

# **SZAKDOLGOZAT**

**Bóger Bálint**  
**Gépészmérnöki szak**

**Magyar Agrár-és Élettudományi Egyetem**  
**Gödöllő**  
**2025.**



**Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem**  
**Szent István Campus Gödöllő**  
**Gépészmérnöki Szak**

**Az MTZ 21810 kompresszorház rekonstrukciós  
tervezése**

**Belső konzulens:** Dr. Kári Horváth Attila  
Egyetemi docens

**Külső konzulens:** Bánhegyi József  
Termelési vezető

**Készítette:** Bögér Bálint  
AVRD7D  
Nappali

**Intézet/Tanszék:** Magyar Agrár-és  
Élettudományi Egyetem  
Gödöllő

**MATE**  
**Szent István Campus**  
**Gödöllő**  
**2025.**

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

**SZAKDOLGOZAT**  
feladatlap

*Bőgér Bálint* (AVRD7D)

részére

A szakdolgozat címe:

**Az MTZ 21810 kompresszorház rekonstrukciós tervezése**

**Feladatkiírás:**

Bevezetés, Cégbemutató, Szakirodalom feldolgozás, Probléma bemutatás, öntő minta tervezés, Gyártástechnológiai tervezés, Készülék tervezés, Összefoglalás

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

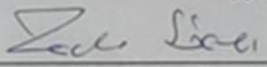
**Külső konzulens:** Bánhegyi József, Termelési vezető, Go-Metall Kft.

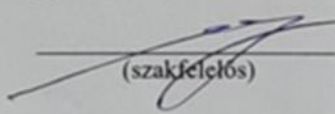
**Belső konzulens:** Dr. Kári Horváth Attila, Egyetemi docens, Magyar Agrár-és Élettudományi Egyetem, Műszaki Intézet

**Beadási határidő:** 2025. november 04

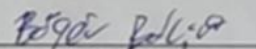
Gödöllő, 2025. szeptember 08

**Jóváhagyom**

  
(tanszékvezető)

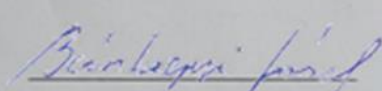
  
(szakfelelős)

**Átvettem**

  
(hallgató)

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

Gödöllő, 2025.

  
(külső konzulens)

## Tartalomjegyzék

<b>1. Bevezetés</b> .....	6
<b>2. A Go-Metall Kft.</b> .....	7
<b>3. Szakirodalom feldolgozás</b> .....	8
<b>3.1 Előgyártmány</b> .....	8
3.1.1. Öntés .....	9
<b>3.2. Forgácsolás</b> .....	11
3.2. Esztergálás .....	11
3.3. Fúrás .....	14
<b>3.5. Kenőanyagok</b> .....	16
3.4.1. A fúrásnál használt főbb kenőanyag típusok.....	17
<b>3.6. Készülékek szerepe a forgácsolásban</b> .....	17
3.6.1 Furatmegmunkáló készülékek típusai és alkalmazása .....	19
<b>3.7. Túrás követelményei és biztosítása</b> .....	19
3.7.1 Mérés a gépgyártásban .....	20
<b>4. Probléma bemutatása</b> .....	22
<b>5. Tervezés</b> .....	25
<b>5.1. Koncepció meghatározása</b> .....	25
5.1.2. Öntési eljárás meghatározása.....	25
5.1.3. Anyagválasztás.....	25
<b>5.2. Öntőminta tervezés</b> .....	27
<b>5.3 Utómegmunkálás</b> .....	30
<b>5.4. Munkadarab rögzítése</b> .....	31
<b>5.5. Forgácsolási megmunkálás</b> .....	32
1. Művelet: Öntés.....	32
2. Művelet: MEO .....	32
3. Művelet: Normalizálás .....	32
4. Művelet: MEO .....	32
5. Művelet: Esztergálás I.....	34
6. Művelet: Esztergálás II.....	40
7. Művelet: MEO .....	45
8. Művelet: Marás.....	45
9. Művelet: MEO .....	46
10. Művelet: Fúrás.....	46
11. Művelet: Menetfúrás .....	47
12. Művelet: Végellenőrzés .....	47
<b>5.6. Készüléktervezés</b> .....	48

<b>6. Összefoglalás .....</b>	<b>53</b>
<b>7. Summary .....</b>	<b>55</b>
<b>Irodalomjegyzék .....</b>	<b>57</b>
<b>Nyilatkozatok .....</b>	<b>60</b>
<b>Mellékletek jegyzéke .....</b>	<b>66</b>

## 1.Bevezetés

A gépek és részegységek rekonstrukciós tervezése kiemelten fontos a meglévő berendezések élettartamának meghosszabbítása és gazdaságos üzemeltetése szempontjából. Ez a folyamat lehetőséget biztosít arra, hogy a korszerűtlen vagy meghibásodott elemek modern technológiával kerüljenek kiváltásra, ezáltal növelve a rendszer megbízhatóságát és hatékonyságát. Emellett hozzájárul a fenntarthatósághoz is, mivel csökkenti az új eszközök gyártásához szükséges erőforrás-felhasználást. A rekonstrukció tervezése műszaki és gazdasági szempontból egyaránt komplex feladat, amely alapos mérnöki szemléletet igényel.

A szakdolgozat célja, hogy bemutassa egy konkrét kompresszorház gyártásához kapcsolódó technológiai előkészítést, különös tekintettel a 6 darab H7-es tőrésű menetes furat megmunkálására szolgáló készülék tervezésére és gazdasági értékelésére. A munka során feldolgozásra kerülnek a releváns gépipari és forgácsolástechnológiai szakirodalmak, valamint a Go-Metall Kft.-nél szerzett gyakorlati tapasztalatok is. A projekt célja egy olyan eszköz létrehozása, amely biztosítja a gyártási pontosságot, ismételhetőséget és gazdaságosságot a kompresszorház furatmegmunkálásának során.

A dolgozat a gyártástechnológiai dokumentáció lépéseit követve foglalkozik az előgyártmány kiválasztásával, az alkalmazott megmunkálási műveletek és szerszámok ismertetésével, valamint a készülék tervezési szempontjaival. Ezen túlmenően részletes gazdasági számításokkal alátámasztva kerül bemutatásra, hogy a készülékes felfogás hogyan csökkentheti a gyártási időt és költségeket. Összességében a dolgozat célja, hogy hozzájáruljon a kompresszorházak gyártási folyamatának fejlesztéséhez, valamint a kis- és közepes szériás gyártásban alkalmazható hatékony technológiai megoldások kialakításához.

A dolgozat elkészítése során a kompresszorház modelljének tervezéséhez és a megmunkálás előkészítéséhez a Autodesk Inventor szoftvert használtam, amely lehetővé teszi a pontos 3D-s alkatrészmodellezést, valamint az összeállítások és műszaki rajzok generálását. A program segítségével részletesen megterveztem a munkadarabot, a megmunkáláshoz szükséges készüléket, és előkészítettem a gyártástechnológiai dokumentációt is. Az Inventor alkalmazása jelentősen hozzájárult a méretpontosság biztosításához, a geometriai ellenőrzésekhez és a gyárthatóság elemzéséhez.

## **2. A Go-Metall Kft.**

A szakdolgozat elkészítéséhez fontosnak tartom bemutatni a közreműködő vállalatot, a Go-Metall Kft.-t. A cég 1990-ben alakult, és azóta folyamatosan. A vállalat székhelye Budapesten található, emellett egy vidéki telephellyel is rendelkezik. A munkavállalók létszáma jellemzően 30–35 fő között mozog, akik magasan képzett szakemberekből állnak, biztosítva a gyártási folyamatok magas színvonalát.

A Go-Metall Kft. fő tevékenységi köre a műszaki rajz alapján történő gépalkatrész-gyártás, öntvények megmunkálása, valamint kisebb acélszerkezetek összeállítása és szerelése. A vállalat tevékenysége lefedi a teljes gyártási folyamatot az öntőminta elkészítésétől és az öntéstől kezdve egészen a készre megmunkált termékek kiszállításáig. Emellett gondoskodik a szükséges alapanyagok és szerkezeti elemek beszerzéséről is.

A vállalat szoros együttműködésben dolgozik megbízható alvállalkozókkal, akik olyan speciális műveleteket végeznek, mint például a festés, felületkezelés, hőkezelés, homokfúvás, fogazás, köszörülés, nyomáspróba és különböző anyagvizsgálatok. Ez a partneri hálózat több éves, stabil szakmai kapcsolat eredménye.

A Go-Metall Kft. termékei között megtalálhatók pumpaházak, forgattyúházak, hajtásházak, csapágyházak, hajtókarok, keresztfejek, orsószekrények, gépágyak és kompresszoralkatrészek. A vállalat főként egyedi és kis- vagy középszériás gyártással foglalkozik, 5-10 kg-tól 5000kg tartományig. A több tonnás munkadarabok gyártása jellemzően kis szériában, 1–3 darabos mennyiségben történik. A néhány száz kilogrammos termékek esetében 5–10 darabos szériák a jellemzők, míg a kisebb, 10–50 kilogramm közötti alkatrészekből akár 30–50 darab is készülhet egy gyártási sorozatban.

A Go-Metall Kft. termékei elsősorban a szerszámgépiparban, az élelmiszeripari gépgyártásban, az olaj- és gáziparban, valamint a kompresszorgyártásban kerülnek felhasználásra. A vállalat az MSZ EN ISO 9001:2015 szabványnak megfelelő, az ÉMI-TÜV SÜD Kft. által tanúsított minőségirányítási rendszert működtet, amely garantálja a gyártott termékek megbízhatóságát és állandó minőségét.

A cég gépparkja korszerű és sokoldalú: a hagyományos gépek mellett modern CNC vezérlésű gépek és megmunkálóközpontok (vertikális és horizontális), valamint fúrógépek, gyalugépek, esztergagépek (karusszeleszterga, horizontáleszterga) is segítik a precíz és hatékony gyártást.

## 3. Szakirodalom feldolgozás

### 3.1 Előgyártmány

Az előgyártmány egy olyan félkész termék vagy alapforma, amelyet további megmunkálással alakítanak végleges alkatrészé. Általában öntéssel, kovácsolással, hengerléssel vagy más alapgyártási eljárással készül, és már nagyjából követi a végtermék alakját, de még nem tartalmazza a pontos méreteket vagy a finommegmunkálást.

Az előgyártmányoknál alkalmazott ráhagyások mértéke az előállítási technológiától függően változik. Öntött előgyártmányok esetében a ráhagyás általában nagyobb (1–3 mm), mivel a felületek érdessége magasabb, és az alakpontosság is korlátozott. Kovácsolt daraboknál szintén nagyobb ráhagyás szükséges, főként az egyenetlen felület és az anyag belső feszültségei miatt. Préseléssel vagy hengerléssel készült előgyártmányoknál viszont kisebb ráhagyás elegendő (0,5–1 mm), mivel ezek pontosabb, simább felületű félkész termékek. A geometriai átmenetknél, különösen a belső sarkoknál és peremeknél rádiuszokat kell kialakítani, mivel az éles sarkok nehezen gyárthatók és a feszültséggyűjtő hatás miatt repedésekhez vezethetnek. A megfelelő rádiusz nemcsak a gyárthatóságot segíti, hanem javítja az alkatrész szilárdságát és élettartamát is. [8], [14], [19], [23]

**Kovácsolt előgyártmány** nagy szilárdságú, tömör szerkezetű, ütés- és terhelésálló alkatrészekhez ideális, jellemzően magas hőmérsékleten formálják alakra. Kovácsolt daraboknál a ráhagyás általában nagyobb, mivel a felület érdessége és az alakpontosság alacsonyabb, így több anyagot kell eltávolítani a végső méret eléréséhez.

**Öntött előgyártmány** bonyolult formák és belső üregek kialakítására alkalmas, az anyagot folyékony állapotban öntik formába, majd szilárdulás után utómegmunkálják. Öntött előgyártmányoknál közepes méretű ráhagyás szükséges, mivel a homoköntés pontossága korlátozott, és a felületek tisztítása, megmunkálása elengedhetetlen.

**Préselt előgyártmány** szilárd halmazállapotú anyagból, nagy nyomással készül, gyakran lemezből sajtolással vagy porból szinterezéssel állítják elő egyszerűbb geometriájú darabokhoz. Préselt előgyártmányoknál kismértékű ráhagyás elegendő, mivel a forma általában pontosabb és egyenletesebb felületet biztosít. [8], [14], [19], [37]



### 3.1.1. Öntés

Az öntészet olyan gyártástechnológiai eljárás, amely során az anyagot (jellemzően fémeket) megolvasztják, majd egy formába öntik, ahol az lehűlve és megszilárdulva felveszi a forma alakját. Az eljárás célja, hogy bonyolult, tömör vagy üreges alkatrészeket gyártsanak nagy méretpontossággal és jó anyagkihasználással. A megszilárdult öntvényt ezután kivesszük a formából, majd utómunkálatokat végzünk. [19], [26]

Az öntés előnyei:

- Komplex geometriák gazdaságos kialakítása
- Egyszeri forma után tömeges gyártás lehetséges
- Nagy szilárdságú és vastag falú alkatrészek előállíthatók
- Széles anyagválaszték (vas-, acél-, alumínium-, réz- és cinkötvözetek)

Öntészeti eljárások típusai:

- Homoköntés, Kokillaöntés, Nyomásos öntés, Centrifugális öntés

Az alkalmazott módszer a darab méretétől, pontossági igényétől és anyagától függ.

Homokformázás

Az 3.1.ábrán látható a homokformás öntészet, a fémöntészet legrégebbi és legelterjedtebb eljárása, amely során homokból készült formaüregbe öntik a megolvasztott fémeket. A homokformát az alkatrész mintája alapján hozzák létre, a lehűlés és szilárdulás után pedig széttörik azt, így az öntvény kiszabadítható. [26]

Előnyök:

- Olcsó és rugalmas forma-előállítás
- Kiválóan alkalmazható bonyolult és nagyméretű alkatrészekre
- Széles anyagválaszték (vas, acél, réz, alumínium stb.)
- Jól automatizálható nagy sorozatoknál
- Alkalmos belső üreges darabok gyártására is (maghasználattal)

### Hátrányok:

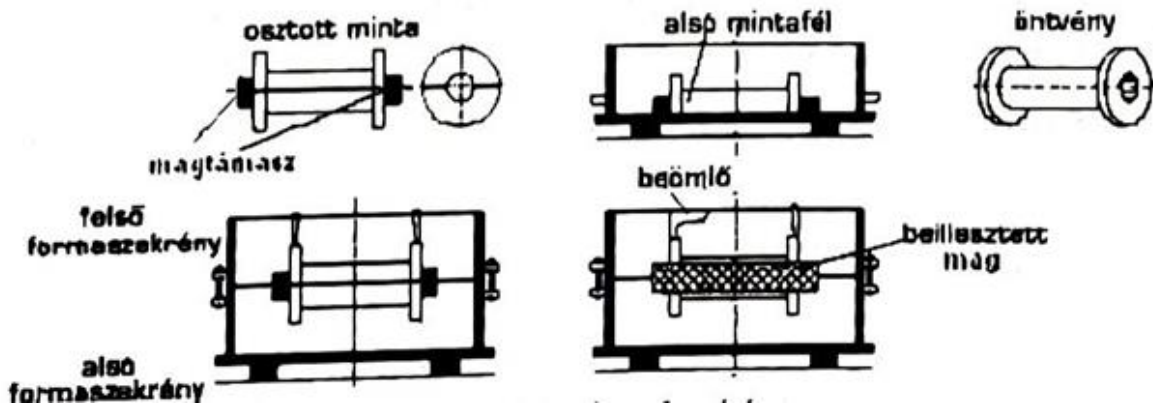
- A forma egyszer használható – minden darabhoz új forma szükséges
- A homokfelület miatt a kész darab felülete érdes
- Az eljárás pontos, de nem precíz – szükséges az utómegmunkálás
- Lassabb, mint pl. a nyomásos öntés

Az öntőhomok speciális keverék, ami Kvarchomok (alapanyag), Agyag (kötőanyag), Víz és adalékokból (nedvesíthetőség, hőállóság) készítik elő. Az újrahasznosítás érdekében gyakran regenerálják (tisztítják és visszaforgatják). [14], [19], [26],

A homokformás öntést alkalmazzák:

- Gépiparban: motorblokkok, kompresszorházak, csapágyházak
- Energetikai szektorban: turbinalapátok, szivattyútestek
- Vasúti, mezőgazdasági gépjárműgyártásban: házak, tengelyek, tartók

3.1. ábra Homokformás öntészet



## 3.2. Forgácsolás

A forgácsolás olyan alakító megmunkálási eljárás, amely során a munkadarab felesleges anyagrészeit forgács formájában eltávolítjuk egy éles élű szerszám segítségével. A cél a kívánt méret, alak és felületminőség elérése.

A forgácsolási eljárásokhoz különböző típusú forgácsolószerszámokat alkalmaznak, amelyek feladata az anyag leválasztása a munkadarabról, a kívánt alak, méret és felület eléréséhez. A szerszámok kialakítása az adott megmunkálási művelethez igazodik, és fő jellemzőik közé tartozik az élszám, geometria, anyag, valamint a kopásállóság. [1], [3], [34]

A forgácsolás során két alapmozgás van jelen:

- Főmozgás: ez hozza létre a forgácsolást (forgás vagy egyenes vonalú mozgás)
- Mellékmozgás (előtolás): biztosítja, hogy a szerszám új anyagrészt érjen el.

A forgácsolás fő típusai:

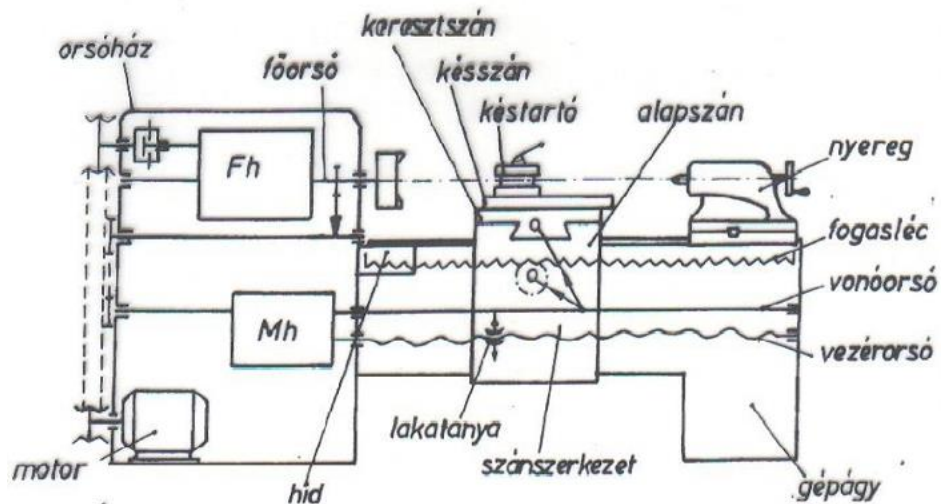
- Esztergálás
- Marás
- Fúrás
- Dörzsárazás
- Fűrészelés
- Gyalu- és Vésőmegmunkálás
- Menetvágás
- Kőszörülés

## 3.2. Esztergálás

Az egyetemes esztergagép egy sokoldalúan használható forgácsológép, amely elsősorban forgástestek megmunkálására alkalmas. Az esztergálás során a munkadarab forgó mozgást végez, míg a szerszám (általában esztergakés) egyenes vonalú előtoló mozgással távolítja el az anyagot. Az egyetemes esztergagép felépítése ábrán látható. [19], [36]

Az esztergagép alapvető részei közé tartozik a gépágy, a fordulatszámot biztosító főorsó, a szánrendszer, valamint a szerszámtartó és tokmány, amely a munkadarabot rögzíti ahogy az az 3.2.1. ábrán is látható. [19], [21], [27], [36]

3.1.1. ábra Esztergagép felépítése

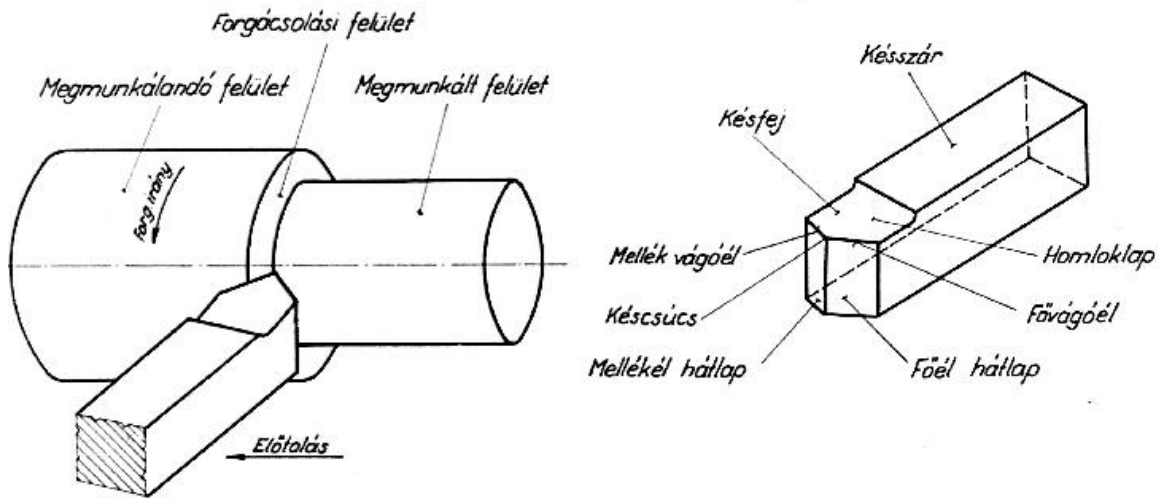


## Esztergakés

Az esztergakés az esztergagépek alapvető forgácsolószerszáma. A 3.2.2.-es ábrán látható.

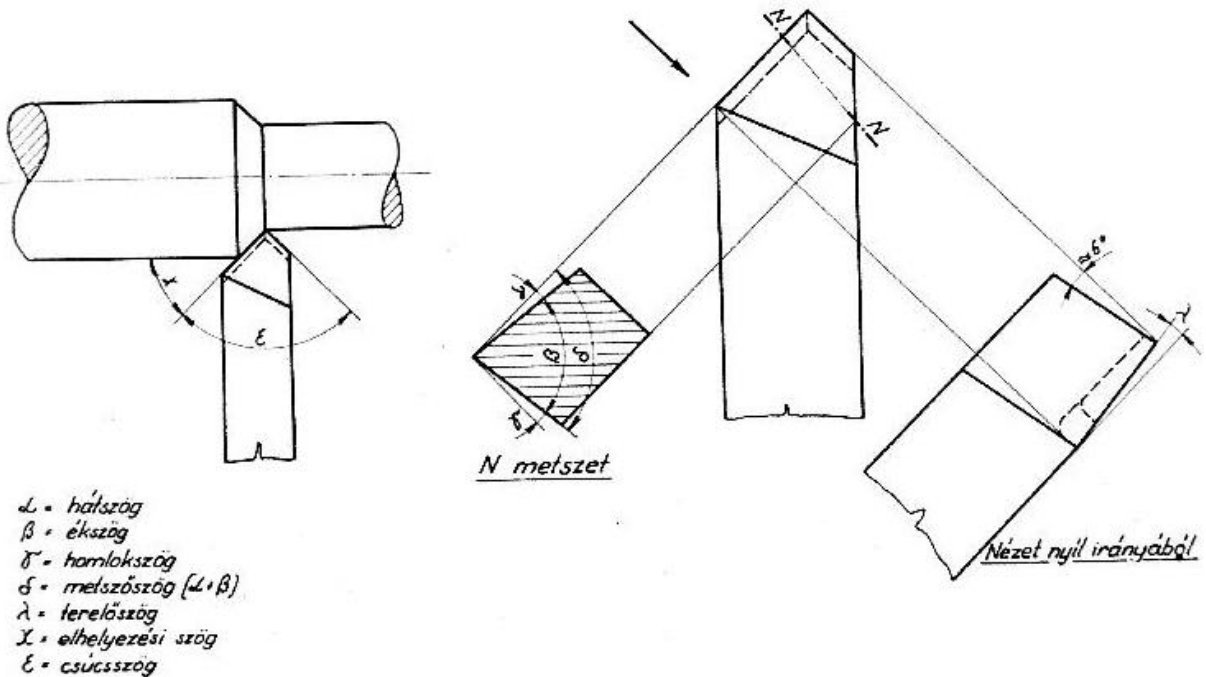
Feladata: az anyag eltávolítása a forgó munkadarabról – például hosszesztergálás, keresztesztergálás, beszúrás, letörés vagy menetvágás. [21]

3.2.2. ábra Forgácsolóélek



Az esztergákés élei azért fontosak, mert ezek végzik az anyag leválasztását a munkadarabról, így határozzák meg a forgácsolás hatékonyságát, pontosságát és felületminőségét. A főél végzi a tényleges forgácsolást, a segédél pedig segít a felület kialakításában és az éltartam növelésében. Az élgeometria (élszög, homlokszög, hátfelületi szög) kialakítása befolyásolja a forgácsolási erőket, a forgácsleválás módját és a szerszám kopásállóságát is. A megfelelő élkialakítás csökkenti a hőtermelést, javítja a forgácselvezetést, és hosszabb szerszámtartamot eredményez. Az éleket és szögeket a 3.2.2.-3.2.3 ábrán láthatóak. [36]

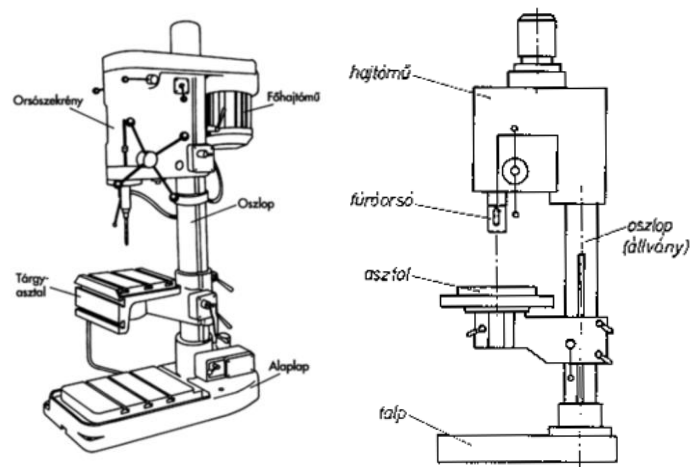
3.2.3. ábra Élszögek



### 3.3. Fúrás

Az oszlopos fűrőgép egy helyhez kötött, stabil fűrőgép ahogy az az 3.3.1. ábrán is látható, amelyet elsősorban fémek, fa vagy műanyag pontos fúrására használnak. Nevét az erős, függőleges oszlopról kapta, amely megtartja a fűrőfejet és lehetővé teszi a pontos, egyenes irányú mozgást. A gép asztala állítható magasságú és dőlésszögű lehet, így különböző méretű és alakú munkadarabok megmunkálása is könnyen megoldható. Az oszlopos fűrőgépet gyakran használják a precizitása és megbízhatósága miatt. [20], [29], [31]

3.3.1. ábra Oszlopos fűrő felépítése

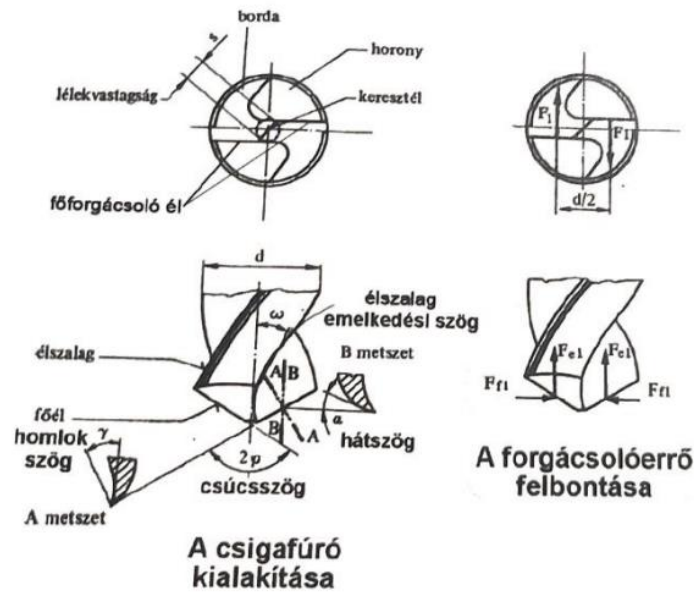


### Fúrószerszám

A csigafűrő a legelterjedtebb furatkészítő szerszám, amely két főélel és spirálisan kialakított horonnyal rendelkezik a forgács eltávolítására. A fűrő csúcsa kúpos kialakítású, jellemzően  $118^\circ$  csúcshövellel, amely megkönnyíti a központos indítást. Alkalmazható kézi vagy gépi fúrásra, és különböző anyagokhoz – például acélhoz, alumíniumhoz vagy műanyaghoz – speciális bevonatokkal is gyártják.

A csigafűrő, elemei, szögei: A csigafűrő rendelkezik két főélel egy keresztélel illetve élszalagokkal, ahogy az az 3.3.1. ábrán is látható. Rossz a hőelvezetése ezért fontos a megfelelő hűtő, kenő folyadék. Kétélű szerszám, ahol a főmozgást (forgó) és a mellémozgást (előtolás) a szerszám végzi. [21]

### 3.3.1. ábra Csigafűrő élei



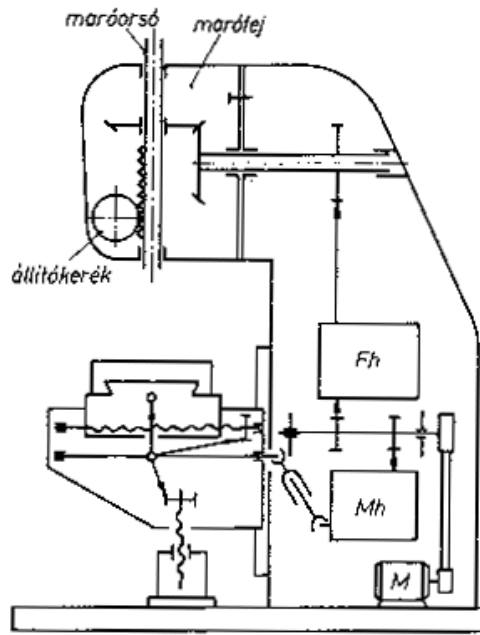
## 3.4 Marás

A marás az egyik legelterjedtebb forgácsolási eljárás, amelynek során a forgácsolást végző szerszám, a maró, forgó főmozgást, míg a munkadarab vagy maga a szerszám egyidejűleg előtoló mozgást végez. A folyamat során a maró több éle váltakozva lép kapcsolatba az anyaggal, így a forgácsolás szakaszos, de folyamatos anyagleválasztást biztosít. A marás jellemzője a nagy anyagleválasztási teljesítmény és a jó felületi minőség elérése.

A marás egy elterjedt forgácsolási eljárás, amelynek során a forgácsolást végző szerszám, a maró, forgó főmozgást, míg a munkadarab vagy maga a szerszám egyidejűleg előtoló mozgást végez. A folyamat során a maró több éle váltakozva lép kapcsolatba az anyaggal, így a forgácsolás szakaszos, de folyamatos anyagleválasztást biztosít. A marás jellemzője a nagy anyagleválasztási teljesítmény és a jó felületi minőség elérése.

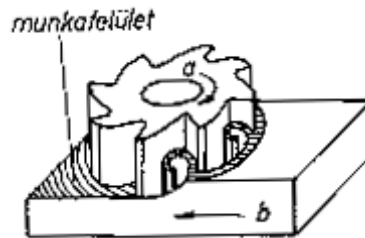
Az egytetemes marógép (vagy univerzális marógép) olyan sokoldalú berendezés, amely alkalmas különböző típusú marási műveletek elvégzésére. Nevét onnan kapta, hogy szerkezeti kialakítása lehetővé teszi mind vízszintes, mind függőleges marások elvégzését, illetve a munkadarab különböző szögekben történő megmunkálását. 3.4.1. ábra.

### 3.4.1. Egytetemes marógép



A marás során alkalmazott szerszámokat maróknak nevezzük. A marók több élű szerszámok, amelyek különböző alakú és anyagú fogakkal rendelkeznek a megmunkálandó felülethez igazítva. 3.4.2. ábra.

