



Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem
Szent István Campus
Gépészmérnök Szak

Ford személygépjárműhöz tartozó acélfelni
gyártástechnológiájának tervezése

Belső konzulens: Dr. Kári-Horváth Attila
egyetemi docens

Külső konzulens: Bánhegyi József
termelési vezető

Készítette: **Hámbor Tibor Ádám**
BEJBJ5
nappali

Intézet/Tanszék: **Műszaki Intézet**

Gödöllő
2025

MŰSZAKI INTÉZET
GÉPÉSZMÉRNÖK ALAPSZAK
Gépgyártó specializáció

SZAKDOLGOZAT
feladatlap

Hámbor Tibor Ádám (BEJBJ5)

részére

A szakdolgozat címe:

Ford személygépjárműhöz tartozó acélfelni gyártástechnológiájának tervezése

Feladatkiírás:

Bevezetés, cégbemutató, szakirodalom feldolgozás, probléma bemutatás, kalkuláció, súllyesztékes kovácsszerszám tervezés, gyártástechnológiai tervezés, fűrókészülék tervezés, összefoglalás

Közreműködő tanszék: Anyagtudományi- és Gépipari Folyamatok

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

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

Beadási határidő: 2025. november 04

Gödöllő, 2025. szeptember 08

Jóváhagyom

Zsolt László
(tanszékvezető)

(szakfelelős)

Átvettem

Hámbor Tibor Ádám
(hallgató)

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

Gödöllő, 2025.

Bánhegyi József
(külső konzulens)

TARTALOMJEGYZÉK

1.	BEVEZETÉS	4
2.	CÉG BEMUTATÁSA.....	5
3.	SZAKIRODALOM FELDOLGOZÁSA	6
3.1.	Kovácsolás, előgyártmány tervezése.....	6
3.2.	A készülékezés alapjai, feladata és a hatpont szabály.....	9
3.3.	A hűtő-kenő folyadékok.....	12
3.4.	Forgácsolási technológiák.....	14
3.4.1.	Esztergálás	14
3.4.2.	Fúrás.....	16
4.	A PROBLÉMA BEMUTATÁSA.....	18
4.1.	A felni használatának szerepe	18
4.2.	Az acélfelni bemutatása	19
4.3.	A probléma megoldása.....	20
5.	TERVEZÉS.....	21
5.1.	Kalkuláció	21
5.2.	Süllyesztékes kovácsszerszám tervezés.....	23
5.3.	Gyártástechnológia tervezés.....	36
5.4.	Készüléktervezés.....	53
6.	ÖSSZEFOGLALÁS.....	58
7.	SUMMARY	60
8.	NYILATKOZATOK.....	62
9.	FELHASZNÁLT IRODALOM.....	66
10.	MELLÉKLETJEGYZÉK.....	69

1. BEVEZETÉS

Az autóipar kezdetekor az egyes gépjárművekre szerelt kerekek alapanyaga a fa volt, amely nem bizonyosult elég tartósnak, ugyanis nem lehetett olyan nagy távolságokat megtenni. Az 1900-as évek elején az autózás fejlődésével jelentek meg az acélfelnik. Az elterjedés annak köszönhető, hogy jóval erősebbek és strapabíróbbak az elődhöz képest. Nagyobb stabilitást biztosítanak az autónak, emellett akár egyedi, de legtöbbször sorozatgyártásban készítik.

Az egyetemi tanulmányaim során gépészmérnöki gyakorlaton vettem részt a GO-METALL Kft.-nél. Lehetőségem adódott mérnökök körében megismerni a gyártási folyamatok precíz, pontos betartását, hogy a lehető legjobb minőségben készüljenek a munkadarabok. Feladatkörömbe tartozott még az egyes objektumokról 3D modellezés és azokról műszaki rajz dokumentáció készítése.

A téma, amit a dolgozat által kidolgozok, ez körül körvonalazódik. Egy autón használt acélfelni gyártástechnológiáját kell megterveznem. Ehhez kapcsolatosan be fogom mutatni a hozzá kapcsolódó technológiai fázisokat. A készüléktervezést is bemutatom, annak az alapjait, célját, és a megtervezett készüléket. Mindezek megvalósításához át fogom tekinteni a hazai és a külföldi szakirodalmakat.

A szükséges számításokat elvégzem az alkatrészhez, mely segít a megmunkálásban és készítek egy működési leírást, amely tartalmazza az egyes alkatrészek helyzetét, valamint a készüléket is.

Tervezek egy fűrőkészüléket, amely elősegíti a gyártási idő és a selejtszám csökkenését. Ennek kialakításánál figyelembe veszem az egyes megoldásokat és a lehető legjobb módszert fogom megtervezni. Elkészítem a szükséges rajzi dokumentációkat is a fűrőkészülékhez.

Az egyes alkatrészek és az összeállítási ábrák elkészítéséhez az Autodesk Inventor Professional 2023 programot használom, ezért a dolgozatomban lévő rajzi dokumentumokat ezzel fogom elvégezni.

2. CÉG BEMUTATÁSA

A GO-METALL Kft. egy családi kisvállalkozás, amely 1990-ben alakult. A cég 1994-1996 között vásárolta meg a székhelyét Budapesten. Önmagában viszonylag kevés létszámmal üzemel, mindössze 30-35 főt foglalkoztatnak. Minőségirányítási rendszert tekintve az MSZ EN ISO 9001:2015 működtetik, használják és tartják be minden folyamat esetében.

A cég különféle tevékenységi köröket képesek ellátni magabiztosan. Megemlíthetjük a gép- és gépalkatrész gyártást műszaki rajz alapján, amelyeket forgácsoló gépekkel hajtanak végre. A különböző profilok forgácsolására használnak CNC megmunkáló gépeket, gyalugépet, CNC esztergagépet, CNC karusszel esztergagépet. Ezeknek a gépeknek a munkatere lehetővé teszi a nagyobb munkadarabok legyártását. Öntvények gyártását is végzik egészen az öntőminta készitéstől az öntésen át. Ebből adódóan vállalják az öntvények készre munkálását is és leginkább lemezgrafitos öntvényeket (EN-GJL-200), gömbgrafitos öntvényeket (EN-GJS-400-15), acél, valamint alumínium öntvényekkel dolgoznak. Hegesztett acélszerkezetek elkészítését is biztosítják, az egyes láng- vagy lézervágott szerkezeti elemek beszerzésétől a komplett megmunkálásig. Kisebb acélszerkezetek összeállításával és gyártásával, valamint alkatrészek szerelésével is foglalkozik a cég.

A teljes kapacitás átlagosan, amit elér a cég az 80.000 megmunkálási óra/év. A termékeket, amiket gyártanak pl. a pumpaházak, forgattyús házak, szerszámgépipari alkatrészek, ezeket leggyakrabban a szerszámgépiparban, élelmiszeriparban, olaj- és gáziparban használják. De ezek a termékek számos belföldi és külföldi iparterületen megtalálhatóak.

A GO-METALL Kft. már több éve foglalkozik exporttal az európai nagy országokkal kapcsolatban. Fontosabb export piacként említhető Németország, USA, Hollandia és még sok más. A vezető nyugat-európai gépgyártó vállalatoknak az egyik fontos beszállítója a cég.

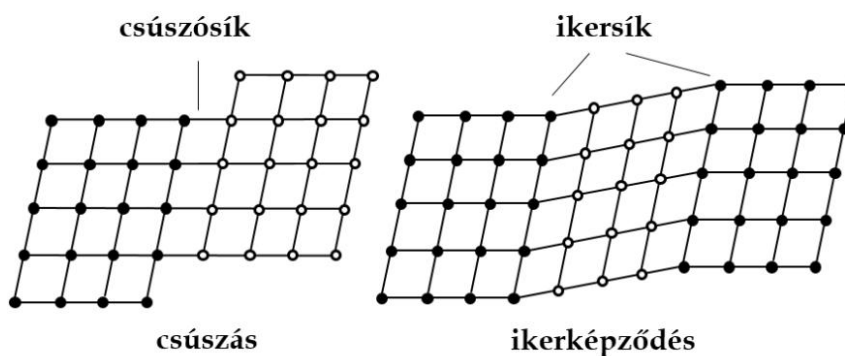
Folyamatosan bővül a cég technológiai felszereltsége, hogy a lehetőségekhez mérten mindig minőséget tudjanak létrehozni. Ezért is a céljuk, hogy rövid átfutási idővel tökéletes terméket állítsanak elő, a vevői igények minél jobban való kielégítése mellett. A cég teret ad olyan üzleti lehetőségekre, megvalósításokra, együttműködésekre, ami a gyártási profilnak megfelel.

3. SZAKIRODALOM FELDOLGOZÁSA

3.1. Kovácsolás, előgyártmány tervezése

Az egyes fémek esetében a képlékeny alakításról akkor beszélhetünk, ha az adott megmunkálendő alapanyag alakja változik, de annak tömege, valamint az anyag folytonossága és térfogata nem módosul, azaz változatlan marad. Az alakítás során a munkadarabban jelen lévő fémkristály szerkezetet, ha a rugalmassági határától nagyobb igénybevételnek vetjük alá, akkor a kristály alakja maradó alakváltozást szenved. A különféle alakváltozások úgy mennek végbe, hogy a kristályrács egyes pontjai egy bizonyos csúszási síkok mentén úgy csúsznak el egymáson, hogy a két kristályrész nem válik el egymástól. Így önmagában ezt csúszásnak, azaz translációnak nevezzük. Ez mellett még létrejöhet a kristályok alakváltozása esetében egy úgynevezett ikerképződés, melynek a lényege az, hogy a két párhuzamos sík közé eső része az eredeti tükörképének megfelelő helyzetébe kerüljön. Ezeket a változásokat a 3.1. ábra szemlélteti. [37] [10]

3.1. ábra A fémkristály szerkezet csúszás (transzláció) és ikerképződés alakváltozásának elvi vázlata [10]



