



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

**Dupla gerendás mozgódaru tengelyvég csatlakozásának  
hegesztéstechnológiájának kidolgozása**

**Belső konzulens:** Kári-Horváth Attila Ph.D.  
egyetemi docens

**Külső konzulens:** Bánhegyi József  
termelési vezető

**Készítette:** Rezessy Ádám  
AHY810  
nappali tagozat

**Intézet/Tanszék:**  
Anyagtudományi és Gépipari folyamatok Tanszék

**Gödöllő**  
**2024**

**MŰSZAKI INTÉZET  
GÉPÉSZMÉRNÖK ALAPSZAK  
Gépgyártó specializáció**

**SZAKDOLGOZAT**  
feladatlap

*Rezessy Ádám* (AHY810)

részére

A szakdolgozat címe:

**Dupla gerendás mozgódaru tengelyvég csatlakozásának hegesztéstechnológiájának kidolgozása**

**Feladatkiírás:**

Bevezetés, cégbemutató, szakirodalom feldolgozása, probléma bemutatása, hegesztéstechnológiai számítások, gyártástechnológiai tervezés, fűrészkészülék-tervezés, gazdasági számítás, összefoglalás

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

**Külső konzulens:** *Bánhegyi József*, termelési vezető, GO METALL Kft.

**Belső konzulens:** *Kári-Horváth Atilla Ph.D.*, egyetemi docens, Magyar Agrár és Élettudományi Egyetem

**Beadási határidő:** 2024. április 22

Gödöllő, 2024. február 12

Jóváhagyom

*Zsidi László*  
(tanszékvezető)

(szakfelelős)

Átvettem

*Rezessy Ádám*  
(hallgató)

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

Gödöllő, 2024.

*Bánhegyi József*  
(külső konzulens)

---

## Tartalom

1.	Bevezetés.....	5
2.	Cégbemutató ..... 6	6
3.	Szakirodalom feldolgozása .....	7
3.1.	Kovácsolt gyártmány .....	7
3.1.1.	Süllyesztékes kovácsolással történő előgyártmányok .....	8
3.2.	Forgácsoló megmunkálások.....	9
3.2.1.	MKGS-rendszer.....	11
3.2.2.	Esztergálás .....	11
3.2.3.	Fúrás .....	13
3.3.	Hűtő-kenő folyadékok .....	14
3.4.	Hegesztés .....	16
3.4.1.	Hegesztés fajtái.....	17
3.4.2.	AFI hegesztési eljárás .....	18
3.5.	Készüléktervezés.....	20
4.	Probléma bemutatása.....	23
5.	Kovácsszerszám-tervezés.....	25
5.1.	Gépész darab .....	25
5.2.	Kovácsdarab geometriájának kialakítása .....	26
5.3.	Ellenőrzés.....	33
5.4.	Kovácsdarab kész geometriája.....	34
5.5.	Alapanyag előkészítése .....	34
6.	Forgácsolás számítás .....	35
6.1.	Forgácsolási adatok meghatározása .....	35
7.	Hegesztés számítás .....	47
8.	Fúrókészülék-tervezés .....	54
9.	Gazdasági számítás .....	60

---

10.....	Összefoglalás
61	
11. Summary.....	62
12. Nyilatkozat.....	63
13. Irodalomjegyzék .....	66
14. Mellékletek .....	69
14.1. Kapott műszaki rajz .....	69
14.2. Tárcsa kovácsdarab műszaki rajza tőréssekkel .....	70
14.3. Forgácsolási eljárásokkal megmunkált tárcsa műszaki rajza.....	71
14.4. Forgácsolási számítások részletesen .....	71
14.5. Forgácsolási műveletisorrend .....	94
14.6. Hegesztési utasításlap .....	103

## 1. Bevezetés

Ebben a fejezetben röviden bemutatom, hogy a szakdolgozatom témája nagy körvonalakban miről fog szólni. Első lépésben fontos megnézni, hogy a dolgozatban majd tárgyalandó tengelyvég, a sín pályákon mozgó darukhoz kapcsolódik. A daruk alapvető feladata, hogy az anyagmozgatást vízszintes és függőleges irányba is el tudják végezni. Léteznek forgó és fűtődaruk, esetemben az utóbbi lesz érdekelt. Raktárakban, üzemcsarnokokban, műhelyekben alkalmazzák és telepíthető a mennyezetre vagy a talajra. Előnye, hogy a futómacska képes átfutni egy csatlakozó sín pályára akár, így óriási rendszer építhető ki.

A szakdolgozatom témáját a nyári kötelező hat hetes gyakorlatomon kaptam, amit a GO METALL Kft.-nél töltöttem gyakornokként. Ahol többek között megismerkedtem maga az öntvények gyártásával és ennek kapcsán az öntőmintákkal is, műszaki rajzok segítségével. Továbbiakban a darabok megmunkálásával, hegesztésével és alkatrészek szerelésével foglalkoztam. Kisebb acélszerkezetek összeállításában és gyártásában vettem részt. Tapasztalatot szereztem CNC megmunkáló gépek működéséről.

Szeretném bemutatni a nemzetközi szakirodalmat részletesen áttekintve és az egyre gyarapodó saját tudásomon keresztül a főbb mechanikai anyag alakítástechnológia módszereit és általuk kapcsolódó eszközöket, módszereket. Ezek a következők lennének: kovácsszerszám előgyártmány tervezés, a forgácsoló eljárások, hűtő-kenő folyadékok, illetve a hegesztési technológiák. A témám feldolgozása közben részletes számításokat és rajzokat készíték az előbb felsorolt műveletekről, amihez a SolidEdge program lesz számomra segítségül. Ezekről a folyamatokról egyetemen töltött éveimben tanultam, illetve sok mindent tapasztalhattam meg a gyakorlat alatt végzett munkám során. Ott töltött idő alatt találkoztam azzal a problémával, amire most a vizsgamunkám épül. Ugyanis míg a cégnél tartózkodtam érkezett egy nagyobb megrendelés, amit teljesíteni kellett. Ezzel csak egy nagyobb baj volt. A szükséges rajzi dokumentációk nem álltak rendelkezésünkre. Így kaptam a következő feladatot és a diplomamunkám során körbejárható területet is. A következőkben erre kerestem a megoldást, tervezések és számítások formájában. Továbbá gazdasági számításokat is végeztem a tervezési és gyártási folyamatokról.

---

## 2. Cégbemutató

Ahogy az előző oldalon már írtam említés szintjén a GO METALL Kft.-nél dolgoztam hat héten keresztül, ezért a következő bekezdésben a cégről pár fontosabb adatot osztok meg.

### Elérhetőségek:

- Székhely: H-1211 Budapest, Acélcső u. 15-17.
- Tel.: (36-1)-277-8302; (36-1)-278-2266; (36-1)-278-2267
- E-mail: [gometall@t-online.hu](mailto:gometall@t-online.hu)
- Honlap: <http://www.go-metall.hu/>

A vállalatot 1990-ben alapították és jelenleg magányszemélyek keze alatt működik, nagyjából 30-35 fő munkatárssal. Az éves forgalma 1,7 millió euróra tehető. Ez az adat 2022-es évi összesítésből adódott. A termelési kapacitás nyolcvanezer megmunkálási óra/évre tehető. Az itt készített termékek, berendezések 80%-a kerül exportra a termelési folyamat végén. Minőségirányítási rendszer az MSZ EN ISO 9001:2015 szabvány alapján. Több számos ország piacán megtalálhatóak az itt gyártott és innen exportált termékek. Például Belgium, Németország, Hollandia, Egyesült Amerikai Államok, Ausztria, Franciaország és Svédország. Emiatt a beszélt nyelvek közé tartozik az angol és a német is. Kettő nagyobb telephely van, az egyik Budapesten található, Csepeli Művek Ipari Parkban, ahol mintegy 1990 m<sup>2</sup>-en folyik a termelés. Másik Tabon helyezkedik el, ahol mindössze 600 m<sup>2</sup>-en történik a munkavégzés.

### Vezetők:

- Ügyvezető Igazgató: Trembulyák Marcell
- Kapcsolattartó személyek: Nagy Márta és Bánhegyi József

A GO METALL Kft. elsődleges tevékenységi körei a műszaki rajzok alapján történő gépalkatrészgyártások, ahol öntvényeket, öntőmintákat készítenek, hegesztett acélszerkezetek esetében láng- és lézervágott alkatrészek hegesztését és beszerelését végzik. Az öntvényeket képesek készre munkálni, CNC megmunkáló gépek segítségével. Továbbá kisebb acélszerkezetek összeállításával és gyártásával, valamint alkatrészek szerelésével kapcsolatban is lehet őket keresni.

Termékeik elsősorban szerszámgépiparban, élelmiszeri gépiparban, kompresszor-gyártás és olaj- és gázipar területére készülnek. Népszerű termékeik például a pumpaházak, hajtásházak, csapágyház, csapágyfedél, hajtókarok és egyéb szerszámgépipari alkatrészek.

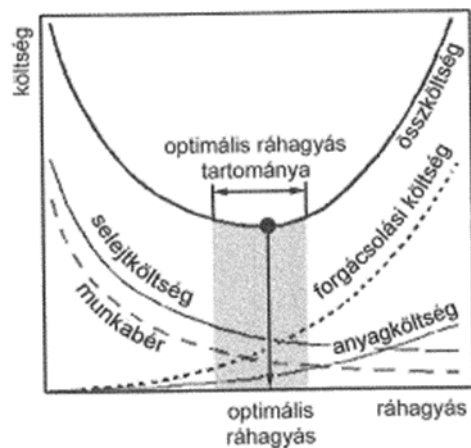
### 3. Szakirodalom feldolgozása

#### 3.1. Kovácsolt gyártmány

Kovácsolás eljárásakor az öntött anyag kristályszerkezetében megy végbe alakváltozás. Ahhoz, hogy egyenletes, finom szövetszerkezetet hozzunk létre elengedhetetlen a kovácsdarab teljes keresztmetszetében elérni az egyenletes alakváltozást. Kovácsolással történő képlékeny alakítással, ütéssel vagy nyomással, megközelítőleg jó alakot, méretet, mechanikai tulajdonságot lehet elérni. Lehet szabadalakító vagy süllyesztékes kovácsolás [1]. Utóbbi alatt, olyan képlékenyalakító eljárást értünk, amely során a munkadarabot felhevítjük a kovácsolási hőmérsékletre majd egy előre elkészített üregbe ütjük, sajtoljuk bele [2]. Szabadalakító kovácsolás esetében a képlékeny alakítás a sík üllő felülete és a kalapács közt megy végbe a munkadarab forgatása közben [1]. Azt, hogy melyik technológiai módszert választjuk azt főleg gazdasági kérdés határozza meg, ami pedig a készítendő kovácsdarab mennyiségétől függ. Szabadalakító kovácsolásnál a forgácsolási költségek és anyagköltségek magasabbak, míg a süllyesztékes kovácsolásnál a szerszám költségeit kell figyelembe venni. [3]

Előgyártmánynak a munkadarab kiindulási állapotát hívjuk, ahol az alakja, mérete és anyagszerkezete is lépésről lépésre változik. Előgyártási technológiákkal állítják elő, ilyen például az öntés, kovácsolás, sajtolás, hengerelés stb. Különböző előgyártmány típusok léteznek. Hengerelt előgyártmányt típust akkor választjuk, ha a hangsúly a termelékenységen van kicsi darabszám esetén, mivel kevés a forgácsleválás. Következő lehetőség a kovácsolt előgyártmány, ahol kedvező mechanikai tulajdonságok mellett dolgozhatunk. Ennek több fajtája van: szabadalakító, süllyesztékes, hidegsajtolás, finomkovácsolás, hidegfolyatás. [4] [5]

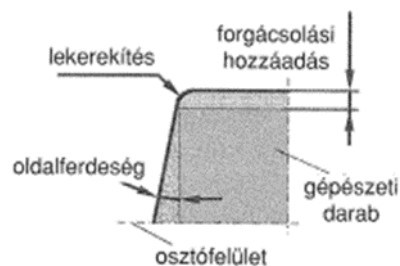
Előgyártmányok kapcsán még fontos a ráhagyás mértéke. Ez azt jelenti, hogy mind a nyers munkadarabnak, mind az összes megmunkálási műveletnél számolnunk kell vele. Minden fogásnál kalkulálnunk kell az adódó felületi hibákkal, amit a következő lépésben munkálunk le. Nagyolás műveletnél szedjük le a ráhagyás legnagyobb részét, míg a simításnál a legkevesebb forgács keletkezik. Ráhagyásokat csak a megmunkálendő felületekre kell tervezni és készíteni, viszont tűréseket a nyersen maradó és megmunkálendő felületre is meg kell adni, amiket szabvány ír elő. A ráhagyás mértékét hengeres alakú anyagokon átmérőre írják elő, síkfelületen oldalanként. Nagy szerepet játszik a ráhagyás megadásában a költséghatékonyság. A 3.1. ábra a különböző költség tényezők alakulását mutatja be a ráhagyás függvényében. [6]



3.1. ábra: Az optimális ráhagyás mértéke [6]

### 3.1.1. Süllyesztékes kovácsolással történő előgyártmányok

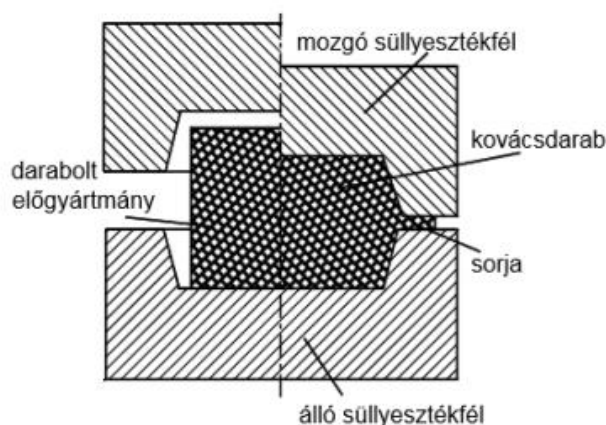
Süllyesztékes kovácsoláskor két szerszámfélben lévő üreg bírja alakváltozásra a munkadarabot. Az anyag áramlását az osztófelületen kifolyó sorja szabályozza az üregben. Kovácsolás közben technológiai jellemzőket figyelembe kell venni, ilyen az oldalak ferdesége, élek lekerekítése stb. Süllyesztékes előgyártmány csak bizonyos darabszám előállítás mellett gazdaságos. A 3.2. ábra mutatja a kovácsdarab tervezését, ahol látszik, hogy az oldalferdeségek és a hozzáadások miatt anyagfebbel kell számolni. [6] [7]



3.2. ábra: Kovácsdarab tervezése [6]

A kész üreg meghatározza a munkadarab méreteit, alakját. Használatos még az úgynevezett előüreg, ami növeli a kész üreg élettartamát és a kovácsdarab minőségét javítja. Ennek segítségül szolgál az előkészítő üreg, ami csökkenti az üreg alakváltozás mértékét és növeli az élettartamát. [6]





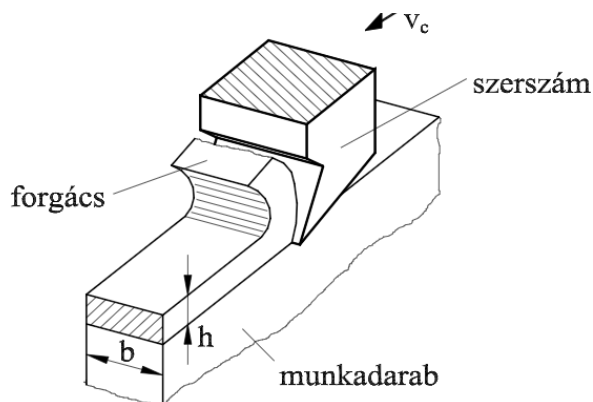
3.3. ábra: Süllyesztékes kovácsolás elvi vázlata [2]

Fontos még tervezésnél meghatározni a fal- és bordaméreteket, az oldalferdeségeket és a lekerekítéseket. Az utóbbi alkalmazásánál minél kisebb a lekerekítés nagysága, annál nagyobb erőre van szükségünk, hogy az anyagot az adott üregbe sajtoljuk bele. Túl nagy erő kifejtés következménye, hogy feszültségi repedések jelentkeznek. Ha az oldalferdeségünk kisebb a kelleténél, akkor az anyag beragadhat. [6]

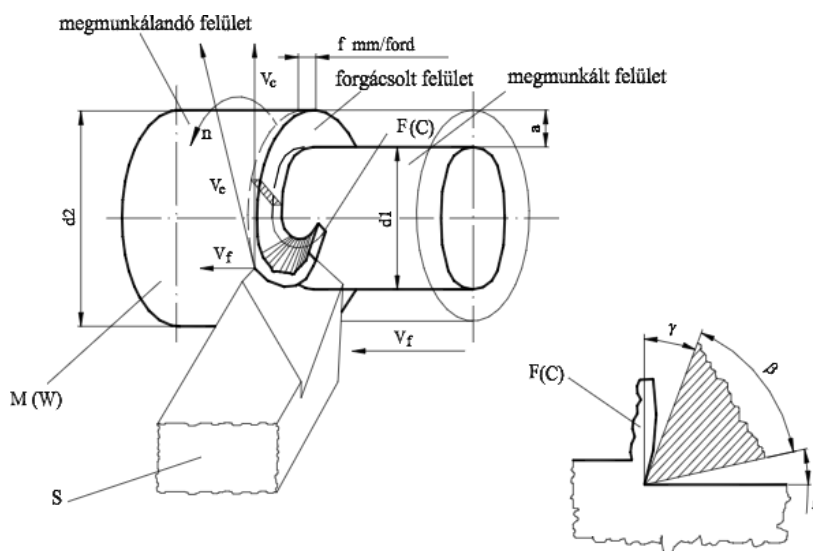
### 3.2. Forgácsoló megmunkálások

A forgácsolás fogalmán azt a mechanikai úton a nyers munkadarabról forgácsot választunk le, egy vagy több élű szerszámmal annak érdekében, hogy az előírt méretű, alakú és felületi érdességű alkatrészt kapjunk. [5] [8]

Munkadarabnak a forgácsolás folyamatában lévő előgyártmányt hívjuk, amennyiben a kívánt végeredményt elértük, szerelésre kész, alkatrésznek tekintjük. A forgácsleválasztást szerszám segítségével érjük el. Az eltávolított, leesett anyag a forgács. Abban az esetben, ha a forgácsolás a szerszám csak az élének egy szakaszával történik, szabadforgácsolásról beszélünk (3.4. ábra). Másik típus a kötött forgácsolás (3.5. ábra), mikor a szerszám élével és a csúcsával is felület megmunkálást végzünk. A kezdeti felületet megmunkálendő felület, a forgácsolás eredménye pedig a megmunkált felület. Forgácsolt felület a szerszám főlele által alakított részfelület a munkadarabon. [5] [9] [10]



3.4. ábra: Szabadforgácsolás, például gyalulás [35]



3.5. ábra: Kötött forgácsolás, például esztergálás [35]

A forgácsolási eljárások között sokfajta módszer létezik, például esztergálás, marás, vésés, fúrás, gyalulás, köszörülés, dörzsölés, reszelés stb. Így beszélhetünk esztergakésekről, gyalu- és vésőkésekről, fúrókról, dörzsákról, marókról, köszörűkorongokról, fűrészekről, reszelőkről, mint forgácsszerszámok. [9]

A forgács- keresztmetszet	A forgácsleválasztás	
	folyamatos	szakaszos
Állandó	Esztergálás Fúrás Stüllyesztés Dörzsölés	Gyalulás Vésés Üregelés
Változó	Sokszögesztergálás	Homlokmarás Palástmarás Hátraesztergálás Sokszögesztergálás

3.6. ábra: Forgácsolási eljárások csoportosítása [11]

### 3.2.1. MKGS-rendszer

Bármely forgácsolási módszernél fontos megemlítenünk az MKGS-rendszert, mivel ebben dolgozunk. Jelentése a következő: M, mint munkadarab ezt a K- készülék, azon belül is a munkadarab befogó rögzíti, készülék másik két fajtája a szerszámbefogó és a szerszámvezető, valamint G- szerszámgépet jelöli míg az S a szerszámot. Új kutatások szerint van egy ötödik elem is a rendszerben, ez pedig a hűtő-kenő folyadékok. Esetleges probléma felmerülésénél az MKGS-rendszeren belül kell kutatni és választ találni rá. Pontos megmunkáláshoz alkalmanként tervezési feladatot kell elvégezni. Például a S- szerszám esetében van, amikor speciálisat kell tervezni és gyártani vagy a M- munkadarabot gyárthatósági, gazdasági követelményeknek megfelelően módosítani kell. Előfordulhat, hogy a G- szerszám gép kiválasztása nem a legkedvezőbb az optimális technológiai adatokhoz vagy gépbeállítási értékekhez. [7] [9] [12] [13]

### 3.2.2. Esztergálás

Esztergálásnak azokat a forgácsolási eljárásokat nevezzük, amelyeket egyélű szerszámmal végeznek és a főmozgás egy forgó mozgás, ami mellett állandó keresztmetszetű a forgács és folyamatosan a leválasztása. Az esztergálás a leggyakrabban használt fémgácsolási forma. Hengeres és ívelt formákat hoz létre úgy, hogy a szerszám áll és a munkadarab forog. A szerszám egy egycsúcsú esztergakés. [9] [14] [15]

Esztergálással tudunk hosszsztergálást, beszúró, kereszt-, sík-, menet- és furatesztergálást végezni. Ezeken belül felületmegmunkálás szempontjából nagyoló, simító és finomító esztergálást alkalmazunk. [16]

### Esztergapad

Esztergálás elvégzésére különféle esztergapadok állnak rendelkezésünkre. A legerjedtebb mind közül a csúcsesztergapad azon belül az egyetemes csúcseszterga (3.7.ábra), de létezik még sík-, revolveresztergák, automata, számjegyvezérlésű és különleges esztergák is. [17]

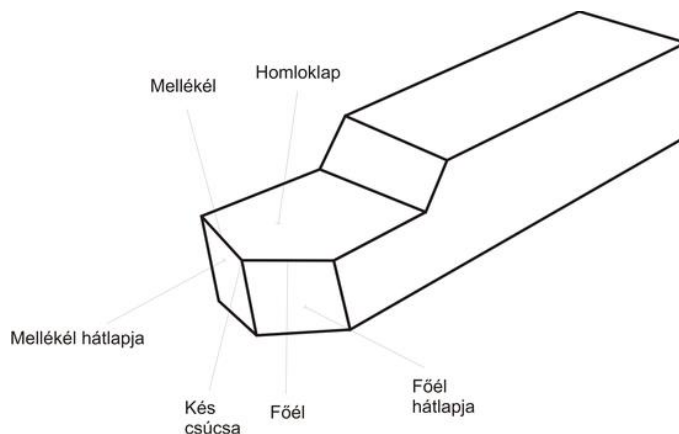


3.7. ábra: Egyetemes csúcsesztergapad [18]

A csúcsesztergák jellemzője, hogy a munkadarabot két csúcs között lehet befogni és így az egyik végén a befogott anyag megtámasztható. Geometriai jellemzőjük a csúcsmagasság és a csúcsávolság. [17]

### Esztergakések

Esztergáláshoz rendkívül sokfajta kést találunk. A legtöbbet használt szerszám a forgácsolóacél, esztergakés, ami szárból és vágófejből áll [19]. Az esztergakések fő részeit a 3.8.ábra szemlélteti.



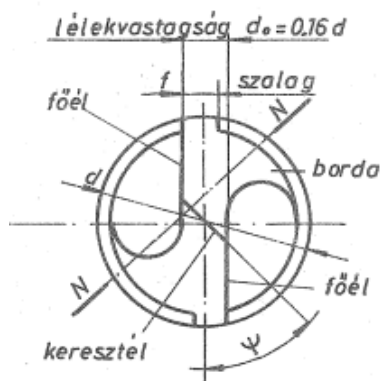
3.8. ábra: Esztergakés részei [20]

Forgácsolóéleket a homlok és a háttlap határolja. Az utóbbin esik le a forgács és vele szemben halad el a megmunkált felület. Ezek a szerszámok rendelkeznek egyes élszögekkel ilyen a hátszög, ékszög, forgácsszög. [10] [20]

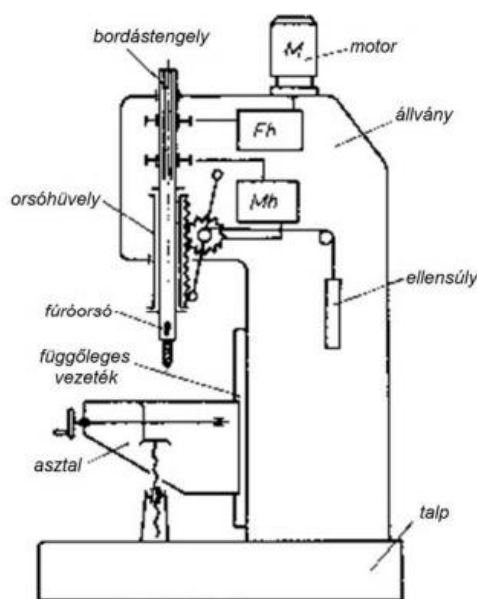
### 3.2.3. Fúrás

A fúrás a forgácsoló eljárások között az egyik leggyakrabban használt művelet, amit a furatok készítésére vagy azok bővítésére alkalmazunk. A fúrás mikor egy tömör anyagba készítünk furatot, a furat bővítést pedig már meglévő furatnál alkalmazzuk, nagyobb furatot kívánunk készíteni. A furatok kimunkálása, megmunkálása többféle szerszámmal történik, ahol a szerszám a saját tengelye körül forog és ez lesz a főmozgás. Egyenesvonalú tengelye mentén, egyenletes haladó mozgást végez, ami az előtolással azonos. [9] [14] [21]

Alapvetően négy nagyobb csoportba sorolhatjuk a fúrókat: csigafúrók, süllyesztő, dörzsár, fúrórud. Furatmegmunkáló szerszámok többnyire gyorsacélból és keményfémből készülnek. A csigafúrók a leggyakrabban használt fúrótípusok, amik jellemzően két forgácshoronnyal rendelkeznek, melynek egyik feladata, hogy a képződő forgácsot rendeltetésszerűen eltávolítsa, illetve a szükséges homlokszöget biztosítsa. Két fő része van a szerszámnak, a dolgozó rész és a befogórész, ami lehet hengeres vagy kúpos kialakítású. A dolgozó részen öt darab él található, kettő főforgácsolóél, kettő mellékél és egy keresztél (3.9. ábra). [14] [22]



3.9. ábra: Csigafúró dolgozó rész élei [14]



3.10. ábra: Asztali fűrógép [23]

Lehetséges fűrógépek: asztali, állványos, oszlopos és sugárfűrógépek. [9]

### 3.3. Hűtő-kenő folyadékok

A hűtő-kenő folyadékok speciálisak, amelyeket gépek és szerszámok hűtésére és kenésére használnak az ipar szerteágazó részeiben. Számos munkafolyamatban alkalmazhatóak, például fémek, polimerek megmunkálása közben esztergálás, marás és forgácsolás munkavégzés alatt. Fontos ezeknél az anyagoknál, hogy egyszerre mindkettő funkciójukat el tudják látni. Tehát a munkadarab és a szerszám közötti súrlódási mechanizmusokat megfelelően biztosítsa kenési módszerrel, illetve az ezáltal gyors hőmérséklet-változásokat képes legyen határok közt tartani. [24] [25]

---

## A hűtő-kenő folyadékok főbb jellemzői: [24]

- növeli a megmunkálás sebességét,
- jobb megmunkálási eredmény biztosít,
- védi a munkadarabot és a szerszámot,
- csökkenti az üzemeltetési költségeket.

Számos általános alkalmassági tulajdonságnak kell megfeleljenek. Ezekről a folyadékoktól megkívánják a vágás elősegítését, annak érdekében, hogy kellő finomságú felület keletkezzen. A szerszám élettartamát növelje úgy, hogy a vezetékekre és csapágyakra ne fejtse ki kedvezőtlen hatást, illetve elszíneződést és füstöt se okozzon. A stabilitás fontos szempont felhasználás közben, főleg azért, hogy ne képződjenek felesleges öregedési termékek. Többek között elengedhetetlen, hogy kenje a szerszámot és a forgácsot, így kopáscsökkentő hatásával védi azokat és meggátolja a hegesedést. Súrlódás által bekövetkezett súrlódási hőt csökkentenie kell. Hőálló legyen és ne képezzen lerakódásokat. Elengedhetetlen, hogy habzásmentes legyen. Valamint egészségre és tűzveszélyre ártalmatlannak kell lennie. [26]

A megmunkálási folyamatok ismeretében meghatározható a hűtő-kenő folyadékok feladata. [26]

- Képes legyen a technológiai folyamat által megkövetelt súrlódást és hűtőhatást biztosítani,
- csökkentse a kopás nagyságát,
- öblítse és nedvesítse megfelelően a munkadarabot és a szerszámot,
- alakítási folyamatot segítse,
- korrózió elleni védelmet nyújt a szerszámnak és a munkadarabnak.