3.4.2. ábra marószerszám

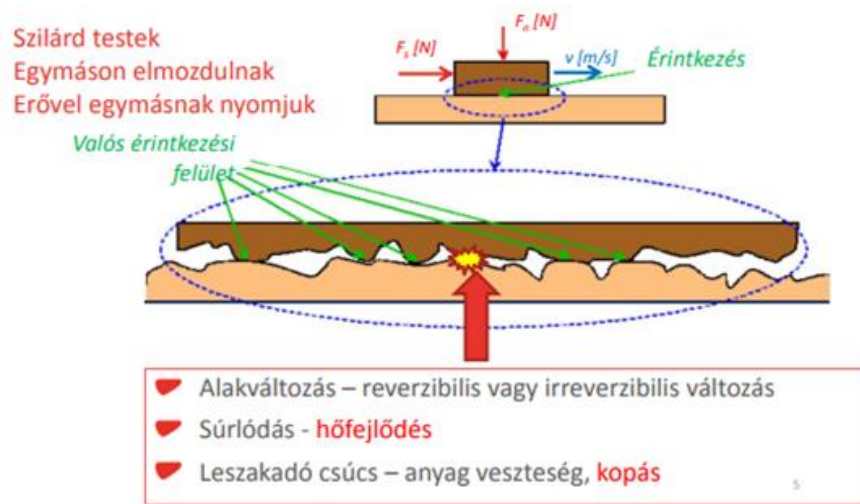


## 3.5. Kenőanyagok

Az oszlopos fúróknál használt kenőanyagok (más néven hűtő-kenő anyagok) fontos szerepet játszanak a szerszám élettartamának növelésében, a forgácsolási hő csökkentésében, valamint a felületminőség javításában. Fúrás során a szerszám és a munkadarab között nagy súrlódás és hő keletkezik, amit ezek az anyagok segítenek elvezetni. Ahogy az a 3.4.1.1. ábrán is látható az érintkezés valós felületén mikroszkopikus egyenetlenségek miatt alakul ki a súrlódás. [12], [17]



### 3.5.1.1. ábra Súrlódás kialakulása



### 3.4.1. A fúrásnál használt főbb kenőanyag típusok

Emulziók: víz és olaj keveréke; általános célú, jó hűtőképességgel.

Tiszta vágóolajok: erősebb kenőképességűek, kisebb sebességű vagy keményebb anyagú megmunkáláshoz.

Szintetikus hűtőfolyadékok: modern, környezetbarát és habzásmentes megoldások.

Paszták, sprék: kisebb darabszámnál vagy kézi fúrásnál alkalmazzák, célzottan kenik a fúrási pontot.

A megfelelő kenőanyag kiválasztása az anyagminőségtől, a furat mélységétől, valamint a gép és szerszám típusától függ. A jó kenés csökkenti a szerszámkopást és pontosabb furatot eredményez. [12], [17]

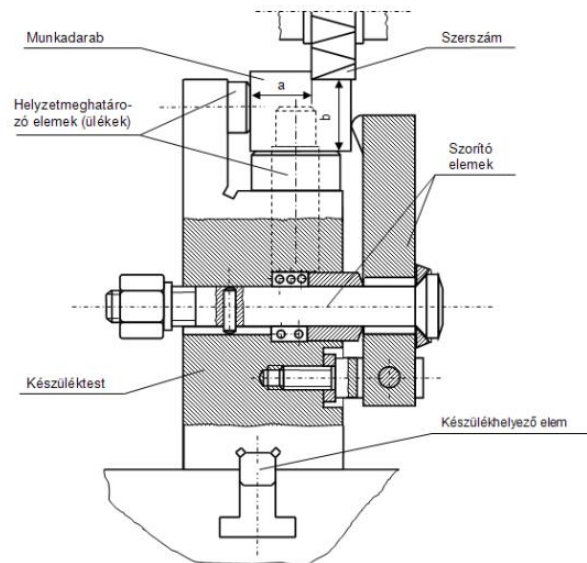
### 3.6. Készülékek szerepe a forgácsolásban

A gyártástechnológiában a készülékek alkalmazása elengedhetetlen a pontosság, az ismételhetőség és a gyártási hatékonyság szempontjából. A készülék olyan segédeszköz, amely biztosítja a munkadarab helyes pozícionálását és rögzítését a megmunkálás során, továbbá lehetővé teszi a szerszám pontos vezetését vagy a felfogási idő csökkentését.

A 6 pontos szabály a befogókészülékeknél azt jelenti, hogy a munkadarabot hat ponton kell alátámasztani ahhoz, hogy térbeli helyzete egyértelműen és stabilan rögzíthető legyen. Három pont az alapsíkon a függőleges (Z) irányú mozgást, két pont egy függőleges oldalon az oldalirányú (Y), míg egy pont egy másik oldalon a hosszirányú (X) elmozdulást akadályozza meg. Ez a szabály biztosítja a munkadarab pontos, ismételhető és rezgésmentes pozicionálását a megmunkálás során. [19], [22], [23], [27]

A befogókészülék főbb részei közé tartoznak a munkadarab oldalsó, hosszirányú és alátámasztására szolgáló ülékek (ütközők), valamint a leszorító elemek. A támasztópontok biztosítják a stabil felfekvést, míg az ütközők meghatározzák a munkadarab pontos helyzetét a térben. A leszorítók feladata, hogy a munkadarabot szilárdan a támasztékokra és ütközőkre szorítsák, megakadályozva az elmozdulást a megmunkálás során ahogy az a 3.6.1.1. ábrán is látható. [2], [22], [23], [30], [32]

3.6.1.1. ábra Befogókészülék főbb részei



A készülékek alkalmazása különösen indokolt akkor, ha:

- magas pontossági követelményeknek kell megfelelni (pl. H7-es tűrés),
- a munkadarab geometriai kialakítása bonyolult,
- sorozatgyártásra van szükség,
- a megmunkálás közben fellépő erők torzítást okozhatnak rögzítés nélkül.

A készülékek típusai lehetnek: fúrósablonok, befogókészülékek, mérő- és ellenőrző készülékek. Ezek egyedi tervezést igényelnek, mivel a munkadarab alakjához, méretéhez és a megmunkálás típusához kell illeszkedniük. [2], [8], [14], [22], [25], [32]

### **3.6.1 Furatmegmunkáló készülékek típusai és alkalmazása**

A furatmegmunkálás során (fúrás, dörzsárazás, menetfúrás) a készülékek kiemelt szerepet játszanak abban, hogy a furatok pontos helyzetben és megfelelő minőségben készüljenek el. A furatmegmunkáló készülékek lehetnek:

- Fúrósablonok: Egyszerű sablon, amely előfúrt furatokat tartalmaz, melyeken keresztül a fúrószerszám megvezethető. A sablon segít a furat pontos helyének meghatározásában.
- Sablonos fúrószerszám-vezetők: Ezek erős anyagból készült betéteket tartalmaznak, amelyekbe a fúró illeszkedik, így biztosítva az irányt és a furat helyzetének pontosságát.
- Furatvezérlő befogókészülékek: Ezek a munkadarabot is rögzítik, és gyakran több furat egyidejű elkészítését is lehetővé teszik.
- Komplex többfunkciós készülékek: Ezek már magukba foglalják a munkadarab felfogását, pozicionálását, a szerszám vezetését, és akár ütközőket, végállásokat is.

A kompresszorház esetében, ahol 6 darab H7 tűrésű menetes furatot kell készíteni, a készüléknek biztosítani kell a furatok közötti távolság és a párhuzamosság betartását is. Mivel ezek jellemzően előgyártmányon nem a sík felületen helyezkednek el, a sablon, vagy vezető hüvely pozicionálását segédfelületekre vagy korábban elkészült referenciafuratokra kell alapozni. [1], [20], [29]

### **3.7. Tűrés követelményei és biztosítása**

A furatok pontosságának meghatározása az ISO rendszer szerinti tűrésmezőkkel történik. A H7 tűrésmező a közepes pontosságú illesztések közé tartozik, jellemzően akkor alkalmazzák, amikor az alkatrészek könnyen szerelhetők, de mégis pontos illeszkedést igényelnek. [11]

A H7 tűrés jellemzői:

A „H” betű azt jelenti, hogy alaplyukrendszerben dolgozunk, vagyis a furathoz méretezzük a csapot, a furat alsó határa megegyezik a névleges mérettel, azaz nincs negatív eltérés (az alapméret alá nem mehet).

A „7” a tűrésmező szélességét határozza meg, amely az átmérőtől függően változhat.

A tűrés biztosításának lépései:

1. Előfúrás: Csigafúróval a névleges átmérőnél kisebb méretű furat készítése.
2. Dörzsárazás: Egy vagy több lépésben, speciális dörzsárszerszámmal történik a furat pontos méretre hozása és felületminőségének javítása.
3. Mérés és ellenőrzés: A furat átmérőjét és tűrésmezőn belüli elhelyezkedését furatmikrométerrel, dugós idomszerrel vagy hárompontos mérőeszközzel ellenőrizni.
4. Készülék alkalmazása: A dörzsárazáshoz és menetfúráshoz a munkadarabot stabilan rögzíteni kell, a furatok közötti párhuzamosságot és merőlegességet a készülék biztosítja.

A H7 tűrés eléréséhez a gyártási folyamat során nagy figyelmet kell fordítani a szerszámok kopására, a kenésre, valamint a gép állapotára is. A megfelelő kenőanyag és stabil gépkörnyezet jelentősen csökkentheti az eltérések mértékét. [6], [14], [19]

### **3.7.1 Mérés a gépgyártásban**

A gépgyártásban az egyik legfontosabb követelmény a méretpontosság, azaz, hogy az alkatrészek a tervezett tűrésmezőn belül készüljenek el. A mérés feladata annak ellenőrzése, hogy a gyártott alkatrészek méretei megfelelnek-e a műszaki rajzon előírt követelményeknek. A mérési folyamat alapja a referencia (pl. névleges méret), amelyhez viszonyítva a tényleges méretet megállapítjuk. [6], [7], [9], [14]

A mérések típusai:

- Hosszúságmérés (pl. furatátmérő, hossz, szélesség, magasság)
- Szögmérés (pl. letörések, kúposságok)
- Alak- és helyzettűrések mérése (pl. párhuzamosság, merőlegesség, ütés)

A mérések pontosságát befolyásoló tényezők:

- a mérőeszköz típusa és állapota,
- a mérés környezeti feltételei (pl. hőmérséklet, rezgés),
- a kezelő gyakorlata,
- a mérés módszere (pl. közvetlen, közvetett, összehasonlító).

A gyártás közbeni mérés célja nemcsak az alkatrész ellenőrzése, hanem a gyártási folyamat visszacsatolása is. Ezzel megelőzhetők a selejtgyártások, időben történhet gépbeállítás vagy szerszámcsere. [6], [14], [19]

Hagyományos kézi mérőeszközök

Tolómérő (analóg vagy digitális): Legelterjedtebb univerzális mérőeszköz. Belső, külső és mélységi méretek mérésére alkalmas. Pontosság:  $\pm 0,02-0,05$  mm. A 3.9. ábrán látható.

Mikrométer: Nagyobb pontosságú mérőeszköz, elsősorban külső méretekhez. Külön változata van belső méretekre (furatokhoz), mélységméréshez. Pontosság:  $\pm 0,01$  mm vagy még jobb.

Mérőórás mérőeszközök (pl. mérőóra, mérőkar): Alak- és helyzettűrések ellenőrzésére, összehasonlító mérésekre használják. Rögzített állványhoz vagy mágneses talphoz csatlakoztatható. [19]

Speciális mérőeszközök

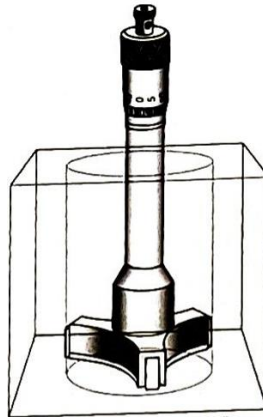
Dugós idomszer: A furatméretek gyors ellenőrzésére szolgáló idomszer (megy és nem megy oldal). Pontos, gyors, de nem ad konkrét méretértéket, csak megfelelőséget mutat.

Hárompontos belső mikrométer: Furatok átmérőjének pontos mérésére szolgál, három mérőfejének köszönhetően jó központosítást biztosít. A 3.7.1.1. ábrán látható.

Koordináta-mérőgépek (CMM): Magas pontosságú, számítógéppel vezérelt mérőrendszer. Bonyolult alakzatok, szabadformák mérésére is képes.

A 3.7.1.1. ábrán látható a hárompontos furatmikrométer ami egy precíziós mérőeszköz, amely három szimmetrikusan elhelyezett mérőcsúcs segítségével pontosan meghatározza a furat belső átmérőjét, miközben automatikusan központosítja magát a furatban. [1], [6], [8], [12]

3.7.1.1. ábra Hárompontos furatmikrométer



## 4. Probléma bemutatása

A 4.1.ábrán látható berendezés egy MTZ 21810 típusú dugattyús levegőkompreszor, amely mezőgazdasági gépek (pl. traktorok) sűrítettlevegő-rendszereinek része. A vizsgált alkatrész egy dugattyús kompresszorház, amely a mezőgazdasági gépek levegőrendszereinek alapvető eleme. Ilyen típusú kompresszorokat alkalmaznak például MTZ típusú traktorokban, ahol a sűrített levegő biztosítja a pneumatikus fékrendszer, a lérugós ülés vagy más segédrendszerek működését.

A berendezés működése hasonló a belső égésű motorokéhoz: egy vagy több dugattyú végzi a levegő beszívását és sűrítését, amit aztán nyomás alatt tárolnak vagy továbbítanak a rendszer felé.

A kompresszor ékszíjhajtással vagy közvetlenül a motorra kapcsolva kapja a meghajtást, és szabályozott nyomástartományban működik a gép működése alatt folyamatosan.

A kompresszorház feladata a dugattyúk, szelepek és csatlakozóelemek befogadása és pontos pozicionálása, miközben biztosítja a nyomásállóságot, a hőelvezetést és a rögzítési pontokat. Mivel ez az alkatrész kulcsfontosságú a kompresszor működése és élettartama szempontjából, geometriai pontossága, furatainak elhelyezkedése és illesztései meghatározó jelentőségűek a szerelés, tömítettség és hosszú távú üzembiztonság szempontjából.

Feladata a pneumatikus működésű rendszerek – például fékrendszer vagy lérugós ülés – levegőellátása.

A hűtés típusa lehet léghűtéses vagy vízhűtéses, az adott gép konfigurációjától függően.

Az üzemi körülmények jellemzői: Magas hőmérséklet-ingadozás (külső tér, motor hőhatása), Mechanikai rezgések és folyamatos terhelés, Fontos a megbízhatóság és a szerelhetőség.

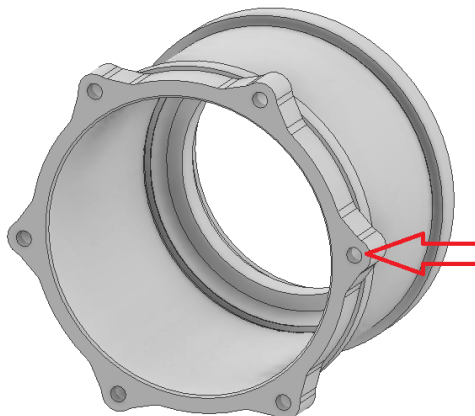
2. ábra MTZ 21810 típusú dugattyús levegőkompresszoros traktor



### Az alkatrész 3D-s modellje és rajza

Az alábbi 4.2.ábrán látható a problémás alkatrész, a kompresszorház 3D-s modellje, amelyen hat darab furatot kell kialakítani pontosan meghatározott pozícióban. Ezek a furatok menetesek, és H7-es tűréssel kell rendelkezzenek, mivel a szerelhetőség és a tömítettség szempontjából ez kritikus. A modell Inventorban készült, a részletes műhelyrajz pedig a Mellékletben található.

4.2. ábra Az alkatrész 3D modell



Az 1. sz. mellékletben látható a **kompresszorház műhelyrajza**, amelyen a hat darab M16-os menetes zsákfurat egyértelműen jelölve van. A rajz tartalmazza a furatok pozícióját, mélységét és tűrését, megfelelve a gyártástechnológiai követelményeknek. A furatokhoz tartozó technológiai információk, például a H7 tűrés és menetkialakítás, szintén részletesen feltüntetésre kerültek a rajzon.

A jelenlegi gyártási folyamatban a furatok kézi pozicionálással készülnek, amely során a munkadarab rögzítése nem elég pontos és nem ismételhető. Ez a gyártás során gyakori mérethibákhoz, párhuzamossági eltérésekhez és tűrésen kívüli furatokhoz vezet, ami selejtet, többletmunkát és szerelési problémákat okoz. Emellett a kézi pozicionálás időigényes és nagyobb kezelői szaktudást igényel.

A megoldás egy olyan speciális fúrókészülék tervezése, amely pontosan rögzíti és vezeti a szerszámot, valamint biztosítja a furatok megfelelő pozícióját és tűrését. A készülék célja a gyártási idő csökkentése, a pontosság növelése és a selejt arány minimalizálása. A probléma részletes technológiai megoldását az 5. fejezet tartalmazza. A kompresszor anyaga: GGG40 gömbgrafitos öntöttvas, amelyet jó szilárdsági és alakváltozási tulajdonságai miatt széles körben használnak a gépgyártásban. A gömbgrafitos szerkezet lényege, hogy a grafit gömb alakban kristályosodik az anyagban, ami jelentősen javítja az ütésállóságot és a hajlékonyságot a hagyományos szürkeöntvényhez képest. A GGG40 jól megmunkálható, hegeszthetősége viszont korlátozott.



## 5.Tervezés

### 5.1. Konceptió meghatározása

#### 5.1.2. Öntési eljárás meghatározása

Az öntészet a gépgyártás egyik alapvető technológiája, amely során olvadt fémeket juttatnak egy előre elkészített formába, majd azok megszilárdulását követően a kívánt alakú és méretű darabokat kapunk. Ennek az eljárásnak nagy előnye, hogy bonyolult geometriájú alkatrészek is előállíthatók viszonylag egyszerű módon, valamint a különböző ötvözetek széles köre feldolgozható vele. Az öntészet fajtái között megtalálhatóak a hagyományos és a korszerűbb technológiák egyaránt. A hagyományos módszerek közé tartoznak a homokformázásra épülő megoldások, míg a korszerűbb változatokat a fémformás, valamint más speciális öntési eljárások képviselik, amelyek mind a gyártási igényekhez, mind pedig az előállítandó darab anyagához és méretéhez igazodnak.

A szakdolgozatom során a homokformázás módszerét alkalmaztam, amely a legelterjedtebb és legrugalmasabban használható öntészeti technológiák közé tartozik. Lényege, hogy a fém megmunkálásához szükséges formát kötőanyaggal kezelt homokból készítik el, amely egyszerre biztosítja a megfelelő alakpontosságot és a forma mechanikai szilárdságát. A módszer előnye, hogy gazdaságos, viszonylag könnyen kivitelezhető, és lehetőséget ad nagy méretű vagy bonyolult geometriájú darabok előállítására is. A homokforma egyszeri használatú, így minden öntéshez új formát kell készíteni, azonban ez rugalmasságot nyújt a változatos gyártási igények kielégítésében. Az általam választott eljárás tehát ideális megoldást jelentett a feladat szempontjából.

#### 5.1.3. Anyagválasztás

A szakdolgozatomban választott megmunkálandó anyag a GGG 40 jelű öntöttvas, ami egy gömbgrafitos öntöttvas (spheroidal graphite cast iron, nodular cast iron), amelyet a DIN 1658 szabvány ír le. A „40” a szakítószilárdságra utal, vagyis az anyag minimális szakítószilárdsága 400 N/mm<sup>2</sup> a keménysége HB ≈ 130–180. A gömbgrafitos öntöttvas a szürkeöntöttvashoz hasonlóan grafitot tartalmaz, azonban a grafit alakja nem lamellás, hanem gömb alakú, amit magnézium- vagy céziumtartalmú ötvözőkkel érnek el.

A GGG 40 jelű gömbgrafitos öntöttvas egyik legfontosabb előnye, hogy a szürkeöntöttvashoz képest jóval nagyobb szilárdságot és szívósságot biztosít. Ez annak köszönhető, hogy a grafit ebben az anyagban gömb alakban van jelen. Az anyag kiváló önthetősége szintén meghatározó tulajdonság, hiszen lehetővé teszi bonyolult alakú és összetett geometriájú darabok gazdaságos előállítását, amelyek más anyagból jóval nehezebben vagy költségesebben készíthetők el. Megmunkálhatóság szempontjából a GGG 40 kedvező választás ugyanis jól forgácsolható, éppen ezért gyakran alkalmazott szerkezeti anyag a gépiparban. Korrózióállósága alapvetően megfelelő a legtöbb ipari környezetben, azonban szükség esetén felületkezelésekkel tovább növelhető a tartóssága. A kémiai összetételét az 5.1.3.1. ábra mutatja.

5.1.3.1. ábra A GGG 40 kémiai összetétele

Anyag megnevezése	részarány [%]
Vas (Fe)	92,58-94,155
Szén (C)	3,45-3,64
Szilícium (Si)	2,47-3,00
Mangán (Mn)	0,45-0,57
Kén (S)	0,012-0,026
Foszfor (P)	0,047-0,060
Magnézium (Mg)	0,029-0,062
Rénium (Re)	0,032-0,047

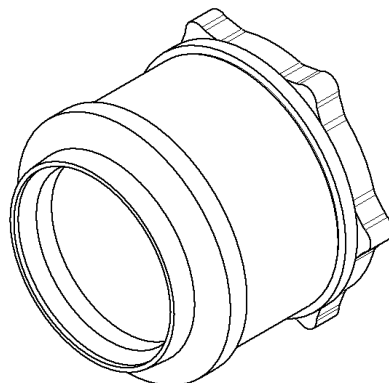
Ötvözők tulajdonságai:

- Vas (Fe): Az öntöttvas alapvető anyaga, ebben keveredik a többi ötvöző anyag.
- Szén (C): Alapvetően növeli a szilárdságot és a keménységet, de túlzott mértékben csökkenti a szívósságot és a képlékeny alakíthatóságot.
- Szilícium (Si): Az öntöttvas keménységére és szilárdságának növelésére alkalmazzák, illetve növeli a folyékonyságot az öntés során és fokozza az acél rugalmassági határát
- Mangán (Mn): Javítja a szilárdságot, a keménységet, illetve a kopásállóságot
- Foszfor (P), Kén (S): Általában káros szennyeződésként kezelendők, itt viszont ezek az elemek segítenek a forgács töredezőbbé tételében, javítva ezzel a megmunkálást
- Magnézium (Mg): Átalakítja a grafit szokásos lemezes formáját gömbalakúvá, növeli ezáltal a szilárdságot, szívósságot és rugalmasságot.
- Rénium (Re): Nagymértékű hőállóságot biztosít

## 5.2. Öntőminta tervezés

Az előgyártmányom elkészítéséhez meghatározandó a technológia, illetőleg a forma funkcionális meghatározása. A szakdolgozatomban egy MTZ 21810 kompresszorházat tervezek, ami a kompresszor belső részegységeinek befogadására és rögzítésére szolgál. Az alkalmazott technológiában hungarocell (polisztirol hab) formát használtam, amelyet a homokba ágyazva helyeztem el. A módszer az ún. veszformás (Lost Foam) öntés elvén alapul. Ennek során a hungarocellból elkészített mintadarab pontosan követi a gyártandó alkatrész alakját. Az öntés során a folyékony fém a hungarocellt kiegészíti, elgázosítja, és annak helyét tölti ki. Egyszerű és költséghatékony az előállítás, elsősorban a munkadarabnak egy pozitív mintáját kell elkészíteni a hungarocellből. A hungarocell forma kialakításához alkalmazott eljárás a forró huzalos megmunkálás, amelynek során egy felfűtött, huzal segítségével pontosan alakítható a hungarocell anyag. A huzal hőhatására a hab anyaga azonnal megolvad és elpárolog azon a helyen, ahol a vágás történik, így tiszta és sima felületet lehet kialakítani. A furat kialakításához egy tömör pálcát alkalmaznak, ami hőálló anyagból készül és a méretei azonosak a pozitív minta furataival. A pálcákat pontosan elhelyezik a hungarocell minta furatainak helyén, és rögzítik ragasztóval, ügyelve arra, hogy a ragasztó ne térjen el a furat geometriájától és ne akadályozza a mintázat tökéletes illeszkedését. Amikor megtörténik az öntés, az olvadt fém beömlik a forma üregeibe, a hungarocell minta elpárolog, a helyét a fém foglalja el, miközben a pálcák helyben maradnak és körbeöleli a megszilárduló fém. Így a furatok pontosan a pálcák mentén alakulnak ki. Ez a technológia kifejezetten előnyös, mivel viszonylag egyszerűen kivitelezhető, jól alkalmazható egyedi minták elkészítésére, és lehetőséget ad a minta pontos méreteinek és formájának kialakítására. Hátránya, hogy a kiégés során keletkező gázokat megfelelően el kell vezetni, ellenkező esetben öntési hibák (pórusok, zárványok) jelentkezhetnek. Az előgyártmány formaterve a 5.2.1 ábra mutatja.

5.2.1. ábra Az előgyártmány formaterve



Öntés utáni a hűtés meghatározó lépés, mivel a lehűlési folyamat nagymértékben befolyásolja az anyag végső tulajdonságait, különösen a szilárdságot, a szívósságot és a grafit szerkezet kialakulását. Homokformás öntés esetén a forma anyaga – vagyis a homok – viszonylag lassú hőelvonást biztosít, így az öntvény hűlése fokozatosan történik. Ez a lassabb hűtési sebesség kedvez a gömbgrafit stabil kialakulásának, amely a GGG 40 legfontosabb jellemzője. Továbbá számításba kell venni a hűtés során fellépő zsugorodást is, amely az anyag szilárdulásának természetes következménye. A GGG 40 gömbgrafitos öntöttvas esetében a zsugorodás mértéke 0,8-1 % ahogy azt a 5.2.2. ábra is mutatja, a pontos méretbiztonság érdekében figyelembe kell venni.

5.2.2. ábra: A hűtés során fellépő zsugorodás

Fémminőségek	Zsugorodás %
Acél, ötvözetlen vagy gyengén ötvözött	2,0
Acél, Cr, Ni és Mn-nal ötvözött	2—2,5
Öntött vas, lemezgrafitos	1
Gömbgrafitos öntöttvas öntött állapotban vagy perlitesre hőkezelve	0,8—1
Gömbgrafitos öntöttvas ferrit-perlitesre hőkezelve	0,3
Gömbgrafitos öntöttvas ferritesre hőkezelve	0,0
Temperöntvény, fehér	1,2
Temperöntvény, fekete	0—1
Temperöntvény, perlites	0,5—1,5
Ónbronz (Cu-Sn ötvözet)	1,5
Vörösötvözet (Cu-Sn-Zn ötvözet)	1,5
Sárgaréz (Cu-Zn ötvözet)	1,6—2,2
Alumíniumbronz (Cu-Al ötvözet)	1,6—2,2
Ólombronz, ólom-ón bronz (Cu-Pb, Cu-Sn-Pb ötvözet)	1,5
Réz	1,85
Alumínium-szilícium ötvözetek	1,0—1,2
Alumínium-magnézium ötvözetek	1,0—1,5
Magnéziumötvözetek	1,0—1,4

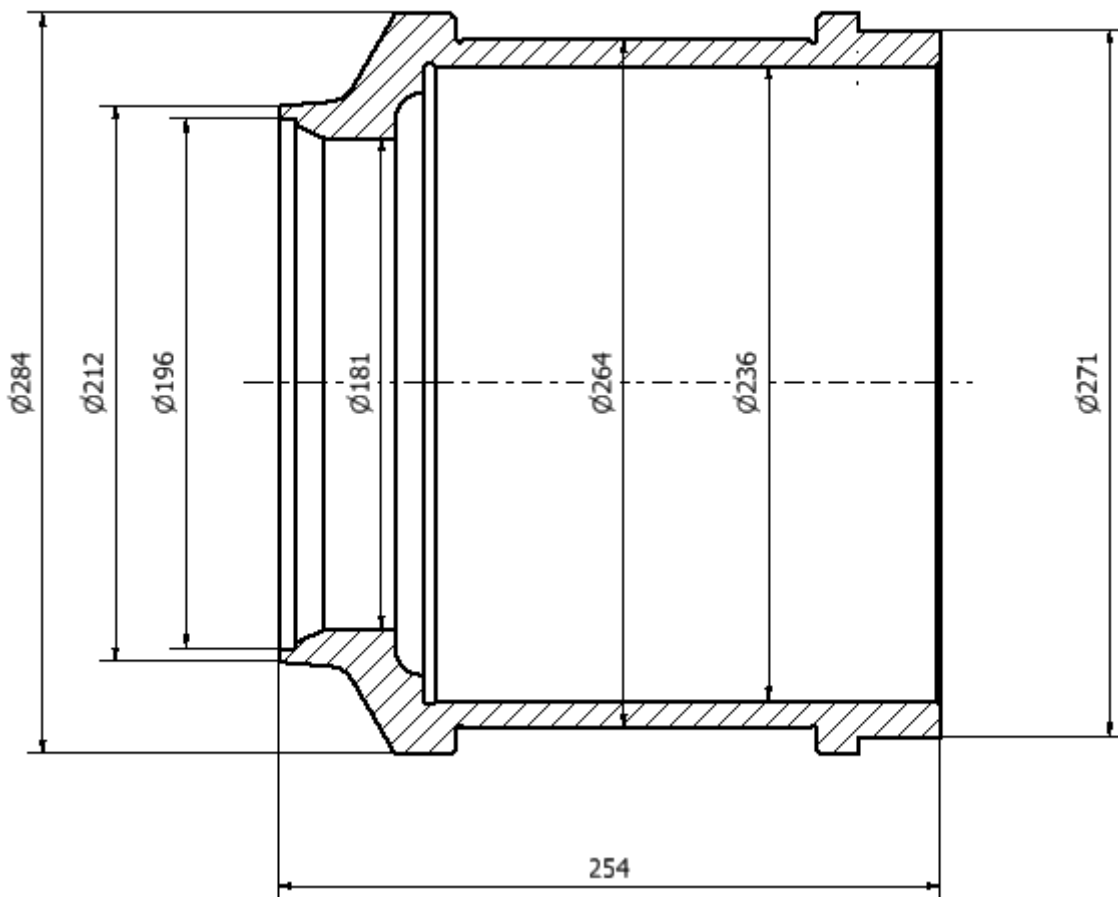
A fentiek miatt a gyártási folyamatban alkalmazott hungarocell formát a tervezés során 2 mm-rel megnövelt méretekkkel készítettem el. Ez a méretkorrekció biztosítja, hogy az öntvény a zsugorodást követően is elérje a kívánt névleges méretet, és a megmunkálási ráhagyás elegendő legyen a végső felületek pontos kialakításához.

A homokformás öntés során a kész öntvényt a forma szétszedése és a homok lebontása révén érhetjük el, így a munkadarab egészben kinyerhető a formából. A homokforma általában két fő részből áll: az alsó szekrényből és a felső szekrényből. Ezek a részek pontosan illeszkednek egymáshoz, így képezik a munkadarab alakját adó üreget. A formaszervezet kettéosztása azért is előnyös, mert így könnyebben kialakíthatók a beömlőcsatornák és a szellőzőnyílások, amelyek az öntés folyamatához szükségesek. Az öntőminta elhelyezését a formaszekrényben az egyszerűség miatt szimmetrikusan helyeztem el, ahol a két formafelület adja az osztósíkot.

Az öntési eljárás során az elkészült darab felületi minősége nem minden esetben felel meg a végleges követelményeknek, ezért az öntvény utólagos forgácsoló megmunkálása elengedhetetlen. Az alkatrész rajzán jelölésre került egy általános felületi minőség, illetve jelölve van a megmunkálás fajtája, ami jelen esetben a forgácsolás. Ennek célja egyrészt a mérettűrések biztosítása, másrészt a funkcionális felületek pontosságának és érdességének javítása. Mivel az öntvény tervezésénél fellépő probléma lehet a feszültséggyűjtő helyek kialakulása ezért célszerű az éles sarok elkerülése, ezzel megakadályozva a repedésképződést, ennek érdekében minden sarokrészen valamely mértékű lekerekítést alkalmazunk.

