

SZAKDOLGOZAT

Schumacher Dominik

Gépészmérnök BSc

Gödöllő

2023



Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem
Szent István Campus, Gépészmérnöki Szak
Gépgyártó specializáció

**Robotizált cella patronmegfogó gyártástechnológiájának
tervezése sorozatgyártásra hagyományos szerszámgépen**

Belső konzulens: Dr. Kári-Horváth Attila Lajos
Egyetemi docens

Külső konzulens: Pecsét Géza Dániel
Gyártástámogató mérnök
Gép és Gépelem Kft.

Készítette: **Schumacher Dominik**
PE8LOJ
Nappali tagozat

Intézet/Tanszék: Műszaki Intézet
Anyagtudományi és Gépipari
Folyamatok Tanszék

**MŰSZAKI INTÉZET
GÉPÉSZMÉRNÖK ALAPSZAK
Gépgyártó specializáció**

SZAKDOLGOZAT
feladatlap

Schumacher Dominik (PE8LOJ)

részére

A diplomadolgozat címe:

**Robotizált cella patronmegfogó gyártástechnológiájának tervezése sorozatgyártásra
hagyományos szerszámgépen**

Feladatkiírás:

Bevezetés, cégbemutató, szakirodalom feldolgozás, probléma bemutatás, technológiai számítások, szerszám-tervezés, dokumentáció elkészítése, gazdasági számítás, összefoglalás

Közreműködő tanszék: Anyagtudományi és Gépipari Folyamatok

Külső konzulens: *Pecsét Géza Dániel*, gyártástámogató mérnök, Gép és Gépelem Kft.

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

Beadási határidő: 2023. május 02.

Gödöllő, 2023. március 05.

Jóváhagyom



(tanszékvezető)

Átvettem



(hallgató)

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

Gödöllő, 2023. 04. hó 26. nap



(külső konzulens)

Tartalomjegyzék

1. Bevezetés	4
2. Cégbemutató	5
3. Szakirodalom feldolgozása.....	6
3.1. Előgyártmány tervezés.....	6
3.1.1. Az előgyártmány típusai	6
3.2. Süllyesztékes kovácsolás	7
3.2.1. A technológia meghatározása	8
3.3. Forgácsolás	9
3.3.1. Esztergálás	10
3.3.2. Fúrás.....	11
3.4. Hűtő-kenő folyadékok	13
3.5. Készülékezés.....	14
3.5.1. Munkadarab-befogó készülékek	15
3.5.2. Szerszám-befogó készülékek	16
4. Probléma bemutatása.....	17
5. Technológiai tervezés.....	19
5.1 Süllyesztékes kovácsolás tervezése	19
5.1.1 A gépészeti darab	19
5.1.2 A kovácsdarab geometriájának kialakítása.....	20
5.1.3 Az alapanyag előkészítése	28
5.2 Forgácsolás művelettervezése.....	30
5.2.1. Forgácsolási adatok.....	31
5.2.2 A forgácsolási paraméterek meghatározása.....	31
5.3. Készüléktervezés.....	59
6. Gazdasági számítás.....	63
7. Összefoglalás.....	65
8. Summary.....	67
9. Felhasznált irodalomjegyzék	69
10. Nyilatkozatok	71
11. Mellékletjegyzék	74

1. Bevezetés

A magyar autóipar minden tekintetben hazánk egyik húzóágazata. Magyarországon a válság okozta nehézségek ellenére az autóipar kiemelkedő mértékben fejlődik és bővül. A rohamos modernizációban egyre jobban teret hódít az ipari robotok alkalmazása. A robotcella vagy robotizált cella olyan mechanikailag elhatárolt, moduláris felépítésű térrész, amelyben a telepített robotok a munkaterület többi részétől jól elkülönülve, biztonságos módon képesek a hatékony munkavégzésre.

A Gép és Gépelem Kft. több mint 25 éve dolgozik a gépiparban. Fő tevékenységei közé tartozik az egyedi alkatrészgyártás, illetve az ipari automatizálás. A céget a 6 hetes üzemi gyakorlat alkalmával sikerült megismernem. Az itt eltöltött idő alatt rengeteget tanultam a gépgyártásról, ahol igyekeztem minden fortélyát elsajátítani. Leginkább a gyártástervezés részlegén tudtam hasznosítani a tudásomat. Különböző alkatrészek rajzolásával, gyártástechnológiájával és teljes dokumentálásával foglalkoztam.

Legfőbb célkitűzésem a robotizált cella patronmegfogó teljes dokumentációjának elkészítése, az előgyártmány tervezésétől a kész munkadarab legyártásig. A közelmúltban a patronmegfogó egyedi alkatrészgyártással készült kis darabszámban. A gyártás során előfordult a selejt termék előállítása, emellett a megmunkálási folyamat is időigényes volt. Ezen hibák kiküszöbölése érdekében, illetve a vevői igények kielégítésére szükséges a sorozatgyártásra való átállás. Ehhez nélkülözhetetlen a teljes gyártástechnológiai dokumentáció elkészítése. Feladataim közé tartozik a kovács szerszámterv az előgyártmány előállításához, a teljes gyártástechnológiai számítások elvégzése, mindemellett a fúrókészülék tervezés is.

A hazai és nemzetközi szakirodalom alapján áttekintem az előgyártmány tervezés, a süllyesztékes kovácsolás, a forgácsolás, a hűtő-kenő folyadékok és a készülékezés témaköreit. A dokumentáció elkészítéséhez a Solid Edge 2020 nevű programot veszem igénybe. A szoftver segítségével modellezem az alkatrészt és rajzdokumentumot készítek róla.

2. Cégbemutató

A Gép és Gépelem Kft.-re leginkább jellemző az egyedi vagy kis sorozatú gépek, eszközök, korszerű műszaki-gépészeti megoldások tervezése és gyártása az egyedi alkatrésztől a robotcelláig, gyártósorokig. A tevékenységeiket a korszerű, gépészeti informatika segítségével, saját mérnökiroda részleggel valósítják meg. Mindezt saját tulajdonban lévő fejlett, javarészt megújuló energiaforrással üzemelő közel 1500 m²-es szekszárdi székhelyű telephelyükön folytatják, ahol külön forgácsoló részleggel és összeszerelő térrel rendelkeznek. A vállalat szolgáltatásai közé tartoznak a mérnöki szolgáltatások, az ipari automatizálás, a gyártás és megmunkálás, illetve az innovációs megoldások is.

A cég különösen nagy hangsúlyt fektet arra, miként mérnökirodájuk egy hagyományos mérnökirodát tevékenységében felülmúljon. Mindamelllett, hogy a tervezési és konstrukciós feladataikat precízen végzik, egyre jelentősebb a vállalat által megalkotott berendezések tágabb környezetével való összetett foglalkozás, valamint, hogy ennek kapcsán komplex megoldást találjanak a szállítást illetően. Ehhez még hozzátartozik a kapcsolódó folyamatok áttekintése, optimalizálása, szervezése a szükséges kontrollig számítások támogatása továbbá, ahol szükségsszerű a projektmenedzselési, illetve integrátori finanszírozási feladatok ellátása.

Automatizált megoldásaik a ma ismert legkorszerűbb technológiára épülnek. A feladat jellege és megrendelők igénye alapján választják ki a legmegfelelőbb manipulátor rendszert, robot típust, vezérlést és szoftvert. A vállalkozás meglévő berendezés automatizálására, új gép gyártására vagy meglévő gépsor-elemek automatizált összeillesztésére is megoldást kínál.

Az elmúlt közel három évtized alatt, számos felkérésnek tettek eleget, kezdve az egyszerű alátétektől egészen a szerelt részegységekig. Folyamatosan fejlődő technológiájuk lehetővé teszi egyedi alkatrészek, szerszámok, készülékek gyártását. Vásárlói igények szerint akár saját vagy hozott tervek alapján hagyományos forgácsoló gépekkel és CNC technológiával 3 és 5 tengelyen.

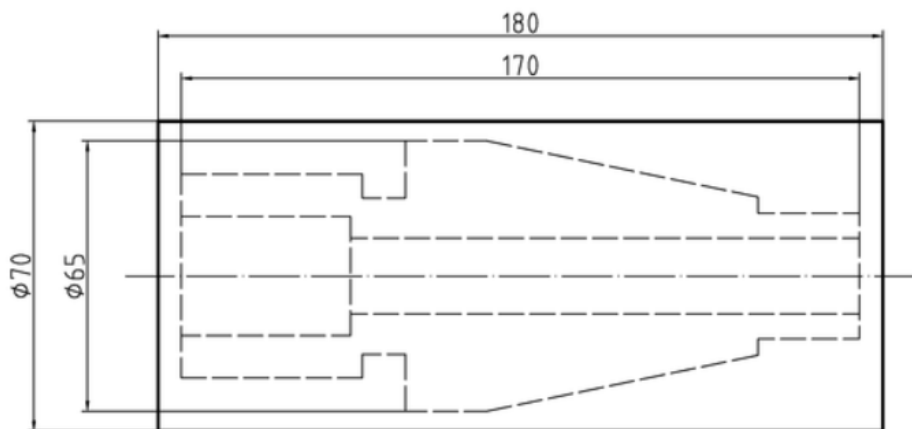
A cég rengeteg innovatív megoldás kialakításában vesz részt, amelyre megrendelők kéri fel őket. Folyamatosan szükséges azonban saját hagyományos termelési és szolgáltatási folyamatos fejlesztése, valamint új termékek, szolgáltatások kutatása, fejlesztése. Ezek közé sorolható a 3D szkennelés, robot-marás, parabolikus napkollektor.

3. Szakirodalom feldolgozása

3.1. Előgyártmány tervezés

Az előgyártmány vagy félkészgyártmány egy kiinduló forma, amelyből a gyártási folyamat során alkatrészt állítunk elő. Erre akkor van szükség, ha a forgácsoló megmunkálás előgyártmányaként olyan termékre van igény, amely kereskedelemben nem kapható és szabvány szerint gyártott. A gyártás következtében az előgyártmány alakja, formája és anyagszerkezete is átalakul. A változás mindaddig tart, amíg a munkadarab el nem nyeri a végső, előírt méreteit, tulajdonságait. Amikor ezt az állapotot eléri, már alkatrésznek minősíthető. Az előgyártmány számos eljárással előállítható, ezeket az metódusokat előgyártási-technológiáknak nevezzük. [9], [11], [21], [29]

Az alkatrész méretét, alakját, tömegét és a gyártandó darabszámot is figyelembe kell venni az előgyártmány megválasztásakor, továbbá szükséges meghatározni az előállítás módját és méreteit. A 3.1. ábrán jól látható az előgyártmány általános rajza, amely tartalmazza a munkadarab és az alkatrész alakját és befoglaló méreteit a megfelelő ráhagyásokkal együtt. Mindezek mellett ügyelni kell arra is, hogy az előgyártmány anyaga kielégítse az előírt követelményeket az alkatrésze nézve. [7], [9], [13], [30]



3.1. ábra Az előgyártmány általános rajza [11]

3.1.1. Az előgyártmány típusai

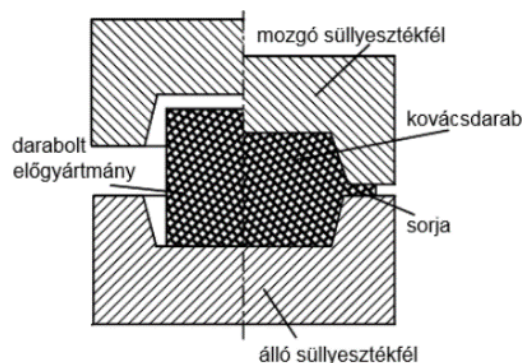
Az előgyártmány típusának megválasztása az előtervezés feladata, ezenfelül a szükséges ráhagyások mértékének meghatározása. Elkészítési technológiája szerint az előgyártmány lehet hengerelt (rudak, lemezek és bugák), húzott (rúd), öntött, kovácsolt (kézi, gépi), és porkohászati eljárással készített. Előfordulhat, hogy ezen technológiák és az alkatrészgyártás közé forgácsolás nélküli megmunkálás iktatódik be, ilyen a hegesztés vagy forrasztás. [1], [5], [11]

Az előgyártmány méretei megegyeznek az alkatrész előre meghatározott méreteinek, illetve a ráhagyásainak az összegével. A ráhagyás meghatározása számítással történik. Gazdasági szempontból a túl nagy és a túl kicsi ráhagyás is negatívan hat. Előbbi anyagpazarlást, illetve többletmunkát vonhat maga után, míg utóbbi sok selejtet eredményezhet. A ráhagyások meghatározásához szükséges tudni az adott felületek előírt minőségi igényeit. Az általános esetben a ráhagyás típusa 3 féle lehet: nagyolási ráhagyás, simítási ráhagyás és finomításra ráhagyás (köszörülés). Ezek összege határozza meg a teljes ráhagyást. [8], [12], [29], [30]

Jelentősen befolyásolja az előgyártmány típusát az alkatrész anyaga, amit a legtöbb esetben a konstruktőr ír elő. Ha a technológus választja ki az előgyártmány típusát, akkor törekedni kell a gyártási költség minimalizálására. A gyártási összköltség az előgyártmány költségéből, az alkatrészgyártás költségéből és az esetleges szerelési költségéből tevődik össze. Az alkatrészgyártás költségét nagyban befolyásolja az előgyártmány típusa. [5], [11], [29], [30]

3.2. Süllyesztékes kovácsolás

A munkadarab kívánt alakját és méreteit jól megközelítő, az igény szerinti mechanikai tulajdonságokkal rendelkező előgyártmányok készíthetők ütéssel vagy nyomással történő képlékeny alakítással is. A süllyesztékes kovácsolás egy süllyesztékben végbemenő alakítási mód, amit a 3.2. ábra szemléltet. Azt a szerszámot vagy legtöbbször szerszám párt, amely a kovácsdarab kialakításához szükséges üregeket tartalmazza, süllyesztéknek nevezzük. A süllyesztéküregben az anyag áramlását az osztófelületen kifolyó sorja szabályozza. A szerszámokban a felhevített anyag folyása fizikai törvények szerint valósul meg. A gyors ütésekkel dolgozó kalapács lehetővé teszi az üregek anyaggal való kitöltését. A tervezett kovácsdarab bonyolultabb részét a felső szerszámfélbe szükséges helyezni. Az ütések hatására a molekulák torlódása itt a legnagyobb, emellett ez a rész melegebb, ezáltal képlékenyebb marad. [9], [10], [26], [31]

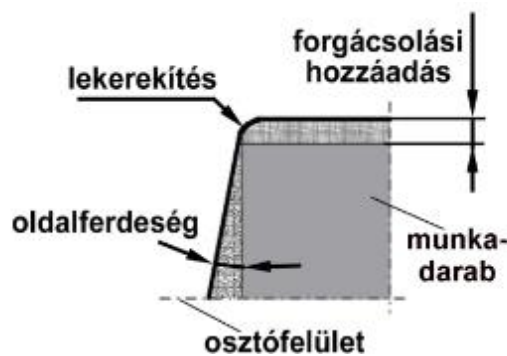


3.2. ábra A süllyesztékes kovácsolás elvi ábrája [32]

3.2.1. A technológia meghatározása

A süllyesztékes kovácsolási technológia tervezés két fő része a kovácsdarab tervezés, illetve a technológiatervezés, ahol a két egység szorosan kapcsolódik egymáshoz. A tervezés során megannyi tényezőt figyelembe kell venni, amelynek a kiindulópontja a tervezett alkatrész műhelyrajza, ez alapján lehet elkészíteni a kovácsrajzot. A kovácsrajzon jelölni kell az osztófelület helyét, ezenkívül a forgácsolandó részeket, befogás helyét, próbavétel helyét és módját, emellett a szükséges hőkezelésüket. Ezen eljárással a kis alkatrészekről az egészen nagyig lehet előállítani, melynek határát a kovácsológép nagysága szabja meg. [1], [7], [9]

A süllyesztékes kovácsdarabok rendelkezhetnek kritikus mérethattárral, amelyek elérése gazdaságtalanságot eredményezhet. Ezek közé tartozik a kovácsdarab falára és bordáira vonatkozó vastagság/magasság viszonyszám, a csapokra vonatkozó átmérő/hosszúság viszonyszám, a kovácsdarab lekerekítési sugarai, a darabon kialakított fenékrész vastagság/átmérő, illetve vastagság/szélesség és a kovácsdarab oldalferdeségei. Miután az osztófelületet megválasztottuk, meghatározzuk a tervezéshez szükséges értékeket, amelyeket gépészeti szempontok szerint elhelyezünk a munkadarabon. Ilyen módon határozzuk meg a megmunkálásra kerülő felületekre a forgácsolási hozzáadásokat, az osztófelületnek megfelelően az oldalferdeséget, és az élek lekerekítését. Az 3.3. ábrán jól látható, hogy a gépészeti darabhoz képest a forgácsolási hozzáadások és az oldalferdeségek következtében anyagtöbblettel kell számolni a gépészeti darabhoz képest. [9], [26], [32]



3.3. ábra A kovácsdarab anyagtöbblete [9]

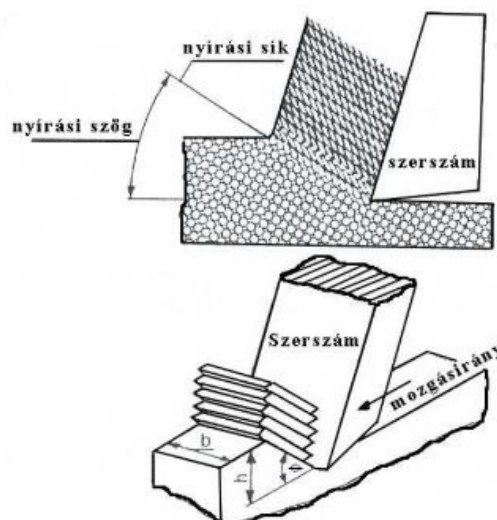
A szükséges kovácsszerszám előállításakor legfőbb szempont a gazdaságosság és a többszöri megtérülés. Anyagát tekintve leginkább szénacélból 0,65-0,75%-os széntartalommal, nagyobb darabszám esetén ötvözött acélból készülnek. A süllyeszték falait oldalferdeséggel kell ellátni így a kész kovácsdarab nem szorul bele, valamint ügyelni kell az éles sarkok legömbölyítésére is. Az osztósík elhelyezésének fő szempontjai az egyszerű előállítás és gazdaságosság, ezt a darab alakja és az üregek megfelelő kitöltésének fontossága határozza

meg. Az üreg körül sorjacsatornát kell kialakítani, ahol az anyagfelesleg ki tud szorulni. Az itt távozó anyagöbbllet hamarabb dermed, ezzel gátolja a további anyag kifolyását, így az üreg megfelelő kitöltődését biztosítja. Az így keletkezett sorját a kovácsdarabról el kell távolítani. [9], [26], [32]

A süllyesztékes kovácsolást végző gépeket karakterisztikájuk szerint csoportosíthatjuk. Ilyenek az energia,- erő,- út karakterisztikájú berendezések. Az energia karakterisztikájú gépek főbb paraméteri, hogy mekkora maximális energiával képes alakítani, ide tartozik a frikciós sajtó, a süllyesztékes kalapács és az ellenütős kalapács. Az erő karakterisztikájú berendezéseknél a maximális alakító erő a jellemző adat, ilyen a hidraulikus sajtó. Az út karakterisztikájú szerszámgép legfőbb paramétere a mozgó szerszám rész által megtett út hossza. Ezek általában valamilyen forgattyús mechanizmussal működnek, ide tartozik az excenteresprés is. [1], [7], [26], [32]

3.3. Forgácsolás

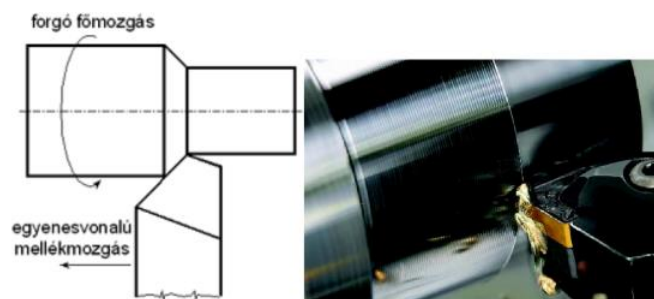
A forgácsolás olyan megmunkálási folyamat, amely alkalmával mechanikus úton az előgyártmányról anyagrészeket választunk le. Az alkatrész kívánt alakját, méreteit emellett az előírt felületi minőségét, úgy érjük el, hogy a rajta lévő anyagfelesleget egy forgácsoló szerszámmal, forgácsok alakjában eltávolítjuk. A forgácsleválasztás folyamatát a 3.4. ábra mutatja. A megmunkált felület a forgácsolás eredménye, amelyet úgy alakítunk ki, hogy a munkadarabról forgácsolással eltávolítjuk a megmunkálandó felületet. Forgácsolt felületnek nevezzük azt a részfelületet, amit a szerszám főele alakít ki. A forgácsolási eljárásokat a szerszám fajtája és szerszámgép mozgásviszonyai határozzák meg. [3], [4], [9], [12], [23]



3.4. ábra A forgácsleválasztás folyamata [9]

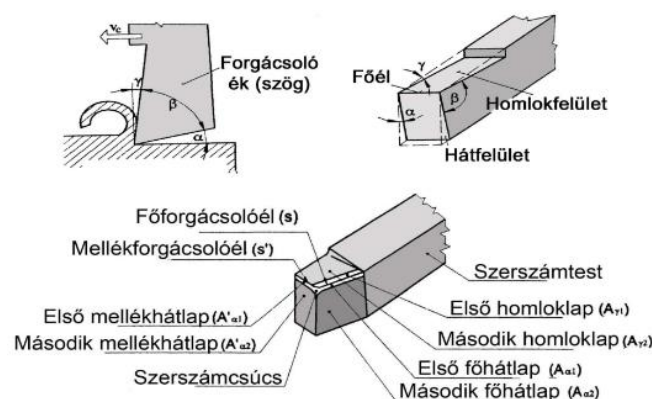
3.3.1. Esztergálás

A forgácsolási eljárások közül az egyik legelterjedtebb az esztergálás. Esztergálással forgástestek munkálthatók meg, amelyek tengelyek, perselyek, hüvelyek és tárcsák, vagy ehhez hasonló alakú munkadarabok lehetnek. Az esztergálás egyélű szerszámmal - esztergakés -, állandó keresztmetszetű forgács folyamatos leválasztásával végzett forgácsolás. Esztergáláskor a forgó forgácsoló főmozgást a munkadarab, míg az egyenesvonalú haladó mellékmozgást a szerszám előtoló mozgása végzi, ahogy 3.5. ábrán látható. A megmunkálás iránya szerint lehet tengelyirányú, vagyis hosszesztergálás, valamint sugárirányú keresztesztergálás, illetve mindkét irányban, tehát pályamenti. Az esztergálás fokozatai a pontosság és érdesség szerint lehet nagyolás, félsimítás és simítás. [3], [8], [9], [13], [25]



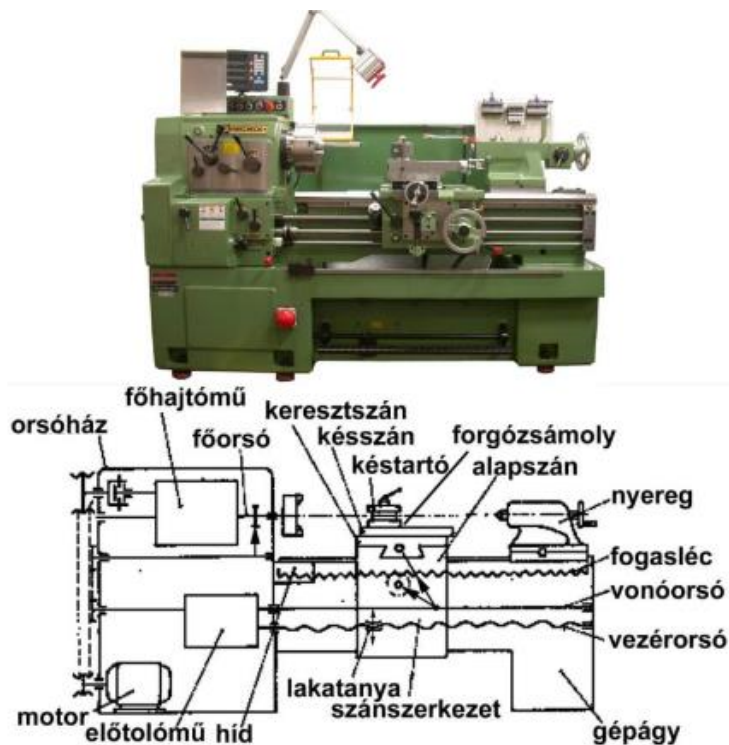
3.5. ábra Az esztergálás fő- és mellékmozgása [9]

Az esztergakés típusát tekintve többféle létezik kialakítását és anyagát figyelembe véve, amelyeket a munkadarab alakjától, az elvégzendő műveletektől és az üzemi adottságoktól függően kell megválasztani. A szerszámanyagot úgy kell kiválasztani, hogy teljesítőképességét ki tudjuk használni, amit a forgácsoló sebesség jellemez. Ez függ mind a szerszám, mind a munkadarab anyagától is. Az esztergakés két fő részből áll. A késszár vagy másnéven szerszámszár az a része, amelyet rögzítünk a késtartóba. A dolgozó részen a forgácsleválasztás folyamata történik, ezt a részt homlok- és hátlapok határolnak, amit 3.6. ábra szemléltet. A forgácsoló főél ezen lapok metszévonalai. [2], [5], [14], [25], [27]



3.6. ábra Esztergálásnál használt egyélű szerszám kialakítása és élszögei, elemei [27]

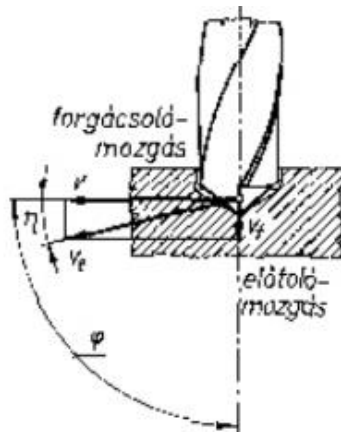
Az esztergálás szerszámgépei az egytetemes csúcsesztergák, amelynek fő részeit a 3.7. ábra mutatja be. Ezen szerszámgépek segítségével tudunk külső és belső hengeres, illetve kúpos felületeket kialakítani. Felépítésük szerint különféle menetek készítésére is alkalmazhatók. [9]



3.7. ábra Az egytetemes csúcseszterga fő részei [9]

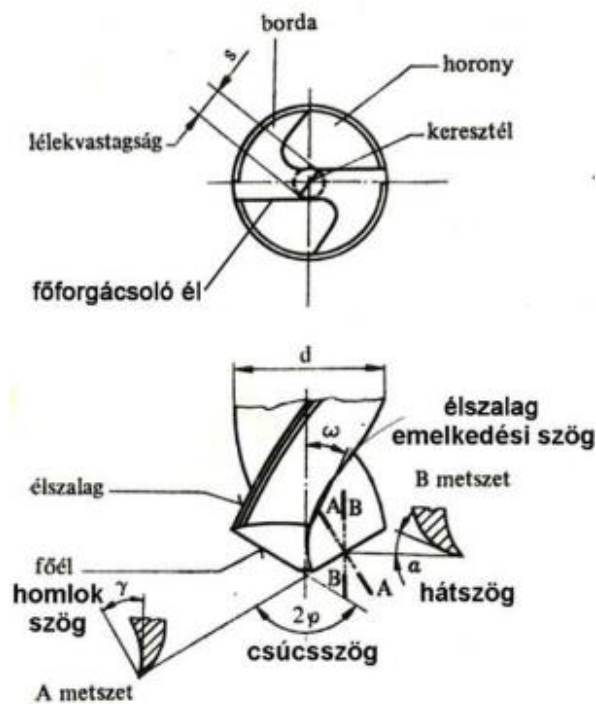
3.3.2. Fúrás

A fúrás is a gyakran előforduló forgácsolási eljárások közé sorolható, amely sok tekintetben lényegesen eltér az egyélű szerszámokkal végzett megmunkálástól. A fúrással belső hengeres vagy kúpos felületeket, illetve sík és alakos felületeket állíthatunk elő. Fúrásnak nevezük azt a munkafolyamatot, amikor a tömör anyagba készítünk furatot. Furatbővítésnek vagy felfúrásnak pedig azt, amikor a már meglévő furat átmérőjét nagyobbítjuk meg. A fúrásakor rendszerint kétélű szerszámot alkalmazunk. A fúrószár a saját tengelye körül forogva végzi a forgácsolást. Furat készítésekor a forgó-főmozgást (kivéve furatesztergálás) és az egyenesvonalú előtoló-mellékmozgást is a gép orsójába fogott szerszám végzi. A fúrás mozgásviszonyait a 3.8. ábra mutatja be. Az előtoló mozgás a szerszám tengelyével párhuzamos. A fogásvételt a szerszám a forgástengelyétől legtávolabb eső forgácsoló pontjának sugara adja. A furatok lehetnek átmenő vagy zsákfuratok. A furatmegmunkálás három típusát különböztetjük meg: fúrás, süllyesztés, dörzsárazás. [2], [4], [6], [13], [25]