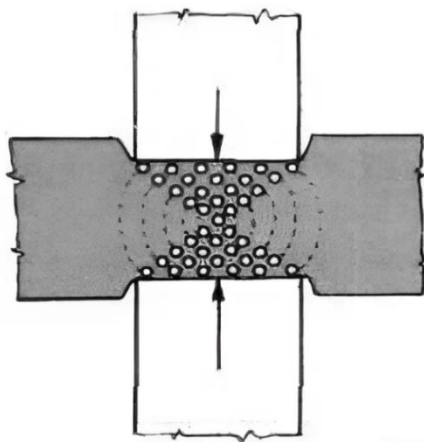
A kovácsolás az öntési technológiát követi a megmunkálások sorában. Ebből adódóan ez eljárás alatt az anyag kristályszerkezetében olyan alakváltozás jön létre, amely az öntés során kialakult rácsszerkezet átalakulásához vezet. Az egyenletes, finom szövetszerkezet eléréséhez szükség van ahhoz, hogy a kovácsdarab teljes keresztmetszetében nagymértékben egyenletes legyen az alakváltozás. Kovácsolással készíthető megfelelő mechanikai tulajdonságokkal rendelkező a kész munkadarab alakját és méretét megközelítő előgyártmány. [11] [17]

Attól függően, hogy milyen alakító szerszámot alkalmazunk, valamint alakításokat kell elvégeznünk a kovácsolás során két fajta eljárást különböztethetünk meg. Az egyik a szabadalakító kovácsolás a másik a süllyesztékes kovácsolás. Legyen szó egyikről vagy a másiktól, hasonló gyakorisággal alkalmazzák az iparban. [15]

A szabadalakító kovácsolás esetében a megmunkálás sík működő üllő és kalapács között, legegyszerűbb szerszámokkal, valamint a kovácsdarab megfelelő mozgatásával történik. A leggyakrabban alkalmazott alapanyagok, amelyeket megmunkálnak az az öntecs (öntött buga) vagy hengeres buga, amikből készíthető egyedi, vagy tömeggyártásban gyártott alkatrészek. Kedvelt eljárás ugyanis, az ezzel készíthető munkadarabok tömeg tartománya igen széles, a néhány kilogrammtól egészen akár 350 tonnáig is terjedhet. A kovácsolás alapanyagát manapság szinte kizárólag elektrokemencében vagy konverterben állítják elő, mert a szükséges acélösszetételt a legjobban ívfényes elektrokemencében lehet biztosítani. Az így előállított acélt kovácsolási célra leggyakrabban kokillába öntik, de néha a folyamatos öntést is alkalmazzák. A viszonylag nagynak mondható munkadarabok kiinduló anyaga az öntött tuskó, míg a kisebbeké előalakított buga vagy esetlegesen rúdtermék. [18] [26]

A kovácsolás során az alakváltozás a nyomókúpok mentén történik meg. Ezek a nyomókúpok a szerszám és az azzal érintkező anyagrészt között kialakuló súrlódásból jön létre. A képlékeny alakváltozást az anyagban a nyomókúpon kívül eső rész szenved. Abban az esetben jó a kovácsolás, ha a nyomókúp az alapanyag egész keresztmetszetében létrejön és az alakítás folyamán záródnak. Ezt a 3.2. ábra mutatja be. [16]

3.2. ábra Nyomókúp kialakulása az anyagban [16]



A süllyesztékes kovácsolás esetében a két szerszámfélben kialakított üreg alakítja a munkadarabot. A süllyesztékes kovácsolás által alkalmazott szerszámok külső formája a blokkméretekkel, szerelési felületekkel, az üregek pontos elhelyezkedéséhez szükséges felületekkel és a vezetékkel jellemezhető. Egy esetleges szerszám kialakítást a 3.3-as ábra mutatja be. Az anyag áramlását, mozgását a süllyesztéküregben az osztófelületen kifolyó sorja szabályozza. A készített munkadarabnak különböző technológiai elvárásoknak meg kell felelnie, ilyen a megfelelően kialakított osztófelület, oldalak ferdesége, lekerekített élek, legkisebb falvastagság. A süllyesztékes kovácsolási eljárással alámetszett munkadarabot nem lehet gyártani. [18] [19]

3.3. ábra Süllyesztékes kovácsolás szerszáma [19]



A kovácsolási eljárás egyik legfontosabb technológiai paramétere az anyag, amit megmunkálunk. Ez leginkább kémiai összetételtől és a hőmérséklettől függ. A legjobb kovácsolási tulajdonságokkal rendelkező anyag a szénvas. Bár ilyen anyagot önmagában nem alkalmazunk, mert ötvözőket – szennyezőket vonunk be, annak érdekében, hogy javítsuk az alapanyagot, de ennek hatására rontjuk a kovácsolhatósági tulajdonságot. Ezek határát 0,8 % karbon tartalomnál szabják meg. Gyakorlatilag nem csak a szénvas és annak ötvözetei, hanem a vörösréz is jól kovácsolható. A réz és horgany ötvözetek közül az 57 – 62 % réztartalmúak kiválóan, míg a réz-ón, réz-alumínium ötvözetek, a bronzok és az alumíniumbronzok is kovácsolhatóak. Az alumínium és annak ötvözetei is egész jól kovácsolhatóak. Minden anyag kovácsolásánál fontos a hőmérséklet betartása, ugyanis alacsony hőmérséklet esetében reped az anyag, magasabb hőmérsékleten káros szövetszerkezet változást szenved. Az acélok esetében a hőmérséklet határ 800 – 1300 °C, és arra kell törekedni, hogy az alakítást a lehető legmagasabb hőmérsékleten hajtsuk végre. [2] [3]

Az előgyártmány megtervezésénél több szempontot kell figyelembe venni, annak érdekében, hogy a kész munkadarab megfelelő legyen. Első lépésként szükség esetén meg kell határozni a kialakításra szánt darab térfogatát és annak tömegét. Ezt követően meg kell vizsgálni a tervezetet, hogy a kovácsolással mely felületek nem alakíthatók ki, ami segíti a süllyesztéküreg formáját. Szabványok szerint meghatározzuk az alkatrész bonyolultsági fokát, valamint annak anyagminőségét. Különböző számításokat végzünk forgácsolási hozzáadás megoldására, ami magába foglalja az egyenesség, a süllyesztékelcsúszás, az egyoldalra jutó határeltérés, illetve a korrekciós tényezőt. Ennek érdekében, hogy a süllyesztéküregből ki tudjuk venni az elkészült darabot oldalferdeséget alkalmazunk. Az oldalferdeséget a külső és a belső felületeken is alkalmazzuk. Az anyagáramlás megkönnyítése és az üregkitöltés érdekében szabvány szerinti lekerekítési sugarat alkalmazunk. Az adott munkadarab teljes felületére mérettűrés szükséges számítani, melyet megkülönböztethetünk üregalakhoz kötött és üregalakhoz nem kötött méretek tűrése szerint. A számítások elvégzését követően ellenőrizzük a méreteket, majd következtetést vonhatunk le annak érdekében, hogy megfelel-e vagy nem. Az alapanyag előkészítése a kovácsolásra hevítéssel történik, melynél további leégési veszteséget kell figyelembe venni. Mindezek elvégzésével megtervezünk egy kovácsolt előgyártmányt, melyet további megmunkálásnak lehet alávetni. [37][21][22]

3.2. A készülékezés alapjai, feladata és a hatpont szabály

A gyártáshoz nélkülözhetetlenek a gyártóeszközök, melyek alapvető tárgyi feltételek a megmunkálási folyamatok esetében. Bizonyos megállapodás szerint a gyártóeszközöknek mondható azok a szerszámok, amelyek az alakítást végzik a munkadarabon, az alakításban szereplő elemek között kapcsolatot kialakító készülékek, valamint a gyártási folyamatok alkalmával használt eredményességet mérő vagy ellenőrző mérőeszközök. [8]

A készülékek az egyetemes és a különböző szerszámgépeken használt olyan fajta kiegészítő egységek vagy szerkezetek, amik a megmunkálást, a gyártást pontosabbá, hatékonyabbá és gazdaságosabbá teszik és megszüntetik a megmunkáló rendszer (gép) hiányosságait. Összefoglaló néven MKGSz-rendszernek (munkadarab-készülék-gép-szerszám rendszer) nevezik a kiegészítő egységgel felszerelt szerszámgépet. Forgácsoló gépeken jól beazonosítható a leggyakrabban használt készülékek helye és szerepe. [25]

Azok a készülékek, amelyek kapcsolatot teremtenek a munkadarab és a szerszámgép asztala vagy a gép főorsója között, ezek a munkadarab-befogó készülékek. A szerszámgép és a szerszám között létesítő kapcsolatot a szerszám-befogó készülék biztosítja. A szerszámvezető készülékek a szerszám és a munkadarab közötti kapcsolatot hozzák létre a szerszám vezetése útján, a megmunkálandó felület helyzetének pontossága végett. [33]

A készülékezés feladata esetében elmondható, hogy kapcsolatot létesítsen a munkadarab és a szerszámgép között, ami biztosítsa az egymáshoz viszonyított, mindig azonos helyzetet, valamint, hogy a szerszám és a munkadarab egymáshoz viszonyított, a megmunkáláshoz szükséges elmozdulás minden esetben az előírt geometriát és méret kialakulását eredményezze. A kialakított helyzet a készülék esetében a gyártási folyamat megkezdése előtt történő beállítás után rögzül, így nincs szükség további méret-állításra vagy utólagos ellenőrzésre, ugyanis a gyártott sorozat minden elemére érvényes lesz. [25] [31]

A készülékeknek még biztosítaniuk kell a helyzetmeghatározást és a munkadarab rögzítését. E két szempont látja el a feladatát a készülékeknek, ezen elven kell tervezni. Alapvető elem a készülékeknek a rögzítő egység, amely a pontos és gyorsan megoldható felfogatást jelenti a szerszámgépre és ez esetben a pozíció beállítás fontos. Ezek a felfogatások a gépeken szabványon alapulnak. További egységek a munkadarabot közvetlenül rögzítő elemek (mechanikus, pneumatikus, hidraulikus -befogók), a pozíciót biztosító elemek (ütközők, csapok, furatok) és a beállító, mozgató elemek (csavarok, karok). Ezek az egységek építik fel átlagosan a készülékeket. Ebből adódóan számos különböző készüléket lehet tervezni. [28] [20]

A készülékeket többféle szempont alapján, attól függően, hogy milyen fajta megmunkálást szeretnénk végezni léteznek különféle kialakítással. Vannak forgácsoló készülékek (például esztergák, marók, fúrók stb.), forgácsnélküli alakító készülékek (például kivágók, hőkezelő berendezések stb.), mérő (ellenőrző) készülékek, szerelő készülékek stb.