A ráhagyással rendelkező felületek az 5.2.3. ábra mutatja, ahol a különböző felületeket jelöltem.

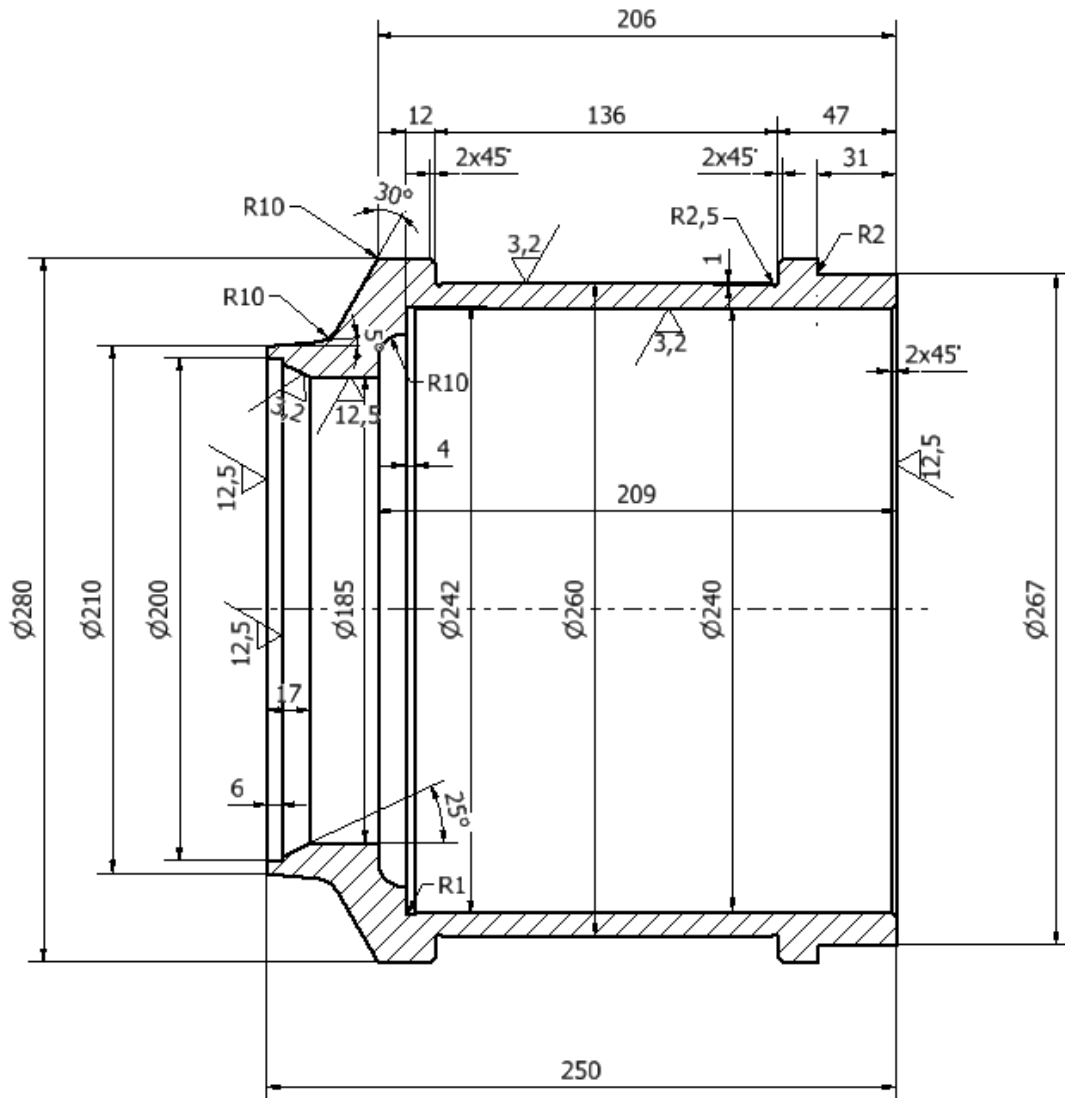
5.2.3 ábra: A ráhagyással rendelkező felületek



## 5.3 Utómegmunkálás

Az 1.sz. mellékleten látszik, hogy több helyen van mérettűrés vagy felületi érdességi előírás, ezek mind forgácsolással megmunkálандók. A 5.3.1. ábrán látható műhelyrajz mutatja a munkadarab megmunkálандó részeit.

5.3.1. ábra: a munkadarab műhelyrajza



Az általam használt Autodesk Inventor 2024 program segítségével meghatároztam a GGG 40 gömbgrafitos öntöttvas munkadarab jellemzőit, így a következő értékeket kaptam az előgyártmányra:  $7,150 \text{ g/cm}^3$  sűrűségű és 21,095 kg tömegű ahogy az a 5.3.2. ábrán is látható

5.3.2. ábra: Az előgyártmány tulajdonságai

A munkadarab forgácsolásához egyetemes esztergát választottam. Ennek oka, hogy az alkatrész jellemzően forgástest jellegű, így a legnagyobb pontosságot és gazdaságosságot esztergálással lehet elérni. Az egyetemes esztergák rugalmasan alkalmazhatók különböző méretű és kialakítású munkadarabokhoz, ezért ideális választás. Többféle művelet is elvégezhető, külső és belső palást esztergálás, beszúrás, homlokesztergálás, furatbővítés és menetvágás. Emellett biztosítható a megfelelő pontosság és felületi érdesség a tűréssel ellátott felületeknél. A beállítások változtathatók, így a nagyoló és simító műveletek egyaránt elvégezhetők. Gazdaságos választás ugyanis nem igényel drága CNC technológiát.

## 5.4. Munkadarab rögzítése

A munkadarabot hárompofás tokmányban kell rögzíteni, hogy stabil maradjon a megmunkálás során. Ellenőrizni kell a pontos befogást, hogy elkerüljük az excentrikus megmunkálást.

A használt szerszám egy keményfémlapkás esztergakés, nagyoló és simító kivitelben. Szerszám anyaga: Keményfém (például K10 vagy K20 típusú), mivel ezek kiválóan alkalmasak öntöttvas (GGG 40) megmunkálására. A keményfém magas hőállósága és kopásállósága biztosítja a pontos megmunkálást.

## 5.5. Forgácsolási megmunkálás

A munkadarab technológiai számításait a 3. sz. melléklet tartalmazza, a főbb paramétereket táblázat formájában az adott műveleteknél feltüntettem. A gyártási utasítását a 2. sz. melléklet tartalmazza, illetve a forgácsolási számításoknál felhasznált technológiai táblázatok is a 4-24. sz. mellékletek tartalmazzák.

A műveleti utasításokat a 25. sz. melléklet tartalmazza

Előgyártmány: Homokformálással készült gömbgrafitos öntöttvas (GGG 40)

Szakítószilárdság:  $R_m = 400 \text{ N/mm}^2$

### 1.Művelet: Öntés

A meghatározottaknak megfelelően az előgyártmány elkészítése megtörtént a kellő ráhagyásokkal, az öntés után a munkadarab egyes felületeit még meg kell munkálni.

### 2.Művelet: MEO

A MEO feladata, hogy biztosítsa a gyártott termékek megfelelőségét a műszaki rajzokon, szabványokon és előírásokon alapuló követelményeknek. Jelen esetben az öntést vizsgáljuk.

### 3.Művelet: Normalizálás

A Normalizálás a homokformában történik, a hűtési folyamat lassú, de csökkenti a repedések és a belső feszültségek kialakulását.

### 4.Művelet: MEO

A normalizálás során fellépő hibákat keressük. Az esztergálási és fúrési számításoknál felhasznált tényezők megnevezésre kerültek az 5.5.1. ábrában.



5.5.1. ábra: Számítási tényezők

Jelölés	Megnevezés	Mértékegység
a	fogásmélység	[mm]
i	fogások száma	[db]
f	előtolás	[mm/ford]
R <sub>a</sub>	átlagos felületi érdesség	[μm]
r <sub>ε</sub>	esztergakés csúcssugara	[mm]
V <sub>c</sub>	forgácsolási sebesség	[m/min]
V <sub>cm</sub>	megváltozott forgácsolási sebesség	[m/min]
V <sub>0</sub>	forgácsolási sebesség alapértéke	[m/min]
K <sub>kr</sub>	munkadarab felületétől, kérgétől függő módosító tényező	[-]
K <sub>sz</sub>	szerszámtól (fúrásnál a szerszám anyagától) függő módosító tényező	[-]
K <sub>m</sub>	forgácsolás módjától függő módosító tényező	[-]
K <sub>h</sub>	anyag állapotától függő módosító tényező	[-]
K <sub>k</sub>	munkadarab felületétől, kérgétől függő módosító tényező	[-]
K <sub>T</sub>	éltartamtól függő módosító tényező	[-]
K <sub>l</sub>	furat hosszának és átmérőjének viszonyától függő módosító tényező	[-]
K <sub>a</sub>	munkadarab anyagától függő módosító tényező	[-]
n	fordulatszám	[min <sup>-1</sup> ]
n <sub>gépi</sub>	szerszámgépen beállítható legközelebbi fordulatszám	[min <sup>-1</sup> ]
d	megmunkált átmérő	[mm]
D	kiinduló átmérő/ a fúrószár átmérő	[mm]
t <sub>g</sub>	forgácsolás időtartama	[mm]
l <sub>1</sub> ; l <sub>2</sub>	rá- és túlfutás mértéke (2 mm)	[mm]
M	forgatónyomaték	[Nm]
k <sub>c</sub>	fajlagos forgácsolási ellenállás	[N/mm <sup>2</sup> ]
P <sub>c</sub>	forgácsolás teljesítményszükséglete	[kW]
P <sub>h</sub>	hajtáshoz szükséges teljesítmény	[kW]
η <sub>G</sub>	szerszámgép hatásfoka (0,8)	[-]
F <sub>fv</sub>	forgácsolóerő nagysága	[N]

## 5.Művelet: Esztergálás I.

A forgácsolás során az egyik felületnél befogásra kerül a munkadarab, a forgácsolás során egy EU 500 Egyetemes csúcsesztergát használtam, adatait az 5.5.2. ábra mutatja, illetve a hűtés-kenéshez emulziót, ami nem más, mint olaj, ami apró cseppekben van vízben eloszlatva.

5.5.2. ábra: EU 500 Egyetemes csúcseszterga műszaki adatai

Esztergálási átmérő:	500 mm
Teljesítmény:	10 kW
Esztergálási hossz:	1500 mm
Fokozati tényező:	$\varphi = 1,25$
Sebességtartomány:	25-1250 ford/perc
Késszár keresztmetszet:	32x32 mm
Orsófurat:	65 mm
Legnagyobb főforgácsolóerő:	20000 N
Hosszelőtolás-határok:	0,09-20 mm/ford
Keresztelőtolás-határok:	0,045-10 mm/ford

Főforgácsoló erő kiválasztása:

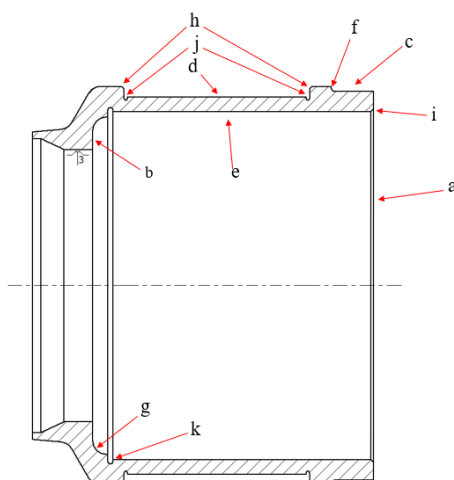
1. A szerszámra megengedett legnagyobb főforgácsolóerő:  $F_f = 6000 \text{ N}$
2. A gépre megengedett legnagyobb főforgácsolóerő:  $F_f = 20000 \text{ N}$
3. A munkadarab befogási módjától függő megengedett legnagyobb főforgácsolóerő 5.5.3. ábrán látható:  $F_f = 900000 \text{ N}$

A technológiai adatok meghatározásához a három érték közül a legkisebb értéket  $F_f = 6000 \text{ N}$  kell figyelembe venni.

5.5.3. ábra: Befogási módtól függő főforgácsolóerő

Munkadarab befogásának módja	A befogási H hosszúság hányszorososa a d átmérőnek	Munkadarab átmérője, mm									
		15	20	30	40	60	80	100	150	200	300
		A megengedett főforgácsolóerő, N									
Két csúcs között	10	720	960	1440	1920	2880	3840	4800	7200	9600	14400
	9	980	1300	1960	2620	3920	5220	6530	9800	13100	19600
	8	1410	1880	2820	3760	5640	7520	9400	14100	18800	28200
	7	2090	2780	4180	5560	8360	11120	13920	20900	27800	41800
	6	3340	4450	6680	8900	13360	17800	22200	33400	44500	66800
Tokmányba és csúccsal támaszt	5	5760	7680	11520	15360	23040	30720	38400	57600	76800	115200
	10	1630	2170	3260	4340	6520	8680	10850	16300	21700	32600
	9	2220	2950	4430	5900	8860	11800	14750	22200	29500	44300
	8	3190	4250	6380	8500	12760	17000	21250	31900	42500	63800
	7	4730	6300	9460	12600	18900	25200	31500	47300	63000	94600
Tokányba	6	7550	10100	15100	20200	30200	40400	50500	75500	101000	151000
	5	13040	17360	26080	34720	52160	69450	86800	130400	173600	260800
	5	360	480	720	960	1440	1920	2400	3600	4800	7200
	4	720	960	1440	1920	2880	3840	4800	7200	9600	14400
	3	1660	2220	3320	4440	6640	8880	11100	16600	22200	33200
Tokányba	2	5620	7500	11240	15000	22500	30000	37500	56200	75000	112400
	1	45000	60000	90000	120000	180000	240000	300000	450000	600000	900000

5.5.4. ábra: Az esztergálás első felfogásának betűvel jelölt forgácsolandó felületei



## 5.1 Oldalazás tisztára I. (Ø267 x 2mm „a” jelű felület) 5.5.4. ábra

5.5.4.1. Táblázat: 5.1-es Oldalazás tisztára I. eredményei

Paraméterek	Számított és alkalmazott értékek
$a$ [mm]	2
$f$ [ $\frac{mm}{ford}$ ]	0,25
$i$ [db]	1
$n_{gépi}$ [ $\frac{1}{min}$ ]	100
$v_{cm}$ [ $\frac{m}{min}$ ]	85,14

## 5.2 Oldalazás tisztára II. (Ø220 x 192 mm „b” jelű felület) 5.5.4. ábra

5.5.4.2. Táblázat: 5.2-es Oldalazás tisztára II. eredményei

Paraméterek	Számított és alkalmazott értékek
$a [mm]$	2
$f \left[ \frac{mm}{ford} \right]$	0,25
$i [db]$	1
$n_{gépi} \left[ \frac{1}{min} \right]$	100
$v_{cm} \left[ \frac{m}{min} \right]$	66,6

## 5.3 Palástnagyolás I. (Ø267 x 31 mm „c” jelű felület) 5.5.4. ábra

5.5.4.3. Táblázat: 5.3-as Palástnagyolás I. eredményei

Paraméterek	Számított és alkalmazott értékek
$a [mm]$	2
$f \left[ \frac{mm}{ford} \right]$	0,25
$i [db]$	1
$n_{gépi} \left[ \frac{1}{min} \right]$	100
$v_{cm} \left[ \frac{m}{min} \right]$	84,5

## 5.4 Palástnagyolás II. (Ø260,2 x 136 mm „d” jelű felület) 5.5.4. ábra

5.5.4.4. Táblázat: 5.4-es Palástnagyolás II. eredményei

Paraméterek	Számított és alkalmazott értékek
$a [mm]$	1,9
$f \left[ \frac{mm}{ford} \right]$	0,32
$i [db]$	1
$n_{gépi} \left[ \frac{1}{min} \right]$	100
$v_{cm} \left[ \frac{m}{min} \right]$	82,94

## 5.5 Belső palástnagyolás I. (Ø239,8 x 195 mm „e” jelű felület) 5.5.4. ábra

5.5.4.5. Táblázat: 5.5-ös Belső palástnagyolás I. eredményei

Paraméterek	Számított és alkalmazott értékek
$a$ [mm]	1,9
$f$ [ $\frac{mm}{ford}$ ]	0,32
$i$ [db]	1
$n_{gépi}$ [ $\frac{1}{min}$ ]	100
$v_{cm}$ [ $\frac{m}{min}$ ]	74,14

## 5.6 Lekerekítés I. (R2 „f” jelű felület) 5.5.4. ábra

5.5.4.6. Táblázat: 5.6-os Lekerekítés I. eredményei

Paraméterek	Számított és alkalmazott értékek
$a$ [mm]	2
$f$ [ $\frac{mm}{ford}$ ]	0,25
$i$ [db]	1
$n_{gépi}$ [ $\frac{1}{min}$ ]	100
$v_c$ [ $\frac{m}{min}$ ]	74,14

## 5.7 Lekerekítés II. (R10 „g” jelű felület) 5.5.4. ábra

5.5.4.7. Táblázat: 5.7-es Lekerekítés II. eredményei

Paraméterek	Számított és alkalmazott értékek
$a$ [mm]	2
$f$ [ $\frac{mm}{ford}$ ]	0,25
$i$ [db]	1
$n_{gépi}$ [ $\frac{1}{min}$ ]	100
$v_c$ [ $\frac{m}{min}$ ]	74,14

## 5.8 Életörés I. (2x45° „h” jelű felületek) 5.5.4. ábra

5.5.4.8. Táblázat: 5.8-as Életörés I. eredményei

Paraméterek	Számított és alkalmazott értékek
$a [mm]$	2
$f \left[ \frac{mm}{ford} \right]$	0,25
$i [db]$	1
$n_{gépi} \left[ \frac{1}{min} \right]$	100
$v_c \left[ \frac{m}{min} \right]$	74,14

## 5.9 Életörés II. (2x45° „i” jelű jelölés) 5.5.4. ábra

5.5.4.9. Táblázat: 5.9-as Életörés II. eredményei

Paraméterek	Számított és alkalmazott értékek
$a [mm]$	2
$f \left[ \frac{mm}{ford} \right]$	0,25
$i [db]$	1
$n_{gépi} \left[ \frac{1}{min} \right]$	100
$v_c \left[ \frac{m}{min} \right]$	74,14

## 5.10 Beszúrás I. (2x R2,5 „j” jelű felület) 5.5.4. ábra

5.5.4.10. Táblázat: 5.10-as Beszúrás I. eredményei

Paraméterek	Számított és alkalmazott értékek
$a [mm]$	2,5
$f \left[ \frac{mm}{ford} \right]$	0,25
$i [db]$	1
$n_{gépi} \left[ \frac{1}{min} \right]$	100
$v_c \left[ \frac{m}{min} \right]$	15,15

## 5.11 Beszúrás II. (R1x 4 mm „k” jelű felület) 5.5.4. ábra

5.5.4.11. Táblázat: 5.11-es Beszúrás II. eredményei

Paraméterek	Számított és alkalmazott értékek
$a$ [mm]	2
$f$ [ $\frac{mm}{ford}$ ]	0,25
$i$ [db]	1
$n_{gépi}$ [ $\frac{1}{min}$ ]	100
$v_c$ [ $\frac{m}{min}$ ]	74,14

## 5.12 Palástsímítás készre (Ø260 x 136 mm „d” jelű felület) 5.5.4. ábra

5.5.4.12. Táblázat: 5.12-es Palástsímítás készre eredményei

Paraméterek	Számított és alkalmazott értékek
$a$ [mm]	0,1
$f$ [ $\frac{mm}{ford}$ ]	0,25
$i$ [db]	1
$n_{gépi}$ [ $\frac{1}{min}$ ]	100
$v_{cm}$ [ $\frac{m}{min}$ ]	81,74

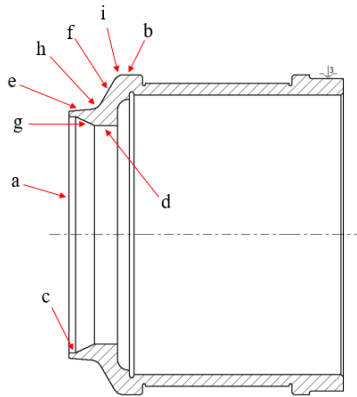
## 5.13 Belső palástsímítás készre (Ø240 x 195 mm „e” jelű felület) 5.5.4. ábra

5.5.4.13. Táblázat: 5.13-as Belső palástsímítás készre eredményei

Paraméterek	Számított és alkalmazott értékek
$a$ [mm]	0,1
$f$ [ $\frac{mm}{ford}$ ]	0,25
$i$ [db]	1
$n_{gépi}$ [ $\frac{1}{min}$ ]	100
$v_{cm}$ [ $\frac{m}{min}$ ]	75,3

## 6.Művelet: Esztergálás II.

5.5.5. ábra: Az esztergálás második felfogásának betűvel jelölt forgácsolandó felületei



### 6.1 Oldalazás tisztára I. (Ø212 x 252 mm „a” jelű felület) 5.5.5. ábra

5.5.5.1. Táblázat: 6.1-es Oldalazás tisztára I. eredményei

Paraméterek	Számított és alkalmazott értékek
$a [mm]$	2
$f [\frac{mm}{ford}]$	0,4
$i [db]$	1
$n_{gépi} [\frac{1}{min}]$	100
$v_{cm} [\frac{m}{min}]$	66,6

### 6.2 Palástnagylás I. (Ø280,2 x 23 mm „b” jelű felület) 5.5.5. ábra

5.5.5.2. Táblázat: 6.2-es Palástnagylás I. eredményei

Paraméterek	Számított és alkalmazott értékek
$a [mm]$	1,9
$f [\frac{mm}{ford}]$	0,32
$i [db]$	1
$n_{gépi} [\frac{1}{min}]$	100
$v_{cm} [\frac{m}{min}]$	89,22



### 6.3 Belső palástnagyolás I. (Ø199,8 x 6 mm „c” jelű felület) 5.5.5. ábra

5.5.5.3. Táblázat: 6.3-es Belső palástnagyolás I. eredményei

Paraméterek	Számított és alkalmazott értékek
$a$ [mm]	1,9
$f$ [ $\frac{mm}{ford}$ ]	0,32
$i$ [db]	1
$n_{gépi}$ [ $\frac{1}{min}$ ]	100
$v_{cm}$ [ $\frac{m}{min}$ ]	61,58

### 6.4 Belső palástnagyolás II. (Ø184,8 x 24 mm „d” jelű felület) 5.5.5. ábra

5.5.5.4. Táblázat: 6.4-es Belső palástnagyolás II. eredményei

Paraméterek	Számított és alkalmazott értékek
$a$ [mm]	1,9
$f$ [ $\frac{mm}{ford}$ ]	0,32
$i$ [db]	1
$n_{gépi}$ [ $\frac{1}{min}$ ]	100
$v_{cm}$ [ $\frac{m}{min}$ ]	56,86

### 6.5 Kúpsztergálás I. (5° „e” jelű felület) 5.5.5. ábra

5.5.5.5. Táblázat: 6.5-ös Kúpsztergálás I. eredményei

Paraméterek	Számított és alkalmazott értékek
$a$ [mm]	1,9
$f$ [ $\frac{mm}{ford}$ ]	0,32
$i$ [db]	1
$n_{gépi}$ [ $\frac{1}{min}$ ]	100
$v_{cm}$ [ $\frac{m}{min}$ ]	67,86

## 6.6 Kúpesztergálás II. (30° „f” Jelű felület) 5.5.5. ábra

5.5.5.6. Táblázat: 6.6-os Kúpesztergálás II. eredményei

Paraméterek	Számított és alkalmazott értékek
$a [mm]$	1,9
$f \left[ \frac{mm}{ford} \right]$	0,32
$i [db]$	1
$n_{gépi} \left[ \frac{1}{min} \right]$	100
$v_{cm} \left[ \frac{m}{min} \right]$	89,22

## 6.7 Kúpesztergálás III. (25° „g” jelű felület) 5.5.5. ábra

5.5.5.7. Táblázat: 6.7-es Kúpesztergálás III. eredményei

Paraméterek	Számított és alkalmazott értékek
$a [mm]$	1,9
$f \left[ \frac{mm}{ford} \right]$	0,32
$i [db]$	1
$n_{gépi} \left[ \frac{1}{min} \right]$	100
$v_{cm} \left[ \frac{m}{min} \right]$	56,86

## 6.8 Lekerekítés I. (R10 „h” jelű felület) 5.5.5. ábra

5.5.5.8. Táblázat: 6.8-as Lekerekítés I. eredményei

Paraméterek	Számított és alkalmazott értékek
$a [mm]$	10
$f \left[ \frac{mm}{ford} \right]$	0,25
$i [db]$	1
$n_{gépi} \left[ \frac{1}{min} \right]$	100
$v_c \left[ \frac{m}{min} \right]$	74,14

## 6.9 Lekerekítés II. (R10 „i” jelű felület) 5.5.5. ábra

5.5.5.9. Táblázat: 6.9-as Lekerekítés II. eredményei

Paraméterek	Számított és alkalmazott értékek
$a [mm]$	10
$f \left[ \frac{mm}{ford} \right]$	0,25
$i [db]$	1
$n_{gépi} \left[ \frac{1}{min} \right]$	100
$v_c \left[ \frac{m}{min} \right]$	74,14

## 6.10 Palást simítás készre I. (Ø280 x 23 mm „b” jelű felület) 5.5.5. ábra

5.5.5.10. Táblázat: 6.10-es Palást simítás készre I. eredményei

Paraméterek	Számított és alkalmazott értékek
$a [mm]$	0,1
$f \left[ \frac{mm}{ford} \right]$	0,25
$i [db]$	1
$n_{gépi} \left[ \frac{1}{min} \right]$	100
$v_{cm} \left[ \frac{m}{min} \right]$	88,03

## 6.11 Belső palástsímítás készre I. (Ø200 x 6 mm „c” jelű felület) 5.5.5. ábra

5.5.5.11. Táblázat: 6.11-es Belső palástsímítás készre I. eredményei

Paraméterek	Számított és alkalmazott értékek
$a [mm]$	0,1
$f \left[ \frac{mm}{ford} \right]$	0,4
$i [db]$	1
$n_{gépi} \left[ \frac{1}{min} \right]$	100
$v_{cm} \left[ \frac{m}{min} \right]$	62,77

## 6.12 Belső palástsímitás készre II. (Ø185 x 24 mm „d” jelű felület) 5.5.5. ábra

5.5.5.12. Táblázat: 6.12-es Belső palástsímitás készre II. eredményei

Paraméterek	Számított és alkalmazott értékek
$a [mm]$	0,1
$f \left[ \frac{mm}{ford} \right]$	0,25
$i [db]$	1
$n_{gépi} \left[ \frac{1}{min} \right]$	100
$v_{cm} \left[ \frac{m}{min} \right]$	58,06

## 6.13 Kúpsztergálás készre I. (5° „e” jelű felület) 5.5.5. ábra

5.5.5.13. Táblázat: 6.13-es Kúpsztergálás készre I. eredményei

Paraméterek	Számított és alkalmazott értékek
$a [mm]$	0,1
$f \left[ \frac{mm}{ford} \right]$	0,25
$i [db]$	1
$n_{gépi} \left[ \frac{1}{min} \right]$	100
$v_{cm} \left[ \frac{m}{min} \right]$	66,67

## 6.14 Kúpsztergálás készre II. (30° „f” jelű felület) 5.5.5. ábra

5.5.5.14. Táblázat: 6.14-es Kúpsztergálás készre II. eredményei

Paraméterek	Számított és alkalmazott értékek
$a [mm]$	0,1
$f \left[ \frac{mm}{ford} \right]$	0,25
$i [db]$	1
$n_{gépi} \left[ \frac{1}{min} \right]$	100
$v_{cm} \left[ \frac{m}{min} \right]$	88,03

## 6.15 Kúpsztergálás készre III. (25° „g” jelű felület) 5.5.5. ábra

5.5.5.15. Táblázat: 6.15-es Kúpsztergálás készre III. eredményei

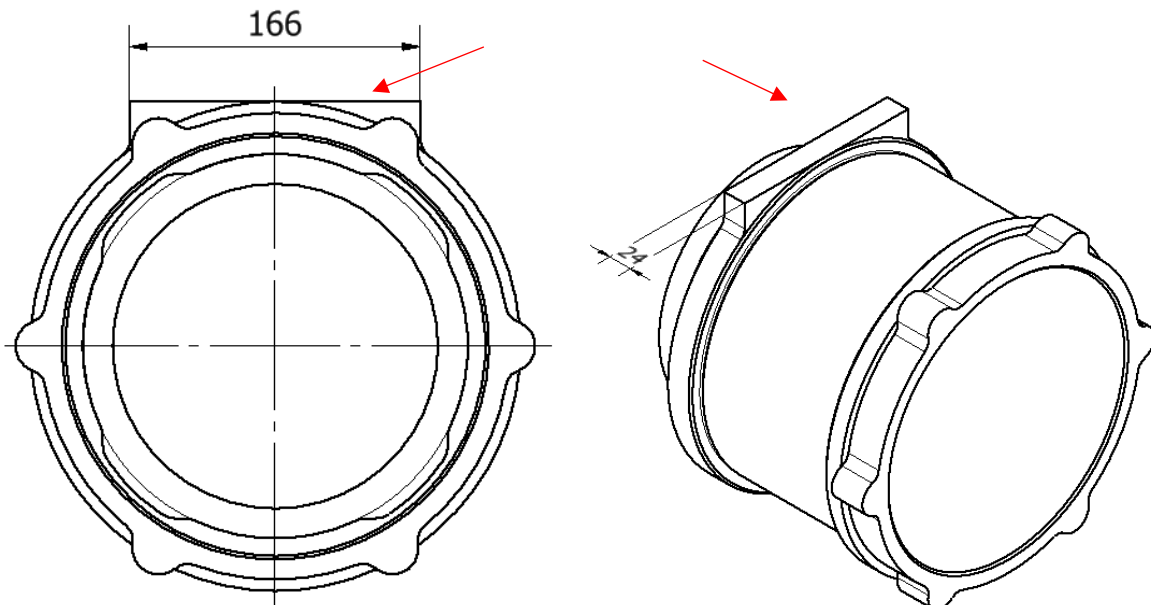
Paraméterek	Számított és alkalmazott értékek
$a$ [mm]	0,1
$f$ [ $\frac{mm}{ford}$ ]	0,25
$i$ [db]	1
$n_{gépi}$ [ $\frac{1}{min}$ ]	100
$v_{cm}$ [ $\frac{m}{min}$ ]	58,06

## 7. Művelet: MEO

7.1 Ellenőrzöm a munkadarab méreteit, ehhez tolómérőt, illetve a belső furatokhoz hárompofás belső mikrométert alkalmazok.