Az ideális hűtő-kenő folyadék:

### 1. Tiszta olajok, forgácsoló olajok

Ezek a folyadékok 100%-ban ásványi olajat tartalmaznak, ennek következtében drágábbak. Alkalmazhatóak alacsony sebességű megmunkáláskor, ahol elsődleges szempont a jó felületi minőség. Kiemelkedő kenési tulajdonságaik vannak, de ennek a hátránya, hogy nem alkalmazhatóak nagy sebességű vagy nehéz megmunkálási

---

faladatnál a heterogén molekulaszervezet miatt. Jó az oxidáció elleni védelemben. Könnyű karbantartás. [27]

## 2. Emulziók

Ebben az esetben vízzel elegyedő olajokat keverünk össze 85-95%-os vízmennyiséggel. Tiszta olajokhoz képest itt sokkal több oldalú elegyet kapunk. Általánosságban elmondható, hogy lassabb és kisebb igénybevételelű megmunkáláskor alkalmazhatóak. Emulziók használatakor megfelelő kenési tulajdonság mellett kiváló hűtés is biztosítható magasabb sebességnél is. Gondos tárolás nélkül csapadékképződés mehet végbe, ami károsítja a munkadarabot és csökkenti a felületi minőséget. Illetve mivel vizet tartalmaz növeli az oxidáció valószínűségét. [27]

## 3. Szintetikus folyadékok

Ásványi olajat nélkülöző folyadékok, kiváló hűtési tulajdonságuk van. Ez annak köszönhető, hogy homogén a molekulaszervezetük, ami szintetikus úton van előállítva. Jó hűtési és kenési tulajdonsággal rendelkeznek, ezért alkalmazhatóak magas hőtermeléssel járó és nagy sebességű munkavégzésre. Hátránya, hogy egészségügyi kockázata nagy. Elővigyázatosság hiányában a folyadék könnyen szennyeződik és az a felületi minőség rovására mehet. [27]

## 4. Hidraulikaolajok

Hidraulikus rendszerekben használják, ahol a hidraulikaolajok közvetítik a nyomást és lehetővé teszik az alkatrészek mozgását. Itt az energia és a teljesítmény a folyadékon keresztül kerül átvitelre. [24]

### 3.4. Hegesztés

A hegesztés megjelenése a kovácsoló technikában hozott nagy fejlődést a 19. század második felében. Ez annak volt köszönhető, hogy megjelent az új találmány, a villamosság. 1881-ben az orosz feltaláló, Nikolai Benardos megalkotta a kezdeti hegesztést, ami elektromos szénszálas eljárású ívhegesztés volt. A 20. század első évtizedeiben nagyot fejlődött az ívhegesztés. Megjelent a hegesztési eljárásokban az argon, hélium és a hidrogén. Tehát kijelenthetjük, hogy igen fiatal technológiáról beszélünk. Mivel oldhatatlan kötési formának minősül, ezért gyorsan népszerű lett például a hadiparban. Világháborúk kényszere miatt nagy fejlesztési eredményeket értek el a hegesztési eljárásokban az ipari forradalom során. Mára már



---

informatikával ellátott hegesztő gépeket gyártanak, amik programozás után maguktól hegesztenek. [28]

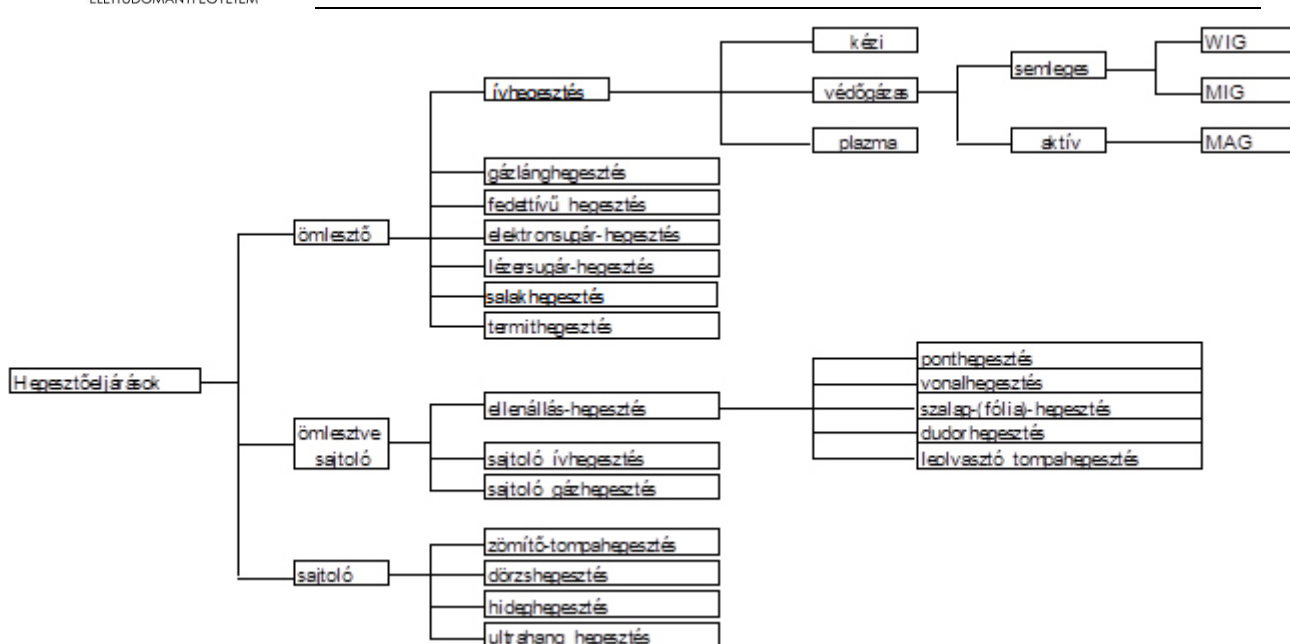
A hegesztést úgy lehet megfogalmazni, hogy egy oldhatatlan kötőeljárás, amely során fémes vagy nem fémes anyagokat megfelelő hőmérsékletre hevítjük egyesítési céllal. Többféle módon történik mindez. [1]

- Nyomás alkalmazásával, vagy anélkül,
- nyomás alkalmazásával, de hevítés nélkül,
- illetve hozaganyaggal vagy anélkül.

Tehát a hegesztés célja, hogy két különálló anyagot egyesítsünk, kohéziós kötést alakítsunk ki köztük olvadt állapotban. [29]

#### *3.4.1. Hegesztés fajtái*

A hegesztési eljárások három fő nagy csoportba sorolhatók: ömlesztő, ömlesztve sajtoló és a sajtoló. Ezek közül az ömlesztő hegesztési eljárások az elterjedtebbek, de az ipari technológiák gyors fejlődése eredményeként a másik két csoport is nagymértékű fejlődésen megy át. [1]



3.11. ábra: Hegesztési eljárások csoportosítás [27]

Az 3.11. ábrán látható WIG hegesztési eljárás ismertebb nevén AWI, a MIG az AFI és a MAG pedig a CO<sub>2</sub> védőgázos eljárás.

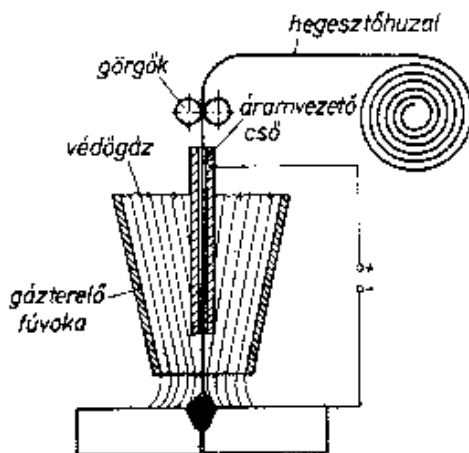
### 3.4.2. AFI hegesztési eljárás

A dolgozatom további részében az AFI hegesztésről írok részletesebben. Teljes nevén Argon-védőgázos fagyóelektródás ívhegesztés, nemzetközileg MIG (Metal Inert Gas).

“Az eljárás során a hegesztőív a folyamatosan előrehaladó hegesztőhuzal és a munkadarab között ég. A hegesztőhuzalt két vagy négy görgő tolja előre, amelyeket a huzalelőtoló hajtószerkezete mozgat” [30]. “A hegesztőhuzalt a hegesztőpisztoly huzalbevezető tömlőjén keresztül vezetik a hegesztés helyére. Az áramot réz érintkezőcső vezet a huzalhoz (3.12.ábra)”. [31]

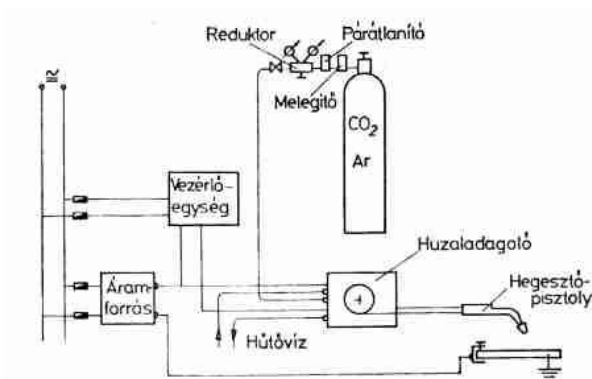
AFI hegesztési eljárásnál egyenárammal dolgoznak és többnyire fordított polaritást alkalmaznak közben. Amennyiben nem így tennék az ívnek a stabilitása csökken és így a fröcskölés által a veszteség megnő. Mondhatjuk, hogy az elektródról leváló cseppek mérete és átlaghőmérséklete, az elektródhuzal és a védőgáz minőségének, az áramerősségnek és az ívfeszültségnek a függvénye. A fém átvitele a munkadarabra a hegesztőhuzal nagy áramtermelésének köszönhetően permetszerűen megy végbe a hegesztőívben. Ennek hatására

az ív stabilitása, varratképzés és a varrat minősége javul. AWI eljárással ellentétben itt nagyobb hegesztési sebességgel lehet dolgozni. [31]



3.12. ábra: AFI hegesztés elvi vázlatja [31]

A hegesztő áramforrásaként használható áramátalakítók és egyenirányítók is. Az üresjáratú feszültség maximálisan 44 V. Ennél az eljárásnál nincs pálcacsere így a hegesztést huzamosabb ideig lehet megszakítás nélkül végezni, ezért a berendezéseket 100% bekapcsolási idő figyelembevételével készítik. A művelet ívgyújtással kezdődik, ezért segítségül ívgyújtó egységeket építenek a berendezésekbe. [28] [31]



3.13. ábra: AFI hegesztés berendezés [28]

AFI hegesztéshez zsírtalanított, száraz, tiszta, hántolt felületű, dobra feltekert huzalt használnak. Gyakori huzalátmérők: 0,8; 1,2; 2,0; 2,4 mm, de vastagabb huzalok is vannak esetekre, 4,0; 4,6; 5,6 mm. A huzal folyamatos és állandó sebességű adagolása a huzaladagoló feladata. A tároló dobra feltekert huzalt görgő pár segíti a hegesztőpisztolyba. Mindig olyan

elektródát válasszunk, amelynek az összetétele a leginkább megegyezik a hegeszteni kívánt anyag összetételéhez. [28] [29] [31]

Argon a fő védőgáz, amit használnak ennél az eljárásnál. Pontosabban argon és szén-dioxid gázkeverék mellett végzik a hegesztést. A gáz ellátása egy szabványos 40 l-es palackból történik, ami 200 bar nyomás alá van helyezve. Az itt tartózkodó gázt egy nyomáscsökkentőn keresztül vezetik a pisztolyba. A gázok expanziója miatt a palack és a nyomás szabályzó lehűlhet vagy akár le is fagyhat. A palackot nem szabad fekvő pozícióban üzemeltetni, tárolni. [28] [30]

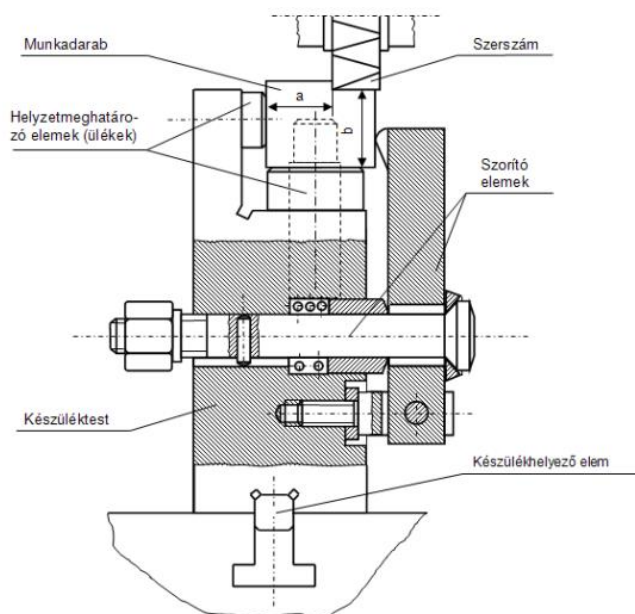
A huzal egy rugalmas, hajlékony tömlőn keresztül jut el a pisztolyba. a hegesztőpisztolyok hegesztőáram függvényében kétfajta lehet, gázütésű könnyű pisztoly vagy vízűtésű nehéz pisztoly. A pisztoly része még áramvezető csúszó kontaktus, a fűvóka, ami tereli a gázt, a hűtőfej és a kapcsolók. Ide csatlakozik a hegesztőáram- és a vezérlő kábelek, a huzalvezető tömlő, a gázbevezető cső és huzalelektroda. Összegezve a hegesztőpisztoly részei: gázterelő, áramátadó, gázfűvóka, fogyó elektróda, huzalvezető spirál, pisztolytest. Nem utolsó sorban a berendezés vezérlőegysége, ami irányítja az gáz és elektróda adagolását, illetve a vízellátást biztosítja. Itt tudjuk a hegesztéshez szükséges paramétereket beállítani. [28] [32]

### 3.5. Készüléktervezés

A szerszámgép, szerszám, készülék, munkadarab alkotja a megmunkáló rendszert, ami kiegészül alrendszerrel, mint például a szerszámkezelő eszközök. A készülék alapfeladata, hogy a munkafolyamat során a munkadarabot és a szerszámot is befogja a szerszámgépbe. Egyúttal viszonylagos helyzeteiket is meghatározza és megmunkálás során fenntartja, valamint a munkadarab és szerszám közti kapcsolatot megtartja és azokat gyorsan cseréli. A készülékek biztosítja az alkatrészekkel kapcsolatos minőségi követelmények teljesülését, így az alkatrészek cserélhetőségét, növeli a termelékenységet, biztonságot és gazdaságosabbá teszi a gyártást. [33]

A készüléktervezésnél megoldást kell találni mindenre a műveletben megfogalmazott feladattól egészen a készülék gyártásba adásáig. Ezek a következők lehetnek: a munkadarab helyzete és befogási módjai, elemei, az ehhez szükséges szorító elemek, szerkezetek számítása, kialakítása, és az ezek készüléktestek anyagának megválasztása. Továbbá a szerszámok

kapcsán fontos a beállításukhoz, vezetésükhöz elengedhetetlen beépítések, alkalmazások és készülékek befogása a gépbe. [13] [33]

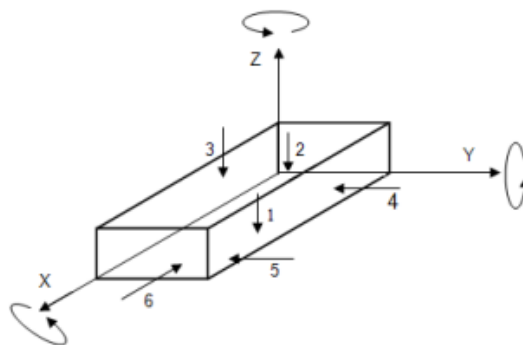


3.14. ábra: Munkadarab-befogó készülék fontosabb elemei [34]

A munkadarab és a szerszám egymáshoz viszonyított helyzetét fontos meghatározni és az egyértelmű elrendezésüket a készülékbe. Ehhez elengedhetetlen a szabadságfokok lekötése (lásd később), valamint a térbeli koordináta-rendszert is meghatározott helyzetbe kell hozni a szerszámhoz képest, amit a szabadságfokok lekötésénél használtunk fel. A munkadarab helyzetének meghatározásánál használt elemek, álló ülék, határoló ülék, mozgó ülék. A központosítás-készülék elemei az álló központosító ülék, határoló központosító ülék, mozgó központosító ülék. [33]

#### A hatpont-szabály

Ha egy olyan munkadarabnak a helyzetét szeretnénk meghatározni, amit térben elmozduló merev testnek tekintünk, akkor elveszük az elmozdulási lehetőségeit, szabadságfokait. Egy merev testnek hat darab szabadságfoka van (3.15. ábra), elmozdulás és elfordulás az x, y és z tengelyek mentén, körül. Abban az esetben, ha a test felületeit támasztjuk a térben rögzített pontokhoz és ezek mindig érintkeznek egymással, akkor megakadályozhatjuk a test elmozdulását. Hatpont-szabálynak nevezzük azt, hogy egy merev testnek mind a hat szabadságfokát eltudjuk venni, ha hat rögzített ponton megtámasztjuk, és ezzel a test pontos helyzetét meghatározhatjuk. [13] [34]



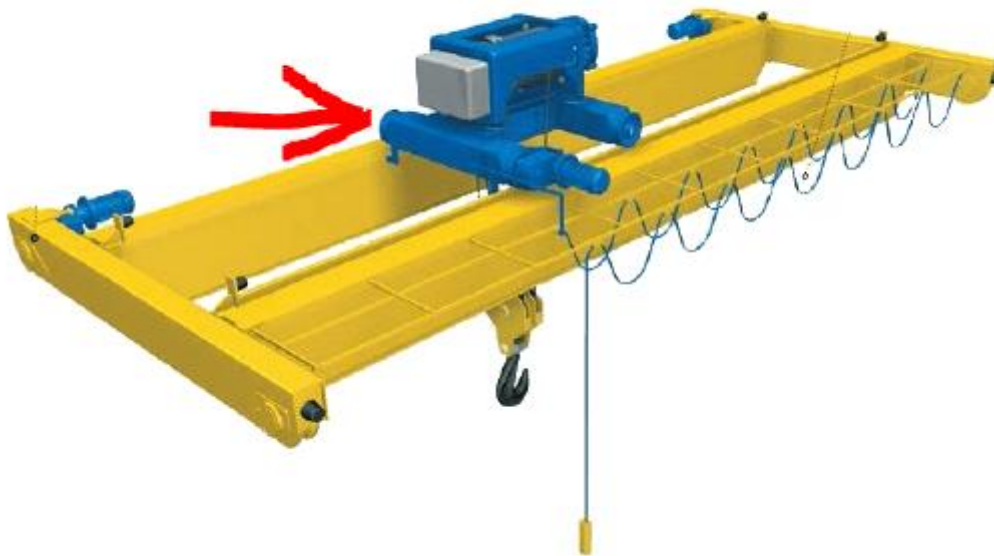
3.15. ábra: A hat szabadságfok [34]

A készüléktervezés olyan konstrukciós tervezőtevékenység, amely lehetőséget ad arra, hogy a feladatot logikailag rendezett alaplépésekkel valósítsunk meg. Ezzel a módszerrel képesek vagyunk bonyolult, összetett feladatokat megvalósítani. [33]

#### 4. Probléma bemutatása

A GO METALL Kft-nél töltött gyakorlatom során kaptam a szakdolgozatom témáját. Ott tartózkodásom alatt érkezett egy 350 darabos rendelés egyedi tengelyvégek gyártására, ami nagymennyiségűnek számított. Probléma azzal volt, hogy nem álltak rendelkezésre rajzi dokumentációk. Ezért azt a feladatot kaptam, hogy megtervezem a műszaki rajzát, illetve 3D-s program segítségével az alkatrészt, majd a szükséges számításokkal kiegészítve megindulhasson a gyártási folyamat.

Dolgozatom során tervezendő tengelyvéget, sín pályán mozgó darukba szerelnék bele. Az 4.1. ábrán látható piros karikával az alkatrész elfoglalt pozíciója a gépbe.

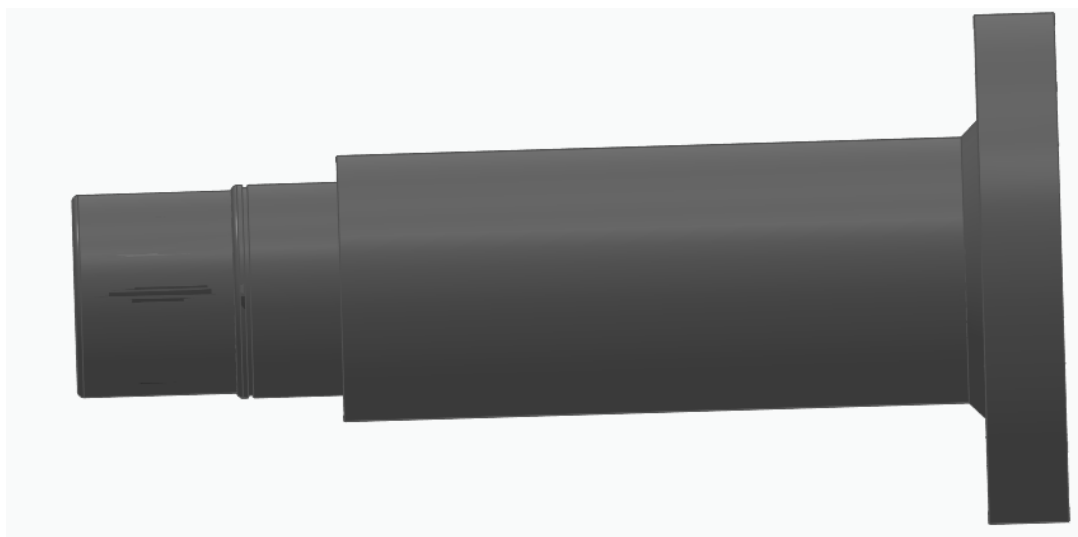


4.1. ábra: Dupla gerendás futódarú és a tengelyvég pozíciója

A daruk olyan berendezések, amelyekkel képesek vagyunk olyan terheket egyszerűen mozgatni, amiket más eszközökkel nem vagy nagyon nehezen tudnánk. Ezeknél az eszközöknél egyszerre több irányba is képesek vagyunk a munkavégzésre. Például függőlegesen le és fel, vízszintesen egy vonal mentén előre, hátra és tengely körüli forgás irányba. A daruk lehetnek forgó- és futódaruk. Az utóbbit emelem ki, mert a dolgozatom a dupla gerendás mozgódarúhoz kapcsolódik. Ezeket a típusú berendezéseket gyárakban, raktárakban, javító csarnokokban

szokták telepíteni, ahol áruk és alkatrészek mozgatására vagy kiemelésére használják. Szerelhető a mennyezetre vagy akár futhat a talajba épített sínpályán is, ez a megvalósítható konstrukciótól függ. Ha megnézzük a képet látható, hogy a daru alapja egy dupla gerendahíd, ami az egésznek a váza. Rajta található a futómacska, ami a daruhídra szerelt sínpályán mozog kerekkel, ezt minden esetben motor hajtja. Többek között a futómacskán helyezkedik el az emelőmű, ami lehetővé teszi számunkra a teher függőleges irányú emelését.

A gyártandó tengelyvég műszaki rajza a mellékletek közt (14.1. melléklet) található meg, amit a külső konzulensemtől, a GO METALL Kft. termelési vezetőjétől, Bánhegyi Józseftől kaptam. 3D-s modelljét pedig a Solid Edge programmal készítettem el, ami a 3.2.ábrán látható.



*3.2. ábra: Tengelyvég 3D-s modellje*

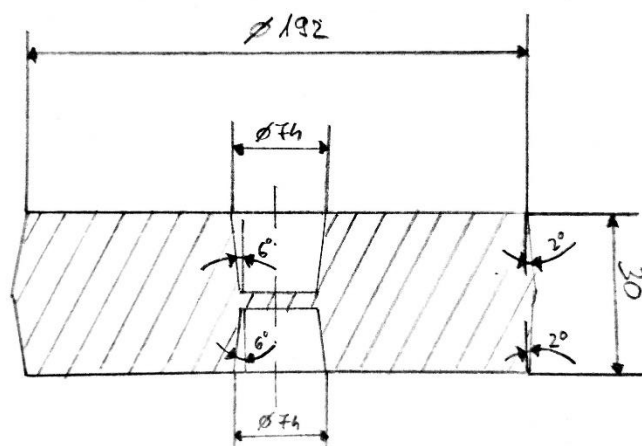
A tengelyvégek vagy más néven végcsapnak nevezett alkatrészek szorosan összekapcsolódnak a tengelyekkel, valamint a tengelykapcsolókkal. A tengelyek valamelyik végén helyezkednek el. A tengelykapcsolók feladatát segítik. Két tengelyvég összekapcsolásával tudjuk elérni, hogy a teljesítményt és a forgatónyomatékokat képesek legyünk átvinni a hajtó tengelyről a hajtott tengelyre. Ennek feltétele, hogy biztosítsuk a nyomatékátvitelt. Ezt általában a tengelyvég palástján kialakított horonnyal vagy reteszekkel vagyunk képesek megtenni, illetve csavarokkal erősíteni tudjuk a kapcsolatot.



## 5. Kovácsszerszám-tervezés

### 5.1. Gépész darab

Az 5.1. ábra szemlélteti a gépész darab műszaki rajzát.



5.1. ábra: Gépész darab

Anyagminőség: S 235JR N

Gépész darab térfogatának és tömegének meghatározása:

A henger térfogata a következőképpen számolható:

$$V = r^2 \cdot \pi \cdot m \left[ \frac{\text{kg}}{\text{dm}^3} \right]$$

ahol, r- a sugár és m- a henger magassága.

Kiszámoltam a teljes henger térfogatát, majd a furat térfogatát kivontam belőle és így kaptam, hogy:

$$V_{\text{gépész}} = 0,74 \text{ dm}^3$$

$$\rho = 7,85 \text{ kg/dm}^3$$

$$m_{\text{gépész}} = 5,8 \text{ kg}$$

## 5.2. Kovácsdarab geometriájának kialakítása

### Kovácsdarab besorolása

Bonyolultsági fok a MSZ EN 10243 szerint, amit a 5.2. ábra segítségével határoztam meg.

$$S = \frac{m_D}{m_B} = \frac{5,8}{6,83} = 0,85 \rightarrow S_1$$

ahol,

$m_D$  – kovácsdarab tömege

$m_B$  – a kovácsdarab befoglaló méretei

A kovácsdarab bonyolultsági csoportjai az  $S$ -tényező függvényében:

$S_1$ -csoport:	$0,63 < S < 1$
$S_2$ -csoport:	$0,32 < S \leq 0,63$
$S_3$ -csoport:	$0,16 < S \leq 0,32$
$S_4$ -csoport:	$0 < S \leq 0,16$

5.2. ábra: A kovácsdarab bonyolultsági csoportja az  $S$  tényező függvényében

### Minőségi csoport

A minőségi csoportba sorolás a vegyi összetétel alapján történik. Ha:  $C < 0,65\%$  és  $Mn\% + Cr\% + Ni\% + Mo\% + V\% + W\% < 5\%$ , akkor a darab az M1, ha:  $C > 0,65\%$  vagy  $Mn\% + Cr\% + Ni\% + Mo\% + V\% + W\% > 5\%$ , akkor a darab az M2 minőségi csoportba sorolandó. Mivel a kovácsdarabom  $C < 0,65\%$  és  $Mn\% + Cr\% + Ni\% + Mo\% + V\% + W\% < 5\%$ , ezért a minőségi osztálya: M1

Az általam kiválasztott anyag kémiai összetétele a 5.3. ábrán látható.

C	Si	Mn	P	S	Cu	N
$\leq 0,17$	$\leq 0,3$	$\leq 1,4$	0,035	0,035	$\leq 0,55$	$\leq 0,012$

5.3. ábra: S 235JR anyag vegyi összetétele

Pontossági fokozat: II.

Egyenességi fokozat: II

### Forgácsolási hozzáadás

A munkadarab majdnem minden felülete forgácsolt, ezeken a helyeken ráhagyásokkal kell kovácsolni.

A forgácsolási ráhagyás értéke:

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

ahol,

$A=1$  – legnagyobb biztonságot feltételezve,

$\frac{T}{6}$  = az egy oldalra jutó határeltérés,

$c$  – a megengedett süllyesztékelcsúszás,

$g$  – a megengedett egyenességtől való eltérés.

Süllyesztékelcsúszás meghatározása MSZ EN 10243 szabvány szerint a 5.4. ábrán.

Elcsúszás	Sorjászegély (+) Nyírt sík (-)	Szer- szám- osztás		Tömeg (kg) felett -ig	Acélméret-csoport								Névleges méretek											
		Egyenes vagy szimmetrikus Aszimmetrikus			$> 0,63 \leq 1$ $> 0,32 \leq 0,63$ $> 0,16 \leq 0,32$ $\leq 0,16$		Alakbonyolult- sági tényező		Türések <sup>1)</sup>															
							M1	M2	S1	S2	S3	S4	Türések <sup>1)</sup>											
													0	$\leq 32$	$> 32 \leq 100$	$> 100 \leq 160$	$> 160 \leq 250$	$> 250 \leq 400$	$> 400 \leq 630$	$> 630 \leq 1000$	$> 1000 \leq 1600$	$> 1600 \leq 2500$		
0,4	0,5			0 – 0,4										1,1 <sup>+0,7</sup> <sub>-0,4</sub>	1,2 <sup>+0,8</sup> <sub>-0,4</sub>	1,4 <sup>+0,9</sup> <sub>-0,5</sub>	1,6 <sup>+1,1</sup> <sub>-0,5</sub>	1,8 <sup>+1,2</sup> <sub>-0,6</sub>	2,0 <sup>+1,3</sup> <sub>-0,7</sub>	-	-	-		
0,5	0,6			0,4 – 1,0										1,2 <sup>+0,8</sup> <sub>-0,4</sub>	1,4 <sup>+0,9</sup> <sub>-0,5</sub>	1,6 <sup>+1,1</sup> <sub>-0,5</sub>	1,8 <sup>+1,2</sup> <sub>-0,6</sub>	2,0 <sup>+1,3</sup> <sub>-0,7</sub>	2,2 <sup>+1,5</sup> <sub>-0,7</sub>	-	-	-		
0,6	0,7			1,0 – 1,8										1,4 <sup>+0,9</sup> <sub>-0,5</sub>	1,6 <sup>+1,1</sup> <sub>-0,5</sub>	1,8 <sup>+1,2</sup> <sub>-0,6</sub>	2,0 <sup>+1,3</sup> <sub>-0,7</sub>	2,2 <sup>+1,5</sup> <sub>-0,7</sub>	2,5 <sup>+1,7</sup> <sub>-0,8</sub>	2,8 <sup>+1,9</sup> <sub>-0,9</sub>	-	-	-	
0,7	0,8			1,8 – 3,2										1,6 <sup>+1,1</sup> <sub>-0,5</sub>	1,8 <sup>+1,2</sup> <sub>-0,6</sub>	2,0 <sup>+1,3</sup> <sub>-0,7</sub>	2,2 <sup>+1,5</sup> <sub>-0,7</sub>	2,5 <sup>+1,7</sup> <sub>-0,8</sub>	2,8 <sup>+1,9</sup> <sub>-0,9</sub>	3,2 <sup>+2,1</sup> <sub>-1,1</sub>	3,6 <sup>+2,4</sup> <sub>-1,2</sub>	-	-	-
0,8	1,0			3,2 – 5,6										1,8 <sup>+1,2</sup> <sub>-0,6</sub>	2,0 <sup>+1,3</sup> <sub>-0,7</sub>	2,2 <sup>+1,5</sup> <sub>-0,7</sub>	2,5 <sup>+1,7</sup> <sub>-0,8</sub>	2,8 <sup>+1,9</sup> <sub>-0,9</sub>	3,2 <sup>+2,1</sup> <sub>-1,1</sub>	3,6 <sup>+2,4</sup> <sub>-1,2</sub>	4,0 <sup>+2,7</sup> <sub>-1,3</sub>	4,5 <sup>+3,0</sup> <sub>-1,5</sub>	5,0 <sup>+3,3</sup> <sub>-1,7</sub>	
1,0	1,2			5,6 – 10										2,0 <sup>+1,3</sup> <sub>-0,7</sub>	2,2 <sup>+1,5</sup> <sub>-0,7</sub>	2,5 <sup>+1,7</sup> <sub>-0,8</sub>	2,8 <sup>+1,9</sup> <sub>-0,9</sub>	3,2 <sup>+2,1</sup> <sub>-1,1</sub>	3,6 <sup>+2,4</sup> <sub>-1,2</sub>	4,0 <sup>+2,7</sup> <sub>-1,3</sub>	4,5 <sup>+3,0</sup> <sub>-1,5</sub>	5,0 <sup>+3,3</sup> <sub>-1,7</sub>	5,6 <sup>+3,7</sup> <sub>-1,9</sub>	
1,2	1,4			10 – 20										2,2 <sup>+1,5</sup> <sub>-0,7</sub>	2,5 <sup>+1,7</sup> <sub>-0,8</sub>	2,8 <sup>+1,9</sup> <sub>-0,9</sub>	3,2 <sup>+2,1</sup> <sub>-1,1</sub>	3,6 <sup>+2,4</sup> <sub>-1,2</sub>	4,0 <sup>+2,7</sup> <sub>-1,3</sub>	4,5 <sup>+3,0</sup> <sub>-1,5</sub>	5,0 <sup>+3,3</sup> <sub>-1,7</sub>	5,6 <sup>+3,7</sup> <sub>-1,9</sub>		

5.4. ábra: Az MSZ EN 10243 szabványos táblázat

A leolvasott érték  $c = 1$  mm, mivel  $m_{\text{kovács}} = 6,83$  kg és az  $5,6 \leq m_{\text{kovács}} \leq 10$  között van.