Egyedileg tervezett (különleges, egyedi) készülékek leginkább akkor használatosak, mikor a munkadarab kialakítása, a technológiai körülmények ezt indokolja és nagysorozat gyártása esetén gazdaságilag megéri.

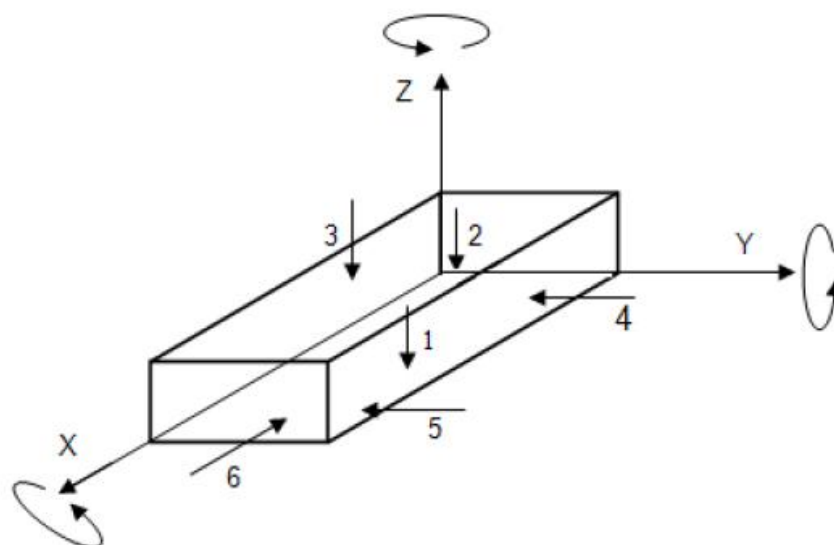
Csoportkészülékeket akkor terveznek, hogyha a munkadarabok azonosak vagy közel azonosak, de különböző méretűek és sorozatban kell megmunkálni őket. A csoportok közötti váltás a munkadarabok esetében az egyikről a másikra célszerűen kicserélhetőek vagy állíthatóak. [29]

A szabadságfokok egy objektum esetében meghatározzák annak a síkban történő elmozdulását, elfordulását. Ebből adódóan, ha egy munkadarabot térben szabadon elmozduló merev testnek tekintjük, akkor annak viszonylatában a helyzetmeghatározás annyit jelent, hogy az elmozdulási lehetőségeket, azaz a szabadságfokokat elveszjük.

Minden merev test hat szabadságfokkal rendelkezik, melyek az elmozdulások az x, y, és a z tengelyek mentén, valamint az elfordulások az x, y és a z tengelyek körül. Ezekből a mozgásokból különböző térbeli mozgások állíthatók elő.

A felső sík helyzete három. nem egy egyenesbe eső ponttal van meghatározva. A hatpont-szabály leírja, hogy egy merev test hat szabadsági fokát le lehet kötni hat rögzített ponton történő megtámasztással, ezt a 3.4. -as ábra mutatja be. [7] [9]

3.4. ábra A hat szabadságfok [7]



Az elmozdulási lehetőségek lekötése a különböző pontokban

- 1. pont: z tengely menti elmozdulás,
- 2. pont: y tengely körüli elfordulás,
- 3. pont: x tengely körüli elfordulás,
- 4. pont: y tengely menti elmozdulás,
- 5. pont: z tengely körüli elfordulás,
- 6. pont: x tengely menti elmozdulás.

3.3. A hűtő-kenő folyadékok

A hűtő-kenő folyadékok (HKF) alkalmazásának jelentősége van a hagyományos szerszámgépi megmunkálástól egészen a számítógép által vezérelt CNC gépeken történő forgácsolásig. Kezdetekben a hűtésre folyadékként a vizet alkalmazták, ugyanis megfelelő volt a keletkező hő elvezetésére. Manapság, ahogyan fejlődtek a gépgyártó gépek, szükségessé vált különböző speciális folyadékok előállítását a jobb hűtés-kenés hatás érdekében. Gyártás béli problémák adódhatnak, ha nem alkalmazzuk, ilyen például a hőelvezetés nem jön létre, így a szerszám élettartam jelentősen csökkenhet. [26]

Mai viszonylatokban leggyakrabban emulziókat alkalmazunk, de ezek felhasználása is specifikus, ugyanis vannak olyanok, melyek jó hővezető képességgel bírnak, de rosszabb kenési tulajdonságot produkálnak, a másoknak viszont a felület mosási képessége jobb, mint a hővezető tulajdonsága. Megkülönböztethetünk folyadékok között olajokat, emulziókat, félszintetikus, illetve szintetikus anyagokat. A megmunkálási technológia megszabja, hogy mikor melyiket érdemesebb választani. Ha forgácsoló megmunkálásról van szó, akkor a jó hűtés a lényeg, így célszerű vízzel keveredő hűtő-kenő anyagot alkalmazni. A víz viszonylag jó hűtőhatását az olajéval szembeni nagyobb fajhője, hőátadási együtthatója, jobb hővezető képessége, valamint a nagyobb párolgási hője biztosítja. A hűtő-kenő folyadékok változásait a hatások elérhetőségéért az 3.5. ábra mutatja be. [23] [33]

3.5. ábra A hűtő-kenő folyadékok legfontosabb tulajdonságai [23]

A hűtő-kenő folyadékok legfontosabb tulajdonságai	Hűtő-kenő folyadék			
	Olaj	Emulzió -tejszerű -tanszparens	Félszintetikus	Szintetikus
KENŐHATÁS	←—————→			
HŰTŐHATÁS	—————→			
MOSÓHATÁS	—————→			

A hűtő-kenő folyadékok feladatai közé tartoznak a forgács eltávolításának megkönnyítése, az apróbb fém szennyeződések és porok megkötése, a szerszám védelme a kémiai reakcióktól és az adhéziós kopástól, a munkadarab felszínének átmeneti védelme és a szerszám gép egyensúlyi hőmérsékletének biztosítása. A hűtő-kenő folyadékokkal szembeni néhány követelmény, például az egészségre ne legyen káros, nehezen gyulladjon, öregedésálló legyen, ragadásmentes legyen, emulgeálható legyen, könnyen eltávolítható legyen és hosszú élettartamot bírjon ki. [12] [24] [38]

A hűtőhatás a hűtő-kenő folyadékok esetében elég lényeges szerepet tölt be, ugyanis ez felel a forgácsolási megmunkálás során keletkezett hő elvezetéséről. A káros hő a szerszám és a munkadarab között alakul ki, ha nincs vagy akár nem megfelelő a kenés. Ennek alkalmazása több pozitívummal jár, mint például a szerszám élettartama jelentősen megnövelhető, mert az így elvezetett hő nem lágyítja ki a szerszámot, mérsékli a szerszám kopását és törését, valamint a munkadarab méretét nem befolyásolja. Megfelelő kenés alkalmazással minimalizálható a hőtágulás, így pontosabb precízebb végeredmény jöhet létre a megmunkálás során. [13] [39]

A hűtő-kenő anyagok másik lényeges tulajdonsága a kenés. Ennek célja, hogy a szerszám és a munkadarab között jelentősen csökkentse a súrlódást. Lényegében ez a súrlódás egy energetikai veszteség, amely a forgácsolóerő hatására alakul ki és a gép által bevitt teljesítmény egy részét hővé alakítja. Önmagában nem lehet megszüntetni a hő veszteséget, de mérsékelni tudjuk. Minél kisebb a súrlódás, annál kisebb forgácsoló erő szükséges. Ebből adódóan kisebb teljesítmény szükséges, ami kisebb hőt termel, amelyet könnyebben el tud vezetni a hűtő kenő folyadék. A kenés megakadályozza a forgács megtapadását a szerszám élére, amely ezáltal jobb felületi minőséget eredményez és esztétikai állapot romlást sem okoz. Élettartam növekedést is jelenthet, ugyanis a szerszám kopáscsökkentésével jár. [30][42]

A harmadik fontosabb tulajdonsága a hűtő-kenő folyadékoknak a mosás, amely biztosítja a megmunkálások során a szennyező anyagok eltávolítását. Ilyen szennyező anyagnak mondható a keletkező forgács, amely több szempontból is káros, ugyanis egyrészt az ott maradt forgács feltekeredhet a szerszámra vagy a munkadarabra, valamint ronthatják a felületi minőséget, de végső esetben akár szerszám töréshez is vezethetnek. A forgácsolás során képes a folyó forgács feltekeredni, ami balesetveszélyes is lehet. A por méretű és alakú forgácsokat megköti, így nem kerülnek a levegőbe. [10][40]

Magában az elhasznált vagy a még fel nem használt hűtő-kenő anyagok veszélyes hulladéknak számítanak, melyek tárolásáról, elszállításról vagy az újra hasznosításról gondoskodni kell. Környezetbe jutva káros hatásokkal jár. Az újrahasznosítás esetében a benne található adalékanyagokat el kell távolítani és az így megtisztított vizet fel lehet használni újabb emulzió előállítására. Meghatározott biztonsági körülmények között hajtható végre. Az elhasznált és már nem használt HKF-ok esetében szigorú előírásokat kell betartani a hulladékolajok és a szennyvízkibocsátásra vonatkozóan.

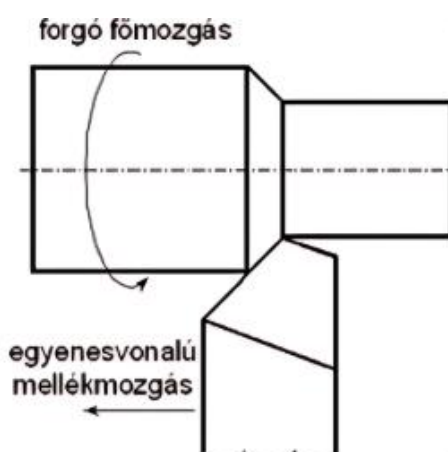
3.4. Forgácsolási technológiák

3.4.1. Esztergálás

Az esztergálás, mint forgácsolási megmunkálás az egyik leggyakrabban alkalmazott eljárás. Általában tengelyszimmetrikus alkatrészek elkészítésére használható, de megfelelő segédkészülékek alkalmazásával különféle geometriákat is forgácsolhatunk.