## 8. Művelet: Marás

5.5.6. ábra: Marással megmunkálendő felület



## 8.1 Homlokmarás (24 x 166 mm) 5.5.6. ábra

5.5.6.1. Táblázat: 8.1-es Homlokmarás eredményei

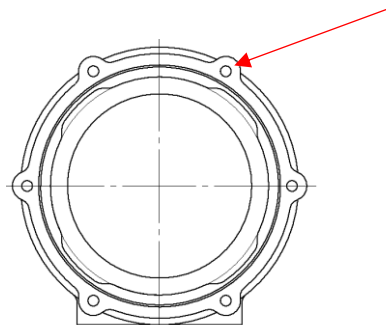
Paraméterek	Számított és alkalmazott értékek
$a$ [mm]	2
$f_z$ [ $\frac{mm}{ford}$ ]	0,3
$i$ [db]	1
$n_{gépi}$	1700
$v_f$ [ $\frac{m}{min}$ ]	2,04

## 9. Művelet: MEO

9.1 Ellenőrzöm, hogy a marási művelet során a megfelelő méretek kialakulásra kerültek.

## 10. Művelet: Fúrás

5.5.7. ábra: A 6 db elkészítendő furat



### 10.1 Előfúrás (6x Ø6 x 30 mm) 5.5.7. ábra

5.5.7.1. Táblázat: 10.1-es Előfúrás eredményei

Paraméterek	Számított és alkalmazott értékek
$a$ [mm]	3
$f$ [ $\frac{mm}{ford}$ ]	0,34
$i$ [db]	1
$n_{gépi}$	850
$v_{cm}$ [ $\frac{m}{min}$ ]	16,02

## 10.2 Magfurat (6x Ø14 x 30 mm) 5.5.7. ábra

5.5.7.2. Táblázat: 10.2-es Magfurat eredményei

Paraméterek	Számított és alkalmazott értékek
$a [mm]$	7
$f \left[ \frac{mm}{ford} \right]$	0,34
$i [db]$	1
$n_{gépi}$	200
$v_{cm} \left[ \frac{m}{min} \right]$	8,79

## 11. Művelet: Menetfúrás

### 11.1 Menetfúrás I. (6xM16) 5.5.7. ábra

5.5.7.3. Táblázat: 11.1-es Menetfúrás I. eredményei

Paraméterek	Számított és alkalmazott értékek
$a [mm]$	7
$f \left[ \frac{mm}{ford} \right]$	0,34
$i [db]$	1
$n_{gépi}$	200
$v_{cm} \left[ \frac{m}{min} \right]$	8,79

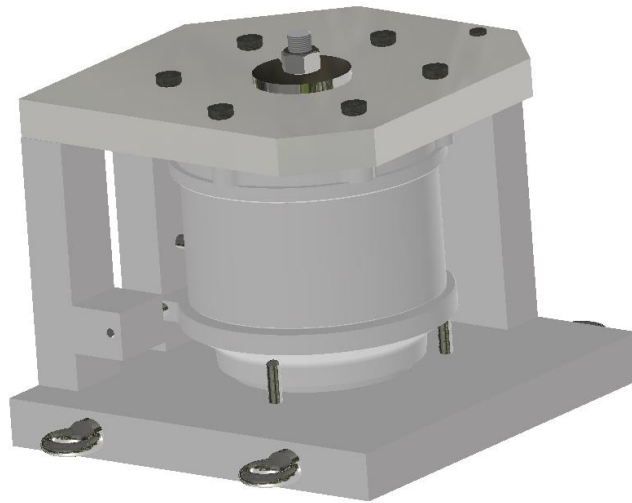
## 12. Művelet: Végellenőrzés

**12.1** A végellenőrzés célja, hogy meggyőződjünk arról, hogy a kész munkadarab minden előírt követelménynek megfelel, mielőtt az elhagyja a gyártást.

## 5.6. Készüléktervezés

Az általam készített Fúrókészülékre a munkadarabon lévő furatok pontos és gyors kialakítása miatt van szükség, így a készülék segítségével csökkenthető a selejt munkadarabok gyártása, illetve elősegíti a gyorsabb gyártást. A fúrókészülék 3D modellje az 5.6.1-es ábrán látható. Ebben a fejezetben bemutatom a fúrókészülék tervezésének lépéseit. Minden szövegrésznél a bemutatott munkadarabot nyíllal jelölöm. Az ábrákon bemutatott alkatrészek műhelyrajzait az 1. sz. melléklet tartalmazza.

5.6.1. ábra A Fúrókészülék 3D modellje



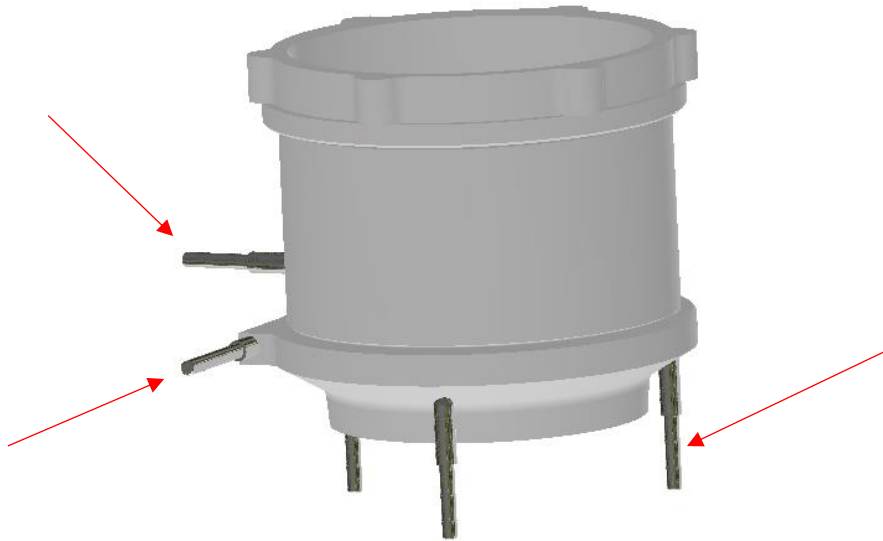
Első lépésként felmértem a munkadarab azon felületeit, amelyek alkalmasak a munkadarab bázisfelületeinek.

A munkadarab támasztásához helyzetmeghatározó ülékeket alkalmaztam, ezek a munkadarab bázisfelületén helyezkednek el, támasztják és pozícionálják a munkadarabot így megakadályozva azt az elmozdulásban. Ezen támaszok pozícióját az 5.6.2. ábrán láthatják.

Először a felfekvést majd az oldalpozícionálást határoztam meg, amelyekhez „C” domború csapos üléket ( $\varnothing 14$ ) alkalmaztam a hengeres/ferde felületek miatt. A felfekvéshez három darab üléket alkalmaztam, ugyanis, ha forgács vagy más idegen anyag jutna az ülék és a munkadarab közé az befolyásolná a fúrás pontosságát. A kereskedelemben kapható ülék méreteit a (DIN 3621) szabvány tartalmazza. A fúrókészülék szerkezetét tekintve C45E edzett és köszörült szerszámacélt választottam.

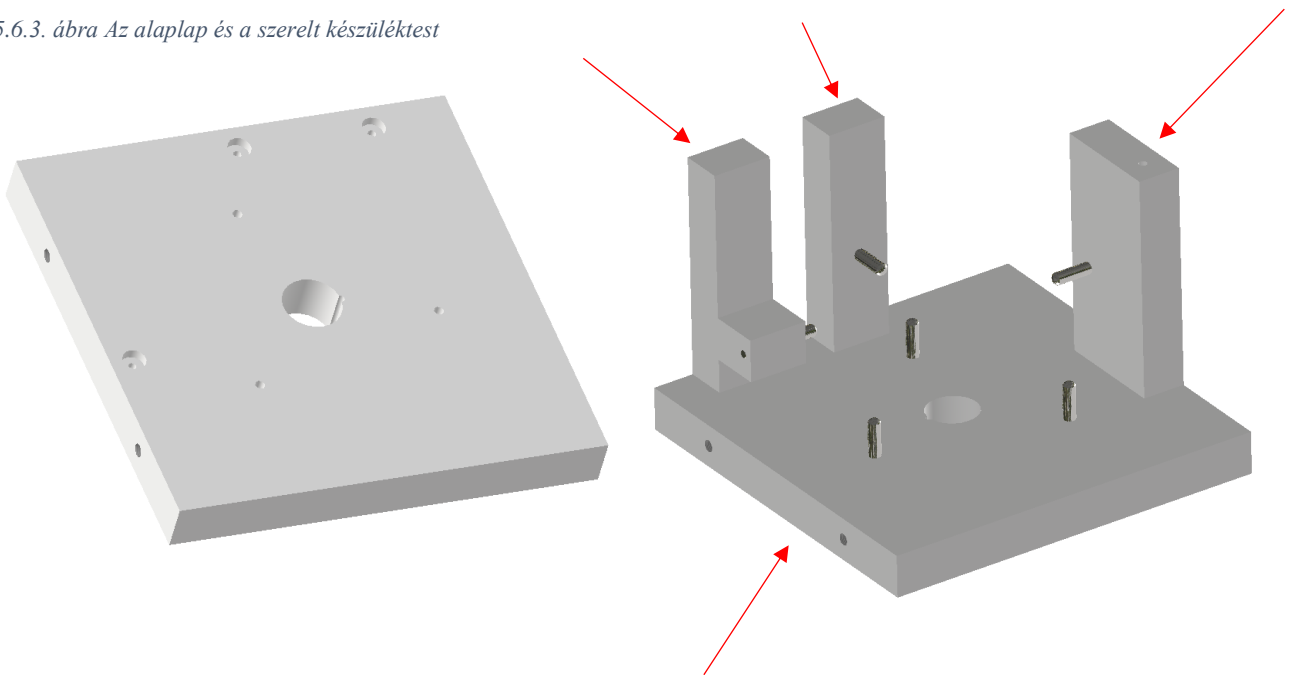


5.6.2. ábra Ülélék helyzete a munkadarabon



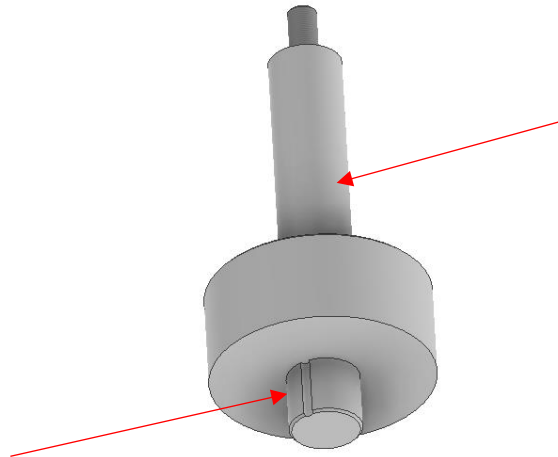
A készüléktest kialakítása az ülékek berajzolását követően nyerte el végleges formáját, és magában foglalja a készülék valamennyi szerkezeti elemét 5.6.3. ábra. A tervezés során különös figyelmet fordítottam arra, hogy a forgács és a hűtőfolyadék megfelelő elvezetése biztosított legyen. A test megtervezésénél a merevség és a gyárthatóság szempontjai elsődlegesek voltak, ezért szerelt kivitelű készüléktest mellett döntöttem. Anyagául S355 minőségű szerkezeti acélt választottam. Az oldal- és hátlap az alaplaphoz csavarbiztosítással került rögzítésre. A kötéseknel szabványos, kereskedelmi forgalomban elérhető M10-es, belső kulcsnyílású, hengeres fejű, A2 minőségű rozsdamentes acél csavarokat (MSZ EN ISO 4014) alkalmaztam.

5.6.3. ábra Az alaplapp és a szerelt készüléktest



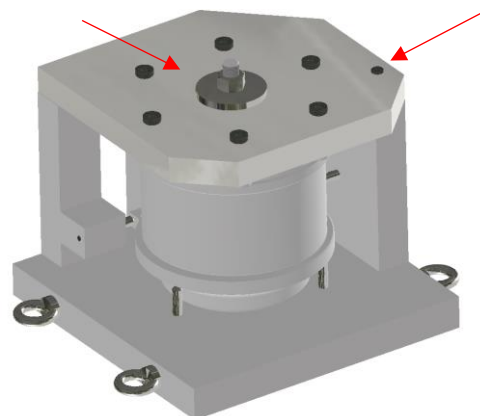
Az alaplap középső furatában egy hengeres vezetőoszlop kapott helyet, amelyet a kereskedelemben kapható szabványos hengeres illesztőszeggel (DIN 6325) biztosítottam 5.6.4. ábra, ezzel meggátolva azt az elfordulás ellen, anyaga egy 60 HRC keménységű edzett acél. A munkadarab erre a vezetőoszlopra illeszttem, méretét a munkadarab belső felületéhez viszonyítva alakítottam ki. Feladata a munkadarab tájolása, anyaga S355 szerkezeti acél.

5.6.4. ábra Vezetőoszlop és biztosítása



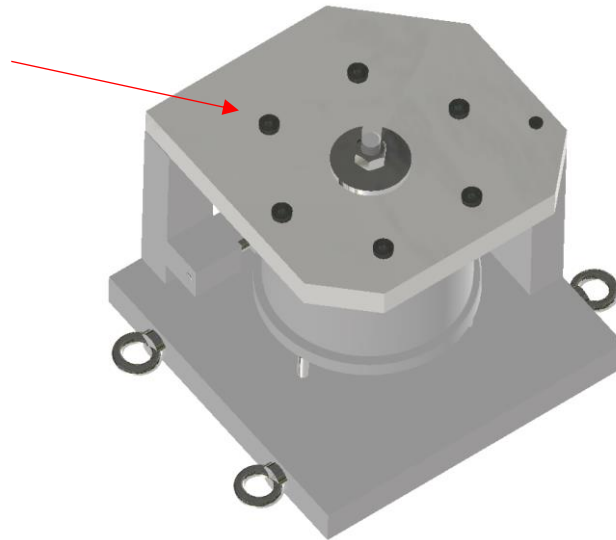
A fűrőlap kialakításánál figyelembe kellett vennem a megfelelő pozicionálást, amit az oldal és hátlap, valamint a vezetőoszlop határozott meg, így a furatok a megfelelő helyzetbe kerülnek. A furatok kialakításánál a szabványos furatperselyek méreteit használtam, amelyeket szabvány ír elő (DIN 173, DIN 179). A munkadarab leszorításához egy „C” alátétet alkalmaztam, amelyet csavaranyával biztosítottam. A fűrőlap elfordulása ellen egy S235 anyagminőségű fejes csapot használtam (ISO 2341 A), amivel a fűrőlapot a hátfalhoz rögzítettem 5.6.5. ábra. A fűrőlap anyaga S235.

5.6.5. ábra A fűrőlap elhelyezése és biztosítása



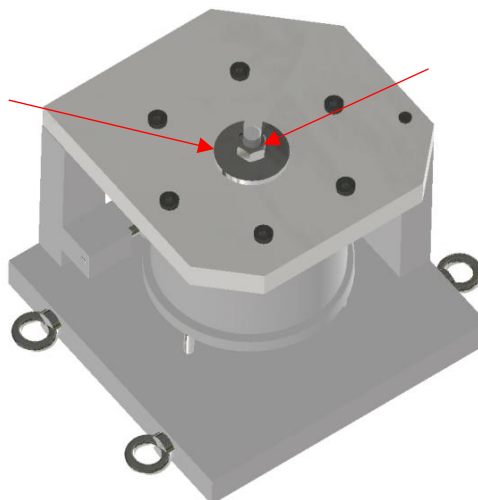
Fúróperselyeket alkalmaztam, hogy a fúró szerszámot pontosan vezessék és rögzítsék a megmunkálás során, ezzel biztosítva a furatok helyzetének és irányának pontosságát. Anyaguk C45E minőségű, 65 HRC keménységű betétben edzett acél. A Fúróperselyek alakját és méretét szabványok írják elő, fix hengeres persely (DIN 179) és cserélhető peremes (DIN 172 A alak), amelyeket a furatok méretei alapján választottam.

5.6.6. ábra Fúróperselyek elhelyezése



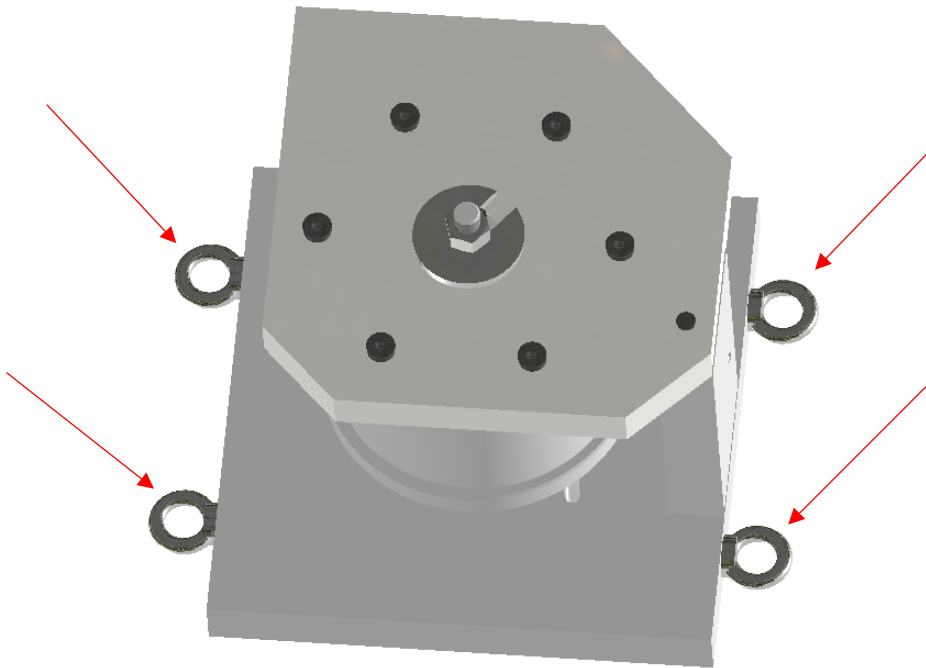
A munkadarab leszorításához egy „C” alátétet alkalmaztam (DIN 6372), amelyet csavaranyával biztosítottam. Anyagminősége C45 nemesített acél, méretét a vezetőoszlop menetes részének megfelelően választottam ki (M24). A biztosításhoz hatlapfejű csavaranyát választottam (DIN EN ISO 4032), méretei (M24), csúcstávja 21,5 mm. A csavarbiztosítás kilazítása után a „C” alátét kihúzható, így a fúrólap és a munkadarab kiemelhető a fúrókészületről.

5.6.7. ábra Fúrólap leszorítása



A készülék méreteiből és súlyából adódóan a mozgathatóságát meg kellett oldani, erre a problémára a készülék két oldalára négy darab szabványos méretű (M16) szemescsavart használtam (DIN 580), így daru segítségével könnyedén mozgathatóvá válik a készülék 5.6.8. ábra.

5.6.7. ábra Szemescsavarok elhelyezkedése a készüléken



A munkadarab gyors cserélhetősége érdekében „C” alátétet alkalmaztam, ami a szorító anya lazítása után könnyen eltávolítható, ezután a fűrőlap elfordulását biztosító fejes csap (ISO 2341 A) eltávolítását követően leemelhető a fűrőlap majd könnyen kiemelhetővé válik a munkadarab. A fejes csap alkalmazása is a munkadarab cserélhetőségét gyorsítja.

## 6. Összefoglalás

A szakdolgozatom célja egy kompresszorház furatmegmunkálásához tervezett fúrókészülék tervezése, amely biztosítja a gyártási pontosságot és ismételhetőséget, ugyanis a gyártás során előfordult, hogy ezek a furatok nem a megfelelő helyre kerültek, ezáltal selejt termékek keletkeztek. A szakdolgozat a Magyar Agrár-és Élettudományi Egyetem Műszaki Intézetében, valamint a Go-Metall Kft.-nél szerzett gyakorlati tapasztalatok felhasználásával készült. A tervezés során a kompresszorház hat darab H7-es tűrésű menetes furatának megmunkálására szolgáló készülék kialakítása, valamint annak technológiai értékelése állt a középpontban.

A dolgozatom elején bemutatásra kerül a kompresszorház felépítése és funkciója, majd áttekintettem a hazai és nemzeti szakirodalmakat. Az szakirodalomfeldolgozásom így részletesen tárgyalja az előgyártmány jellemzőit és az alkalmazott megmunkálási folyamatokat. Az esztergálási, marási, fúrási és menetfúrási műveletekhez szükséges paramétereket, szerszámokat és mérőeszközöket szabványok alapján határoztam meg. A szakirodalom áttekintése nélkülözhetetlen volt a feladat megfelelő teljesítéséhez.

Az Autodesk Inventor 2024 szoftverrel elkészített 3D modellek és műszaki rajzok segítettek a geometriai ellenőrzéseket és a gyárthatósági elemzést. A munkadarab és a készülék minden szükséges műszaki rajzát elkészítettem. Ezek a dolgozat mellékleteiben található meg, ezek bemutatják a tervezett elemek méreteit, kialakítását és illesztéseit.

A gyártás első lépéseként megválasztottam a megfelelő eljárást az előgyártmány elkészítéséhez, amely a homokformázással történő öntés lett, majd az utólagos forgácsolási paramétereket kiszámoltam minden megmunkálásra. A teljes művelet négy részből állt, esztergálás, marás, fúrás, menetfúrás. A gyártástechnológiai paraméterekből így elkészítettem a műveleti utasítási lapokat, amelyek tartalmazzák a megmunkálási folyamatokat, az alkalmazott szerszámokat és a számított paramétereket, ezen utasítási lapok megtalálhatóak a mellékletekben, így elvégezhetők a műveletek.

A sorozatgyártáshoz szükséges feltétel volt egy fúrókészülék tervezése, amivel csökkenthetővé válik a gyártás időtartama és pontosabb megmunkálást eredményez. A fúrókészülék tervezése során fontos szempont volt a munkadarab pontos helyzetmeghatározása és a gyors rögzíthetőség, ugyanis a furatok pontos megismételhetősége volt a cél és a lehető legjobban csökkenteni a munkadarab cseréjének az időtartamát. A fúrókészülékem saját tervezésű alkatrészekből és a piacon kapható szabványos alkatrészeket is tartalmaz. A készülék kialakítását a szakdolgozatomban részletesen leírtam.

konklúzióként megállapíthatom, hogy egy egyedi munkadarab gyártásra készült készülék hatékonyan elősegíti a gyártás folyamatát sorozatgyártás esetén, kiküszöböl hibákat és elősegíti a pontosságot, következtetésképpen megéri a fejlesztést.

## 7. Summary

The aim of my thesis was to design a drilling fixture for the machining of a compressor housing, ensuring manufacturing accuracy and repeatability. During production, it occasionally occurred that the holes were not positioned correctly, resulting in defective products. The thesis was prepared using the practical experience gained at the Institute of Technology of the Hungarian University of Agriculture and Life Sciences (Magyar Agrár-és Élettudományi Egyetem Műszaki Intézet) and at Go-Metall Kft. The focus of the design process was the development of a fixture for machining six H7-tolerance threaded holes of the compressor housing and the technological evaluation of the process.

At the beginning of my work, I introduced the structure and function of the compressor housing, followed by a review of both Hungarian and international technical literature. My literature review therefore deals in detail with the characteristics of the preform and the machining processes applied. The parameters, tools, and measuring instruments required for turning, milling, drilling, and thread cutting operations were determined according to standards. Reviewing the literature was essential for the successful completion of the task.

The 3D models and technical drawings created with Autodesk Inventor 2024 supported the geometric checks and manufacturability analysis. I have prepared all the necessary technical drawings of the workpiece and the fixture. These can be found in the appendices of the thesis, where they present the dimensions, design, and fits of the designed components.

As the first step of production, I selected the appropriate method for creating the preform, which was sand casting. Then, I calculated the machining parameters for each operation. The complete process consisted of four main operations: turning, milling, drilling, and thread cutting. Based on the technological parameters, I prepared operation sheets containing the machining processes, applied tools, these instruction sheets can be found in the appendices, making it possible to carry out the operations.

For serial production, it was necessary to design a drilling fixture that reduces production time and increases machining accuracy. During the design, key aspects included accurate positioning of the workpiece and quick clamping, as the goal was to achieve precise repeatability of the holes while minimizing the time required for changing workpieces. My drilling fixture consists of both custom-designed components and standard market-available elements. The detailed design of the fixture is described thoroughly in my thesis.

In conclusion, I can state that a fixture designed for the production of a unique workpiece can effectively facilitate the manufacturing process in serial production, eliminate errors, and improve accuracy. Therefore, such a development is worth implementing.



## Irodalomjegyzék

- [1] Bakondi, K., & Kardos, Á. (1972). A gépgyártás technológiája I.-Forgácsolás. Budapest: Tankönyvkiadó.
- [2] Dobrzanski.: (1977). Munkadarab befogó készülékek a gépgyártásban. Budapest: Műszaki Könyvkiadó.
- [3] Dudás, L., & Valázsik, Á. (1993). Forgácsolási technológia I. Budapest: Műszaki Kiadó.
- [4] Dudás I.; (2001). Gépgyártástechnológia II. Miskolci Egyetemi Kiadó; Miskolc.
- [5] Dudás I.; (2003). Gépgyártástechnológia III. Miskolci Egyetemi Kiadó; Miskolc.
- [6] Dudás I.; (2011). Gépgyártástechnológia I., Műszaki Könyvkiadó Kft.; Budapest.
- [7] Fenyvessy, T., Fuch, R., & Plósz, A. (2008). Műszaki táblázatok. Budapest: Nemzeti Szakképzési és Felnőttképzési Intézet.
- [8] Firstner Stevan, D. (2008). Gyártástechnológia. Dunaújváros: Egyetemi Kiadó.
- [9] Fledrich, G., Kakuk, G., Zsidai, L., & Kári-Horváth, A. (2016). Gépgyártástechnológia. Gödöllő: Szent István Egyetem Gépészmérnöki Kar.
- [10] Fledrich, G., Kári-Horváth, A., Pataki, T., & Zsidai, L. (2017). Mechanikai technológiák. Gödöllő: Szent István Egyetem Gépészmérnöki Kar.
- [11] Jánossy, G., Kári-Horváth, A., Keresztes, R., Zsidai, L., & .: (2008). Szereléstechnológiák. Budapest: NSZFI.
- [12] Kalászi, I. (1962). Hűtő-kenő folyadékok alkalmazása a forgácsolásnál különös tekintettel az újabb hazai és külföldi tapasztalatokra. Budapest: Mérnöki Továbbképző Intézet.
- [13] Kakuk, G., Kári-Horváth, A., Szakál, Z., & Zsidai, L. (2008). Forgácsoló eljárások tervezése. Budapest: NSZFI.
- [14] Kakuk, G., Kári-Horváth, A., Szakál, Z., & Zsidai, L. (2008). Gyártástervezés. Budapest: NSZFI.
- [15] Kári-Horváth, A. (2009). A forgácsolásnál alkalmazott minimálkenés (MMS) hatásmechanizmusa és hatékonyságának növelése. Gödöllő.

- [16] Kári-Horváth, A., & Pataki, T. (2020). Analysis of temperature in different cooling methods. IOP CONFERENCE SERIES: MATERIALS SCIENCE AND ENGINEERING 749 Paper: 012017, 8 p.
- [17] Kári-Horváth, A., & Valesek, I. (2011). Minimálkenés jelentősége a forgácsolásban. TECHMONITOR 1 : 2 pp. 22-24.
- [18] Kári-Horváth, A., & Valesek, I. (2010). Demand of energy of chip removal. MATERIALS SCIENCE FORUM 659 pp. 489-497.
- [19] Kári-Horváth, A., Pellényi, L., Szabó, L., & Zsidai, L. (2006). Gépgyártástechnológia példatár és segédlet. Gödöllő: Szent István Egyetem Gépészmérnöki Kar.
- [20] Knoll, I. (1981). Furatmegmunkálás. Budapest: Műszaki Könyvkiadó.
- [21] Kodácsy János, Pintér József; (2011). Forgácsolás és szerszámjai HU. [Online] <https://regi.tankonyvtar.hu/...>
- [22] Kun, K., Liska, J., Nagy, J., & . (2019). Készüléktervezés. Kecskemét: Neumann János Egyetem.
- [23] Márton Tibor, D. (1992). Technológia és készülékek. Budapest: Műszaki Könyvkiadó.
- [24] Mikó Balázs, D. (2015). Forgácsolástechnológia alapjai, Bázisok és készülékek. Óbudai Egyetem: Egyetemi Jegyzet.
- [25] Molnár, J., & Szabó, S. (1995). Készüléktervezés. Miskolc: ME Kiadó.
- [26] Németh, Á. ( dátum nélk.). Öntészet.
- [27] Pintér, J. (2003). Forgácsoló megmunkálás és új technológiák. Győr: Széchenyi István Egyetem, Anyagismereti és Járműgyártási Tanszék.
- [28] Rábel, G. (1968). Készüléktervezés. Budapest: Műszaki Könyvkiadó.
- [29] Szalayné, K. E. ( dátum nélk.). Fúrás. Budapest: NSZFI.
- [30] Szabó, A., & Kozma, I. (2011). Gyártóeszközök tervezése és gyártása. Széchenyi István Egyetem.
- [31] Szám, J. ( dátum nélk.). Oszlopos fúró, sugárfúró. Budapest: NFSZI.
- [32] Stampfer, M. (2008). Készülékek, gyártási folyamatok tervezése. Pécs: Pollack Kiadó.
- [34] Stampfer, M. (2012). Forgácsolás. Pécs: Pollack Kiadó.

- [35] Valesek, I., & Kári-Horváth, A. (2011). The action mechanism of minimum lubrication and the increase of its efficiency. *TRIBOLOGIE UND SCHMIERUNGSTECHNIK* 58 : 3 pp. 34–47.
- [36] Walter, B. (1972). *Esztergálás*. Budapest: Műszaki Könyvkiadó.
- [37] Zsidai, L., Kakuk, G., Kári-Horváth, A., Szakál, Z., & Pálincás, I. (2008). *Előgyártmány és képlékeny alakítási tervezési gyakorlat*. Budapest: NSZFI.

## Nyilatkozatok



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

### NYILATKOZAT

Alulírott Bögér Balint, a Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem, Gödöllői Szent István Campus, Gépészmérnök BSC 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 22 nap

Bögér Balint  
Hallgató

### NYILATKOZAT

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

A Záródolgozatos/Szakdolgozatos/Diplomadolgozatos záróvizsgán történő védésre javaslom / nem javaslom\*.

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

Kelt: 2025 év október hó 20 nap

Dr. Kaszlik A.  
Belső konzulens

\*Kérjük a megfelelőt aláhúzni!

## NYILATKOZAT

### a szakdolgozat nyilvános hozzáféréséről és eredetiségéről

A hallgató neve: Bógér Bálint  
A Hallgató Neptun kódja: AVR7D  
A dolgozat címe: Az MTZ 21810 kompresszorház rekonstrukciós tervezése  
A megjelenés éve: 2025  
A tanszék neve: Magyar Agrár-és élettudományi Egyetem Műszaki Intézet  
Gödöllő

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: 2026 év 10 hó 24 nap

*Bógér Bálint*  
Hallgató aláírása

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

### 1. Általános adatok

Hallgató neve:	Bögér Bálint
Neptun-kódja:	AVRD7D
Képzési szint (a megfelelőt jelölje X-szel):	<input checked="" type="checkbox"/> BSc/BA <input type="checkbox"/> MSc/MA <input type="checkbox"/> Doktori (PhD) <input type="checkbox"/> Egyéb: .....
Tantárgy neve/kódja*:	Szakdolgozat készítés 1.
A munka címe:	Az MTZ 21810 kompresszorház rekonstrukciós tervezése

\* doktori értekezés esetén nem kitöltendő

### 2. Nyilatkozat az MI használatáról

Alulírott, etikai felelősségem teljes tudatában az alábbi nyilatkozatot teszem:

(Kérjük, válasszon egyet az alábbi lehetőségek közül!)

A) Nem alkalmaztam mesterséges intelligencia rendszert vagy szolgáltatást.

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

B) Alkalmaztam mesterséges intelligencia rendszert vagy szolgáltatást.

(Kérjük, töltsse ki a vonatkozó táblázatokat!)

### 3. A mesterséges intelligencia használatának részletezése

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

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

A felhasználás célja	Alkalmazott MI-eszköz neve és verziója	Érintett rész (ha nem a szöveg egészére vonatkozik)
szakirodalom keresés, átfogalmazás, fordítás	Chatgpt	

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

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

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

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

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

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

Oktató vagy témavezető által előírt szabályok:

A MATE-K/13-12/2025 iktatószámú 11/2025 (VIII. 29.) számú rektori utasítás: a **MESTERSÉGES INTELLIGENCIA HASZNÁLATÁRÓL SZÓLÓ SZABÁLYZAT** hatályba lépése előtt 2025. szeptember 1. előtt az MI használata engedélyezett.

**4. Minden hallgatóra vonatkozó nyilatkozat:**

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

Kelt: Vánuos Mikola, 2025. 10 hó 24 nap

*Vánuos Mikola*

Hallgató aláírása

*Dr. Kálmán Miklós*

Konzulens/Témavezető aláírása



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

### 1. Általános adatok

Hallgató neve:	Bögér Bálint
Neptun-kódja:	AVRD7D
Képzési szint (a megfelelőt jelölje X-szel):	<input checked="" type="checkbox"/> BSc/BA <input type="checkbox"/> MSc/MA <input type="checkbox"/> Doktori (PhD) <input type="checkbox"/> Egyéb: .....
Tantárgy neve/kódja*:	Szakdolgozat készítés 2.
A munka címe:	Az MTZ 21810 kompresszorház rekonstrukciós tervezése

\* doktori értekezés esetén nem kitöltendő

### 2. Nyilatkozat az MI használatáról

Alulírott, etikai felelősségem teljes tudatában az alábbi nyilatkozatot teszem:

*(Kérjük, válasszon egyet az alábbi lehetőségek közül!)*

A) Nem alkalmaztam mesterséges intelligencia rendszert vagy szolgáltatást.