Egyenesség meghatározása MSZ EN 10243 szabvány szerint, ami 5.5. ábrán található.

Egyenesség és síklapúság tűréstartománya															
Hosszúság felett -ig o	Névleges méretek														
	0 100	100 125	125 160	160 200	200 250	250 315	315 400	400 500	500 630	630 800	800 1000	1000 1250	1250 1600	1600 2000	2000 2500
Fokozat	Tűrések														
	F	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0	1,1	1,2	1,4	1,6	1,8	2,0	2,2	2,5	2,8
E	0,4	0,5	0,5	0,6	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0	1,1	1,2	1,4	1,6	1,8	2,0
A középpontok közötti méretek tűréstartománya															
Hosszúság felett -ig	Névleges méretek														
	0 100	100 160	160 200	200 250	250 315	315 400	400 500	500 630	630 800	800 1000	1000 1250				
Fokozat	Tűrések														
	F	0,6 ± 0,3	0,8 ± 0,4	1,0 ± 0,5	1,2 ± 0,6	1,6 ± 0,8	2,0 ± 1,0	2,4 ± 1,2	3,2 ± 1,6	4,0 ± 2,0	5,0 ± 2,5	6,4 ± 3,2			
E	0,5 ± 0,25	0,6 ± 0,3	0,8 ± 0,4	1,0 ± 0,5	1,2 ± 0,6	1,6 ± 0,8	2,0 ± 1,0	2,4 ± 1,2	3,2 ± 1,6	4,0 ± 2,0	5,0 ± 2,5				

5.5. ábra: Az MSZ EN 10243 szabványos táblázat

A leolvasott érték  $g = 0,9$  mm, mivel  $D_{\max} = 192$  mm és az  $160 \leq D_{\max} \leq 200$  között van.

Határeltérés, módosított átmérők:

Az egyoldalra jutó határeltéréseket külön kell meghatározni az üregalakhoz nem kötött és az üregalakhoz kötött méretekre. Az üregalakhoz kötött méretek az átmérő méretek, az üregalakhoz nem kötött méretek a magassági méretek. Az üregalakhoz kötött méretek az MSZ 5745 szabvány szerint a 5.6. ábráról leolvasva.

A kovácsdarab tömege, kg	Minőségi csoport	Bonyolultsági csoport S				Pontossági fokozat	A kész alkatrész név									
		0,63-tól 1-ig	0,32-től 0,63-ig	0,16-től 0,32-ig	0-tól 0,16-ig		felett -ig	0	32	100	125	160	200	250	315	
felett -ig	M <sub>1</sub>	M <sub>2</sub>	S <sub>1</sub>	S <sub>2</sub>	S <sub>3</sub>	S <sub>4</sub>	I	II	32	100	125	160	200	250	315	400
0	0,2								0,1	0,1	0,2	0,2	0,2	0,2	—	—
0,2	0,4								0,1	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2
0,4	1,0								0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2
1,0	1,8								0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,3	0,3
1,8	3,2								0,2	0,2	0,2	0,2	0,3	0,3	0,3	0,3
3,2	5,6								0,2	0,2	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3
5,6	10								0,2	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,4	0,4
10	20								0,3	0,3	0,3	0,3	0,4	0,4	0,4	0,4
20	50								0,3	0,3	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4
50	120								0,3	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,5	0,5
120	150								0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,5	0,6	0,6
									0,4	0,4	0,5	0,5	0,5	0,5	0,6	0,6
									0,4	0,5	0,6	0,6	0,6	0,6	0,7	0,7
									0,5	0,6	0,6	0,6	0,7	0,7	0,8	0,8
									0,6	0,6	0,7	0,7	0,8	0,8	0,9	0,9
									0,6	0,7	0,8	0,8	0,9	0,9	1,0	1,0
									0,7	0,8	0,9	0,9	1,0	1,0	1,1	1,1
									0,8	0,9	1,0	1,0	1,1	1,1	1,2	1,2
									0,9	1,0	1,1	1,1	1,2	1,2	1,4	1,4
									1,0	1,1	1,2	1,2	1,4	1,4	1,5	1,5

5.1. ábra: Az MSZ 5745 szabványos táblázat

$$\frac{T}{6} (D = 192) = 0,6 \text{ mm}$$

A 5.7. ábrán üregalakhoz nem kötött méretek az MSZ 5745 szabvány szerint.

A kovácstartab tömege, kg		Minőségi csoport M		Bonyolultsági csoport S				Pontossági fokozat		A közalkatrész névleges mérete						
										felett	0	16	40	63	100	160
felett	-ig	M <sub>1</sub>	M <sub>2</sub>	S <sub>1</sub>	S <sub>2</sub>	S <sub>3</sub>	S <sub>4</sub>	I	II	Az egy oldalra jutó alsó határérték, (T/6)						
0	0,2									0,1	0,1	0,1	0,2	0,2	0,2	0,2
0,2	0,4									0,1	0,1	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2
0,4	1,2									0,1	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,3
1,2	2,5									0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,3	0,3
2,5	5									0,2	0,2	0,2	0,2	0,3	0,3	0,3
5	8									0,2	0,2	0,2	0,3	0,3	0,3	0,4
8	12									0,2	0,2	0,3	0,3	0,3	0,4	0,4
12	20									0,2	0,3	0,3	0,3	0,4	0,4	0,4
20	36									0,3	0,3	0,3	0,4	0,4	0,4	0,5
36	63									0,3	0,3	0,4	0,4	0,4	0,5	0,6
63	110									0,3	0,4	0,4	0,4	0,5	0,6	0,6
110	200									0,4	0,4	0,4	0,5	0,6	0,6	0,7
200	250									0,4	0,4	0,5	0,6	0,6	0,7	0,8
										0,4	0,5	0,6	0,6	0,7	0,8	0,9
										0,5	0,6	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0
										0,6	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0	1,1
										0,6	0,7	0,8	0,9	1,0	1,1	1,2
										0,7	0,8	0,9	1,0	1,1	1,2	1,4
										0,8	0,9	1,0	1,1	1,2	1,4	1,5
										0,9	1,0	1,1	1,2	1,4	1,5	1,7
										1,0	1,1	1,2	1,4	1,5	1,7	1,9
										1,1	1,2	1,4	1,5	1,7	1,9	2,0

5.2. ábra: Az MSZ 5745 szabványos táblázat

$$\frac{T}{6} (H = 30) = 0,4 \text{ mm}$$

Egyoldali ráhagyások:

Az üregalakhoz kötött méretekhez tartozó egyoldali forgácsolási hozzáadások értékei:

$$H_{f1} = A \cdot \left( \frac{T}{6} + c \right) = 1 \cdot (0,6 + 1) = 1,6 \text{ mm}$$

Az üregalakhoz nem kötött méretekhez tartozó egyoldali forgácsolási hozzáadások értékei:

$$H_{f2} = A \cdot \left( \frac{T}{6} + g \right) = 1 \cdot (0,4 + 0,9) = 1,3 \text{ mm} \rightarrow 1,5 \text{ mm}$$

Mivel itt a  $H_{f2}$  értéke nem éri el az 1,5 mm-t ezért itt a minimálisan előírt 1,5 mm-t kell alkalmazni.

### Oldalferdeség és lekerekítési sugarak

A süllyesztéküregből való kiemelhetőség végett kovácsoláskor a függőleges irányú felületeket ferdeséggel kell ellátni. Ezeknek a mértékét az MSZ 5745 szabvány szerint határoztam meg, ami a 5.8.ábrán található.

A géptípusnak hidraulikus sajtót választottam, így:  $\alpha = \beta = 2^\circ$

Géptípus	Jellemzők	Oldalferdeség	
		külső felületre $\alpha^\circ$	belső felületre $\beta^\circ$
Kalapács vagy sajtó	Kilököző nélkül	5–10	7–12
	Kilöközővel*	1–3	1–4
Vízszintes kovácsológép	Tengelyirányban alakított	0–1	1–4
	Tengelyre merőleges irányban alakított	1–6	–

5.3. ábra: Az MSZ 5745 szabványos táblázat

Lekerekítési sugár meghatározása MSZ 5745 szabvány szerint, a kovácsdarab legnagyobb átmérőjétől függ, ami esetemben  $D_{\max\text{kovács}} = 192$  mm és a magasság  $h_{\max\text{kovács}} = 30$  mm, így  $R_k = 3$  mm és  $R_b = 6$  mm 5.9.ábra alapján.

A kovácsdarab magassága		A lekerekítési sugár, ha a kovácsdarab hossza vagy átmérője					
felelt	-ig	100-ig		100 felett 400-ig		400 felett	
		$R_k$	$R_b$	$R_k$	$R_b$	$R_k$	$R_b$
	25	2	4	3	5	4	6
25	40	2	5	3	6	4	8
40	63	3	6	4	8	5	10
63	100	3	8	4	10	6	16
100	160	4	10	5	16	7	25
160	250	5	16	6	25	8	40
250	400	5	25	7	40	10	63

5.4. ábra: Az MSZ 5745 szabványos táblázat

## Lyukasztási hártya

Az MI-05 29.584-82 szerint kiszámított lyukasztási hártya méreteihez használt összefüggés:

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

ahol,  $d$  – a lyukasztási hártját tartalmazó üreg legnagyobb átmérője és  $h$  – a lyukasztási hártját tartalmazó üreg mélysége.

Behelyettesítve:

$$S = 0,45 \cdot (70,8 - 0,25 \cdot 27,5 - 5)^{0,5} + 0,6 \cdot 27,5^{0,5} = 6,6 \text{ mm}$$

## Kovácsolható üregmélység

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

$$0,7 \geq \frac{h}{d} = \frac{h - \frac{S}{2}}{d} = \frac{27,5 - 3,3}{70,8} = 0,34 \rightarrow \text{megfelelő}$$

## Mérettűrés

MSZ EN 10243 szabvány szerint a mérettűrések:

Üregalakhoz kötött méretek tűrése a 5.10. ábra szerint:  $T_{\text{ük}} = 3,6 \begin{pmatrix} +2,4 \\ -1,2 \end{pmatrix}$

Az érték kiválasztásakor 160-tól 250 mm közti legnagyobb kovácsdarab átmérőt feltételeztem, amely a 192 mm-es legnagyobb gépész darab átmérőhöz viszonyítva megfelelőnek látszik.

Üregalakhoz nem kötött méretek tűrése a 5.11. ábra szerint:  $T_{\text{ünk}} = 2,2 \begin{pmatrix} +1,5 \\ -0,7 \end{pmatrix}$

Az érték kiválasztásakor 5,6-10 kg közti kovácsdarab tömeget feltételeztem, amely a 6,797 kg-os gépész darab tömeghez viszonyítva megfelelőnek látszik.



Elcsúszás	Sorjavezély (+) Nyírt sík (-)	Szerkezeti osztás	Aszimmetrikus Egyenes vagy szimmetrikus	Tömeg (kg) felett -ig	Alakbonyolultsági tényező								Névleges méretek											
					Acélmínőség-csoport		> 0,63 ≤ 1		> 0,32 ≤ 0,63		> 0,16 ≤ 0,32		≤ 0,16		0	≤ 32	> 32 ≤ 100	> 100 ≤ 160	> 160 ≤ 250	> 250 ≤ 400	> 400 ≤ 630	> 630 ≤ 1000	> 1000 ≤ 1600	> 1600 ≤ 2500
					M1	M2	S1	S2	S3	S4	Tűrések <sup>1)</sup>													
0,4	0,5			0 - 0,4									1,1 <sup>+0,7</sup> <sub>-0,4</sub>	1,2 <sup>+0,8</sup> <sub>-0,4</sub>	1,4 <sup>+0,9</sup> <sub>-0,5</sub>	1,6 <sup>+1,1</sup> <sub>-0,5</sub>	1,8 <sup>+1,2</sup> <sub>-0,6</sub>	2,0 <sup>+1,3</sup> <sub>-0,7</sub>	-	-	-			
0,5	0,6			0,4 - 1,0									1,2 <sup>+0,8</sup> <sub>-0,4</sub>	1,4 <sup>+0,9</sup> <sub>-0,5</sub>	1,6 <sup>+1,1</sup> <sub>-0,5</sub>	1,8 <sup>+1,2</sup> <sub>-0,6</sub>	2,0 <sup>+1,3</sup> <sub>-0,7</sub>	2,2 <sup>+1,5</sup> <sub>-0,7</sub>	-	-	-			
0,6	0,7			1,0 - 1,8									1,4 <sup>+0,9</sup> <sub>-0,5</sub>	1,6 <sup>+1,1</sup> <sub>-0,5</sub>	1,8 <sup>+1,2</sup> <sub>-0,6</sub>	2,0 <sup>+1,3</sup> <sub>-0,7</sub>	2,2 <sup>+1,5</sup> <sub>-0,7</sub>	2,5 <sup>+1,7</sup> <sub>-0,8</sub>	2,8 <sup>+1,9</sup> <sub>-0,9</sub>	-	-			
0,7	0,8			1,8 - 3,2									1,6 <sup>+1,1</sup> <sub>-0,5</sub>	1,8 <sup>+1,2</sup> <sub>-0,6</sub>	2,0 <sup>+1,3</sup> <sub>-0,7</sub>	2,2 <sup>+1,5</sup> <sub>-0,7</sub>	2,5 <sup>+1,7</sup> <sub>-0,8</sub>	2,8 <sup>+1,9</sup> <sub>-0,9</sub>	3,2 <sup>+2,1</sup> <sub>-1,1</sub>	3,6 <sup>+2,4</sup> <sub>-1,2</sub>	-			
0,8	1,0			3,2 - 5,6									1,8 <sup>+1,2</sup> <sub>-0,6</sub>	2,0 <sup>+1,3</sup> <sub>-0,7</sub>	2,2 <sup>+1,5</sup> <sub>-0,7</sub>	2,5 <sup>+1,7</sup> <sub>-0,8</sub>	2,8 <sup>+1,9</sup> <sub>-0,9</sub>	3,2 <sup>+2,1</sup> <sub>-1,1</sub>	3,6 <sup>+2,4</sup> <sub>-1,2</sub>	4,0 <sup>+2,7</sup> <sub>-1,3</sub>	4,5 <sup>+3,0</sup> <sub>-1,5</sub>			
1,0	1,2			5,6 - 10									2,0 <sup>+1,3</sup> <sub>-0,7</sub>	2,2 <sup>+1,5</sup> <sub>-0,7</sub>	2,5 <sup>+1,7</sup> <sub>-0,8</sub>	2,8 <sup>+1,9</sup> <sub>-0,9</sub>	3,2 <sup>+2,1</sup> <sub>-1,1</sub>	3,6 <sup>+2,4</sup> <sub>-1,2</sub>	4,0 <sup>+2,7</sup> <sub>-1,3</sub>	4,5 <sup>+3,0</sup> <sub>-1,5</sub>	5,0 <sup>+3,3</sup> <sub>-1,7</sub>			
1,2	1,4			10 - 20									2,2 <sup>+1,5</sup> <sub>-0,7</sub>	2,5 <sup>+1,7</sup> <sub>-0,8</sub>	2,8 <sup>+1,9</sup> <sub>-0,9</sub>	3,2 <sup>+2,1</sup> <sub>-1,1</sub>	3,6 <sup>+2,4</sup> <sub>-1,2</sub>	4,0 <sup>+2,7</sup> <sub>-1,3</sub>	4,5 <sup>+3,0</sup> <sub>-1,5</sub>	5,0 <sup>+3,3</sup> <sub>-1,7</sub>	5,6 <sup>+3,7</sup> <sub>-1,9</sub>			
1,4	1,7			20 - 50									2,5 <sup>+1,7</sup> <sub>-0,8</sub>	2,8 <sup>+1,9</sup> <sub>-0,9</sub>	3,2 <sup>+2,1</sup> <sub>-1,1</sub>	3,6 <sup>+2,4</sup> <sub>-1,2</sub>	4,0 <sup>+2,7</sup> <sub>-1,3</sub>	4,5 <sup>+3,0</sup> <sub>-1,5</sub>	5,0 <sup>+3,3</sup> <sub>-1,7</sub>	5,6 <sup>+3,7</sup> <sub>-1,9</sub>	6,3 <sup>+4,2</sup> <sub>-2,1</sub>			
1,7	2,0			50 - 120									2,8 <sup>+1,9</sup> <sub>-0,9</sub>	3,2 <sup>+2,1</sup> <sub>-1,1</sub>	3,6 <sup>+2,4</sup> <sub>-1,2</sub>	4,0 <sup>+2,7</sup> <sub>-1,3</sub>	4,5 <sup>+3,0</sup> <sub>-1,5</sub>	5,0 <sup>+3,3</sup> <sub>-1,7</sub>	5,6 <sup>+3,7</sup> <sub>-1,9</sub>	6,3 <sup>+4,2</sup> <sub>-2,1</sub>	7,0 <sup>+4,7</sup> <sub>-2,3</sub>			

5.5. ábra: MSZ EN 10243 szabvány

Legnagyobb megengedhető tűrések	Tömeg (kg) felett -ig	Acélmínőség-csoport	M1	M2	Alakbonyolultsági tényező				Névleges méretek										
					> 0,63 ≤ 1		> 0,32 ≤ 0,63		> 0,16 ≤ 0,32		≤ 0,16		0	> 16 ≤ 40	> 40 ≤ 63	> 63 ≤ 100	> 100 ≤ 160	> 160 ≤ 250	
					S1	S2	S3	S4	Tűrések <sup>1)</sup>										
1,0	0 - 0,4												1,0 <sup>+0,7</sup> <sub>-0,3</sub>	1,1 <sup>+0,7</sup> <sub>-0,4</sub>	1,2 <sup>+0,8</sup> <sub>-0,4</sub>	1,4 <sup>+0,9</sup> <sub>-0,5</sub>	1,6 <sup>+1,1</sup> <sub>-0,5</sub>	1,8 <sup>+1,2</sup> <sub>-0,6</sub>	2,0 <sup>+1,3</sup> <sub>-0,7</sub>
1,2	0,4 - 1,2												1,1 <sup>+0,7</sup> <sub>-0,4</sub>	1,2 <sup>+0,8</sup> <sub>-0,4</sub>	1,4 <sup>+0,9</sup> <sub>-0,5</sub>	1,6 <sup>+1,1</sup> <sub>-0,5</sub>	1,8 <sup>+1,2</sup> <sub>-0,6</sub>	2,0 <sup>+1,3</sup> <sub>-0,7</sub>	2,2 <sup>+1,5</sup> <sub>-0,7</sub>
1,6	1,2 - 2,5												1,2 <sup>+0,8</sup> <sub>-0,4</sub>	1,4 <sup>+0,9</sup> <sub>-0,5</sub>	1,6 <sup>+1,1</sup> <sub>-0,5</sub>	1,8 <sup>+1,2</sup> <sub>-0,6</sub>	2,0 <sup>+1,3</sup> <sub>-0,7</sub>	2,2 <sup>+1,5</sup> <sub>-0,7</sub>	2,5 <sup>+1,7</sup> <sub>-0,8</sub>
2,0	2,5 - 5												1,4 <sup>+0,9</sup> <sub>-0,5</sub>	1,6 <sup>+1,1</sup> <sub>-0,5</sub>	1,8 <sup>+1,2</sup> <sub>-0,6</sub>	2,0 <sup>+1,3</sup> <sub>-0,7</sub>	2,2 <sup>+1,5</sup> <sub>-0,7</sub>	2,5 <sup>+1,7</sup> <sub>-0,8</sub>	2,8 <sup>+1,9</sup> <sub>-0,9</sub>
2,4	5 - 8												1,6 <sup>+1,1</sup> <sub>-0,5</sub>	1,8 <sup>+1,2</sup> <sub>-0,6</sub>	2,0 <sup>+1,3</sup> <sub>-0,7</sub>	2,2 <sup>+1,5</sup> <sub>-0,7</sub>	2,5 <sup>+1,7</sup> <sub>-0,8</sub>	2,8 <sup>+1,9</sup> <sub>-0,9</sub>	3,2 <sup>+2,1</sup> <sub>-1,1</sub>
3,2	8 - 12												1,8 <sup>+1,2</sup> <sub>-0,6</sub>	2,0 <sup>+1,3</sup> <sub>-0,7</sub>	2,2 <sup>+1,5</sup> <sub>-0,7</sub>	2,5 <sup>+1,7</sup> <sub>-0,8</sub>	2,8 <sup>+1,9</sup> <sub>-0,9</sub>	3,2 <sup>+2,1</sup> <sub>-1,1</sub>	3,6 <sup>+2,4</sup> <sub>-1,2</sub>
4,0	12 - 20												2,0 <sup>+1,3</sup> <sub>-0,7</sub>	2,2 <sup>+1,5</sup> <sub>-0,7</sub>	2,5 <sup>+1,7</sup> <sub>-0,8</sub>	2,8 <sup>+1,9</sup> <sub>-0,9</sub>	3,2 <sup>+2,1</sup> <sub>-1,1</sub>	3,6 <sup>+2,4</sup> <sub>-1,2</sub>	4,0 <sup>+2,7</sup> <sub>-1,3</sub>
5,0	20 - 36												2,2 <sup>+1,5</sup> <sub>-0,7</sub>	2,5 <sup>+1,7</sup> <sub>-0,8</sub>	2,8 <sup>+1,9</sup> <sub>-0,9</sub>	3,2 <sup>+2,1</sup> <sub>-1,1</sub>	3,6 <sup>+2,4</sup> <sub>-1,2</sub>	4,0 <sup>+2,7</sup> <sub>-1,3</sub>	4,5 <sup>+3,0</sup> <sub>-1,5</sub>
6,4	36 - 63												2,5 <sup>+1,7</sup> <sub>-0,8</sub>	2,8 <sup>+1,9</sup> <sub>-0,9</sub>	3,2 <sup>+2,1</sup> <sub>-1,1</sub>	3,6 <sup>+2,4</sup> <sub>-1,2</sub>	4,0 <sup>+2,7</sup> <sub>-1,3</sub>	4,5 <sup>+3,0</sup> <sub>-1,5</sub>	5,0 <sup>+3,3</sup> <sub>-1,7</sub>

5.6. ábra: MSZ EN 10243 szabvány

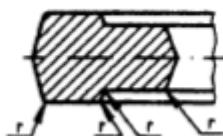


A lekerekítési sugarak a 5.12. ábrán látható az MSZ EN 10243 szabvány szerint:

$$T_{Rk} = 3 \begin{matrix} +1,5 \\ -0,75 \end{matrix}$$

$$T_{Rb} = 6 \begin{matrix} +3 \\ -1,5 \end{matrix}$$

A lekerekítési sugarak tűrései		
$r$ (mm)	+	-
$r \leq 10$	50%	25%
$10 < r \leq 32$	40%	20%
$32 < r \leq 100$	32%	15%
$r > 100$	25%	10%



5.7. ábra: MSZ EN 10243 szabvány

### 5.3. Ellenőrzés

A kapott geometriai méretekkel módosított kovácsdarab:

$$m_{\text{kovács}} = 7,77 \text{ kg} \rightarrow \text{megfelelő}$$

$$S = \frac{m_{D\text{kovács}}}{m_{B\text{kovács}}} = \frac{7,54}{8,92} = 0,85 \rightarrow S_1 \rightarrow \text{megfelelő}$$

Süllyesztékelcsúszás:

$$5,6 \text{ kg} \leq m_{\text{kovács}} = 7,77 \text{ kg} \leq 10 \text{ kg} \rightarrow \text{megfelelő}$$

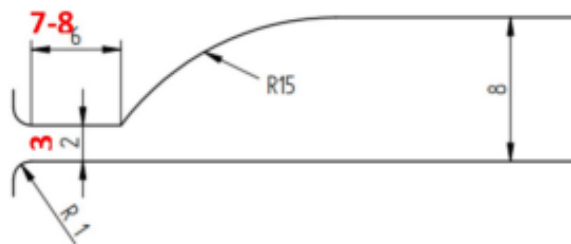
Egyenesség:

$$160 \text{ mm} \leq D_{\text{max}} = 198,8 \leq 200 \text{ mm} \rightarrow \text{megfelelő}$$

Az ellenőrzés után látható, hogy az előtervezés során felvett értékek ugyanazokba a kategóriákba esnek, mint a módosítottak, így nincs szükség további változtatásra.

### Sorjacsatorna

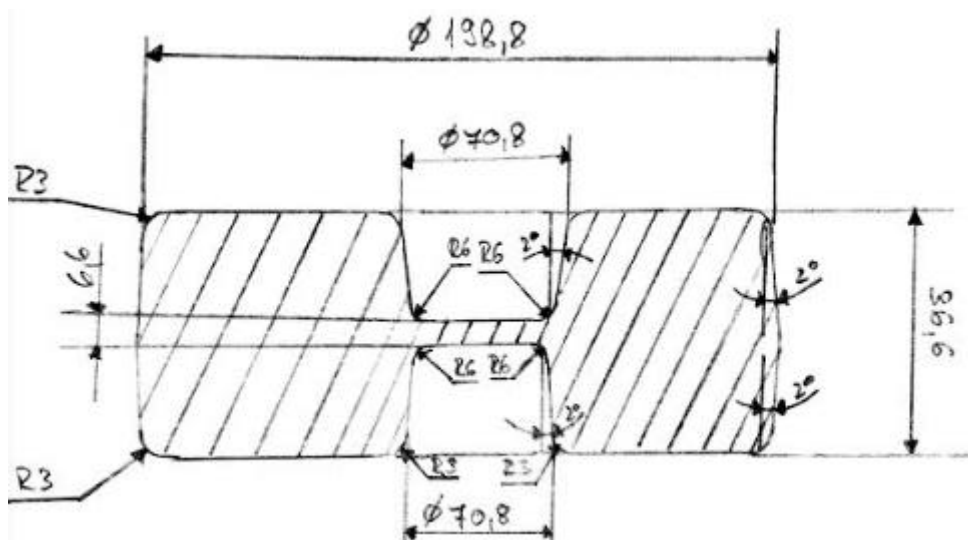
Mivel az általam alkalmazott hidraulikus kovácssajtót útkarakterisztikájú gép, így nyitott sorjacsatornát alkalmaztam, amely geometriai kialakítását a 5.13. ábra szemléltet CSMSZ.2500-74 szabvány szerint.



5.8. ábra: Sorjacsatorna kialakítása szabvány szerint

## 5.4. Kovácsdarab kész geometriája

A 5.14. ábrán a kész kovácsdarab geometriája látható.



5.9. ábra: Kovácsdarab geometriája

## 5.5. Alapanyag előkészítése

Az anyag hevítése gázkemencében történik 1100°C-ra, így 3% leégési veszteséggel kell számolni. Ezért az alakításra kerülő anyag térfogata:

$$V_{darab} = 960510 \cdot 1,03 = 989325,3 \text{ mm}^3 = 0,989 \text{ dm}^3$$

A tárcsa kovácsdarab műszaki rajza tűrésekkel 14.2. melléklet, míg a forgácsolt tárcsa a 14.3. mellékletben található meg.

## 6. Forgácsolás számítás

### 6.1. Forgácsolási adatok meghatározása

#### A tengelyvég tengely részének (1-es jelű) számítása:

Az előgyártmány: Melegen hengerelt köracél Ø90 mm, MSZ 4337, S 235 JR N

Anyagminőség: S 235JR N

Szakítószilárdság:  $R_m = 420 \text{ N/mm}^2$

Nyersméret: Ø90x 358,5 mm, melegen hengerelt köracélból darabolva

Forgácsolási adatok meghatározása

#### 1. művelet: Darabolás

A választott szerszámgép: KF-250 M, keretes fűrészgép

Löketszám:  $60 \text{ min}^{-1}$

Befogás: gépsatuba ütköztetve  $358,5 \pm 0,5 \text{ mm}$  (6.1. ábra alapján)

Szerszám: Gépi fémfűrészlap 500x 3,2 MSZ 3962:HS18 0 1

Anyagátmérő [mm]	30 - 50	50 - 80	80 - 120	120 - 180	180 - 250
Ráhagyás [mm]	1 - 2	2 - 3	3 - 4	4 - 5	5 - 6

6.1. ábra: Ráhagyás mértéke

A ráhagyás mértékét anyagátmérőre választottam ki. Mivel az anyagátmérőm 90 mm, így a ráhagyásnak 3-4 mm kell legyen, ezért középértékként 3,5 mm vettem alapul.