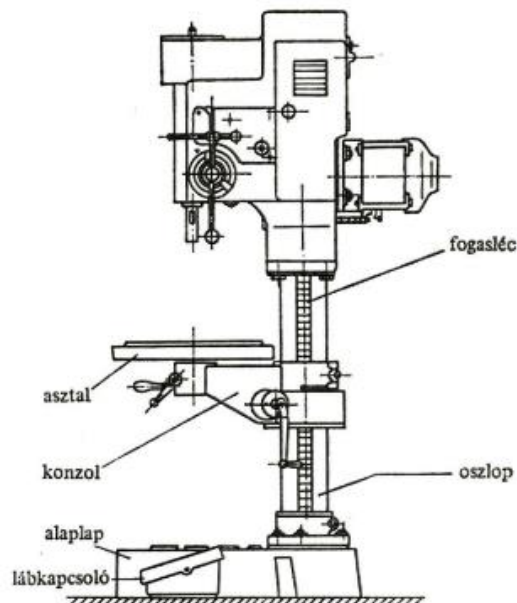
3.8. ábra A fűrés fő- és mellékmovgása [5]

A csigafúró a legáltalánosabban használt szerszáma a fűrésnek, amely akár tömör anyag kifűrésára, vagy a már előfűrt anyag furatbővítésére is alkalmas. A szerszám két főéll rendelkezik, amelyeket a keresztél köt össze, ahogy a 3.9. ábra szemlélteti. Jellemzői közé tartozik még az élszalag, a homlokszög, a csúcshög, a horony csavarvonalának emelkedési szöge és főél hátszöge is. A csigafúrók az igen kedvezőtlen körülmények között dolgozó szerszámok közé tartoznak. A szerszám viszonylag kis keresztmetszete okán, rossz hőelvezetés jellemzi, emellett a szerszámot még a leválasztott forgács is melegíti. A furatok hosszának és átmérőjének viszonya jelentősen befolyásolja az alkalmazott technológiát és szerszámot. [5], [9], [12]



3.9. ábra A csigafúró kialakítása és élszögei [25]

A fúrógépek felhasználása meglehetősen sokoldalú, alkalmasak egyedi és sorozatgyártásra is egyaránt. A megfelelően kialakított szerszám segítségével tömör anyagba végzett fúrásra, előfúrt, előöntött, előkovácsolt, vagy előlyukasztott furatok bővítésére, továbbá alakos furatok megmunkálására is alkalmazható a szerszám gép. Típusait tekintve lehetnek asztali-, állványos-, oszlopos-, vagy sugárfúrógépek. A 3.10. ábrán a legáltalánosabb, egy oszlopos fúrógép és annak fő részei kerültek bemutatásra. [4], [8], [9], [13], [25]



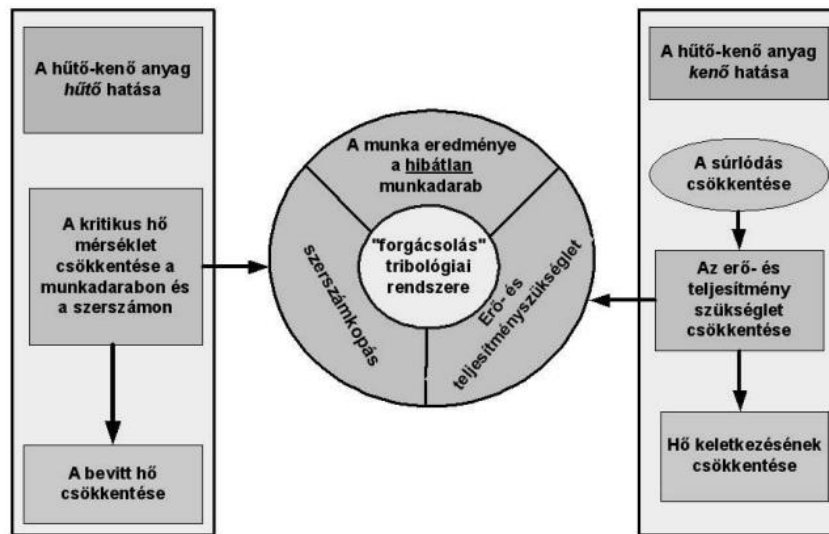
3.10. ábra Oszlopos fúrógép [9]

3.4. Hűtő-kenő folyadékok

A hűtő-kenő folyadékoknak a fémek forgácsolásához használt speciális segédanyagokat nevezzük. A szerepe közvetett, mivel a kész munkadarabon nem található meg. A megmunkálás során a szerszám és a munkadarab közötti súrlódás több tényezőtől is függ. A forgácsolásban a hűtő-kenő folyadék feladata, hogy a felesleges alakítási- és súrlódási hőt elvezesse, tehát a hűtést biztosítsa. Továbbá a szerszám és forgács valamint a szerszám és munkadarab között az érintkezési helyeken fellépő súrlódást és kopást csökkentse, vagyis kenjen. Hűtő-kenő anyagok alkalmazásával hatékonyan lehet csökkenteni a szerszámkopást, ezáltal élettartamukat jelentősen megnöveljük. [7], [12], [16], [28]

A szerszám élettartam meghosszabbításának köszönhetően csökkenteni tudjuk a megmunkálási költségeket, ráadásul a csekélyebb szerszámkopás eredményeként javul a megmunkált munkadarab felületi minősége, méret- és alakhűsége. A hűtő-kenő folyadékoknak a hűtés és kenés hatása mellett további számos feladataik vannak, ezen feladatokat a 3.11. ábra segítségével mutatom be. Az egyik legfontosabb feladata a forgács lemosása és eltávolításának

megkönnyítése, az apróbb fémszennyeződések és porok megkötése, a szerszám védelme az adhéziós kopástól és kémiai reakcióktól, a munkadarab felszínének átmeneti védelme és a szerszám gép egyensúlyi hőmérsékletének biztosítása. [12], [15], [16], [19]



3.11. ábra A hűtő-kenő folyadékok alapfeladata a forgácsolásnál [12]

A főbb feladatai mellett vannak vele szemben támasztott követelmények. A legfontosabb, hogy az emberi szervezetre és egészségre ne legyen káros hatása. A mai kor elvárásainak megfelelően alapvető feltétele, hogy a folyadék környezetvédelmi szempontból természetbarát legyen. Lényeges követelmény, hogy nehezen gyulladjon és az idő múlásának ellenálljon. Az is fontos, hogy jól lehessen szűrni és üleptíteni, a későbbi visszavezethetőség végett, emellett a habzási hajlam minimális legyen. Az újrafelhasználás miatt elengedhetetlen a ragadásmertesség, a tárolási tartósság, és a hosszú élettartam. A leglényegesebb adalékanyagok közé tartoznak a kenőképesség javítók, korróziógátlók és az emulgeátorok. [16], [18], [20], [28]

3.5. Készülékezés

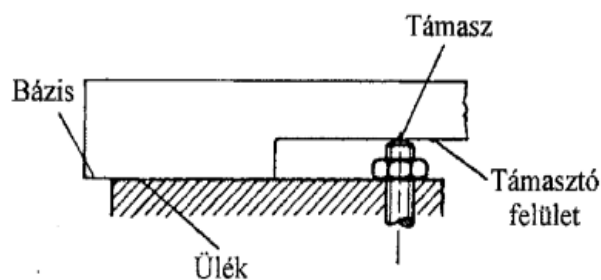
Azokat az eszközöket, amelyek meggyorsítják vagy megkönnyítik a technológiai műveletek végrehajtását, készülékeknek nevezzük. Készülékek alkalmazására akkor van szükség, ha nélkülük nem végezhető el a művelet, illetve ha ezek segítségével a gyártás költsége alacsonyabb a munkadarabnak. A gyártástechnológia megválasztásánál szükséges figyelembe venni a gyártás tömegszerűségét, ennek függvényében változik a készülékezés is. A sorozatgyártáshoz szükség van nagymértékű szerszámozásra és készülékezésre is egyaránt. A gépgyártásban a forgácsoló készülékek használata a leggyakoribb, amelyek sokrétű felhasználást biztosítanak. Alkalmos forgácsoláshoz és forgácsolás nélküli megmunkáláshoz, emellett megalakításhoz és egyéb technológiai eljárásokhoz is egyaránt. A forgácsolókészülékek a

szerszám, a munkadarab és a szerszámgép meghatározott helyzetben való összeköttetésére szolgáló eszköz. [14], [22], [33]

3.5.1. Munkadarab-befogó készülékek

A munkadarabot a megmunkáláshoz szükséges helyzetbe kell hozni a szerszámhoz és annak működési irányához képest. A beállítás során szükséges tájolni, ami a megmunkálandó felület forgácsolási irányának kijelölését jelenti. A szerszámhoz való beállítást is el kell végezni, tehát a méretre állítást, illetve rögzítést, vagyis a szorítást. Sorozatgyártásnál ütköztetés alkalmazásával a tájolást és a méretre állítást is automatizálni lehet, így a munkadarabok mindig azonos helyzetbe kerülnek, ezt helymeghatározásnak nevezzük. A munkadarab-befogó készülék feladata tehát a helyzetmeghatározás és szorítás. A feladat készülékelemekkel valósítható meg. [21], [24]

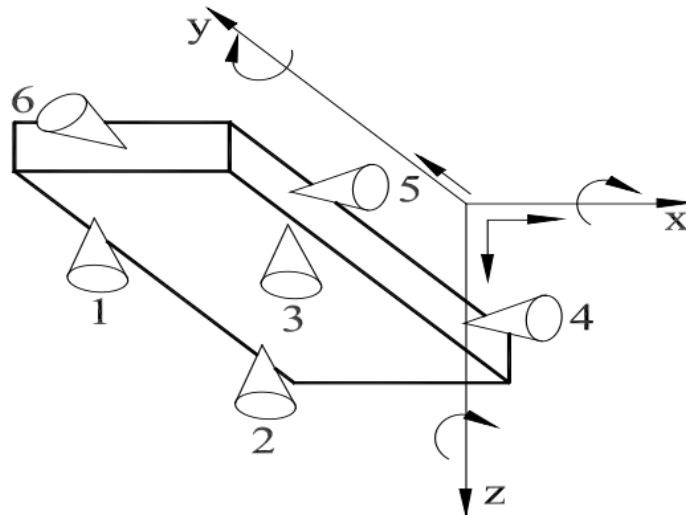
- **Támasztóelemek: ülékek és támaszok**
Az ülékek segítségével, az ütköztetés elve alapján határozható meg a munkadarab helyzete. A támaszok pedig, a forgácsolóerő elleni megtámasztást teszik lehetővé. A 3.12. ábrán látható a támasztóelemek gyakorlati felhasználása.
- **Szorítóelemek**
A munkadarabot az ülékhez vagy támaszhoz szorítva rögzíti annak helyzetét.
- **Készüléktájoló elemek**
A készülék helyzetének és irányának meghatározására szolgálnak, a szerszámgép elemeihez és mozgásaihoz viszonyítva.
- **Készüléktest**
A záródó erőláncnak megfelelően a készülékelemeket fogja egybe.
- **A szerszámbeállító és szerszámvezető elemek**
A szerszám helyzetének meghatározására alkalmazható.



3.12. ábra Támasztóelemek fajtái [33]

Hatpont szabály:

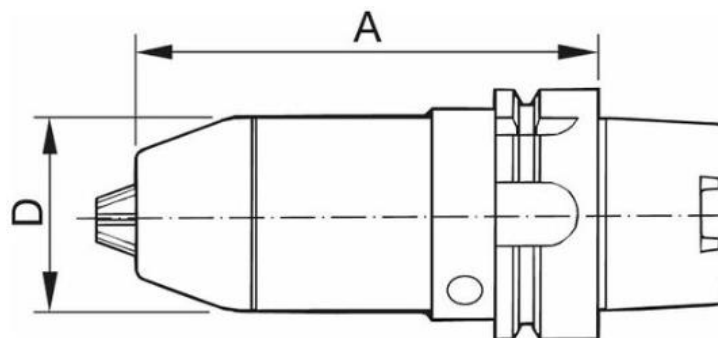
A helyzetmeghatározás elvi alapja a hatpont szabály, amit a 3.13. ábra szemléltet. A munkadarab helyzetét nézve, térben a munkadarabnak hat elmozdulási lehetősége van, ezeket szabadságfokoknak nevezik. A munkadarab 6 szabadságfokát 6 fix ponton való megtámasztással lehet lekötni, ezzel a helyzetét teljesen meg lehet határozni. Elmozdulhat háromféleképp tengelyirányba és elfordulhat háromféleképp a tengely körül. [9], [13], [21]



3.13. ábra A hatpont szabály elve [33]

3.5.2. Szerszámbe fogó készülékek

A szerszámbe fogó készülékek segítségével jön létre a kapcsolat a szerszám gép és a szerszám között. Feladataik a szerszám rögzítése és az egyértelmű helyzetmeghatározás. A szerszámbe fogónak biztosítani kell a merev befogást, a gyors szerszámcsere-t, a méretpontos és gyors beállítást, ezek mellett a megfelelő forgácselvezetést és természetesen a balesetmentes használatot. A megmunkálás jellege szerint különböző szerszámbe fogókat alkalmazunk. A 3.14. ábrán egy fúrótokmány rajza látható. [14], [21], [24], [33]

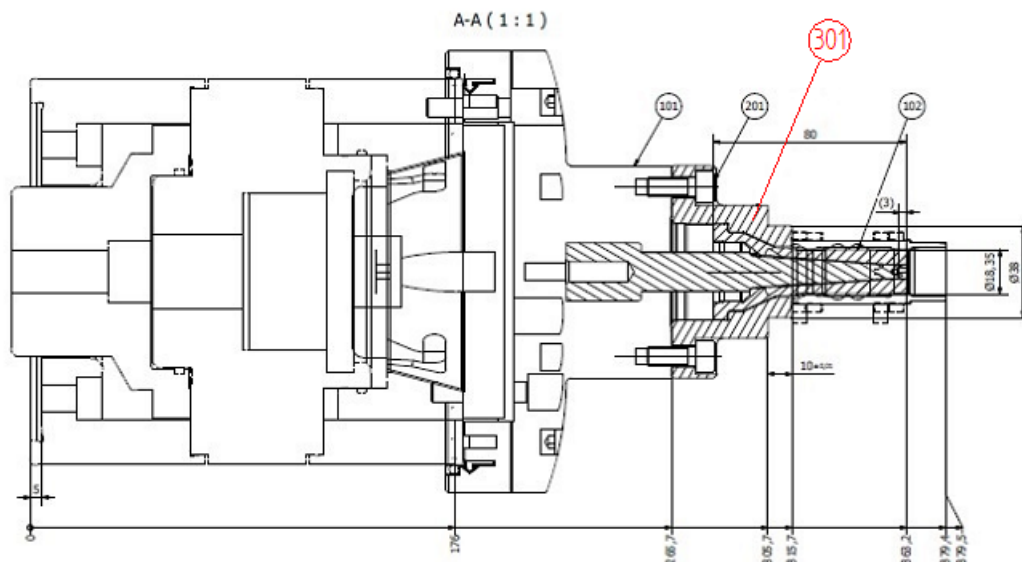


3.14. ábra A fúrótokmány rajza [14]

4. Probléma bemutatása

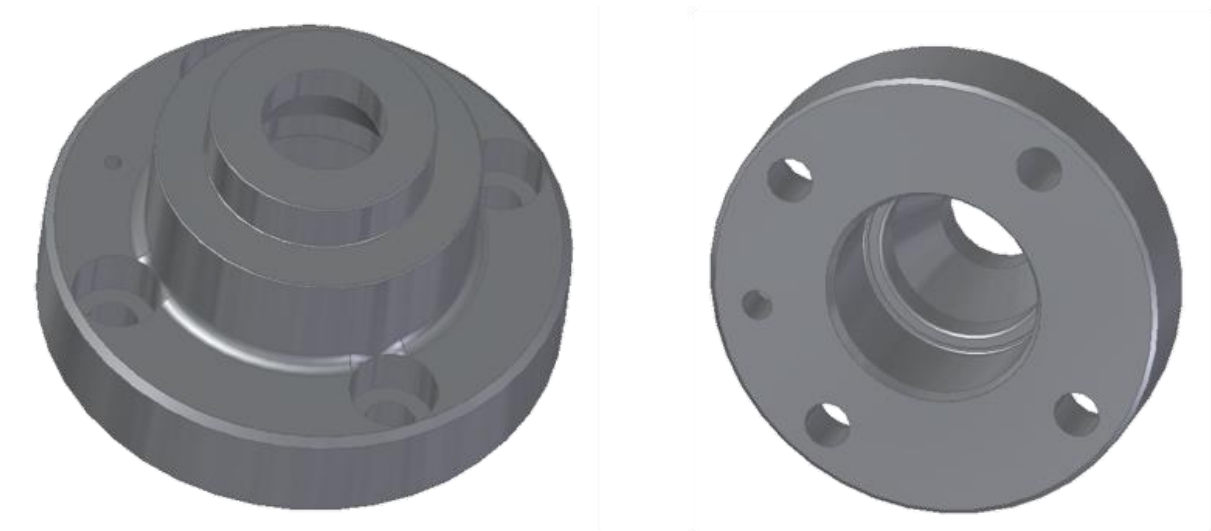
A robotizált cella patronmegfogóját egy nemzetközi autóiipari cég megrendelésére gyárt a Gép és Gépelem Kft. A különböző gyártócégeket, a bérköltségek növekedése és a fizikai munkaerő csökkenése is ösztönözi az ipari robotok alkalmazására. Mindemellett számos előnye létezik ezeknek a rendszereknek, biztosítja a termékélet ciklus csökkenését, gyorsan reagál az új termékek bevezetésére.

A robotok patronmegfogó szerkezetei alkalmazkodnak az általuk kiszolgált technológiai folyamathoz. A kész munkadarab az autógyártáshoz használt robotok karjai végén rögzítik a patron. A patron segítségével lép közvetlen kapcsolatba a termék és a robot. Ennek segítségével lehet rögzíteni az adott előgyártmányt a megmunkáláshoz, vagy akár egy adott termék mozgatására, pakolására is alkalmasak. A 4.1. ábrán mutatom be az a szerkezet összeállítási rajzát. A 301-es tételszámmal jelölt alkatrész az általam átdolgozott munkadarab.



4.1. ábra Robotizált cella összeállítási rajza

A patronmegfogó alkatrészt kis darabszámban egyedi alkatrészgyártással készítették a múltban. A fogyasztói igények folyamatos változására, a gépgyártóknak gyorsan kell tudni alkalmazkodni. Ezen igények kielégítésére szükséges a gyártásnak egyre gyorsabbnak, mindeközben hibamentesnek lenni. Az autóiipar jövője az innovációs fejlesztéseknek köszönhetően változik. Az egyedi alkatrészgyártás közben előforduló selejtek gyártása, illetve a vevői igények kielégítésére szükséges az adott alkatrész sorozatgyártásra való átállás. A 4.2. ábrán látható az alkatrész 3D-s rajza. A patronmegfogó műhelyrajza az 1. mellékletben található.



4.2. ábra A patronmegfogó 3D-s rajza

A gyártással megbízott cég a sorozatgyártáshoz szükséges mindennemű segítséget biztosít számomra. Az eddigi egyedi alkatrészgyártáshoz képest, sokkal komplexebb a gyártástervezési folyamat. Az előgyártmány az új igényeknek megfelelően, süllyesztékes kovácsolás technikával kell kialakítani, ehhez az eljáráshoz szükségszerű a kovácsszerszám tervezés és ennek dokumentációja. Gyártástechnológiáját tekintve utasítási lapokat indokolt készíteni a gyártás elősegítésére. A megmunkáláshoz az esztergálást, ezen belül nagyoló és simító, illetve fúrást alkalmazzuk. A gyártás termelékenysége érdekében a fúrókészülék tervezése is létfontosságú.

A sorozatgyártásra való átálláshoz tehát szükséges egy új gyártástechnológiai tervezés az előgyártmánytól a kész alkatrészig és ennek teljeskörű dokumentációja.

5. Technológiai tervezés

5.1 Süllyesztékes kovácsolás tervezése

5.1.1 A gépészeti darab

A gépészeti darab a készre legyártott munkadarabot foglalja magába, amit az 5.1. ábra szemléltet. A gépészeti darab műhelyrajzát az 1. mellékletben csatoltam, a műszaki rajzot a Solid Edge 2020 program segítségével készítettem el.



5.1. ábra A gépészeti darab

Az alkatrész S600-as anyagminőségű gyorsacélból kerül legyártásra. Az anyag kiváló tulajdonságokkal rendelkezik a keménység, a kopásállóság és a szívósság tekintetében, köszönhetően a molibdénnek, a volfrámnak és a vanádiumnak. A hozzáadott króm pedig növeli a kopásállóságot. A munkadarabot a vevői igények kielégítésének céljából, illetve a felsorolt kedvező anyagtulajdonságok miatt volt indokolt ebből az anyagminőségből legyártani. Ezenkívül a választott anyagból sokféle célra alkalmas forgácsolószerszám is készíthető.

A választott anyag a sűrűségét tekintve eltér a vas sűrűségétől. A vas sűrűsége szobahőmérsékleten: $\delta_{Fe} = 7,874 \frac{kg}{dm^3}$; míg az S600-as gyorsacélé pedig: $\delta_{S600} = 8,070 \frac{kg}{dm^3}$.

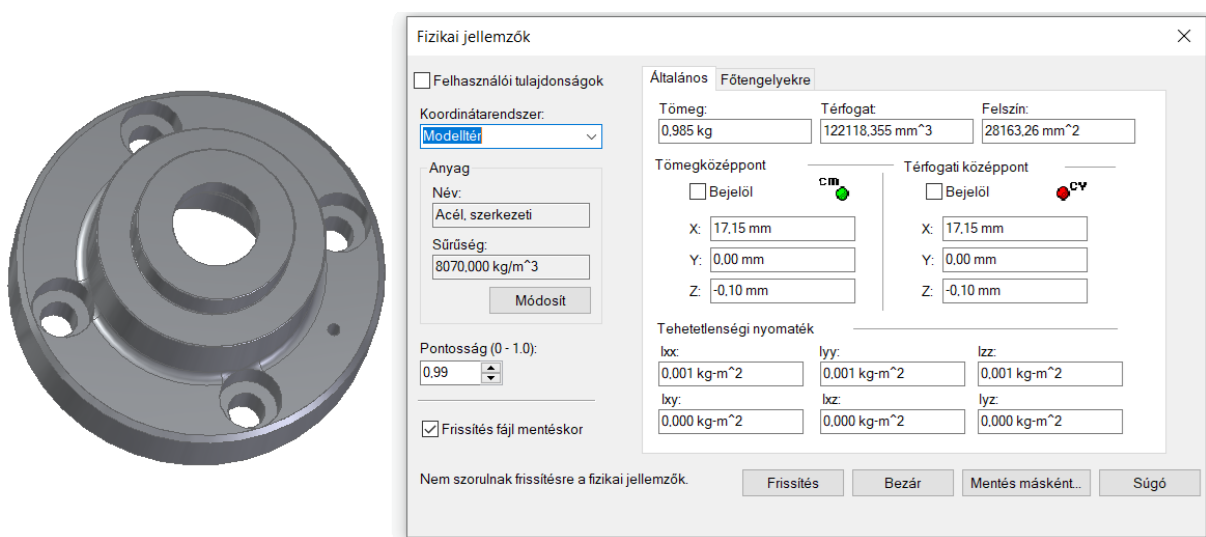
Az S600-as jelölésű gyorsacél vegyi összetételét az 5.1. táblázat segítségével mutatom be. Az ötvözők sorrendjét a táblázatban a gyorsacélok jelölésének megfelelően készítettem. A

táblázatban szereplő számok az ötvözőelemek százalékos arányának középértékét jelenti, kerekítve a közelebbi egész számra.

5.1. táblázat Az S 600 anyagminőség főbb alkotói

Ötvözők	C (szén)	W (volfrám)	Mo (molibdén)	V (vanádium)	Cr (króm)
%	0,9	6,2	5	1,8	4,1

A Solid Edge 2020-as CAD programban modelleztem a gépészeti darabot. A szoftver segítségével meghatároztam a gépészeti darab térfogatát és tömegét, amely az 5.2. ábrán látható.



5.2. ábra A gépészeti darab fizikai jellemzői

$$V_{\text{gépészeti}} = 0,122 \text{ dm}^3$$

$$\rho = 8,07 \frac{\text{kg}}{\text{dm}^3}$$

$$m_{\text{gépészeti}} = 0,985 \text{ kg}$$

5.1.2 A kovácsdarab geometriájának kialakítása

Kovácsolással ki nem alakítható geometriák:

A kovácsdarab geometriájának kialakításához először meg kell határozni, hogy a gépészeti darab mely részei nem alakíthatók ki kovácsolással. Az adott munkadarab esetében a 4 darab $\varnothing 9/\varnothing 15 \times 9$, illetve az $\varnothing 3/\varnothing 6 \text{H}7 \times 10$ süllyesztett furatok nem alakíthatók ki kovácsolással, a furat hossz és átmérő viszonyzáma miatt.

Kovácsdarab besorolása:

A kovácsdarab tervezésével a magyar szabványban az *MSZ 5745* foglalkozik. A bonyolultsági fok meghatározásához szükség van a gépészeti darab tömegére, illetve a kovácsdarab legnagyobb méretei által meghatározott henger tömegére, amit az 5.3. ábra szemléltet.

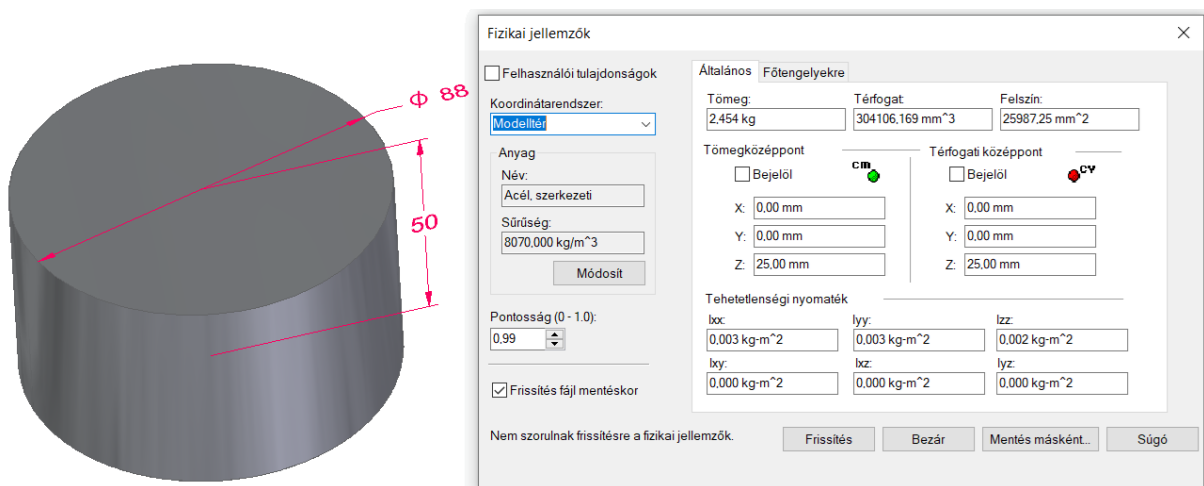
- Bonyolultsági fok:

$$S = \frac{m_{kd}}{m_b} = \frac{0,985}{2,454} = 0,401 \rightarrow \mathbf{S2} \quad (1)$$

ahol:

m_{kd} – a kovácsdarab tömege [kg];

m_b – a kovácsdarab legnagyobb méretei által meghatározott henger tömege [kg].



5.3. ábra Az m_b fizikai jellemzői

A kovácsdarab bonyolultsági csoportja S2, mivel $0,32 < S < 0,63$ értékek közé esik. Az egyenlet felírásakor a gépészeti darab befoglaló méreteit helyettesítettem be, így a kész kovácsdarab geometria méreteivel szükséges ellenőrizni a kapott eredményt.