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

B) Alkalmaztam mesterséges intelligencia rendszert vagy szolgáltatást.

(Kérjük, töltsse ki a vonatkozó táblázatokat!)

### 3. A mesterséges intelligencia használatának részletezése

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

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

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



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

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

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

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

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

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

Oktató vagy témavezető által előírt szabályok:

A MATE-K/13-12/2025 iktatószámú 11/2025 (VIII. 29.) számú rektori utasítás: a **MESTERSÉGES INTELLIGENCIA HASZNÁLATÁRÓL SZÓLÓ SZABÁLYZAT** hatályba lépése előtt 2025. szeptember 1. előtt az MI használata engedélyezett.

**4. Minden hallgatóra vonatkozó nyilatkozat:**

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

Kelt: Vánuos Mikola, 2025. 10 hó 24 nap

Vánuos Mikola

Hallgató aláírása

Dr. Kóvári Miklós

Konzulens/Témavezető aláírása

## Mellékletek jegyzéke

- 1.melléklet: A munkadarab műhelyrajza
- 2.melléklet: Műveleti sorrend
- 3.melléklet: Technológiai számítások
- 4-24.melléklet: A technológiai számításoknál felhasznált táblázatok
- 25.melléklet: Műveleti utasítások
- 26.melléklet: A fűrőkészülék műhelyrajzai



MATE, Szent István Campus, MI Anyagtudományi és Gépipari Folyamatok Tanszék					Művelet és műveletelőzési sorrend					Induló típus:			
Rajzszám:										Munkadarab megnevezése: <b>Kompresszorház</b>			
v. k.h.	Anyag kódex				Anyagmegnevezés, méret, minőség					ME.	Bruttó 1000 db	Nettó 1000 db	
	GGG 40				Gömbgrafitos öntöttvas, Nyersméret: Ø271 x 254 mm								
Műv. sorr.	Lap sz.	Költs hely	Hom. ker	Mű v. sz.	Művelet megnevezése					Nor. f.	Norm. 1000 db		
											perc		Ft
1.	1			1	Öntés								
2.	1			1	MEO								
3.	1			1	Normalizálás								
4.	1			1	MEO								
5.	13			13	Esztergálás I.								
6.	18			15	Esztergálás II.								
7.	1			1	MEO								
8.	1			1	Marás								
Kiállította	Kelt	Ellenőrizt e		Kelt	Főtechnológus	Kelt	Anyagnormás	Kelt	Időelemző	Kelt			
Jel	Javitotta	Kelt	Ellenőrizte		Kelt	Jel	Javitotta	Kelt	Ellenőrizte	Kelt			

MATE, Szent István Campus, MI Anyagtudományi és Gépipari Folyamatok Tanszék					Művelet és műveletelőzési sorrend				Induló típus:  Öntött előgyártmány		
Rajzszám:					Munkadarab megnevezése: <b>Kompresszorház</b>						
v. k.h.	Anyag kódex				Anyagmegnevezés, méret, minőség			ME.	Bruttó	Nettó	
	GGG 40				Gömbgrafitos öntöttvas, Nyersméret: Ø269 x 252 mm						
Műv. sorr.	Lap sz.	Költs hely	Hom. ker	Mű v. sz.	Művelet megnevezése			Nor. f.	Norm. 1000 db		
									perc	Ft	
9.	1			1	MEO						
10.	3			3	Fúrás						
11.	1			1	Menetfúrás						
12.	1			1	Végellenőrzés						

### 3. sz. melléklet. -Technológiai számítások

#### 5.Művelet: Esztergálás I.

##### 5.1 Oldalazás tisztára I. (Ø267 x 2mm „a” jelű felület)

A fogásmélység: a= 2mm

A fogások száma: i= 1

Az előtolás értéke: A simítás elvégzéséhez, kis forgácsolóerő, kis előtolás és fogásmélység szükséges.

$$f = \sqrt{13 \cdot Ra \cdot r} = \sqrt{13 \cdot (3,2 \cdot 10^{-3}) \cdot 1} = 0,25 \frac{\text{mm}}{\text{ford}}$$

A felhasznált szerszám egy Homlokélű esztergákés P20 32x32 J II. MSZ 1903

forgácsoló sebesség meghatározása:

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

Az adatokat a gyártási eljárások tankönyv 43-49. táblázatokból  $K_K$  esetében 0,83, T esetén 150 vettem figyelembe

$$v_c = 100 \cdot 0,7 \cdot 1,04 \cdot 1 \cdot 0,95 \cdot 0,83 \cdot 1 = 57,4 \left[ \frac{m}{min} \right]$$

Fordulatszám meghatározása:

$$n = \frac{1000 \cdot v_c}{D \cdot \pi} = \frac{1000 \cdot 57,4}{271 \cdot \pi} = 67,4 \text{ min}^{-1} \rightarrow n_{gépi} = 100 \text{ min}^{-1}$$

megváltozott forgácsoló sebesség:

$$v_{cm} = \frac{D \cdot \pi \cdot n_{gépi}}{1000} = \frac{271 \cdot \pi \cdot 100}{1000} = 85,14 \frac{m}{min}$$

forgácsolási időtartam:

$$t_g = \frac{L}{v_f} \cdot i = \frac{l_1 + \left( \frac{D}{2} - \frac{d}{2} \right) + l_2}{f \cdot n} \cdot i = \frac{2 + \left( \frac{271}{2} - \frac{242}{2} \right) + 2}{0,25 \cdot 100} \cdot 1 = 0,74 \text{ min}$$

## 5.2 Oldalazás tisztára II. (Ø220 x 192 mm „b” jelű felület)

Fontos szem előtt tartani, hogy a saroknál jelen van egy R10-es lekerekítés ami miatt nem lehet a felületet teljesen a sarokig esztergálni, ezért a Ø 220-es átmérő helyett csak Ø212 méretig esztergáljuk, hogy az R 10-es rádiust ki tudjuk munkálni.

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

A fogások száma:  $i = 1 \text{ db}$

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

A felhasznált szerszám egy fenéklyuk esztergakés P20 32x32 J III. MSZ 1913 (Gyártástervezés könyv 119. táblázat)

forgácsoló sebesség meghatározása:

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

Az adatokat a gyártási eljárások tankönyv 43-49. táblázatokból  $K_K$  esetében 0,73, T esetén 150 vettem figyelembe

$$v_c = 100 \cdot 0,7 \cdot 1,04 \cdot 1 \cdot 0,95 \cdot 0,73 \cdot 1 = 50,48 \left[ \frac{m}{min} \right]$$

Fordulatszám meghatározása:

$$n = \frac{1000 \cdot v_c}{D \cdot \pi} = \frac{1000 \cdot 50,48}{212 \cdot \pi} = 75,8 min^{-1} \rightarrow n_{gépi} = 100 min^{-1}$$

megváltozott forgácsoló sebesség:

$$v_{cm} = \frac{212 \cdot \pi \cdot n_{gépi}}{1000} = \frac{212 \cdot \pi \cdot 100}{1000} = 66,6 \frac{m}{min}$$

forgácsolási időtartam:

$$t_g = \frac{L}{v_f} \cdot i = \frac{\left(\frac{D}{2} - \frac{d}{2}\right) + l_2}{f \cdot n_{gépi}} \cdot i = \frac{\left(\frac{212}{2} - \frac{154}{2}\right) + 2}{0,25 \cdot 100} \cdot 1 = 1,24 min$$

### 5.3 Palástnagolás I. (Ø267 x 31mm „c” jelű felület)

Fontos szem előtt tartani, hogy a saroknál jelen van egy R2-es lekerekítés ami miatt nem lehet a felületet teljesen a sarokig esztergálni, csak a „c” felülettől 2 mm távolságig.

A felhasznált szerszám egy oldalélű esztergakés P20 32x32 J III. MSZ 1904 (Gyártástervezés könyv 118. táblázat)

fogásmélység nagysága:

$$a = \frac{D - d}{2} = \frac{269 - 267}{2} = 2 \text{ mm}$$

Fajlagos forgácsolóerő:  $k_c = 1150 \frac{N}{\text{mm}^2}$  (Műszaki táblázatok könyv 12.12. táblázat)

$$F_c = k_c \cdot f \cdot a \rightarrow f = \frac{F_c}{a \cdot k_c} = \frac{6000}{2 \cdot 1150} = 2,6 \frac{\text{mm}}{\text{ford}}$$

Az ajánlott a/f viszony a munkadarab szakítószilárdsága és a szerszámanyag tekintetében 5:1, tehát a fogást nem szükséges megosztani. (Műszaki táblázatok könyv 12.22. táblázat)

fogások száma:  $i = 1$  db

Fogásmélység:  $a = 2$  mm

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

Az ideális előtolás alapján a megváltozott fajlagos forgácsolási ellenállás értéke:

$$k_{cm} = 1560 \frac{N}{\text{mm}^2}. \text{ (Műszaki táblázatok könyv 12.12. táblázat)}$$

A keletkező forgácsoló erő nagysága:

$$F_{cm} = k_{cm} \cdot f \cdot a = 1560 \cdot 0,25 \cdot 2 = 780 \text{ N}$$

Az alkalmazott forgácsoló sebesség meghatározása:

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

A  $K_K$  tényező választása esetén  $75^\circ$ -os szerszámelhelyezési szöget választottam,

$K_T$  tényező választásánál pedig  $T = 150$  min esetét

$$v_c = 100 \cdot 0,7 \cdot 1,04 \cdot 1 \cdot 0,95 \cdot 0,83 \cdot 1 = 57,4 \left[ \frac{\text{m}}{\text{min}} \right]$$

A fordulatszám meghatározása:

$$n = \frac{1000 \cdot v_c}{D \cdot \pi} = \frac{1000 \cdot 57,4}{269 \cdot \pi} = 67,92 \frac{1}{\text{min}} \rightarrow n_{g\acute{e}pi} = 100 \frac{1}{\text{min}}$$



A megváltozott forgácsolósebesség meghatározása:

$$v_{cm} = \frac{D \cdot \pi \cdot n_{g\acute{e}pi}}{1000} = \frac{269 \cdot \pi \cdot 100}{1000} = 84,5 \frac{m}{min}$$

A forgácsolás teljesítményszükséglete:

$$P_c = \frac{F_{cm} \cdot v_{cm}}{60 \cdot 10^3} = \frac{780 \cdot 84,5}{60 \cdot 10^3} = 1,09 \text{ kW}$$

A hajtáshoz szükséges teljesítmény meghatározása:

$$P_h = \frac{P_c}{\eta} = \frac{1,09}{0,8} = 1,36 \text{ kW}$$

Az EU 500 Egyetemes csúcseszterga 10 kW teljesítményre képes, ami ki tudja elégíteni ezt a teljesítményszükségletet.

Palástnagyalás időtartamának meghatározása:

$$t_g = \frac{L}{v_f} \cdot i = \frac{l_1 + L_m}{f \cdot n_{g\acute{e}pi}} \cdot i = \frac{2 + 31}{0,25 \cdot 100} \cdot 1 = 1,32 \text{ min}$$

#### 5.4 Palástnagyalás II (Ø260,2x 136 mm „d” jelű felület)

A felhasznált szerszám egy oldalélű esztergakés P20 32x32 J III. MSZ 1904 (Gyártástervezés könyv 118. táblázat)

fogásmélység nagysága:

$$a = \frac{D - d}{2} = \frac{264 - 260,2}{2} = 1,9 \text{ mm}$$

Fajlagos forgácsolóerő:  $k_c = 1150 \frac{N}{mm^2}$  (Műszaki táblázatok könyv 12.12. táblázat)

$$F_c = k_c \cdot f \cdot a \rightarrow f = \frac{F_c}{a \cdot k_c} = \frac{6000}{1,9 \cdot 1150} = 2,75 \frac{mm}{ford}$$

Az ajánlott a/f viszony a munkadarab szakítószilárdsága és a szerszámanyag tekintetében 5:1, tehát a fogást nem szükséges megosztani. (Műszaki táblázatok könyv 12.22. táblázat)

fogások száma:  $i = 1$  db

Fogásmélység:  $a = 1,9$  mm

Ideális előtolás:  $f = 0,32 \frac{mm}{ford}$

Az ideális előtolás alapján a megváltozott fajlagos forgácsolási ellenállás értéke:

$$k_{cm} = 1478 \frac{N}{mm^2}. \text{ (Műszaki táblázatok könyv 12.12. táblázat)}$$

A keletkező forgácsoló erő nagysága:

$$F_{cm} = k_{cm} \cdot f \cdot a = 1478 \cdot 0,32 \cdot 1,9 = 898 \text{ N}$$

Az alkalmazott forgácsoló sebesség meghatározása:

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

A  $K_K$  tényező választása esetén  $90^\circ$ -os szerszámelhelyezési szöget választottam,

$K_T$  tényező választásánál pedig  $T = 150 \text{ min}$  esetét (Gyártástervezés könyv 43-49. táblázat)

$$v_c = 100 \cdot 0,7 \cdot 1,04 \cdot 1 \cdot 0,95 \cdot 0,73 \cdot 1 = 50,48 \left[ \frac{m}{min} \right]$$

A fordulatszám meghatározása:

$$n = \frac{1000 \cdot v_c}{D \cdot \pi} = \frac{1000 \cdot 50,48}{264 \cdot \pi} = 60,86 \frac{1}{min} \rightarrow n_{g\acute{e}pi} = 100 \frac{1}{min}$$

A megváltozott forgácsolósebesség meghatározása:

$$v_{cm} = \frac{D \cdot \pi \cdot n_{g\acute{e}pi}}{1000} = \frac{264 \cdot \pi \cdot 100}{1000} = 82,94 \frac{m}{min}$$

A forgácsolás teljesítményszüksége:

$$P_c = \frac{F_{cm} \cdot v_{cm}}{60 \cdot 10^3} = \frac{898 \cdot 82,94}{60 \cdot 10^3} = 1,24 \text{ kW}$$

A hajtáshoz szükséges teljesítmény meghatározása:

$$P_h = \frac{P_c}{\eta} = \frac{1,24}{0,8} = 1,55 \text{ kW}$$

Az EU 500 Egyetemcs csúcseszterga 10 kW teljesítményre képes, ami ki tudja elégíteni ezt a teljesítményszükségletet.

Palástnagylás időtartamának meghatározása:

$$t_g = \frac{L}{v_f} \cdot i = \frac{L_m}{f \cdot n_{gépi}} \cdot i = \frac{136}{0,32 \cdot 100} \cdot 1 = 4,25 \text{ min}$$

### 5.5 Belső palástnagyolás I. (Ø239,8x195 „e” jelű felület)

A felhasznált szerszám egy oldalélű esztergákés P20 32x32 J III. MSZ 1904 (Gyártástervezés könyv 118. táblázat)

A fogásmélység nagysága:

$$a = \frac{|D - d|}{2} = \frac{|236 - 239,8|}{2} = 1,9 \text{ mm}$$

Fajlagos forgácsolóerő:  $k_c = 1150 \frac{N}{mm^2}$  (Műszaki táblázatok könyv 12.12. táblázat)

$$F_c = k_c \cdot f \cdot a \rightarrow f = \frac{F_c}{a \cdot k_c} = \frac{6000}{1,9 \cdot 1150} = 2,75 \frac{mm}{ford}$$

Az ajánlott a/f viszony a munkadarab szakítószilárdsága és a szerszámanyag tekintetében 5:1, tehát a fogást nem szükséges megosztani. (Műszaki táblázatok könyv 12.22. táblázat)

fogások száma:  $i = 1$  db

Fogásmélység:  $a = 1,9$  mm

Ideális előtolás:  $f = 0,32 \frac{mm}{ford}$

Az ideális előtolás alapján a megváltozott fajlagos forgácsolási ellenállás értéke:

$$k_{cm} = 1478 \frac{N}{mm^2}. \text{ (Műszaki táblázatok könyv 12.12. táblázat)}$$

A keletkező forgácsoló erő nagysága:

$$F_{cm} = k_{cm} \cdot f \cdot a = 1478 \cdot 0,32 \cdot 1,9 = 898 \text{ N}$$

Az alkalmazott forgácsoló sebesség meghatározása:

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

A  $K_K$  tényező választása esetén 90°-os szerszámelhelyezési szöget választottam,

$K_T$  tényező választásánál pedig  $T = 150$  min esetét

$$v_c = 100 \cdot 0,7 \cdot 1,04 \cdot 1 \cdot 0,95 \cdot 0,73 \cdot 1 = 50,48 \left[ \frac{m}{min} \right]$$

A fordulatszám meghatározása:

$$n = \frac{1000 \cdot v_c}{D \cdot \pi} = \frac{1000 \cdot 50,48}{236 \cdot \pi} = 68,1 \frac{1}{min} \rightarrow n_{gépi} = 100 \frac{1}{min}$$

A megváltozott forgácsolósebesség meghatározása:

$$v_{cm} = \frac{D \cdot \pi \cdot n_{gépi}}{1000} = \frac{236 \cdot \pi \cdot 100}{1000} = 74,14 \frac{m}{min}$$

A forgácsolás teljesítményszükséglete:

$$P_c = \frac{F_{cm} \cdot v_{cm}}{60 \cdot 10^3} = \frac{898 \cdot 74,14}{60 \cdot 10^3} = 1,1 \text{ kW}$$

A hajtáshoz szükséges teljesítmény meghatározása:

$$P_h = \frac{P_c}{\eta} = \frac{1,1}{0,8} = 1,4 \text{ kW}$$

Az EU 500 Egyetemes csúcseszterga 10 kW teljesítményre képes, ami ki tudja elégíteni ezt a teljesítményszükségletet.

Palástnagylás időtartamának meghatározása:

$$t_g = \frac{L}{v_f} \cdot i = \frac{l_1 + L_m}{f \cdot n_{gépi}} \cdot i = \frac{2 + 195}{0,32 \cdot 100} \cdot 1 = 6,16 \text{ min}$$

## 5.6 Lekerekítés I. (R2 „f” jelű felület)

Az alkalmazott forgácsolószerszám egy SZ001 egyedi R2-es balos rádiuszkés

fogások száma:  $i = 1$  db

Fogásmélység:  $a = 2$  mm

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

A használt gépi fordulatszám:  $n_{gépi} = 100 \frac{1}{min}$

Az alkalmazott forgácsoló sebesség:  $v_c = 74,14 \frac{m}{min}$

### **5.7 Lekerekítés II. (R10 „g” jelű felület)**

Az alkalmazott forgácsolószerszám egy SZ001 egyedi R10-es jobbos rádiuszkés

fogások száma:  $i = 1$  db

Fogásmélység:  $a = 10$  mm

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

A használt gépi fordulatszám:  $n_{gépi} = 100 \frac{1}{min}$

Az alkalmazott forgácsoló sebesség:  $v_c = 74,14 \frac{m}{min}$

### **5.8 Életörés I. (2x45° „h” jelű felületek)**

A felhasznált szerszám egy oldalélű esztergakés P20 32x32 J III. MSZ 1904 (Gyártástervezés könyv 118. táblázat)

fogások száma:  $i = 1$  db

Fogásmélység:  $a = 2$  mm

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

A használt gépi fordulatszám:  $n_{gépi} = 100 \frac{1}{min}$

Az alkalmazott forgácsoló sebesség:  $v_c = 74,14 \frac{m}{min}$

### **5.9 Életörés II. (2x45° „i” jelű jelölés)**

A felhasznált szerszám egy oldalélű esztergakés P20 32x32 J III. MSZ 1904 (Gyártástervezés könyv 118. táblázat)

fogások száma:  $i = 1$  db

Fogásmélység:  $a = 2 \text{ mm}$

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

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

Az alkalmazott forgácsoló sebesség:  $v_c = 74,14 \frac{\text{m}}{\text{min}}$

### **5.10 Beszúrás I. (2x R2,5 „j” jelű felület)**

fogások száma:  $i = 1 \text{ db}$

Fogásmélység:  $a = 2,5 \text{ mm}$

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

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

Az alkalmazott forgácsoló sebesség:  $v_c = 15,15 \frac{\text{m}}{\text{min}}$

Az alkalmazott forgácsolószerszám egy egyedi R2,5-ös rádiusszal rendelkező beszúró formakés

### **5.11 Beszúrás II. (R1x 4 mm „k” jelű felület)**

fogások száma:  $i = 1 \text{ db}$

Fogásmélység:  $a = 2 \text{ mm}$

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

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

Az alkalmazott forgácsoló sebesség:  $v_c = 74,14 \frac{\text{m}}{\text{min}}$

Az alkalmazott forgácsolószerszám egy egyedi 4 mm széles és a sarkain R1-es rádiusszal rendelkező beszúrókés

## 5.12 Palástsímítás készre ((Ø260 x 136 mm „d” jelű felület):

A felhasznált szerszám egy oldalélű esztergakés P20 32x32 J III. MSZ 1904 (Gyártástervezés könyv 118. táblázat)

A fogásmélység nagysága:

$$a = \frac{|D - d|}{2} = \frac{|260,2 - 260|}{2} = 0,1 \text{ mm}$$

Az előtolás értékének meghatározásához figyelembe kell venni a felület érdességét ( $R_a$ ) illetve a használt esztergakés csúcssugarát ( $r$ ):

$$f = \sqrt{13 \cdot R_a \cdot r} = \sqrt{13 \cdot (3,2 \cdot 10^{-3}) \cdot 1} = 0,25 \frac{\text{mm}}{\text{ford}}$$

fogások száma:  $i = 1$  db

Fogásmélység:  $a = 0,1$  mm

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

Az alkalmazott forgácsoló sebesség meghatározása:

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

A  $K_K$  tényező választása esetén  $90^\circ$ -os szerszámelhelyezési szöget választottam,

$K_T$  tényező választásánál pedig  $T = 150$  min esetét

$$v_c = 100 \cdot 0,7 \cdot 1,04 \cdot 1 \cdot 0,95 \cdot 0,73 \cdot 1 = 50,48 \left[ \frac{\text{m}}{\text{min}} \right]$$

A fordulatszám meghatározása:

$$n = \frac{1000 \cdot v_c}{D \cdot \pi} = \frac{1000 \cdot 50,48}{260,2 \cdot \pi} = 61,75 \frac{1}{\text{min}} \rightarrow n_{g\acute{e}pi} = 100 \frac{1}{\text{min}}$$

A megváltozott forgácsolósebesség meghatározása:

$$v_{cm} = \frac{D \cdot \pi \cdot n_{g\acute{e}pi}}{1000} = \frac{260,2 \cdot \pi \cdot 100}{1000} = 81,74 \frac{\text{m}}{\text{min}}$$

Palástnagyalás időtartamának meghatározása:

$$t_g = \frac{L}{v_f} \cdot i = \frac{L_m}{f \cdot n_{g\acute{e}pi}} \cdot i = \frac{136}{0,25 \cdot 100} \cdot 1 = 5,44 \text{ min}$$

### 5.13 Belső palástsimítás készre (Ø240 x 195 „e” jelű felület):

A felhasznált szerszám egy oldalélű esztergakés P20 32x32 J III. MSZ 1904 (Gyártástervezés könyv 118. táblázat)

A fogásmélység nagysága:

$$a = \frac{|D - d|}{2} = \frac{|239,8 - 240|}{2} = 0,1 \text{ mm}$$

Az előtolás értékének meghatározásához figyelembe kell venni a felület érdességét ( $R_a$ ) illetve a használt esztergakés csúcssugarát ( $r$ ):

$$f = \sqrt{13 \cdot R_a \cdot r} = \sqrt{13 \cdot (3,2 \cdot 10^{-3}) \cdot 1} = 0,25 \frac{\text{mm}}{\text{ford}}$$

fogások száma:  $i = 1$  db

Fogásmélység:  $a = 0,1$  mm

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

Az alkalmazott forgácsoló sebesség meghatározása:

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

A  $K_K$  tényező választása esetén 90°-os szerszámelhelyezési szöget választottam,

$K_T$  tényező választásánál pedig  $T = 150$  min esetét

$$v_c = 100 \cdot 0,7 \cdot 1,04 \cdot 1 \cdot 0,95 \cdot 0,73 \cdot 1 = 50,48 \left[ \frac{\text{m}}{\text{min}} \right]$$

A fordulatszám meghatározása:

$$n = \frac{1000 \cdot v_c}{D \cdot \pi} = \frac{1000 \cdot 50,48}{239,8 \cdot \pi} = 67 \frac{1}{\text{min}} \rightarrow n_{g\acute{e}pi} = 100 \frac{1}{\text{min}}$$



A megváltozott forgácsolósebesség meghatározása:

$$v_{cm} = \frac{D \cdot \pi \cdot n_{gépi}}{1000} = \frac{239,8 \cdot \pi \cdot 100}{1000} = 75,3 \frac{m}{min}$$

Palástnagyolás időtartamának meghatározása:

$$t_g = \frac{L}{v_f} \cdot i = \frac{l_1 + L_m}{f \cdot n_{gépi}} \cdot i = \frac{2 + 195}{0,25 \cdot 100} \cdot 1 = 7,88 \text{ min}$$

## 6. Művelet: Esztergálás II.

### 6.1 Oldalazás tisztára I. (Ø212 x 252 mm „a” jelű felület)

A fogásmélység:  $a = 2 \text{ mm}$

A fogások száma:  $i = 1$

Az előtolás értéke: A simítás elvégzéséhez, kis forgácsolóerő, kis előtolás és fogásmélység szükséges

$$f = \sqrt{13 \cdot Ra \cdot r} = \sqrt{13 \cdot (12,5 \cdot 10^{-3}) \cdot 1} = 0,4 \frac{mm}{ford}$$

A felhasznált szerszám egy Homlokélű esztergakés P20 32x32 J II. MSZ 1903

forgácsoló sebesség meghatározása:

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

Az adatokat a gyártási eljárások tankönyv 43-49. táblázatokból  $K_K$  esetében 0,83, T esetén 150 vettem figyelembe

$$v_c = 100 \cdot 0,7 \cdot 1,04 \cdot 1 \cdot 0,95 \cdot 0,83 \cdot 1 = 57,4 \left[ \frac{m}{min} \right]$$

Fordulatszám meghatározása:

$$n = \frac{1000 \cdot v_c}{D \cdot \pi} = \frac{1000 \cdot 57,4}{212 \cdot \pi} = 86,18 \text{ min}^{-1} \rightarrow n_{gépi} = 100 \text{ min}^{-1}$$

megváltozott forgácsoló sebesség:

$$v_{cm} = \frac{D \cdot \pi \cdot n_{gépi}}{1000} = \frac{212 \cdot \pi \cdot 100}{1000} = 66,6 \frac{m}{min}$$

forgácsolási időtartam:

$$t_g = \frac{L}{v_f} \cdot i = \frac{l_1 + \left(\frac{D}{2} - \frac{d}{2}\right) + l_2}{f \cdot n} \cdot i = \frac{2 + \left(\frac{212}{2} - \frac{198}{2}\right) + 2}{0,4 \cdot 100} \cdot 1 = 0,3 \text{ min}$$

## 6.2 Palástnagyolás I. (Ø280,2 x 23 mm „b” jelű felület)

A felhasznált szerszám egy oldalélű esztergákés P20 32x32 J III. MSZ 1904 (Gyártástervezés könyv 118. táblázat)

fogásmélység nagysága:

$$a = \frac{D - d}{2} = \frac{284 - 280,2}{2} = 1,9 \text{ mm}$$

Fajlagos forgácsolóerő:  $k_c = 1150 \frac{N}{mm^2}$  (Műszaki táblázatok könyv 12.12. táblázat)

$$F_c = k_c \cdot f \cdot a \rightarrow f = \frac{F_c}{a \cdot k_c} = \frac{6000}{1,9 \cdot 1150} = 2,75 \frac{mm}{ford}$$

Az ajánlott a/f viszony a munkadarab szakítószilárdsága és a szerszámanyag tekintetében 5:1, tehát a fogást nem szükséges megosztani. (Műszaki táblázatok könyv 12.22. táblázat)

fogások száma:  $i = 1$  db

Fogásmélység:  $a = 1,9$  mm

Ideális előtolás:  $f = 0,32 \frac{mm}{ford}$

Az ideális előtolás alapján a megváltozott fajlagos forgácsolási ellenállás értéke:

$$k_{cm} = 1478 \frac{N}{mm^2}. \text{ (Műszaki táblázatok könyv 12.12. táblázat)}$$

A keletkező forgácsoló erő nagysága:

$$F_{cm} = k_{cm} \cdot f \cdot a = 1478 \cdot 0,32 \cdot 1,9 = 898 \text{ N}$$

Az alkalmazott forgácsoló sebesség meghatározása:

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

A  $K_K$  tényező választása esetén  $75^\circ$ -os szerszámelhelyezési szöget választottam,

$K_T$  tényező választásánál pedig  $T = 150 \text{ min}$  esetét (Gyártástervezés könyv 43-49. táblázat)

$$v_c = 100 \cdot 0,7 \cdot 1,04 \cdot 1 \cdot 0,95 \cdot 0,83 \cdot 1 = 57,4 \left[ \frac{m}{min} \right]$$

A fordulatszám meghatározása:

$$n = \frac{1000 \cdot v_c}{D \cdot \pi} = \frac{1000 \cdot 57,4}{284 \cdot \pi} = 64,3 \frac{1}{min} \rightarrow n_{gépi} = 100 \frac{1}{min}$$

A megváltozott forgácsolósebesség meghatározása:

$$v_{cm} = \frac{D \cdot \pi \cdot n_{gépi}}{1000} = \frac{284 \cdot \pi \cdot 100}{1000} = 89,22 \frac{m}{min}$$

A forgácsolás teljesítményszükséglete:

$$P_c = \frac{F_{cm} \cdot v_{cm}}{60 \cdot 10^3} = \frac{898 \cdot 89,22}{60 \cdot 10^3} = 1,34 \text{ kW}$$

A hajtáshoz szükséges teljesítmény meghatározása:

$$P_h = \frac{P_c}{\eta} = \frac{1,34}{0,8} = 1,7 \text{ kW}$$

Az EU 500 Egyetemes csúcseszterga 10 kW teljesítményre képes, ami ki tudja elégíteni ezt a teljesítményszükségletet.

Palástnagylás időtartamának meghatározása:

$$t_g = \frac{L}{v_f} \cdot i = \frac{L_m}{f \cdot n_{gépi}} \cdot i = \frac{23}{0,32 \cdot 100} \cdot 1 = 0,72 \text{ min}$$

### 6.3 Belső palástnagylás II. ( $\varnothing 199,8 \times 6 \text{ mm}$ „c” jelű felület)

A felhasznált szerszám egy oldalélű esztergakés P20 32x32 J III. MSZ 1904 (Gyártástervezés könyv 118. táblázat)

A fogásmélység nagysága:

$$a = \frac{|D - d|}{2} = \frac{|196 - 199,8|}{2} = 1,9 \text{ mm}$$

Fajlagos forgácsolóerő:  $k_c = 1150 \frac{N}{\text{mm}^2}$  (Műszaki táblázatok könyv 12.12. táblázat)

$$F_c = k_c \cdot f \cdot a \rightarrow f = \frac{F_c}{a \cdot k_c} = \frac{6000}{1,9 \cdot 1150} = 2,75 \frac{\text{mm}}{\text{ford}}$$

Az ajánlott a/f viszony a munkadarab szakítószilárdsága és a szerszámanyag tekintetében 5:1, tehát a fogást nem szükséges megosztani. (Műszaki táblázatok könyv 12.22. táblázat)

fogások száma:  $i = 1$  db

Fogásmélység:  $a = 1,9$  mm

Ideális előtolás:  $f = 0,32 \frac{\text{mm}}{\text{ford}}$

Az ideális előtolás alapján a megváltozott fajlagos forgácsolási ellenállás értéke:

$$k_{cm} = 1478 \frac{N}{\text{mm}^2}. \text{ (Műszaki táblázatok könyv 12.12. táblázat)}$$

A keletkező forgácsoló erő nagysága:

$$F_{cm} = k_{cm} \cdot f \cdot a = 1478 \cdot 0,32 \cdot 1,9 = 898 \text{ N}$$

Az alkalmazott forgácsoló sebesség meghatározása:

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

A  $K_K$  tényező választása esetén  $75^\circ$ -os szerszámelhelyezési szöget választottam,

$K_T$  tényező választásánál pedig  $T = 150$  min esetét

$$v_c = 100 \cdot 0,7 \cdot 1,04 \cdot 1 \cdot 0,95 \cdot 0,83 \cdot 1 = 57,4 \left[ \frac{\text{m}}{\text{min}} \right]$$

A fordulatszám meghatározása:

$$n = \frac{1000 \cdot v_c}{D \cdot \pi} = \frac{1000 \cdot 57,4}{196 \cdot \pi} = 93,2 \frac{1}{\text{min}} \rightarrow n_{g\acute{e}pi} = 100 \frac{1}{\text{min}}$$

A megváltozott forgácsolósebesség meghatározása:

$$v_{cm} = \frac{D \cdot \pi \cdot n_{g\acute{e}pi}}{1000} = \frac{196 \cdot \pi \cdot 100}{1000} = 61,58 \frac{m}{min}$$

A forgácsolás teljesítményszükséglete:

$$P_c = \frac{F_{cm} \cdot v_{cm}}{60 \cdot 10^3} = \frac{898 \cdot 61,58}{60 \cdot 10^3} = 0,92 \text{ kW}$$

A hajtáshoz szükséges teljesítmény meghatározása:

$$P_h = \frac{P_c}{\eta} = \frac{0,92}{0,8} = 1,15 \text{ kW}$$

Az EU 500 Egyetemes csúcseszterga 10 kW teljesítményre képes, ami ki tudja elégíteni ezt a teljesítményszükségletet.