#### 2. művelet: Esztergálás I.

A szerszámgép kiválasztása: E400-as egytetemes esztergapad (6.2. ábra)

A késtartóba befogható késszár keresztmetszet: 20 x 20 mm

Megnevezés	A géptípus jele				
	E1N	E400	EU 500	MVE 280M	EU 630
Esztergálható átmérő					
Ágy felett [mm]	245	400	500	590	630
Szán felett [mm]	150	222	315	350	400
Mélyítésben [mm]	-	580	650	750	780
Csúcsávolságok [mm]	500	1000/1500	1500/2000/3000	1500/2000/300	1500/2000/3000
Legnagyobb tokmányátmérő [mm]	130	230	305	305	380
Legnagyobb síktárcsátmérő [mm]	245	300	510	550	630
Főorsó					
Furata [mm]	20	40	65	81	82
Fokozati tényező $\varphi$	-	1,4	1,25	1,25	1,25
Fordulatszám-határok $\left[ \frac{1}{\text{min}} \right]$	60 – 1860	25 – 1120	25 – 1250	19 – 950	20 – 1000
Hosszelőtölés-határok $\left[ \frac{\text{mm}}{\text{ford}} \right]$	0,045 – 2,6	0,0125 – 6	0,09 – 20	1,14 – 2,65	0,09 – 20
Kereszelőtölés-határok $\left[ \frac{\text{mm}}{\text{ford}} \right]$	0,007 – 0,38	0,0062 – 3	0,045 – 10	0,04 – 0,88	0,045 – 10
Legnagyobb					
Főforgácsolóerő [N]	2000	12000	20000	17000	25000
Késszár-keresztmetszet [mm]	16 x 16	20 x 20	32 x 32	40 x 35	32 x 40
A vezérorsó menetemelkedése [mm]	3	-	-	-	-
[menet/1'']	-	4	2	2	2
Hajtómotor teljesítménye [kW]	0,75/1,3	3,6	10	11	14

6.2. ábra: E400-as egyetemes esztergapad paramétereit pirosan bekeretezve

A főforgácsoló erő kiválasztása:

- I. A szerszámra megengedett legnagyobb főforgácsoló erő:  $F_f = 5350 \text{ N}$  (6.3.ábra)
- II. A gépre megengedett legnagyobb főforgácsoló erő:  $F_f = 12000 \text{ N}$
- III. A munkadarab befogási módjától függő megengedett legnagyobb főforgácsolási erő:  $F_f = 16500 \text{ N}$

A technológiai adatok meghatározásához a három érték közül a legkisebb főforgácsolási értéket ( $F_f = 5350 \text{ N}$ ) vesszük figyelembe.

		Négyzetes vagy téglalap keresztmetszetű készár										
Készár gasság, h [mm]	Készár lelesség, b [mm]	Késkinyúlás, L [mm]										
		10	25	50	100	150	200	250	300	350	400	500
		Megengedett forgácsolóerő, F [N]										
8	8	750	300	150	-	-	-	-	-	-	-	-
10	10	2200	1340	670	330	-	-	-	-	-	-	-
16	16	13600	5440	2720	1360	910	680	560	-	-	-	-
20	12	16000	6400	3200	1600	1070	800	640	530	-	-	-
	20	-	10700	5350	2760	1760	1340	1070	890	760	680	530
25	16	-	13300	6650	3340	2220	1670	1330	1110	960	840	670
	25	-	-	10400	5200	3470	2850	2080	1740	1420	1300	1040
30	20	-	-	12000	6000	4000	3000	2400	2000	1720	1500	1200
	30	-	-	-	9000	6000	4500	3600	3000	2570	2250	1800
40	25	-	-	-	13350	8900	6650	5350	4450	3800	3330	2670
	40	-	-	-	-	14220	10450	8550	7150	6100	5350	4270
50	40	-	-	-	-	-	-	-	16000	13700	12000	9000
63	40	-	-	96000	48000	32000	24000	19250	16000	13700	12000	9600
90	60	-	-	-	-	108000	81000	65200	54000	46000	40500	3240

6.3. ábra: Szerszámra megengedett legnagyobb főforgácsoló erő kiválasztása

## 2.1. Oldalazás méretre

A fogásmélység a ráhagyás alapján:  $a = 1,5 \text{ mm}$

A fogások száma:  $i = 1$

Az előtolás értéke:  $f = 0,1 \frac{\text{mm}}{\text{ford}}$  (kézi)

Az alkalmazott szerszám: Homlokélű esztergakés P10 20 x 20j III. MSZ 1903 (keményfém lapkás)

Az alkalmazott forgácsoló sebesség meghatározása:

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

ahol:

$$v_0 = 405 \frac{m}{min} \text{ (6.4. ábra)}$$

$T = 150 \text{ min}$ , keményfém lapkas forgácsoló szerszámnak ez az adott szerszámélete,

$K_k = 0,81$ ,  $K_{sz} = 0,97$ ,  $K_m = 1$ ,  $K_h = 1$ ,  $K_k = 0,75$ ,  $K_T = 1$  (6.5- 6.10. ábra)

Behelyettesítve:

$$v = 405 \cdot 0,81 \cdot 0,97 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 0,75 \cdot 1 = 238,66 \frac{m}{min}$$

Mégmunkálandó anyag		Szerszámanyag					
Megnevezés	$R_m \left[ \frac{N}{mm^2} \right]$	gyorsacél	keményfém				
			P10	P20	P30	K20	K10
		↓ Forgácsolási sebesség $v_0 \left[ \frac{m}{min} \right]$					
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	-	-

6.4. ábra: A  $C_0$  értéke keményfém szerszámanyag esetére

A munkadarab anyaga	A szerszám anyaga	Szerszámhelyezési 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

6.5. ábra:  $K_k$  tényező értéke

A munkadarab anyaga	A készár keresztmetszete, $h \times b$ , [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

6.6. ábra:  $K_{sz}$  tényező értéke

Mégmunkálási mód	$K_m$
Hosszesztergálás általában	1

6.7. ábra:  $K_m$  tényező értéke

Hengerelt acél	
Melegen hengerelt	Húzott
1,00	1,10

6.8. ábra:  $K_h$  tényező értéke



A felület állapota	$K_k$
Megszakított felület, egyenlőtlen fogásmélység	0,7 – 0,8

6.9. ábra:  $K_k$  tényező értéke 0,75-re lett választva, mert ez a középérték 0,7 és 0,8 között

Szerszámanyag	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
	Rézötvtözetek 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

6.10. ábra:  $K_T$  tényező értéke

A fordulatszám meghatározása:

$$n = \frac{1000 \cdot v_0}{d \cdot \pi} = \frac{1000 \cdot 238,66}{90 \cdot \pi} = 844,1 \frac{1}{\text{min}}$$

A gépen a beállítható hozzá legközelebb lévő fordulatszám:  $n_{\text{gépi}} = 1000 \text{ 1/min}$  (6.11. ábra)

$\varphi = 1,4$	
11,2	
	125
16	
	180
22,4	
	250
2,8	
	31,5
	355
4	
	45
	500
5,6	
	63
	710
8	
	90
	1000

6.11. ábra: E400-as egytetemes esztergapad  $n_{\text{gépi}}$  fordulátának beállítása 1,4 fokozati tényezőhöz

Így a megváltozott forgácsolósebesség:

$$v_{cm} = \frac{d \cdot \pi \cdot n_{g\acute{e}pi}}{1000} = \frac{90 \cdot \pi \cdot 1000}{1000} = 282,74 \frac{m}{min}$$

## 2.2. Központfúrás

A központfúrást E400-as egytetemes esztergapadon végezzük el. (6.2. ábra)

Alkalmazott szerszám: Központfúró 60° Ø3 mm MSZ 3997 (6.12. ábra)

Ábra	A szerszám neve és szabvány-száma	Jellemző méretek [mm]											
		60°											90°
	Központfúró (védősüllyesztő nélkül) MSZ3997	süllyesztőszög	60°										
		d	0,75	1	1,5	2	2,5	3	4	5	3	5	8
		D h9	3,5	4	5	6	8	10	12	14	10	14	25
		L	35	35	40	45	50	55	66	78	55	78	90
		l	1	1,5	2	3	3,5	4	5	6,5	4	6,5	10

6.12. ábra: Központfúró választása

A befogás módja: tokmányba

Szerszám-befogó: fúrótokmány

Forgácsolási sebesség:  $v = 238,66 \text{ m/min}$

A fordulatszám meghatározása:

$$n = \frac{1000 \cdot v_0}{d \cdot \pi} = \frac{1000 \cdot 238,66}{3 \cdot \pi} = 25322,61 \frac{1}{min}$$

A gépen hozzá legközelebb álló beállítható fordulatszám:  $n_{g\acute{e}pi} = 1000 \text{ 1/min.}$  (6.11. ábra)

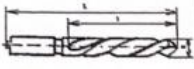
Így a megváltozott forgácsolósebesség:

$$v_{cm} = \frac{d \cdot \pi \cdot n_{g\acute{e}pi}}{1000} = \frac{3 \cdot \pi \cdot 1000}{1000} = 9,43 \frac{m}{min}$$

## 2.3. Fúrás (Ø12 x 50,8 hosszon)

Az alkalmazott szerszám: Csigafúró Ø12 h8 HS18 0 1 MSZ 3985 (6.13. ábra)





Hengeres száru rövid csigafúró  
MSZ3985

D	3,4	3,5	3,6	3,7	3,8	3,9	4	4,1	4,2	4,5	4,8	4,9	5	5,1	5,2	5,3	5,5	5,8	5,9
L	72		75			80		82	85	88	90			95				100	
l	42		45			48		50	52		55			60				65	
D	6	6,2	6,3	6,4	6,5	6,6	6,7	6,8	6,9	7	7,1	7,2	7,3	7,4	7,5	7,6	7,7	7,8	7,9
L	100		105					110					115					120	
l	65		68					70					75					80	
D	8	8,1	8,2	8,3	8,4	8,5	8,6	8,7	8,8	8,9	9	9,1	9,2	9,3	9,4	9,5	9,6	9,7	9,8
L	120			125								130						135	
l	80			85								90						95	
D	9,9	10	10,1	10,2	10,3	10,4	10,5	10,6	10,7	10,8	10,9	11	11,2	11,5	11,7	11,8	12	12,1	12,3
L	135						140						145				150		160
l							95									100			
D	12,4	12,5	12,7	12,8	12,9	13	13,2	13,3	13,5	13,7	13,8	14	14,3	14,4	14,5	14,7	14,8		
L									160										

6.12. ábra: Csigafúró kiválasztása

A fogásmélység:  $a = \frac{D}{2} = \frac{12}{2} = 6 \text{ mm}$

Az előtolás értéke:  $f = 0,21 \frac{\text{mm}}{\text{ford}}$  (6.14. ábra)

A fúró átmérője [mm]	Mégmunkál:	
	Acél	
	$R_m \leq 900 \frac{N}{\text{mm}^2}$	$R_m \geq 900 \frac{N}{\text{mm}^2}$
2	0,025 – 0,055	0,010 – 0,028
4	0,060 – 0,11	0,025 – 0,05
6	0,090 – 0,16	0,045 – 0,09
8	0,12 – 0,20	0,08 – 0,12
10	0,14 – 0,22	0,09 – 0,15
12	0,16 – 0,26	0,12 – 0,16
16	0,20 – 0,30	0,12 – 0,20
20	0,22 – 0,32	0,14 – 0,24

6.13. ábra: Előtolás meghatározása  $f = 0,21 \text{ mm/ford}$ , mert középérték 0,16 és 0,26 között

A fogások száma:  $i = 1$

Forgácsolási sebesség:  $v = 238,66 \text{ m/min}$

Fajlagos forgácsoló erő:  $1500 \text{ N/mm}^2$ , fajlagos forgácsoló ellenállás nagysága S 235 JR anyag esetén a 6.15. ábra alapján.

Anyag-csoport	Anyag-szám	Anyagjelölés	$k_{0,1}$ (N/mm <sup>2</sup> )	$m_1$	$k_c$ értékek korrekció nélkül a $f$ forgácsolósebesség függvényében, MPa													
					0,08	0,1	0,13	0,16	0,2	0,25	0,32	0,4	0,5	0,63	0,8	1,25	1,6	2,5
1.	1.1121	Ck10	1350	0,21	2294	2189	2072	1984	1893	1806	1715	1636	1562	1488	1415	1288	1223	1114
	1.0401	C15																
	1.1158	Ck25																
2.	1.0715	9SMn28	1500	0,22	2615	2489	2350	2245	2137	2035	1927	1835	1747	1660	1575	1428	1353	1226
	1.0718	9SMnPb28																
	1.0723	15S20																
	1.0737	9SMnPb36																
	1.0718	9SMnPb28																
	1.0726	35S20																
	1.0727	45S20																
3.	1.0037	S235JR	1500	0,25	2820	2667	2498	2372	2243	2121	1994	1886	1784	1684	1586	1419	1334	1193
	1.0050	E295																
	1.0080	E335																
	1.1141	Ck15																
	1.0501	C35																
	1.1181	Ck35																
	1.0503	C45																
	1.0535	C55																
	1.1191	Ck45																
	1.0473	19Mn6																

6.65. ábra: Fajlagos forgácsolási ellenállás értéke az S 235JR anyag esetén, illetve egyes előtolás értékekhez tartozó  $k_c$  értékek

Fordulatszám meghatározása:

$$n = \frac{1000 \cdot v_0}{D \cdot \pi} = \frac{1000 \cdot 238,66}{12 \cdot \pi} = 6330,65 \text{ 1/min}$$

A gépen legkedvezőbb beállítható fordulatszám:  $n_{\text{gépi}} = 710 \text{ 1/min}$ . (6.11. ábra)

Így a megváltozott forgácsolósebesség:

$$v_{cm} = \frac{D \cdot \pi \cdot n_{\text{gépi}}}{1000} = \frac{12 \cdot \pi \cdot 710}{1000} = 26,77 \frac{m}{min}$$

A fúrési nyomaték meghatározása:

$$M = F_1 \cdot \frac{D}{2} = k_s \cdot A \cdot \frac{D}{2} = k_s \cdot \frac{D \cdot f}{4} \cdot \frac{D}{2} = k_s \cdot \frac{D^2 \cdot f}{8 \cdot 10^3} = 1500 \cdot \frac{12^2 \cdot 0,21}{8 \cdot 10^3} = 5,67 \text{ Nm}$$

A fúrás teljesítményének meghatározása:

$$P = \frac{M \cdot 2 \cdot \pi \cdot n_{\text{gépi}}}{60 \cdot 10^3} = \frac{5,67 \cdot 2 \cdot \pi \cdot 710}{60 \cdot 10^3} = 0,42 \text{ kW}$$

A hajtáshoz szükséges teljesítmény meghatározása:

$$P_h = \frac{P}{\eta} = \frac{0,42}{0,8} = 0,525 \text{ W}$$

ahol  $\eta = 0,8$  a szerszám gép hatásfoka.

A választott E400-as egyetemes esztergapad 3,6 kW-os villanymotorral rendelkezik, így az kielégíti a teljesítményszükségletet.

#### 2.4. Palástnagyolás (Ø80 x 200 mm)

Alkalmazott szerszám: Oldalélű esztergakés P10 20 x 20j MSZ 1904 (keményfém lapkás)

A forgácskeresztmetszet meghatározása:

A fogásmélység:  $D = 90$  mm (kiinduló átmérő),  $d = 80$  mm (megmunkált átmérő)

$$a = \frac{D - d}{2} = \frac{90 - 80}{2} = 5 \text{ mm}$$

Az előtolás meghatározása:

A főforgácsoló erő:  $F_f = 5350$  N

A fajlagos forgácsoló erő:  $k_c = 1500$  N/mm<sup>2</sup>

Az előtolás értéke az  $F_f = k_s \cdot f \cdot a$  összefüggés alapján:

$$f = \frac{F_f}{a \cdot k_s} = \frac{5350}{5 \cdot 1500} = 0,71 \text{ mm/ford}$$

$$\text{Az } \frac{a}{f} \text{ viszonyértéke: } \frac{5}{0,71} = 7,04:1$$

Az ideális arány szakítószilárdsága esetén és a szerszámanyag függvényében 6:1 (6.16. ábra), ezért a fogást meg kell osztani, azaz  $i = 2$ , a fogásmélység pedig  $a = 2,5$  mm, viszont a hajtáshoz szükséges teljesítmény nagyobb, mint a berendezés villanymotorának teljesítménye. Ezért változtattam a fogások számát  $i = 5$ -re és a fogásmélység  $a = 1$  mm.

A munkadarab anyagának szakítószilárdsága, $R_m \left[ \frac{N}{mm^2} \right]$	A szerszám	
	490 -ig	gyorsacél 3,2 : 1

6.16. ábra: Az  $a/f$  viszony nagysága acél forgácsolása esetén

Az ehhez tartozó ideális előtolás mértéke:

$$f = \frac{1}{6} = 0,17 \text{ mm/ford}$$

Választott szabványos érték a 6.15. ábra alapján:  $f = 0,2 \text{ mm/ford}$  és a hozzátartozó  $k_c$  érték:  $2243 \text{ N/mm}^2$ .

A keletkező forgácsoló erő nagysága:

$$F_k = k_c \cdot f \cdot a = 2243 \cdot 0,2 \cdot 1 = 448,6 \text{ N}$$

Az alkalmazott forgácsoló sebesség meghatározása:

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

ahol:

$$v_0 = 405 \frac{m}{min} \text{ (6.4. ábra)}$$

$T = 150 \text{ min}$ , keményfém lapkas forgácsoló szerszámnak ez az adott szerszámélete,

$$K_k = 0,81, K_{sz} = 0,97, K_m = 1, K_h = 1, K_k = 0,75, K_T = 1 \text{ (6.5- 6.10. ábra)}$$

Behelyettesítve:

$$v = 405 \cdot 0,81 \cdot 0,97 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 0,75 \cdot 1 = 238,66 \frac{m}{min}$$

A fordulatszám meghatározása:

$$n = \frac{1000 \cdot v_0}{d \cdot \pi} = \frac{1000 \cdot 238,66}{90 \cdot \pi} = 844,1 \text{ 1/min}$$

A gépen hozzá legközelebb álló beállítható fordulatszám:  $n_{g\acute{e}pi} = 1000 \text{ 1/min}$ . (6.11. ábra)

Így a megváltozott forgácsolósebesség:

$$v_{cm} = \frac{d \cdot \pi \cdot n_{g\acute{e}pi}}{1000} = \frac{90 \cdot \pi \cdot 1000}{1000} = 282,74 \frac{m}{min}$$

A forgácsolás teljesítményigénye:

$$P = \frac{F_k \cdot v_{cm}}{60 \cdot 10^3} = \frac{448,6 \cdot 282,74}{60 \cdot 10^3} = 2,1 \text{ kW}$$

A hajtáshoz szükséges teljesítmény:

$$P_h = \frac{P}{\eta} = \frac{2,1}{0,8} = 2,625 \text{ kW}$$

ahol  $\eta = 0,8$  a szerszámgép hatásfoka.

A választott E400-as egytetemes esztergapad 3,6 kW-os villanymotorral rendelkezik, így az kielégíti a teljesítményszükségletet.

A 6.1. táblázat az egyes műveletek eredményeit tartalmazza.

	i	a [mm]	f [mm/ford]	v [m/min]	n [1/min]	$n_{\text{épt}}$ [1/min]	$v_{\text{cm}}$ [m/min]	$F_k$ [N]	M [Nm]	P [kW]	$P_h$ [kW]
Tengely Esztergálás I.											
Oldalazás m é r e t r e	1	1,5	0,1 (kézi)	238,66	844,1	1000	282,74				
Központfű r á s				238,66	25322,6	1000	9,43				
Fúrás Ø12x 50,8 mm	1	6	0,21	238,66	6330,65	710	26,77		5,67	0,42	0,525
Palástonagy olás Ø80x 200 mm	5	1	0,2	238,66	844,1	1000	282,74	448,6		2,1	2,625
Palástonagy olás Ø60x 100 mm	7	1,43	0,25	238,66	1266,13	1000	188,5	758,26		2,38	2,975
Palástonagy olás Ø56x 60 mm	2	1	0,2	238,66	1356,57	1000	175,93	448,6		1,32	1,65
Élek et letör 1x 45°	1	$\sqrt{2}$	0,1	238,66							
Beszúrás Ø60x 3x 2 mm	1	2	0,1	238,66	1266,13	1000	188,5	300			
Esztergálás s II.											
Oldalazás m é r e t r e	1	2	0,1 (kézi)	238,66	844,1	1000	282,74				
Központfű r á s				238,66	25322,6	1000	9,43				
Fúrás Ø12x 50,8 mm	1	6	0,21	238,66	6330,65	710	26,77		5,67	0,42	0,525
Palástonagy olás Ø80x 155 mm	5	1	0,2	238,66	844,1	1000	282,74	448,6		2,1	2,625

	i	a [mm]	f [mm/ford]	v [m/min]	n [1/min]	$n_{opt}$ [1/min]	$v_{cm}$ [m/min]	$F_k$ [N]	M [Nm]	P [kW]	$P_k$ [kW]
Tárcsa Esztergálás I.											
Oldalazás méretre	1	3,6	0,1 (kézi)	238,66	382,13	500	312,27				
Palástragyolás Ø192x 30 mm	3	1,13	0,2	238,66	382,13	500	312,27	506,9		2,62	3,275
Esztergálás II.											
Furatesztergálás Ø140x 4 mm	25	1,38	0,25	238,66	1073	1000	222,4	731,8		2,71	3,39
Furatesztergálás Ø74x 4 mm	2	0,8	0,13	238,66	1073	1000	222,42	259,8		0,96	1,2
Előfűrés 6x Ø6 teljes hosszon			0,1	238,66	12661,3	1000	18,85		0,675	0,07	0,0875
Fűrés 6x Ø18 teljes hosszon	1	9	0,26	238,66	4220,44	1000	56,55		15,8	1,65	2,1
Esztergálás III.											
Oldalazás méretre	1	3	0,1 (kézi)	238,66	395,67	500	301,6				
Az egyes műveletek részletes számításai az 14.4. számú mellékletben található.											

6.1. táblázat: Forgácsolási eljárások eredményei

## 7. Hegesztés számítás

Alapanyag: S 235JR N

$D_1 = 80 \text{ mm}$

$D_2 = 74 \text{ mm}$

$a_1 = 6 \text{ mm}$

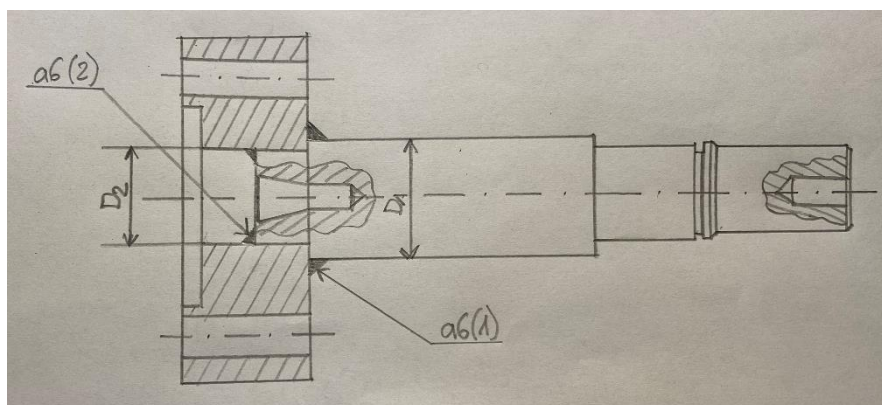
Darabszám: 350 db

Hegesztésimód: AFI

Vegyi összetétele az alapanyagnak:

C	Si	Mn	P	S	Cu	N
$\leq 0,17$	$\leq 0,3$	$\leq 1,4$	0,035	0,035	$\leq 0,55$	$\leq 0,012$

A varratétkép a 7.1 ábrán látható:



7.1. ábra: Varrattérkép

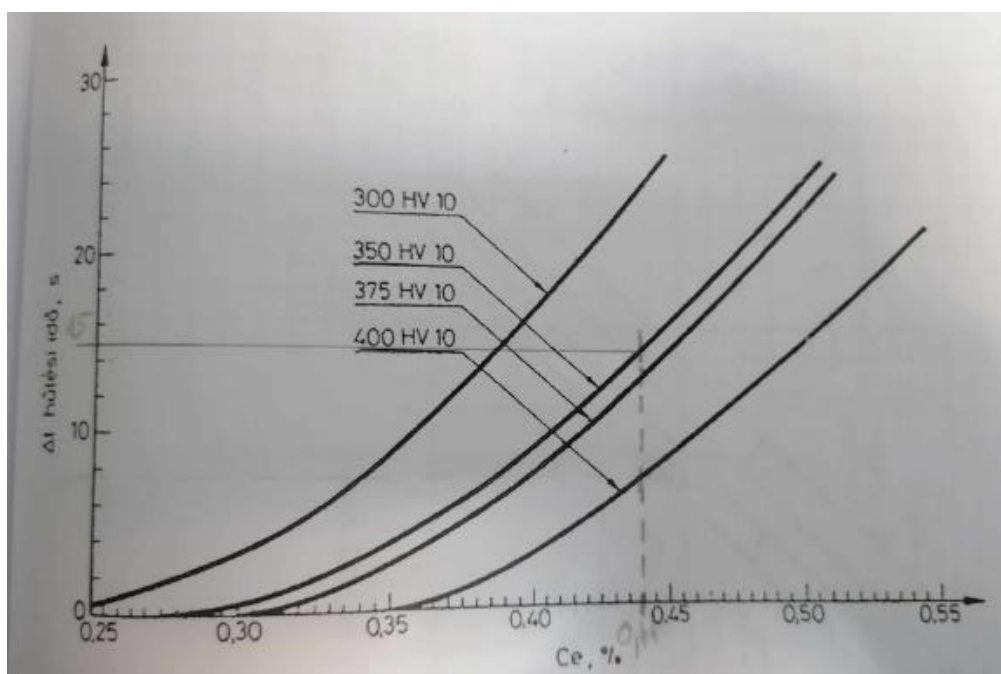
Mivel a tengelyvég anyagának választott S 235JR N ötvözetlen szerkezeti acél nem korrózióálló, ezért a következőképpen határozzuk meg a szénegyenértékét:

$$C_e = C + \frac{Mn}{6} + \frac{Cr + Mo + V}{5} + \frac{Ni + Cu}{15} [\%]$$

behelyettesítve:

$$C_e = 0,17 + \frac{1,4}{6} + \frac{0,55}{15} [\%] = 0,44 \%$$

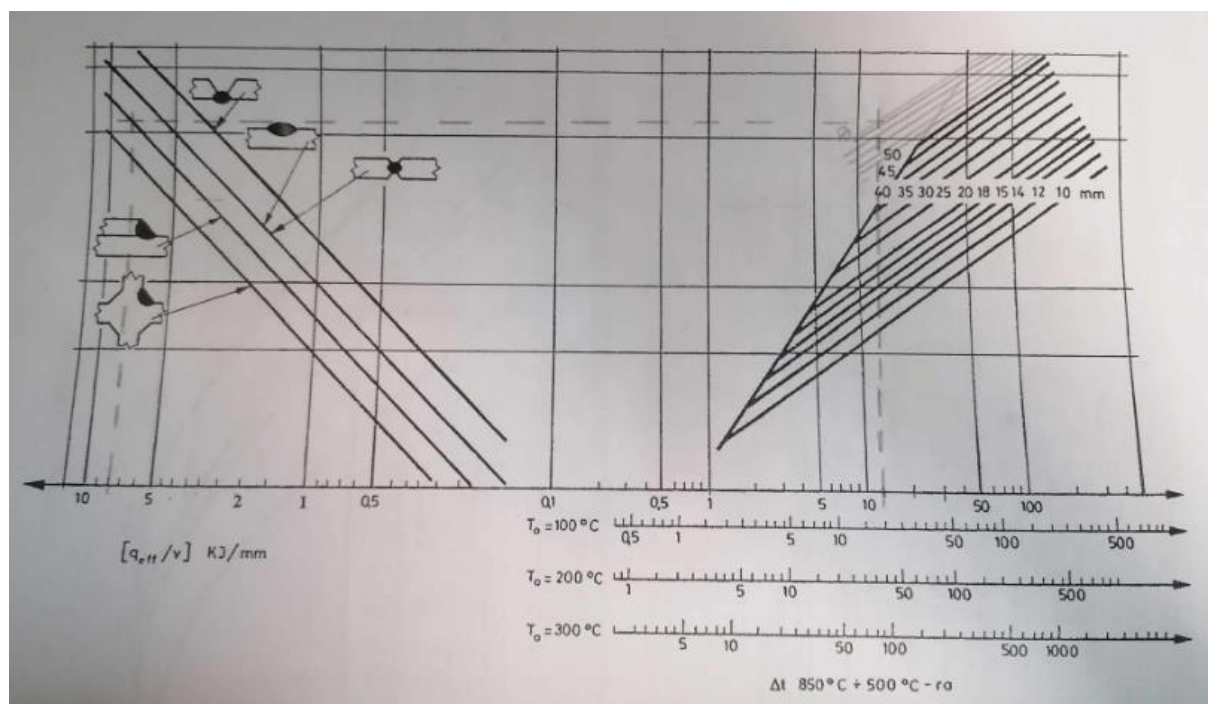
Az alapanyag szénegyenértéke 0,45% alatt van, így az előmelegítés nem szükséges. A hűlési időt az 7.2.ábra alapján határozzuk meg úgy, hogy a vízszintes tengelyen a 0,44%-os szénegyenértéket megkeressük, majd függőlegesen húzunk rá egy egyenest. Ahol elmetstzi az egyenesünk a 350 HV 10-es vonalat (AFI hegesztéshez ezt kell nézni), leolvassuk a függőleges tengelyen lévő értéket, ami a hűlési idő lesz. Ez az érték most  $\Delta t = 15$  [s].



7.2. ábra: Hűlési idő meghatározása

Következő lépésben a nomogram segítségével (7.3.ábra) meghatározásra kerül a fajlagos hőbevitel.