Önmagában az esztergálás egyélű szerszámmal, állandó keresztmetszetű forgács leválasztásával történő folyamat. Az esztergálás esetében a forgácsoló főmozgást a munkadarab végzi, míg az előtoló mellékmozgást a szerszám, ezt a 3.6. ábra szemlélteti. [5] [32]

3.6. ábra Az esztergálás mozgásviszonyai [5]

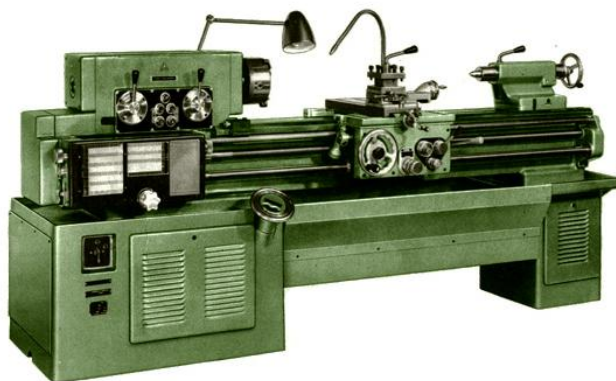


Az egyes alak kialakításokhoz meg kell választani a megfelelő kést. Ez több tényezőtől függ, például a munkadarab alakjától, az elvégzendő művelettől, valamint az üzemi adottságoktól. Megfelelő szerszámanyag kiválasztás célszerű, mert annak a teljesítőképességét ki kell használni, amelyet lényegében a forgácsolóerő jellemzi. A kés élszöge függ a munkadarab anyagától, alakjától, méretétől és a szerszám anyagától. [6] [29][30]

Megkülönböztethetünk nagyolást és simítást az esztergálás kapcsán. A nagyolás esetében arra kell törekedni, hogy egy menetben a lehető legnagyobb forgácskeresztmetszetet válasszuk le. Ezt befolyásolja a forgácsoló erő, amely függ a munkadarabtól, az alkalmazott szerszámtól és a szerszámgéptől. A nagyolásnál elérhető pontosság IT 12-14 és az átlagos felületi érdesség R_a 12,5 [μm]. A simítási esztergálás a nagyolást követi. A simítást kis forgácsolóerővel, kis fogásmélységgel és előtolással tudjuk megvalósítani. Ennek lényege, hogy a már lenagyolt durvább felületből egy sokkal simábbat hozunk létre. A simító esztergálással IT 7-9 pontosságot tudunk elérni, valamint az átlagos felületi érdesség R_a 1,6-6,3 [μm] közötti. A hűtőkenő folyadékok alkalmazásával, ha nem változik az éltartam, akkor az acélok forgácsolási sebessége kb.: 15 – 20 %-kal növelhető, valamint változatlan forgácsoló sebesség esetén viszont az éltartam növekszik. [4] [14] [36]

Az esztergálásnál leggyakrabban alkalmazott szerszámgépek az egyetemes csúcsesztergák. Ezek a gépek külső és belső hengeres, kúpos, sík stb. felületek kialakítását tudják elvégezni. Néhány fontosabb része közé tartozik az ágyazat, főorsó, az előtoló és szánszekrény, szánrendszer és késtartó, szegnyereg. A szerszámgép egésze a 3.7. ábrán látható.

3.7. ábra Egyetemes csúcsesztergagép [14]



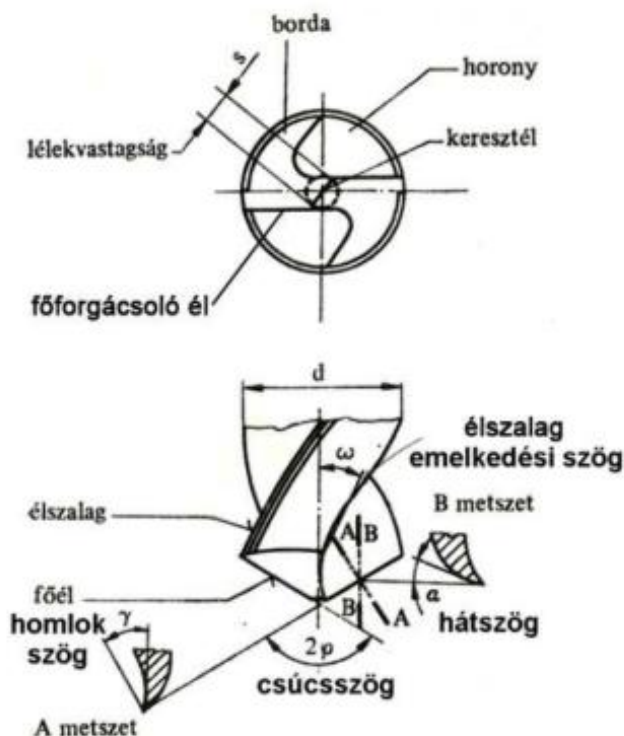
Az ágy felveszi az ébredő erőket, valamint egy helyzetet biztosít a többi részegység viszonylatában. Anyagát tekintve öntöttvas, amely jó rezgéscsillapító képességgel bír. A főorsó feladata, hogy tartja és forgatja a munkadarabot. Ennek a végére rögzíthető a tokmány vagy a forgatótárcsa. Hosszesztergálás esetében az előtolást a szánszekrényben csapágyazott, az ágyra szerelt előtoló fogasléchez kapcsolódó fogaskerék legördüléséből jön létre. A vonóorsóval gépi előtolást tudunk biztosítani. A vezérorsót kizárólag menet esztergálásnál használjuk, melynek az bekapcsolását a lakatanyával valósíthatjuk meg. A szánrendszernek lényeges elemei az alapszán, keresztzán, késszán és a forgózsámoly. Ezek a szánok különböző tengelyek mentén történő mozgást biztosítanak. A késtartó foglalja magában a megmunkáláshoz szükséges és alkalmazott késeket. A szegnyeret hosszú darabok esetén használják és az esztergacsúcs tengelyirányú mozgását és rögzítését teszi lehetővé. [8] [11] [17]

3.4.2. Fúrás

A fúrás technológiája egy gyakorta alkalmazott eljárás, viszont lényegesen eltérő folyamat az egyélű szerszámokkal végzett megmunkálások során. Általában a kisebb átmérőjű furatokat egy lépéssel, míg a nagyobbakat több lépésben készítik el. Ebből adódóan megkülönböztethetünk fúrást és furatbővítést. Tehát a fúrás az egy olyan munkafolyamat, amikor tömör anyagba készítünk furatot, a furatbővítés pedig az, amikor a már meglévő furatot nagyobb átmérőjű furattá alakítjuk. A fúrási eljárás esetében a forgó főmozgást (forgácsoló mozgást), valamint az előtoló (mellékmozgást) is a szerszám végzi. A fúrási eljárás alatt értjük többek között a fúrást, furatbővítést, de van még pár másik folyamat például a süllyesztés, dörzsárazás és a menetfúrás is. A fúrással IT 12-13 méret pontosság érhető el, valamint Ra 12,5-25 [μm] átlagos felületi érdesség. A süllyesztéssel IT 10-11 pontosság és Ra 3,2 – 6,3 [μm] átlagos felületi érdesség készíthető. A dörzsárazással IT 6-8 pontosság érhető el, Ra 0,8 – 2,5 [μm] átlagos felületi érdességgel. [30]

A fúrás során leggyakrabban alkalmazott szerszám a csigafúró, amellyel furatot vagy furatbővítést tudunk végezni. Önmagában a szerszámot a két főél, az összekötő keresztél, az élszalag, a γ homlokszög, a 2ϕ csúcsház, ω a horony csavarvonalának emelkedési szöge és α a főél hátszöge jellemzi. Ezeket a jellemzőket a 3.8. ábra mutatja be. [27] [32] [34]

3.8. ábra A csigafúró kialakítása [30]



A fúrás esetében a szerszámok befogása két csoportba osztható. Vannak olyanok melyek hengeres szárral készülnek, de ezek csak 30 mm-nél kisebbek és a befogásuk hagyományos fúrótkmányba történik. Az ettől nagyobbak kúpos véggel készülnek és a befogásuk a főorsóban közvetlenül, valamint redukáló-hüvely segítségével valósul meg. [13] [19] [41]

A fúrógépek megfelelően kialakított szerszámmal tömör anyagba végzett fúrásra, előfúrt, előöntött, előkovácsolt furatok bővítésére, illetve alakos furatok megmunkálására alkalmasak. Teljesen alkalmazhatóak egyedi és sorozatgyártásban. Attól függően, hogy milyen a kialakítás, mekkora a helyszükséglet megkülönböztethetünk asztali, állványos, oszlopos és sugárfúrógépeket. Az asztali fúrógépeket maximum 10 – 15 mm átmérőjű furatokig alkalmazzuk kézi előtolással. Az oszlopos fúrógépeket max. 40 mm átmérőjű furatok kialakítására használják közepes nagyságú munkadarabokon. Az állványos fúrógépeket közepes és nagyobb méretű munkadarabok fúrására alkalmazzák maximum 40 – 60 mm furatátmérőig. A sugárfúrógépeket leggyakrabban gépgyárakban használják közepes és nagyméretű alkatrészek furataihoz egyedi és sorozatgyártásban. [1] [35]

4. A PROBLÉMA BEMUTATÁSA

4.1. A felni használatának szerepe

Kezdetekben a kerekeket fa szerkezetekkel oldották meg, viszont ezek nem bizonyosultak jó megoldásnak. A későbbi fejlesztések során jöttek létre az acélfelnik, melyeket napjainkban is használnak. Egy személygépjármű önmagában rengeteg egységből épül fel. Minden rész hozzájárul egy precíz működéshez. Többek között a felni kiemelkedő szerepet tölt be, mert segítségével tudjuk a járművet haladásra készíteni. Meghatározott helyzettel rendelkeznek, amit a 4.1.-es ábra mutat be.