Palástownyolás időtartamának meghatározása:

$$t_g = \frac{L}{v_f} \cdot i = \frac{l_1 + L_m}{f \cdot n_{g\acute{e}pi}} \cdot i = \frac{2 + 6}{0,32 \cdot 100} \cdot 1 = 0,25 \text{ min}$$

#### 6.4 Belső palástownyolás II. (Ø184,8 x 24 mm „d” jelű felület)

A felhasznált szerszám egy oldalélű esztergakés P20 32x32 J III. MSZ 1904 (Gyártástervezés könyv 118. táblázat)

A fogásmélység nagysága:

$$a = \frac{|D - d|}{2} = \frac{|181 - 184,8|}{2} = 1,9 \text{ mm}$$

Fajlagos forgácsolóerő:  $k_c = 1150 \frac{N}{mm^2}$  (Műszaki táblázatok könyv 12.12. táblázat)

$$F_c = k_c \cdot f \cdot a \rightarrow f = \frac{F_c}{a \cdot k_c} = \frac{6000}{1,9 \cdot 1150} = 2,75 \frac{mm}{ford}$$

Az ajánlott a/f viszony a munkadarab szakítószilárdsága és a szerszámanyag tekintetében 5:1, tehát a fogást nem szükséges megosztani. (Műszaki táblázatok könyv 12.22. táblázat)

fogások száma:  $i = 1$  db

Fogásmélység:  $a = 1,9$  mm

Ideális előtolás:  $f = 0,32 \frac{mm}{ford}$

Az ideális előtolás alapján a megváltozott fajlagos forgácsolási ellenállás értéke:

$$k_{cm} = 1478 \frac{N}{mm^2}. \text{ (Műszaki táblázatok könyv 12.12. táblázat)}$$

A keletkező forgácsoló erő nagysága:

$$F_{cm} = k_{cm} \cdot f \cdot a = 1478 \cdot 0,32 \cdot 1,9 = 898 \text{ N}$$

Az alkalmazott forgácsoló sebesség meghatározása:

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

A  $K_K$  tényező választása esetén  $75^\circ$ -os szerszámelhelyezési szöget választottam,

$K_T$  tényező választásánál pedig  $T = 150 \text{ min}$  esetét

$$v_c = 100 \cdot 0,7 \cdot 1,04 \cdot 1 \cdot 0,95 \cdot 0,83 \cdot 1 = 57,4 \left[ \frac{m}{min} \right]$$

A fordulatszám meghatározása:

$$n = \frac{1000 \cdot v_c}{D \cdot \pi} = \frac{1000 \cdot 57,4}{181 \cdot \pi} = 100,15 \frac{1}{min} \rightarrow n_{g\acute{e}pi} = 100 \frac{1}{min}$$

A megváltozott forgácsolósebesség meghatározása:

$$v_{cm} = \frac{D \cdot \pi \cdot n_{g\acute{e}pi}}{1000} = \frac{181 \cdot \pi \cdot 100}{1000} = 56,86 \frac{m}{min}$$

A forgácsolás teljesítményszüksége:

$$P_c = \frac{F_{cm} \cdot v_{cm}}{60 \cdot 10^3} = \frac{898 \cdot 56,86}{60 \cdot 10^3} = 0,85 \text{ kW}$$

A hajtáshoz szükséges teljesítmény meghatározása:

$$P_h = \frac{P_c}{\eta} = \frac{0,85}{0,8} = 1,06 \text{ kW}$$

Az EU 500 Egyetemes csúcseszterga 10 kW teljesítményre képes, ami ki tudja elégíteni ezt a teljesítményszükségletet.

Palástnagylás időtartamának meghatározása:

$$t_g = \frac{L}{v_f} \cdot i = \frac{l_1 + L_m}{f \cdot n_{gépi}} \cdot i = \frac{2 + 24 + 2}{0,32 \cdot 100} \cdot 1 = 0,875 \text{ min}$$

## 6.5 Kúpsztergálás I. (5° „e” jelű felület)

### Nagyolás

A felhasznált szerszám egy Hajlított esztergakés P20 32x32 J II. MSZ 1904

fogásmélység nagysága:

$$a = \frac{D - d}{2} = \frac{216 - 212,2}{2} = 1,9 \text{ mm}$$

Fajlagos forgácsolóerő:  $k_c = 1150 \frac{N}{mm^2}$  (Műszaki táblázatok könyv 12.12. táblázat)

$$F_c = k_c \cdot f \cdot a \rightarrow f = \frac{F_c}{a \cdot k_c} = \frac{6000}{1,9 \cdot 1150} = 2,75 \frac{mm}{ford}$$

Az ajánlott a/f viszony a munkadarab szakítószilárdsága és a szerszámanyag tekintetében 5:1, tehát a fogást nem szükséges megosztani. (Műszaki táblázatok könyv 12.22. táblázat)

fogások száma:  $i = 1$  db

Fogásmélység:  $a = 1,9$  mm

Ideális előtolás:  $f = 0,32 \frac{mm}{ford}$

Az ideális előtolás alapján a megváltozott fajlagos forgácsolási ellenállás értéke:

$$k_{cm} = 1478 \frac{N}{mm^2}. \text{ (Műszaki táblázatok könyv 12.12. táblázat)}$$

A keletkező forgácsoló erő nagysága:

$$F_{cm} = k_{cm} \cdot f \cdot a = 1478 \cdot 0,32 \cdot 1,9 = 898 \text{ N}$$

Az alkalmazott forgácsoló sebesség meghatározása:

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

A  $K_K$  tényező választása esetén  $90^\circ$ -os szerszámelhelyezési szöget választottam,

$K_T$  tényező választásánál pedig  $T = 150$  min esetét (Gyártástervezés könyv 43-49. táblázat)

$$v_c = 100 \cdot 0,7 \cdot 1,04 \cdot 1 \cdot 0,95 \cdot 0,73 \cdot 1 = 50,5 \left[ \frac{m}{min} \right]$$

A fordulatszám meghatározása:

$$n = \frac{1000 \cdot v_c}{D \cdot \pi} = \frac{1000 \cdot 50,5}{216 \cdot \pi} = 74,4 \frac{1}{min} \rightarrow n_{g\acute{e}pi} = 100 \frac{1}{min}$$

A megváltozott forgácsolósebesség meghatározása:

$$v_{cm} = \frac{D \cdot \pi \cdot n_{g\acute{e}pi}}{1000} = \frac{216 \cdot \pi \cdot 100}{1000} = 67,86 \frac{m}{min}$$

A forgácsolás teljesítményszükséglete:

$$P_c = \frac{F_{cm} \cdot v_{cm}}{60 \cdot 10^3} = \frac{898 \cdot 67,86}{60 \cdot 10^3} = 1,02 \text{ kW}$$

A hajtáshoz szükséges teljesítmény meghatározása:

$$P_h = \frac{P_c}{\eta} = \frac{1,02}{0,8} = 1,275 \text{ kW}$$

Az EU 500 Egyetemes csúcseszterga 10 kW teljesítményre képes, ami ki tudja elégíteni ezt a teljesítményszükségletet.

Figyelembe kell venni az R10-es lekerekítést ezért csak 17 mm-re munkáljuk meg a felületet.

Palástnagylás időtartamának meghatározása:

$$t_g = \frac{L}{v_f} \cdot i = \frac{L_m}{f \cdot n_{g\acute{e}pi}} \cdot i = \frac{20}{0,32 \cdot 100} \cdot 1 = 0,63 \text{ min}$$

## 6.6 Kúpsztergálás II. ( $30^\circ$ „f” Jelű felület)

### Nagyolás

A felhasznált szerszám egy Hajlított esztergakés P20 32x32 J II. MSZ 1904

fogásmélység nagysága:

$$a = \frac{D - d}{2} = \frac{284 - 280,2}{2} = 1,9 \text{ mm}$$



Fajlagos forgácsolóerő:  $k_c = 1150 \frac{N}{mm^2}$  (Műszaki táblázatok könyv 12.12. táblázat)

$$F_c = k_c \cdot f \cdot a \rightarrow f = \frac{F_c}{a \cdot k_c} = \frac{6000}{1,9 \cdot 1150} = 2,75 \frac{mm}{ford}$$

Az ajánlott a/f viszony a munkadarab szakítószilárdsága és a szerszámanyag tekintetében 5:1, tehát a fogást nem szükséges megosztani. (Műszaki táblázatok könyv 12.22. táblázat)

fogások száma:  $i = 1$  db

Fogásmélység:  $a = 1,9$  mm

Ideális előtolás:  $f = 0,32 \frac{mm}{ford}$

Az ideális előtolás alapján a megváltozott fajlagos forgácsolási ellenállás értéke:

$$k_{cm} = 1478 \frac{N}{mm^2}. \text{ (Műszaki táblázatok könyv 12.12. táblázat)}$$

A keletkező forgácsoló erő nagysága:

$$F_{cm} = k_{cm} \cdot f \cdot a = 1478 \cdot 0,32 \cdot 1,9 = 898 \text{ N}$$

Az alkalmazott forgácsoló sebesség meghatározása:

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

A  $K_K$  tényező választása esetén  $75^\circ$ -os szerszámelhelyezési szöget választottam,

$K_T$  tényező választásánál pedig  $T = 150$  min esetét (Gyártástervezés könyv 43-49. táblázat)

$$v_c = 100 \cdot 0,7 \cdot 1,04 \cdot 1 \cdot 0,95 \cdot 0,83 \cdot 1 = 57,4 \left[ \frac{m}{min} \right]$$

A fordulatszám meghatározása:

$$n = \frac{1000 \cdot v_c}{D \cdot \pi} = \frac{1000 \cdot 57,4}{284 \cdot \pi} = 64,3 \frac{1}{min} \rightarrow n_{gépi} = 100 \frac{1}{min}$$

A megváltozott forgácsolósebesség meghatározása:

$$v_{cm} = \frac{D \cdot \pi \cdot n_{gépi}}{1000} = \frac{284 \cdot \pi \cdot 100}{1000} = 89,22 \frac{m}{min}$$

A forgácsolás teljesítményszükséglete:

$$P_c = \frac{F_{cm} \cdot v_{cm}}{60 \cdot 10^3} = \frac{898 \cdot 89,22}{60 \cdot 10^3} = 1,34 \text{ kW}$$

A hajtáshoz szükséges teljesítmény meghatározása:

$$P_h = \frac{P_c}{\eta} = \frac{1,34}{0,8} = 1,7 \text{ kW}$$

Az EU 500 Egyetemes csúcseszterga 10 kW teljesítményre képes, ami ki tudja elégíteni ezt a teljesítményszükségletet.

Figyelembe kell venni az R10-es lekerekítést ezért csak 17 mm-re munkáljuk meg a felületet.

Palástnagyalás időtartamának meghatározása:

$$t_g = \frac{L}{v_f} \cdot i = \frac{L_m}{f \cdot n_{gépi}} \cdot i = \frac{17}{0,32 \cdot 100} \cdot 1 = 0,53 \text{ min}$$

### 6.7 Kúpsztergálás III. (25° „g” jelű felület)

#### Nagyalás

A felhasznált szerszám egy Hajlított esztergakés P20 32x32 J II. MSZ 1904

fogásmélység nagysága:

$$a = \frac{D - d}{2} = \frac{181 - 184,8}{2} = 1,9 \text{ mm}$$

Fajlagos forgácsolóerő:  $k_c = 1150 \frac{N}{mm^2}$  (Műszaki táblázatok könyv 12.12. táblázat)

$$F_c = k_c \cdot f \cdot a \rightarrow f = \frac{F_c}{a \cdot k_c} = \frac{6000}{1,9 \cdot 1150} = 2,75 \frac{mm}{ford}$$

Az ajánlott a/f viszony a munkadarab szakítószilárdsága és a szerszámanyag tekintetében 5:1, tehát a fogást nem szükséges megosztani. (Műszaki táblázatok könyv 12.22. táblázat)

fogások száma:  $i = 1$  db

Fogásmélység:  $a = 1,9$  mm

Ideális előtolás:  $f = 0,32 \frac{mm}{ford}$

Az ideális előtolás alapján a megváltozott fajlagos forgácsolási ellenállás értéke:

$$k_{cm} = 1478 \frac{N}{mm^2}. \text{ (Műszaki táblázatok könyv 12.12. táblázat)}$$

A keletkező forgácsoló erő nagysága:

$$F_{cm} = k_{cm} \cdot f \cdot a = 1478 \cdot 0,32 \cdot 1,9 = 898 \text{ N}$$

Az alkalmazott forgácsoló sebesség meghatározása:

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

A  $K_K$  tényező választása esetén  $90^\circ$ -os szerszámelhelyezési szöget választottam,

$K_T$  tényező választásánál pedig  $T = 150 \text{ min}$  esetét (Gyártástervezés könyv 43-49. táblázat)

$$v_c = 100 \cdot 0,7 \cdot 1,04 \cdot 1 \cdot 0,95 \cdot 0,73 \cdot 1 = 50,48 \left[ \frac{m}{min} \right]$$

A fordulatszám meghatározása:

$$n = \frac{1000 \cdot v_c}{D \cdot \pi} = \frac{1000 \cdot 50,48}{181 \cdot \pi} = 88,78 \frac{1}{min} \rightarrow n_{g\acute{e}pi} = 100 \frac{1}{min}$$

A megváltozott forgácsolósebesség meghatározása:

$$v_{cm} = \frac{D \cdot \pi \cdot n_{g\acute{e}pi}}{1000} = \frac{181 \cdot \pi \cdot 100}{1000} = 56,86 \frac{m}{min}$$

A forgácsolás teljesítményszükséglete:

$$P_c = \frac{F_{cm} \cdot v_{cm}}{60 \cdot 10^3} = \frac{898 \cdot 56,86}{60 \cdot 10^3} = 0,85 \text{ kW}$$

A hajtáshoz szükséges teljesítmény meghatározása:

$$P_h = \frac{P_c}{\eta} = \frac{1,34}{0,8} = 1,06 \text{ kW}$$

Az EU 500 Egyetemes csúcseszterga 10 kW teljesítményre képes, ami ki tudja elégíteni ezt a teljesítményszükségletet.

Palástnagylás időtartamának meghatározása:

$$t_g = \frac{L}{v_f} \cdot i = \frac{L_m}{f \cdot n_{g\acute{e}pi}} \cdot i = \frac{1 + 11 + 1}{0,32 \cdot 100} \cdot 1 = 0,41 \text{ min}$$

### 6.8 Lekerekítés I. (R10 „h” jelű felület)

Az alkalmazott forgácsolószerszám egy SZ001 egyedi R10-es balos rádiuszkés

fogások száma:  $i = 1$  db

Fogásmélység:  $a = 10$  mm

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

A használt gépi fordulatszám:  $n_{gépi} = 100 \frac{1}{min}$

Az alkalmazott forgácsoló sebesség:  $v_c = 74,14 \frac{m}{min}$

### 6.9 Lekerekítés II. (R10 „i” jelű felület)

Az alkalmazott forgácsolószerszám egy egyedi R10-es Jobbos rádiuszkés

fogások száma:  $i = 1$  db

Fogásmélység:  $a = 10$  mm

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

A használt gépi fordulatszám:  $n_{gépi} = 100 \frac{1}{min}$

Az alkalmazott forgácsoló sebesség:  $v_c = 74,14 \frac{m}{min}$

### 6.10 Palást simítás készre (Ø280 x 23 mm „b” jelű felület).

A felhasznált szerszám egy oldalélű esztergákés P20 32x32 J III. MSZ 1904 (Gyártástervezés könyv 118. táblázat)

A fogásmélység nagysága:

$$a = \frac{|D - d|}{2} = \frac{|280,2 - 280|}{2} = 0,1 \text{ mm}$$

Az előtolás értékének meghatározásához figyelembe kell venni a felület érdességét ( $R_a$ ) illetve a használt esztergákés csúcssugarát ( $r$ ):

$$f = \sqrt{13 \cdot R_a \cdot r} = \sqrt{13 \cdot (3,2 \cdot 10^{-3}) \cdot 1} = 0,25 \frac{mm}{ford}$$

fogások száma:  $i = 1$  db

Fogásmélység:  $a = 0,1$  mm

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

Az alkalmazott forgácsoló sebesség meghatározása:

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

A  $K_K$  tényező választása esetén  $75^\circ$ -os szerszámelhelyezési szöget választottam,

$K_T$  tényező választásánál pedig  $T = 150$  min esetét

$$v_c = 100 \cdot 0,7 \cdot 1,04 \cdot 1 \cdot 0,95 \cdot 0,83 \cdot 1 = 57,4 \left[ \frac{m}{min} \right]$$

A fordulatszám meghatározása:

$$n = \frac{1000 \cdot v_c}{D \cdot \pi} = \frac{1000 \cdot 57,4}{280,2 \cdot \pi} = 65,2 \frac{1}{min} \rightarrow n_{gépi} = 100 \frac{1}{min}$$

A megváltozott forgácsolósebesség meghatározása:

$$v_{cm} = \frac{D \cdot \pi \cdot n_{gépi}}{1000} = \frac{280,2 \cdot \pi \cdot 100}{1000} = 88,03 \frac{m}{min}$$

Palástnagylás időtartamának meghatározása:

$$t_g = \frac{L}{v_f} \cdot i = \frac{l_1 + L_m + l_2}{f \cdot n_{gépi}} \cdot i = \frac{2 + 23 + 2}{0,25 \cdot 100} \cdot 1 = 1,08 \text{ min}$$

### 6.11 Belső palástsimítás készre I. ( $\varnothing 200 \times 6$ mm „c” jelű felület)

A felhasznált szerszám egy oldalélű esztergákész P20 32x32 J III. MSZ 1904 (Gyártástervezés könyv 118. táblázat)

A fogásmélység nagysága:

$$a = \frac{|D - d|}{2} = \frac{|199,8 - 200|}{2} = 0,1 \text{ mm}$$

Az előtolás értékének meghatározásához figyelembe kell venni a felület érdességét ( $R_a$ ) illetve a használt esztergakés csúcssugarát ( $r$ ):

$$f = \sqrt{13 \cdot R_a \cdot r} = \sqrt{13 \cdot (12,5 \cdot 10^{-3}) \cdot 1} = 0,4 \frac{\text{mm}}{\text{ford}}$$

fogások száma:  $i = 1$  db

Fogásmélység:  $a = 0,1$  mm

Ideális előtolás:  $f = 0,4 \frac{\text{mm}}{\text{ford}}$

Az alkalmazott forgácsoló sebesség meghatározása:

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

A  $K_K$  tényező választása esetén  $75^\circ$ -os szerszámelhelyezési szöget választottam,

$K_T$  tényező választásánál pedig  $T = 150$  min esetét

$$v_c = 100 \cdot 0,7 \cdot 1,04 \cdot 1 \cdot 0,95 \cdot 0,83 \cdot 1 = 57,4 \left[ \frac{\text{m}}{\text{min}} \right]$$

A fordulatszám meghatározása:

$$n = \frac{1000 \cdot v_c}{D \cdot \pi} = \frac{1000 \cdot 57,4}{199,8 \cdot \pi} = 91,45 \frac{1}{\text{min}} \rightarrow n_{g\acute{e}pi} = 100 \frac{1}{\text{min}}$$

A megváltozott forgácsolósebesség meghatározása:

$$v_{cm} = \frac{D \cdot \pi \cdot n_{g\acute{e}pi}}{1000} = \frac{199,8 \cdot \pi \cdot 100}{1000} = 62,77 \frac{\text{m}}{\text{min}}$$

Palástnagyolás időtartamának meghatározása:

$$t_g = \frac{L}{v_f} \cdot i = \frac{l_1 + L_m}{f \cdot n_{g\acute{e}pi}} \cdot i = \frac{2 + 6}{0,4 \cdot 100} \cdot 1 = 0,2 \text{ min}$$

## 6.12 Belső palástsimítás készre II. ( $\emptyset 185 \times 24$ mm „d” jelű felület)

A felhasznált szerszám egy oldalélű esztergákés P20 32x32 J III. MSZ 1904 (Gyártástervezés könyv 118. táblázat)

A fogásmélység nagysága:

$$a = \frac{|D - d|}{2} = \frac{|184,8 - 185|}{2} = 0,1 \text{ mm}$$

Az előtolás értékének meghatározásához figyelembe kell venni a felület érdességét ( $R_a$ ) illetve a használt esztergákés csúcssugarát ( $r$ ):

$$f = \sqrt{13 \cdot R_a \cdot r} = \sqrt{13 \cdot (3,2 \cdot 10^{-3}) \cdot 1} = 0,25 \frac{\text{mm}}{\text{ford}}$$

fogások száma:  $i = 1$  db

Fogásmélység:  $a = 0,1$  mm

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

Az alkalmazott forgácsoló sebesség meghatározása:

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

A  $K_K$  tényező választása esetén  $75^\circ$ -os szerszámelhelyezési szöget választottam,

$K_T$  tényező választásánál pedig  $T = 150$  min esetét

$$v_c = 100 \cdot 0,7 \cdot 1,04 \cdot 1 \cdot 0,95 \cdot 0,83 \cdot 1 = 57,4 \left[ \frac{\text{m}}{\text{min}} \right]$$

A fordulatszám meghatározása:

$$n = \frac{1000 \cdot v_c}{D \cdot \pi} = \frac{1000 \cdot 57,4}{184,8 \cdot \pi} = 98,87 \frac{1}{\text{min}} \rightarrow n_{g\acute{e}pi} = 100 \frac{1}{\text{min}}$$

A megváltozott forgácsolósebesség meghatározása:

$$v_{cm} = \frac{D \cdot \pi \cdot n_{g\acute{e}pi}}{1000} = \frac{184,8 \cdot \pi \cdot 100}{1000} = 58,06 \frac{\text{m}}{\text{min}}$$

Palástnyolás időtartamának meghatározása:

$$t_g = \frac{L}{v_f} \cdot i = \frac{l_1 + L_m}{f \cdot n_{g\acute{e}pi}} \cdot i = \frac{2 + 24 + 2}{0,25 \cdot 100} \cdot 1 = 1,12 \text{ min}$$

### 6.13 Kúpsztergálás készre I. (5° „e” jelű felület)

A felhasznált szerszám egy Hajlított esztergakés P20 32x32 J II. MSZ 1904

A fogásmélység:  $a = 0,1 \text{ mm}$

A fogások száma:  $i = 1$

Az előtolás értéke: A simítás elvégzéséhez, kis forgácsolóerő, kis előtolás és fogásmélység szükséges

$$f = \sqrt{13 \cdot Ra \cdot r} = \sqrt{13 \cdot (3,2 \cdot 10^{-3}) \cdot 1} = 0,25 \frac{\text{mm}}{\text{ford}}$$

A felhasznált szerszám egy Homlokélű esztergakés P20 32x32 J II. MSZ 1903

forgácsoló sebesség meghatározása:

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

Az adatokat a gyártási eljárások tankönyv 43-49. táblázatokból  $K_K$  esetében 0,73, T esetén 150 vettem figyelembe

$$v_c = 100 \cdot 0,7 \cdot 1,04 \cdot 1 \cdot 0,95 \cdot 0,73 \cdot 1 = 50,5 \left[ \frac{\text{m}}{\text{min}} \right]$$

Fordulatszám:

$$n = \frac{1000 \cdot v_c}{D \cdot \pi} = \frac{1000 \cdot 50,5}{212,2 \cdot \pi} = 75,75 \text{ min}^{-1} \rightarrow n_{g\acute{e}pi} = 100 \text{ min}^{-1}$$

megváltozott forgácsoló sebesség:

$$v_{cm} = \frac{D \cdot \pi \cdot n_{g\acute{e}pi}}{1000} = \frac{212,2 \cdot \pi \cdot 100}{1000} = 66,67 \frac{\text{m}}{\text{min}}$$

forgácsolási időtartam:



$$t_g = \frac{L}{v_f} \cdot i = \frac{\left(\frac{D}{2} - \frac{d}{2}\right) + l_2}{f \cdot n} \cdot i = \frac{\left(\frac{212,2}{2} - \frac{212}{2}\right) + 2}{0,25 \cdot 100} \cdot 1 = 0,084 \text{ min}$$

#### 6.14 Kúpsztergálás készre II. (30° „f” jelű felület)

A felhasznált szerszám egy Hajlított esztergakés P20 32x32 J II. MSZ 1904

A fogásmélység nagysága:

$$a = \frac{|D - d|}{2} = \frac{|280,2 - 280|}{2} = 0,1 \text{ mm}$$

Az előtolás értékének meghatározásához figyelembe kell venni a felület érdességét (Ra) illetve a használt esztergakés csúcssugarát (r):

$$f = \sqrt{13 \cdot R_a \cdot r} = \sqrt{13 \cdot (3,2 \cdot 10^{-3}) \cdot 1} = 0,25 \frac{\text{mm}}{\text{ford}}$$

fogások száma:  $i = 1$  db

Fogásmélység:  $a = 0,1$  mm

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

Az alkalmazott forgácsoló sebesség meghatározása:

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

A  $K_K$  tényező választása esetén 75°-os szerszámelhelyezési szöget választottam,

$K_T$  tényező választásánál pedig  $T = 150$  min esetét

$$v_c = 100 \cdot 0,7 \cdot 1,04 \cdot 1 \cdot 0,95 \cdot 0,83 \cdot 1 = 57,4 \left[ \frac{\text{m}}{\text{min}} \right]$$

A fordulatszám meghatározása:

$$n = \frac{1000 \cdot v_c}{D \cdot \pi} = \frac{1000 \cdot 57,4}{280,2 \cdot \pi} = 65,2 \frac{1}{\text{min}} \rightarrow n_{g\acute{e}pi} = 100 \frac{1}{\text{min}}$$

A megváltozott forgácsolósebesség meghatározása:

$$v_{cm} = \frac{D \cdot \pi \cdot n_{gépi}}{1000} = \frac{280,2 \cdot \pi \cdot 100}{1000} = 88,03 \frac{m}{min}$$

Palástnagyolás időtartamának meghatározása:

$$t_g = \frac{L}{v_f} \cdot i = \frac{l_1 + L_m + l_2}{f \cdot n_{gépi}} \cdot i = \frac{2 + 17}{0,25 \cdot 100} \cdot 1 = 0,76 \text{ min}$$

### 6.15 Kúpsztergálás készre III. (25° „g” jelű felület)

A felhasznált szerszám egy Hajlított esztergakés P20 32x32 J II. MSZ 1904

A fogásmélység nagysága:

$$a = \frac{|D - d|}{2} = \frac{|184,8 - 185|}{2} = 0,1 \text{ mm}$$

Az előtolás értékének meghatározásához figyelembe kell venni a felület érdességét ( $R_a$ ) illetve a használt esztergakés csúcssugarát ( $r$ ):

$$f = \sqrt{13 \cdot R_a \cdot r} = \sqrt{13 \cdot (3,2 \cdot 10^{-3}) \cdot 1} = 0,25 \frac{mm}{ford}$$

fogások száma:  $i = 1$  db

Fogásmélység:  $a = 0,1$  mm

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

Az alkalmazott forgácsoló sebesség meghatározása:

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

A  $K_K$  tényező választása esetén 90°-os szerszámelhelyezési szöget választottam,

$K_T$  tényező választásánál pedig  $T = 150$  min esetét

$$v_c = 100 \cdot 0,7 \cdot 1,04 \cdot 1 \cdot 0,95 \cdot 0,73 \cdot 1 = 50,48 \left[ \frac{m}{min} \right]$$

A fordulatszám meghatározása:

$$n = \frac{1000 \cdot v_c}{D \cdot \pi} = \frac{1000 \cdot 50,48}{184,8 \cdot \pi} = 86,95 \frac{1}{\text{min}} \rightarrow n_{g\acute{e}pi} = 100 \frac{1}{\text{min}}$$

A megváltozott forgácsolósebesség meghatározása:

$$v_{cm} = \frac{D \cdot \pi \cdot n_{g\acute{e}pi}}{1000} = \frac{184,8 \cdot \pi \cdot 100}{1000} = 58,06 \frac{m}{\text{min}}$$

Palástnagylás időtartamának meghatározása:

$$t_g = \frac{L}{v_f} \cdot i = \frac{l_1 + L_m + l_2}{f \cdot n_{g\acute{e}pi}} \cdot i = \frac{1 + 11 + 1}{0,25 \cdot 100} \cdot 1 = 0,52 \text{ min}$$

## 7. Művelet: MEO

## 8. Művelet: Marás

### 8.1 Homlokmarás I. (24 x 166 mm)

A felhasznált szerszám egy négyélű keményfém homlokmaró

fogások száma:  $i = 1$  db

Fogásmélység:  $a = 2$  mm

Fogankénti előtolás:  $f_z = 0,3 \frac{mm}{ford}$

Szerszám átmérője:  $D = 50$  mm

Munkadarab szélessége:  $b = 24$  mm

Fogak száma:  $z = 4$  db

Az alkalmazott forgácsoló sebesség meghatározása:

$$v_c = v_0 \cdot \left(\frac{D}{b}\right)^z \cdot K_{sz} \cdot K_a \cdot K_K \cdot K_k = 35 \cdot \left(\frac{50}{24}\right)^4 \cdot 0,34 \cdot 1,4 \cdot 0,83 \cdot 1 = 260,49 \frac{m}{\text{min}}$$

A fordulatszám meghatározása:

$$n = \frac{1000 \cdot v_c}{D \cdot \pi} = \frac{1000 \cdot 260,49}{50 \cdot \pi} = 1658 \frac{1}{\text{min}}$$

$$n_{g\acute{e}pi} = 1700 \frac{1}{min}$$

A megváltozott forgácsoló sebesség:

$$v_{cm} = \frac{D \cdot \pi \cdot n_{g\acute{e}pi}}{1000} = 267,04 \frac{m}{min}$$

Előtolási sebesség:

$$v_f = f_z \cdot z \cdot n = 0,3 \cdot 4 \cdot 1700 = 2040 \frac{mm}{min}$$

Leválasztott anyagmennyiség:

$$Q = \frac{a \cdot b \cdot v_f}{1000} = \frac{2 \cdot 24 \cdot 2040}{1000} = 0,098 \frac{cm^3}{min}$$

Teljesítmény:

$$P_{mot} = \frac{Q \cdot K_c}{60 \cdot 10^3 \cdot \eta} = \frac{0,098 \cdot 1150}{60 \cdot 10^3 \cdot 0,8} = 0,023 kW$$

## 9.Művelet: Fúrás I.

### 9.1 Előfúrás I. (6x Ø6 x 30 mm)

Az elkészítendő 6db M16-os magfurat elkészítéséhez szükséges az előfúrás, ezért Ø6-os fúróval készítjük elő a furatot.