7.3. ábra: Hőbevitel meghatározása és összefüggése a varratelrendezéssel, vastagsággal, hűlési idővel és az előmelegítéssel

Az így kapott hőbevitel értéke  $8 \text{ kJ/mm} = 8000 \text{ J/mm}$ . Ezt úgy határozható meg, hogy az előmelegítés tengelyén a már korábban meghatározott hűlési időt nézzük, majd függőleges szaggatott vonalat húzunk az anyag vastagságáig. Utána balra haladva a sarokvarrat egyenesét elmetszve leolvashatóvá válik a hőbevitel értéke.

Védőgázos ívhegesztésnél a fajlagos hőbevitelből számítható a hegesztési sebesség:

$$Q = \left( \frac{q_{eff}}{v} \right) = \eta \cdot \frac{U \cdot I}{v_{heg}} \left[ \frac{\text{mm}}{\text{s}} \right]$$

ahol,

Q - fajlagos hőbevitel [J/mm]

$\eta$  - hegesztés hatásfoka, ami védőgázos ívhegesztés során 0,75

U - hegesztés feszültsége [V]

I - hegesztés áramerőssége [A]

átrendezve a hegesztési sebességre és behelyettesítve:

$$1. v_{heg} = \frac{\eta \cdot U \cdot I}{Q} = \frac{0,75 \cdot 25 \cdot 210}{8000} = 0,492 \left[ \frac{mm}{s} \right] = 0,0295 \frac{m}{min}$$

$$2. v_{heg} = \frac{\eta \cdot U \cdot I}{Q} = \frac{0,75 \cdot 25 \cdot 300}{3500} = 0,703 \left[ \frac{mm}{s} \right] = 0,0422 \frac{m}{min}$$

Kettős sarokvarratot kell készíteni, viszont különböző pozícióban. A feszültség (U) értékének 25 V lett megválasztva, az 1. számú varrat készítéséhez szükséges áramerősséget (I) 210 A-ra, míg a 2. számú varrat áramerősségét (I) 300 A-ra választottam meg a 7.4. ábra alapján. Az ívfeszültséget a baloldali négyzetből választottam ki. Megadás szerint 22-28 V között történik a munkavégzés normálívű hegesztésnél, ezért ott középérték miatt lett 25 V. Ezen az elven alapult az áramerősség kiválasztása is, de az a jobb oldali vastag téglalapból. Egyes számú varratnál a baloldali, kettesnél a jobboldali.

Ívfeszültség, U [V]	A huzal átmérője, d [mm]			
	(0,6), 0,8...1,0	1,0-1,2	1,2-1,6	2,0-2,4
16-22 rövidívű hegesztés, rövidzárlatos cseppátmenet	50-160 A	70-200 A	120-200 A	
22-28 normálívű hegesztés, vegyes cseppátmenettel	150-250 A	180-240 A *	250-350 A **	

7.4. ábra: Adatok a huzalátmérő, a feszültség és áramerősség értékéről

Varrat térfogata egyenes sarokvarrat esetében a varratvastagság négyzetével egyenlő, tehát:

$$V_v = a^2 \left[ \frac{cm^3}{m} \right] = 6^2 = 36 \frac{cm^3}{m}$$

Egy darab munkadarabon a varrat térfogata:

$$V = V_v \cdot (D_1 \cdot \pi + D_2 \cdot \pi) [cm^3]$$

az adatok behelyettesítésével megkapjuk, hogy:

$$V = 36 \cdot (0,08\pi + 0,074\pi) = 17,42 cm^3$$

Azonban ez csak egy munkadarabon számított érték, de az összesre kell nézni, ezért:

$$V_{\text{összes}} = 350 \cdot 17,42 = 6097 \text{ cm}^3$$

A varratok tömegének meghatározása 350 munkadarabon:

$$M_{\text{varrat}} = V_{\text{összes}} \cdot \rho \text{ [kg]}$$

az acél sűrűsége  $7850 \text{ kg/m}^3$ , így behelyettesítve megkapjuk, hogy:

$$M_{\text{varrat}} = 6,097 \cdot 7,85 = 47,862 \text{ kg}$$

Szükséges hegesztőhuzal mennyiségének meghatározása:

$$M_{AFI} = \frac{M_{\text{varrat}}}{0,95} \text{ [kg]} = \frac{47,862}{0,95} = 50,38 \text{ kg}$$

és az alkalmazandó hegesztőhuzal átmérője  $1.2 \text{ mm}$ , amit az 7.4. ábra alapján választottam ki, a vékony vonallal bekeretezett négyzetből.

Szükséges védőgáz mennyiségének meghatározása:

$$M_{AFI} = 0.03 \cdot t_{\text{heg.főidő}} \left[ \frac{\text{kg}}{\text{m}} \right]$$

ebből,

$$t_{\text{heg.főidő}} = \frac{1}{v_{\text{heg}}} \cdot n \cdot (D_1 \cdot \pi + D_2 \cdot \pi) \cdot 350 \text{ [min]}$$

ahol  $n$ : a varratsorok számát jelöli, amit a 7.5. ábra alapján választottam ki úgy, hogy a varratom  $6 \text{ mm}$  és ennél a méretnél 1 varratsor elegendő  $5,5 \text{ m/min}$  hegesztőhuzal sebesség mellett.

Sarokvarratok		
a = 2 mm	1 varratsor	$v_{\text{huzal}} = 4,2 \text{ m/min}$
a = 3 mm	1 varratsor	$v_{\text{huzal}} = 5,2 \text{ m/min}$
a = 4 – 6 mm	1 varratsor	$v_{\text{huzal}} = 5,5 \text{ m/min}$
a = 8 mm	2 varratsor	$v_{\text{huzal}} = 6,5 \text{ m/min}$
a = 10 mm	3 varratsor	$v_{\text{huzal}} = 6,5 \text{ m/min}$
a = 12 mm	4 varratsor	$v_{\text{huzal}} = 6,5 \text{ m/min}$
a = 14 mm	5 varratsor	$v_{\text{huzal}} = 6,5 \text{ m/min}$

7.5. ábra: Védőgázos hegesztés

Behelyettesítve mindkét hegesztési sebességre:

$$1. t_{heg.főidő} = \frac{1}{0,0295} \cdot 1 \cdot (0,08\pi + 0,074\pi) \cdot 350 = 5740,06 \text{ min}$$

$$2. t_{heg.főidő} = \frac{1}{0,0422} \cdot 1 \cdot (0,08\pi + 0,074\pi) \cdot 350 = 4012,6 \text{ min}$$

ami azt jelenti, hogy a két hegesztési főidőt összegezve  $9752,66 \text{ min} = 162,54 \text{ h}$  kapunk eredményként.

Visszahelyettesítve a szükséges védőgáz mennyiség egyenletébe:

$$M_{AFI} = 0,03 \cdot 9752,66 = 292,58 \text{ kg}$$

ez azt jelenti, hogy 292,58 kg védőgázra van szükségünk 350 munkadarab hegesztéséhez.

Választott egyenirányító berendezés a 7.6.ábra alapján, SCH-450 EL, aminek hatásfoka 0,8 üresjáratú vesztesége 0,3 kW. Ez a gép alkalmas AFI hegesztéshez és képes az általam kiválasztott áramerősség biztosítására.

	Kézi ívhegesztés		CO <sub>2</sub> - védőgáz és AFI-hegesztés	
	SCH-320	SCH-450	SCH-450 EL	BHKV-350 CS
Hegesztőáram (A)	50 - 320	50 - 450	50 - 450	40 - 350
Üresjáratú veszteség, N <sub>0</sub> (kW)	0,45	0,55	0,30	0,30
Hatásfok, (η)	0,65	0,7	0,8	0,8

7.6. ábra: Egyenirányítók adatai

Energia-szükséglet számítása:

$$E_A = E_M + E_{\dot{U}} \text{ [kWh]}$$

amiből tényleges hegesztési munka energiaszükséglete:

$$1. E_M = \frac{U \cdot I \cdot t_{heg.főidő}}{\eta \cdot 1000} \text{ [kWh]} = \frac{25 \cdot 210 \cdot 95,67}{0,8 \cdot 1000} = 627,83 \text{ kWh}$$

$$2. E_M = \frac{U \cdot I \cdot t_{heg.főidő}}{\eta \cdot 1000} \text{ [kWh]} = \frac{25 \cdot 300 \cdot 66,88}{0,8 \cdot 1000} = 438,9 \text{ kWh}$$

összegezve 1066,73 kWh 350 darab tengelyvég hegesztés esetében.

Üresjárat energiászükséglet:

$$E_{\ddot{u}} = N_{\ddot{u}} \cdot t_{\ddot{u}} [kWh]$$

ahol,

$N_{\ddot{u}}$ - üresjárat veszteség 0,3 kW a választott berendezés miatt adott

$t_{\ddot{u}}$ - a hegesztési főidő 15%-a

$$t_{\ddot{u}} = 162,54 \cdot 0,15 = 24,381 \text{ h}$$

behelyettesítve:

$$E_{\ddot{u}} = 0,3 \cdot 24,381 = 7,31 \text{ kWh}$$

350 darab tengelyvég AFI hegesztésének energiászükséglete:

$$E_A = 1066,73 + 7,31 = 1074,04 \text{ kWh}$$

Hegesztési idő meghatározása:

$$T_h = t_{heg.f\ddot{o}id\ddot{o}} + t_{\ddot{u}} = 162,54 + 24,381 = 186,921 \text{ h}$$

Felhasznált elektróda:	d= 1,2 mm EN 440-G 38 2 IG2Si1
Felhasznált elektróda mennyisége:	51 kg
Felhasznált védőgáz mennyisége:	293 kg
Hegesztési idő:	187 óra
Energiászükséglet:	1075 kWh

Az elektróda kiválasztása az EN 440-es szabvány alapján történt.

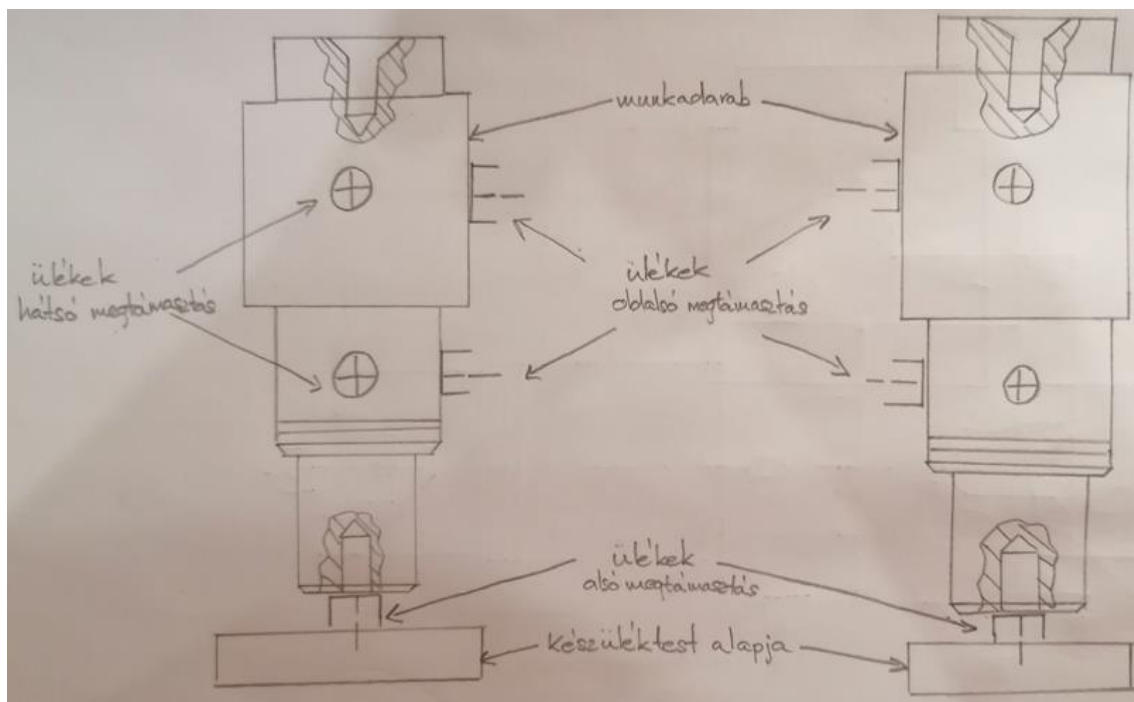
## 8. Fúrókészülék-tervezés

A dolgozatomban során oszlopos fúrógéphez terveztem készüléket, aminek a lépéseit a következőkben fogom bemutatni.

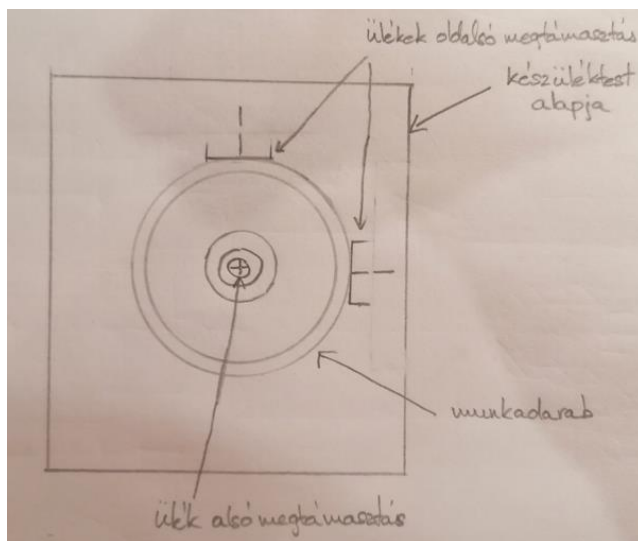
Első lépésben a munkadarab bázisfelületeit határozom meg majd a helyzetmeghatározó üléceket kell kiválasztani. Mivel a munkadarabom felületei már megmunkálásra kerültek, lapos üléceket fogok használni. Legfontosabb követelményük a kopásállóság, ezért betétben edzett acél lesz az ülécek anyaga. A hengeres munkadarabom esetén háromirányú ütköztetést használok.

Ülécek anyaga: 16MnCr5

Az 8.1. és 8.2. ábrán a munkadarab vázlatja és a helyzetmeghatározó elemek láthatóak.

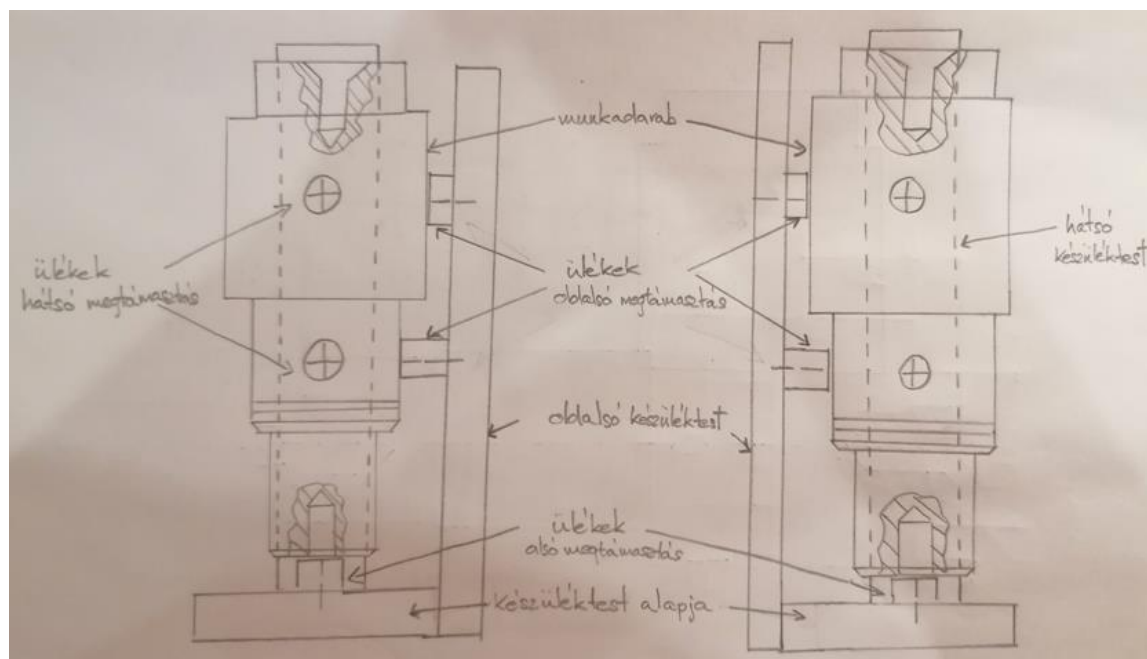


8.8. ábra: Az ülécek meghatározása oldalsó nézetből

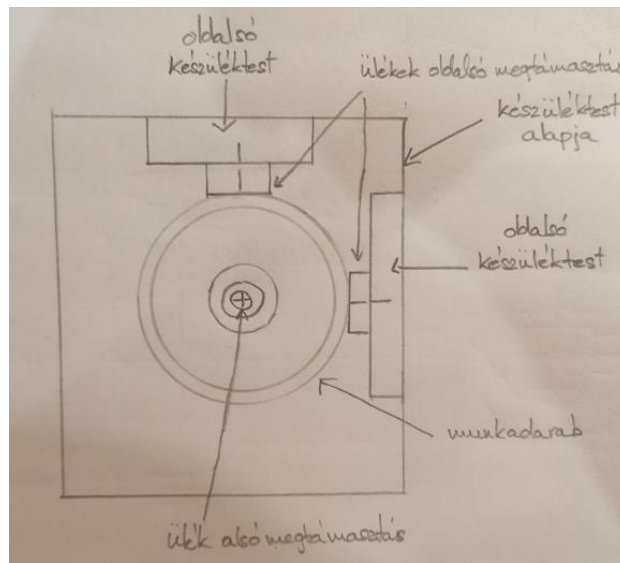


8.9. ábra: Az ülékek meghatározása felülnézetből

Az ülékeket csavarral rögzítem a készüléktesthez, ami a 8.3. és 8.4. ábrán látható. Figyelni kell arra, hogy a forgács- és a hűtőfolyadék elvezetése akadálymentes legyen.



8.10. ábra: A helyzetmeghatározó elemek és a készüléktest vázlata oldalnézetből

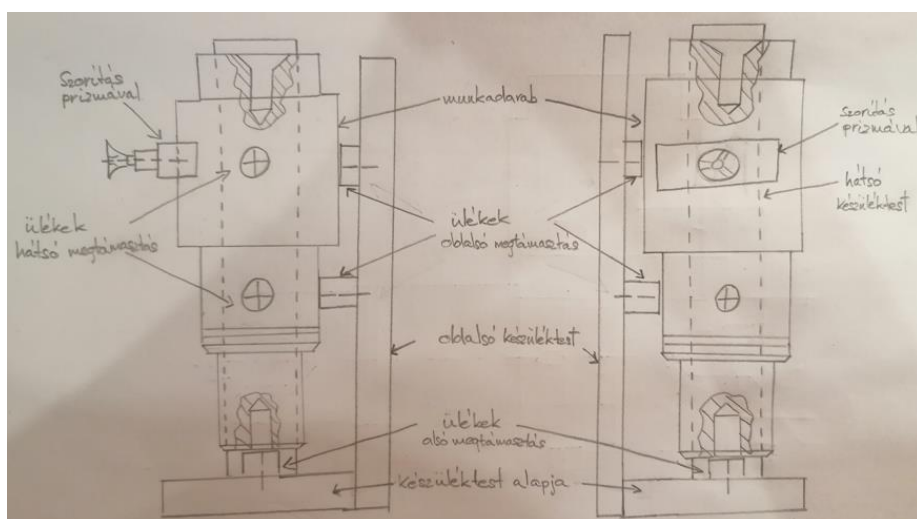


8.11. ábra: A helyzetmeghatározó elemek és a készüléktest vázlata felülnézetből

A szorítóelemek berajzolását a 8.5. és 8.6. ábra szemlélteti. A hengeres felületű munkadarabot rövid prizmával szorítom meg. Így a központosítás rövid prizmával és ütköztetéssel kiegészítve történik. A szorítás során fontos figyelembe venni, hogy ne vegyen túlzottan sok időt igénybe, mert az befolyásolja a gyártási költségeket. Valamint ellenőrizni kell, hogy a szorítóelemek és ülékek nem zavarják egymás működését.

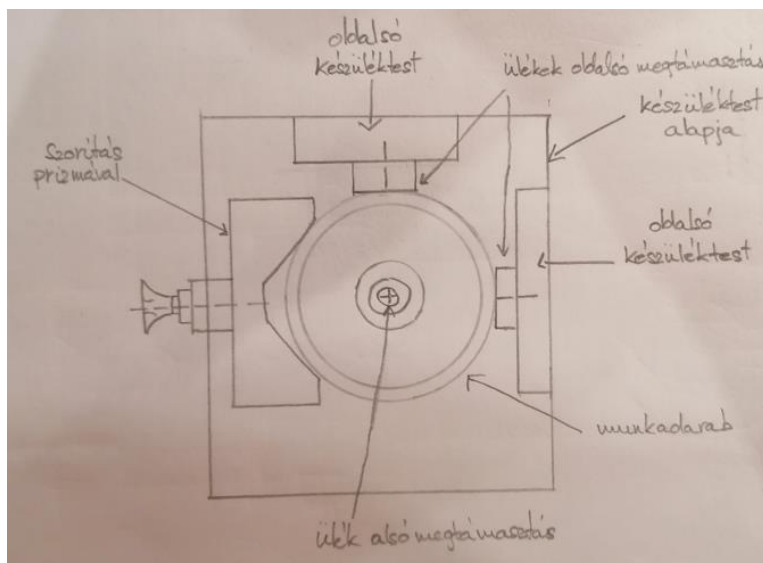
Prizma anyaga: 16MnCr5

Prizma pofaszélessége: 80 mm



8.12. ábra: A szorítóelemek berajzolása oldalnézetből





8.13. ábra: A szorítóelemek berajzolása felülnézetből

A 8.7. és 8.8. ábrán a fűrőlap és a fűrőpersely elhelyezése látható. Peremes fűrőperselyt választottam. A perem biztosítja, hogy a perselyt munkavégzés közben ne lehessen átnyomni a fűrőlapon.

Mivel nekem kúpos furathoz kell, ahol a kúp legnagyobb átmérője 23,1 mm, ezért a perselyt a következőképpen választottam:

Persely:

Alapanyaga: betétben edzett acél

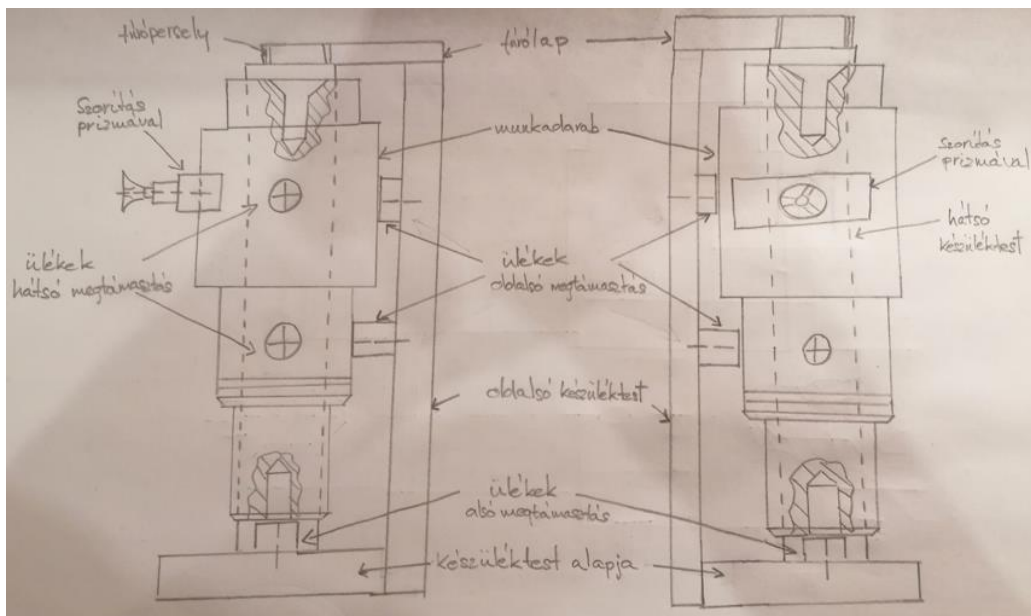
Mérete: átmérő  $d = 23,1$  mm, a hossza  $L = 21$  mm

Kiválasztás a DIN 172 szabvány szerint.

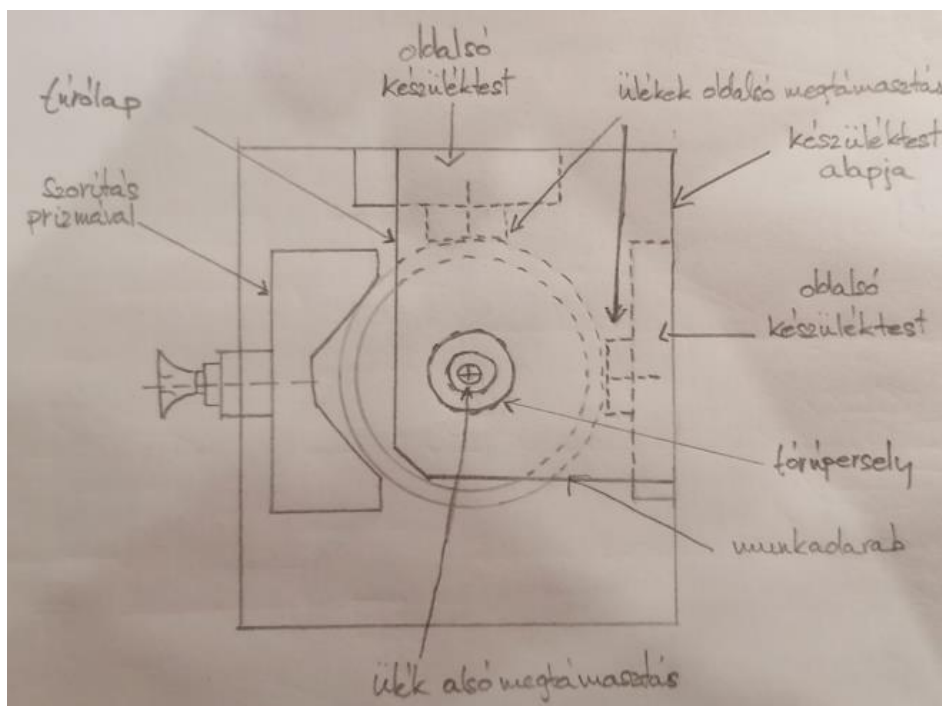
Fűrőlap:

Anyaga: S 235JR G1

Mérete: hossza  $L = 80$  mm, szélesség  $b = 50$  mm, vastagsága  $H = 7$  mm

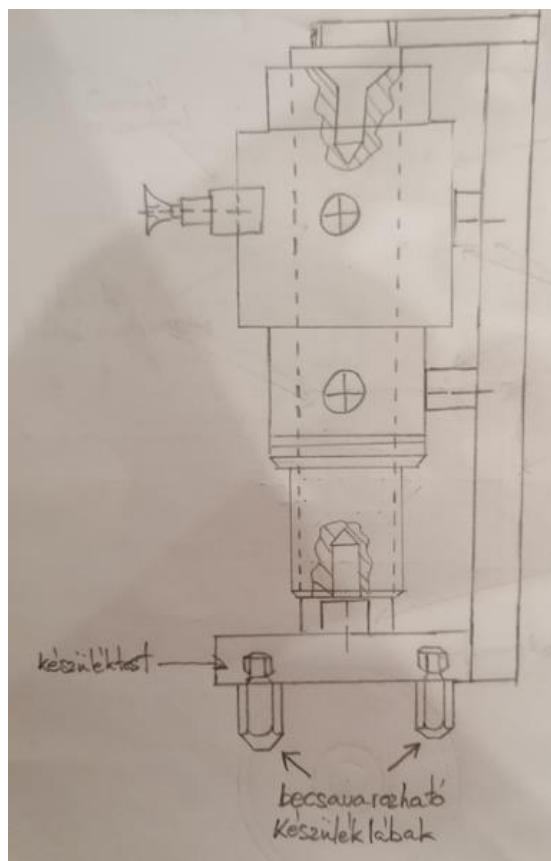


8.14. ábra: A fűrólap és fűrőperselyek ábrázolása oldalnézetből



8.15. ábra: A fűrólap és fűrőperselyek ábrázolása felülnézetből

Utolsó lépésben meg kell határozni a készüléktest és a szerszámgép asztala közötti kapcsolatot. Én a készüléktestet becsavarható készüléklábakkal láttam el, amit az 8.9. ábra szemléltet.



8.16. ábra: Készüléktest és a szerszámgép asztala közti kapcsolat becsavarható készüléklábakkal

## 9. Gazdasági számítás

Megnevezés	Mérték	Szükséglet	Egységár HUF	Nettó ár 1 db termék HUF	Nettó ár 350 db termék HUF	Bruttó ár 350 db termék HUF
Kovácsszerszám-tervezés mérnöki díja	nap	2	235 000	470 000	470 000	596 900
Kovácsszerszám gyártása (munkadíj)	óra	40	8 000	320 000	320 000	406 400
Kovácsdarab anyagszükséglete, négyzetacél 14mmx 3m S 235JR acél	darab	615	8 589	15 093	5 282 235	6 708 438
Kovácsdarab munkadíj	óra	175	8 000	4 000	1 400 000	1 778 000
Forgácsolási számítások (mérnöki díj)	nap	3	235 000	705 000	705 000	895 350
Melegen hengerelt köracél, d=90 mmx 4 m S 235JR acél	darab	175	26 600	13 300	4 655 000	5 911 850
Forgácsolási munkadíj	óra	235	8 000	2 667	1 880 000	2 387 600
Hegesztési számítások (mérnöki díj)	nap	2	235 000	470 000	470 000	596 900
Hegesztési munkadíj	óra	187	8 000	15 040	5 264 000	6 685 280
Oldalélű esztergakés P10 20x20j	darab	8	3 500	3 500	28 000	35 560
Átmenő lyukkés P10 20 x 20	darab	2	3 250	3 250	6 500	8 255
Feneklyukkés P10 20 x 20	darab	2	3 300	3 300	6 600	8 382
Csigasüllyesztő Ø12 h7 HS18 0 1	darab	3	6 400	6 400	19 200	24 384
Csigafúró Ø18 h8 HS18 0 1	darab	3	4 900	4 900	14 700	18 669
Csigafúró Ø6 h8 HS18 0 1	darab	3	4 500	4 500	13 500	17 145
Csigafúró Ø12 h8 HS18 0 1	darab	3	4 750	4 750	14 250	18 098
Homlokélű esztergakés P10 20x20j	darab	4	3 400	3 400	13 600	17 272
Szűrő esztergakés P10 20x20j	darab	2	3 600	3 600	7 200	9 144
Minimál kenőolaj 5l	darab	2	18 200	18 200	36 400	46 228
Gépi fémfűrészlap daraboláshoz	darab	3	14 114	14 114	42 342	53 774
Hegesztéshez szükséges elektróda 15 kg	kg	4	11 402	11 402	45 608	57 922
Hegesztéshez szükséges argon gáz, 10l palack	kg	22	63 000	63 000	1 386 000	1 760 220
Közüzemi díjak (áram)	kWh	3500	55	55	192 500	244 475
<b>Összesen:</b>					<b>22 272 635</b>	<b>28 286 246</b>
Szellemi munkadíj	%	0,25			5 568 159	7 071 562
Profit rátétele	%	0,5			11 136 318	14 143 123
<b>Összesen:</b>					<b>38 977 111</b>	<b>49 500 931</b>

---

## 10. Összefoglalás

A kötelező nyári gyakorlatom folyamán, amit a GO METALL Kft.-nél végeztem el, egy nagyszámú megrendelés során találkoztam a szakdolgozatom fő problémájával. Dupla gerendás futódaru tengelyvég elkészítésére volt igény. A megoldást nekem kellett nyújtanom, mivel semmilyen műszaki rajz nem volt elérhető, így a dolgozatomban a tengelyvég gyártásához szükséges tervezési folyamatokkal foglalkoztam.