4.1. ábra Egy személygépjárművön lévő acélfelni [8]



A felni felszerelhetősége nem bonyolult, általában csavarokkal a rögzítés megoldható. A kerékagyra van felrakva, amely a tengelyhez van kötve. Többnyire minden esetben a felni számos feladatot lát el. Elsődlegesen közvetlen kapcsolatban áll a gumiabronccsal, amelyet stabilan rögzít és megfelelő szerkezetűnek kell lennie. Léteznek más – más kialakítású felnik. Ezek szerepe, hogy másként vegyék fel a terhelést, valamint az esztétikai megjelenést is biztosítják. Alkalmazhatóak alumíniumból készült felnik is nem csak acélfelnik, viszont azok gazdaságilag jóval drágábbak és érzékenyebbek a környezeti hatásokra.

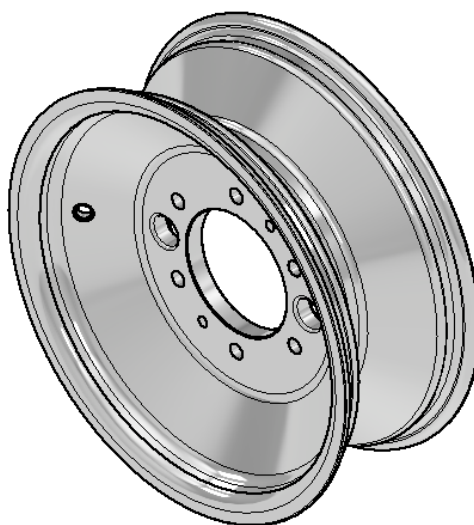
4.2. Az acélfelni bemutatása

A felnik anyagának általában alumíniumot vagy acélt használnak. Az egyik – másik eloszlás változó az alkalmazásban. Az alumínium anyagú felnik jellegzetesen kis tömegűek, korrózióállóak és esztétikusabbak, viszont a gazdaságosság szempontjából jóval drágábbak.

Az adott felni acélból készül. Az acélok széntartalma maximum 2,06 %, ez felett már nyersvasról beszélünk. Mivel kovácsolással készítjük el az előgyártmányt így az anyagban lévő széntartalom nem haladhatja meg a 1,2 %-ot. Ebből adódóan az acélfelni anyaga 20MnCr5 (1.7147) típusú anyagból fog előállni. Erről az anyagról köztudott, hogy jó szilárdsággal bír, ütésálló, amely kedvező a nagy terhelési hatásokkal szemben. A hő hatását jól viseli, nem végez anyagváltozást és nem lágyul ki. A környezet által okozott hatások ellen (például korrózió) az acélt lehet védeni bevonatokkal, galvanizálással.

Ezen tulajdonságok alapján lesz a felni anyaga acél. A valós használat során, közlekedés alatt erőhatásokat, dinamikus terheléseket kell kibírnia, valamint a fékezések során hő keletkezik, mely elenyésző. A fékezések által hő keletkezik, de ez nem olyan lényeges, mert jól bírja az ingadozást, így a használat során nem szenved károsodást az acélfelni. Az egyes szennyeződések, környezeti hatások korrodálhatják a natúr felni felületét, viszont ezt minden esetben megoldják különböző lakkokkal, bevonatokkal vagy galvanizálással, így egy korrózióálló acélfelni jön létre. A legyártandó acélfelni modelljét a 4.2.-es ábra mutatja be.

4.2 ábra Az acélfelni modellje [saját ábra]



4.3. A probléma megoldása

A Ford autóra kizárólag alumínium felnire szerelt gumik vannak. Bizonyos okok miatt ez nem túl jó megoldás. Az egyes évszakokhoz mindig megfelelő gumit kell használni, viszont mivel csak alumínium felni van, így az jelen pillanatban a nyári évszakokhoz megfelelő. Az alumíniumból készült felnik téli használatra nem előnyösek, ugyanis korrózióra hajlamosak, valamint az időjárás miatt törékenyebbekké válnak és jobban sérülhetnek. A gumik fel le szerelése roncsolhatja a peremeket is. Ez által a probléma az, hogy nincs olyan felni az autóhoz, amelyen a téli évszakokhoz megfelelő gumik vannak.

A probléma megoldását jelentheti az acélfelni legyártása, amely megfelelő a téli körülményeknek és akkor így nem kell a gumikat a felniről leszedni, majd felrakni, hanem elegendő a kerekeket kicserélni a felnikkel együtt. A legyártást az indokolja, hogy egy nagyobb számú rendelés érkezett, ezáltal szükséges az acélfelnihez elkészíteni a dokumentumokat. El kell készíteni a felniről a műszaki rajzot, valamint a selejtszám csökkentés érdekében szükséges egy fűrókészülék tervezése, amelynek az egyes elemeinek a műszaki rajzait is el kell készíteni.

5. TERVEZÉS

5.1. Kalkuláció

Az előgyártmány kiválasztása során néhány szempontot figyelembe kell venni, annak érdekében, hogy minél kedvezőbb legyen a gyártás. Meg kell határozni a gazdaságosságot, azt, hogy a legyárthatóság megvalósítható-e vagy sem. A megválasztásnál mindig az összköltséget kell figyelembe venni az alkatrészre viszonyítva. Fontos, hogy a lehető legkevesebb felesleggel határozzuk meg a szükséges előgyártmány méretét, hogy gazdaságilag csökkentsük a költségeket.

Az előgyártmányok között megkülönböztetjük a hengerelt és húzott, öntött és kovácsolt anyagokat. Mindnek megvan a sajátossága, mely alapján alkalmazhatóak az egyes gyártásokhoz.

A hengerelt és húzott előgyártmányok igen közkedveltek. A hengerléssel készült termékek anyaga legtöbb esetben szénacél és ötvözött acél, de készülnek még színesfémekből, mint például alumínium vagy réz. Szabványos méretekkel rendelkeznek, 4000 – 6000 mm hosszúság jellemzi őket. A hidegen húzott acélok tűrése h8, h9, h10 lehet, valamint az átlagos felületi érdességük $R_a = 0,4 - 1,6$.

Az öntéssel készült előgyártmányok a tömeg szerint széles tartományban jelen vannak a gépgyártásban. Az anyagot tekintve készülhetnek öntöttvasból, acélból, színesfémekből, melyek különböző pontossággal rendelkeznek. Leggyakrabban alkalmazzák az öntöttvasból készült öntvényeket. Végezhető az öntés homokformába, kokillába vagy precíziósan is. Az egyes eljárásoknak minél pontosabb, finomabb felülete van.

A kovácsolt előgyártmányok esetében mindig ügyelni kell arra, hogy a további forgácsolási műveletekhez biztosítsunk ráhagyást. A szabadalakító kovácsolás esetében a kovácsdarab alakját lekell egyszerűsíteni. A süllyesztékes kovácsolásnál a munkadarabnak meg kell felelnie néhány követelménynek, például a megfelelően kialakított osztófelület, oldalak ferdesége, élek lekerekítése és alámetszett munkadarabokat nem lehet ezzel az eljárással készíteni.

Az acélfelni esetében ki kell választani a megfelelő előgyártmányt. A húzott, hengerelt előgyártmányok anyaga megfelelő lenne a gyártáshoz. Megfelelő hosszúságúra lehet darabolni ráhagyással, viszont átmérőben 100 mm - es közeli rudakat készítenek maximum. Gazdaságilag nem jó, hiszen forgácsolással a rúdanyagból nagyon sok hulladékkal lehetne gyártani, a másik ok az, hogy mivel nincs olyan kiinduló méretben, amilyenre szükség lenne, így a felni gyártása nem lehetséges ebből az előgyártmány típusból.

Az öntött anyagok esetében a tömeg alapján készülhetne a felni, valamint az anyag is megfelelő, amelyet használnak az öntéshez. Megfelelő forma elkészítésével legyártható lenne a felni. Gazdasági szempontból nem lennének nagy költségek a kevés forgácsolás miatt és a sorozatgyártás is könnyebben megoldható lenne. Viszont az öntött anyag mechanikai tulajdonságokat tekintve nem megfelelő az acélfelninek, ugyanis kis élettartammal bír, porózus és törékenyebb.

A kovácsolt előgyártmányok esetében a szabadalakító kovácsolással jobb szívósság érhető el az anyagban, valamint megbízható anyagminőség, de önmagában sok forgácsolás szükséges a végső alak eléréshez, ami gazdasági szempontból hátrányos. A süllyesztékes kovácsolással készült előgyártmányok kevesebb forgácsolást igényelnek, megbízható anyagminőséget produkál és az ütéseknek ellenáll. Lényegében a méret nagyság nem akkora befolyásoló tényező, ugyanis egy megfelelő süllyesztéssel ellehet készíteni az alkatrészeket. Ebből adódóan gazdaságos süllyesztékes kovácsolással készült előgyártmányt alkalmazni. Az acélfelni gyártását is süllyesztékes kovácsolással készült előgyártmányból valósítjuk meg, ugyanis ez a legkedvezőbb és a lehető legjobb ebben az esetben.

5.2. Süllyesztékes kovácsszerszám tervezés

A gépészeti darab meghatározása

A gépészeti darab kialakítása részben egyezik meg a végső alakkal. A teljes felni műszaki rajza az 1. mellékletben található. Ebből adódóan az alkatrész 20MnCr5 (1.7147) típusú acélból készül. Az anyag rendkívül jó tulajdonságokkal rendelkezik. Megemlíthető a nagy szilárdság, nagy keménység, jó szívósság, valamint megfelelő tartósságot képes biztosítani a nagy igénybevételek és kopás mellett. Jó hőkezelési plaszticitással és hegesztési tulajdonságokkal bír, ezáltal alkalmas hőkezelési folyamatokra és precíziós megmunkálásokra. Ezen szempontok miatt érdemes ebből az anyagból legyártani a munkadarabot.

Az anyag sűrűsége minimális eltérést mutat a szobahőmérsékleten vett vas-hoz képest.