Az alkalmazott szerszám egy kétélű csigafúró Ø6 HS18 0 1 MSZ3985

$$\text{A fogásmélység: } a = \frac{D}{2} = \frac{6}{2} = 3 \text{ mm}$$

$$\text{Az előtolás értéke: } f = 0,34 \frac{mm}{ford} \text{ (Műszaki táblázatok 12.25. táblázat)}$$

$$\text{A fogások száma: } i = 1$$

Az alkalmazott forgácsoló sebesség meghatározása: (gyártástervezés 70. táblázat)

$$v_c = v_0 \cdot K_l \cdot K_a \cdot K_{sz} = 23 \cdot 1 \cdot 0,69 \cdot 1 = 15,87 \frac{m}{min}$$

A fordulatszám meghatározása:

$$n = \frac{1000 \cdot v_c}{D \cdot \pi} = \frac{1000 \cdot 15,87}{6 \cdot \pi} = 841,93 \frac{1}{\text{min}}$$

$$n_{\text{gépi}} = 850 \frac{1}{\text{min}}$$

A megváltozott forgácsoló sebesség:

$$v_{cm} = \frac{D \cdot \pi \cdot n_{\text{gépi}}}{1000} = \frac{6 \cdot \pi \cdot 850}{1000} = 16,02 \frac{m}{\text{min}}$$

Fúró nyomatékigénye:

$$M = F_1 \cdot \frac{D}{2} = k_c \cdot A \cdot \frac{D}{2} = k_c \cdot \frac{D \cdot f}{4} \cdot \frac{D}{2} = k_c \cdot \frac{D^2 \cdot f}{8 \cdot 10^3} = 1150 \cdot \frac{6^2 \cdot 0,34}{8 \cdot 10^3} = 1,76 \text{ Nm}$$

A fúrás teljesítményszükséglete

$$P_c = \frac{M \cdot 2 \cdot \pi \cdot n_{\text{gépi}}}{60 \cdot 10^3} = \frac{1,76 \cdot 2 \cdot \pi \cdot 850}{60 \cdot 10^3} = 0,17 \text{ kW}$$

Az RF-31-es típusú sugárfűrőgép 7 kW-os, tehát megfelel erre a teljesítményszükségletre.

A hajtáshoz szükséges teljesítmény meghatározása:

$$P_h = \frac{P_c}{\eta} = \frac{0,17}{0,8} = 0,21 \text{ kW}$$

Fúrési idő meghatározása:

$$t_g = \frac{L}{v_f} \cdot i = \frac{l_1 + l}{f \cdot n_{\text{gépi}}} \cdot i = \frac{2 + 30}{0,34 \cdot 850} \cdot 6 = 0,66 \text{ min}$$

## 9.2 Magfurat I. (6x Ø14 x 30 mm)

Az elkészítendő 6db M16-os furatok elkészítéséhez szükséges a magfurat, hogy a menetet megfelelően el tudjuk készíteni, ezért Ø14-es fúróval készítjük elő a furatot.

Az alkalmazott szerszám egy kétélű csigafúró Ø14 HS18 0 1 MSZ3985

A fogásmélység:  $a = \frac{D}{2} = \frac{14}{2} = 7 \text{ mm}$

Az előtolás értéke:  $f = 0,34 \frac{\text{mm}}{\text{ford}}$  (Műszaki táblázatok 12.25. táblázat)

A fogások száma:  $i = 1$

Az alkalmazott forgácsoló sebesség meghatározása: (gyártástervezés 70. táblázat)

$$v_c = v_0 \cdot K_l \cdot K_a \cdot K_{sz} = 13,4 \cdot 1 \cdot 0,69 \cdot 1 = 9,25 \frac{m}{min}$$

A fordulatszám meghatározása:

$$n = \frac{1000 \cdot v_c}{D \cdot \pi} = \frac{1000 \cdot 9,25}{14 \cdot \pi} = 210,31 \frac{1}{min}$$

$$n_{gépi} = 200 \frac{1}{min}$$

A megváltozott forgácsoló sebesség:

$$v_{cm} = \frac{D \cdot \pi \cdot n_{gépi}}{1000} = \frac{14 \cdot \pi \cdot 200}{1000} = 8,79 \frac{m}{min}$$

Fúró nyomatékigénye:

$$M = F_1 \cdot \frac{D}{2} = k_c \cdot A \cdot \frac{D}{2} = k_c \cdot \frac{D \cdot f}{4} \cdot \frac{D}{2} = k_c \cdot \frac{D^2 \cdot f}{8 \cdot 10^3} = 1150 \cdot \frac{14^2 \cdot 0,34}{8 \cdot 10^3} = 9,58 Nm$$

A fúrás teljesítményszükséglete

$$P_c = \frac{M \cdot 2 \cdot \pi \cdot n_{gépi}}{60 \cdot 10^3} = \frac{9,58 \cdot 2 \cdot \pi \cdot 200}{60 \cdot 10^3} = 0,21 kW$$

Az RF-31-es típusú sugárfúrógép 7 kW-os, tehát megfelel erre a teljesítményszükségletre.

A hajtáshoz szükséges teljesítmény meghatározása:

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

Fúrési idő meghatározása:

$$t_g = \frac{L}{v_f} \cdot i = \frac{l_1 + l}{f \cdot n_{gépi}} \cdot i = \frac{2 + 30}{0,34 \cdot 200} \cdot 6 = 2,82 min$$

## 10. Művelet: MEO

### 11. Művelet: Menetfűrés I.

#### 11.1 Menetfűrés I. (6x M16 x 22 mm)

Menetemelkedés:  $P = 2 \text{ mm}$

Átmérő:  $D = 16 \text{ mm}$

A fogásmélység:  $a = \frac{D}{2} = \frac{16}{2} = 8 \text{ mm}$

Az előtolás értéke:  $f = 0,36 \frac{\text{mm}}{\text{ford}}$  (Műszaki táblázatok 12.25. táblázat)

A fogások száma:  $i = 1$

Az alkalmazott forgácsoló sebesség meghatározása: (gyártástervezés 70. táblázat)

$$v_c = v_0 \cdot K_l \cdot K_a \cdot K_{sz} = 9 \cdot 1 \cdot 0,69 \cdot 1 = 6,21 \frac{\text{m}}{\text{min}}$$

A fordulatszám meghatározása:

$$n = \frac{1000 \cdot v_c}{D \cdot \pi} = \frac{1000 \cdot 6,21}{16 \cdot \pi} = 123,54 \frac{1}{\text{min}}$$

$$n_{g\acute{e}pi} = 180 \frac{1}{\text{min}}$$

A megváltozott forgácsoló sebesség:

$$v_{cm} = \frac{D \cdot \pi \cdot n_{g\acute{e}pi}}{1000} = \frac{16 \cdot \pi \cdot 180}{1000} = 9,1 \frac{\text{m}}{\text{min}}$$

Fúró nyomatékigénye:

$$M = F_1 \cdot \frac{D}{2} = k_c \cdot A \cdot \frac{D}{2} = k_c \cdot \frac{D \cdot f}{4} \cdot \frac{D}{2} = k_c \cdot \frac{D^2 \cdot f}{8 \cdot 10^3} = 1150 \cdot \frac{16^2 \cdot 0,36}{8 \cdot 10^3} = 13,24 \text{ Nm}$$

A fűrés teljesítményszükséglete

$$P_c = \frac{M \cdot 2 \cdot \pi \cdot n_{g\acute{e}pi}}{60 \cdot 10^3} = \frac{13,24 \cdot 2 \cdot \pi \cdot 180}{60 \cdot 10^3} = 0,25 \text{ kW}$$

Az RF-31-es típusú sugárfűrőgép 7 kW-os, tehát megfelel erre a teljesítményszükségletre.

A hajtáshoz szükséges teljesítmény meghatározása:

$$P_h = \frac{P_c}{\eta} = \frac{0,25}{0,8} = 0,31 \text{ kW}$$

Fúrési idő meghatározása:

$$t_g = \frac{L}{v_f} \cdot i = \frac{l_1 + l}{f \cdot n_{gépi}} \cdot i = \frac{2 + 22}{0,36 \cdot 180} \cdot 6 = 2,22 \text{ min}$$

## 12.Művelet: Végellenőrzés

### 4. sz. melléklet. $k_c$ érték meghatározása

Anyag-csoport	Anyag-szám	Anyagjelölés	$k_{c,1.1}$ (N/mm <sup>2</sup> )	$m_c$	kc értéke korrekció nélkül a h forgácvastagság 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
11.	(1.4460)	X4CrNiMo27-5-2	2150	0,2	3563	3408	3233	3102	2966	2837	2700	2582	2470	2358	2248	2056	1957	1790
	1.4362	X2CrNiN23-4																
	1.4891	X5CrNiNb18-10																
	1.4406	X2CrNiMoN17-13-2																
	1.4429	X2CrNiMoN17-13-2																
	1.4417	X2CrNiMoSi15																
	1.4462	X2CrNiMoN22-5-3																
	1.4539	(G-)X1NiCrMoCu25-20-5																
	1.4539	X2NiCrMoCu25-20-5																
	1.4410	X3CrNiMoN25-7-4																
	1.4542	X5CrNiCuNb17-4																
12.	0.6015	GG-15	1150	0,22	2005	1909	1801	1721	1639	1560	1478	1407	1339	1273	1208	1095	1037	940
	0.7040	GGG-40																
	0.7043	GGG-40.3																
	0.7033	GGG-35.3																
	0.8145	GTS-45-06																
	0.8155	GTS-55-04																
	0.6020	GG-20																
0.6025	GG-25																	
13.	0.6660	GGL-NiCr20-2	1225	0,25	2303	2178	2040	1937	1832	1732	1629	1540	1457	1375	1295	1159	1089	974
	0.7050	GGG-50																
	0.7060	GGG-60																
	0.7652	GGG-NiMn13-7																
	0.8155	GTS-55-04																
	0.8165	GTS-65-02																
	0.6030	GG-30																
14.	0.7070	GGG-70	1350	0,28	2738	2572	2390	2255	2119	1990	1857	1745	1639	1536	1437	1268	1184	1045
	0.7660	GGG-NiCr20-2																

### 5. sz. melléklet $K_m$ módosító tényező

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

### 6. sz. melléklet $K_k$ módosító tényezője

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



7. sz. melléklet  $-K_T$  módosító tényező

Szerszám- anyag	Az éltartam hatványkitevője m	Éltartam, 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

8. sz. melléklet  $-K_{sz}$  módosító tényező

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

9. sz. melléklet  $-K_K$  módosító tényező

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

10. sz. melléklet  $-K_h$  módosító tényező

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

11. sz. melléklet -Forgácsoló sebesség alapérték

Mégmunkálendő anyag		Szerszámanyag					
Megnevezés	$R_m \left[ \frac{N}{mm^2} \right]$	gyorsacél	keményfém				
			P10	P20	P30	K20	K10
		Forgácsolási sebesség					
Szerkezeti szénacélok	400–500	122	405	260	186	-	-
	500–600	104	300	195	138	-	-
	600–700	80	270	175	121	-	-
	700–800	62	224	146	100	-	-
	800–900	50	200	140	90	-	-
Szerkezeti ötvözött acél: Ni, Cr, CrNi, CrMo acélok	700–850	42	210	135	95	-	-
	850–1000	30	160	100	71	-	-
	1000–1200	25	-	80	60	-	-
	1200–1400	20	-	65	42	-	-
	1400–1800	14	-	45	30	-	-
Mangánacél	1650–2000	-	-	30	20	-	-
Acélöntvény	300–500	70	180	130	95	-	-
	500–600	50	132	95	70	-	-
	700 felett	35	95	60	50	-	-
GG 100		75	-	-	-	130	-
GG 150		60	-	-	-	105	-
GG 200		50	-	-	-	86	-
GG 250		35	-	-	-	-	60
Temperöntvény		40	-	-	-	-	90

12. sz. melléklet -Esztergakések

Ábra	A szerzám neve és szabvány-száma	Jellemző méretek [mm]																
		tömör				gyorsacéllapkával						keményfémlapkával						
	Egyenes esztergakés jobbos és balos gy.ac.lapkás: MSZ 1287 kem.fém.lapkás: MSZ 1901	szárkeresztm.	8x8	10x10	12x12	16x16	16x16	20x20	20x32 25x25	25x40 30x30	32x50 40x40	12x12	16x16	16x25 20x20	20x32 25x25	25x40 32x32	32x50 40x40	
		hossz	80	90	100	110	100-160	100-160	120-180	140-200	180-250	80-120	100-160	100-160	120-180	140-200	180-250	
		csúcs-sugár	0,5	1	1	1,5	1,5	2	2,5	2,5	3	0,3	0,5	0,5	1	1	1	
		Z	-	-	-	-	45° vagy 60°						45° vagy 60° vagy 70°					
	Hajlított esztergakés jobbos és balos gy.ac.lapkás: MSZ 1288 kem.fém.lapkás: MSZ 1902	szárkeresztm.	8x8	10x10	12x12	16x16	16x16	20x20	20x32 25x25	25x40 30x30	32x50 40x40	12x12	16x16	16x25 20x20	20x32 25x25	25x40 32x32	32x50 40x40	
		hossz	80	90	100	110	100-160	100-160	120-180	140-200	180-250	80-120	100-160	100-160	120-180	140-200	180-250	
		csúcs-sugár	0,5	1	1	1,5	1,5	2	2,5	2,5	3	0,3	0,5	0,5	1	1	1	
		Z	-	-	-	-	45° vagy 60°						45° vagy 60° vagy 70°					
	Homlokeltű esztergakés jobbos és balos gy.ac.lapkás: MSZ 1289 kem.fém.lapkás: MSZ 1903	szárkeresztm.	8x8	10x10	12x12	16x16	20x20	25x16	32x20	40x25	50x32	12x12	16x16	16x25 20x20	20x32 25x25	25x40 32x32	32x50 40x40	
		hossz	80	90	100	110	125-170	140-210	170-250	200-300	240-260	80-120	100-160	100-160	120-180	140-200	180-250	
		csúcs-sugár	0,5	1	1	1,5	1,5	2	2,5	2,5	3	0,3	0,5	0,5	1	1	1	
		Z	-	-	-	-	45° vagy 60°						45° vagy 60° vagy 70°					
	Oldaleltű esztergakés jobbos és balos gy.ac.lapkás: MSZ 1290 kem.fém.lapkás: MSZ 1904	szárkeresztm.	8x8	10x10	12x12	16x16	20x20	25x16	32x20	40x25	50x32	12x12	16x16	16x25 20x20	20x32 25x25	25x40 32x32	32x50 40x40	
		hossz	80	90	100	110	125	140	170	200	240	80-120	100-160	100-160	120-180	140-200	180-250	
		csúcs-sugár	0,5	1	1	1,5	1,5	2	2,5	2,5	3	0,3	0,5	0,5	1	1	1	
		Z	-	-	-	-	45° vagy 60°						45° vagy 60° vagy 70°					
	Egyenes, hegyes esztergakés gy.ac.lapkás: MSZ 1291 kem.fém.lapkás: MSZ 1905	szárkeresztm.	8x8	10x10	12x12	16x16	20x20	25x16	32x20	40x25		10x16	12x20	16x25	20x32			
		hossz	80	90	100	110	125	140	170	200		80-100	100-120	120-160	140-280			
		csúcs-sugár	1	1	1,5	2	2	2,5	3	3			1	1,5	2	3		
		Z	-	-	-	-	45° vagy 60°						45° vagy 60° vagy 70°					
Megnevezés (megrendeléskor)	Szokásos szerzámnyagok: HS18 0 1 (R3), 105WCr1 (W9)																	
	HS18 0 1 minőségű gyorsacéllapkával készült 16x16 mm szárkeresztmetszetű, 100 mm hosszú, $\chi = 45^\circ$ elhelyezési szögű, jobbos, III. élszögcsoport szerinti élliképzésű, egyenes jobbos esztergakés megnevezése: <b>Egyenes esztergakés HS18 0 1 16x16x100 J 45° III MSZ 1287</b>				HS18 0 1 minőségű gyorsacéllapkás, 10x10 mm szárkeresztmetszetű, jobb oldalas, III. élszögcsoport szerinti élliképzésű esztergakés megnevezése: <b>Homlokeltű esztergakés HS18 0 1 10x10 J III MSZ 1289</b>				HS18 0 1 minőségű gyorsacéllapkával készült, 25x16 mm szárkeresztmetszetű, jobbos, a III. élszögcsoport szerinti élliképzésű, oldaleltű esztergakés megnevezése: <b>Oldaleltű esztergakés HS18 0 1 25x16 J III MSZ 1290</b>				HS18 0 1 minőségű keményfémlapkás, 10x10 mm szárkeresztmetszetű, a III. élszögcsoport szerinti élliképzésű, egyenes, hegyes esztergakés megnevezése: <b>Egyenes, hegyes esztergakés HS18 0 1 10x10 III MSZ 1287</b>					

Ábra	A szerszám neve és szabvány száma	Jellemző méretek [mm]														
		tömör							gyorsacélappal				keményfémappal			
		szárkeresztm.	8x8	10x10	12x12	16x16	20x20	25x16	32x20	40x25						
	Hajlítót hegyes esztergákészlet, jobbos és balos gy ac lapkás: MSZ1292	szárkeresztm.	8x8	10x10	12x12	16x16	20x20	25x16	32x20	40x25						
		hossz	80	90	100	110	125	140	170	200						
		csúcs-sugár	1	1	1,5	2	2	2,5	3	3						
	Szűrő esztergákészlet, jobbos és balos gy ac lapkás: MSZ1294	szárkeresztm.	8x12	10x16	12x12		25x16	32x12	40x25	50x32	10x16 10x15	12x20	16x25 15x25	20x32	25x40	32x50
		hossz	100	110	125		140	170	200	240	80-100	100-120	100-160	120-180	140-200	180-250
		csúcs-sugár	-	-	-		-	-	-	-	0,3	0,3	0,3	0,5	0,5	0,5
	Átmenő lyukészlet, csak jobbos gy ac lapkás: MSZ1296 kem. fém lapkás: MSZ1212	szárkeresztm.	8x8	10x10	12x12	16x16	20x20	25x25	32x32	40x40	10x10	12x12	16x16	20x20	25x25	32x32
		hossz	125	150	180	210	220	260	315	380	120-140	140-160	160-200	180-220	200-250	250-300
		csúcs-sugár	0,5	0,5	0,5	1	1	1,5	1,5	2	0,3	0,3	0,5	0,5	0,5	1
	Fenyőlyukészlet, csak jobbos gy ac lapkás: MSZ1297 kem. fém lapkás: MSZ1913	szárkeresztm.	8x8	10x10	12x12	16x16	20x20	25x25	32x32	40x40	10x10	12x12	16x16	20x20	25x25	32x32
		hossz	125	150	180	210	220	260	315	380	120-140	140-160	160-200	180-220	200-250	250-300
		csúcs-sugár	0,5	0,5	0,5	1	1	1,5	1,5	2	0,3	0,3	0,5	0,5	0,5	1
	Beszűrő lyukészlet, csak jobbos: MSZ1299	szárkeresztm.	8x8	10x10	12x12	16x16	20x20	25x25	30x30	40x40	10x16	12x20	16x25	20x32	25x40	32x50
		hossz	125	150	180	210	160-220	180-250	220-300	250-300	80-100	100-120	100-160	120-180	140-200	180-250
		csúcs-sugár	-	-	-	-	0,5	0,5	0,5	0,5						

Szakosított szerszámok: HS18 0 1, 105WC1

Megnevezés (megrendeléskor):  
 HS18 0 1 minőségjelű gyorsacélappal, 10x10 mm szárkeresztmetszetű, jobbos, a III. élszögcsoporthoz szerinti élliképzésű, hajlítót, hegyes esztergákészlet megnevezése: **Hajlítót, hegyes esztergákészlet HS18 0 1 10x10 III. MSZ 1292**  
 HS18 0 1 minőségjelű gyorsacélappal készült, 25x16 mm szárkeresztmetszetű, jobbos, a III. élszögcsoporthoz szerinti élliképzésű, szűrő esztergákészlet megnevezése: **Szűrő esztergákészlet HS18 0 1 25x16 III. MSZ 1294**  
 K minőségű felforrasztott keményfémappal és alapélliképzéssel készült, 20x20 mm szárkeresztmetszetű, 220 mm szárhosszú átmenő lyukészlet megnevezése: **Átmenő lyukészlet K10 20x20 mm MSZ1912**  
 HS18 0 1 minőségjelű gyorsacélappal készült, 30x30 mm szárkeresztmetszetű, 220 mm hosszú, a III. élszögcsoporthoz szerinti élliképzésű, beszűrő lyukészlet megnevezése: **Beszűrő lyukészlet HS18 0 1 30x30 III. MSZ 1299**

13. sz. melléklet -Ajánlott a/f viszony

A munkadarab anyagának szakítószilárdsága Rm, MPa	Szerszámanyag			
	gyorsacél	keményfém		
		P10	P20	P30
< 500	3,2 : 1	6 : 1	5 : 1	4 : 1
500—600	4 : 1	8 : 1	6 : 1	5 : 1
600—700	5 : 1	10 : 1	8 : 1	6 : 1
700—850	6 : 1	12,5 : 1	10 : 1	8 : 1
850—1000	8 : 1	16 : 1	12,5 : 1	10 : 1
1000—1400	12,5 : 1	-	20 : 1	16 : 1

14. sz. melléklet -Forgácsolási adatok tömör keményfém fúróhoz

Anyagcsoport	Javasolt vágósebesség, vc (m/perc)						Fúróátmérőhöz javasolt előtolás, f (mm/ford)														
	Külső hűtés			Belső hűtés			Ø 14				Ø 16			Ø 18				Ø 20			
	180	140	100	220	180	120	0,28	0,38	0,45	0,30	0,40	0,48	0,33	0,42	0,50	0,34	0,43	0,51			
1.	180	140	100	220	180	120	0,28	0,38	0,45	0,30	0,40	0,48	0,33	0,42	0,50	0,34	0,43	0,51			
2-3.	150	130	80	190	160	100	0,28	0,38	0,45	0,30	0,40	0,48	0,33	0,42	0,50	0,34	0,43	0,51			
4-5.	130	100	70	160	130	90	0,26	0,35	0,41	0,28	0,37	0,44	0,31	0,38	0,46	0,31	0,39	0,47			
6.	100	80	60	120	100	120	0,23	0,30	0,36	0,24	0,32	0,38	0,27	0,33	0,40	0,27	0,34	0,41			
7.	80	60	50	100	80	60	0,18	0,24	0,29	0,19	0,26	0,31	0,21	0,27	0,32	0,22	0,27	0,33			
8-9.*	80	60	40	100	80	50	0,15	0,20	0,23	0,16	0,21	0,25	0,17	0,22	0,26	0,18	0,22	0,27			
10.*	60	50	30	70	60	40	0,12	0,17	0,20	0,13	0,18	0,21	0,15	0,18	0,22	0,15	0,19	0,22			
11.*	50	40	20	60	50	30	0,10	0,14	0,16	0,11	0,14	0,17	0,12	0,15	0,18	0,12	0,15	0,18			
12.	140	110	80	170	140	100	0,38	0,51	0,61	0,41	0,54	0,65	0,45	0,57	0,68	0,46	0,58	0,69			
13-14.	120	100	60	150	120	80	0,34	0,45	0,54	0,36	0,48	0,58	0,40	0,50	0,60	0,41	0,51	0,61			
15.	90	70	60	110	90	70	0,19	0,26	0,31	0,20	0,27	0,33	0,23	0,28	0,34	0,23	0,29	0,35			
16-17.	240	160	110	300	200	140	0,38	0,48	0,58	0,41	0,51	0,61	0,43	0,53	0,64	0,44	0,54	0,65			

15. sz. melléklet  $-K_a$  módosító tényező

A munkadarab anyaga			Módosító tényező, $K_a$		
Megnevezés	Keménység, HBS	Szakító-szilárdság $R_m \left[ \frac{N}{mm^2} \right]$	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
Szénötvtözesű 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
Szénötvtözesű szerszám - acélok és nehezen megmunkálható szerkezeti acélok	230–262	785–880	0,90	1,10	1,09
	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
Cr, Cr-Ni, Cr-V, Cr-Ni-V, Ni, Ni-Mo, Cr-Ni-Mo-V acélok	262–280	880–981	0,65	1,30	1,30
	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
Mn, Cr-Mn, Cr-Mn-Mo, Cr-Mn-Ti, Cr-Si, Mo, W-Cr-Mo, Al, Cr-Al, Cr-Si_mo acélok	260–288	880–981	0,69	1,43	1,40
	288–317	981–1080	0,65	1,55	1,52
	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
Wolframacélok	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
Gyorsacélok, krómmal erősített ötvözött szerszámacélok, korrózióálló és szelepacélok	203–230	680–785	0,50	1,20	1,20
Sárgaréz			3,00		
Duralumínium, szilumin, Al.			5,00		
Elektron			6,00		
Ötöttvas	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
Bronz, közepesen kemény, kemény	240–260		0,69	1,12	1,12
			3,00		
			1,50		

16. sz. melléklet -A forgácsolósebesség alapértékei gyorsacél szerszámmal való fúrásra tömör anyagba ( $v_0$ )

Megmunkálendő anyag		Furatátmérő, d [mm]																	
		2	4	6	8	10	12	16	20	24	28	30	35	40	45	50	55	60	65
		$v_0 \left[ \frac{m}{min} \right]$																	
Ötvözetlen 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	$HBS \leq 200$	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
	$HBS \geq 200$	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, vörösvözetek, 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

17. sz. melléklet - $K_1$  módosító tényező

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

18. sz. melléklet -Az előtolás értéke tömör anyagba fúráskor

A fúró átmérője [mm]	Megmunkálendő anyag			
	Acél		Öntöttvas és színesfémek	
	$R_m \leq 900 \frac{N}{mm^2}$	$R_m \geq 900 \frac{N}{mm^2}$	$HBS \leq 170$	$HBS \geq 170$
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

19. sz. melléklet -Forgácsolósebesség alapértékei különféle marószerszámokra

Sor- szám	Szerszám	Fogankénti előtolás, $f_1$ [mm]	Mégmunkált anyag										
			I. acél hűtéssel					II. vasöntvény hűtés nélkül					
			fogásmélység, a [mm]					fogásmélység, a [mm]					
			3	5	8	12	16	3	5	8	12	16	
Forgácsolási sebesség-alapérték, $v_0$										$\frac{m}{min}$			
1.	Nagy teljesítményű palástmaró	0,40	18	14	12	10	-	20	16	10	9	-	
		0,30	22	18	16	14	-	24	19	15	12	-	
		0,20	25	22	19	17	-	31	24	19	15	-	
		0,12	31	27	23	21	-	38	30	23	19	-	
		0,08	34	30	26	23	-	42	32	25	20	-	
		0,05	37	32	28	25	-	45	34	27	23	-	
2.	Nagy teljesítményű homlokmaró és marófej	0,40	-	-	-	-	-	27	26	25	24	-	
		0,30	22	21	20	19	-	30	29	28	26	-	
		0,20	25	24	23	22	-	35	34	32	31	-	
		0,12	31	30	29	27	-	44	42	39	38	-	
		0,08	35	34	32	31	-	52	49	47	45	-	
		0,05	38	36	35	34	-	62	59	56	54	-	
3.	Betétkéses homlokmaró	0,60	-	-	-	-	-	24	23	21	20	-	
		0,40	-	-	-	-	-	28	26	25	24	-	
		0,30	23	22	20	-	-	30	29	28	27	-	
		0,20	27	25	24	23	-	36	34	33	32	-	
		0,12	33	32	30	28	-	45	43	41	39	-	
		0,08	37	35	34	32	-	53	50	48	46	-	
4.	Számáró	0,05	41	38	36	35	-	-	-	-	-	-	
		0,12	20	15	14	-	-	26	24	22	-	-	
		0,08	21	16	16	-	-	29	26	24	-	-	
		0,06	22	17	17	-	-	31	28	26	-	-	
		0,04	23	19	18	-	-	34	30	29	-	-	
		0,02	26	22	20	-	-	39	35	32	-	-	
5.	Domború (konvex) alakmaró	0,12	30	26	22	18	17	-	-	-	-	-	
		0,08	32	28	24	21	20	-	-	-	-	-	
		0,05	35	30	26	24	22	-	-	-	-	-	
		0,03	39	34	28	26	25	-	-	-	-	-	
		0,02	42	36	29	28	27	-	-	-	-	-	
6.	Homorú (konkáv) alakmaró és szögmaró	0,12	25	21	18	16	14	-	-	-	-	-	
		0,08	27	23	20	18	17	-	-	-	-	-	
		0,05	29	25	22	20	19	-	-	-	-	-	
		0,03	32	29	24	23	21	-	-	-	-	-	
		0,02	35	32	26	25	23	-	-	-	-	-	

20. sz. melléklet - $K_a$  módosító tényező marásnál

I. acélanyagok	$R_m$ , szakítószilárdság [N/mm <sup>2</sup> ]									
	200-300	300-400	400-500	500-600	600-700	700-800	800-900	900-1000	1000-1100	1100-1200
	$k_a$									
Cr-, Ni-, Wo-acélok					0,92	0,80	0,70	0,50	0,41	
Ötvözött sze rszám- és gyorsacélok					0,70	0,60	0,53	0,37	0,31	0,25
Alumíniumö tvözetek	0,60	0,50	0,40							
	HBS Brinell keménység									
Vasöntvény, öntött fémek és műanyagok	100-120	120-140	140-160	160-180	180-200	200-220	220-240	240-260		
	$k_a$									
Vasöntvény		1,40	1,23	1,10	1,00	0,90	0,83	0,76		
Temperöntvény	1,30	1,12	1,00	0,90	0,83					
Rézötvözetek	1,00	1,00	0,70	0,70	0,60	0,60				
Műanyag, kéregpapír			1,50-2,00							

21. sz. melléklet - $K_{sz}$  módosító tényező marásnál

Szerszám- anyag	Szerszámacél					Keménység					
	HS12 1 4	HS 6 5 3	HS18 0 1	HS 6 5 2	100 Cr6	Ötvö- zetlen	P10	P20	P30	K20	K10
$k_{sz}$	1,20	1,10	1,00	0,80	0,60	0,40- 0,50	0,55	0,34	0,25	0,25	0,32

22. sz. melléklet - $K_k$  módosító tényező

Kéreg nélkül				Kéreggel együtt				
Acél		Öntöttvas és réz-öntvény	Keménység HBS	Acél			Öntöttvas	Réz-öntvény, öntvény
Hengerelt, kovácsolt	Öntvény			Melegen hengerelt	Kovácsolt	Öntvény		
1,00	0,90	1,00	< 160	0,90	0,80	0,75	0,70	0,90
			160–200		0,85	0,80	0,75	0,90
			> 200		0,90	0,85	0,80	0,95

23. sz. melléklet - $K_k$  módosító tényező

fok	Acélra	Öntöttvasra
30	1,50	1,36
45	1,19	1,14
60	1,00	1,00
75	0,87	0,90
90	0,77	0,83