Kezdeképpen röviden ismertettem, hogy a szakdolgozatomban mivel fogok foglalkozni, majd ezekhez a dolgokhoz kapcsolódó irodalmi részeket feldolgoztam és összefoglaltam. Ide tartozott a kovácsolás, azon belül főképp a süllyesztékes kovácsolás. Továbbá a forgácsolási megmunkálások, az esztergálás és a fúrás elméletének bemutatása és az általuk hasznosított gépek és szerszámok. Áttekintettem a hegesztési eljárásokat, különösen az AFI eljárást, és a készüléktervezés alapjait. Valamint a háttérbe szoruló, de fontos szerepet betöltő hűtő-kenő folyadékok is feldolgozásra kerültek.

A probléma bemutatásánál bemutattam, hogy a tengelyvég, milyen szerkezethez kell és ott milyen szerepet tölt be.

A saját részben foglalkoztam kovácsszerszám tervezéssel. A tengelyvég tárcsa részét süllyesztékes kovácsolással állítottam elő, és a szerszámhoz szükséges számításokat és geometriai alakokat dolgoztam ki. A kész kovácsdarabról műszaki rajzot készítettem. Ezután a már meglévő nyers felületű tárcsát és a tengelyvég tengely részét, forgácsolási számítások, esztergálás és fúrás, útján lemegmunkáltam a hegesztéshez és a végleges szükséges méretekre. A hegesztési eljárás során AFI eljárással dolgoztam ki a műveletet. Kiszámoltam a hegesztési eljárás során felhasznált huzalmennyiséget, energiaszükségletet és az elkészítéshez szükséges időmennyiséget és a hegesztési sebességet is meghatároztam. Végül terveztem egy állványos fúrógéphez fúrókészüléket, ahol foglalkoztam a munkadarab leszorításával és helyzetmeghatározásával és a fúrószerszám megvezetésével, hogy pontos furatot kapjak.

A dolgozatom végén készítettem egy gazdasági számítást, ahol figyelembe vettem a mérnöki tervezési folyamatokat, az elkészítési órák függvényében a munkadíjat, az elhasználandó szerszámok költségét, a közüzemi díjakat, a szellemi munkadíjat és a cég működéséhez elengedhetetlen profittal is számoltam.

## **11. Summary**

During my compulsory summer internship at GO METALL Ltd., I encountered the main problem of my thesis during a large number of orders. It was a request for the construction of a double girder crankshaft end. The solution had to be provided by me, as no technical drawings were available, so my thesis dealt with the design processes required to manufacture the axle end.

I started with a brief description of what I will be dealing with in my thesis, and then I processed and summarised the literature related to these issues. This included forging, and in particular drop forging. Also, the theory of machining, turning and drilling and the machines and tools used in them. I reviewed welding processes, in particular the AFI process, and the basics of equipment design. Cooling fluids, which have been relegated to the background but play an important role, were also covered.

The problem was introduced by showing the shaft end, what kind of structure it is needed for and what role it plays there.

In my own section I dealt with forging tool design. I produced the disc part of the shaft end by recess forging, and worked out the calculations and geometric shapes for the tool. I made a technical drawing of the finished forging. I then machined the existing rough surface of the disc and the shaft part of the shaft end to the final required dimensions for welding and machining by means of cutting calculations, turning and drilling. The welding procedure was developed using AFI. I calculated the amount of wire, energy and time required to complete the welding process and also determined the welding speed. Finally, I designed a drilling jig for a stationary drilling machine, where I dealt with clamping and positioning the workpiece and guiding the drilling tool to obtain an accurate hole.

At the end of my thesis, I made an economic calculation where I took into account the engineering design process, the labor cost as a function of hours of completion, the cost of worn tools, utility charges, intellectual labor costs and the profit that is essential to the operation of the company.

## 12. Nyilatkozat

### NYILATKOZAT

Alulírott Rezessy Adám, a Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem, Szent István Campus, Gépesmérnöki 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: 2024. év 04. hó 10. nap

Rezessy Adám  
Hallgató

### NYILATKOZAT

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

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

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

Kelt: Gödöllő 2024. év április hó 11. nap

Dr. Kovács Anikó  
Belső konzulens

\*Kérjük a megfelelő aláírni!

## KONZULTÁCIÓS NYILATKOZAT

A Beregy Árpád (név) (hallgató Neptun azonosítója: AH4810) konzulenseként nyilatkozom arról, hogy a szakdolgozatot<sup>1</sup> áttekintettem, a hallgatót az irodalmi források korrekt kezelésének követelményeiről, jogi és etikai szabályairól tájékoztattam.

A záródolgozatot/szakdolgozatot/diplomadolgozatot/portfóliót a záróvizsgán történő védésre javaslom / nem javaslom<sup>2</sup>.

A dolgozat állam- vagy szolgálati titkot tartalmaz: igen nem<sup>3</sup>

Kelt: Gödöllő 2024. év április hó 11. nap

Dr. Kőrösi Koncsek Árpád  
Belső konzulens

<sup>1</sup> A megfelelő dolgozattípus meghagyása mellett a többi típus törölendő.

<sup>2</sup> A megfelelő aláhúzendó.

<sup>3</sup> A megfelelő aláhúzendó.



## NYILATKOZAT

### a szakdolgozat<sup>1</sup> nyilvános hozzáféréséről és eredetiségéről

A hallgató neve: Rezsényi Adám  
A Hallgató Neptun kódja: AH4810  
A dolgozat címe: Dipla-generálás mozgásterminológiai megnevezéstechnológiájának kidolgozása  
A megjelenés éve: 2024  
A tanszék neve: Állattudományi- és Gépészeti Folyosók

Kijelentem, hogy az általam benyújtott szakdolgozat<sup>2</sup> egyéni, eredeti jellegű, saját szellemi alkotásom. Azon részeket, melyeket más szerzők munkájából vettem át, egyértelműen megjelöltem, s az irodalomjegyzékben szerepeltettem.

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

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

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

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

Kelt: 2024. év 4. hó 10. nap

Rezsényi Adám  
Hallgató aláírása

<sup>1</sup> A megfelelő dolgozattípus meghagyása mellett a többi típus törlendő.

<sup>2</sup> A megfelelő dolgozattípus meghagyása mellett a többi típus törlendő.

---

### 13. Irodalomjegyzék

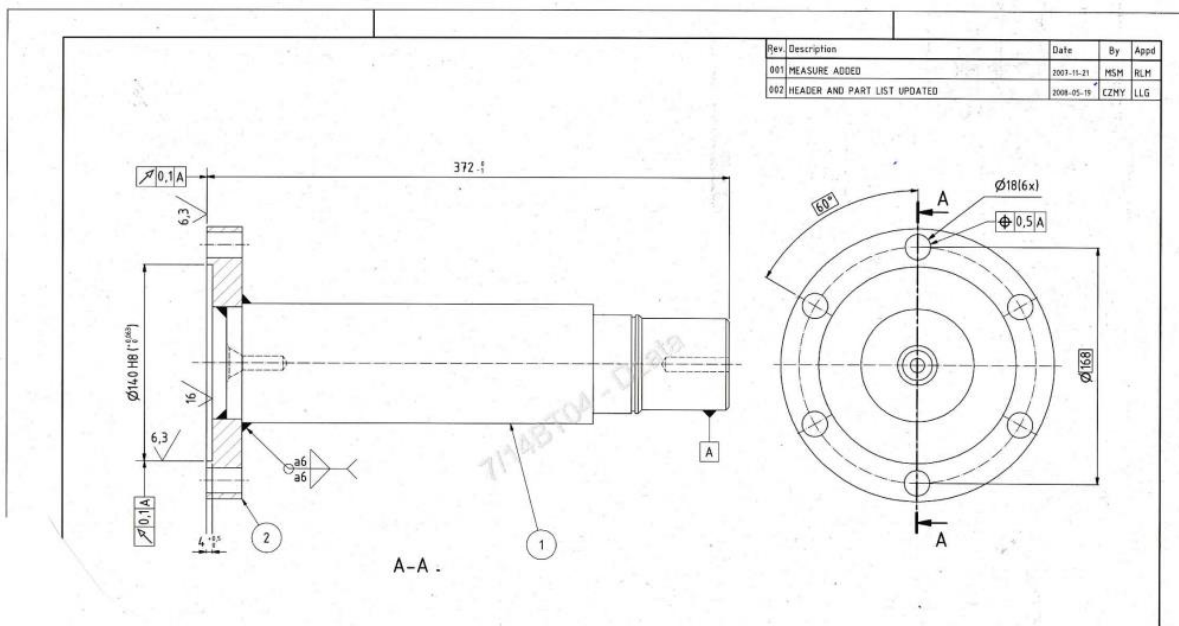
- [1] G. Fledrich, A. Kári-Horváth, T. I. Pataki és L. Zsidai, Mechanikai technológiák, 2017 szerk., Gödöllő, Szent István Egyetem: Szent István Egyetem Gépészmérnöki Kar, 2017.
- [2] Att.bme, „Alakítástechnika Süllyesztékes kovácsolás”.
- [3] Dr. Szabó László, Szabadalakító kovácsolás, Elektronikus szerk., Miskolc: Miskolci Egyetem, 2001.
- [4] AnZdoc, „Előgyártmány, ráhagyás”.
- [5] G. Bagyinszki, B. Borossay , J. Dobránszky , A. Kári-Horváth, T. Kovács-Coskun, A. Mucsi, E. Nagyné Halász, Á. Németh, I. Pálinkás, Z. Szakál és L. Zsidai, Anyagtechnológiák, 2012.
- [6] L. Dr. Zsidai, G. Kakuk, A. Kári-Horváth és Z. Szakál, Előgyártmány és képlékeny alakítási tervezési gyakorlat, Budapest: Nemzeti Szakképzési és Felnőttképzési Intézet, 2008.
- [7] J. Terdik és L. Zeller, Szerszámkészítő, Budapest: Magyar Kereskedelmi és Iparkamara, 2014.
- [8] J. Dr. Pintér , *Forgácsolás alapjai*, Széchenyi István Egyetem, 2018.
- [9] G. Dr. Fledrich, A. Dr. Kári-Horváth, G. Dr. Kakuk és L. Dr. Zsidai, Gépgyártástechnológia, Gödöllő: Szent István Egyetemi Kiadó Nonprofit Kft., 2016.
- [10] J. Igaz, forgácsoló megmunkálás II/1., Budapest: Nemzeti tankönyvkiadó.
- [11] J. Dr. Kunderák , „Forgácsoláselmélet,” Miskolci egyetem, Miskolc, elektronikus.
- [12] E. Dr. Halbritter, „Gépipari technológiák/ forgácsnélküli alakítás,” [Online]. Available: <https://www.muszeroldal.hu/measurenotes/gepiparitechnologiak.pdf>. [Hozzáférés dátuma: 23 02 2024].

- [13] L. Dr. Zsidai, G. Kakuk, A. Kári-Horváth és Szakál Zoltán, Forgácsoló eljárások tervezése, Budapest: Nemzeti Szakképzési és Felnőttképzési Intézet, 2008.
- [14] J. Dr. Bali, Forgácsolás, 1985 szerk., Budapest: Tankönyvkiadó, 1985.
- [15] S. Coromant, „sandvik.coromat.com,” [Online]. Available: <https://www.sandvik.coromant.com/hu-hu/knowledge/general-turning>. [Hozzáférés dátuma: 23 02 2024].
- [16] Széchenyi István Egyetem, „Széchenyi István Egyetem Győr,” [Online]. Available: <https://docplayer.hu/24121027-Forgacsolo-megmunkalasok-attekintese.html>. [Hozzáférés dátuma: 23 02 2024].
- [17] G. Szörös, Az egyetemes esztergapad működése, szerkezete, szerszámai, készülékei és gyakori típusai, Budapest: Nemzeti Szakképzési és Felnőttképzési Intézet, 2008.
- [18] Szerszámpiac, „szerszampiac.hu,” 2023. [Online]. Available: [https://szerszampiac.hu/szerszamgep/eszterga-marogep\\_es\\_tartozekai/esztergapad-2193397](https://szerszampiac.hu/szerszamgep/eszterga-marogep_es_tartozekai/esztergapad-2193397). [Hozzáférés dátuma: 24 02 2024].
- [19] B. Walter, Esztergálás, 3. szerk., Budapest: Műszaki könyvkiadó, 1975.
- [20] Sulinet, „tudasbazis.sulinet.hu,” [Online]. Available: <https://tudasbazis.sulinet.hu/hu/szakkepzes/gepeszet/gepeszeti-szakismeretek-3/esztergakesek-elgeometriaaja/esztergakesek-jellemzo-szogeik>. [Hozzáférés dátuma: 24 02 2024].
- [21] J. Dr. Kodácsy, Forgácsolástechnológiai alapok, Budapest, 2006.
- [22] I. Dudás, Gépgyártástechnológia III., Miskolc: Miskolci Egyetemi Kiadó, 2005.
- [23] E. Szalayné Kovács, „Fúrás,” Nemzeti Szakképzési és Felnőttképzési Intézet, Budapest, 2008.
- [24] K. Felületkémia, „feluletkemia.hu,” [Online]. Available: <https://feluletkemia.hu/megmunkalas-huto-keno-folyadekok/>. [Hozzáférés dátuma: 18 02 2024].

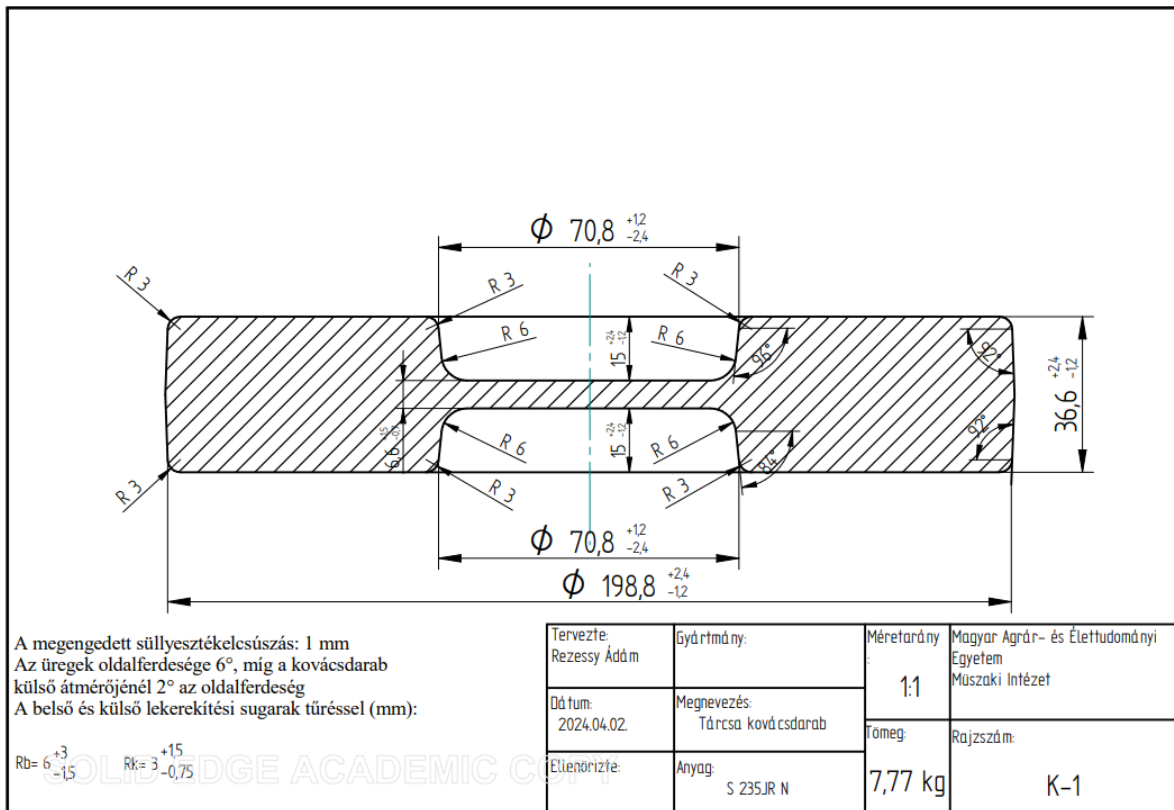
- [25] A. Kári-Horváth, *A forgácsolásnál alkalmazott minimálkenés hatásmechanizmusa- és hatékonyságának növelése*, Gödöllő: Szent István Egyetem, 2009.
- [26] E. Dr. Vámos, Tribológia kézikönyv Gépek és gépelemek súrlódása, kopása, kenése, 1983 szerk., Budapest: Műszaki könyvkiadó, 1983.
- [27] CNC media, „cnc.hu,” [Online]. Available: <https://www.cnc.hu/2016/08/milyen-huto-keno-folyadekot-valasszunk/>. [Hozzáférés dátuma: 18 02 2024].
- [28] I. Jáger , „meghegeszt.hu,” [Online]. Available: <https://www.meghegeszt.hu/tananyag>. [Hozzáférés dátuma: 21 02 2024].
- [29] Zakanyszerszám, „zakanyszerszam.hu,” 2021. [Online]. Available: <https://zakanyszerszamhaz.hu/blog/hegesztes/hegesztes>. [Hozzáférés dátuma: 21 02 2024].
- [30] Welding hegesztéstechnika, „welding2000.hu,” [Online]. Available: <https://www.welding2000.hu/blog/hegesztestechnika-mig-mag-hegesztes>. [Hozzáférés dátuma: 21 02 2024].
- [31] L. Dr. Szabó, *Forgácsolás, hegesztés*, Miskolc: Miskolci Egyetem, 2000.
- [32] Z. Dezamics, *Inert védőgázos ívhegesztések alkalmazása kerosszéria javításoknál*, Budapest: Nemzeti Szakképzési és Felnőttképzési Intézet, 2008.
- [33] K. Dr. Sólyomvári, J. Dr. Takács, S. Dr. Balla , Z. Weltsch és Dr. Göndöcs Balázs, „Járműgyártás folyamatai II.,” 2012. [Online]. Available: <https://docplayer.hu/5052221-6-jarmugyartas-folyamatai-ii.html>. [Hozzáférés dátuma: 25 02 2024].
- [34] K. Kun, J. Dr. Liska és J. Nagy, *Készüléktervezés, Elektronikus szerk.*, Kecskemét: Neumann János Egyetem, Kecskemét, 2019.
- [35] I. Dr. Dudás, *Forgácsolás elmélete*, Miskolc: Miskolci Egyetem.

## 14. Mellékletek

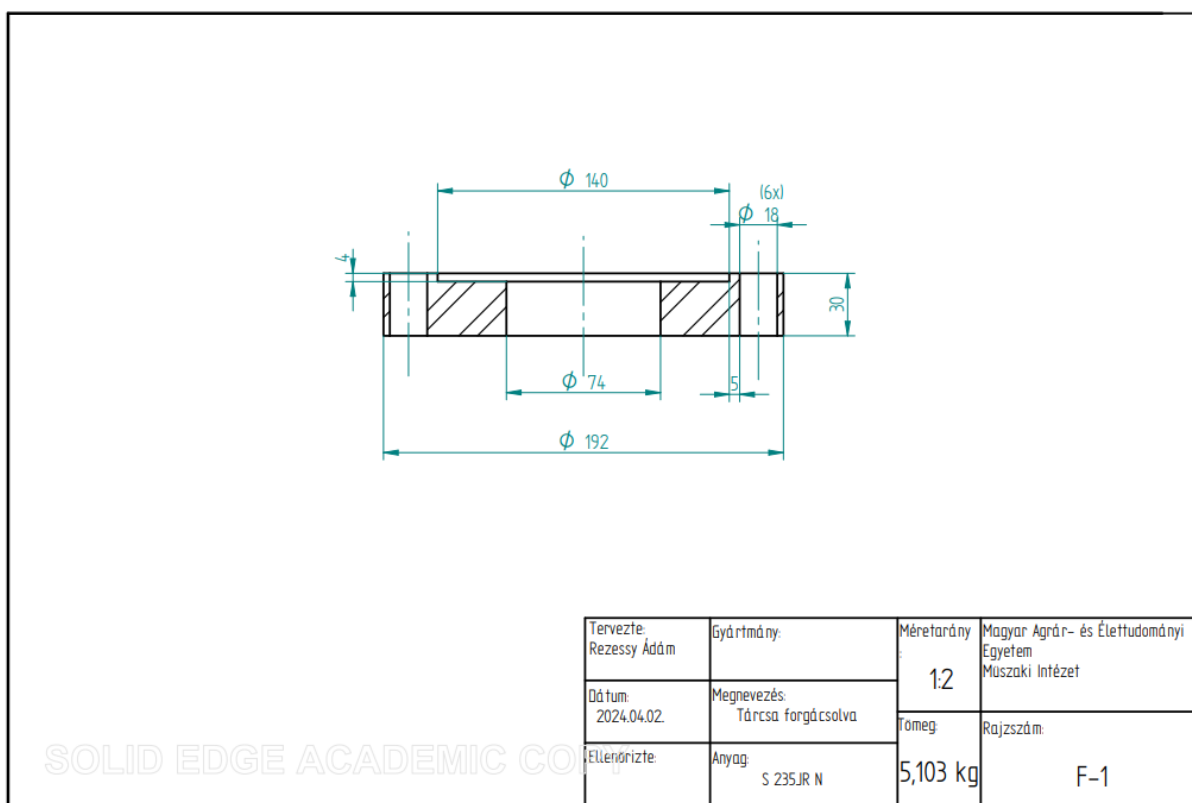
### 14.1. Kapott műszaki rajz



## 14.2. Tárca kovácsdarab műszaki rajza tűrésekkel



### 14.3. Forgácsolási eljárásokkal megmunkált tárcsa műszaki rajza



### 14.4. Forgácsolási számítások részletesen

#### 14.5. Palástnagyolás (Ø60 x 100 mm)

Alkalmazott szerszám: Oldalélű esztergákés P10 20 x 20j MSZ 1904 (keményfém lapkás)

A forgácskeresztmetszet meghatározása:

A fogásmélység:  $D = 80$  mm (kiinduló átmérő),  $d = 60$  mm (megmunkált átmérő)

$$a = \frac{D - d}{2} = \frac{80 - 60}{2} = 10 \text{ mm}$$

Az előtolás meghatározása:

A főforgácsoló erő:  $F_f = 5350$  N

A fajlagos forgácsoló erő:  $k_c = 1500$  N/mm<sup>2</sup>

Az előtolás értéke az  $F_f = k_s \cdot f \cdot a$  összefüggés alapján:

$$f = \frac{F_f}{a \cdot k_s} = \frac{5350}{10 \cdot 1500} = 0,36 \text{ mm/ford}$$

$$\text{Az } \frac{a}{f} \text{ viszonyértéke: } \frac{10}{0,36} = 27,7:1$$

Az ideális arány szakítószilárdsága esetén és a szerszámanyag függvényében 6:1 (6.16. ábra) ezért a fogást meg kell osztani, azaz  $i = 2$ , a fogásmélység pedig  $a = 5$  mm, viszont a hajtáshoz szükséges teljesítmény nagyobb, mint a berendezés villanymotorának teljesítménye. Ezért változtattam a fogások számát  $i = 7$ -ra és a fogásmélység  $a = 1,43$  mm.

Az ehhez tartozó ideális előtolás mértéke:

$$f = \frac{1,43}{6} = 0,24 \text{ mm/ford}$$

Választott szabványos érték a 6.15. ábra alapján:  $f = 0,25$  mm/ford és a hozzá tartozó  $k_c$  érték:  $2121 \text{ N/mm}^2$ .

A keletkező forgácsoló erő nagysága:

$$F_k = k_c \cdot f \cdot a = 2121 \cdot 0,25 \cdot 1,43 = 758,26 \text{ N}$$

Az alkalmazott forgácsoló sebesség meghatározása:

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

ahol:

$$v_0 = 405 \frac{m}{min} \text{ (6.4. ábra)}$$

$T = 150$  min, keményfém lapkas forgácsoló szerszámnak ez az adott szerszámélete,

$$K_k = 0,81, K_{sz} = 0,97, K_m = 1, K_h = 1, K_k = 0,75, K_T = 1 \text{ (6.5- 6.10. ábra)}$$

Behelyettesítve:

$$v = 405 \cdot 0,81 \cdot 0,97 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 0,75 \cdot 1 = 238,66 \frac{m}{min}$$

A fordulatszám meghatározása:

$$n = \frac{1000 \cdot v_0}{d \cdot \pi} = \frac{1000 \cdot 238,66}{60 \cdot \pi} = 1266,13 \text{ 1/min}$$



A gépen hozzá legközelebb álló beállítható fordulatszám:  $n_{g\acute{e}pi} = 1000$

1/min. (6.11. ábra)

Így a megváltozott forgácsolósebesség:

$$v_{cm} = \frac{d \cdot \pi \cdot n_{g\acute{e}pi}}{1000} = \frac{60 \cdot \pi \cdot 1000}{1000} = 188,5 \frac{m}{min}$$

A forgácsolás teljesítményigénye:

$$P = \frac{F_k \cdot v_{cm}}{60 \cdot 10^3} = \frac{758,26 \cdot 188,5}{60 \cdot 10^3} = 2,38 \text{ kW}$$

A hajtáshoz szükséges teljesítmény:

$$P_h = \frac{P}{\eta} = \frac{2,38}{0,8} = 2,975 \text{ kW}$$

ahol  $\eta = 0,8$  a szerszámgép hatásfoka.

A választott E400-as egytetemes esztergapad 3,6 kW-os villanymotorral rendelkezik, így az kielégíti a teljesítményszükségletet.

#### 14.6. Palástnagylás ( $\varnothing 56 \times 60$ mm)

Alkalmazott szerszám: Oldalélű esztergakés P10 20 x 20j MSZ 1904 (keményfém lapkás)

A forgácskeresztmetszet meghatározása:

A fogásmélység:  $D = 60$  mm (kiinduló átmérő),  $d = 56$  mm (megmunkált átmérő)

$$a = \frac{D - d}{2} = \frac{60 - 56}{2} = 2 \text{ mm}$$

Az előtolás meghatározása:

A főforgácsoló erő:  $F_f = 5350$  N

A fajlagos forgácsoló erő:  $k_c = 1500$  N/mm<sup>2</sup>

Az előtolás értéke az  $F_f = k_s \cdot f \cdot a$  összefüggés alapján:

$$f = \frac{F_f}{a \cdot k_s} = \frac{5350}{2 \cdot 1500} = 1,78 \text{ mm/ford}$$

$$\text{Az } \frac{a}{f} \text{ viszonyértéke: } \frac{2}{1,78} = 1,12:1$$

Az ideális arány szakítószilárdsága esetén és a szerszámanyag függvényében 6:1 (6.16. ábra), ezért egy fogásból  $i = 1$  meglehet csinálni fogásmélység  $a = 2$  mm-el, viszont a hajtáshoz szükséges teljesítmény nagyobb, mint a berendezés villanymotorának teljesítménye. Ezért változtattam a fogások számát  $i = 2$ -ra és a fogásmélység  $a = 1$  mm.

Az ehhez tartozó ideális előtolás mértéke:

$$f = \frac{1}{6} = 0,17 \text{ mm/ford}$$

Választott szabványos érték a 6.15. ábra alapján:  $f = 0,2$  mm/ford és a hozzá tartozó  $k_c$  érték:  $2243 \text{ N/mm}^2$ .

A keletkező forgácsoló erő nagysága:

$$F_k = k_c \cdot f \cdot a = 2243 \cdot 0,2 \cdot 1 = 448,6 \text{ N}$$

Az alkalmazott forgácsoló sebesség meghatározása:

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

ahol:

$$v_0 = 405 \frac{m}{min} \text{ (6.4. ábra)}$$

$T = 150$  min, keményfém lapkas forgácsoló szerszámnak ez az adott szerszámélete,

$$K_k = 0,81, K_{sz} = 0,97, K_m = 1, K_h = 1, K_k = 0,75, K_T = 1 \text{ (6.5- 6.10. ábra)}$$

Behelyettesítve:

$$v = 405 \cdot 0,81 \cdot 0,97 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 0,75 \cdot 1 = 238,66 \frac{m}{min}$$

A fordulatszám meghatározása:

$$n = \frac{1000 \cdot v_0}{d \cdot \pi} = \frac{1000 \cdot 238,66}{56 \cdot \pi} = 1356,57 \text{ 1/min}$$

A gépen hozzá legközelebb álló beállítható fordulatszám:  $n_{g\acute{e}pi} = 1000$  1/min. (6.11. ábra)

Így a megváltozott forgácsolósebesség:

$$v_{cm} = \frac{d \cdot \pi \cdot n_{g\acute{e}pi}}{1000} = \frac{56 \cdot \pi \cdot 1000}{1000} = 175,93 \frac{m}{min}$$

A forgácsolás teljesítményigénye:

$$P = \frac{F_k \cdot v_{cm}}{60 \cdot 10^3} = \frac{448,6 \cdot 175,93}{60 \cdot 10^3} = 1,32 \text{ kW}$$

A hajtáshoz szükséges teljesítmény:

$$P_h = \frac{P}{\eta} = \frac{1,32}{0,8} = 1,65 \text{ kW}$$

ahol  $\eta = 0,8$  a szerszám gép hatásfoka.