A kovácsdarab anyagminőség szempontjából az M2 csoportba tartozik. Ennek oka a választott anyagom vegyi összetétele. Az M2 csoport tagjai a 0,65 %-ot meghaladó C-t tartalmazó acélok vagy az összesen 5%-ot meghaladó ötvözőelemet (Mn, Cr, Ni, Mo, V, és W) tartalmazó acél. Az 5.1. táblázat segítségével megállapítható, hogy az M2 csoportba tartozik.

- Anyagminőség: **M2**

A lentebb ismertetett adatok a szerződő felek által meghatározott értékek, ezek alapján végzem el a számolásokat.

- Pontossági fokozat: **II. – normál**
- Egyenességi fokozat: **II.**

Forgácsolási hozzáadás:

A kovácsdarab várható legnagyobb méret- és alakeltérései határozzák meg alapvetően a forgácsolási hozzáadást. A forgácsolási hozzáadást az alábbi összefüggés alapján határozzuk meg:

$$H_f = A \cdot \left(\frac{T}{6} + c + g \right) [mm] \quad (2)$$

ahol:

H_f – a forgácsolási hozzáadás értéke felületenként [mm];

$T/6$ – az egy oldalra jutó alsó határeltérés, ami egyben a tűrésnagyság 1/6-a [mm];

c – a megengedett süllyeszték-elcsúszás [mm];

g – az egyenesség tűrése [mm];

A – korrekciós tényező, amelyet a szerződő felek alakítanak ki. ($A = 1$)

- Egyenesség

Az egyenességtűrés értékét az 5.2. táblázat alapján választom ki. A tűrést, az egyenességi fokozat és a kovácsdarab hossza [mm] határozzák meg.

5.2. táblázat Az egyenességtűrés értékei [27]

Egyenességi fokozat	A kovácsdarab hossza																
	-tól	0	100	125	160	200	250	315	400	500	630	800	1000	1250	1600	2000	
	-ig	100	125	160	200	250	315	400	500	630	800	1000	1250	1600	2000	2500	
		Egyenességtűrés, g***															
I.		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	
II.		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	3,2	
III.		0,8	0,9	1,0	1,1	1,2	1,4	1,6	1,8	2,0	2,2	2,5	2,8	3,2	3,4	3,6	

$$0 \text{ mm} \leq D_{max} \leq 100 \text{ mm} \rightarrow g = 0,6 \text{ mm}$$

Mivel a $\frac{D}{H} \leq 5$, így a táblázatbeli értéket nem szükséges felszorozni konstanssal.

- Süllyeszték-elcsúszás

A süllyeszték-elcsúszás megengedett értékét, az 5.3. táblázat alapján határoztam meg. A megengedett értéket a kovácsdarab várható tömege és a pontossági fokozat határozzák meg.

5.3. táblázat A süllyeszték-elcsúszás megengedett értéke [27]

Pontossági fokozat	A kovácsdarab tömege, kg											
	-tól	0	0,2	0,4	1,0	1,8	3,2	5,6	10	20	50	120
	-ig	0,2	0,4	1,0	1,8	3,2	5,6	10	20	50	120	250
Süllyeszték-elcsúszás, c^* , legfeljebb												
I.		0,2	0,3	0,3	0,4	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	1,0	1,2
II.		0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	1,0	1,2	1,4	1,7	2,0

$$1,0 \text{ kg} \leq m_{\text{kovács}} \leq 1,8 \text{ kg} \rightarrow c = 0,6 \text{ mm}$$

Az itt kapott eredményt a kovácsdarab tömeg végleges kiszámítása után, a feltételezés helyességét ellenőrizni szükséges.

- Határeltérés módosított átmérők

Az üregalakhoz kötött méretek forgácsolási ráhagyásának értékeit az 5.4. táblázat tartalmazza.

5.4. táblázat Üregalakhoz kötött ráhagyások

i	d_i [mm]	f_{di} [mm]	c [mm]	H_{fdi} [mm]	D_i [mm]
1	88	0,4	0,6	1	90
2	40	0,4	0,6	1	38
3	55	0,4	0,6	1	57
4	38	0,4	0,6	1	40
5	21	0,4	0,6	1	19

Az üregalakhoz nem kötött méretek forgácsolási ráhagyásának értékeit az 5.5. táblázat tartalmazza.

5.5. táblázat Üregalakhoz nem kötött ráhagyások

i	h_i [mm]	f_{hi} [mm]	g [mm]	H_{phi} [mm]	H_i [mm]
1	50	0,4	0,6	1	52

ahol:

d_i – a gépészeti darab átmérője [mm];

h_i – a gépészeti darab magasság mérete [mm];

f_{di} – a határeltérés [mm];

D_i – a kovácsdarab átmérője [mm];

H_i – a kovácsdarab magassági mérete [mm].

Oldalferdeség:

A süllyesztékből való kiemelhetőség végett kovácsoláskor a függőleges felületeket oldalferdeséggel kell ellátni. Ezek alkalmazását és nagyságát a gép és a szerszám sajátosságai, a munkadarab alakja és az alkalmazott technológia határozza meg. Az oldalferdeségek értékét, az 5.6. táblázatnak megfelelően kilökő nélküli szerszám esetében lettek meghatározva.

5.6. táblázat Az oldalferdeségek értékei [27]

Kalapácson vagy sajton	Külső felületre α	Belső felületre β
Kilökő nélkül	5-10°	7-12°
Kilökővel	1-3°	1-4°

A meghatározott oldalferdeségek:

$$\alpha = 5^\circ - \text{külső felületre}$$

$$\beta = 7^\circ - \text{belső felületre}$$

Lekerekítési sugár:

A forgácsolásra kerülő felületek esetében a külső lekerekítési sugarak meghatározásakor figyelembe kell venni a forgácsolási ráhagyásokat is. Az anyagáramlás könnyítése és a megfelelő üregkitöltés érdekében, az 5.7. táblázatnak megfelelően határoztam meg az alkalmazandó lekerekítési sugarakat.

5.7. táblázat A lekerekítési sugarak értékei [27]

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

A kovácsdarab legnagyobb hosszától [mm] függenek, ebben az esetben:

$$H_{max,gépész} = 50 \text{ mm},$$

így előre láthatólag a technológiai ráhagyásokkal is benne marad majd a választott

$$0 \text{ mm} \leq D_{max} \leq 100 \text{ mm}$$

kategóriában.

$$R_{külső} = 3 \text{ mm}$$

$$R_{belső} = 6 \text{ mm}$$

Lyukasztási hártya:

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

$$S = 0,45 \cdot (d - 0,25 \cdot h - 5)^{0,5} + 0,6 \cdot h^{0,5} \quad (3)$$

ahol:

d – a lyukasztási hárttyát tartalmazó üreg legnagyobb átmérője [mm];

h – a lyukasztási hárttyát tartalmazó üreg mélysége [mm].

$$S = 0,45 \cdot (38 - 0,25 \cdot 32 - 5)^{0,5} + 0,6 \cdot 32^{0,5} = 5,644 \text{ mm} \approx 5,7 \text{ mm}$$

Kovácsolható üregmélység:

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

$$0,7 \geq \frac{h}{d} = \frac{h - \frac{S}{2}}{d} = \frac{32 - \frac{5,7}{2}}{38} = 0,767 \rightarrow \text{nem megfelelő}, \quad (4)$$

tehát ebben az esetben nem szükséges kilökőt alkalmazni.

Mérettűrés:

A mérettűréseket az MSZ 5745-84 szerint kerültek meghatározásra, amelyeknek táblázatait a 2. és 3. mellékletekben csatoltam.

$$\text{Üregalakhoz kötött méretek tűrése: } T_{ük} = 2,5 \text{ mm} \begin{pmatrix} + 1,7 \\ - 0,8 \end{pmatrix}$$

Az érték kiválasztásakor az 1,0-1,8 kg közti kovácsdarab tömeget, illetve a 32-100 mm közti legnagyobb kovácsdarab átmérőt feltételeztem, amelyek a gépészeti darabhoz viszonyítva megfelelőnek bizonyulnak. A geometria kialakítása után szükséges ellenőrizni a feltételezések helyességét.

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

Az érték kiválasztásakor az 1,2-2,5 kg közti kovácsdarab tömeget, illetve a 40-63 mm közti legnagyobb kovácsdarab magasságot feltételeztem. A tömeg a közel 1kg-os és az 50 mm-es legnagyobb gépészeti darab magasságához viszonyítva a feltételezéseim megfelelőnek bizonyulnak. A geometria kialakítása után szükséges ellenőrizni a feltételezések helyességét.

A lekerekítési sugarak mérettűrése, az 5.8. táblázat alapján került meghatározásra.

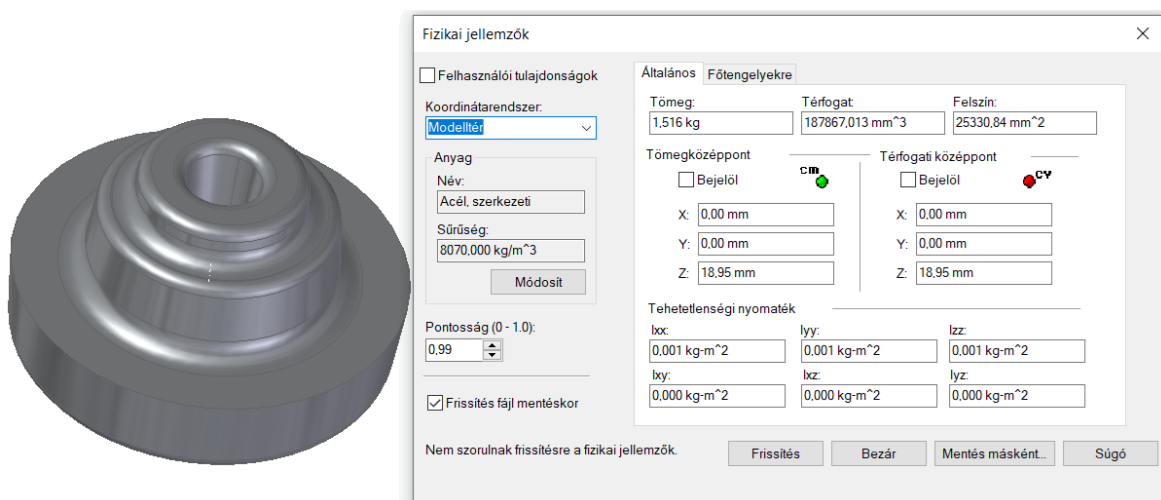
5.8. táblázat A lekerekítési sugarak határeltérései [27]

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

$$T_r = \begin{matrix} + 0,5 R \\ - 0,25 R \end{matrix}$$

A kovácsdarab geometriája:

A fentiekben meghatározott értékek alapján az 5.4. ábrán látható a kovácsdarab 3D-s nézete a fizikai jellemzőivel. A darab kovácsrajza a 4. mellékletben található.



5.4. ábra A kovácsdarab geometriája

Méreték ellenőrzése:

A kapott geometriai méretekkel módosított kovácsdarab:

$$m_{\text{kovács}} = 1,516 \text{ kg} \rightarrow \text{megfelelő}$$

$$S = \frac{m_{\text{kovács}}}{m_{B\text{kovács}}} = \frac{1,516}{2,454} = 0,618 \rightarrow S2 \rightarrow \text{megfelelő} \quad (5)$$

Süllyeszték-elcsúszás:

$$1 \text{ kg} \leq m_{\text{kovács}} = 1,516 \text{ kg} \leq 1,8 \text{ kg} \rightarrow \text{megfelelő}$$

Egyenesség:

$$0 \text{ mm} \leq D_{\text{max}} = 93,7 \text{ mm} \leq 100 \text{ mm} \rightarrow \text{megfelelő}$$

A fenti ellenőrzések alapján megállapítható, hogy az előtervezés során feltételezett értékek ugyanazokba a kategóriákba esnek, mint a módosítottak, így nincs szükség további változtatásokra.

Sorjacsatorna:

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

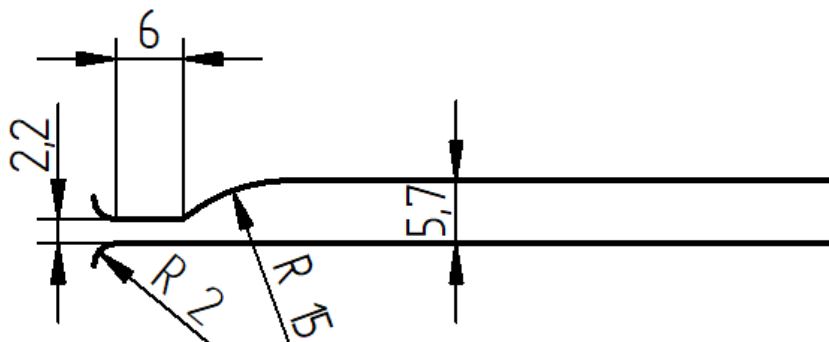
$$h_s = 1,13 + 0,89 \cdot \sqrt{m_{\text{kovács}}} - 0,017 \cdot m_{\text{kovács}} \text{ [mm]} \quad (6)$$

$$h_s = 1,13 + 0,89 \cdot \sqrt{1,51} - 0,017 \cdot 1,51 = 2,2 \text{ mm}$$

ahol:

h_s – a sorjahíd magassága [mm];

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



5.5. ábra A sorjacsatorna kialakítása

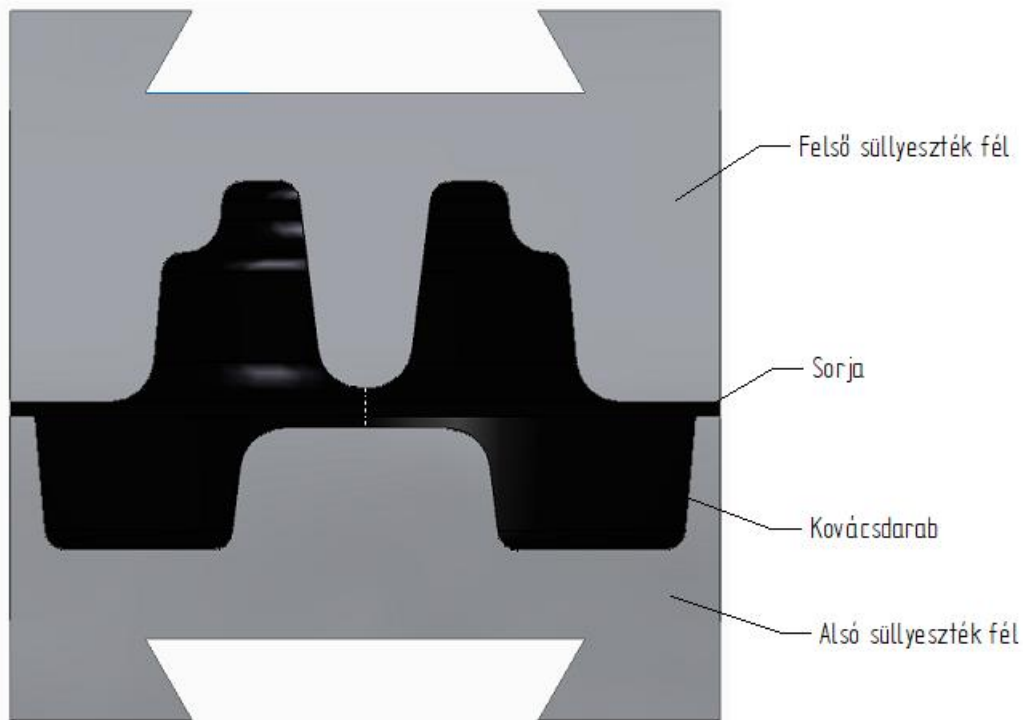
5.1.3 Az alapanyag előkészítése

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

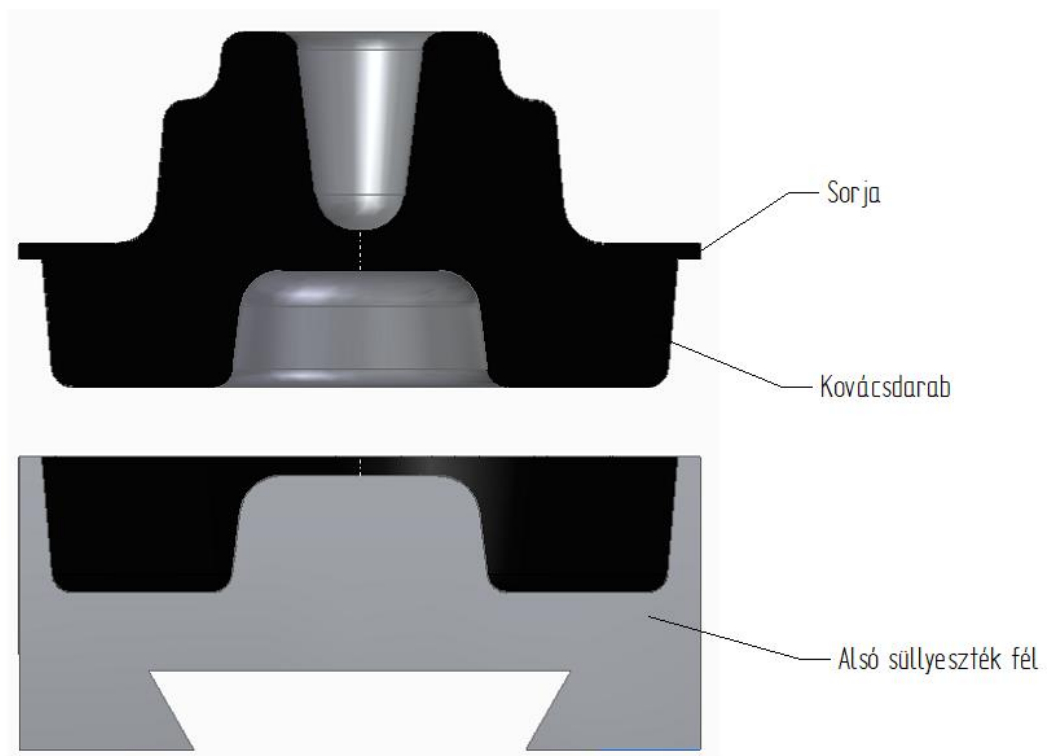
$$V_{darab} = 187098 \cdot 1,03 = 192711 \text{ mm}^3 = 0,1927 \text{ dm}^3 \quad (7)$$

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

Az 5.6. elmetszett 3D-s ábrán figyelhető meg a kovácsdarab és a szerszám elhelyezkedése, illetve annak körvonalai. Az ábrákon sötéttel a kovácsdarabot, míg világosabb színnel a szerszámot érzékeltetem. Az 5.7. ábrán az alsó süllyeszték felet és a munkadarab viszonyát mutatom be, elmetszett állapotban. Az alábbi ábrákhoz készült rajzdokumentációkat az 5. és 6. mellékletek tartalmazzák.



5.6. ábra A kovácsdarab és a szerszám viszonya



5.7. ábra Az alsó süllyeszték fél és a kovácsdarab helyzete

5.2 Forgácsolás művelettervezése

A kovácsolt előgyártmányból készült munkadarab műhelyrajza az 1. mellékletben, illetve a robotizált cella patronmegfogójának műveleti utasítási lapjai 7-10. mellékletekben, a szerszámkérő lap a 11. mellékletben található. Az 5.9. táblázatban szemléltetem a forgácsolások műveleti sorrendjét.

5.9. táblázat Művelet és műveletelőzési sorrend

MATE, Műszaki Intézet, Anyagtudományi és Gépipari Folyamatok Tanszék					Művelet és műveletelőzési sorrend				Induló típus		
Rajzszám:					Munkadarab megnevezése: Patron megfogó						
v. k.h.	Anyag kódex				Anyagmegnevezés, méret, minőség				ME.	Bruttó 5000 db	Nettó 5000 db
					Anyag: S600						
					Előgyártmány: süllyesztékben kovácsolt gyorsacél						
					Nyersméret: $\varnothing 94 \times 52$						
Műv. sorr.	Lap sz.	Költs hely	Hom. ker	Műv. sz.	Művelet megnevezése				Nor. s	Norm. 5000 db perc	Norm. 5000 db Ft
1	1			1	Kovácsolás						
2					MEO						
3	2			15	Esztergálás I.						
4	4			9	Esztergálás II.						
5					MEO						
6	6			9	Fúrás I.						
7	8			1	Fúrás II.						
8					MEO, Végellenőrzés						
Kiállította	Kelt	Ellenőrizte	Kelt	Főtechnológus	Kelt	Anyagnormás	Kelt	Időelemző	Kelt		
Schumacher Dominik	2023. 04.15.										
Jel	Javitotta	Kelt	Ellenőrizte	Kelt	Jel	Javitotta	Kelt	Ellenőrizte	Kelt		

5.2.1. Forgácsolási adatok

A forgácsolás művelettervezéséhez felhasznált adatokhoz, jelölésekhez és a táblázatokhoz a Gépgyártástechnológia példatár és segédletet, illetve a Műszaki táblázatok című könyvet alkalmaztam forrásként. [7] [17]

Előgyártmány: süllyesztékben kovácsolt gyorsacél

Anyagminőség: S600

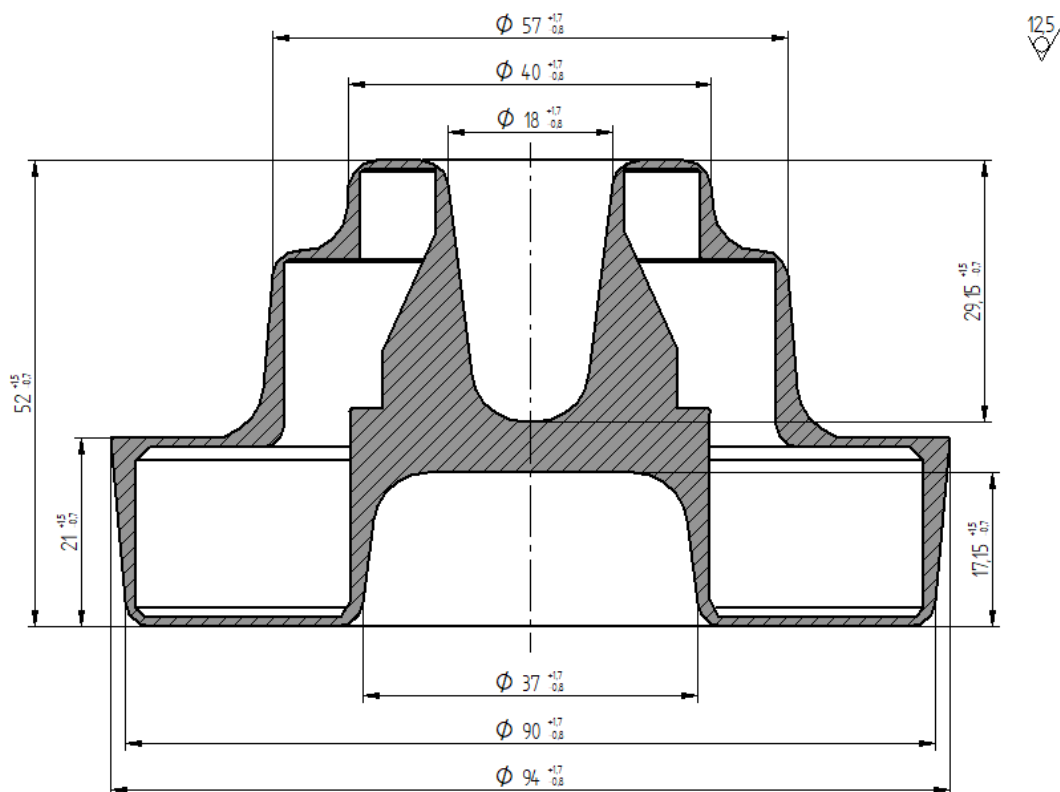
Szakítószilárdság: $R_m = 950 \frac{N}{mm^2}$

Nyersméret: $\varnothing 94 \times 52 \text{ mm}$

5.2.2 A forgácsolási paraméterek meghatározása

1. művelet: Kovácsolás

Az előírt pontossági fokozat (II. oszt.) alapján, a táblázatok segítségével határoztam meg a kovácsdarab méreteit. Az 5.8. ábrán látható a munkadarab metszett kovácsrajza, amelyen világossal a kész munkadarab, míg sötéttel az anyagfelesleg van jelölve. A jelölt méretek, a forgácsolási számítások kiinduló méretei.



A rajzon látható külső - belső oldalferdeségek értéke: $5^\circ - 7^\circ$

A rajzon látható külső - belső lekerekítések értéke: R3 - R6

5.8. ábra A munkadarab és a kovácsdarab viszonya

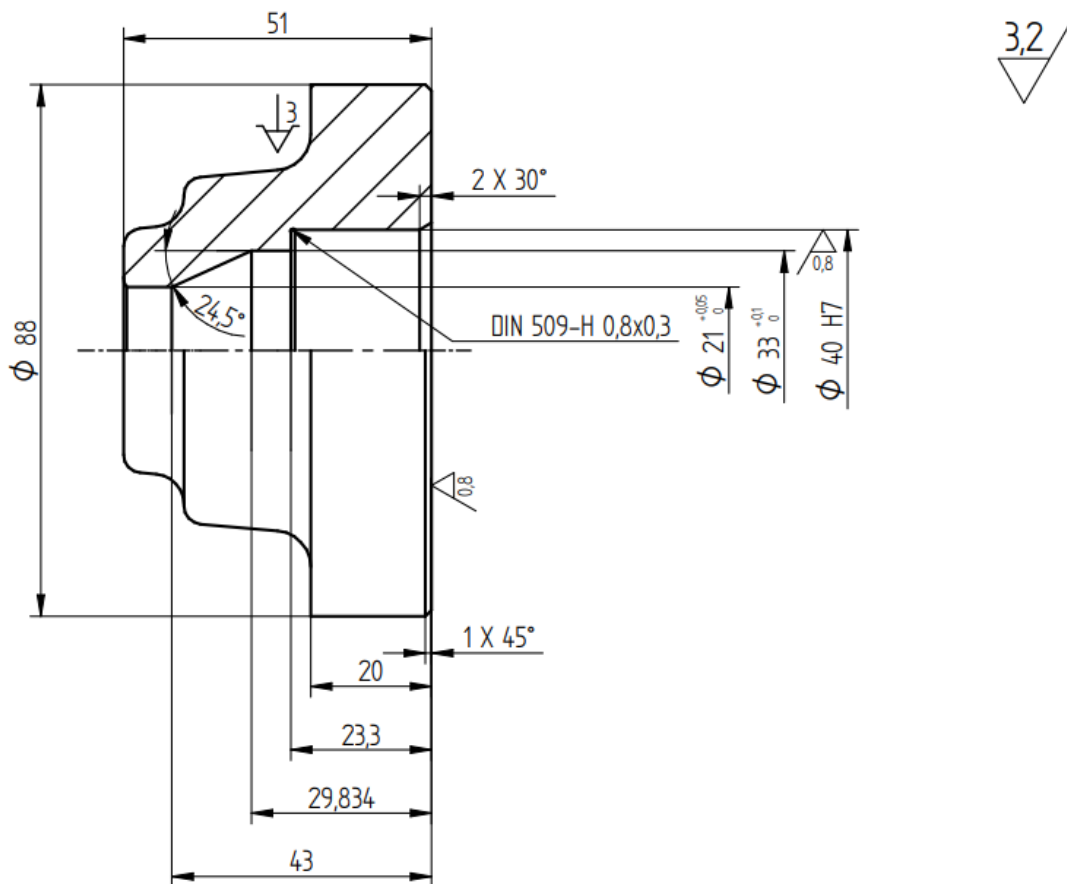
A számítások során alkalmazott összefüggésekben (esztergálás, fúrás) szereplő tényezők megnevezését az 5.10. táblázat tartalmazza.

5.10. táblázat Jelmagyarázat

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

2. művelet: MEO

3. művelet: Esztergálás I.



5.9. ábra A 3. művelet által kialakított méretek

Minden forgácsolási művelethez hűtő-kenő folyadékként olajemulziót alkalmaztam.