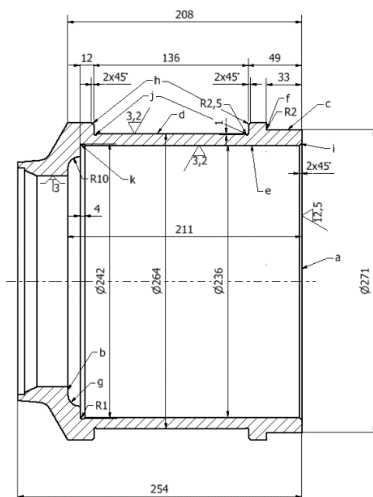
24. sz. melléklet -Fogankénti előtolás

A szerszám-gép	nagysága állapota	1			2			3		
		nagy méretű			közepes nagyságú			kisméretű		
A munkadarab befogása		merev	kevésbé merev	bizonytalan	merev	kevésbé merev	bizonytalan	kevésbé merev	bizonytalan	
Szerszám és anyag		Fogankénti előtolás [mm fog]								
Palástmaró	nagy méretű, ritka fogazású	acél	0,40-0,60	0,30-0,40	0,20-0,30	0,20-0,30	0,12-0,20	0,10-0,15	0,10-0,15	0,06-0,10
		öntöttvas	0,60-0,80	0,40-0,60	0,25-0,40	0,25-0,40	0,20-0,30	0,12-0,20	0,12-0,20	0,10-0,15
	kisméretű, sűrű fogazású	acél	-	-	-	0,10-0,15	0,06-0,10	0,06-0,08	0,05-0,08	0,03-0,06
		öntöttvas	-	-	-	0,12-0,20	0,10-0,15	0,08-0,12	0,06-0,12	0,05-0,10
Homlokmaró	nagy méretű, ritka fogazású	acél	0,20-0,30	0,15-0,25	0,10-0,15	0,12-0,20	0,08-0,15	0,06-0,10	0,04-0,06	0,03-0,05
		öntöttvas	0,40-0,60	0,30-0,50	0,20-0,30	0,30-0,50	0,20-0,40	0,15-0,25	0,15-0,30	0,10-0,20
	kisméretű, sűrű fogazású	acél	-	-	-	0,08-0,12	0,06-0,10	0,04-0,08	0,04-0,06	0,03-0,05
		öntöttvas	-	-	-	0,20-0,35	0,15-0,30	0,10-0,20	0,12-0,20	0,08-0,15
Tárcsumaró	nagy méretű, ritka fogazású	acél	0,15-0,25	0,12-0,20	0,10-0,15	0,10-0,18	0,08-0,15	0,06-0,10	0,04-0,06	0,03-0,05
		öntöttvas	0,30-0,50	0,25-0,40	0,20-0,30	0,25-0,40	0,20-0,30	0,15-0,25	0,15-0,25	0,10-0,20
	kisméretű, sűrű fogazású	acél	-	-	-	0,08-0,12	0,06-0,10	0,04-0,08	0,04-0,06	0,03-0,05
		öntöttvas	-	-	-	0,20-0,30	0,15-0,25	0,10-0,20	0,12-0,20	0,08-0,15

25. sz. melléklet -Műveleti utasítások

MATE, Szent István Campus, MI Anyagtudományi és Gépipari Folyamatok Tanszék	<b>MŰVELETI UTASÍTÁS</b> forgácsolásra		Lapszám: 1/7
Rajzsám:	Munkadarab megnevezése: <b>Kompresszorház</b>		Művelet száma: 13.
Anyag: GGG 40	Nyersméret: Ø271 x 254 mm	Művelet megnevezése: Esztergálás I.	Műveleti ut. száma: 1/5

Vázlat:

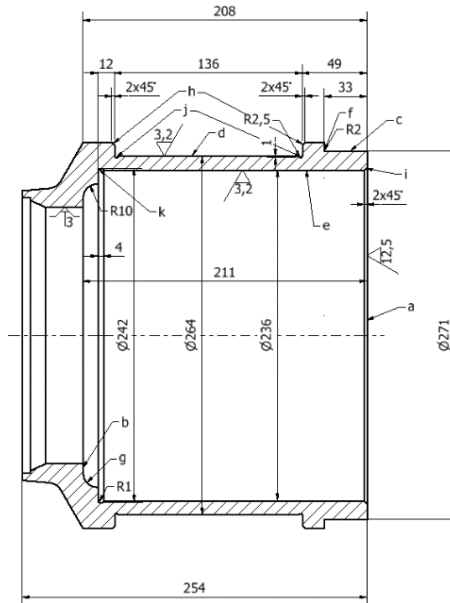


Sorsz.	Művelet tagozódása	Megm. felület	Szerszám, mérőeszköz, készülék	v m/min	n ford/p	f mm/f	a mm.	i
	Befog tokmányba							
1.	Oldalaz tisztára I.	a	Homlokélű esztergakés P20 32 x 32 J II. MSZ 1903	85,14	100	0,25	2	1
2.	Oldalaz tisztára II.	b	Fenéklyuk esztergakés P20 32 x 32 J III. MSZ 1913	66,6	100	0,25	2	1
3.	Palástnagyalás I. Ø267 x 31mm	c	Oldalélű esztergakés P20 32 x 32 J III. MSZ 1904	84,5	100	0,25	2	1
4.	Palástnagyalás II. Ø260,2x 136 mm	d	Oldalélű esztergakés P20 32 x 32 J III. MSZ 1904	82,94	100	0,32	1,9	1
5.	Belső palástnagyalás I. Ø239,8 x 195 m	e	Oldalélű esztergakés P20 32 x 32 J III. MSZ 1904	74,14	100	0,32	1,9	1
6.	Lekerekítés I. R2	f	SZ001 egyedi szerszám R2	74,14	100	0,25	2	1
7.	Lekerekítés II. R10	g	SZ001 egyedi szerszám R10	74,14	100	0,25	2	1
8.	Élletörés I. 2x45°	h	Oldalélű esztergakés P20 32 x 32 J III. MSZ 1904	74,14	100	0,25	2	1
9.	Élletörés II. 2x45°	i	Oldalélű esztergakés P20 32 x 32 J III. MSZ 1904	74,14	100	0,25	2	1
10.	Beszúrási I. 2x R2,5	j	SZ001 egyedi szerszám R2,5	15,15	100	0,25	2,5	1
11.	Beszúrási II. R1x 4 mm	k	SZ001 egyedi szerszám	74,14	100	0,25	2	1
12.	Palástsimítás Készre Ø260 x 136 mm	d	Oldalélű esztergakés P20 32 x 32 J III. MSZ 1904	81,74	100	0,25	0,1	1
13.	Belső palástsimítás készre Ø240 x 195	e	Oldalélű esztergakés P20 32 x 32 J III. MSZ 1904	75,3	100	0,25	0,1	1
Kiállította:		Kelte:	Ellenőrizte:	Kelte:	Darabidő:	Elkészülési idő:	Érv.darabszám	
Bógér Bálint		2025.10.18.			norm. i. pótidő	norm. i. pótidő	-tól	-ig
Javítások								5
Jel	Javította:	Kelte:	Ellenőr.:	Kelte:	Műhely:	Csoport:	Géptípus	
							VL	gép l.sz.
							norm.	a
							szükség szerinti változa	b
								c
Kapja: péld:								d
oszt:								



MATE, Szent István Campus, MI Anyagtudományi és Gépipari Folyamatok Tanszék	<b>MŰVELETI UTASÍTÁS</b> forgácsolásra		Lapszám: 2/7
Rajzsám:	Munkadarab megnevezése: <b>Kompresszorház</b>		Művelet száma: 13.
Anyag: GGG 40	Nyersméret: Ø271 x 254 mm	Művelet megnevezése: Esztergálás I.	Műveleti ut. száma: 1/5

Vázlat:



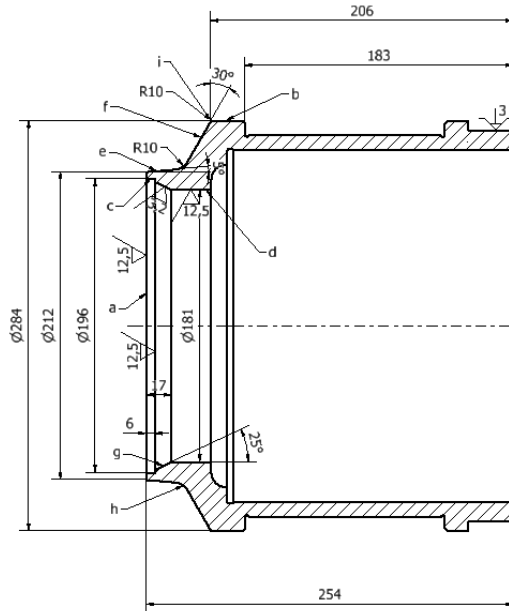
Sorsz.	Művelet tagozódása	Megm. felület	Szerszám, mérőeszköz, készülék	v m/min	n ford/p	f mm/f	a mm.	i
			Hűtés: emulzió					
			Digitális tolómérő					
			Hárompontos furatmikrométer					

Kiállította:	Kelte:	Ellenőrizte:	Kelte:	Darabidő:	Elkészülési idő	Érv.darabszámra:
Bógér Bálint	2025.10.18.			norm. i. pótidő	norm. i. pótidő	-tól -ig
Javítások						
Jel	Javította:	Kelte:	Ellenőr.:	Kelte:	Műhely:	Csoport:
						Géptípus
						norm. a VL-86
						szükség szerinti változa b
						c
Kapja: péld:						d
oszt:						



MATE, Szent István Campus, MI Anyagtudományi és Gépipari Folyamatok Tanszék	<b>MŰVELETI UTASÍTÁS</b> forgácsolásra		Lapszám: 4/7
Rajzsám:	Munkadarab megnevezése: <b>Kompresszorház</b>		Művelet száma: 15.
Anyag: GGG 40	Nyersméret: Ø271 x 254 mm	Művelet megnevezése: Esztérgálás II.	Műveleti ut. száma: 2/5

Vázlat:



Sorsz.	Művelet tagozódása	Megm. felület	Szerszám, mérőeszköz, készülék	v m/min	n ford/p	f mm/f	a mm.	i
			Hűtés: emulzió					
			Digitális tolómérő					
			Hárompontos furatmikrométer					

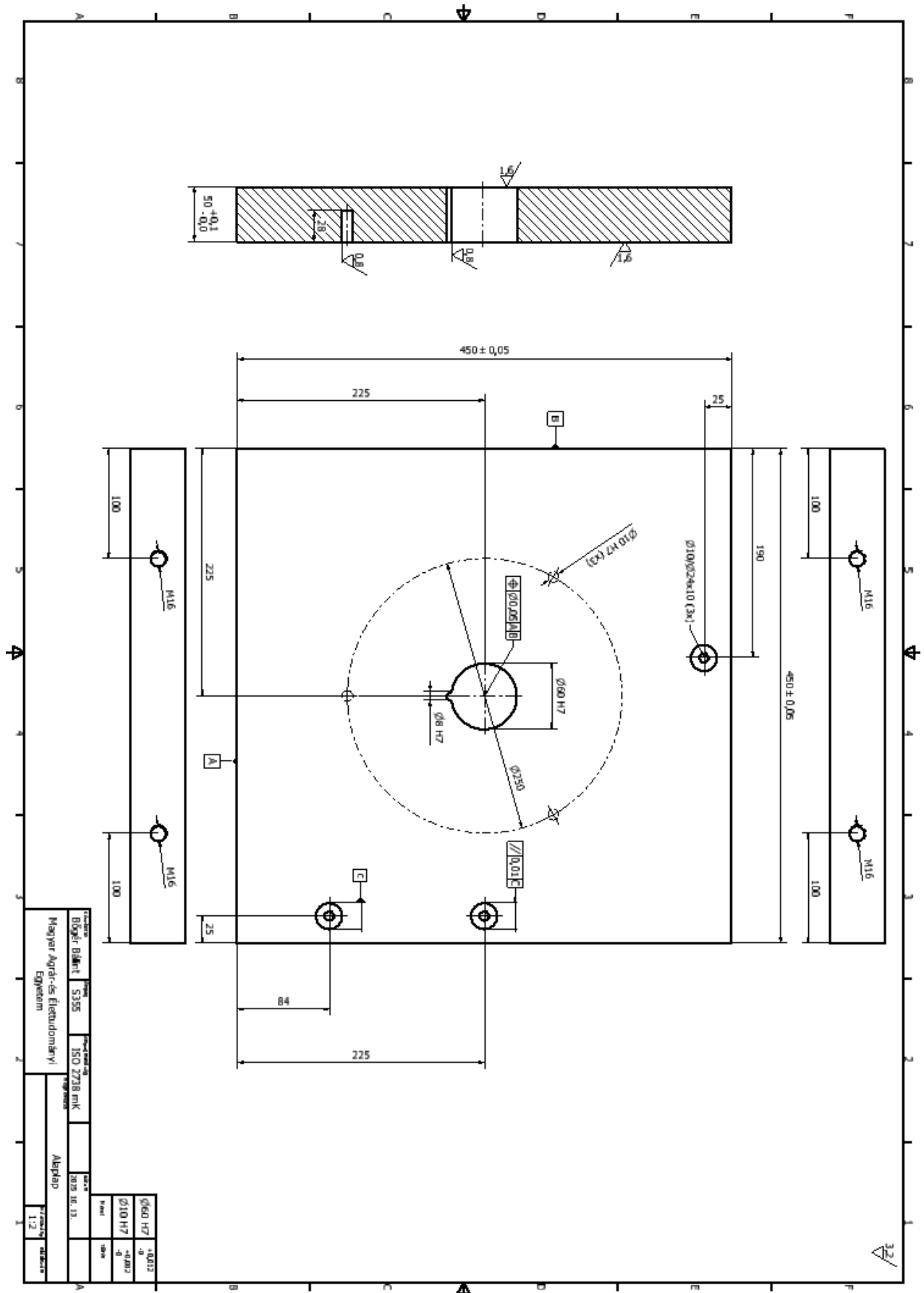
Kiállította:	Kelte:	Ellenőrizte:	Kelte:	Darabidő:	Elkészülési idő	Érv.darabszámra:
Bőgér Bálint	2025.10.18.			norm. i. pótidő	norm. i. pótidő	-tól -ig
Javítások						
Jel	Javította:	Kelte:	Ellenőr.:	Kelte:	Műhely:	Csoport:
						Géptípus
						norm. a VL-86
						szükség szerinti változa b
						c
Kapja: péld:						d
oszt:						
						gép l.sz.

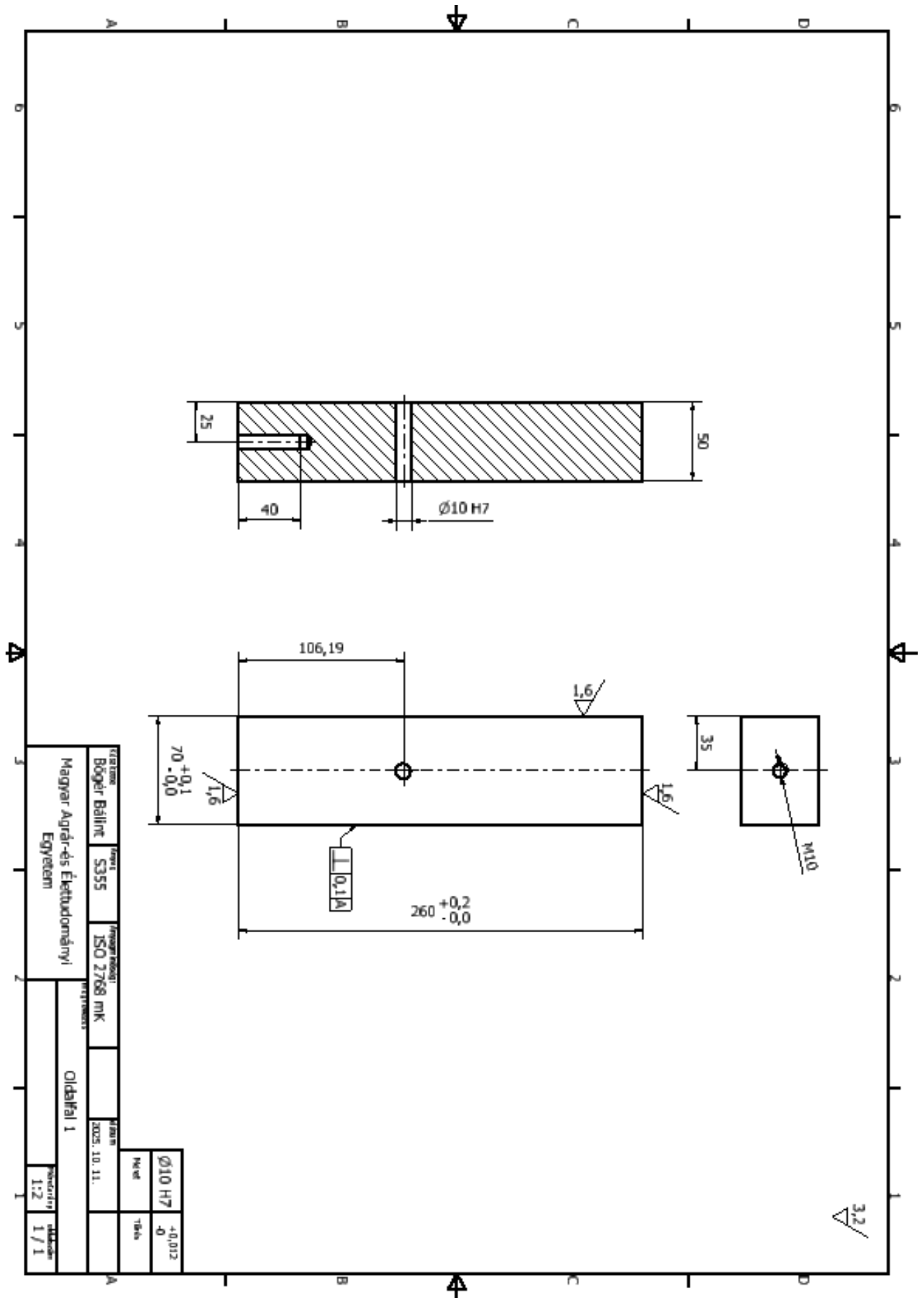




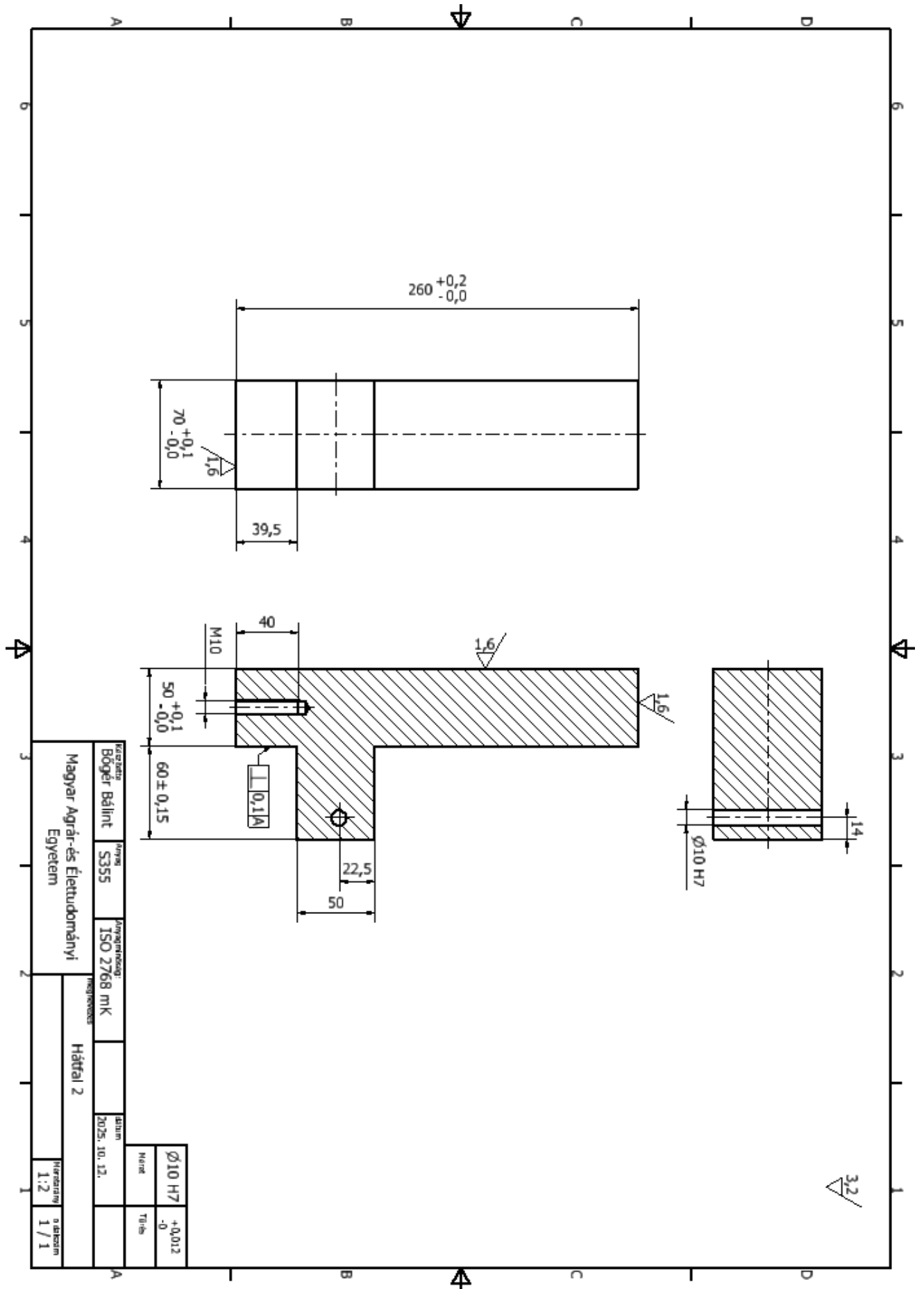


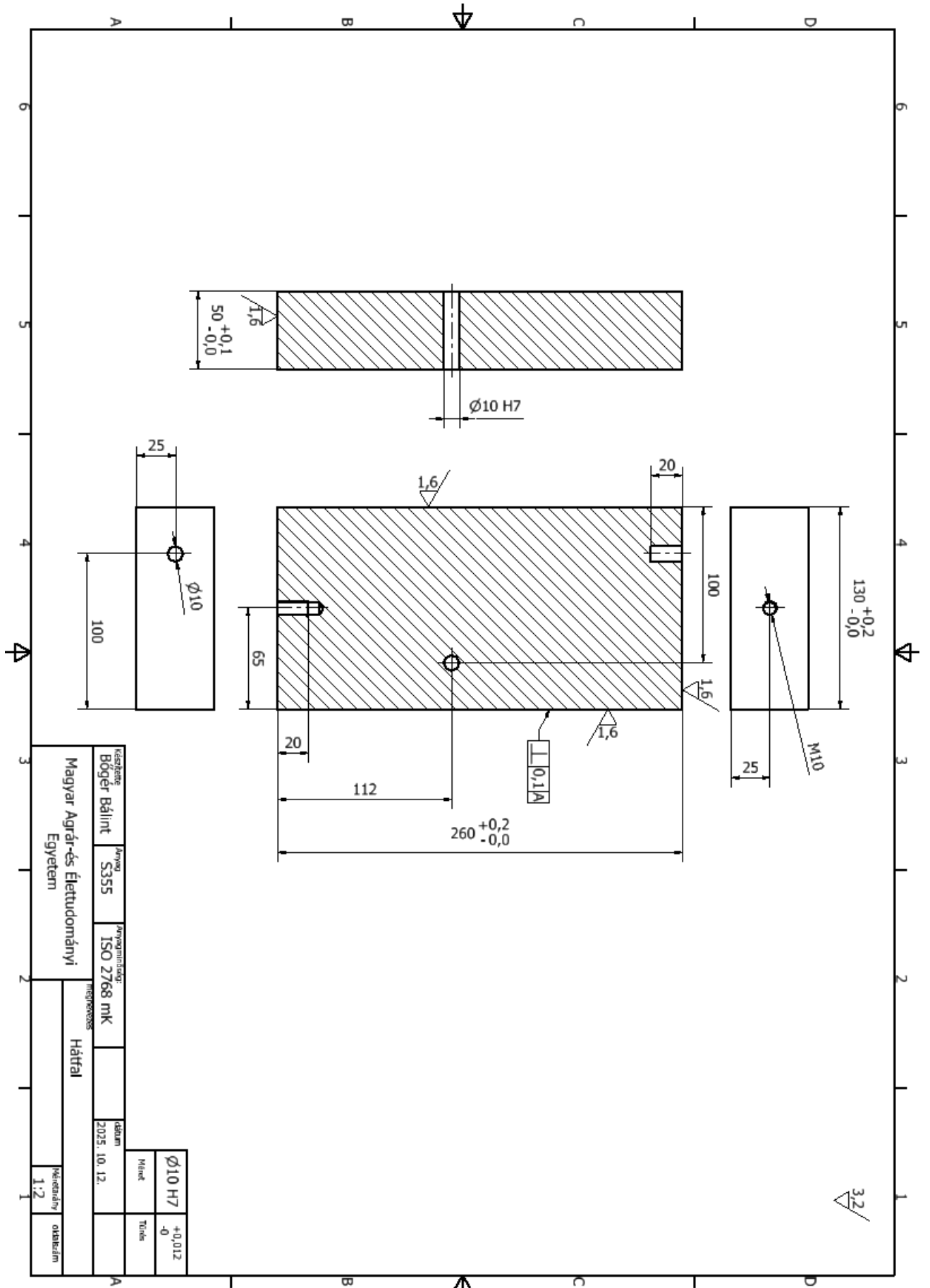
26. sz. melléklet – A fűrókészülék műhelyrajzai

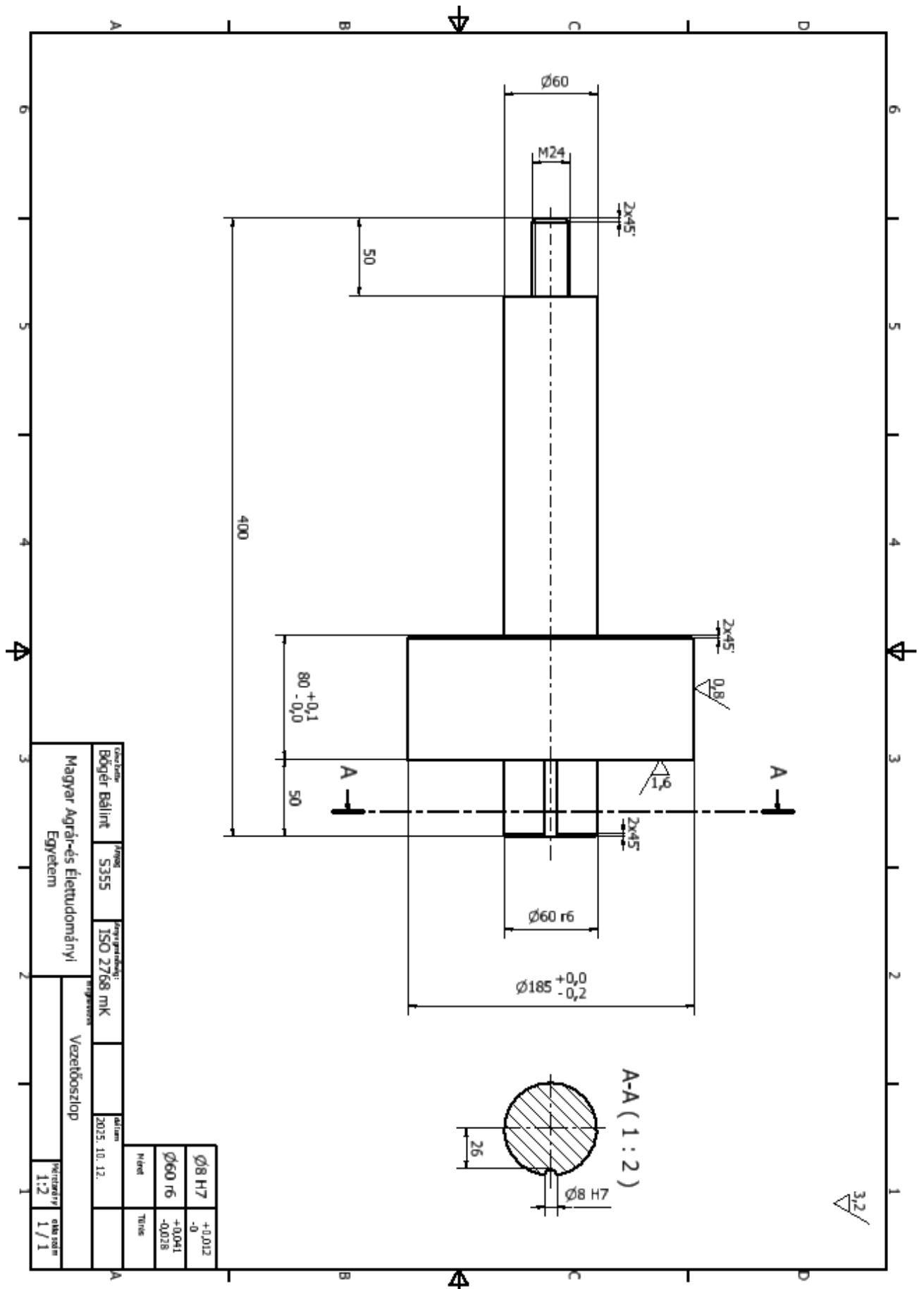


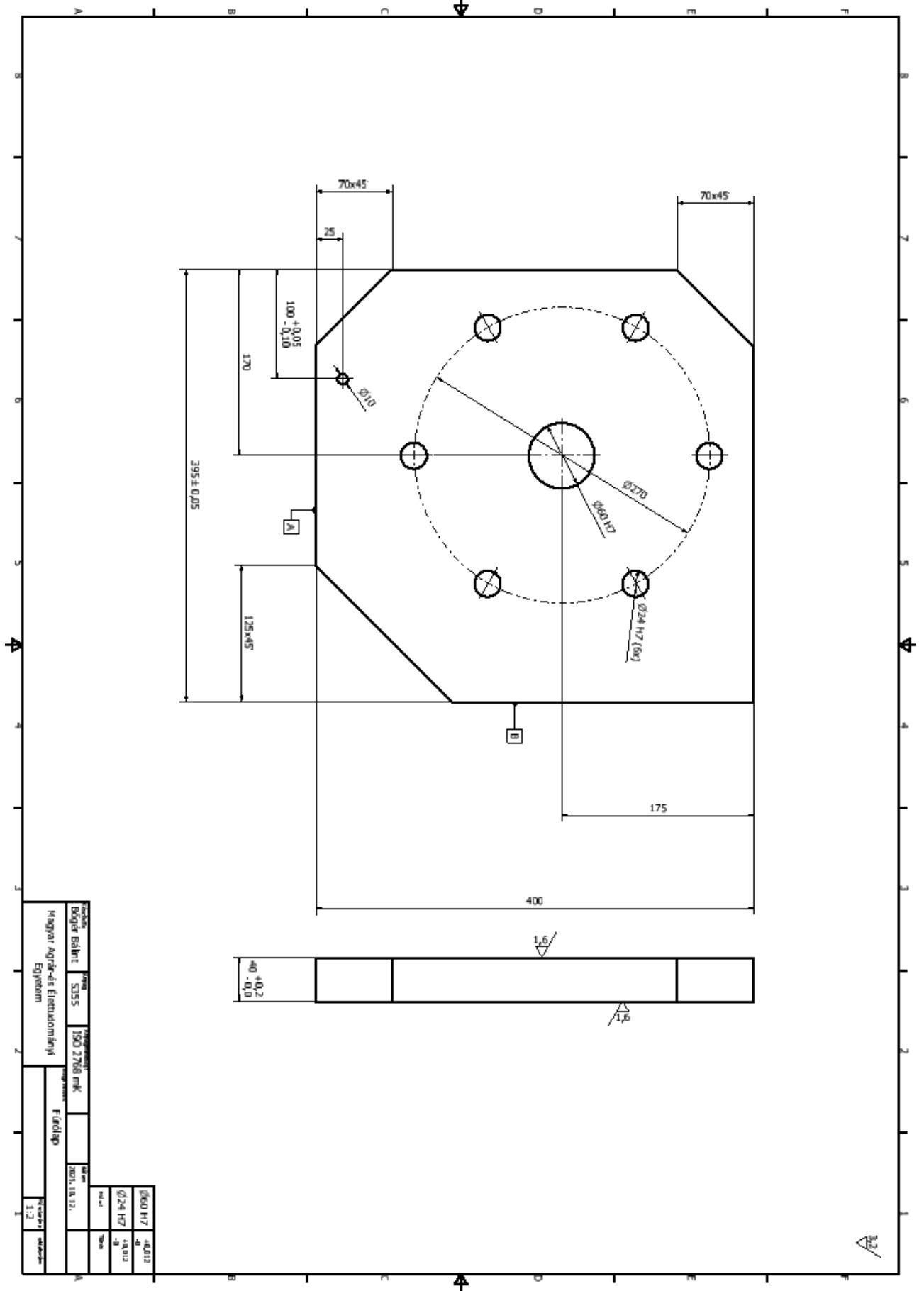












Rajz neve:		Rajz kódja:		Rajz dátuma:	
Bogár Bálint		S155		190 2768 mk	
Magyar Agrár- és Élettudományi Egyesület		Füvelap		1001. 10. 31.	
Rajz mérete:		Rajz aránya:		Rajz típusa:	
A3		1:2		Egyesületi	
60.0 H7	40.0 H7	24.0 H7	6x	70.0 H7	100.0 H7
40.0 ± 0.2	1.6	1.6			