A választott E400-as egytetemes esztergapad 3,6 kW-os villanymotorral rendelkezik, így az kielégíti a teljesítményszükségletet.

#### 14.7. Éleket letör ( $1 \times 45^\circ$ )

A palástnagyolásnál használt sebesség és fordulatszám használatos itt is.

Letörés mértéke:  $1 \times 45^\circ$

Forgácsolósebesség:  $v = 238,66 \text{ m/min}$

Előtolás:  $f = 0,1 \text{ mm/ford}$

Fogásmélység:  $a = \sqrt{2} \text{ mm}$

Fogások száma:  $i = 1$

Munkavégzés az utolsó beállítás alapján.

#### 14.8. Beszúrás $\varnothing 60 \times 3 \text{ mm}$ -en $2 \text{ mm}$ mélységben

Alkalmazott szerszám: Szúró esztergakés P10 20 x 20j MSZ 1910 (keményfém lapkás)

A palástnagyolásnál használt sebesség és fordulatszám használatos itt is.

Forgácsolósebesség:  $v = 238,66 \text{ m/min}$

Előtolás:  $f = 0,1 \text{ mm/ford}$

Fogásmélység:  $a = 2 \text{ mm}$

Fogások száma:  $i = 1$

A keletkező forgácsoló erő nagysága:

$$F_k = k_c \cdot f \cdot a = 1500 \cdot 0,1 \cdot 2 = 300 \text{ N}$$

A fordulatszám meghatározása:

$$n = \frac{1000 \cdot v_0}{d \cdot \pi} = \frac{1000 \cdot 238,66}{60 \cdot \pi} = 1266,13 \text{ 1/min}$$

A gépen hozzá legközelebb álló beállítható fordulatszám:  $n_{\text{gépi}} = 1000 \text{ 1/min}$ . (6.11. ábra)

Így a megváltozott forgácsolósebesség:

$$v_{cm} = \frac{d \cdot \pi \cdot n_{\text{gépi}}}{1000} = \frac{60 \cdot \pi \cdot 1000}{1000} = 188,5 \text{ m/min}$$

15. művelet: Esztergálás II.

A szerszám gép kiválasztása: E400-as egytetemes esztergapad (6.2. ábra)

A késtartóba befogható késszár keresztmetszet: 20 x 20 mm

### 15.3. Oldalazás méretre

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

A fogások száma:  $i = 1$

Az előtolás értéke:  $f = 0,1 \frac{\text{mm}}{\text{ford}}$  (kézi)

Az alkalmazott szerszám: Homlokélű esztergakés P10 20 x 20j III. MSZ 1903 (keményfém lapkás)

Az alkalmazott forgácsoló sebesség meghatározása:

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

ahol:

$$v_0 = 405 \frac{\text{m}}{\text{min}} \text{ (6.4. ábra)}$$

$T = 150 \text{ min}$ , keményfém lapkás forgácsoló szerszámnak ez az adott szerszámélete,

$K_k = 0,81$ ,  $K_{sz} = 0,97$ ,  $K_m = 1$ ,  $K_h = 1$ ,  $K_k = 0,75$ ,  $K_T = 1$  (6.5- 6.10. ábra)

Behelyettesítve:

$$v = 405 \cdot 0,81 \cdot 0,97 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 0,75 \cdot 1 = 238,66 \frac{m}{min}$$

A fordulatszám meghatározása:

$$n = \frac{1000 \cdot v_0}{d \cdot \pi} = \frac{1000 \cdot 238,66}{90 \cdot \pi} = 844,1 \frac{1}{min}$$

A gépen a beállítható hozzá legközelebb lévő fordulatszám:  $n_{gépi} = 1000$  1/min (6.11. ábra)

Így a megváltozott forgácsolósebesség:

$$v_{cm} = \frac{d \cdot \pi \cdot n_{gépi}}{1000} = \frac{90 \cdot \pi \cdot 1000}{1000} = 282,74 \frac{m}{min}$$

#### 15.4. Központfúrás

A központfúrást E400-as egytetemes esztergapadon végezzük el. (6.2. ábra)

Alkalmazott szerszám: Központfúró  $60^\circ \text{ } \varnothing 3$  mm MSZ 3997 (6.12. ábra)

A befogás módja: tokmányba

Szerszámbe fogó: fúrótokmány

Forgácsolási sebesség:  $v = 238,66$  m/min

A fordulatszám meghatározása:

$$n = \frac{1000 \cdot v_0}{d \cdot \pi} = \frac{1000 \cdot 238,66}{3 \cdot \pi} = 25322,61 \frac{1}{min}$$

A gépen hozzá legközelebb álló beállítható fordulatszám:  $n_{gépi} = 1000$  1/min. (6.11. ábra)

Így a megváltozott forgácsolósebesség:

$$v_{cm} = \frac{d \cdot \pi \cdot n_{gépi}}{1000} = \frac{3 \cdot \pi \cdot 1000}{1000} = 9,43 \frac{m}{min}$$

#### 15.5. Palástnagyolás ( $\varnothing 80 \times 155$ mm)

Alkalmazott szerszám: Oldalélű esztergakés P10 20 x 20j MSZ 1904 (keményfém lapkás)

A forgácskeresztmetszet meghatározása:

A fogásmélység:  $D = 90$  mm (kiinduló átmérő),  $d = 80$  mm (megmunkált átmérő)

$$a = \frac{D - d}{2} = \frac{90 - 80}{2} = 5 \text{ mm}$$

Az előtolás meghatározása:

A főforgácsoló erő:  $F_f = 5350 \text{ N}$

A fajlagos forgácsoló erő:  $k_c = 1500 \text{ N/mm}^2$

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

$$f = \frac{F_f}{a \cdot k_c} = \frac{5350}{5 \cdot 1500} = 0,71 \text{ mm/ford}$$

$$\text{Az } \frac{a}{f} \text{ viszonyértéke: } \frac{5}{0,71} = 7,04: 1$$

Az ideális arány szakítószilárdsága esetén és a szerszámanyag függvényében 6:1 (6.16. ábra), ezért a fogást meg kell osztani, azaz  $i = 2$ , a fogásmélység pedig  $a = 2,5 \text{ mm}$ , viszont a hajtáshoz szükséges teljesítmény nagyobb, mint a berendezés villanymotorának teljesítménye. Ezért változtattam a fogások számát  $i = 5$ -re és a fogásmélység  $a = 1 \text{ mm}$ .

Az ehhez tartozó ideális előtolás mértéke:

$$f = \frac{1}{6} = 1,67 \text{ mm/ford}$$

Választott szabványos érték a 6.15. ábra alapján:  $f = 0,2 \text{ mm/ford}$  és a hozzá tartozó  $k_c$  érték:  $2243 \text{ N/mm}^2$ .

A keletkező forgácsoló erő nagysága:

$$F_k = k_c \cdot f \cdot a = 2243 \cdot 0,2 \cdot 1 = 448,6 \text{ N}$$

Az alkalmazott forgácsoló sebesség meghatározása:

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

ahol:

$$v_0 = 405 \frac{m}{min} \text{ (6.4. ábra)}$$

$T = 150 \text{ min}$ , keményfém lapkas forgácsoló szerszámnak ez az adott szerszámélete,

$K_k = 0,81$ ,  $K_{sz} = 0,97$ ,  $K_m = 1$ ,  $K_h = 1$ ,  $K_k = 0,75$ ,  $K_T = 1$  (6.5- 6.10. ábra)

Behelyettesítve:

$$v = 405 \cdot 0,81 \cdot 0,97 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 0,75 \cdot 1 = 238,66 \frac{m}{min}$$

A fordulatszám meghatározása:

$$n = \frac{1000 \cdot v_0}{d \cdot \pi} = \frac{1000 \cdot 238,66}{90 \cdot \pi} = 844,1 \text{ 1/min}$$

A gépen hozzá legközelebb álló beállítható fordulatszám:  $n_{\text{gépi}} = 1000 \text{ 1/min}$ . (6.11. ábra)

Így a megváltozott forgácsolósebesség:

$$v_{cm} = \frac{d \cdot \pi \cdot n_{\text{gépi}}}{1000} = \frac{90 \cdot \pi \cdot 1000}{1000} = 282,74 \frac{m}{min}$$

A forgácsolás teljesítményigénye:

$$P = \frac{F_k \cdot v_{cm}}{60 \cdot 10^3} = \frac{448,6 \cdot 282,74}{60 \cdot 10^3} = 2,1 \text{ kW}$$

A hajtáshoz szükséges teljesítmény:

$$P_h = \frac{P}{\eta} = \frac{2,1}{0,8} = 2,625 \text{ kW}$$

ahol  $\eta = 0,8$  a szerszám gép hatásfoka.

A választott E400-as egyetemes esztergapad 3,6 kW-os villanymotorral rendelkezik, így az kielégíti a teljesítményszükségletet.

### 15.6. Palástnagyolás ( $\varnothing 74 \times 13 \text{ mm}$ )

Alkalmazott szerszám: Oldalélű esztergakés P10 20 x 20j MSZ 1904 (keményfém lapkás)

A forgácskeresztmetszet meghatározása:

A fogásmélység:  $D = 80 \text{ mm}$  (kiinduló átmérő),  $d = 74 \text{ mm}$  (megmunkált átmérő)

$$a = \frac{D - d}{2} = \frac{80 - 74}{2} = 3 \text{ mm}$$

Az előtolás meghatározása:

A főforgácsoló erő:  $F_f = 5350 \text{ N}$

A fajlagos forgácsoló erő:  $k_c = 1500 \text{ N/mm}^2$

Az előtolás értéke az  $F_f = k_s \cdot f \cdot a$  összefüggés alapján:

$$f = \frac{F_f}{a \cdot k_s} = \frac{5350}{3 \cdot 1500} = 1,18 \text{ mm/ford}$$

$$\text{Az } \frac{a}{f} \text{ viszonyértéke: } \frac{3}{1,18} = 2,54:1$$

Az ideális arány szakítószilárdsága esetén és a szerszámanyag függvényében 6:1 (6.16. ábra), ezért a fogások száma  $i = 1$  és a fogásmélység  $a = 3$ , viszont így nagyobb a hajtáshoz szükséges teljesítmény, mint amennyire a berendezés képes, ezért a fogások számát  $i = 3$ -re növelem és a fogásmélységet  $a = 1$  mm-re állítom.

Az ehhez tartozó ideális előtolás mértéke:

$$f = \frac{1}{6} = 0,17 \text{ mm/ford}$$

Választott szabványos érték a 6.15. ábra alapján:  $f = 0,2$  mm/ford és a hozzá tartozó  $k_c$  érték:  $2243 \text{ N/mm}^2$ .

A keletkező forgácsoló erő nagysága:

$$F_k = k_c \cdot f \cdot a = 2243 \cdot 0,2 \cdot 1 = 448,6 \text{ N}$$

Az alkalmazott forgácsoló sebesség meghatározása:

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

ahol:

$$v_0 = 405 \frac{m}{min} \text{ (6.4. ábra)}$$

$T = 150$  min, keményfém lapkas forgácsoló szerszámnak ez az adott szerszámélete,

$$K_k = 0,81, K_{sz} = 0,97, K_m = 1, K_h = 1, K_k = 0,75, K_T = 1 \text{ (6.5- 6.10. ábra)}$$

Behelyettesítve:

$$v = 405 \cdot 0,81 \cdot 0,97 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 0,75 \cdot 1 = 238,66 \frac{m}{min}$$

A fordulatszám meghatározása:

$$n = \frac{1000 \cdot v_0}{d \cdot \pi} = \frac{1000 \cdot 238,66}{74 \cdot \pi} = 1026,6 \text{ 1/min}$$

A gépen hozzá legközelebb álló beállítható fordulatszám:  $n_{gépi} = 1000 \text{ 1/min}$ . (6.11. ábra)



Így a megváltozott forgácsolósebesség:

$$v_{cm} = \frac{d \cdot \pi \cdot n_{g\acute{e}pi}}{1000} = \frac{74 \cdot \pi \cdot 1000}{1000} = 232,5 \frac{m}{min}$$

A forgácsolás teljesítményigénye:

$$P = \frac{F_k \cdot v_{cm}}{60 \cdot 10^3} = \frac{448,6 \cdot 232,5}{60 \cdot 10^3} = 1,74 \text{ kW}$$

A hajtáshoz szükséges teljesítmény:

$$P_h = \frac{P}{\eta} = \frac{1,74}{0,8} = 2,175 \text{ kW}$$

ahol  $\eta = 0,8$  a szerszámgép hatásfoka.

A választott E400-as egytetemes esztergapad 3,6 kW-os villanymotorral rendelkezik, így az kielégíti a teljesítményszükségletet.


16. művelet: Fúrás ( $\varnothing 12 \times 50,8$  hosszon)

A kiválasztott szerszámgép: OF-3 oszlopos fűrógép (14.1. ábra)

Megnevezés	FAP-12 asztali pontosságú fűrógép	FOF-32 állványos fűrógép	Oszlopos fűrógép OF-3
Legnagyobb fűrható			
Átmérő acélba [mm]	12	32	60
Öntöttvasba [mm]	16	40	70
Legnagyobb fűrható menetátmérő			
Acélba [mm]	-	-	70
Öntöttvasba [mm]	-	-	80
A fűrőorsó fűrési mélysége [mm]	100	200	300
A fűrőorsó			
Fokozati tényező $\varphi$	-	1,25	1,4
Fordulatszám határok $\left[\frac{f}{min}\right]$	375 – 4750	60 – 1200	37,5 – 1900
Előtolás határok $\left[\frac{mm}{min}\right]$	Kézi	0,1 – 0,75	0,075 – 1,9
Fűrőmotor			
Teljesítménye [kW]	0,45	1,7/2,5	5,6
Fordulatszáma $\left[\frac{f}{min}\right]$	2880	1440/2880	1440

14.1. ábra: Fűrógép kiválasztása

Az alkalmazott szerszám: Csigasüllyesztő  $\varnothing 12 \text{ h7 HS18 0 1 MSZ 3985}$  (14.2. ábra)

	Csigasüllyesztő	D	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22		
		L	170	170	175	180	200	205	210	210	215	220	225	225	
		l	87	87	92	97	102	107	112	112	117	122	127	127	
		D	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	33	
		L	230	255	260	265	270	275	280	285	290	295	325	325	
		l	132	136	141	146	151	156	161	166	171	176	181	181	
		D	34	35											
		L	325	330											
		l	181	186											
		Csúcsüllyesztő	MSZ	3993				3994		3995				3996	
			süllyesztőszög	60°				75°		90°				120°	
			D	13	25	35	50	20	30	12	20	30	45	60	80

Szokványos szerszámanyag: HS18 0 1, 45WCrSiV7 4 4, C105U

14.2. ábra: Csigasüllyesztő kiválasztása

A fogasmélység:  $a = \frac{D}{2} = \frac{12}{2} = 6 \text{ mm}$

Az előtolás értéke:  $f = 0.21 \frac{\text{mm}}{\text{ford}}$  (6.14. ábra)

A fogások száma:  $i = 1$

Forgácsolási sebesség:  $v = 238,66 \text{ m/min}$

Fajlagos forgácsoló erő:  $1500 \text{ N/mm}^2$

Fordulatszám meghatározása:

$$n = \frac{1000 \cdot v_0}{D \cdot \pi} = \frac{1000 \cdot 238,66}{12 \cdot \pi} = 6330,65 \text{ 1/min}$$

A gépen legkedvezőbb beállítható fordulatszám:  $n_{\text{gépi}} = 710 \text{ 1/min.}$  (6.11. ábra)

Így a megváltozott forgácsolósebesség:

$$v_{cm} = \frac{D \cdot \pi \cdot n_{\text{gépi}}}{1000} = \frac{12 \cdot \pi \cdot 710}{1000} = 26,77 \frac{\text{m}}{\text{min}}$$

A fúrási nyomaték meghatározása:

$$M = F_1 \cdot \frac{D}{2} = k_s \cdot A \cdot \frac{D}{2} = k_s \cdot \frac{D \cdot f}{4} \cdot \frac{D}{2} = k_s \cdot \frac{D^2 \cdot f}{8 \cdot 10^3} = 1500 \cdot \frac{12^2 \cdot 0,21}{8 \cdot 10^3} = 5,67 \text{ Nm}$$

A fúrás teljesítményének meghatározása:

$$P = \frac{M \cdot 2 \cdot \pi \cdot n_{\text{gépi}}}{60 \cdot 10^3} = \frac{5,67 \cdot 2 \cdot \pi \cdot 710}{60 \cdot 10^3} = 0,42 \text{ kW}$$

A hajtáshoz szükséges teljesítmény meghatározása:

$$P_h = \frac{P}{\eta} = \frac{0,42}{0,8} = 0,525 \text{ W}$$

ahol  $\eta = 0,8$  a szerszámgép hatásfoka.

A választott E400-as egyetemes esztergapad 3,6 kW-os villanymotorral rendelkezik, így az kielégíti a teljesítményszükségletet.

### A tengelyvég tárcsa részének (2-es jelű) számítása:

Az előgyártmány: süllyesztékes kovácsdarab Ø198,8x 36,6 mm, S 235 JR N

Anyagminőség: S 235JR N

Szakítószilárdság:  $R_m = 420 \text{ N/mm}^2$

Nyersméret: Ø198,8x 36,6 mm, süllyesztékes kovácsdarab

Forgácsolási adatok meghatározása:

1. művelet: Esztergálás I.

A szerszámgép kiválasztása: E400-as egyetemes esztergapad (6.2. ábra)

A késtartóba befogható késszár keresztmetszet: 20 x 20 mm

1.2. Oldalazás méretre

A fogásmélység a ráhagyás alapján:  $a = 3,6 \text{ mm}$

A fogások száma:  $i = 1$

Az előtolás értéke:  $f = 0,1 \frac{\text{mm}}{\text{ford}}$  (kézi)

Az alkalmazott szerszám: Homlokélű esztergakés P10 20 x 20j III. MSZ 1903 (keményfém lapkás)

Az alkalmazott forgácsoló sebesség meghatározása:

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

ahol:

$$v_0 = 405 \frac{m}{min} \text{ (6.4.ábra)}$$

$T = 150 \text{ min}$ , keményfém lapkas forgácsoló szerszámnak ez az adott szerszámélete,

$$K_c = 0,81, K_{sz} = 0,97, K_m = 1, K_h = 1, K_k = 0,75, K_T = 1 \text{ (6.5- 6.10. ábra)}$$

Behelyettesítve:

$$v = 405 \cdot 0,81 \cdot 0,97 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 0,75 \cdot 1 = 238,66 \frac{m}{min}$$

A fordulatszám meghatározása:

$$n = \frac{1000 \cdot v_0}{d \cdot \pi} = \frac{1000 \cdot 238,66}{198,8 \cdot \pi} = 382,13 \frac{1}{min}$$

A gépen a beállítható hozzá legközelebb lévő fordulatszám:  $n_{gépi} = 500 \text{ 1/min}$  (6.11. ábra)

Így a megváltozott forgácsolósebesség:

$$v_{cm} = \frac{d \cdot \pi \cdot n_{gépi}}{1000} = \frac{198,8 \cdot \pi \cdot 500}{1000} = 312,27 \frac{m}{min}$$

### 1.3. Palástnagyolás ( $\varnothing 192 \times 30 \text{ mm}$ )

Alkalmazott szerszám: Oldalélű esztergakés P10 20 x 20j MSZ 1904 (keményfém lapkás)

Munkadarab befogása: vállas tárcsa + forgó kúppal megtámaszt

A forgácskeresztmetszet meghatározása:

A fogásmélység:  $D = 198,8 \text{ mm}$  (kiinduló átmérő),  $d = 192 \text{ mm}$  (megmunkált átmérő)

$$a = \frac{D - d}{2} = \frac{198,8 - 192}{2} = 3,4 \text{ mm}$$

Az előtolás meghatározása:

A főforgácsoló erő:  $F_f = 5350 \text{ N}$

A fajlagos forgácsoló erő:  $k_c = 1500 \text{ N/mm}^2$

Az előtolás értéke az  $F_f = k_s \cdot f \cdot a$  összefüggés alapján:

$$f = \frac{F_f}{a \cdot k_s} = \frac{5350}{3,4 \cdot 1500} = 1,05 \text{ mm/ford}$$

$$\text{Az } \frac{a}{f} \text{ viszonyértéke: } \frac{3,4}{1,05} = 3,24:1$$

Az ideális arány szakítószilárdsága esetén és a szerszámanyag függvényében 6:1 (6.16. ábra), ezért a fogást nem kell megosztani, így a fogások száma  $i = 1$  és a fogásmélység  $a = 3,4$ , viszont így nagyobb a hajtáshoz szükséges teljesítmény, mint amennyire a berendezés képes, ezért a fogások számát  $i = 3$ -re növelem és a fogásmélységet  $a = 1,13$  mm-re állítom.

Az ehhez tartozó ideális előtolás mértéke:

$$f = \frac{1,13}{6} = 0,19 \text{ mm/ford}$$

Választott szabványos érték a 6.15. ábra alapján:  $f = 0,2$  mm/ford és a hozzátartozó  $k_c$  érték:  $2243 \text{ N/mm}^2$ .

A keletkező forgácsoló erő nagysága:

$$F_k = k_c \cdot f \cdot a = 2243 \cdot 0,2 \cdot 1,13 = 506,9 \text{ N}$$

Az alkalmazott forgácsoló sebesség meghatározása:

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

ahol:

$$v_0 = 405 \frac{m}{min} \text{ (6.4. ábra)}$$

$T = 150$  min, keményfém lapkas forgácsoló szerszánnak ez az adott szerszámélete,

$K_k = 0,81$ ,  $K_{sz} = 0,97$ ,  $K_m = 1$ ,  $K_h = 1$ ,  $K_k = 0,75$ ,  $K_T = 1$  (6.5- 6.10. ábra)

Behelyettesítve:

$$v = 405 \cdot 0,81 \cdot 0,97 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 0,75 \cdot 1 = 238,66 \frac{m}{min}$$

A fordulatszám meghatározása:

$$n = \frac{1000 \cdot v_0}{d \cdot \pi} = \frac{1000 \cdot 238,66}{198,8 \cdot \pi} = 382,13 \text{ 1/min}$$

A gépen hozzá legközelebb álló beállítható fordulatszám:  $n_{gépi} = 500 \text{ 1/min}$ . (6.11. ábra)

Így a megváltozott forgácsolósebesség:

$$v_{cm} = \frac{d \cdot \pi \cdot n_{gépi}}{1000} = \frac{198,8 \cdot \pi \cdot 500}{1000} = 312,27 \frac{m}{min}$$

A forgácsolás teljesítményigénye:

$$P = \frac{F_k \cdot v_{cm}}{60 \cdot 10^3} = \frac{506,9 \cdot 312,27}{60 \cdot 10^3} = 2,62 \text{ kW}$$

A hajtáshoz szükséges teljesítmény:

$$P_h = \frac{P}{\eta} = \frac{2,62}{0,8} = 3,275 \text{ kW}$$

ahol  $\eta = 0,8$  a szerszámgép hatásfoka.

A választott E400-as egyetemes esztergapad 3,6 kW-os villanymotorral rendelkezik, így az kielégíti a teljesítményszükségletet.

## 2. művelet: Esztergálás II.

A szerszámgép kiválasztása: E400-as egyetemes esztergapad (6.2. ábra)

A késtartóba befogható késszár keresztmetszet: 20 x 20 mm

### 2.1. Furatesztergálás (Ø140x 4)

Alkalmazott szerszám: Fenéklyukkés P10 20 x 20 MSZ 1913

Munkadarab befogása: tokmányba

A forgácsolókeresztmetszet meghatározása:

A fogásmélység:  $D = 70,8$  mm (kiinduló átmérő),  $d = 140$  mm (megmunkált átmérő)

$$a = \frac{d - D}{2} = \frac{140 - 70,8}{2} = 34,6 \text{ mm}$$

Viszont ez túl nagy fogásmélység lenne, ezért már előzetesen a fogások számát  $i = 25$ -re határozom meg, így a fogásmélység  $a = 1,38$  mm lesz.

Az előtolás meghatározása:

A főforgácsoló erő:  $F_f = 5350$  N

A fajlagos forgácsoló erő:  $k_c = 1500$  N/mm<sup>2</sup>

Az előtolás értéke az  $F_f = k_s \cdot f \cdot a$  összefüggés alapján:

$$f = \frac{F_f}{a \cdot k_s} = \frac{5350}{1,38 \cdot 1500} = 2,6 \text{ mm/ford}$$

$$\text{Az } \frac{a}{f} \text{ viszonyértéke: } \frac{1,38}{2,6} = 0,53:1$$

Az ideális arány szakítószilárdsága esetén és a szerszámanyag függvényében 6:1 (6.16. ábra), ezért megfelelő az általam meghatározott fogások száma és fogásmélység.

Az ehhez tartozó ideális előtolás mértéke:

$$f = \frac{1,38}{6} = 0,23 \text{ mm/ford}$$

Választott szabványos érték a 6.15. ábra alapján:  $f = 0,25 \text{ mm/ford}$  és a hozzá tartozó  $k_c$  érték:  $2121 \text{ N/mm}^2$ .

A keletkező forgácsoló erő nagysága:

$$F_k = k_c \cdot f \cdot a = 2121 \cdot 0,25 \cdot 1,38 = 731,8 \text{ N}$$

Az alkalmazott forgácsoló sebesség meghatározása:

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

ahol:

$$v_0 = 405 \frac{m}{min} \text{ (6.4. ábra)}$$

$T = 150 \text{ min}$ , keményfém lapkas forgácsoló szerszámnak ez az adott szerszámélete,

$K_k = 0,81$ ,  $K_{sz} = 0,97$ ,  $K_m = 1$ ,  $K_h = 1$ ,  $K_k = 0,75$ ,  $K_T = 1$  (6.5- 6.10. ábra)

Behelyettesítve:

$$v = 405 \cdot 0,81 \cdot 0,97 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 0,75 \cdot 1 = 238,66 \frac{m}{min}$$

A fordulatszám meghatározása:

$$n = \frac{1000 \cdot v_0}{d \cdot \pi} = \frac{1000 \cdot 238,66}{70,8 \cdot \pi} = 1073 \text{ 1/min}$$

A gépen hozzá legközelebb álló beállítható fordulatszám:  $n_{g\acute{e}pi} = 1000 \text{ 1/min}$ . (6.11. ábra)

Így a megváltozott forgácsolósebesség:

$$v_{cm} = \frac{d \cdot \pi \cdot n_{g\acute{e}pi}}{1000} = \frac{70,8 \cdot \pi \cdot 1000}{1000} = 222,4 \frac{m}{min}$$

A forgácsolás teljesítményigénye:

$$P = \frac{F_k \cdot v_{cm}}{60 \cdot 10^3} = \frac{731,8 \cdot 222,4}{60 \cdot 10^3} = 2,71 \text{ kW}$$

A hajtáshoz szükséges teljesítmény:

$$P_h = \frac{P}{\eta} = \frac{2,71}{0,8} = 3,39 \text{ kW}$$

ahol  $\eta = 0,8$  a szerszám gép hatásfoka.

A választott E400-as egytetemes esztergapad 3,6 kW-os villanymotorral rendelkezik, így az kielégíti a teljesítményszükségletet.

## 2.2. Furatesztergálás ( $\varnothing 74 \times 4$ )

Alkalmazott szerszám: Átmenő lyukkés P10 20 x 20 MSZ 1912

Munkadarab befogása: tokmányba

A forgácskeresztmetszet meghatározása:

A fogásmélység:  $D = 70,8$  mm (kiinduló átmérő),  $d = 74$  mm (megmunkált átmérő)

$$a = \frac{d - D}{2} = \frac{74 - 70,8}{2} = 1,6 \text{ mm}$$

Az előtolás meghatározása:

A főforgácsoló erő:  $F_f = 5350$  N

A fajlagos forgácsoló erő:  $k_c = 1500$  N/mm<sup>2</sup>

Az előtolás értéke az  $F_f = k_s \cdot f \cdot a$  összefüggés alapján:

$$f = \frac{F_f}{a \cdot k_s} = \frac{5350}{1,6 \cdot 1500} = 2,23 \text{ mm/ford}$$

$$\text{Az } \frac{a}{f} \text{ viszonyértéke: } \frac{1,6}{2,23} = 0,72:1$$

Az ideális arány szakítószilárdsága esetén és a szerszám anyag függvényében 6:1 (6.16. ábra), ezért megfelelő a fogások száma és a fogásmélység, viszont a hajtáshoz szükséges teljesítmény nagyobb, mint a berendezés villanymotorának teljesítménye. Ezért változtattam a fogások számát  $i = 2$ -re és a fogásmélység  $a = 0,8$  mm.

Az ehhez tartozó ideális előtolás mértéke:



$$f = \frac{0,8}{6} = 0,13 \text{ mm/ford}$$

Választott szabványos érték a 6.15. ábra alapján:  $f = 0,13 \text{ mm/ford}$  és a hozzá tartozó  $k_c$  érték:  $2498 \text{ N/mm}^2$ .

A keletkező forgácsoló erő nagysága:

$$F_k = k_c \cdot f \cdot a = 2498 \cdot 0,13 \cdot 0,8 = 259,8 \text{ N}$$

Az alkalmazott forgácsoló sebesség meghatározása:

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

ahol:

$$v_0 = 405 \frac{m}{min} \text{ (6.4. ábra)}$$

$T = 150 \text{ min}$ , keményfém lapkas forgácsoló szerszámnak ez az adott szerszámélete,

$$K_k = 0,81, K_{sz} = 0,97, K_m = 1, K_h = 1, K_k = 0,75, K_T = 1 \text{ (6.5- 6.10. ábra)}$$

Behelyettesítve:

$$v = 405 \cdot 0,81 \cdot 0,97 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 0,75 \cdot 1 = 238,66 \frac{m}{min}$$

A fordulatszám meghatározása:

$$n = \frac{1000 \cdot v_0}{d \cdot \pi} = \frac{1000 \cdot 238,66}{70,8 \cdot \pi} = 1073 \text{ 1/min}$$

A gépen hozzá legközelebb álló beállítható fordulatszám:  $n_{g\acute{e}pi} = 1000 \text{ 1/min}$ . (6.11. ábra)

Így a megváltozott forgácsolósebesség:

$$v_{cm} = \frac{d \cdot \pi \cdot n_{g\acute{e}pi}}{1000} = \frac{70,8 \cdot \pi \cdot 1000}{1000} = 222,42 \frac{m}{min}$$

A forgácsolás teljesítményigénye:

$$P = \frac{F_k \cdot v_{cm}}{60 \cdot 10^3} = \frac{259,8 \cdot 222,42}{60 \cdot 10^3} = 0,96 \text{ kW}$$

A hajtáshoz szükséges teljesítmény:

$$P_h = \frac{P}{\eta} = \frac{0,96}{0,8} = 1,2 \text{ kW}$$

ahol  $\eta = 0,8$  a szerszámgép hatásfoka.