Az alkalmazott szerszámgép: EU 500 egyetemes csúcseszterga

Főorsó furata: 65 mm

Fokozati tényező: $\varphi = 1,25$

Fordulatszám-határok: $n = 25 - 1250 [1/min]$

A késtartóba befogható készsár keresztmetszet: 32 x 32 mm

A főforgácsoló erő kiválasztása:

I. A szerszámra megengedett legnagyobb főforgácsolóerő: $F_f = 6000 N$

II. A gépre megengedett legnagyobb főforgácsolóerő: $F_f = 20000 N$

III. A munkadarab befogási módjától függő megengedett legnagyobb főforgácsolóerő: $F_F = 30000 N$

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

3.1. Oldalazás tisztára (simítás)

A fogásmélység: $a = 1 \text{ mm}$

A fogások száma: $i = 1$

Az előtolás értéke:

A simítási követelményeket csak akkor lehet kielégíteni, ha kis forgácsolóerővel, illetve kis fogásmélységgel és előtolással végezzük forgácsolást.

$$f = \sqrt{13 \cdot R_a \cdot r_\varepsilon} = \sqrt{13 \cdot (0,8 \cdot 10^{-3}) \cdot 1} = 0,1 \frac{\text{mm}}{\text{ford}} \quad (8)$$

Az alkalmazott szerszám: Homlokélű esztergakés P20 32 x 32 J II. MSZ 1903

Az alkalmazott forgácsoló sebesség meghatározása:

$$v_c = v_0 \cdot K_\kappa \cdot K_{sz} \cdot K_m \cdot K_h \cdot K_k \cdot K_T \left[\frac{\text{m}}{\text{min}} \right] \quad (9)$$

$$v_c = 100 \cdot 1 \cdot 1,04 \cdot 1 \cdot 0,95 \cdot 0,75 \cdot 1 = 74,1 \frac{\text{m}}{\text{min}}$$

A fordulatszám meghatározása:

$$n = \frac{1000 \cdot v_c}{D \cdot \pi} = \frac{1000 \cdot 74,1}{90 \cdot \pi} = 262,08 \text{ min}^{-1} \quad (10)$$

A megváltozott forgácsoló sebesség:

$$v_{cm} = \frac{D \cdot \pi \cdot n_{g\acute{e}pi}}{1000} = \frac{90 \cdot \pi \cdot 280}{1000} = 79,17 \frac{\text{m}}{\text{min}} \quad (11)$$

A forgácsolás időtartama:

$$t_g = \frac{L}{v_f} \cdot i = \frac{l_1 + \frac{D}{2}}{f \cdot n} \cdot i = \frac{2 + \frac{90}{2}}{0,1 \cdot 280} = 1,68 \text{ min} \quad (12)$$

3.2 Központfúrás

Az alkalmazott szerszám: EU 500-as egytetemes csúcseszterga

A befogás módja: tokmányba

Az alkalmazott szerszám: Központfúró 60° Ø4 HS18 0 1 MSZ 3997

A szerszám befogó: fúrótokmány

Az alkalmazott forgácsoló sebesség meghatározása:

$$v_c = v_0 \cdot K_l \cdot K_a \cdot K_{sz} = 12,5 \cdot 1 \cdot 0,65 \cdot 1 = 8,125 \frac{\text{m}}{\text{min}} \quad (13)$$

A fordulatszám meghatározása:

$$n = \frac{1000 \cdot v_c}{D \cdot \pi} = \frac{1000 \cdot 8,125}{4 \cdot \pi} = 646,57 \text{ min}^{-1} \quad (14)$$

A megváltozott forgácsoló sebesség:

$$v_{cm} = \frac{D \cdot \pi \cdot n_{g\acute{e}pi}}{1000} = \frac{4 \cdot \pi \cdot 710}{1000} = 8,92 \frac{m}{min} \quad (15)$$

3.3. Fúrás ($\varnothing 12 \times 17 \text{ mm}$ -től a teljes hosszban)

Az alkalmazott szerszám: Csigafúró $\varnothing 12 \text{ HS18 0 1 MSZ3985}$

A fogásmélység: $a = \frac{D}{2} = \frac{12}{2} = 5 \text{ mm}$

Az előtolás értéke: $f = 0,16 \frac{mm}{ford}$

A fogások száma: $i = 1$

Az alkalmazott forgácsoló sebesség meghatározása:

$$v_c = v_0 \cdot K_l \cdot K_a \cdot K_{sz} = 11 \cdot 1 \cdot 0,65 \cdot 1 = 7,15 \frac{m}{min} \quad (16)$$

A fordulatszám meghatározása:

$$n = \frac{1000 \cdot v_c}{D \cdot \pi} = \frac{1000 \cdot 7,15}{12 \cdot \pi} = 189,66 \text{ min}^{-1} \quad (17)$$

A megváltozott forgácsoló sebesség:

$$v_{cm} = \frac{D \cdot \pi \cdot n_{g\acute{e}pi}}{1000} = \frac{12 \cdot \pi \cdot 180}{1000} = 6,79 \frac{m}{min} \quad (18)$$

A fúró nyomatékigénye:

$$M = F_1 \cdot \frac{D}{2} = k_c \cdot A \cdot \frac{D}{2} = k_c \cdot \frac{D \cdot f}{4} \cdot \frac{D}{2} = k_c \cdot \frac{D^2 \cdot f}{8 \cdot 10^3} [\text{Nm}] \quad (19)$$

$$M = 2720 \cdot \frac{12^2 \cdot 0,16}{8 \cdot 10^3} = 7,84 \text{ Nm}$$

A fúrás teljesítményszükséglete:

$$P_c = \frac{M \cdot 2 \cdot \pi \cdot n_{g\acute{e}pi}}{60 \cdot 10^3} = \frac{7,84 \cdot 2 \cdot \pi \cdot 180}{60 \cdot 10^3} = 0,15 \text{ kW} \quad (20)$$

A hajtáshoz szükséges teljesítmény meghatározása:

$$P_h = \frac{P_c}{\eta_G} = \frac{0,15}{0,8} = 0,19 \text{ kW} \quad (21)$$

Az EU 500-as típusú egytetemes csúcsesztergapadba beépített 10 kW-os villanymotor ezt a teljesítményszükségletet kielégíti.

A fúrési idő meghatározása:

$$t_g = \frac{L}{v_f} \cdot i = \frac{l_1 + l + l_2}{f \cdot n} \cdot i = \frac{2 + 33 + 2}{0,16 \cdot 180} = 1,29 \text{ min} \quad (22)$$

3.4. Furatot felfúr ($\varnothing 20,6$ x teljes hosszban)

Az alkalmazott szerszám: Csigafúró $\varnothing 20,6$ HS18 0 1 MSZ3985

Az alkalmazott szerszám biztosítja a dörzsárazásra való ráhagyást (0,4 mm)

A fogásmélység: $a = \frac{D-d}{2} = \frac{20,6-12}{2} = 4,3 \text{ mm}$

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

A fogások száma: $i = 1$

Az alkalmazott forgácsoló sebesség meghatározása:

$$v_c = v_0 \cdot K_l \cdot K_a \cdot K_{sz} = 16 \cdot 1 \cdot 0,65 \cdot 1 = 10,4 \frac{\text{m}}{\text{min}} \quad (23)$$

A fordulatszám meghatározása:

$$n = \frac{1000 \cdot v_c}{D \cdot \pi} = \frac{1000 \cdot 10,4}{20,6 \cdot \pi} = 160,7 \text{ min}^{-1} \quad (24)$$

A megváltozott forgácsoló sebesség:

$$v_{cm} = \frac{D \cdot \pi \cdot n_{g\acute{e}pi}}{1000} = \frac{20,6 \cdot \pi \cdot 180}{1000} = 11,65 \frac{\text{m}}{\text{min}} \quad (25)$$

A fúró nyomatékigénye:

$$M = F_1 \cdot \frac{D}{2} = k_c \cdot A \cdot \frac{D}{2} = k_c \cdot \frac{(D-d) \cdot f}{4} \cdot \frac{D}{2 \cdot 10^3} \text{ Nm} \quad (26)$$

$$M = 2170 \cdot \frac{(20,6 - 12) \cdot 0,4}{4} \cdot \frac{20,6}{2 \cdot 10^3} = 19,22 \text{ Nm}$$

A fúrás teljesítményszükséglete:

$$P_c = \frac{M \cdot 2 \cdot \pi \cdot n_{g\acute{e}pi}}{60 \cdot 10^3} = \frac{19,22 \cdot 2 \cdot \pi \cdot 180}{60 \cdot 10^3} = 0,37 \text{ kW} \quad (27)$$

A hajtáshoz szükséges teljesítmény meghatározása:

$$P_h = \frac{P_c}{\eta_G} = \frac{0,37}{0,8} = 0,47 \text{ kW} \quad (28)$$

Az EU 500-as típusú egytetemes csúcsesztergapadba beépített 10 kW-os villanymotor ezt a teljesítményszükségletet kielégíti.

A fúrési idő meghatározása:

$$t_g = \frac{L}{v_f} \cdot i = \frac{l_1 + l + l_2}{f \cdot n} \cdot i = \frac{2 + 33 + 2}{0,4 \cdot 180} = 0,52 \text{ min} \quad (29)$$

3.5. Palástnagyolás ($\varnothing 88 \times 19 \text{ mm}$)

Az alkalmazott szerszám: Oldalélű esztergakés P20 20 x 32 J II. MSZ 1904

A fogásmélység nagysága:

$$a = \frac{D - d}{2} = \frac{94 - 88}{2} = 3 \text{ mm} \quad (30)$$

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

$$f = \frac{F_f}{a \cdot k_c} = \frac{6000}{3 \cdot 1740} = 1,15 \frac{\text{mm}}{\text{ford}} \quad (31)$$

Az $\frac{a}{f} = \frac{3}{1,15}$ viszony 2,6:1

Az ideális $\frac{a}{f}$ viszony a szakítószilárdság és a szerszámanyag függvényében 12,5:1, tehát a fogást nem szükséges megosztani: $i = 1$; ezek alapján $a = 3 \text{ mm}$; az ehhez tartozó ideális előtolás értéke $f = 0,25 \frac{\text{mm}}{\text{ford}}$. Az ideális előtolás alapján a megváltozott fajlagos forgácsolási ellenállás értéke: $k_{cv} = 2390 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$.

A keletkező forgácsoló erő nagysága:

$$F_{fv} = k_{cv} \cdot f \cdot a = 2390 \cdot 0,25 \cdot 3 = 1792,5 \text{ N} \quad (32)$$

Az alkalmazott forgácsoló sebesség meghatározása:

$$v_c = v_0 \cdot K_{kr} \cdot K_{sz} \cdot K_m \cdot K_h \cdot K_k \cdot K_T \left[\frac{\text{m}}{\text{min}} \right] \quad (33)$$

$$v_c = 100 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 0,95 \cdot 0,75 \cdot 1 = 71,25 \frac{\text{m}}{\text{min}}$$

A fordulatszám meghatározása:

$$n = \frac{1000 \cdot v_c}{D \cdot \pi} = \frac{1000 \cdot 71,25}{94 \cdot \pi} = 240,27 \text{ min}^{-1} \quad (34)$$

A megváltozott forgácsoló sebesség:

$$v_{cm} = \frac{D \cdot \pi \cdot n_{g\acute{e}pi}}{1000} = \frac{94 \cdot \pi \cdot 280}{1000} = 82,69 \frac{\text{m}}{\text{min}} \quad (35)$$

A forgácsolás teljesítményszükséglete:

$$P_c = \frac{F_{fv} \cdot v_{cm}}{60 \cdot 10^3} = \frac{1792,5 \cdot 82,69}{60 \cdot 10^3} = 2,47 \text{ kW} \quad (36)$$

A hajtáshoz szükséges teljesítmény meghatározása:

$$P_h = \frac{P_c}{\eta_G} = \frac{2,47}{0,8} = 3,1 \text{ kW} \quad (37)$$

Az EU 500-as típusú egytetemes csúcsesztergapadba beépített 10 kW-os villanymotor ezt a teljesítményszükségletet kielégíti.

A forgácsolás időtartama:

$$t_g = \frac{L}{v_f} \cdot i = \frac{l_1 + l}{f \cdot n} \cdot i = \frac{2 + 19}{0,25 \cdot 280} = 0,3 \text{ min} \quad (38)$$

3.6. Furatesztergálás I. nagyolás ($\varnothing 31,8 \times 29,834 \text{ mm}$)

Az alkalmazott szerszám: Fenéklyukkés P20 16 x 16 J II. MSZ 1913

A fogásmélység nagysága:

$$a = \frac{D - d}{2} = \frac{31,8 - 20,6}{2} = 5,6 \text{ mm} \quad (39)$$

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

$$f = \frac{F_f}{a \cdot k_c} = \frac{6000}{5,6 \cdot 1740} = 0,62 \frac{\text{mm}}{\text{ford}} \quad (40)$$

Az $\frac{a}{f} = \frac{5,6}{0,62}$ viszony 9,03:1

Az ideális $\frac{a}{f}$ viszony a szakítószilárdság és a szerszámanyag függvényében 12,5:1, tehát a fogást szükséges megosztani: $i = 2$; ezek alapján $a = 2,8 \text{ mm}$; az ehhez tartozó ideális előtolás értéke $f = 0,4 \frac{\text{mm}}{\text{ford}}$. Az ideális előtolás alapján a megváltozott fajlagos forgácsolási ellenállás értéke: $k_{cv} = 2170 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$.

A keletkező forgácsoló erő nagysága:

$$F_{fv} = k_{cv} \cdot f \cdot a = 2170 \cdot 0,4 \cdot 2,8 = 2430,4 \text{ N} \quad (41)$$

Az alkalmazott forgácsoló sebesség meghatározása:

$$v_c = v_0 \cdot K_{kr} \cdot K_{sz} \cdot K_m \cdot K_h \cdot K_k \cdot K_T \left[\frac{\text{m}}{\text{min}} \right] \quad (42)$$

$$v_c = 100 \cdot 1 \cdot 0,93 \cdot 1 \cdot 0,95 \cdot 0,75 \cdot 1 = 66,26 \frac{\text{m}}{\text{min}}$$

A fordulatszám meghatározása:

$$n = \frac{1000 \cdot v_c}{D \cdot \pi} = \frac{1000 \cdot 66,26}{31,8 \cdot \pi} = 663,25 \text{ min}^{-1} \quad (43)$$

A megváltozott forgácsoló sebesség:

$$v_{cm} = \frac{D \cdot \pi \cdot n_{g\acute{e}pi}}{1000} = \frac{31,8 \cdot \pi \cdot 710}{1000} = 70,93 \frac{\text{m}}{\text{min}} \quad (44)$$

A forgácsolás teljesítményszükséglete:

$$P_c = \frac{F_{fv} \cdot v_{cm}}{60 \cdot 10^3} = \frac{2430,4 \cdot 70,93}{60 \cdot 10^3} = 2,88 \text{ kW} \quad (45)$$

A hajtáshoz szükséges teljesítmény meghatározása:

$$P_h = \frac{P_c}{\eta_G} = \frac{2,88}{0,8} = 3,6 \text{ kW} \quad (46)$$

Az EU 500-as típusú egytetemes csúcsesztergapadba beépített 10 kW-os villanymotor ezt a teljesítményszükségletet kielégíti.

A forgácsolás időtartama:

$$t_g = \frac{L}{v_f} \cdot i = \frac{l_1 + l}{f \cdot n} \cdot i = \frac{2 + 29,834}{0,4 \cdot 710} \cdot 2 = 0,23 \text{ min} \quad (47)$$

3.7. Furatesztergálás II. simítás ($\varnothing 33 \times 29,834 \text{ mm}$)

Az alkalmazott szerszám: Fenéklukkés P20 16 x 16 J II. MSZ 1913

A fogásmélység nagysága:

$$a = \frac{D - d}{2} = \frac{33 - 31,8}{2} = 0,6 \text{ mm} \quad (48)$$

Az előtolás értéke:

$$f = \sqrt{13 \cdot R_a \cdot r_\varepsilon} = \sqrt{13 \cdot (0,8 \cdot 10^{-3}) \cdot 1} = 0,1 \frac{\text{mm}}{\text{ford}}$$

A keletkező forgácsoló erő nagysága:

$$F_{fv} = k_{cv} \cdot f \cdot a = 3070 \cdot 0,1 \cdot 0,6 = 184,2 \text{ N} \quad (49)$$

Az alkalmazott forgácsoló sebesség meghatározása:

$$v_c = v_0 \cdot K_{kr} \cdot K_{sz} \cdot K_m \cdot K_h \cdot K_k \cdot K_T \left[\frac{\text{m}}{\text{min}} \right] \quad (50)$$

$$v_c = 100 \cdot 1 \cdot 0,93 \cdot 1 \cdot 0,95 \cdot 0,75 \cdot 1 = 66,26 \frac{\text{m}}{\text{min}}$$

A fordulatszám meghatározása:

$$n = \frac{1000 \cdot v_c}{D \cdot \pi} = \frac{1000 \cdot 66,26}{33 \cdot \pi} = 639,13 \text{ min}^{-1} \quad (51)$$

A megváltozott forgácsoló sebesség:

$$v_{cm} = \frac{D \cdot \pi \cdot n_{g\acute{e}pi}}{1000} = \frac{33 \cdot \pi \cdot 560}{1000} = 58,06 \frac{\text{m}}{\text{min}} \quad (52)$$

A forgácsolás teljesítményszükséglete:

$$P_c = \frac{F_{fv} \cdot v_{cm}}{60 \cdot 10^3} = \frac{184,2 \cdot 58,06}{60 \cdot 10^3} = 0,18 \text{ kW} \quad (53)$$

A hajtáshoz szükséges teljesítmény meghatározása:

$$P_h = \frac{P_c}{\eta_G} = \frac{0,18}{0,8} = 0,23 \text{ kW} \quad (54)$$

Az EU 500-as típusú egytetemes csúcsesztergapadba beépített 10 kW-os villanymotor ezt a teljesítményszükségletet kielégíti.

A forgácsolás időtartama:

$$t_g = \frac{L}{v_f} \cdot i = \frac{l_1 + l}{f \cdot n} \cdot i = \frac{2 + 29,834}{0,1 \cdot 560} = 0,57 \text{ min} \quad (55)$$

3.8. Furatesztergálás III. nagyolás ($\varnothing 38,5 \times 23,3 \text{ mm}$)

Az alkalmazott szerszám: Fenéklyukkés P20 16 x 16 J II. MSZ 1913

A fogásmélység nagysága:

$$a = \frac{D - d}{2} = \frac{38,5 - 33}{2} = 2,75 \text{ mm} \quad (56)$$

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

$$f = \frac{F_f}{a \cdot k_c} = \frac{6000}{2,75 \cdot 1740} = 1,25 \frac{\text{mm}}{\text{ford}} \quad (57)$$

Az $\frac{a}{f} = \frac{2,75}{1,25}$ viszony 2,2:1

Az ideális $\frac{a}{f}$ viszony a szakítószilárdság és a szerszámanyag függvényében 12,5:1, tehát a fogást nem szükséges megosztani: $i = 1$; ezek alapján $a = 2,75 \text{ mm}$; az ehhez tartozó ideális előtolás értéke $f = 0,16 \frac{\text{mm}}{\text{ford}}$. Az ideális előtolás alapján a megváltozott fajlagos forgácsolási ellenállás értéke: $k_{cv} = 2720 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$.

A keletkező forgácsoló erő nagysága:

$$F_{fv} = k_{cv} \cdot f \cdot a = 2720 \cdot 0,16 \cdot 2,75 = 1196,8 \text{ N} \quad (58)$$

Az alkalmazott forgácsoló sebesség meghatározása:

$$v_c = v_0 \cdot K_{kr} \cdot K_{sz} \cdot K_m \cdot K_h \cdot K_k \cdot K_T \left[\frac{\text{m}}{\text{min}} \right] \quad (59)$$

$$v_c = 100 \cdot 1 \cdot 0,93 \cdot 1 \cdot 0,95 \cdot 0,75 \cdot 1 = 66,26 \frac{m}{min}$$

A fordulatszám meghatározása:

$$n = \frac{1000 \cdot v_c}{D \cdot \pi} = \frac{1000 \cdot 66,26}{38,5 \cdot \pi} = 547,82 \text{ min}^{-1} \quad (60)$$

A megváltozott forgácsoló sebesség:

$$v_{cm} = \frac{D \cdot \pi \cdot n_{gépi}}{1000} = \frac{38,5 \cdot \pi \cdot 560}{1000} = 67,73 \frac{m}{min} \quad (61)$$

A forgácsolás teljesítményszükséglete:

$$P_c = \frac{F_{fv} \cdot v_{cm}}{60 \cdot 10^3} = \frac{1196,8 \cdot 67,73}{60 \cdot 10^3} = 1,35 \text{ kW} \quad (62)$$

A hajtáshoz szükséges teljesítmény meghatározása:

$$P_h = \frac{P_c}{\eta_G} = \frac{1,35}{0,8} = 1,69 \text{ kW} \quad (63)$$

Az EU 500-as típusú egytetemes csúcsesztergapadba beépített 10 kW-os villanymotor ezt a teljesítményszükségletet kielégíti.

A forgácsolás időtartama:

$$t_g = \frac{L}{v_f} \cdot i = \frac{l_1 + l}{f \cdot n} \cdot i = \frac{2 + 23,3}{0,16 \cdot 560} = 0,23 \text{ min} \quad (64)$$

3.9. Furatesztergálás IV. simítás ($\varnothing 39,7 \times 23,3 \text{ mm}$)

Az alkalmazott szerszám: Fenéklyukkés P20 16 x 16 J II. MSZ 1913

A fogásmélység nagysága:

$$a = \frac{D - d}{2} = \frac{39,7 - 38,5}{2} = 0,6 \text{ mm} \quad (65)$$

Az előtolás értéke:

$$f = \sqrt{13 \cdot R_a \cdot r_\varepsilon} = \sqrt{13 \cdot (0,8 \cdot 10^{-3}) \cdot 1} = 0,1 \frac{mm}{ford}$$

A keletkező forgácsoló erő nagysága:

$$F_{fv} = k_c \cdot f \cdot a = 3070 \cdot 0,1 \cdot 0,6 = 184,2 \text{ N} \quad (66)$$

Az alkalmazott forgácsoló sebesség meghatározása:

$$v_c = v_0 \cdot K_{kr} \cdot K_{sz} \cdot K_m \cdot K_h \cdot K_k \cdot K_T \left[\frac{m}{min} \right] \quad (67)$$

$$v_c = 100 \cdot 1 \cdot 0,93 \cdot 1 \cdot 0,95 \cdot 0,75 \cdot 1 = 66,26 \frac{m}{min}$$

A fordulatszám meghatározása:

$$n = \frac{1000 \cdot v_c}{D \cdot \pi} = \frac{1000 \cdot 66,26}{39,7 \cdot \pi} = 531,27 \text{ min}^{-1} \quad (68)$$

A megváltozott forgácsoló sebesség:

$$v_{cm} = \frac{D \cdot \pi \cdot n_{g\acute{e}pi}}{1000} = \frac{39,7 \cdot \pi \cdot 560}{1000} = 69,84 \frac{m}{min} \quad (69)$$

A forgácsolás teljesítményszükséglete:

$$P_c = \frac{F_{fv} \cdot v_{cm}}{60 \cdot 10^3} = \frac{184,2 \cdot 69,84}{60 \cdot 10^3} = 0,21 \text{ kW} \quad (70)$$

A hajtáshoz szükséges teljesítmény meghatározása:

$$P_h = \frac{P_c}{\eta} = \frac{0,21}{0,8} = 0,27 \text{ kW} \quad (71)$$

Az EU 500-as típusú egytetemes csúcsesztergapadba beépített 10 kW-os villanymotor ezt a teljesítményszükségletet kielégíti.

A forgácsolás időtartama:

$$t_g = \frac{L}{v_f} \cdot i = \frac{l_1 + l}{f \cdot n} \cdot i = \frac{2 + 23,3}{0,1 \cdot 560} = 0,46 \text{ min} \quad (72)$$

3.10. Kúpsztergálás ($\varnothing 33 \times 13,166 \text{ mm}$, $\alpha = 24,5^\circ$)

Az alkalmazott szerszám: Hajlított esztergakés P20 12 x 12 J II. MSZ 1904

A fogásmélység nagysága:

$$a = \frac{D - d}{2} = \frac{33 - 21}{2} = 6 \text{ mm} \quad (73)$$

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

$$f = \frac{F_f}{a \cdot k_c} = \frac{6000}{6 \cdot 1740} = 0,58 \frac{mm}{ford} \quad (74)$$

Az $\frac{a}{f} = \frac{6}{0,58}$ viszony 10,35:1

Az ideális $\frac{a}{f}$ viszony a szakítószilárdság és a szerszámanyag függvényében 12,5:1, tehát a fogást szükséges megosztani: $i = 2$; ezek alapján $a = 3 \text{ mm}$; az ehhez tartozó ideális előtolás értéke $f = 0,4 \frac{\text{mm}}{\text{ford}}$. Az ideális előtolás alapján a megváltozott fajlagos forgácsolási ellenállás értéke: $k_{cv} = 2390 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$.

A keletkező forgácsoló erő nagysága:

$$F_{fv} = k_c \cdot f \cdot a = 2390 \cdot 0,4 \cdot 3 = 2868 \text{ N} \quad (75)$$

Az alkalmazott forgácsoló sebesség meghatározása:

$$v_c = v_0 \cdot K_{kr} \cdot K_{sz} \cdot K_m \cdot K_h \cdot K_k \cdot K_T \left[\frac{\text{m}}{\text{min}} \right] \quad (76)$$

$$v_c = 100 \cdot 1 \cdot 0,9 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 0,75 \cdot 1 = 67,5 \frac{\text{m}}{\text{min}}$$

A fordulatszám meghatározása:

$$n = \frac{1000 \cdot v_c}{D \cdot \pi} = \frac{1000 \cdot 67,5}{33 \cdot \pi} = 648,2 \text{ min}^{-1} \quad (77)$$

A megváltozott forgácsoló sebesség:

$$v_{cm} = \frac{D \cdot \pi \cdot n_{gépi}}{1000} = \frac{33 \cdot \pi \cdot 710}{1000} = 73,61 \frac{\text{m}}{\text{min}} \quad (78)$$

A forgácsolás teljesítményszükséglete:

$$P_c = \frac{F_{fv} \cdot v_{cm}}{60 \cdot 10^3} = \frac{2868 \cdot 73,61}{60 \cdot 10^3} = 3,52 \text{ kW} \quad (79)$$

A hajtáshoz szükséges teljesítmény meghatározása:

$$P_h = \frac{P_c}{\eta_G} = \frac{3,52}{0,8} = 4,4 \text{ kW} \quad (80)$$

Az EU 500-as típusú egytetemes csúcsesztergapadba beépített 10 kW-os villanymotor ezt a teljesítményszükségletet kielégíti.

A forgácsolás időtartama:

$$t_g = \frac{L}{v_f} \cdot i = \frac{l_1 + l}{f \cdot n} \cdot i = \frac{2 + 13,166}{0,4 \cdot 710} \cdot 2 = 0,11 \text{ min} \quad (81)$$

3.11. Furatba beszúr ($\varnothing 40,6\text{-ra} \times 0,8 \text{ mm}$; $23,3 \text{ mm-nél}$; $\text{DIN 509-H } 0,8 \times 0,3$)

Az előírt alámetszés méreteit és formáját a 8. melléklet tartalmazza.

Az alkalmazott szerszám: Furatbeszúró lyukkés P20 20 x 32 J II. MSZ 1299

A fogásmélység nagysága:

$$a = \frac{D - d}{2} = \frac{40,6 - 40}{2} = 0,3 \text{ mm} \quad (82)$$

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

$$f = \frac{F_f}{a \cdot k_c} = \frac{6000}{0,3 \cdot 1740} = 11,49 \frac{\text{mm}}{\text{ford}} \quad (83)$$

Az $\frac{a}{f} = \frac{0,3}{11,49}$ viszony 0,026:1

Az ideális $\frac{a}{f}$ viszony a szakítószilárdság és a szerszámanyag függvényében 12,5:1, tehát a fogást nem szükséges megosztani: $i = 1$; ezek alapján $a = 0,3 \text{ mm}$; az ehhez tartozó ideális előtolás értéke $f = 0,1 \frac{\text{mm}}{\text{ford}}$. Az ideális előtolás alapján a megváltozott fajlagos forgácsolási ellenállás értéke: $k_{cv} = 3070 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$.