Ugyanis a vas sűrűsége szobahőmérsékleten: $\rho_{Fe} = 7,874 \frac{\text{kg}}{\text{dm}^3}$

A 20MnCr5 acél sűrűsége szobahőmérsékleten: $\rho_{1.7147} = 7,85 \frac{\text{kg}}{\text{dm}^3}$

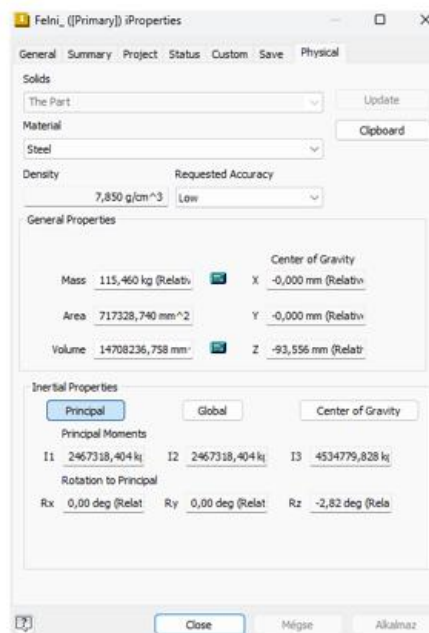
A 20MnCr5 acél vegyi összetételét a 5.1 táblázat tartalmazza. Az ebben megjelölt összetevők értéke százalékos formában jelennek meg és egy középértéket képviselnek.

5.1 Táblázat A 20MnCr5 (1.7147) anyag vegyi összetételének főbb alkotói

Ötvözők	C (Szén)	Si (Szilícium)	Mn (Mangán)	Cr (Króm)	P (Foszfor)	S (Kén)
[%]	0,2	0,3	1,25	1,15	0,025	0,035

A teljes gépészeti darabot az Autodesk Inventor Professional 2023 programmal rajzoltam meg, és ennek a programnak a segítségével határoztam meg a munkadarab tömegét és térfogatát.

5.1 ábra A gépész darab fizikai jellemzői [saját ábra]



$$V_{\text{gépész}} = 14,71 \text{ dm}^3$$

$$\rho_{1.7147} = 7,85 \frac{\text{kg}}{\text{dm}^3}$$

$$m_{\text{gépész}} = 115,460 \text{ kg}$$

A kovácsdarab geometriájának kialakítása

A kovácsolással ki nem alakítható geometriák

Annak érdekében, hogy a kovácsdarab geometriáját kialakítsuk, meg kell határozni azokat a felületeket, részeket a munkadarabon, amelyeket nem lehet kovácsolással kialakítani. Ebben az esetben a negatív felületeket, valamint az $\emptyset 139$, $\emptyset 35$ (2x), $\emptyset 17,5$ (6x) és az M12 (2x) -es furatokat nem kovácsolással készítjük el.

A kovácsdarab besorolása

A kovácsdarab tervezéssel az MSZ 5745 szabvány foglalkozik. A bonyolultsági fok megállapításához meg kell határozni egyrészt a kovácsdarab tömegét, másrészt a kovácsdarab legnagyobb méretei által meghatározott burkolótest tömegét. Az 5.2 ábra bemutatja a fizikai jellemzőket.

- **Bonyolultsági fok**

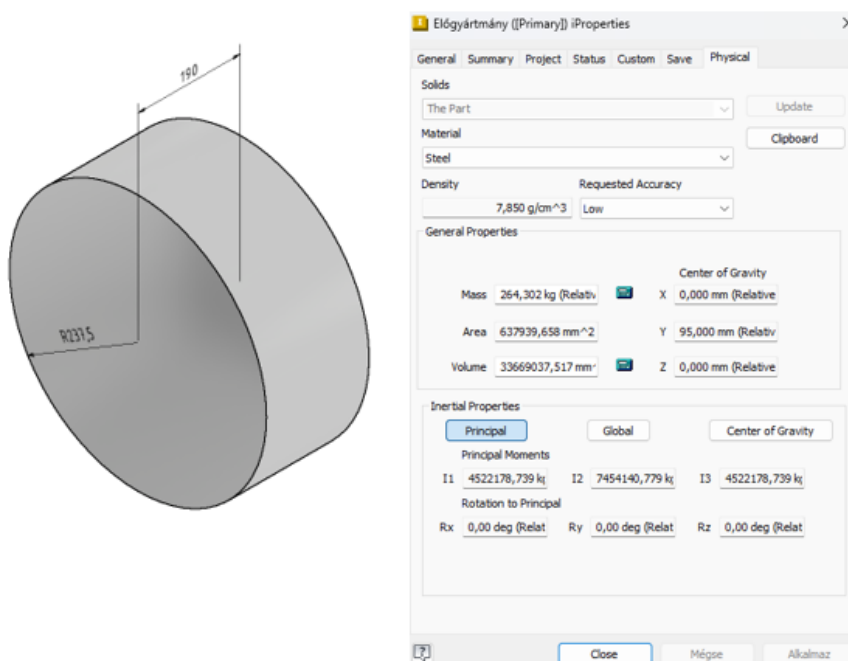
$$S = \frac{m_{\text{gépész}}}{m_B} = \frac{115,460}{264,302} = 0,43 \rightarrow \mathbf{S2}$$

Ahol:

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

m_B – a kovácsdarab legnagyobb méretei által meghatározott burkolótest tömege [kg]

5.2 ábra A kovácsdarabot behatároló burkolótest fizikai jellemzői [saját ábra]



A kovácsdarab bonyolultsági fok besorolása szerint az **S2** csoportba tartozik, ugyanis az értéke $0,32 < S < 0,63$ közé esik. A számítás elvégzésekor a gépészeti darab által befoglalt méretekkel számoltam, így az ellenőrzést a kész kovácsdarab geometriai méreteivel kell elvégezni a kapott eredményekkel.

- **A kovácsdarab anyagminősége**

Az anyagminőség ebben az esetben **M1** csoportba tartozik bele. Az M1 csoportra jellemző, hogy a szénttartalom nem haladja meg a 0,65 %-ot és az Mn, Cr, Ni, Mo, V, W ötvözőelemek össz mennyisége nem több, mint 5 %. Ezáltal az alkalmazott 20MnCr5 anyagnak a vegyi összetétele ezt igazolja.

A lentebb ismertett adatok a szerződő felek alapján meghatározott értékek, így ezt figyelembe véve végzem el a számításokat.

- **A kovácsdarab pontossági fokozata**

Általános esetben a pontossági fokozatot a rendelésben szükséges lejegyezni, ennek hiányában a kovácsdarab egy normál pontossági fokozatot képvisel, amely **II.** fokozatnak felel meg.

Anyagminőség: **M1**

Pontossági fokozat: **II. - normál**

Az egyenességi fokozat: **II.**

A forgácsolási hozzáadás meghatározása

A forgácsolási hozzáadást jellemzően a kovácsdarab várható legnagyobb méret- és alakeltérései szabják meg. Ezt a mértéket egy számítással lehet meghatározni.

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

Ahol:

H_f - a forgácsolási hozzáadás értéke felületenként [mm]

$\frac{T}{6}$ - az egy oldalra jutó alsó határeltérés [mm]

c - a megengedett süllyeszték-elcsúszás [mm]

g - az egyenesség tűrése [mm]

A - korrekciós tényező, amelyet a szerződő felek alakítanak ki, ebben az esetben $A = 1$.

- **Egyenesség**

Az egyenességtűrés, az egyenességi fokozat és a kovácsdarab hossza alapján választható meg. Ennek értéket az 5.2 táblázatból határozom meg.

5.2 Táblázat Az egyenességtűrés értékei az MSZ 5745 szerint

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

$$400 \text{ mm} \leq D_{\max} \leq 500 \text{ mm} \rightarrow g = 1,4 \text{ mm}$$

Mivel $\frac{D}{H} \leq 5$, ezért a táblázatban szereplő értéket nem kell felszorozni a konstanssal.

- **Süllyeszték-elcsúszás**

A süllyeszték-elcsúszás értéke a kovácsdarab tömege és a pontossági fokozat alapján választható meg. Ennek értékét az 5.3 táblázatból határozom meg.

5.3 Táblázat A süllyeszték-elcsúszás megengedett értéke az MSZ 5745 szerint

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

A kiválasztásnál a megfelelő érték az 1,7 mm lenne, viszont előreláthatólag a kovácsdarab tömege átlépi a 120 kg-ot, így a süllyeszték-elcsúszás választott értéke 2,0 mm lesz.

$$120 \text{ kg} \leq m_{\text{gépész}} \leq 250 \text{ kg} \rightarrow c = 2,0 \text{ mm}$$

Az így meghatározott eredményt a kovácsdarab tömeg végleges kiszámítását követően a feltételezés helyességét ellenőrizni kell.

- **Határeltérés, módosított átmérők**

Az üregalakhoz kötött méretek tűrésnagyságait és határeltéréseit az MSZ 5745 szabvány szerint az 5.4 táblázat tartalmazza.

5.4 Táblázat Az üregalakhoz kötött ráhagyások

<i>i</i>	<i>d_i [mm]</i>	<i>f_{ai} [mm]</i>	<i>c [mm]</i>	<i>H_{fai} [mm]</i>	<i>D_i [mm]</i>
1	471,6	1,2	2,0	3,2	478
2	408,834	1,2	2,0	3,2	402,434
3	271,227	1,2	2,0	3,2	264,827
4	139	1,2	2,0	3,2	132,6

Az üregalakhoz nem kötött méretek tűrésnagyságait és határeltéréseit az MSZ 5745 szabvány szerint az 5.5 táblázat tartalmazza.

5.5 Táblázat Az üregalakhoz nem kötött ráhagyások

<i>i</i>	<i>h_i [mm]</i>	<i>f_{hi} [mm]</i>	<i>g [mm]</i>	<i>H_{fhi} [mm]</i>	<i>H_i [mm]</i>
1	187	1,5	1,4	2,9	192,8
2	22	1,5	1,4	2,9	22
3	82,5	1,5	1,4	2,9	82,5

A h_2 és h_3 méretek esetében nem történt forgácsolási ráhagyás adva, ugyanis a h_1 méret módosításával a ráhagyás megtörtént.