A választott E400-as egyetemes esztergapad 3,6 kW-os villanymotorral rendelkezik, így az kielégíti a teljesítményszükségletet.

### 2.3.művelet: Fúrás

A kiválasztott szerszámgép: E-400-as egyetemes esztergapad (6.2. ábra)

A szerszámgép hatásfoka:  $\eta = 80\%$

A befogás módja: tokmányba

Szerszámbe fogó: fúrótokmány

### 2.4. Előfúrás (6x Ø6)

Az alkalmazott szerszám: Csigafúró Ø6 h8 HS18 0 1 MSZ 3985 (6.13.ábra)

A csigafúró átmérője:  $d = 6 \text{ mm}$

Előtolás:  $f = 0,1 \text{ mm/ford}$

Fajlagos forgácsoló erő:  $1500 \text{ N/mm}^2$

Forgácsoló sebesség:  $v = 238,66 \text{ m/min}$

Fordulatszám meghatározása:

$$n = \frac{1000 \cdot v_0}{D \cdot \pi} = \frac{1000 \cdot 238,66}{6 \cdot \pi} = 12661,31 \text{ 1/min}$$

A gépen hozzá legközelebb álló beállítható fordulatszám:  $n_{\text{gépi}} = 1000 \text{ 1/min.}$  (6.11. ábra)

Így a megváltozott forgácsolósebesség:

$$v_{cm} = \frac{D \cdot \pi \cdot n_{\text{gépi}}}{1000} = \frac{6 \cdot \pi \cdot 1000}{1000} = 18,85 \frac{\text{m}}{\text{min}}$$

A fúrási nyomaték meghatározása:

$$M = F_1 \cdot \frac{D}{2} = k_s \cdot A \cdot \frac{D}{2} = k_s \cdot \frac{D \cdot f}{4} \cdot \frac{D}{2} = k_s \cdot \frac{D^2 \cdot f}{8 \cdot 10^3} = 1500 \cdot \frac{6^2 \cdot 0,1}{8 \cdot 10^3} = 0,675 \text{ Nm}$$

A fúrás teljesítményének meghatározása:

$$P = \frac{M \cdot 2 \cdot \pi \cdot n_{\text{gépi}}}{60 \cdot 10^3} = \frac{0,675 \cdot 2 \cdot \pi \cdot 1000}{60 \cdot 10^3} = 0,07 \text{ kW}$$

A hajtáshoz szükséges teljesítmény meghatározása:

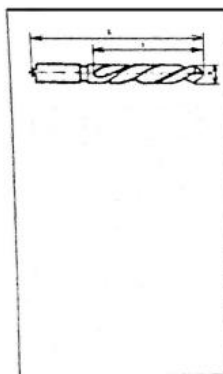
$$P_h = \frac{P}{\eta} = \frac{0,07}{0,8} = 0,0875 \text{ kW}$$

ahol  $\eta = 0,8$  a szerszám gép hatásfoka.

A választott E400-as egytetemes esztergapad 3,6 kW-os villanymotorral rendelkezik, így az kielégíti a teljesítményszükségletet.

## 2.5. Fúrás (6x Ø18 teljes hosszon)

Az alkalmazott szerszám: Csigafúró Ø18 h8 HS18 0 1 MSZ 3985 (14.3.ábra)



D	3,4	3,5	3,6	3,7	3,8	3,9	4	4,1	4,2	4,5	4,8	4,9	5	5,1	5,2	5,3	5,5	5,8	5,9
L	72			75			80		82	85	88		90			95			100
l	42			45			48		50	52			55			60			65
D	6	6,2	6,3	6,4	6,5	6,6	6,7	6,8	6,9	7	7,1	7,2	7,3	7,4	7,5	7,6	7,7	7,8	7,9
L	100			105				110					115				120		
l	65			68				70					75				80		
D	8	8,1	8,2	8,3	8,4	8,5	8,6	8,7	8,8	8,9	9	9,1	9,2	9,3	9,4	9,5	9,6	9,7	9,8
L	120			125									130						135
l	80			85									90						95
D	9,9	10	10,1	10,2	10,3	10,4	10,5	10,6	10,7	10,8	10,9	11	11,2	11,5	11,7	11,8	12	12,1	12,3
L	135							140						145			150		160
l								95								100			
D	12,4	12,5	12,7	12,8	12,9	13	13,2	13,3	13,5	13,7	13,8	14	14,3	14,4	14,5	14,7	14,8		
L																			
l																			
D	14,9	15	15,1	15,2	15,3	15,5	15,6	15,7	16	16,3	16,4	16,5	16,6	16,8	16,9				
L								170											
l								105											
D	17	17,1	17,2	17,3	17,5	17,6	17,7	18	18,3	18,4	18,5	18,6	18,8	18,9	19	19,1			
L													185						
l													115						

14.3. ábra: Csigafúró kiválasztása

A fogásmélység:  $a = \frac{D}{2} = \frac{18}{2} = 9 \text{ mm}$

Az előtolás értéke:  $f = 0,26 \frac{\text{mm}}{\text{ford}}$  (14.4. ábra)

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

14.4. ábra: Előtolás meghatározása  $f = 0,26 \text{ mm/ford}$ , mivel 18 mm átmérőjű fúró kell nekem, ezért a 16 és 20 mm átmérőjű fúrók értékeinek a középértékével számoltam

A fúrók száma:  $i = 1$

Forgácsolási sebesség:  $v = 238,66 \text{ m/min}$

Fajlagos forgácsoló erő:  $1500 \text{ N/mm}^2$

Fordulatszám meghatározása:

$$n = \frac{1000 \cdot v_0}{D \cdot \pi} = \frac{1000 \cdot 238,66}{18 \cdot \pi} = 4220,44 \text{ 1/min}$$

A gépen hozzá legközelebb álló beállítható fordulatszám:  $n_{\text{gépi}} = 1000 \text{ 1/min.}$  (6.11. ábra)

Így a megváltozott forgácsolósebesség:

$$v_{cm} = \frac{D \cdot \pi \cdot n_{\text{gépi}}}{1000} = \frac{18 \cdot \pi \cdot 1000}{1000} = 56,55 \frac{\text{m}}{\text{min}}$$

A fúrási nyomaték meghatározása:

$$M = F_1 \cdot \frac{D}{2} = k_s \cdot A \cdot \frac{D}{2} = k_s \cdot \frac{D \cdot f}{4} \cdot \frac{D}{2} = k_s \cdot \frac{D^2 \cdot f}{8 \cdot 10^3} = 1500 \cdot \frac{18^2 \cdot 0,26}{8 \cdot 10^3} = 15,8 \text{ Nm}$$

A fúrás teljesítményének meghatározása:

$$P = \frac{M \cdot 2 \cdot \pi \cdot n_{\text{gépi}}}{60 \cdot 10^3} = \frac{15,8 \cdot 2 \cdot \pi \cdot 1000}{60 \cdot 10^3} = 1,65 \text{ kW}$$

A hajtáshoz szükséges teljesítmény meghatározása:

$$P_h = \frac{P}{\eta} = \frac{1,65}{0,8} = 2,1 \text{ W}$$

ahol  $\eta = 0,8$  a szerszám gép hatásfoka.

A választott E400-as egytetemes esztergapad 3,6 kW-os villanymotorral rendelkezik, így az kielégíti a teljesítményszükségletet.

### 3. művelet: Esztergálás III.

A szerszám gép kiválasztása: E400-as egytetemes esztergapad (6.2. ábra)

A késtartóba befogható késszár keresztmetszet:  $20 \times 20 \text{ mm}$

#### 3.1. Oldalazás méretre

A fogásmélység a ráhagyás alapján:  $a = 3 \text{ mm}$

A fogások száma:  $i = 1$

Az előtolás értéke:  $f = 0,1 \frac{\text{mm}}{\text{ford}}$  (kézi)

Az alkalmazott szerszám: Homlokélű esztergákés P10 20 x 20j III. MSZ

1903 (keményfém lapkás)

Az alkalmazott forgácsoló sebesség meghatározása:

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

ahol:

$$v_0 = 405 \frac{m}{min} \text{ (6.4. ábra)}$$

$T = 150$  min, keményfém lapkás forgácsoló szerszámnak ez az adott szerszámélete,

$K_k = 0,81$ ,  $K_{sz} = 0,97$ ,  $K_m = 1$ ,  $K_h = 1$ ,  $K_k = 0,75$ ,  $K_T = 1$  (6.5- 6.10. ábra)

Behelyettesítve:

$$v = 405 \cdot 0,81 \cdot 0,97 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 0,75 \cdot 1 = 238,66 \frac{m}{min}$$

A fordulatszám meghatározása:

$$n = \frac{1000 \cdot v_0}{d \cdot \pi} = \frac{1000 \cdot 238,66}{192 \cdot \pi} = 395,67 \frac{1}{min}$$

A gépen a beállítható hozzá legközelebb lévő fordulatszám:  $n_{g\acute{e}pi} = 500$  1/min (6.11. ábra)

Így a megváltozott forgácsolósebesség:

$$v_{cm} = \frac{d \cdot \pi \cdot n_{g\acute{e}pi}}{1000} = \frac{192 \cdot \pi \cdot 500}{1000} = 301,6 \frac{m}{min}$$

## 14.5. Forgácsolási műveletisorrend

Tengely műveletisorrend:

MATE, GEK, GETI, Anyag- és Gépgyártástechnológia Tanszék					Művelet és műveletelőzési sorrend				Induló típus	
Rajzszám:					Munkadarab megnevezése: Tengely					
v. k.h.	Anyag kódex				Anyagmegnevezés, méret, minőség			ME.	Bruttó 1000 db	Nettó 1000 db
					Anyag: S 235JR N					
					Előgyártmány: melegen hengerelt köracél					
					Nyersméret: Ø90 mm					
Műv. sorr.	Lap sz.	Költs. hely	Hom. ker.	Műv. sz.	Művelet megnevezése			Norm. l	Norm. 1000 db perc	Norm. 1000 db Ft
1.	1.			1	Darabolás					
2.					MEO					
3.	2.			8	Esztergálás I.					
4.					MEO					
5.	3.			4	Esztergálás II.					
6.					MEO					
7.	4.			1	Fúrás					
8.					MEO/Végellenőrzés					
Kiállította	Kelt	Ellenőrizte	Kelt	Főtechnológus	Kelt	Anyagnormás	Kelt	Időelemző	Kelt	
Rezsny Ádám	2024. 04. 07.									
Jel	Javította	Kelt	Ellenőrizte	Kelt	Jel	Javította	Kelt	Ellenőrizte	Kelt	

Tárca műveletisorrend:

MATE, GEK, GETI, Anyag- és Gépgyártástechnológia Tanszék					Művelet és műveletelőzési sorrend					Induló típus	
Rajzszám:					Munkadarab megnevezése: Tárca						
v. k.h.	Anyag kódex				Anyagmegnevezés, méret, minőség				ME.	Bruttó 1000 db	Nettó 1000 db
					Anyag: S 235JR N						
					Előgyártmány: süllyesztékes kovácsdarab						
					Nyersméret: Ø198,8x 36,6 mm						
Műv. sorr.	Lap sz.	Költs. hely	Hom. ker.	Műv. sz.	Művelet megnevezése				Norm. 1000 db	Norm. 1000 db	
									perc		Ft
1.					Kovácsolás						
2.	1.			2	Esztergálás I.						
3.					MEO						
4.	2.			4	Esztergálás II.						
5.					MEO						
6.	3.			1	Esztergálás III.						
7.					MEO						
8.					MEO/Végellenőrzés						
Kiállította	Kelt	Ellenőrizte	Kelt	Főtechnológus	Kelt	Anyagnormás	Kelt	Iddőelemző	Kelt		
Rezesy Ádám	2024. 04. 07.										
Jel	Javította	Kelt	Ellenőrizte	Kelt	Jel	Javította	Kelt	Ellenőrizte	Kelt		

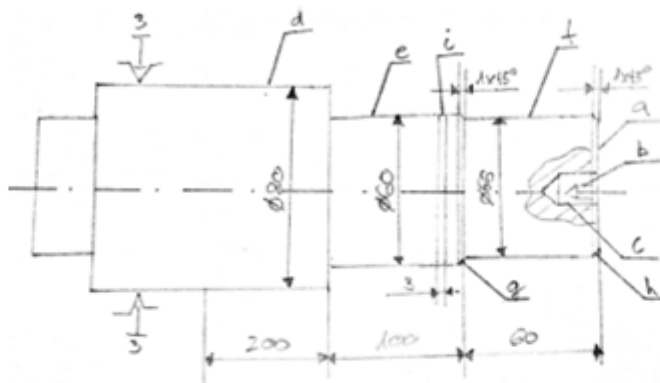
Tengely utasításlapok:

SZIE, GEK, GETI, Anyag- és Gépgyártástechnológiai Tanszék		<b>MŰVELETI UTASÍTÁS</b> forgácsolásra			Lapszám: 4/1			
Rajzszám:		Munkadarab megnevezése: <b>Tengely</b>			Művelet száma: 1			
Anyag: S 235JR N	Nyersméret: Ø90 mm	Művelet megnevezése: Darabolás			Műveleti ut. száma:			
Vázlat:								
Sorsz.	Művelet tagozódása	Megm. felület	Szerszám, mérőeszköz., készülék	v m/min	n ford/p	f mm/f	a mm.	i
	Befog gépsatuba ütköztetve							
1.	Darabol $358,5 \pm 0,5$ mm hossza	a	Gépi fémfűrészlap Mérőléce 520 mm, tolómérce 120x 1/20 Hűtés: emulzió		60			1
Kiállította:		Kelte:	Ellenőrizte:	Kelte:	Darabidő:	Elkészülési idő:	Erv.darabszámra:	
Rezesy Ádám		2024. 04. 07.			norm. i. pótidő	norm. i. pótidő	-tól	-ig
Javítások								
Jel	Javitotta:	Kelte:	Ellenőr.:	Kelte:	Műhely:	Csoport:	Géptípus	gép l.sz
							norm.	a KT-250 M
							szükség szerinti változat	b
								c
	Kapja: péld oszt:							d



SZIE, GEK, GETI, Anyag- és Gépgyártástechnológiai Tanszék	<b>MŰVELETI UTASÍTÁS</b> forgácsolásra		Lapszám: 4/2
Rajzszám:	Munkadarab megnevezése: <b>Tengely</b>		Művelet száma: 2
Anyag: S 235JR N	Nyersméret: Ø90x 358,5 mm	Művelet megnevezése: Esztergálás I.	Műveleti ut. száma:

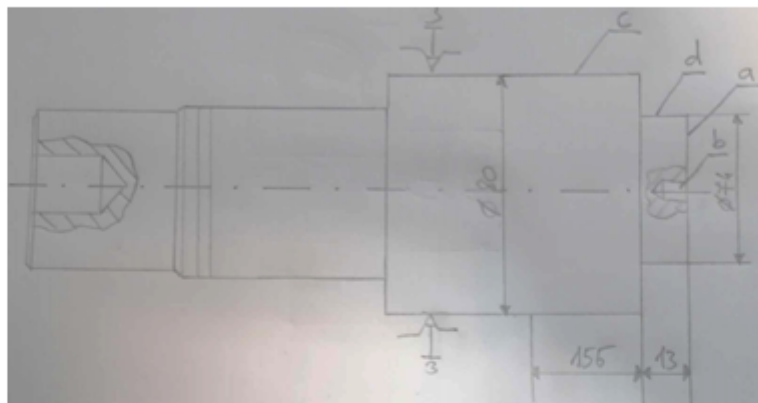
Vázlat:



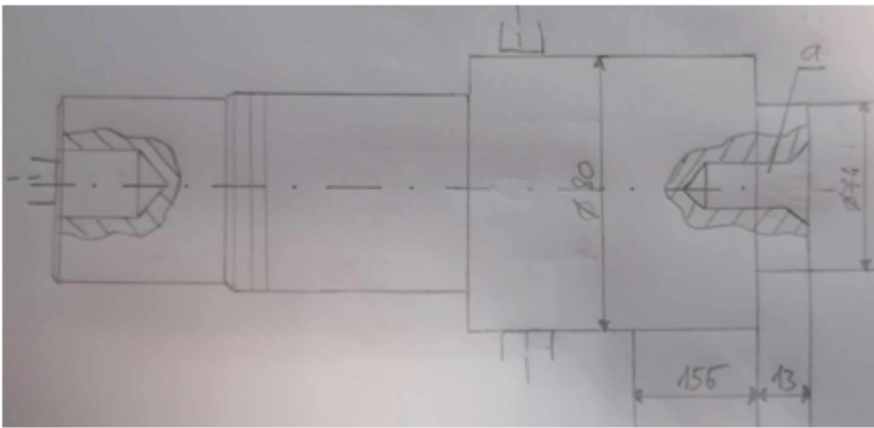
Sorsz	Művelet tagozódása	Megm. felület	Szerszám, mérőeszköz., készülék	v m/min	n ford/p	f mm/f	a mm.	i
	Befog tokmányba, előbábal megtámaszt							
1.	Oldalazás méretre	a	Homlokélű esztergákés P10 20x20j III. MSZ 1903	282,74	1000	0,1	1,5	1
2.	Központfűrés	b	Központfűrés 60° Ø3 mm MSZ 3997	9,43	1000			
3.	Fűrés Ø12x 50,8 mm hosszon	c	Csigafűrés Ø12 h8 HS18 0 1 MSZ 3985	26,77	710	0,21	6	1
4.	Palástnagyalás Ø80x 200 mm	d	Oldalélű esztergákés P10 20 x 20j MSZ 1904	282,74	1000	0,2	1	5
5.	Palástnagyalás Ø60x 100 mm	e	Oldalélű esztergákés P10 20 x 20j MSZ 1904	188,5	1000	0,25	1,43	7
6.	Palástnagyalás Ø56x 60 mm	f	Oldalélű esztergákés P10 20 x 20j MSZ 1904	175,93	1000	0,2	1	2
7.	Eleket letör 1x 45° 100 mm-en	g	Oldalélű esztergákés P10 20 x 20j MSZ 1904	175,93	1000	0,1	1	1
8.	Eleket letör 1x 45° 60 mm-en	h	Oldalélű esztergákés P10 20 x 20j MSZ 1904	175,93	1000	0,1	1	1
9.	Beszűrés Ø60x3x2 mm	i	Szűrő esztergákés P10 20 x 20j MSZ 1910	188,5	1000	0,1	2	1
			Hűtés: emulzió Tolómérete 150x 1/20					
Kiállította:	Kelte:	Ellenőrizte:	Kelte:	Darabidő:	Elkészülési idő:	Erv. darabszámra:		
Rezessy Ádám	2024. 04. 07.			norm. i. pótidő	norm. i. pótidő	-tól	-ig	
Javítások								
Jel	Javította:	Kelte:	Ellenőr.:	Kelte:	Műhely:	Csoport:	Géptípus	
							norm.	a E-400
							szükség szerinti változat	b
								c
								d
Kapja: péld oszt:								

SZIE, GEK, GETI, Anyag- és Gépgyártástechnológiai Tanszék	<b>MŰVELETI UTASÍTÁS</b> forgácsolásra		Lapszám: 4/3
Rajzszám:	Munkadarab megnevezése: <b>Tengely</b>		Művelet száma: 3
Anyag: S 235JR N	Nyersméret: Ø80x 357 mm	Művelet megnevezése: Esztergálás II.	Műveleti ut. száma:

Vázlat:



Sorsz.	Művelet tagozódása	Megm. felület	Szerszám, mérőeszköz., készülék	v m/min	n ford/p	f mm/f	a mm.	i
	Befog tokmányba, előbákkal megtámaszt							
1.	Oldalazás méretre	a	Homlokéltű esztergákés P10 20x20j III. MSZ 1903	282,74	1000	0,1	2	1
2.	Központfűrés	b	Központfűrés 60° Ø3 mm MSZ 3997	9,43	1000			
3.	Palástnagylolás Ø80x 155 mm	c	Oldaléltű esztergákés P10 20 x 20j MSZ 1904	282,74	1000	0,2	1	5
4.	Palástnagylolás Ø74x 13 mm	d	Oldaléltű esztergákés P10 20 x 20j MSZ 1904	232,5	1000	0,2	1	3
			Hűtés: emulzió					
			Tolómérce 150x 1/20					
Kiállította:	Kelte:	Ellenőrizte:	Kelte:	Darabidő:	Elkészülési idő:	Erv.darabszáma:		
Rezsényi Ádám	2024. 04. 07.			norm. i. pótidő	norm. i. pótidő	-tól	-ig	
Javítások								
Jel	Javította:	Kelte:	Ellenőr.:	Kelte:	Műhely:	Csoport:	Géptípus	
							norm.	a E-400
							szükség szerinti változat	b
								c
								d
Kapja: példoszt:								

SZIE, GEK, GETI, Anyag- és Gépgyártástechnológiai Tanszék		<b>MŰVELETI UTASÍTÁS</b> forgácsolásra			Lapszám: 4/4			
Rajzsám:		Munkadarab megnevezése: <b>Tengely</b>		Művelet száma: 4				
Anyag: S 235JR N	Nyersméret: Ø80x 355 mm	Művelet megnevezése: Fúrás		Műveleti ut. száma:				
Vázlat:								
								
Sorsz	Művelet tagozódása	Megm. felület	Szerszám, mérőeszköz., készülék	v m/min	n ford/p	f mm/f	a mm.	i
	Ütköztetéssel és rövid prizmával befog							
1.	Fúrás Ø12 x 50,8 hosszon	a	Csigasüllyesztő Ø12 h7 HS18 0 1 MSZ 3985	26,77	710	0,21	6	1
			Hűtés: emulzió					
			Tolómérce 150x 1/20					
Kiállította:		Kelte:	Ellenőrizte:	Kelte:	Darabidő:	Elkészítési idő:		Erv.darabszáma:
Rezesy Adám		2024. 04. 07.			norm. i. pótidő	norm. i. pótidő	-tól -ig	
Javítások								
Jel	Javitotta:	Kelte:	Ellenőr.:	Kelte:	Műhely:	Csoport:	Géptípus	
							norm.	a OF-3
							szükség szerinti változat	b
								c
								d
Kapja: péld oszt:								

Tárcsa utasításlapok:

SZIE, GEK, GETI, Anyag- és Gépgyártástechnológi Tanszék		<b>MŰVELETI UTASÍTÁS</b> forgácsolásra		Lapszám: 3/1				
Rajzsám:		Munkadarab megnevezése: <b>Tárcsa</b>		Művelet száma: 1				
Anyag: S 235JR N	Nyersméret: Ø198,8x 36,6 mm	Művelet megnevezése: Esztergálás I.		Műveleti ut. száma:				
Vázlat:								
Sorsz	Művelet tagozódása	Megm. felület	Szerszám, mérőeszköz., készülék	v m/min	n ford/p	f mm/f	a mm.	i
	Vállas tárcsa + forgó kúppal megtámaszt							
1.	Oldalazás méretre	a	Homlokélű esztergakés P10 20x20j III. MSZ 1903	312,27	500	0,1	3,6	1
2.	Palástnagyolás Ø192x 33 mm	b	Oldalélű esztergakés P10 20 x 20j MSZ 1904	312,27	500	0,2	1,13	3
			Hűtés: emulzió					
			Tolómérce 200x 1/20					
Kiállította:	Kelte:	Ellenőrizte:	Kelte:	Darabidő:	Elkészítési idő:	Érv.darabszámra:		
<b>Rezesy Adám</b>	2024. 04. 07.			norm. i. pótidő	norm. i. pótidő	-tól	-ig	
Javítások								
Jel	Javította:	Kelte:	Ellenőr.:	Kelte:	Műhely:	Csoport:	Géptípus	gép l.sz
							norm. a E-400	
							szükség szerinti változat b	
							c	
							d	
Kapja: péld oszt:								

SZIE, GEK, GETI, Anyag- és Gépgyártástechnológiai Tanszék		<b>MŰVELETI UTASÍTÁS</b> forgácsolásra		Lapszám: 3/2				
Rajzszám:		Munkadarab megnevezése: <b>Tárcsa</b>		Művelet száma: 2				
Anyag: S 235JR N	Nyersméret: Ø192x 33 mm	Művelet megnevezése: Esztergálás II.		Műveleti ut. száma:				
Vázlat:								
Sorsz.	Művelet tagozódása	Megm. felület	Szerszám, mérőeszköz., készülék	v m/min	n ford/p	f mm/f	a mm.	i
	Befog tokmányba, előbábal megtámaszt							
1.	Furatesztergálás Ø140x 4 mm	a	Fenéklyukkés P10 20 x 20 MSZ 1913	222,4	1000	0,25	1,38	25
2.	Furatesztergálás Ø74x teljes hosszon	b	Átmenő lyukkés P10 20 x 20 MSZ 1912	222,4	1000	0,13	0,8	2
3.	Előfűrés 6x Ø6	c	Csigafűró Ø6 h8 HS18 0 1 MSZ 3985	18,85	1000	0,1		
4.	Fűrés 6x Ø18	d	Csigafűró Ø18 h8 HS18 0 1 MSZ 3985	56,55	1000	0,26	9	1
			Hűtés: emulzió					
			Tolómérce 200x 1/20					
Kiállította:	Kelte:	Ellenőrizte:	Kelte:	Darabidő:	Elkészülési idő:	Erv.darabszámra:		
<b>Rezszy Adám</b>	2024. 04. 07.			norm. i. pótidő	norm. i. pótidő	-tól	-ig	
Javítások								
Jel	Javitotta:	Kelte:	Ellenőr.:	Kelte:	Műhely:	Csoport:	Géptípus	gép l.sz
							norm.	a E-400
							szükség szerinti változat	b
								c
								d
Kapja: péld oszt:								

SZIE, GEK, GETI, Anyag- és Gépgyártástechnol Tanszék		<b>MŰVELETI UTASÍTÁS</b> forgácsolásra			Lapszám: 3/3			
Rajzsám:		Munkadarab megnevezése: <b>Tárcsa</b>			Művelet száma: 3			
Anyag: S 235JR N	Nyersméret: Ø192x 33 mm	Művelet megnevezése: Esztergálás III.			Műveleti ut. száma:			
Vázlat:								
Sorsz	Művelet tagozódása	Megm. felület	Szerszám, mérőeszköz., készülék	v m/min	n ford/p	f mm/f	a mm.	i
	Befog tolmányba, előbákkal megtámaszt							
1.	Oldalazás méretre	a	Homlokeltű esztergakés P10 20 x 20j III. M 1903 Hűtés: emulzió Tolómérce 200x 1/20	301,6	500	0,1	3	1
Kiállította:	Kelte:	Ellenőrizte:	Kelte:	Darabidő:	Elkészülési idő:	Erv.darabszámra:		
Rezessy Adám	2024. 04. 07.			norm. i. pótidő	norm. i. pótidő	-tól	-ig	
Javítások								
Jel	Javította:	Kelte:	Ellenőr.:	Kelte:	Műhely:	Csoport:	Géptípus	gép l.sz
							norm. a E-400	
							b	
							c	
							d	
Kapja: péld oszt:							szükség szerinti változat	

## 14.6. Hegesztési utasításlap

MATE, Műszaki Intézet, Anyagtudományi és Gépipari Technológiák Tanszék		Hegesztési terv: AFI ivhegesztés		Hegesztési terv száma:		Gyártmány megnevezése: Tengelyvég		Gyártmány jelle:		Rajzszám:		Lapszám: 1/2		
Vázlat:														
Alapanyagok: méretek: állapot:														
Technológiai vizsgálat (MSZ 6442)		Gyártásellenőrző vizsgálat (MSZ 6442)		Gyártmány ellenőrzési utasítás		Kettős sarokvarrat Keménysevizsgálat (1 db próbatesten) Hajlítóvizsgálat (1 db próbatesten) Csizolatvizsgálat (1 db próbatesten)		1. Szemrevételezés 100%-ban 2. Repedésvizsgálat az MSZ 6442 szabvány 8.5.4 szakasza szerint						
Hegesztendő alkatrész Rajzszám		Hegesztés módja forgácsolás		Munkavédelmi előírások: Az érvényben lévő szabványok szerint.										
Sor-szám	Művelet megnevezése:	Él kiképzés	Gyök-hézag	Készítők, rögzítés	Fűző varrat méret mm/m és db	Hegesztő anyagok és mérete	Technológiai paraméterek			Varrat mérete mm	Varrat minőség	Heg. helyzet	Elő ill. utó-hőkezelés	Megjegyzés:
							U (V)	V <sub>heg</sub> (m/min)	V <sub>huz</sub> (m/min)					
1.	Rögzít 1-es jelű sarok varratnál	2 mm	2 mm	Rögzítő-forgató berendezés		EN 440-G 18, 2, 1 G2S1, 1,2 mm átmérő	25	0,0295	5,5	251,33	III.			
2.	1 sz. varratot sarok hegeszt	2 mm	2 mm	Rögzítő-forgató berendezés		EN 440-G 18, 2, 1 G2S1, 1,2 mm átmérő	25	0,0422	5,5	232,48	III.	Viasztos folyamos forgácsolás	Korozóálló díótké	
3.	Tisztít													
4.	Rögzít 2-es jelű sarok varratnál	2 mm	2 mm	Rögzítő-forgató berendezés		EN 440-G 18, 2, 1 G2S1, 1,2 mm átmérő	25	0,0422	5,5	232,48	III.	Viasztos folyamos forgácsolás	Korozóálló díótké	
5.	2 sz. varratot sarok hegeszt	2 mm	2 mm											
6.	Tisztít													
Készítette: Rezessy Ádám		Ellenőrizte:		Javítások		Javítások		Kelt:		Kelt:		Érvényes 350 db-ra		
		Kelt: 2024.03.20.		Jel:										