A keletkező forgácsoló erő nagysága:

$$F_{fv} = k_c \cdot f \cdot a = 3070 \cdot 0,1 \cdot 0,3 = 92,1 \text{ N} \quad (84)$$

Az alkalmazott forgácsoló sebesség meghatározása:

$$v_c = v_0 \cdot K_{kr} \cdot K_{sz} \cdot K_m \cdot K_h \cdot K_k \cdot K_T \left[\frac{\text{m}}{\text{min}} \right] \quad (85)$$

$$v_c = 100 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 0,3 \cdot 0,95 \cdot 0,75 \cdot 1 = 21,38 \frac{\text{m}}{\text{min}}$$

A fordulatszám meghatározása:

$$n = \frac{1000 \cdot v_c}{D \cdot \pi} = \frac{1000 \cdot 21,38}{40,6 \cdot \pi} = 167,62 \text{ min}^{-1} \quad (86)$$

A megváltozott forgácsoló sebesség:

$$v_{cm} = \frac{D \cdot \pi \cdot n_{gépi}}{1000} = \frac{40,6 \cdot \pi \cdot 180}{1000} = 22,96 \frac{\text{m}}{\text{min}} \quad (87)$$

A forgácsolás teljesítményszükséglete:

$$P_c = \frac{F_{fv} \cdot v_{cm}}{60 \cdot 10^3} = \frac{92,1 \cdot 22,96}{60 \cdot 10^3} = 0,04 \text{ kW} \quad (88)$$

A hajtáshoz szükséges teljesítmény meghatározása:

$$P_h = \frac{P_c}{\eta_G} = \frac{0,04}{0,8} = 0,05 \text{ kW} \quad (89)$$

Az EU 500-as típusú egytetemes csúcsesztergapadba beépített 10 kW-os villanymotor ezt a teljesítményszükségletet kielégíti.

A forgácsolás időtartama:

$$t_g = \frac{L}{v_f} \cdot i = \frac{l_1 + l}{f \cdot n} \cdot i = \frac{2 + 0,6}{0,1 \cdot 180} = 0,13 \text{ min} \quad (90)$$

3.12. Dörzsárazás ($\varnothing 21 \times 43\text{mm}$ -től teljes hosszban)

Az alkalmazott szerszám: Hengeres szárú gépi dörzsár $\varnothing 21$ HS18 0 1 MSZ4415

A fogásmélység a ráhagyás alapján: 0,2 mm

Az előtolás értéke: $f = 0,5 \frac{\text{mm}}{\text{ford}}$

A fogások száma: $i = 1$

Az alkalmazott forgácsoló sebesség meghatározása:

$$v_c = v_0 \cdot K_l \cdot K_a \cdot K_{sz} \left[\frac{\text{m}}{\text{min}} \right] \quad (91)$$

$$v_c = 9,5 \cdot 1 \cdot 0,65 \cdot 1 = 6,175 \frac{\text{m}}{\text{min}}$$

A fordulatszám meghatározása:

$$n = \frac{1000 \cdot v_c}{D \cdot \pi} = \frac{1000 \cdot 6,175}{21 \cdot \pi} = 93,6 \text{ min}^{-1} \quad (92)$$

A megváltozott forgácsoló sebesség:

$$v_{cm} = \frac{D \cdot \pi \cdot n_{gépi}}{1000} = \frac{21 \cdot \pi \cdot 112}{1000} = 7,4 \frac{\text{m}}{\text{min}} \quad (93)$$

A fúró nyomatékigénye:

$$M = F_1 \cdot \frac{D}{2} = k_c \cdot A \cdot \frac{D}{2} = k_c \cdot \frac{(D - d) \cdot f}{4} \cdot \frac{D}{2 \cdot 10^3} [\text{Nm}] \quad (94)$$

$$M = 3070 \cdot \frac{(21 - 20,6) \cdot 0,5}{4} \cdot \frac{21}{2 \cdot 10^3} = 1,62 \text{ Nm}$$

A fúrás teljesítményszükséglete:

$$P_c = \frac{M \cdot 2 \cdot \pi \cdot n_{gépi}}{60 \cdot 10^3} = \frac{1,62 \cdot 2 \cdot \pi \cdot 112}{60 \cdot 10^3} = 0,02 \text{ kW} \quad (95)$$

A hajtáshoz szükséges teljesítmény meghatározása:

$$P_h = \frac{P_c}{\eta_G} = \frac{0,02}{0,8} = 0,025 \text{ kW} \quad (96)$$

Az EU 500-as típusú egytetemes csúcsesztergapadba beépített 10 kW-os villanymotor ezt a teljesítményszükségletet kielégíti.

A forgácsolás időtartama:

$$t_g = \frac{L}{v_f} \cdot i = \frac{l_1 + l + l_2}{f \cdot n} = \frac{2 + 7 + 2}{0,5 \cdot 112} = 0,2 \text{ min}$$

3.13. Dörzsárazás ($\varnothing 40 \text{ H7} \times 22 \text{ mm}$)

Az alkalmazott szerszám: Állítható betétkéses gépi dörzsár $\varnothing 40 \text{ HS18 0 1 MSZ4411}$

A fogásmélység a ráhagyás alapján: 0,2 mm

Az előtolás értéke: $f = 0,9 \frac{\text{mm}}{\text{ford}}$

A fogások száma: $i = 1$

Az alkalmazott forgácsoló sebesség meghatározása:

$$v_c = v_0 \cdot K_l \cdot K_a \cdot K_{sz} \left[\frac{\text{m}}{\text{min}} \right] \quad (97)$$

$$v_c = 5,9 \cdot 1 \cdot 0,65 \cdot 1 = 3,84 \frac{\text{m}}{\text{min}}$$

A fordulatszám meghatározása:

$$n = \frac{1000 \cdot v_c}{D \cdot \pi} = \frac{1000 \cdot 3,84}{40 \cdot \pi} = 30,56 \text{ min}^{-1} \quad (98)$$

A megváltozott forgácsoló sebesség:

$$v_{cm} = \frac{D \cdot \pi \cdot n_{gépi}}{1000} = \frac{40 \cdot \pi \cdot 112}{1000} = 14,07 \frac{\text{m}}{\text{min}} \quad (99)$$

A fúró nyomatékigénye:

$$M = F_1 \cdot \frac{D}{2} = k_c \cdot A \cdot \frac{D}{2} = k_c \cdot \frac{(D-d) \cdot f}{4} \cdot \frac{D}{2 \cdot 10^3} [\text{Nm}] \quad (100)$$

$$M = 3070 \cdot \frac{(40 - 39,6) \cdot 0,9}{4} \cdot \frac{40}{2 \cdot 10^3} = 5,53 \text{ Nm}$$

A fúrás teljesítményszükséglete:

$$P_c = \frac{M \cdot 2 \cdot \pi \cdot n_{gépi}}{60 \cdot 10^3} = \frac{5,53 \cdot 2 \cdot \pi \cdot 112}{60 \cdot 10^3} = 0,07 \text{ kW} \quad (101)$$

A hajtáshoz szükséges teljesítmény meghatározása:

$$P_h = \frac{P_c}{\eta_G} = \frac{0,07}{0,8} = 0,09 \text{ kW} \quad (102)$$

4.1. Oldalazás méretre (50 mm)

A fogásmélység: $a = 1 \text{ mm}$

A fogások száma: $i = 1 \text{ db}$

Az előtolás értéke:

$$f = \sqrt{13 \cdot R_a \cdot r_\varepsilon} = \sqrt{13 \cdot (0,8 \cdot 10^{-3}) \cdot 1} = 0,1 \frac{\text{mm}}{\text{ford}} \quad (104)$$

Az alkalmazott szerszám: Homlokélű esztergakés P20 32 x 32 J II. MSZ 1903

Az alkalmazott forgácsoló sebesség meghatározása:

$$v_c = v_0 \cdot K_\kappa \cdot K_{sz} \cdot K_m \cdot K_h \cdot K_k \cdot K_T \left[\frac{\text{m}}{\text{min}} \right] \quad (105)$$

$$v_c = 100 \cdot 1 \cdot 1,04 \cdot 1 \cdot 0,95 \cdot 0,75 \cdot 1 = 74,1 \frac{\text{m}}{\text{min}}$$

A fordulatszám meghatározása:

$$n = \frac{1000 \cdot v_c}{D \cdot \pi} = \frac{1000 \cdot 74,1}{40 \cdot \pi} = 589,67 \text{ min}^{-1} \quad (106)$$

A megváltozott forgácsoló sebesség:

$$v_{cm} = \frac{D \cdot \pi \cdot n_{g\acute{e}pi}}{1000} = \frac{40 \cdot \pi \cdot 560}{1000} = 70,37 \frac{\text{m}}{\text{min}} \quad (107)$$

A forgácsolás időtartama:

$$t_g = \frac{L}{v_f} \cdot i = \frac{l_1 + \frac{D}{2}}{f \cdot n} \cdot i = \frac{2 + \frac{40}{2}}{0,1 \cdot 560} = 0,4 \text{ min} \quad (108)$$

4.2. Palástnagyolás I. ($\varnothing 55 \times 28,5 \text{ mm}$)

Az alkalmazott szerszám: Oldalélű esztergakés P20 20 x 32 J II. MSZ 1904

A fogásmélység nagysága:

$$a = \frac{D - d}{2} = \frac{60 - 55}{2} = 2,5 \text{ mm} \quad (109)$$

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

$$f = \frac{F_f}{a \cdot k_c} = \frac{6000}{2,5 \cdot 1740} = 1,38 \frac{\text{mm}}{\text{ford}} \quad (110)$$

Az $\frac{a}{f} = \frac{2,5}{1,38}$ viszony 1,81:1

Az ideális $\frac{a}{f}$ viszony a szakítószilárdság és a szerszámanyag függvényében 12,5:1, tehát a fogást nem szükséges megosztani: $i = 1$; ezek alapján $a = 2,5 \text{ mm}$; az ehhez tartozó ideális előtolás értéke $f = 0,16 \frac{\text{mm}}{\text{ford}}$. Az ideális előtolás alapján a megváltozott fajlagos forgácsolási ellenállás értéke: $k_{cv} = 2720 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$.

A keletkező forgácsoló erő nagysága:

$$F_{fv} = k_c \cdot f \cdot a = 2720 \cdot 0,16 \cdot 2,5 = 1088 \text{ N} \quad (111)$$

Az alkalmazott forgácsoló sebesség meghatározása:

$$v_c = v_0 \cdot K_{kr} \cdot K_{sz} \cdot K_m \cdot K_h \cdot K_k \cdot K_T \left[\frac{\text{m}}{\text{min}} \right] \quad (112)$$

$$v_c = 100 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 0,95 \cdot 0,75 \cdot 1 = 71,25 \frac{\text{m}}{\text{min}}$$

A fordulatszám meghatározása:

$$n = \frac{1000 \cdot v_c}{D \cdot \pi} = \frac{1000 \cdot 71,25}{60 \cdot \pi} = 378 \text{ min}^{-1} \quad (113)$$

A megváltozott forgácsoló sebesség:

$$v_{cm} = \frac{D \cdot \pi \cdot n_{gépi}}{1000} = \frac{60 \cdot \pi \cdot 355}{1000} = 66,92 \frac{\text{m}}{\text{min}} \quad (114)$$

A forgácsolás teljesítményszükséglete:

$$P_c = \frac{F_{fv} \cdot v_{cm}}{60 \cdot 10^3} = \frac{1088 \cdot 66,92}{60 \cdot 10^3} = 1,21 \text{ kW} \quad (115)$$

A hajtáshoz szükséges teljesítmény meghatározása:

$$P_h = \frac{P_c}{\eta_G} = \frac{1,21}{0,8} = 1,52 \text{ kW} \quad (116)$$

Az EU 500-as típusú egytetemes csúcsesztergapadba beépített 10 kW-os villanymotor ezt a teljesítményszükségletet kielégíti.

A forgácsolás időtartama:

$$t_g = \frac{L}{v_f} \cdot i = \frac{l_1 + l}{f \cdot n} \cdot i = \frac{2 + 28,5}{0,16 \cdot 355} = 0,54 \text{ min} \quad (117)$$

4.3. Palástnagylás II. ($\varnothing 38 \times 9 \text{ mm}$)

Az alkalmazott szerszám: Oldalélű esztergakés P20 20 x 32 J II. MSZ 1904

A fogásmélység nagysága:

$$a = \frac{D - d}{2} = \frac{42 - 38}{2} = 2 \text{ mm} \quad (118)$$

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

$$f = \frac{F_f}{a \cdot k_c} = \frac{6000}{2 \cdot 1740} = 1,72 \frac{\text{mm}}{\text{ford}} \quad (119)$$

Az $\frac{a}{f} = \frac{2}{1,72}$ viszony 1,16:1

Az ideális $\frac{a}{f}$ viszony a szakítószilárdság és a szerszámanyag függvényében 12,5:1, tehát a fogást nem szükséges megosztani: $i = 1$; ezek alapján $a = 2 \text{ mm}$; az ehhez tartozó ideális előtolás értéke $f = 0,1 \frac{\text{mm}}{\text{ford}}$. Az ideális előtolás alapján a megváltozott fajlagos forgácsolási ellenállás értéke: $k_{cv} = 3070 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$.

A keletkező forgácsoló erő nagysága:

$$F_{fv} = k_c \cdot f \cdot a = 3070 \cdot 0,1 \cdot 2 = 614 \text{ N} \quad (120)$$

Az alkalmazott forgácsoló sebesség meghatározása:

$$v_c = v_0 \cdot K_{kr} \cdot K_{sz} \cdot K_m \cdot K_h \cdot K_k \cdot K_T \left[\frac{\text{m}}{\text{min}} \right] \quad (121)$$

$$v_c = 100 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 0,95 \cdot 0,75 \cdot 1 = 71,25 \frac{\text{m}}{\text{min}}$$

A fordulatszám meghatározása:

$$n = \frac{1000 \cdot v_c}{D \cdot \pi} = \frac{1000 \cdot 71,25}{42 \cdot \pi} = 540 \text{ min}^{-1} \quad (122)$$

A megváltozott forgácsoló sebesség:

$$v_{cm} = \frac{D \cdot \pi \cdot n_{gépi}}{1000} = \frac{42 \cdot \pi \cdot 560}{1000} = 73,89 \frac{\text{m}}{\text{min}} \quad (123)$$

A forgácsolás teljesítményszükséglete:

$$P_c = \frac{F_{fv} \cdot v_{cm}}{60 \cdot 10^3} = \frac{614 \cdot 73,89}{60 \cdot 10^3} = 0,76 \text{ kW} \quad (124)$$

A hajtáshoz szükséges teljesítmény meghatározása:

$$P_h = \frac{P_c}{\eta_G} = \frac{0,76}{0,8} = 0,95 \text{ kW} \quad (125)$$

Az EU 500-as típusú egytetemes csúcsesztergapadba beépített 10 kW-os villanymotor ezt a teljesítményszükségletet kielégíti.

A forgácsolás időtartama:

$$t_g = \frac{L}{v_f} \cdot i = \frac{l_1 + l}{f \cdot n} \cdot i = \frac{2 + 9}{0,16 \cdot 355} = 0,2 \text{ min} \quad (126)$$

4.4. Oldalazás méretre ($\varnothing 60 \times 31 \text{ mm}$)

A fogásmélység: $a = 1 \text{ mm}$

A fogások száma: $i = 1 \text{ db}$

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

Az alkalmazott szerszám: Homlokélű esztergakés P20 32 x 32 J II. MSZ 1903

Az alkalmazott forgácsoló sebesség meghatározása:

$$v_c = v_0 \cdot K_K \cdot K_{sz} \cdot K_m \cdot K_h \cdot K_k \cdot K_T \left[\frac{\text{m}}{\text{min}} \right] \quad (127)$$

$$v_c = 100 \cdot 1 \cdot 1,04 \cdot 1 \cdot 0,95 \cdot 0,75 \cdot 1 = 74,1 \frac{\text{m}}{\text{min}}$$

A fordulatszám meghatározása:

$$n = \frac{1000 \cdot v_c}{D \cdot \pi} = \frac{1000 \cdot 74,1}{90 \cdot \pi} = 262,08 \text{ min}^{-1} \quad (128)$$

A megváltozott forgácsoló sebesség:

$$v_{cm} = \frac{D \cdot \pi \cdot n_{gépi}}{1000} = \frac{90 \cdot \pi \cdot 280}{1000} = 79,17 \frac{\text{m}}{\text{min}} \quad (129)$$

A forgácsolás időtartama:

$$t_g = \frac{L}{v_f} \cdot i = \frac{l_1 + \frac{D - d}{2}}{f \cdot n} \cdot i = \frac{2 + \frac{90 - 60}{2}}{0,1 \cdot 280} = 0,61 \text{ min} \quad (130)$$

4.5. Oldalazás méretre, simítás ($\varnothing 38 \times 10 \text{ mm}$)

A fogásmélység: $a = 1 \text{ mm}$

A fogások száma: $i = 1 \text{ db}$

Az előtolás értéke:

$$f = \sqrt{13 \cdot R_a \cdot r_\varepsilon} = \sqrt{13 \cdot (0,8 \cdot 10^{-3}) \cdot 1} = 0,1 \frac{\text{mm}}{\text{ford}} \quad (131)$$

Az alkalmazott szerszám: Homlokélű esztergakés P20 32 x 32 J II. MSZ 1903

Az alkalmazott forgácsoló sebesség meghatározása:

$$v_c = v_0 \cdot K_k \cdot K_{sz} \cdot K_m \cdot K_h \cdot K_k \cdot K_T \left[\frac{m}{min} \right] \quad (132)$$

$$v_c = 100 \cdot 1 \cdot 1,04 \cdot 1 \cdot 0,95 \cdot 0,75 \cdot 1 = 74,1 \frac{m}{min}$$

A fordulatszám meghatározása:

$$n = \frac{1000 \cdot v_c}{D \cdot \pi} = \frac{1000 \cdot 74,1}{55 \cdot \pi} = 428,85 \text{ min}^{-1} \quad (133)$$

A megváltozott forgácsoló sebesség:

$$v_{cm} = \frac{D \cdot \pi \cdot n_{gépi}}{1000} = \frac{55 \cdot \pi \cdot 450}{1000} = 77,75 \frac{m}{min} \quad (134)$$

A forgácsolás időtartama:

$$t_g = \frac{L}{v_f} \cdot i = \frac{l_1 + \frac{D-d}{2}}{f \cdot n} \cdot i = \frac{2 + \frac{55-38}{2}}{0,1 \cdot 450} = 0,24 \text{ min} \quad (135)$$

4.6. Külső élt letör (0,3 x 45°)

Az alkalmazott szerszám: Oldalélű esztergakés P20 20 x 32 J II. MSZ 1904

A fogásmélység: $a = 1,5 \text{ mm}$; az előtolás: $f = 0,1 \frac{mm}{ford}$; fogások száma: $i = 1$

A fordulatszám: $n_{gépi} = 112 \text{ min}^{-1}$

4.7. Külső élt letör (0,3 x 45°)

Az alkalmazott szerszám: Oldalélű esztergakés P20 20 x 32 J II. MSZ 1904

A fogásmélység: $a = 1,5 \text{ mm}$; az előtolás: $f = 0,1 \frac{mm}{ford}$; fogások száma: $i = 1$

A fordulatszám: $n_{gépi} = 112 \text{ min}^{-1}$

4.8. Külső élt letör (1,5 x 45°)

Az alkalmazott szerszám: Oldalélű esztergakés P20 20 x 32 J II. MSZ 1904

A fogásmélység: $a = 1,5 \text{ mm}$; az előtolás: $f = 0,1 \frac{mm}{ford}$; fogások száma: $i = 1$

A fordulatszám: $n_{gépi} = 112 \text{ min}^{-1}$

4.9. Lekerekítést esztergál (R2,5)

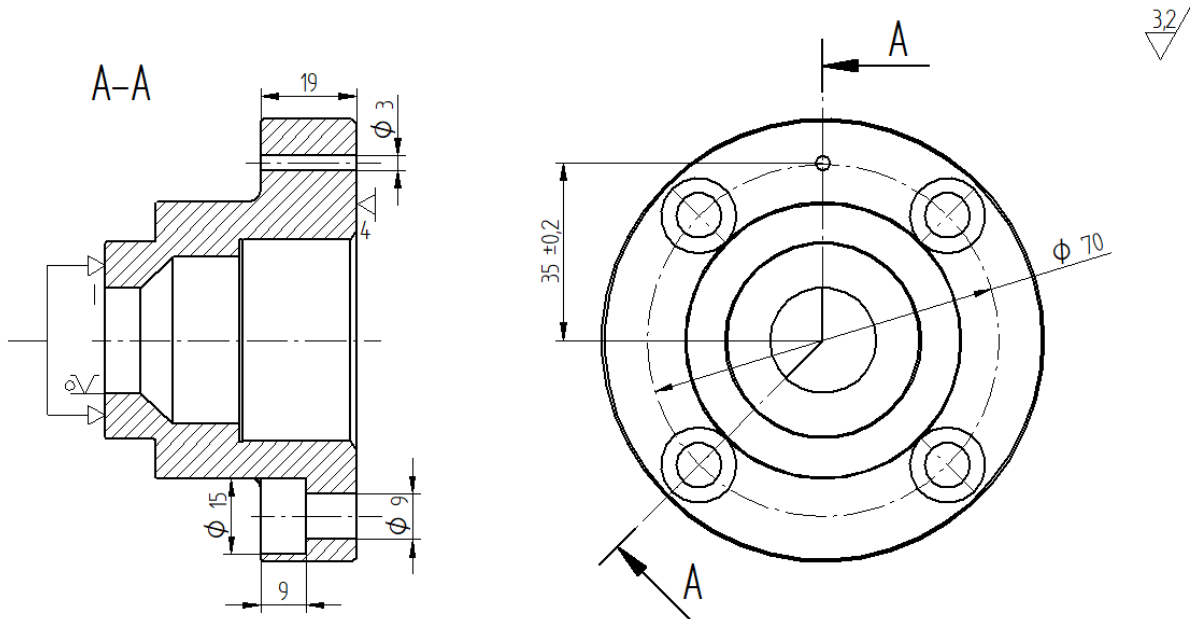
Az alkalmazott szerszám: Rádiusz esztergakés P20 20 x 32 J II.

A fogásmélység: $a = 2,5 \text{ mm}$; az előtolás: $f = 0,1 \frac{mm}{ford}$; fogások száma: $i = 1$

A fordulatszám: $n_{gépi} = 112 \text{ min}^{-1}$

5. művelet: MEO

6. művelet: Fúrás I.



5.11. ábra A 6. művelet által kialakított méretek

A műhelyrajz alapján az $\varnothing 9/\varnothing 15 \times 9$ méretű furatok azonos osztókörön helyezkednek el, ezért a 6.1, 6.3, 6.4. műveleti utasításokat a furatszámoknak megfelelően kell elvégezni.

Az alkalmazott szerszám: RF-31-es sugárfúrógép

A fúróorsó fúrási mélysége: 380 mm

Fokozati tényező: $\varphi = 1,4$

Fordulatszám-határok: $n = 19 - 1900 [1/min]$

6.1. Fúrás I. ($\varnothing 3 \times 19$ mm)

A befogás módja: fúrókészülékbe

Az alkalmazott szerszám: Csigafúró $\varnothing 3$ HS18 0 1 MSZ3985

A szerszámbe fogó: fúrótokmány

A fogásmélység: $a = \frac{D}{2} = \frac{3}{2} = 1,5$ mm

Az előtolás értéke: $f = 0,03 \frac{mm}{ford}$

A fogások száma: $i = 1$

Az alkalmazott forgácsoló sebesség meghatározása:

$$v_c = v_0 \cdot K_l \cdot K_a \cdot K_{sz} = 11 \cdot 1 \cdot 0,65 \cdot 1 = 7,15 \frac{m}{min} \quad (136)$$

A fordulatszám meghatározása:

$$n = \frac{1000 \cdot v_c}{D \cdot \pi} = \frac{1000 \cdot 7,15}{3 \cdot \pi} = 758,64 \text{ min}^{-1} \quad (137)$$

A megváltozott forgácsoló sebesség:

$$v_{cm} = \frac{D \cdot \pi \cdot n_{g\acute{e}pi}}{1000} = \frac{3 \cdot \pi \cdot 710}{1000} = 6,69 \frac{m}{min} \quad (138)$$

A fúró nyomatékigénye:

$$M = F_1 \cdot \frac{D}{2} = k_c \cdot A \cdot \frac{D}{2} = k_c \cdot \frac{D \cdot f}{4} \cdot \frac{D}{2} = k_c \cdot \frac{D^2 \cdot f}{8 \cdot 10^3} [Nm] \quad (139)$$

$$M = 3070 \cdot \frac{3^2 \cdot 0,03}{8 \cdot 10^3} = 0,1 Nm$$

A fúrás teljesítményszükséglete:

$$P_c = \frac{M \cdot 2 \cdot \pi \cdot n_{g\acute{e}pi}}{60 \cdot 10^3} = \frac{0,1 \cdot 2 \cdot \pi \cdot 710}{60 \cdot 10^3} = 0,0008 kW \quad (140)$$

A hajtáshoz szükséges teljesítmény meghatározása:

$$P_h = \frac{P_c}{\eta_G} = \frac{0,0008}{0,8} = 0,001 kW \quad (141)$$

Az RF-31-es típusú sugárfúrógépbe beépített 7 kW-os villanymotor ezt a teljesítményszükségletet kielégíti.

A fúrési idő meghatározása:

$$t_g = \frac{L}{v_f} \cdot i = \frac{l_1 + l + l_2}{f \cdot n} \cdot i = \frac{2 + 19 + 2}{0,03 \cdot 710} = 1,08 min \quad (142)$$

6.2. Fúrás II. ($\varnothing 9 \times 19 mm$)

Az alkalmazott szerszám: Csigafúró $\varnothing 9$ HS18 0 1 MSZ3985

A fogásmélység: $a = \frac{D}{2} = \frac{9}{2} = 4,5 mm$

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

A fogások száma: $i = 1$

Az alkalmazott forgácsoló sebesség meghatározása:

$$v_c = v_0 \cdot K_l \cdot K_a \cdot K_{sz} = 10 \cdot 1 \cdot 0,65 \cdot 1 = 6,5 \frac{m}{min} \quad (143)$$

A fordulatszám meghatározása:

$$n = \frac{1000 \cdot v_c}{D \cdot \pi} = \frac{1000 \cdot 6,5}{9 \cdot \pi} = 229,89 \text{ min}^{-1} \quad (144)$$

A megváltozott forgácsoló sebesség:

$$v_{cm} = \frac{D \cdot \pi \cdot n_{g\acute{e}pi}}{1000} = \frac{9 \cdot \pi \cdot 250}{1000} = 7,07 \frac{m}{min} \quad (145)$$

A fúró nyomatékigénye:

$$M = F_1 \cdot \frac{D}{2} = k_c \cdot A \cdot \frac{D}{2} = k_c \cdot \frac{D \cdot f}{4} \cdot \frac{D}{2} = k_c \cdot \frac{D^2 \cdot f}{8 \cdot 10^3} [Nm] \quad (146)$$

$$M = 3070 \cdot \frac{9^2 \cdot 0,1}{8 \cdot 10^3} = 3,11 Nm$$

A fúrás teljesítményszükséglete:

$$P_c = \frac{M \cdot 2 \cdot \pi \cdot n_{g\acute{e}pi}}{60 \cdot 10^3} = \frac{3,11 \cdot 2 \cdot \pi \cdot 250}{60 \cdot 10^3} = 0,09 kW \quad (147)$$

A hajtáshoz szükséges teljesítmény meghatározása:

$$P_h = \frac{P_c}{\eta_G} = \frac{0,09}{0,8} = 0,12 kW \quad (148)$$

Az RF-31-es típusú sugárfúrógépbe beépített 7 kW-os villanymotor ezt a teljesítményszükségletet kielégíti.

A fúrési idő meghatározása:

$$t_g = \frac{L}{v_f} \cdot i = \frac{l_1 + l + l_2}{f \cdot n} \cdot i = \frac{2 + 19 + 2}{0,1 \cdot 250} = 0,92 \text{ min} \quad (149)$$

Az alkatrészen ezen az osztóköron 4 db azonos méretű süllyesztett furat található, ezért a fúrési időt fel kell szorozni a furatok számával.

$$T_{gf} = 4 \cdot 0,92 = 3,68 \text{ min} \quad (150)$$

6.3. Süllyesztés ($\varnothing 15 \times 9 \text{ mm}$)

Az alkalmazott szerszám: Csigasüllyesztő $\varnothing 15$ HS18 0 1 MSZ3995

A fogásmélység: $a = \frac{D-d}{2} = \frac{15-9}{2} = 3 \text{ mm}$

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

A fogások száma: $i = 1$

Az alkalmazott forgácsoló sebesség meghatározása:

$$v_c = v_0 \cdot K_l \cdot K_a \cdot K_{sz} = 15,4 \cdot 1 \cdot 0,65 \cdot 1 = 10,01 \frac{m}{min} \quad (151)$$

A fordulatszám meghatározása:

$$n = \frac{1000 \cdot v_c}{D \cdot \pi} = \frac{1000 \cdot 10,01}{15 \cdot \pi} = 212,42 \text{ min}^{-1} \quad (152)$$

A megváltozott forgácsoló sebesség:

$$v_{cm} = \frac{D \cdot \pi \cdot n_{gépi}}{1000} = \frac{15 \cdot \pi \cdot 250}{1000} = 11,78 \frac{m}{min} \quad (153)$$

A fúró nyomatékigénye:

$$M = F_1 \cdot \frac{D}{2} = k_c \cdot A \cdot \frac{D}{2} = k_c \cdot \frac{D \cdot f}{4} \cdot \frac{D}{2} = k_c \cdot \frac{D^2 \cdot f}{8 \cdot 10^3} [Nm] \quad (154)$$

$$M = 2390 \cdot \frac{15^2 \cdot 0,25}{8 \cdot 10^3} = 16,81 \text{ Nm}$$

A fúrás teljesítményszükséglete:

$$P_c = \frac{M \cdot 2 \cdot \pi \cdot n_{gépi}}{60 \cdot 10^3} = \frac{16,81 \cdot 2 \cdot \pi \cdot 250}{60 \cdot 10^3} = 0,44 \text{ kW} \quad (155)$$

A hajtáshoz szükséges teljesítmény meghatározása:

$$P_h = \frac{P_c}{\eta_G} = \frac{0,44}{0,8} = 0,55 \text{ kW} \quad (156)$$

Az RF-31-es típusú sugárfúrógépbe beépített 7 kW-os villanymotor ezt a teljesítményszükségletet kielégíti.

