0,8 \cdot 1 = 65,36 \frac{m}{min}$$

A fordulatszám meghatározása:

$$n = \frac{1000 \cdot v_c}{D \cdot \pi} = \frac{1000 \cdot 65,36}{1327,038 \cdot \pi} = 15,677 \text{ min}^{-1}$$

Ahol  $D$  – a kiinduló átmérő ráhagyással együtt

A gépen a hozzá legközelebb álló beállítható fordulatszám:  $n_{g\acute{e}pi} = 16 \text{ min}^{-1}$

A megváltozott forgácsolósebesség:

$$v_{cm} = \frac{D \cdot \pi \cdot n_{g\acute{e}pi}}{1000} = \frac{1327,038 \cdot \pi \cdot 16}{1000} = 66,704 \frac{m}{min}$$





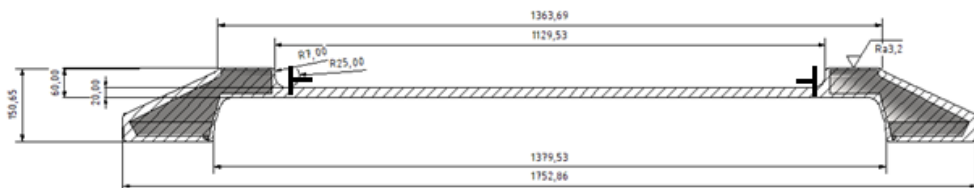






SZIE, GÉK, GÉTI, Anyag- és Gépgyártástechnológiai Tanszék		<b>MŰVELETI UTASÍTÁS</b> forgácsolásra		Lapszám: 3/3
Rajzsám: 003		Munkadarab megnevezése: <b>Gyro Swing vidámparki berendezés gyűrű alkatrész</b>		Művelet száma: 5
Anyag: S355J2	Nyersméret: 1724,6 x 60	Művelet megnevezése: Esztergálás III.	Műveleti ut. száma: 003	

Vázlat:



Sorsz	Művelet tagozódása	Megm. felület	Szerszám, mérőeszköz., készülék	v m/min	n ford/p	f mm/f	a mm.	i
1	Homloknagyolás	a	DCKNR 3225P 12 esztergakés	60,68	11,2	0,4	2,5	1
2	Palástnagyalás	b	Oldalélű esztergakés DIN 4980 ISO 6 R 20x20 P30	70,62	16	0,71	4,245	3
3	Palástnagyalás	c	Oldalélű esztergakés DIN 4980 ISO 6 R 20x20 P30	60,68	11,2	0,815	4,89	3
4	Homloknagyalás	d	DCKNR 3225P 12 esztergakés	66,75	16	0,4	2,5	1
5	Homloksimítás	a	DCKNR 3225P 12 esztergakés	60,68	11,2	0,13	1	1
6	Palástsimítás	b	Oldalélű esztergakés DIN 4980 ISO 6 R 20x20 P30	70,67	16	0,182	0,2	1
7	Palástsimítás	c	Oldalélű esztergakés DIN 4980 ISO 6 R 20x20 P30	60,68	11,2	0,182	0,2	1
8	Homloksimítás	d	DCKNR 3225P 12 esztergakés	66,7	16	0,13	1	1
Kiállította:		Kelte:	Ellenőrizte:	Kelte:	Darabidő:	Elkészülési idő:	Érv. darabszáma:	
					norm. i. pótidő	norm. i. pótidő	-tól	-ig
Javítások								
Jel	Javitotta:	Kelte:	Ellenőr.:	Kelte:	Műhely:	Csoport:	Géptípus	gép l.sz
							norm.	a CK5321E CNC
							szükség szerinti változat	b
								c
								d
Kapja: péld. oszt.								