Ahol:

d_i – a gépész darab átmérője [mm]

h_i – a gépész darab magassági mérete [mm]

f_{ai} – a határeltérés [mm]

D_i – a kovácsdarab átmérője [mm]

H_i – a kovácsdarab magassága [mm]

- **Oldalferdeség**

Annak érdekében, hogy a süllyesztéküregből ki tudjuk emelni a munkadarabot a függőleges irányú felületeket érdemes ferdeséggel ellátni. Az oldalferdeségek alkalmazását és nagyságát az alkalmazott gép és szerszám sajátosságai, a munkadarab alakja és az alkalmazott technológia szabja meg. Ezen értékeket az 5.6 táblázatból határoztam meg, amely az MSZ 5745 szabványon alapuló értékeket tartalmazza.

5.6 Táblázat Oldalferdeségek az MSZ 5745 szabvány alapján

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

A meghatározott értékek kilökö nélküli szerszám esetében

$\alpha = 5^\circ$ - a külső felületekre meghatározott oldalferdeség

$\beta = 7^\circ$ - a belső felületekre meghatározott oldalferdeség

- **Lekerekítési sugár**

A forgácsolásra kerülő felületek esetében figyelembe kell venni a különböző forgácsolási ráhagyásokat a külső lekerekítési sugaraknál. Ezen sugarak elősegítik az elegendő anyagáramlást, valamint a megfelelő üregkitöltést. Ezeket az értékeket az MSZ 5745 szabvány szerint az 5.7 táblázat tartalmazza.

5.7 Táblázat Lekerekítési sugár értékek MSZ 5745 szabvány szerint

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 kiválasztott értékek a kovácsdarab magasságától függenek, amely ebben az esetben

$$H_{\text{maxgépész}} = 187 \text{ mm},$$

így a technológiai ráhagyásokkal is benne fog maradni előreláthatólag az intervallumban majd a kiválasztott

$$400 \text{ mm} \leq D_{\text{max}}$$

kategóriában.

A választott lekerekítési sugarak értékei

$$R_{\text{külső}} = 8 \text{ mm}$$

$$R_{\text{belső}} = 40 \text{ mm}$$

- **Lyukasztási hártya**

MI-05 29.584-82 szerint kiszámított lyukasztási hártya méreteihez alkalmazott összefüggés

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

Ahol:

d – a lyukasztási hártát tartalmazó üreg legnagyobb átmérője [mm]

h – a lyukasztási hártát tartalmazó üreg mélysége [mm]

$$S = 0,45 \cdot (133,2 - 0,25 \cdot 108 - 5)^{0,5} + 0,6 \cdot 108^{0,5} = 10,76 \text{ mm} \approx 10,8 \text{ mm}$$

- **Kovácsolható üregmélység**

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

$$0,7 \geq \frac{h}{d} = \frac{h - \frac{S}{2}}{d} = \frac{108 - \frac{10,8}{2}}{132,6} = 0,77$$

A kiszámított eredmény meghaladja az adott értéket, ezáltal nem szükséges kilökőt alkalmazni.

- **Mérettűrések**

Az egyes mérettűréseket az MSZ 5745-84 alapján határoztam meg, és ezeket a táblázatokat a 2. és 3. melléklet tartalmazza.

$$\text{Üregalakhoz kötött méretek ellenőrzése: } T_{\ddot{u}k} = 7 \text{ mm} \begin{pmatrix} +4,7 \\ -2,3 \end{pmatrix}$$

Az érték meghatározásához figyelembe vettem az 50 – 120 kg közötti kovácsdarab tömeget és a 400 – 630 mm közötti kovácsdarab átmérőjét. A geometria kialakítás után ellenőrzöm a feltételezés helyességét.

$$\text{Üregalakhoz nem kötött méretek ellenőrzése: } T_{\ddot{u}nk} = 8 \text{ mm} \begin{pmatrix} +5,3 \\ -2,7 \end{pmatrix}$$

Az érték meghatározásához figyelembe vettem az 50 – 120 kg közötti kovácsdarab tömeget és a 160 – 250 mm kovácsdarab magassági méretét. A geometria kialakítás után ellenőrzöm a feltételezés helyességét.

A lekerekítési sugarak mérettűrése az MSZ 5745-84 alapján történik és ezen értékeket az 5.8 táblázat tartalmazza.

5.8 Táblázat A lekerekítési sugarak határeltérései az MSZ 5745 szabvány alapján

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

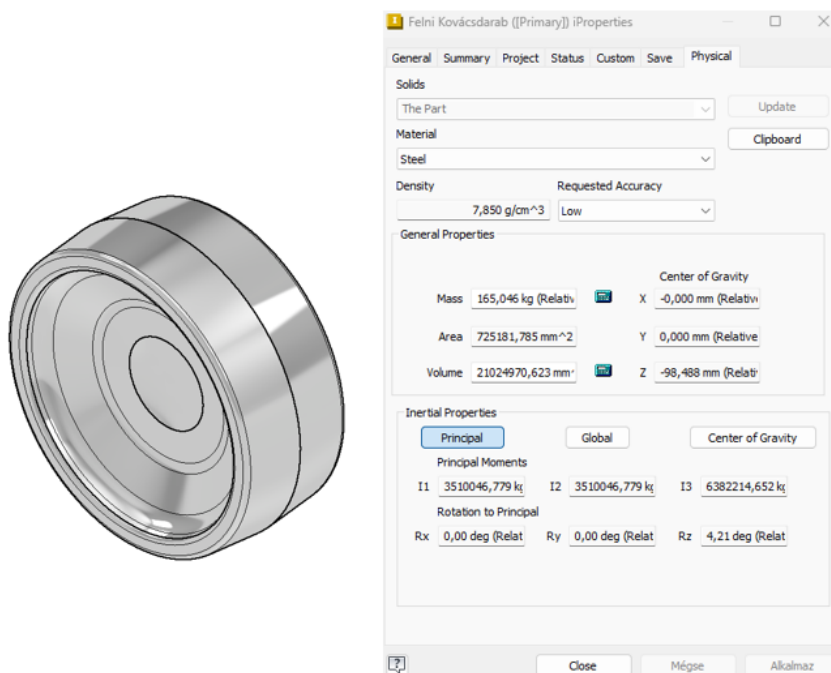
$$\text{A külső lekerekítések határeltérései: } T_r = \begin{pmatrix} +0,5 \cdot R \\ -0,25 \cdot R \end{pmatrix}$$

$$\text{A belső lekerekítések határeltérései: } T_R = \begin{pmatrix} +0,32 \cdot R \\ -0,15 \cdot R \end{pmatrix}$$

- **A kovácsdarab geometriája**

A meghatározott értékeket felhasználva az 5.3 ábra mutatja be a kovácsdarabot, annak 3D-s nézetét a hozzá tartozó fizikai jellemzőkkel. A kovácsdarab rajza a 4. mellékletben található.

5.3 ábra A kovácsdarab kialakítása és fizikai jellemzői [saját ábra]



- **Méreték ellenőrzése**

A kapott geometriai méretekkel módosított kovácsdarab

$$m_{kovács} = 165,046 \text{ kg}$$

$$S = \frac{m_{kovács}}{m_B} = \frac{165,046}{264,302} = 0,62 \rightarrow \mathbf{S2} \rightarrow \mathbf{megfelelő!}$$

Süllyeszték-elcsúszás

$$120 \text{ kg} \leq m_{kovács} \leq 250 \text{ kg} \rightarrow \mathbf{megfelelő!}$$

Egyenesség

$$400 \text{ mm} \leq D_{\max} = 494 \text{ mm} \leq 500 \text{ mm} \rightarrow \mathbf{megfelelő!}$$

Az ellenőrzéseket elvégezve elmondható, hogy az előtervezésben megállapított értékek ugyanazokba a kategóriákba esnek, mint a módosítottak, ezáltal nincs szükség módosításra.

- **Sorjacsatorna**

A kovácsoláshoz alkalmazott gép egy mechanikus útkarakterisztikájú szerkezet, amely által egy nyitott sorjacsatornát alkalmaztam és azt a CSMSZ.2500-74 szabvány szerint alakítottam ki.

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

$$h_s = 1,13 + 0,89 \cdot \sqrt{165,046} - 0,017 \cdot 165,046 = 9,75 \text{ mm}$$

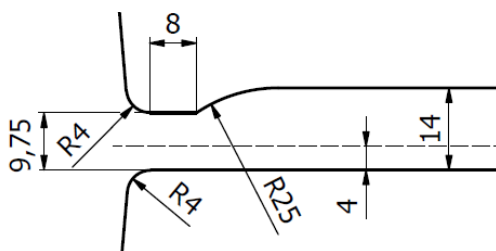
Ahol:

h_s – a sorjahíd magassága [mm]

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

A meghatározott sorjacsatorna méreteit az 5.4 ábrán mutatom be.