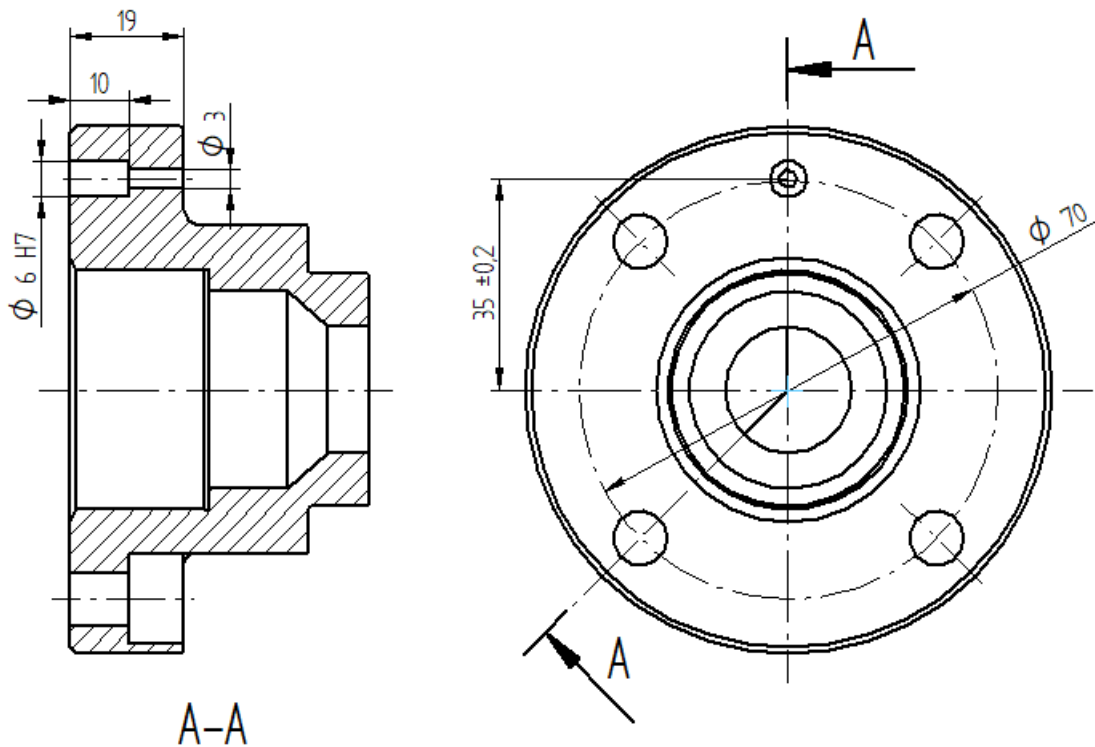
A fúrési idő meghatározása:

$$t_g = \frac{L}{v_f} \cdot i = \frac{l_1 + l + l_2}{f \cdot n} \cdot i = \frac{2 + 9 + 2}{0,25 \cdot 250} = 0,21 \text{ min} \quad (157)$$

Az alkatrészen ezen az osztóköron 4 db azonos méretű süllyesztett furat található, ezért a fúrési időt fel kell szorozni a furatok számával.

$$T_{gs} = 4 \cdot 0,21 = 0,84 \text{ min} \quad (158)$$

7. művelet: Fúrás II.



5.12. ábra A 7. művelet által kialakított méretek

Az alkalmazott szerszám: RF-31-es sugárfúrógép

A fúróorsó fúrási mélysége: 380 mm

Fokozati tényező: $\varphi = 1,4$

Fordulatszám-határok: $n = 19 - 1900 [1/min]$

7.1. Süllyesztés ($\varnothing 6 H7 \times 10 mm$)

Az alkalmazott szerszám: Csigasüllyesztő $\varnothing 6 HS18 0 1 MSZ3995$

A fogásmélység: $a = \frac{D-d}{2} = \frac{6-3}{2} = 1,5 mm$

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

A fogások száma: $i = 1$

Az alkalmazott forgácsoló sebesség meghatározása:

$$v_c = v_0 \cdot K_l \cdot K_a \cdot K_{sz} = 11 \cdot 1 \cdot 0,65 \cdot 1 = 7,15 \frac{m}{min} \quad (159)$$

A fordulatszám meghatározása:

$$n = \frac{1000 \cdot v_c}{D \cdot \pi} = \frac{1000 \cdot 7,15}{6 \cdot \pi} = 379,32 min^{-1} \quad (160)$$

A megváltozott forgácsoló sebesség:

$$v_{cm} = \frac{D \cdot \pi \cdot n_{gépi}}{1000} = \frac{6 \cdot \pi \cdot 355}{1000} = 6,69 \frac{m}{min} \quad (161)$$

A fúró nyomatékigénye:

$$M = F_1 \cdot \frac{D}{2} = k_c \cdot A \cdot \frac{D}{2} = k_c \cdot \frac{D \cdot f}{4} \cdot \frac{D}{2} = k_c \cdot \frac{D^2 \cdot f}{8 \cdot 10^3} [Nm] \quad (162)$$

$$M = 3070 \cdot \frac{6^2 \cdot 0,1}{8 \cdot 10^3} = 1,38 Nm$$

A fúrás teljesítményszükséglete:

$$P_c = \frac{M \cdot 2 \cdot \pi \cdot n_{gépi}}{60 \cdot 10^3} = \frac{1,38 \cdot 2 \cdot \pi \cdot 355}{60 \cdot 10^3} = 0,05 kW \quad (163)$$

A hajtáshoz szükséges teljesítmény meghatározása:

$$P_h = \frac{P_c}{\eta_G} = \frac{0,05}{0,8} = 0,07 kW \quad (164)$$

Az RF-31-es típusú sugárfúrógépbe beépített 7 kW-os villanymotor ezt a teljesítményszükségletet kielégíti.

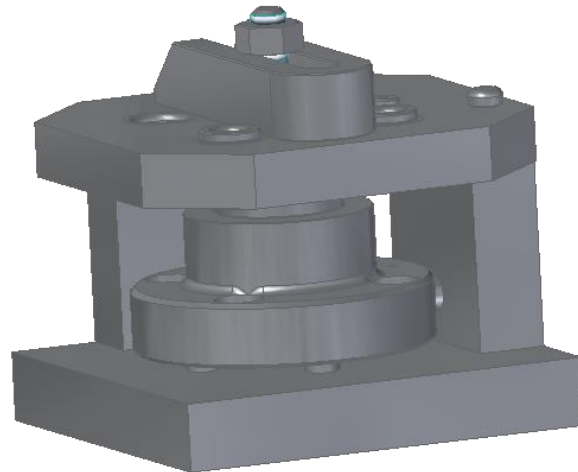
A fúrési idő meghatározása:

$$t_g = \frac{L}{v_f} \cdot i = \frac{l_1 + l + l_2}{f \cdot n} \cdot i = \frac{2 + 10 + 2}{0,1 \cdot 355} = 0,4 min \quad (165)$$

8. művelet: MEO, Végellenőrzés

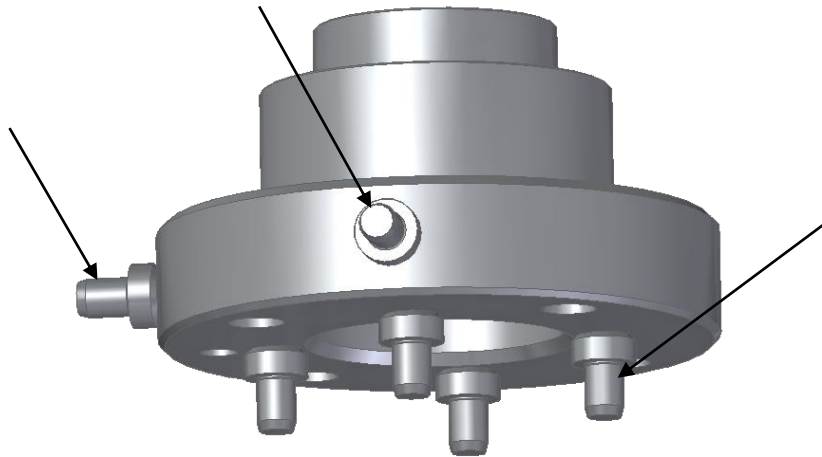
5.3. Készüléktervezés

A fúrókészülék tervezésére a sorozatgyártásra való átállás miatt van szükség, így csökkenthető a gyártás időtartama és a selejt munkadarabok száma. Ebben a fejezetben a fúrókészülék tervezésének lépéseit mutatom be. Az adott szövegrészhez tartozó alkatrészeket fekete nyíllal jelöltem. Az egyes lépésekhez bemutatott ábrákon szereplő nem szabványos alkatrészek műhelyrajzait a 12-14. mellékletek tartalmazzák.



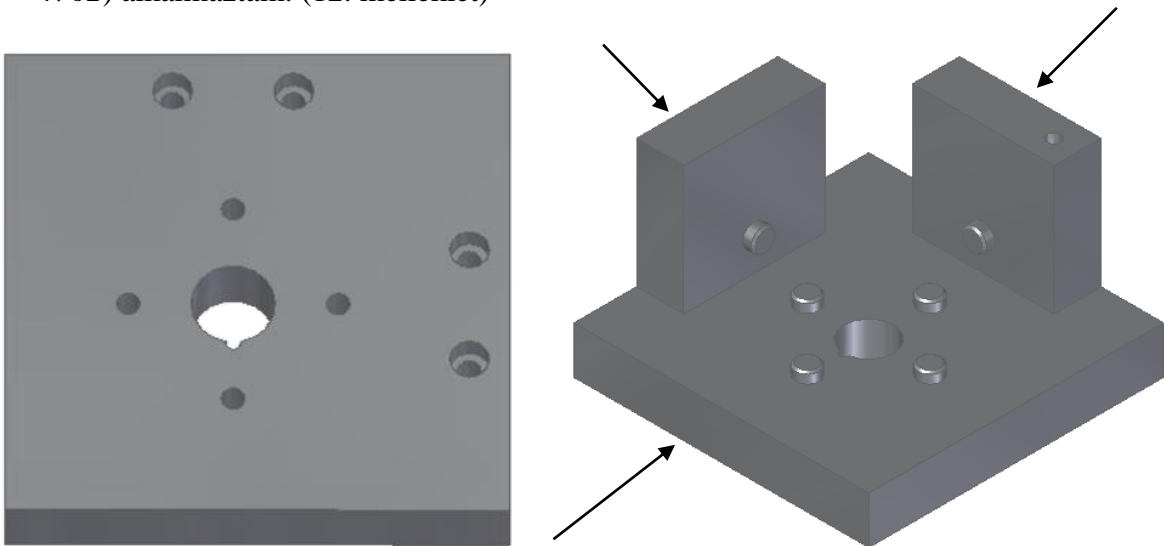
5.13. ábra A fúrókészülék 3D-s rajza

- (1) Első lépésként elemeztem a munkadarabot és azonosítottam a bázisfelületeket. A műveleti utasítási lapokon a gép munkaterében jelöltem a munkadarab helyzetét.
- (2) A támaszok jelen esetben helyzetmeghatározó ülékek, mivel méretet határoznak meg. Ezeket a munkadarab bázisfelületeire berajzoltam, amely az 5.14. ábrán látható. Először a felfekvést, majd az oldalpozícionálást határoztam meg, amelyekhez „A” alakú csapos ülékeket ($\varnothing 10$) alkalmaztam. A felfekvéshez négy darab üléket alkalmaztam arra az esetre, amennyiben forgács jut a munkadarab és az ülék közé, akkor a munkadarab billegése jelzi az idegen anyag jelenlétét. A kereskedelem kapható ülék méreteit a *DIN 6321* szabvány tartalmazza. Anyagminőségét tekintve C45E edzett és köszörült szerszámacél.



5.14. Ülének helyzete a munkadarabhoz képest

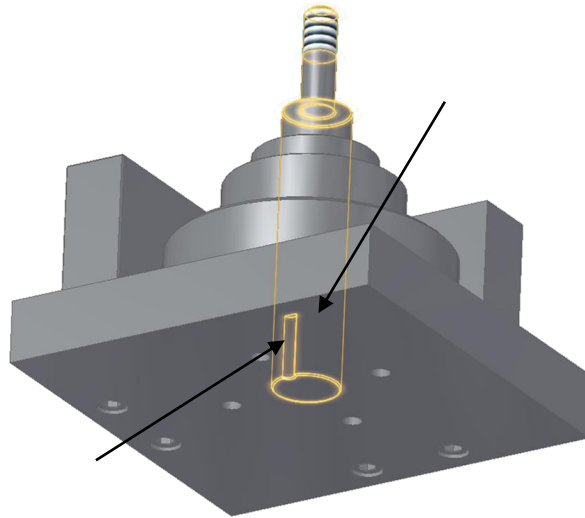
- (3) A készüléstartest, amely tartalmazza a készülék összes elemét, az ülének berajzolását követően alakult ki. Az eszköz létrehozásánál különösen ügyeltem a forgács és a hűtőfolyadék elvezetésének biztosítására. A készüléktartest kialakításánál a merevséget, a gazdaságos gyárthatóságot vettem figyelembe, ezért szerelt készüléktartestet alkalmaztam, melynek anyagminősége S355 szerkezeti acél. Az alaplaphoz az oldal- és hátlapot csavarbiztosítással rögzítettem. Ehhez a kereskedelemben kapható M6-os belső kulcsnyílású hengeresfejű A2 anyagminőségű rozsdamentes acél csavart (MSZ EN ISO 4762) alkalmaztam. (12. melléklet)



5.15. ábra Az alaplapp és a szerelt készüléktartest

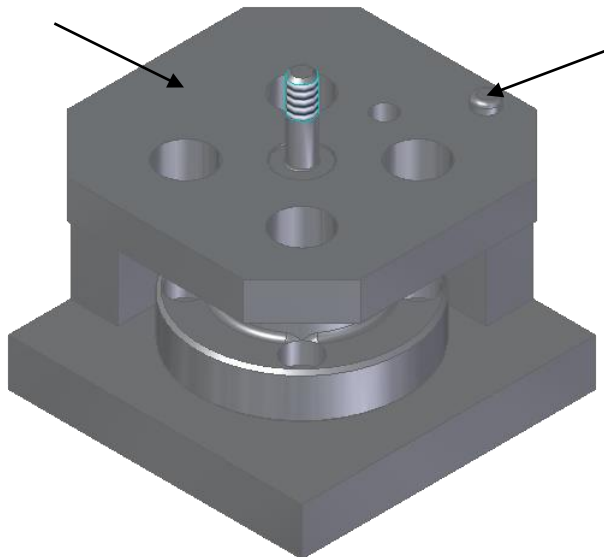
- (4) Az alaplappba szilárdan illesztettem a hengeres vezetőoszlopot és a kereskedelemben kapható hengeres illesztőszeggel (DIN 6325) biztosítottam az elfordulás ellen. A vezetőoszlopra fűztem a munkadarabot, amelynek méretét tehát az alkatrész belső furatához viszonyítva alakítottam ki. Szerepe a munkadarab tájolása, anyaga S355

szerkezeti acél, míg a hengeres illesztőszegé 60 HRC keménységű edzett acél. (13. melléklet)



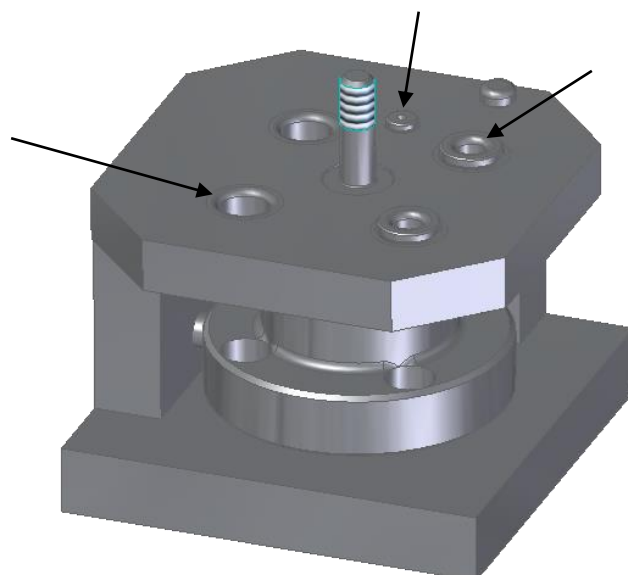
5.16. A vezetőoszlop elhelyezkedése és biztosítása

(5) A fúrólap kialakításánál figyelembe vettem a perselyek méreteit, amit szabvány ír elő. Anyagminősége S355 szerkezeti acél, helyzetét a vezetőoszlop, a furatok elhelyezkedése, az oldal- és hátlap határozzák meg. A fúrólap szorítását a munkadarabhoz villás szorítóvas alkalmazásával, csavaranyával biztosítottam és az elfordulás ellen egy S235 anyagminőségű fejes csappal rögzítettem a hátfalra. (14. melléklet)



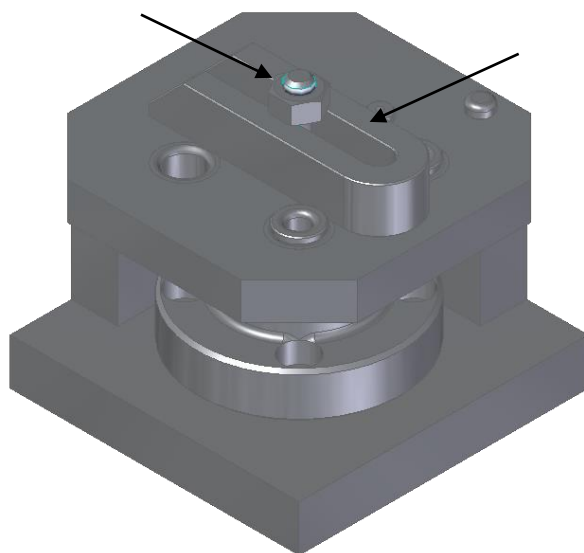
5.17. ábra A fúrólap elhelyezkedése és biztosítása

(6) A fúróperselyek alkalmazásával biztosítottam a furatok helyzetét, anyaguk C45E minőségű, 65 HRC keménységű betétben edzett acél. A perselyek alakját és méreteit szabványok rögzítik. A fúrókészülékhez a furatok méretei alapján, hengeres (*DIN 179 A* alak) és peremes (*DIN 172 A* alak) fúróperselyeket is alkalmaztam.



5.18. ábra A fúrőperselyek elhelyezése

(7) A fúrólapp szorítását villás szorítóvassal biztosítottam (*DIN 6315B*). A villás szorítóvas anyagminősége C45 nemesített acél, méretét a vezetőoszlop menetes részének méretéhez választottam (*M10*). A szorítóvasat a kereskedelemben kapható hatlapú csavaranyával (*MSZ EN ISO 4033*) szorítottam a munkadarabhoz. Az alkalmazott M10-es hatlapú acél csavaranya csúcstávja 19,5 mm. A csavarbiztosítás kilazítása után a szorítóvas kihúzható, így a fúrólapp és a munkadarab kiemelhető a fúrőkészülékből.



5.19. ábra A fúrólapp szorítása

6. Gazdasági számítás

A munkadarab sorozatgyártás teljes dokumentációjának nélkülözhetetlen része a gazdasági számítás elvégzése. A számolás alkalmával konszolidált gazdaságot feltételeztem, extrém hatásoktól eltekintve. Mindez alapvető módon tiszta piaci folyamatokra, valamint stabil piacra épült. Az árkalkuláció célja az összköltség kiszámítása, majd ebből az egy munkadarabra eső költség megállapítása. Az összköltség a tervezési, gyártási és alapanyagárat foglalja magába. Számolásom során a cég óradíjait, illetve anyagbeszerzési bruttó árait vettem figyelembe. A 6.1. táblázat tartalmazza a tervezési óradíjakat, ahol a munkaórák az általam felhasznált időt mutatják.

6.1. táblázat Tervezési folyamatok díjszabása

Tervezési folyamatok	Munkaóra (óra):	Egység ár (HUF):	Ár (HUF):
Süllyesztékes kovácsolás	4	35.000.-	140.000.-
Gyártástechnológia	8	35.000.-	280.000.-
Készülék	4	35.000.-	140.000.-
Összesen			560.000.-

A süllyesztékes kovácsszerszám összköltsége **340.000.-** HUF, ami tartalmazza az alapanyag-, szerszámtervezési, és gyártási költséget. A forgácsolási megmunkálásnál a gépi főidők összege 15 perc. A megmunkálási időhöz hozzáadtam a gép beállítási, szerszám csere és munkadarab méret ellenőrzési időket. Megállapítottam tehát, hogy a teljes munkaidő 1 munkadarabra vetítve 40 percre növekedett, melynek munkadíja: **12.000.- HUF**. A teljes árkalkuláció kiszámolásához szükséges még a készülék költségének kiszámolása. A fűrőkészülék alkatrészeinek értékeit a 6.2. táblázat tartalmazza. A táblázatban zöld kerettel a kereskedelemben kapható alkatrészeket jelöltem. A kereskedelemben nem kapható alkatrészek árképzésénél az alapanyagárat és a becsült megmunkálási munkadíj összegét feltételeztem.

6.2. táblázat A fúrókészülék összeköltsége

Alkatrész	Mennyiség (db):	Egység ár (HUF):	Ár (HUF):
Alaplap	1	23.000.-	23.000.-
Fúrólap	1	32.200.-	32.200.-
Hátlap	1	10.600.-	10.600.-
Oldallap	1	10.600.-	10.600.-
Rögzítőcsap	1	375.-	375.-
Vezetőoszlop	1	10.600.-	10.600.-
Belső kulcsnyílású MSZ EN ISO 4762 M6X25	4	85.-	340.-
Csapos ülék DIN 6321 Ø10	6	1.500.-	9.000.-
Hatlapú anya MSZ EN ISO 4033 M10	1	50.-	50.-
Hengeres illesztőszeg DIN 6325 Ø4	1	135.-	135.-
Peremes fúrópersely DIN 172 (A alak) hosszú Ø3X16	1	2.300.-	2.300.-
Hengeres fúrópersely DIN 179 (A alak) közepes Ø3X16	1	1.100.-	1.100.-
Peremes fúrópersely DIN 172 (A alak) közepes Ø9X20	4	1.800.-	7.200.-
Hengeres fúrópersely DIN 179 (A alak) rövid Ø15X16	4	1.500.-	6.000.-
Villás szorítóvas	1	7.000.-	7.000.-
Összesen:			120.500.-

A 6.1 és 6.2. táblázatok alapján definiálható, hogy a tervezési óradíjakból, a süllyesztékes kovácsszerszám árából, illetve a fúrókészülék költségéből adódik össze (a megmunkáláson és alapanyagáron kívül) a teljes költség. Az így kiszámolt költség értéke: **1.020.500.- HUF**. Megállapítható tehát, hogy az egy munkadarabra eső összköltség mindösszesen: **14.200.- HUF**. A sorozatgyártásra szánt munkadarab szükséges előállított darabszáma: 5000 db. A kívánt és előírt mennyiséghez tartozó összköltség: **7.100.000.- HUF**

7. Összefoglalás

A szakdolgozatom végeztével összegzem az általam választott téma tevékenységeinek főbb lépéseit és megoldásait.

A legfőbb célkitűzésem a robotizált cella patron megfogó teljes dokumentációjának elkészítése, az előgyártmánytól a kész alkatrész legyártásig. A patronmegfogó egyedi alkatrészgyártással készült kis darabszámban. A gyártás során előfordult a selejt termék létrehozása, emellett a megmunkálás is időigényes volt. Ezen hibák kiküszöbölése érdekében, illetve a vevői igények kielégítésére szükséges a sorozatgyártásra való átállás.

Elsődlegesen a feladat, vagyis a probléma ismertetését végeztem el. Felvázoltam a főbb részeket, ezen kívül az elvégzendő teendőket is. Mindezek után áttekintettem a hazai és nemzetközi szakirodalmakat. Az irodalomkutatás célja a feladat megértésében és a megfelelő kidolgozási sorrendben is nagy segítséget biztosított. A felhasznált szakirodalmakból az előgyártmány tervezése, a süllyesztékes kovácsolás, a forgácsolási eljárások - ezen belül az esztergálás és a fúrás -, a hűtő-kenő folyadékok és a készüléktervezés témaköreit tekintetem át. Ezen szakirodalmak áttekintése nélkülözhetetlenek bizonyultak a feladat teljesítésében.

Az elméleti háttér megszerzését követően, részletesen kifejtettem a problémát. Emellett kidolgoztam és felvázoltam a megoldás menetét.

A sorozatgyártásra való átállás első eleme az előgyártmány tervezése volt. A vevői igények alapján a munkadarab süllyesztékes kovácsolással készült. A technológiai számítások során készült munkadarabokat a Solid Edge 2020 nevű szoftver segítségével rajzoltam. A tervezés alkalmával a gépészeti darabból kiindulva különböző paraméterek kiszámolásának útján készült el a kovácscarab. Ennek segítségével készítettem el a kovácsszerszámot.

Az elkészült előgyártmány alapján megterveztem a forgácsolás folyamatát. A teljes művelet két fő részből állt, az esztergálás és a fúrás. A gyártástechnológiai számításokat elvégezése után, a kiszámolt forgácsolási paraméterek alapján, műveleti utasítási lapokat készítettem. Ezen lapok tartalmazzák az adott megmunkálási folyamatokat, az alkalmazott szerszámokat és a kiszámolt technológiai paramétereket. A munkadarab befogását követően elvégeztem az esztergálást, illetve a fúrás műveletet, fúrókészülékbe. Természetesen a megmunkálások között minőségellenőrzést végeztem.

A sorozatgyártásnak elengedhetetlen része a fúrókészülék tervezése, a megmunkálás időtartamának csökkentése érdekében. A tervezés során a munkadarab vizsgálatát követően,

lépésről-lépésre megterveztem és létrehoztam a fúrókészüléket. A készüléket saját tervezésű alkatrészek, illetve a kereskedelemben kapható alkatrészek alkotják.

A tervezési folyamat befejeztével elvégeztem a gazdasági számítást. Táblázatba foglaltam a tervezési díjakat, és a fúrókészülék alkatrészeinek árát. A kiszámolt értékek alapján megállapítottam az egy darabra, illetve az 5000 darabra eső termék összköltségét.

Konklúzióként megállapítom, hogy a sorozatgyártásra való átállás az adott munkadarabnál gazdaságosabb az egyedi alkatrészgyártásnál, következtetésképp megéri a fejlesztés.

8. Summary

Upon completion of my thesis, I summarize the main steps and solutions of the activities of the topic I have chosen.

My main objective is to prepare the complete documentation of the robotic cell cartridge gripper, from the billet to the production of the finished part. The cartridge gripper is made in small quantities with individual component production. In the course of production, the creation of a scrap product occurred, and in addition, the machining was also time-consuming. In order to eliminate these errors and to meet customer needs, it is necessary to switch to series production.

First of all, I explained the task, i.e. the problem. I have outlined the main parts, as well as the tasks to be performed. After all this, I reviewed the domestic and international literature. The aim of the literature research also provided great help in understanding the task and in the appropriate order of elaboration. From the technical literature used, I reviewed the topics of preform design, die forging, cutting processes - including turning and drilling -, cooling and lubricating fluids and device design. The review of these literatures proved to be indispensable for the completion of the task. After acquiring the theoretical background, I explained the problem in detail. In addition, I worked out and outlined the process of solving the task.

The first element of the transition to series production was the design of the billet. Based on the customer's requirements, the work piece was made by die forging. I drew the workpieces made during the technological calculations using the Solid Edge 2020 software. Throughout design process, starting from the mechanical piece, the forge piece was completed by calculating various parameters. With the help of this, I made the forging die. I planned the cutting process based on the completed billet. The entire operation consisted of two main parts, turning and drilling. After completing the technological calculations, based on the calculated cutting parameters, I prepared operational instruction sheets. These sheets contain the specific machining processes, the tools used and the calculated technological parameters. After clamping the workpiece, I performed the turning the, and drilling operation in a drilling machine. Needless to say, I performed a quality control between the machining operations.

An essential part of series production is the design of the drilling device in order to reduce the duration of the machining. During the planning process, after examining the workpiece, I designed and created the drilling device step by step. The device consists of self-designed components and commercially available components.

After completing the planning process, I performed the economic calculations. I have included the design fees and the price of the drilling device's components in a table. Based on the calculated values, I determined the total cost of the product for one piece, and for the total of 5,000 pieces.

As a conclusion, I state that the transition to series production is more economical for the given workpiece than the production of individual parts, in conclusion the development is worth it.

9. Felhasznált irodalomjegyzék

- [1] Bagyinszki Gy., Borossay B., Kári-Horváth A., Kovács-Coskun T., Mucsi A., Németh Á., Pálinkás I., Szakál Z., Zsidai L.; 2012; Anyagtechnológiák; Typotex Kiadó, H.n.
- [2] Bakondi K., Kardos Á.; 1972; A gépgyártás technológiája I. - Forgácsolás; Tankönyvkiadó; Budapest
- [3] Bali J.; 1985; Forgácsolás, Tankönyvkiadó; Budapest
- [4] Bálint L.; 1967; Forgácsoló megmunkálás tervezése; Műszaki Könyvkiadó; Budapest
- [5] Dudás I.; 2000; Gépgyártástechnológia I.; Miskolci Egyetemi Kiadó; Miskolc
- [6] Dudás I.; 2001; Gépgyártástechnológia II.; Miskolci Egyetemi Kiadó; Budapest
- [7] Fenyvessy T., Fuchs R., Gürtler M., Csabáné, Plósz Á.; 2018; Műszaki táblázatok; TCS Media Kft.; Budapest
- [8] Firstner S.; 2008; Gyártástechnológia; Egyetemi Kiadó; Dunaújváros
- [9] Fledrich G., Kári-Horváth A., Kakuk Gy., Zsidai L.; 2016; Gépgyártástechnológia, Szent István Egyetemi Kiadó; Gödöllő
- [10] Fledrich G., Kári-Horváth A., Pataki T. Zsidai L., Kári-Horváth A. (szerk.); 2017; Mechanikai Technológiák; Szent István Egyetemi Kiadó; Gödöllő, 188 p.
- [11] Gáti J., Kovács M.; 2003; Ipari anyagok és előgyártmányok; Műszaki Könyvkiadó; Budapest
- [12] Kakuk Gy., Kári-Horváth A., Szakál Z., Zsidai L.; 2008; Forgácsoló eljárások tervezése; Nemzeti Szakképzési és Felnőttképzési Intézet; Budapest
- [13] Kakuk Gy., Kári-Horváth A., Szakál Z., Zsidai L.; 2008; Gyártástervezés; Nemzeti Szakképzési és Felnőttképzési Intézet; Budapest
- [14] Kári-Horváth A., Pataki T. Zsidai L., Kári-Horváth A. (szerk.); 2017; Szerszámok és készülékek; Szent István Egyetemi Kiadó; Gödöllő; 199 p.
- [15] Kári-Horváth A., Pataki T.; 2020; Analysis of temperature in different cooling methods; IOP Conference Series Materials Science and Engineering 749 Paper: 012017; 8 p.
- [16] Kári-Horváth A., Pataki T.I., Sarankó Á., Szilágyi N.; 2022 május; A forgácsolóüzemek emulziókezelési „kaputól-kapuig” technológiájának felülvizsgálata; Mezőgazdasági Technika LXIII. évfolyam; Magyar Agrár és Élettudományi Egyetem; Gödöllő; pp. 29-31., 3 p.
- [17] Kári-Horváth A., Pellényi L., Szabó L., Zsidai L.; 2006; Gépgyártástechnológiai példatár és segédlet, Szent István Egyetemi Kiadó; Gödöllő,

- [18] Kári-Horváth A., Valasek I.; 2010; Demand of Energy for Chip Removal; Materials Science Forum; 659 pp. 489-497. , 9 p.
- [19] Kári-Horváth A.; 2013; The effect of MQL to the tool life; Mechanical Engineering Letters: R and D: Research and Development; 9 pp. 90-97. , 8 p.
- [20] Kári-Horváth A.; 2016; A forgácsolásnál alkalmazott minimálkenés (MMS) hatásmechanizmusa; GlobeEdit; Saarbrücken; 187 p.
- [21] Mikó B.; 2015; Forgácsolástechnológia alapjai, Bázisok és készülékek; Egyetemi jegyzet; Óbudai Egyetem, Budapest
- [22] Molnár J., Szabó S.; 1995; Készüléktervezés; Miskolci Egyetemi Kiadó; Miskolc
- [23] Pintér J.; 2003; Forgácsoló megmunkálás, új technológiák, kézirat; Széchenyi István Egyetem, Anyagismeretei és Járműgyártási Tanszék; Győr
- [24] Stampfer M.; 2008; Gépipari Technológiák II., Pollack Kiadó, Pécs
- [25] Stampfer M.; 2012; Forgácsolás; Pollack Kiadó; Pécs
- [26] Szabó L.; 1997; Süllyesztékes kovácsolás; Elektronikus jegyzet; Miskolc
- [27] Szabó L.; 2000; Forgácsolás, hegesztés; Egyetemi jegyzet; Miskolci Egyetem, Miskolc (1.10. A forgácsoló szerszámok)
- [28] Valasek I., Kári-Horváth A.; 2011; The action mechanism of minimum lubrication and the increase of its efficiency; Tribologie und Schmierungstechnik 58; 3 pp. 34-47. 14 p.
- [29] Zsidai L., Kakuk Gy., Kári-Horváth A., Szakál Z.; 2008; Előgyártmány és képlékeny alakítási tervezési gyakorlat; Nemzeti Szakképzési és Felnőttképzési Intézet; Budapest
- [30] www.docplayer.hu/7416661-Elogyartmany-rahagyas.html (Hivatkozva: 2023.03.14)
- [31] www.dismukovacs.hu/sullyesztokes-kovacsolas (Hivatkozva: 2022.03.22.)
- [32] www.att.bme.hu/neptuncode/BMEGEMTBGL1/segedletek/S%C3%BCllyeszt%C3%A9kes%20kov%C3%A1csol%C3%A1s%20sillabusz.pdf (Hivatkozva: 2022.03.23.)
- [33] www.oszkdk.oszk.hu/storage/00/03/17/38/dd/1/02_Kun_Kriszti__n_Dr__L__ska_J__n_os_Nagy_J__zsef_K__sz__l__ktervez__s.pdf (Hivatkozva: 2022.04.02.)

10.Nyilatkozatok

KONZULTÁCIÓS NYILATKOZAT

A SCHUMACHER DOMINIK (név) (hallgató Neptun azonosítója: PE8LO3)
konzulenseként nyilatkozom arról, hogy a
záródolgozatot/szakdolgozatot/diplomadolgozatot/portfólió 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.

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

Kelt: Gödöllő 2023 év 04 hó 26 nap

Dr. Kovács Anikó

Belső konzulens

NYILATKOZAT

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

A hallgató neve: SCHUMACHER DOMINIK
A Hallgató Neptun kódja: PE8LOJ
A dolgozat címe: ROBOTIZÁLT CELLA PATRONMEGFOGÓ GYÁRTÁSTECHNOLÓGIA-
JAINAK TERVEZÉSE SOROZATGYÁRTÁSRA HAGYOMÁNYOS
SZERSZÁMGÉPEN
A megjelenés éve: 2023
A konzulens tanszék neve: ANYAGTUDOMÁNYI ÉS GÉPIPARI FOLYAMATOK
TANSZÉK

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

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

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

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

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

Kelt: Gödöllő, 2023. év 04. hó 26. nap

Schumacher Dominik

Hallgató aláírása

¹ A megfelelő dolgozattípus meghagyása mellett a többi típus törlendő.

² A megfelelő dolgozattípus meghagyása mellett a többi típus törlendő.

4. sz. függelék – Hallgatói és konzulensi nyilatkozat minta

NYILATKOZAT

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

Kelt: Gödöllő 2023 év 04 hó 26 nap

Schumacher Dominik

Hallgató

NYILATKOZAT

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

A Záródolgozatot/Szakdolgozatot/Diplomadolgozatot záróvizsgán történő védelemre javaslolok / nem javaslolok*.

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

Kelt: Gödöllő 2023 év 04 hó 26 nap

Dr. Kovács Anikó

Belső konzulens

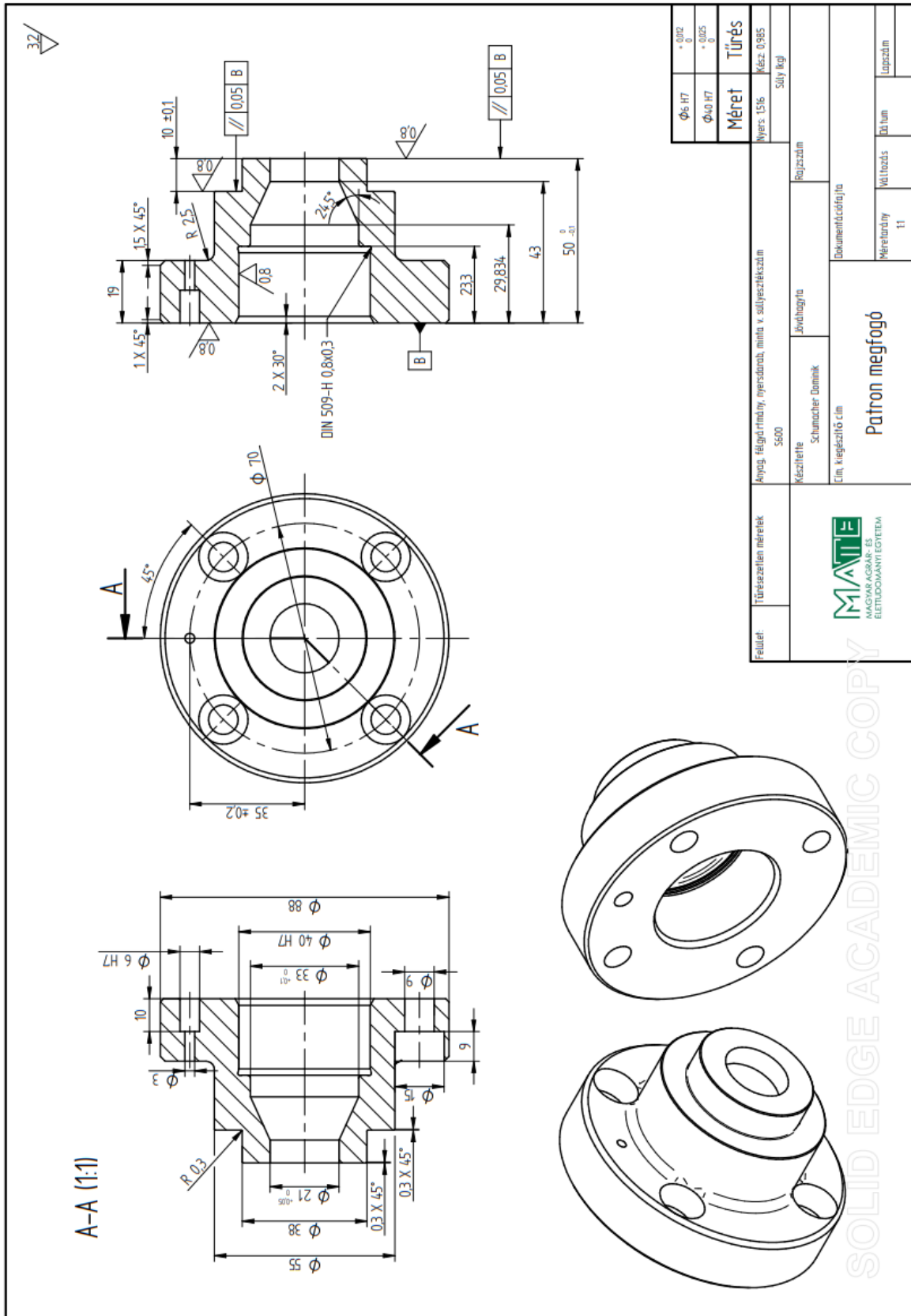
*Kérjük a megfelelőt aláhúzni!

11.Mellékletjegyzék

1. melléklet A gépészeti darab műhelyrajza
2. melléklet Üregalakhoz kötött méretek és tűrésnagyságok határeltérései
3. melléklet Üregalakhoz nem kötött méretek és tűrésnagyságok határeltérései
4. melléklet A kovácsdarab műhelyrajza
5. melléklet A kovácsdarab és a szerszám viszonyának műhelyrajza
6. melléklet Az alsó süllyesztékfél műhelyrajza
7. melléklet A műveleti utasítási lapok – Esztergálás I.
8. melléklet A műveleti utasítási lapok – Esztergálás II.
9. melléklet A műveleti utasítási lap – Fúrás I.
10. melléklet A műveleti utasítási lap – Fúrás II.
11. melléklet A szerszámkérő lap
12. melléklet A készüléktest elemeinek műhelyrajzai
13. melléklet A vezetőszelep műhelyrajza
14. melléklet A fúrólap és a rögzítőcsap műhelyrajza

Mellékletek

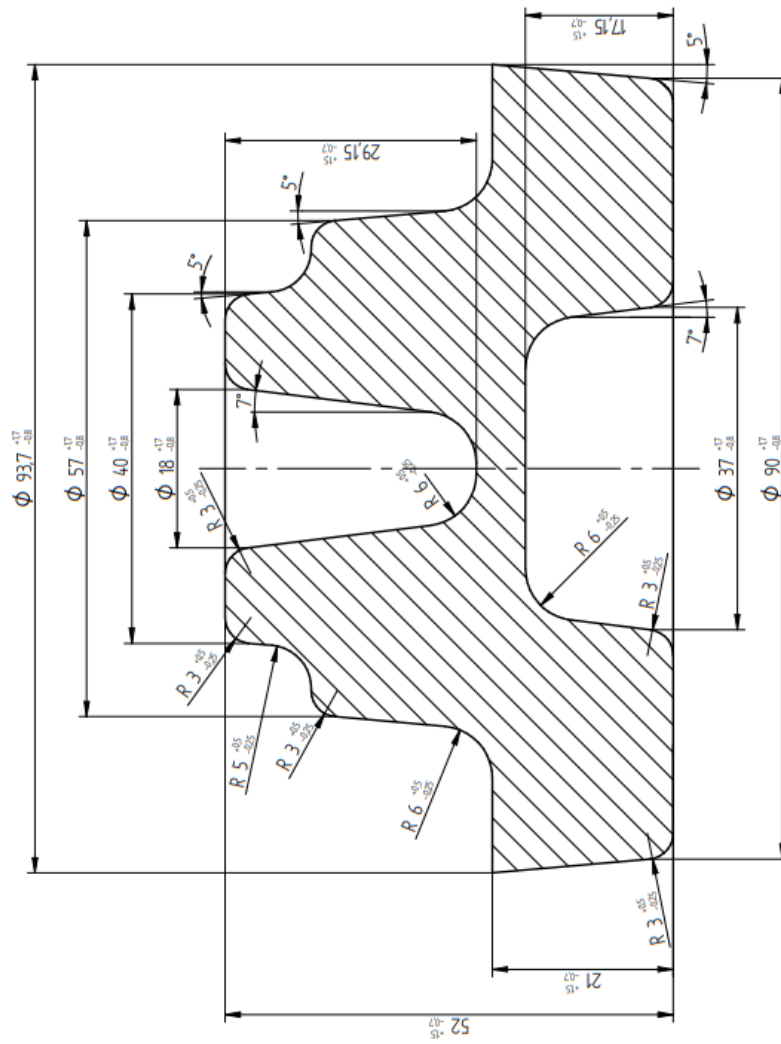
1. melléklet A gépészeti darab műhelyrajza



2. melléklet Üregalakhoz kötött méretek és tűrésnagyságok határelterései [27]

Tömeg kg	Minőség csoport		Bonyolultság csoport				Pontosság fokozat		Névméret																			
	M		S				fokozat		-tól	0	32	100	160	250	400	630	1000	1600	2500									
	-ig		M1	M2	S1	S2	S3	S4	I	II	-ig	32	100	160	250	400	630	1000	1600	2500								
											Tűrésnagyság és határelterések																	
0	0,2										0,6	+0,7 -0,4	0,7	+0,8 -0,4	0,8	+0,9 -0,5	0,9	+1,1 -0,5	-	-	-	-	-					
0,2	0,4										0,7	+0,8 -0,4	0,8	+0,9 -0,5	0,9	+1,1 -0,5	1,0	+0,7 -0,3	1,1	+0,7 -0,4	-	-	-	-				
0,4	1										0,8	+0,9 -0,5	0,9	+1,1 -0,5	1,0	+0,7 -0,4	1,1	+0,7 -0,4	1,2	+0,8 -0,4	1,4	+0,9 -0,5	-	-				
1	1,8										0,9	+1,1 -0,5	1,0	+0,7 -0,3	1,1	+0,7 -0,4	1,2	+0,8 -0,4	1,4	+0,9 -0,5	1,6	+1,1 -0,5	1,8	+1,2 -0,6	-	-		
1,8	3,2										1,0	+0,7 -0,3	1,1	+0,7 -0,4	1,2	+0,8 -0,4	1,4	+0,9 -0,5	1,6	+1,1 -0,5	1,8	+1,2 -0,6	2	+1,3 -0,7	2,2	+1,5 -0,7	-	
3,2	5,6										1,1	+0,7 -0,4	1,2	+0,8 -0,4	1,4	+0,9 -0,5	1,6	+1,1 -0,5	1,8	+1,2 -0,6	2	+1,3 -0,7	2,2	+1,5 -0,7	2,5	+1,7 -0,8	2,8	+1,9 -0,9
5,6	10										1,2	+0,8 -0,4	1,4	+0,9 -0,5	1,6	+1,1 -0,5	1,8	+1,2 -0,6	2	+1,3 -0,7	2,2	+1,5 -0,7	2,5	+1,7 -0,8	2,8	+1,9 -0,9	3,2	+2,1 -1,1
10	20										1,4	+0,9 -0,5	1,6	+1,1 -0,5	1,8	+1,2 -0,6	2	+1,3 -0,7	2,2	+1,5 -0,7	2,5	+1,7 -0,8	2,8	+1,9 -0,9	3,2	+2,1 -1,1	3,6	+2,4 -1,2
20	50										1,6	+1,1 -0,5	1,8	+1,2 -0,6	2	+1,3 -0,7	2,2	+1,5 -0,7	2,5	+1,7 -0,8	2,8	+1,9 -0,9	3,2	+2,1 -1,1	3,6	+2,4 -1,2	4	+2,7 -1,3
50	120										1,8	+1,2 -0,6	2	+1,3 -0,7	2,2	+1,5 -0,7	2,5	+1,7 -0,8	2,8	+1,9 -0,9	3,2	+2,1 -1,1	3,6	+2,4 -1,2	4	+2,7 -1,3	4,5	+3,0 -1,5
120	250										2	+1,3 -0,7	2,2	+1,5 -0,7	2,5	+1,7 -0,8	2,8	+1,9 -0,9	3,2	+2,1 -1,1	3,6	+2,4 -1,2	4	+2,7 -1,3	4,5	+3,0 -1,5	5	+3,3 -1,7
											2,2	+1,5 -0,7	2,5	+1,7 -0,8	2,8	+1,9 -0,9	3,2	+2,1 -1,1	3,6	+2,4 -1,2	4	+2,7 -1,3	4,5	+3,0 -1,5	5	+3,3 -1,7	5,6	+3,7 -1,9
											2,5	+1,7 -0,8	2,8	+1,9 -0,9	3,2	+2,1 -1,1	3,6	+2,4 -1,2	4	+2,7 -1,3	4,5	+3,0 -1,5	5	+3,3 -1,7	5,6	+3,7 -1,9	6,3	+4,2 -2,1
											2,8	+1,9 -0,9	3,2	+2,1 -1,1	3,6	+2,4 -1,2	4	+2,7 -1,3	4,5	+3,0 -1,5	5	+3,3 -1,7	5,6	+3,7 -1,9	6,3	+4,2 -2,1	7	+4,7 -2,3
											3,2	+2,1 -1,1	3,6	+2,4 -1,2	4	+2,7 -1,3	4,5	+3,0 -1,5	5	+3,3 -1,7	5,6	+3,7 -1,9	6,3	+4,2 -2,1	7	+4,7 -2,3	8	+5,3 -2,7
											3,6	+2,4 -1,2	4	+2,7 -1,3	4,5	+3,0 -1,5	5	+3,3 -1,7	5,6	+3,7 -1,9	6,3	+4,2 -2,1	7	+4,7 -2,3	8	+5,3 -2,7	9	+6 -3
											4	+2,7 -1,3	4,5	+3,0 -1,5	5	+3,3 -1,7	5,6	+3,7 -1,9	6,3	+4,2 -2,1	7	+4,7 -2,3	8	+5,3 -2,7	9	+6 -3	10	+6,7 -3,5
											4,5	+3,0 -1,5	5	+3,3 -1,7	5,6	+3,7 -1,9	6,3	+4,2 -2,1	7	+4,7 -2,3	8	+5,3 -2,7	9	+6 -3	10	+6,7 -3,5	11	+7,3 -3,7
											5	+3,3 -1,7	5,6	+3,7 -1,9	6,3	+4,2 -2,1	7	+4,7 -2,3	8	+5,3 -2,7	9	+6 -3	10	+6,7 -3,5	11	+7,3 -3,7	12	+8 -4
											5,6	+3,7 -1,9	6,3	+4,2 -2,1	7	+4,7 -2,3	8	+5,3 -2,7	9	+6 -3	10	+6,7 -3,5	11	+7,3 -3,7	12	+8 -4	14	+9,3 -4,7

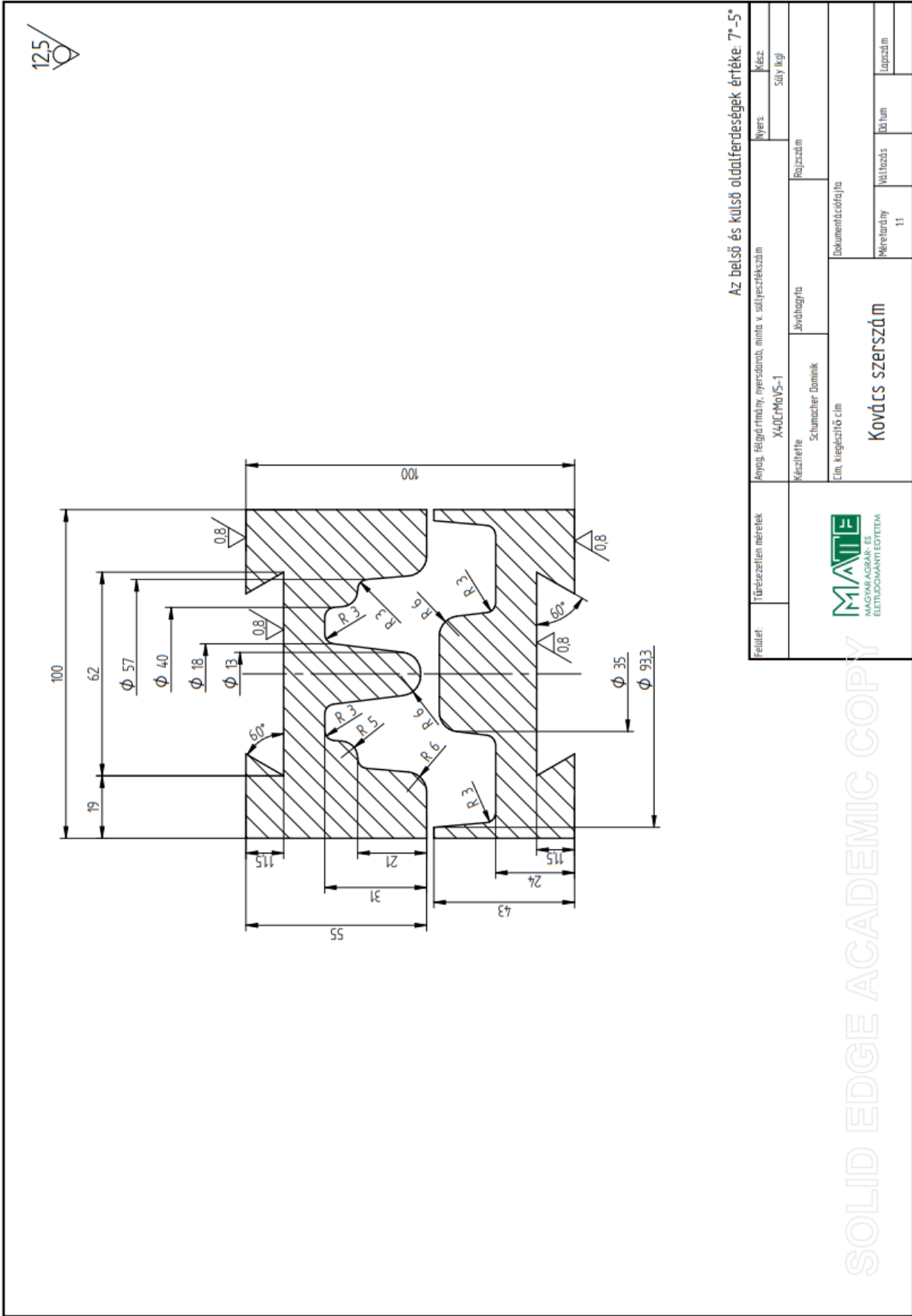
4. melléklet A kovácsdarab műhelyrajza



Fejlesztő:	Tervezeten méretek	Anyag, félgyűrűrindny, nyersdarab, minta v. súlyszékszám	Nyers: 1516	Kész: 0905
		5600	Súly (kg)	
	Mészterle	Lövőingyfa	Rajzszám	
	Schumacher Dominik		Rajzszám	
	Cím, végzőtítő cím	Dokumentációja		
	MATE MAGYAR AGRAR- ÉS ÉLETTUDOMÁNYI EGYESÜLÉS	Súlyszékes kovácsdarab		
		Méretarány	Változás	Lapszám
		Z1		

SOLID EDGE ACADEMIC COPY

5. melléklet A kovácsdarab és a szerszám viszonyának műhelyrajza



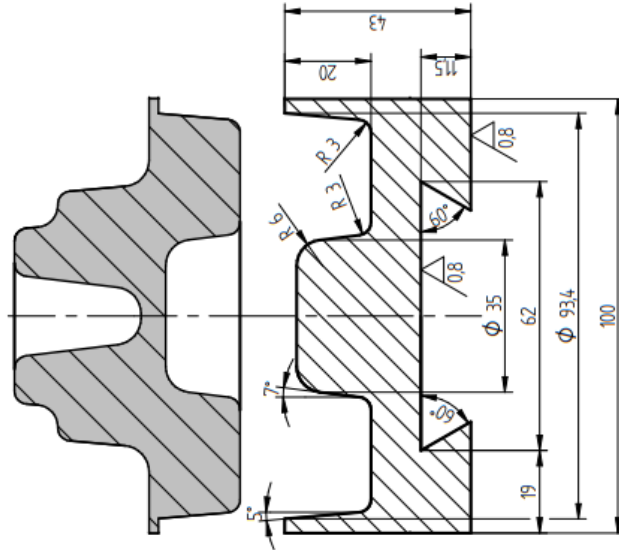
Felület: Türelésezetlen méretek	Anyag: rélgödörhúny, nyersdarab, minia v. sallyezétkészít		Ígyers:	Kéz
	X40CrMoV5-1		Súly kgj	
Készítette Schumacher Dominik	Jóváhagyta		Rajzszám	
	Cím: Kiegészítő cím		Dokumentációja	
Kovács szerszám			Méretarány	Dátum
			11	Lapszám

Az belső és külső oldalferdeségek értéke: 7°-5°

SOLID EDGE ACADEMIC COPY



6. melléklet Az alsó süllyesztékfél műhelyrajza



Felület:	Türelésiellen méretek	Anyag: félgyémánt, nyersdarab, minta v. süllyesztékszám	Myers	Kéz
		X40CrMoV5-1		Súly kgj
		Készítette: Schumacher Dominik	Javítottá	Rajzszám
		Cím: Megszóló cím	Dokumentációja	
		Alsó süllyeszték fél	Méretarány	Dátum
			11	Lapszám

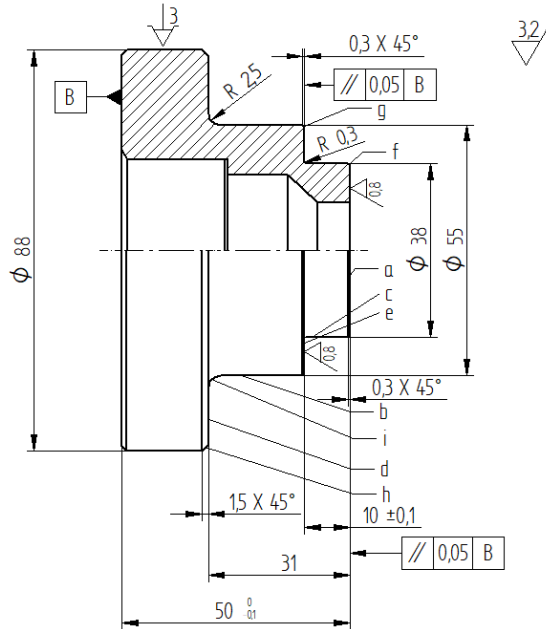


SOLID EDGE ACADEMIC COPY

8. melléklet A műveleti utasítási lapok – Esztergálás II.

MATE, Műszaki Intézet, Anyagtudományi és Gépipari Folyamatok Tanszék		MŰVELETI UTASÍTÁS forgácsolásra		Lapszám: 8/4	
Rajzsám:		Munkadarab megnevezése: Patron megfogó		Művelet száma: 4.	
Anyag: S600	Nyersméret: Ø94 x 52 mm	Művelet megnevezése: Esztergálás II.		Műveleti ut. száma: 9	

Vázlat:



Sorsz	Művelet tagozódása	Megm. felület	Szerszám, mérőeszköz., készülék	v m/min	n ford/p	f mm/f	a mm.	i
	Tokmányba befogás							
4/1	Oldalazás méretre	a	Homlokélű esztergakés P20 32 x 32 J II. MSZ 1903	70,37	560	0,1	1	1
4/2	Palástnagyoítás I.	b	Oldalélű esztergakés P20 20 x 32 J II. MSZ 1904	66,92	355	0,16	2,5	1
4/3	Palástnagyoítás II.	c	Oldalélű esztergakés P20 20 x 32 J II. MSZ 1904	73,89	560	0,1	2	1
4/4	Homlokesztergálás I.	d	Homlokélű esztergakés P20 32 x 32 J II. MSZ 1903	79,17	280	0,1	1	1
4/5	Homlokesztergálás II.	e	Homlokélű esztergakés P20 32 x 32 J II. MSZ 1903	77,75	450	0,1	1	1
4/6	Külső élt letör	f	Oldalélű esztergakés P20 20 x 32 J II. MSZ 1904	14,07	112	0,1	0,3	1
4/7	Külső élt letör	g	Oldalélű esztergakés P20 20 x 32 J II. MSZ 1904	14,07	112	0,1	0,3	1
4/8	Külső élt letör	h	Oldalélű esztergakés P20 20 x 32 J II. MSZ 1904	14,07	112	0,1	1,5	1
4/9	Lekerkitést esztergál	i	Rádiusz esztergakés P20 20 x 32 J II.	14,07	112	0,1	2,5	1

Kiállította: Kelte: Ellenőrizte: Kelte: Darabidő: Elkészülési idő: Érv.darabszámra:

Schumacher Dominik 2023.04.15 norm. i. pótidő norm. i. pótidő -tól -ig

Javítások

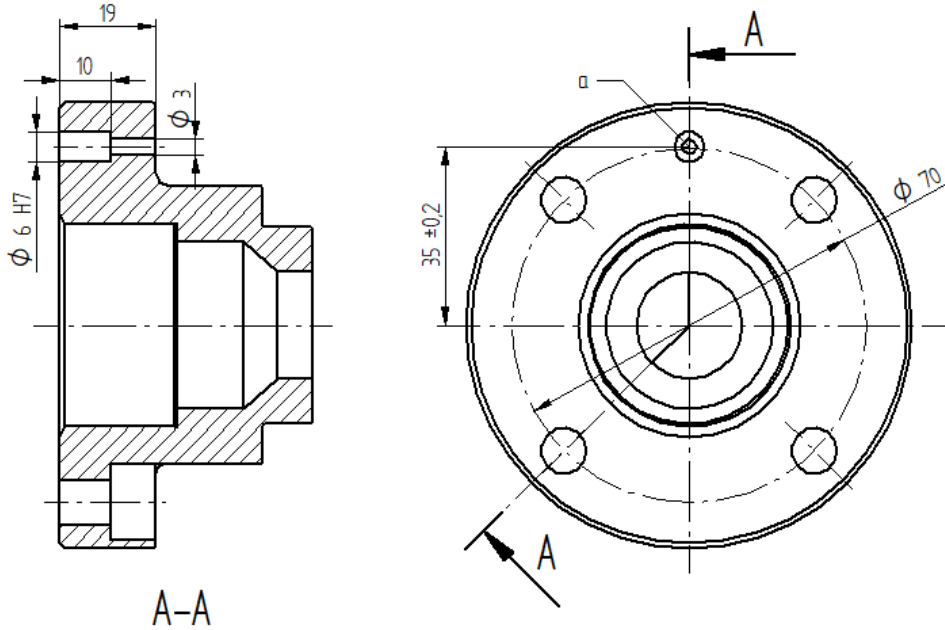
Jel	Javította:	Kelte:	Ellenőr.:	Kelte:	Műhely:	Csoport:	Géptípus:	gép l.sz
							norm.	a EU 500
							szükség szerinti változat	b
								c
								d

Kapja: péld
oszt:

10. melléklet A műveleti utasítási lap – Fúrás II.

MATE, Műszaki Intézet, Anyagtudományi és Gépipari Folyamatok Tanszék		MŰVELETI UTASÍTÁS forgácsolásra		Lapszám: 8/7	
Rajzsám:		Munkadarab megnevezése: Patron megfogó		Művelet száma: 7.	
Anyag: S600	Nyersméret: Ø94 x 52 mm	Művelet megnevezése: Fúrás II.		Műveleti ut. száma: 1.	

Vázlat:



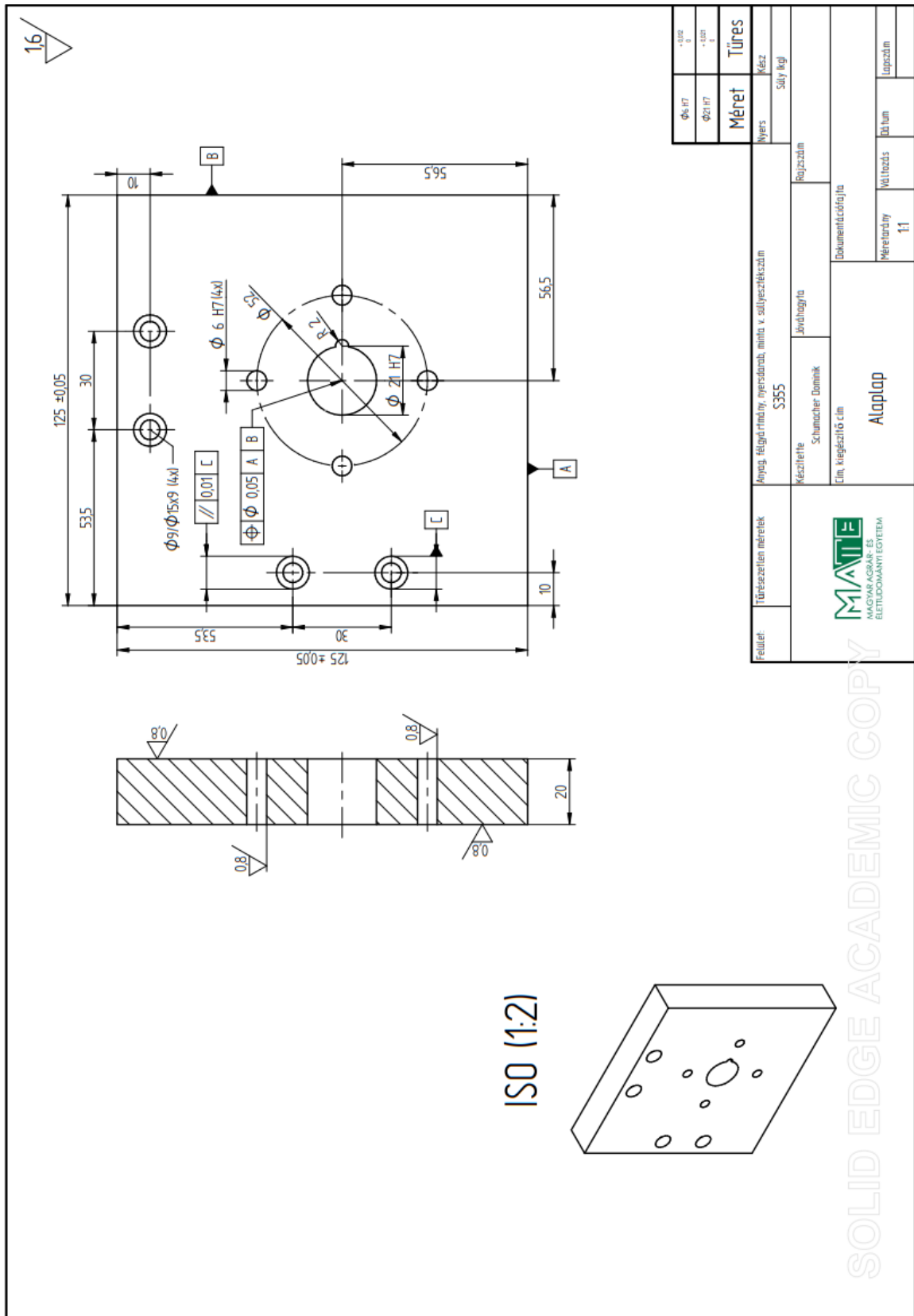
Sorsz	Művelet tagozódása	Megm. felület	Szerszám, mérőeszköz., készülék	v m/min	n ford/p	f mm/f	a mm.	i
	Fúrókészülékbe befog							
5/1	Süllyesztés	a	Csigasüllyesztő Ø6 HS18 0 1 MSZ3995	6,69	355	0,1	1,5	1
	Hűtés:		Olajemulzió					
	Ellenőrzés:		Tolómérce (150/1/50 DIN862)					
			Dugós idomszer (Ø6 DIN7150-2/H7)					

Kiállította:	Kelte:	Ellenőrizte:	Kelte:	Darabidő:	Elkészülési idő:	Érv.darabszámra:
Schumacher Dominik	2023.04.15			norm. i. pótidő	norm. i. pótidő	-tól -ig
Javítások						
Jel	Javította:	Kelte:	Ellenőr.:	Kelte:	Műhely:	Csoport: Géptípus: gép l.sz
						norm. a RF-31
						szükség szerinti változat b
						c
Kapja: péld. oszt:						d

11. melléklet A szerszámkérő lap

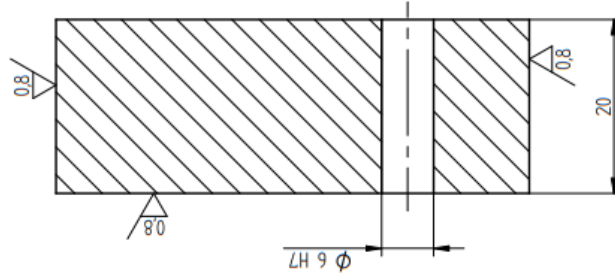
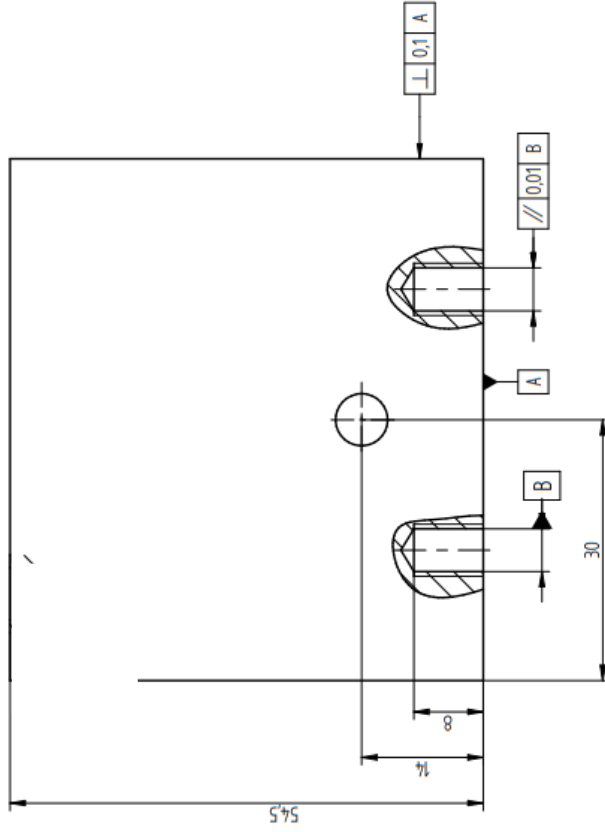
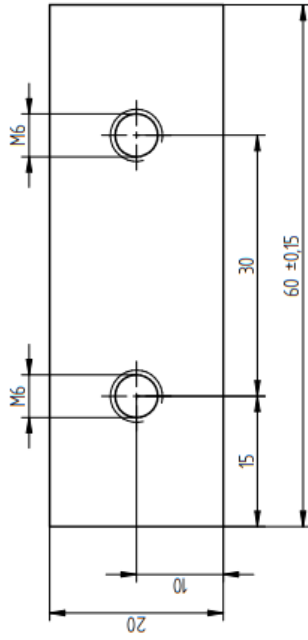
Vállalat: MATE-MI-AGFT	Munkadarab megnevezése: Patron megfogó		Műveletterv száma: 8/8
Rajzszám:			
Művelet jele: 3.	Művelet megnevezése: Esztergálás I.	Gyártási jel:	
Szerszám vagy készülék neve: Alakos beszúró esztergakés			
Vázlat:			
Műszaki előírás, magyarázat:			
Az 1 jelű alakos horony (DIN 509-H 0,8x0,3) beszúrásához, beszúró lyukkés			
elkészítése szükséges (anyaga: HS 18 0 1), amelyet az EU 500-as egytetemes			
csúcsesztergapadon történő megmunkálásra használunk.			
Munkagép		Szerszám vagy készülék rajzszáma:	Egyszerre befogott darabok száma: 1 db
Megnevezés	Leltári szám		
EU 500			Készítendő készülék (db): 1 db
		Készülék jele: K-1	Osszes munkadarab száma: 5000
			Mérési eljárás:


12. melléklet A készüléstest elemeinek műhelyrajzai



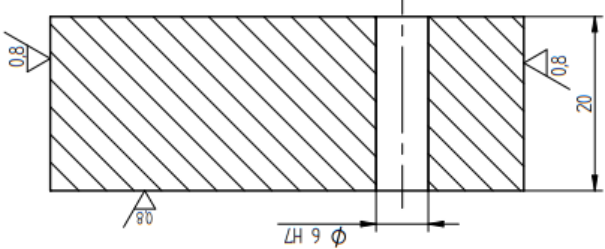
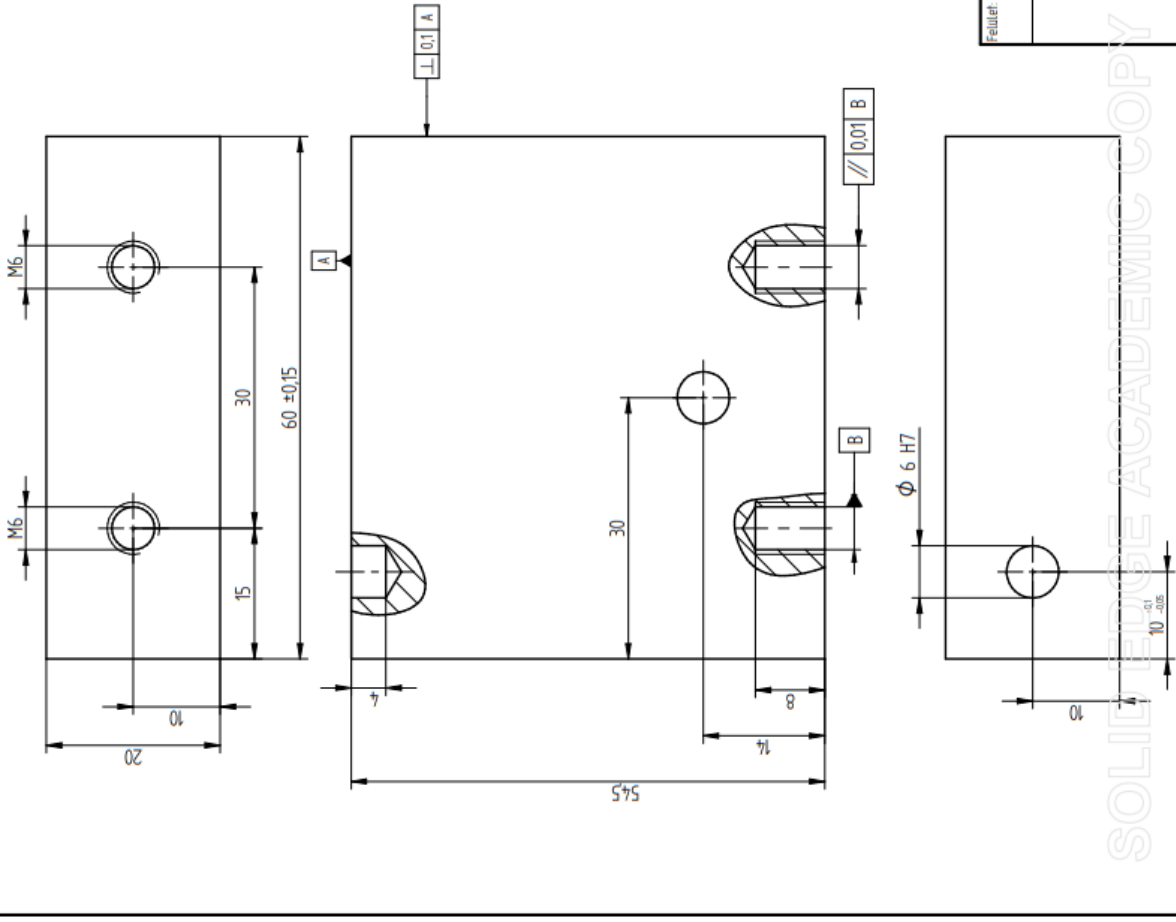
Fejlesztő:	Tűrészetlen méretek	Anyag, félgyártmány, nyersdarab, minta v. szállítási készlet	S355	Rajzszám	
Készítette:	Schmücker Dominik	Javítva/írta		Dokumentációja	
Elm. kiegészítő elm.		Alaplap		Méretarány	1:1
MATE		MAGYAR AGYAR-ES		Dátum	Lapozám
ELTUDOMÁNYTÉRTÉK					
Φ6 H7	+0.02	Φ21 H7	+0.04	Méret	Tűrés
Φ6 H7	0	Φ21 H7	-0.04	Nyers	Kész
			Súly (kg)		

SOLID EDGE ACADEMIC COPY



Térészellenőrzés		Anyag, felületminőség, nyersdarab, minta v. süllyeszték szám		Mérés		Kész	
Felület:		S355		Mérés		Súly kg/l	
		Készítette		Rajzszám		Türes	
		Schmücker Dominik		Jóváhagyta			
		Cím, kiegészítő cím		Dokumentációja			
		Oldallap		Mérés hely		Dátum	
				Változás		Lapszám	
				2.1			

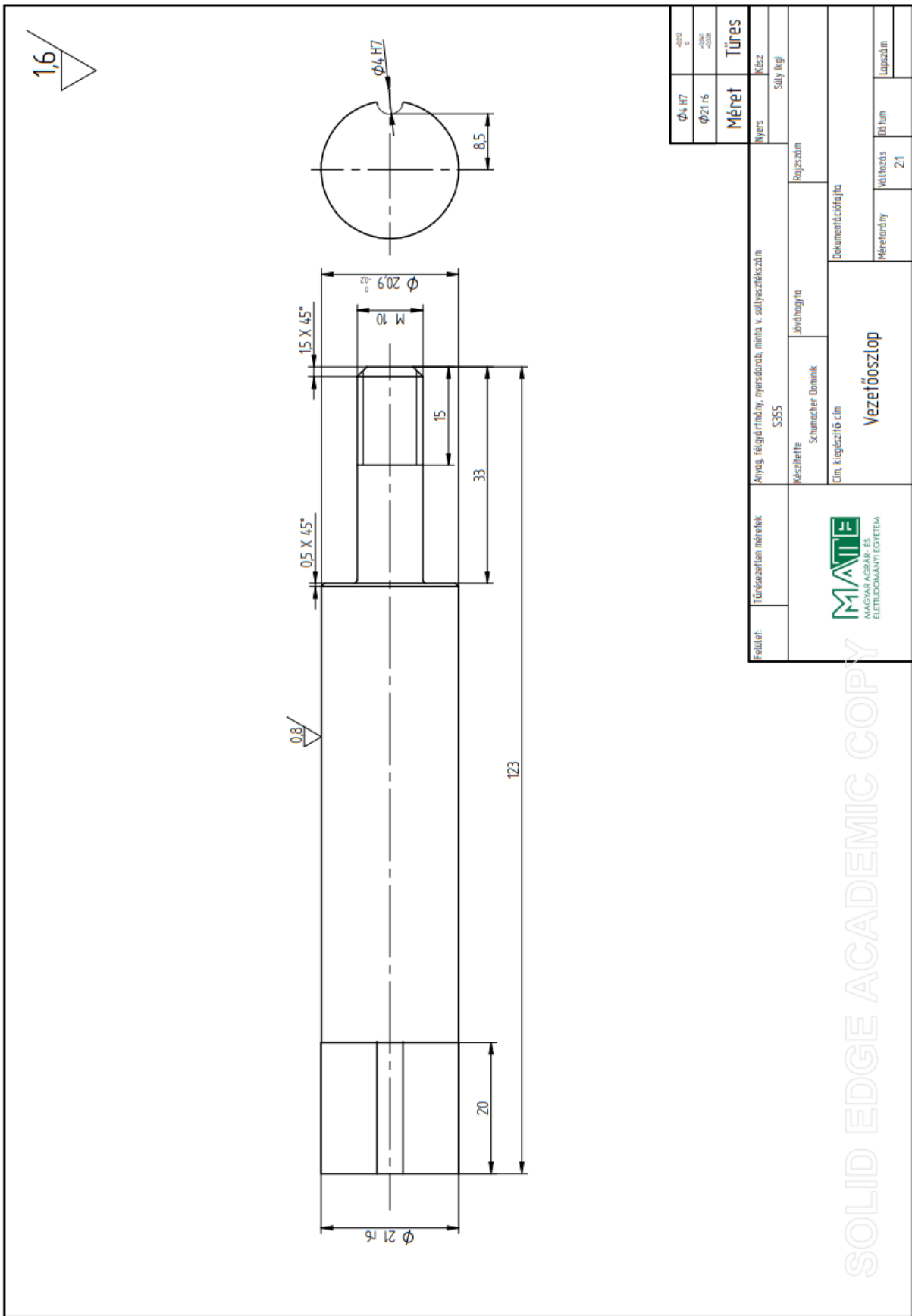
SOLID EDGE ACADEMIC COPY



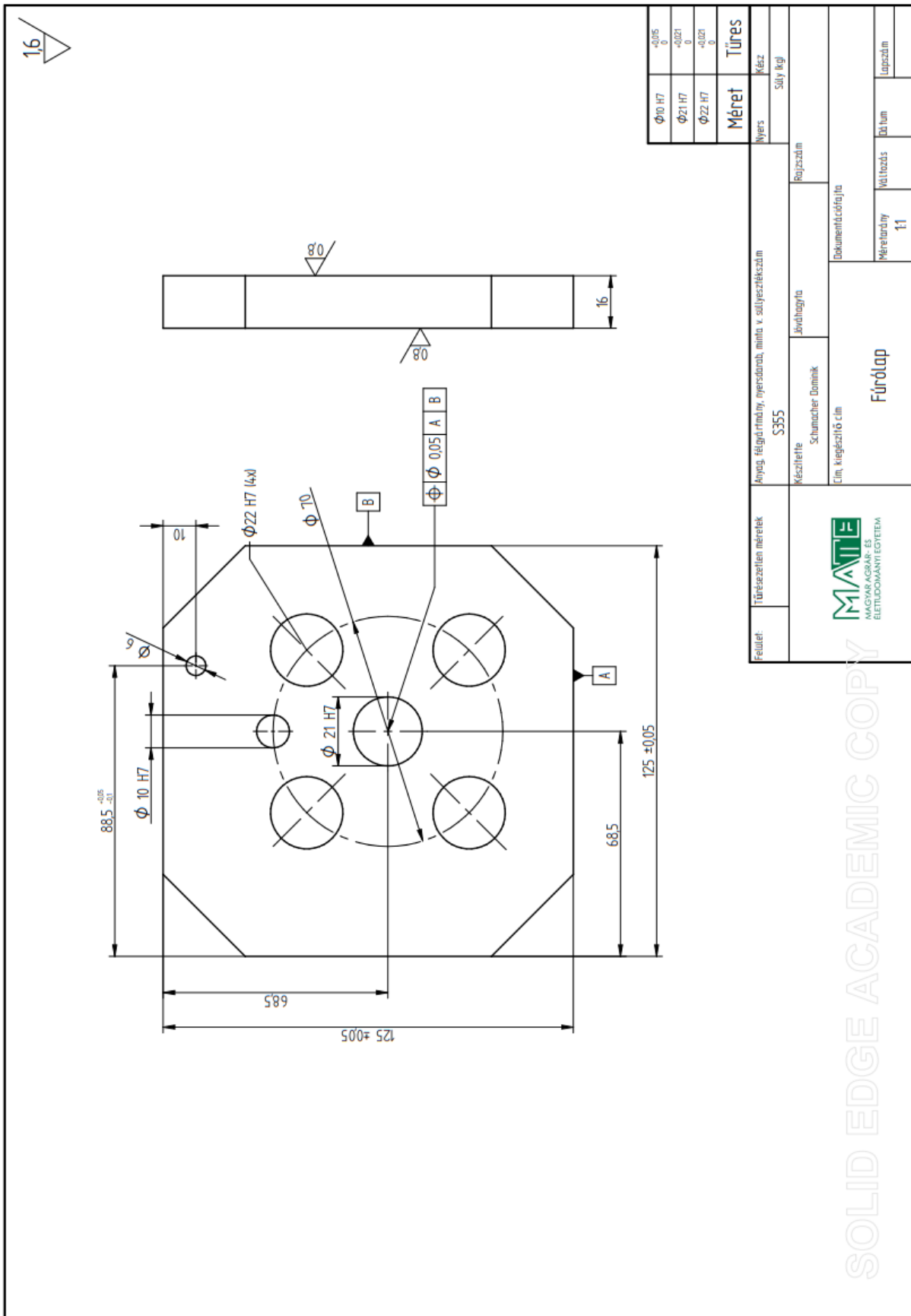
Tűrésjelölés méretek		Anyag, felületminőség, nyersanyag, minta v. súlyjelzőszám		Φ6 H7	0.02
Felület:		Készítette		Méret	Tűrés
Tűrésjelölés méretek		S355		nyers	Kész
Készítette		Javítva		Súly kg	
Schmücker Dominik		Rejzszám			
Eim. Kiegészítő cím		Dokumentációja			
Hátlap		Méretny		Datum	Lapszám
MATE		21			
MAGYARORSZÁGI ÉS					
BETÜDÖMÖNTÉSEK					

SOLID REUSE ACADEMIC COPY

13. melléklet A vezetősínc mőhelyrajza



14. melléklet A fűrólap és a rögzítőcsap műhelyrajza



$\phi 10$ H7	-0.015 0
$\phi 21$ H7	-0.021 0
$\phi 22$ H7	-0.021 0
Méret	Tűres
Nyers	Kész
	Súly (kg)

Anyag, felületminőség, nyersanyag, minta v. szállásjelzőszám		Rajzszám	
S355		Javítvány	
Készítette Schumacher Dominik		Dokumentációja	
Cím, kiegészítő cím		Méretarány	Változás
Fűrólap		11	Lapszám

Felület: Tűreszelvény méretek

MATE
MAGYAR AGRÁR- ÉS
ELEKTROMÉRTANI EGYESÜLET

SOLID EDGE ACADEMIC COPY