5.4 ábra Az alkalmazott sorjacsatorna kialakítása [saját ábra]



- **Az alapanyag előkészítése**

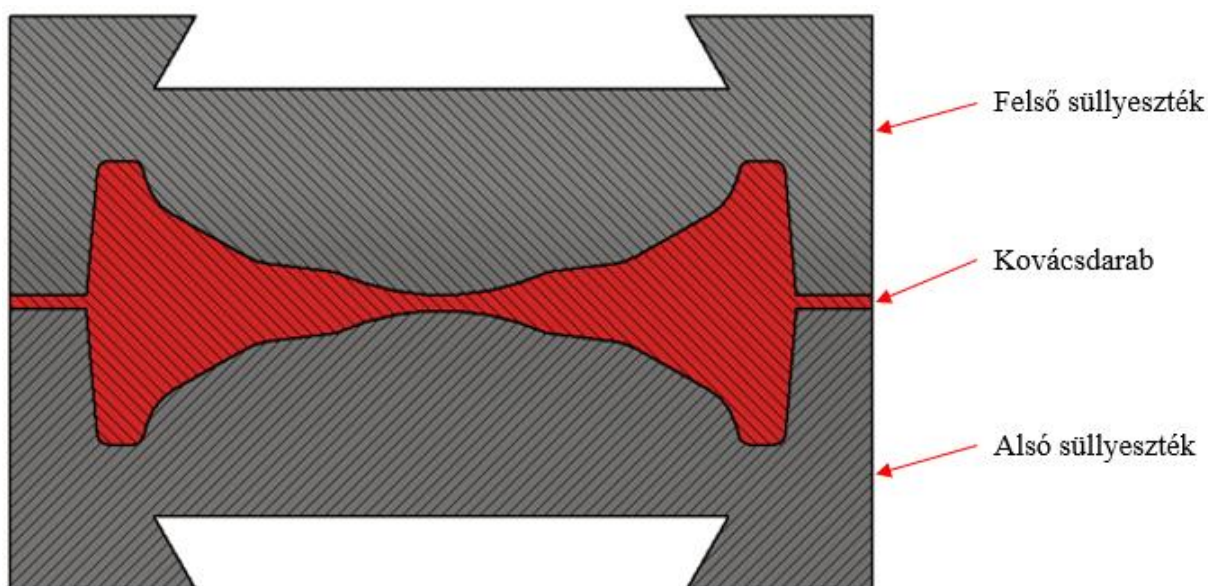
Az alkalmazott alapanyag hevítése gázkemencében történik 1200 °C-ra, ami azt eredményezi, hogy 3 % leégési veszteséggel kell számolni. A veszteség hatására megnövekszik az alakításra kerülő anyag térfogata.

$$V_{darab} = 21024970 \cdot 1,03 = 21655719 \text{ mm}^3 \approx 21,65 \text{ dm}^3$$

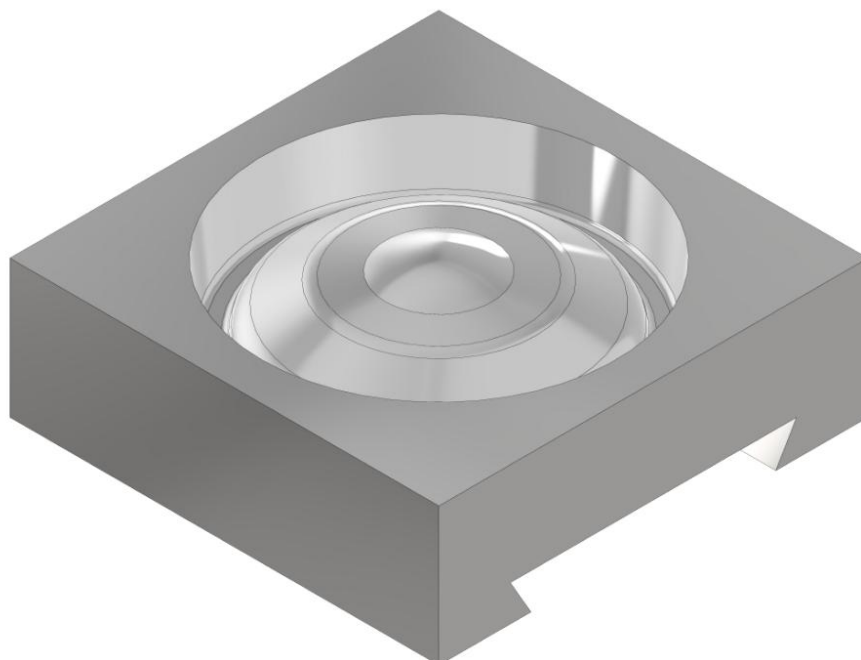
A legnagyobb átmérő a 40 mm-t meghaladja, ami szükségessé teszi azt, hogy az alapanyagot melegen daraboljuk. A tervezésnél figyelembe kell venni a hőtágulás jelenséget, amivel ki kell egészíteni a számolást. Fontos, hogy a valóságban a szerszám kialakítása során minden méretet 1,5 %-kal meg kell növelni annak érdekében, hogy a hőtágulás miatt a kihűlt munkadarab valóban megegyezzen a kívánt méretekkel.

Az 5.4-es ábra tartalmazza a kovácsdarabot, az alsó- és felső süllyesztéket, valamint ezek egymáshoz viszonyított helyzetét. Az ábrán piros színnel a kovácsdarab, míg szürke színnel az alsó- és felső süllyesztékek vannak ábrázolva. Az 5.5 ábrán látható az alsó süllyeszték szerszám. Az 5.6 ábra mutatja be az alsó kovács süllyeszték és a kovácsdarab helyzetét a sorja csatornával. A 5. és 6. mellékletben található a kovács süllyesztékek rajzdokumentációi.

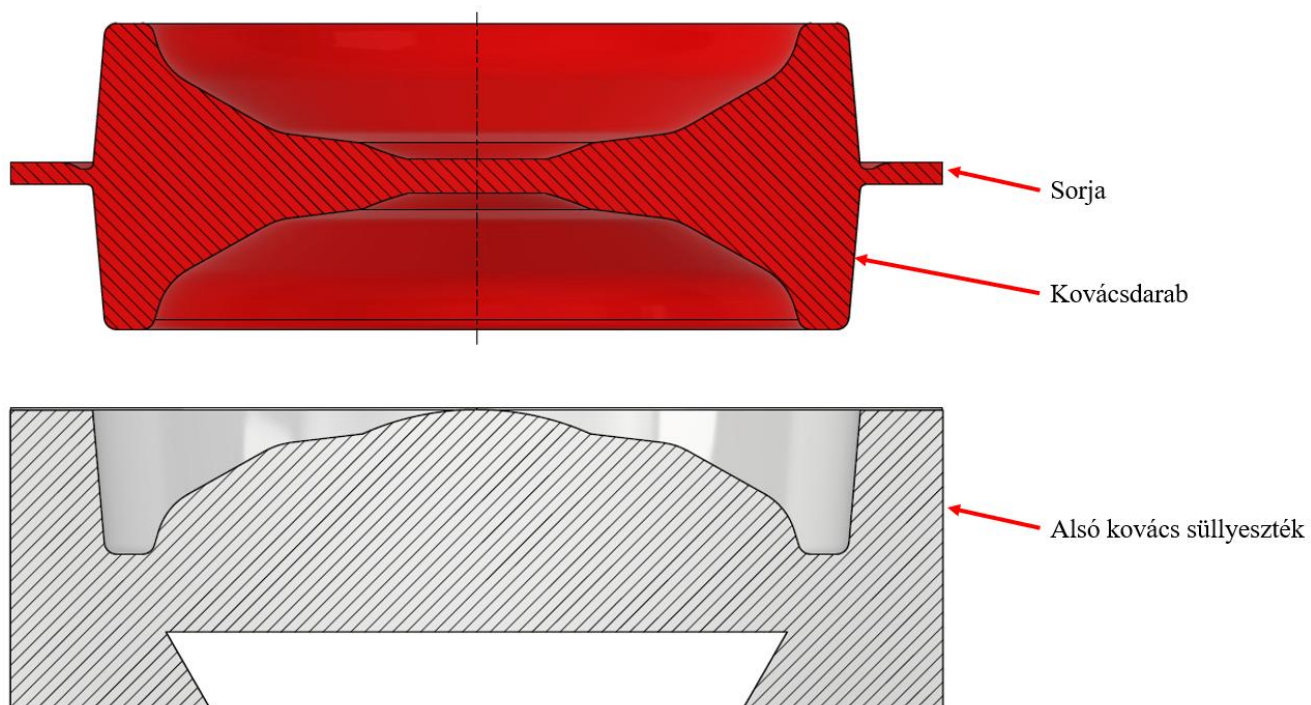
5.4 ábra A kovácsdarab és a süllyesztékek egymáshoz viszonyított helyzete [saját ábra]



5.5 ábra Az alsó süllyeszték szerszám 3D modellje [saját ábra]



5.6 ábra Az összezárt süllyeszték szerszámok a munkadarabbal [saját ábra]



5.3. Gyártástechnológia tervezés

A kovácsdarabról készült műszaki rajz a 4. mellékletben található. A teljes gyártástechnológiai tervezés számítás a 7. műveletben található. A műveleti és műveletelőzési sorrend a 8. mellékletben, a műveleti utasítási lapok a 9. mellékletben található tartalmazzák, valamint a 10. mellékletben található a szerszámkérő lap.

1 művelet: Kovácsolás

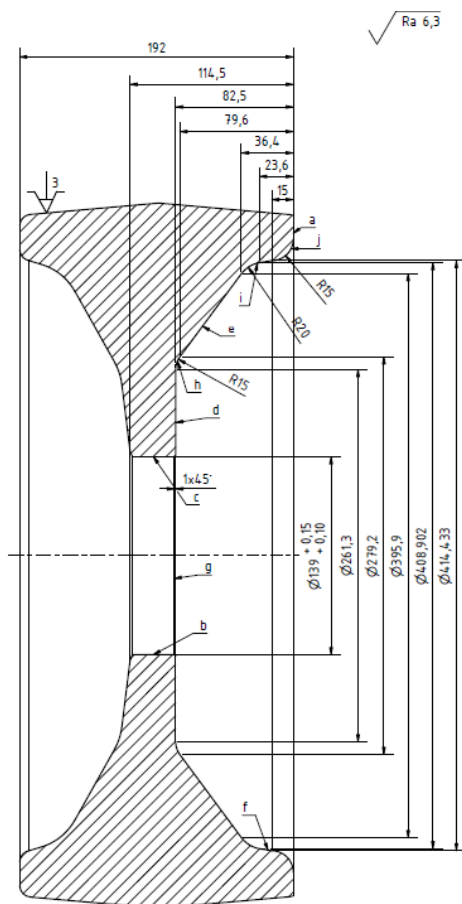
A kovácsdarab méreteit a pontossági fokozat (II. osztály) alapján, valamint ennek figyelembevételével a táblázatokkal határoztam meg.

2. művelet: MEO

3. művelet: Esztergálás I.

A 3. műveletben kialakított méreteket az 5.8 ábra mutatja be a műveletelemekkel együtt.

5.8 ábra A 3. művelettel kialakított méretek [saját ábra]



A forgácsolási műveletekhez hűtő-kenő folyadéknak emulziót alkalmaztam.

Az alkalmazott szerszámgép: CK 5123E Karusszeleszterga gép

A munkadarab megfogása: Készülékbe fog

Az CK 5123E karusszeleszterga gépműszaki adatai

Legnagyobb megmunkálási átmérő: Ø 2200 mm

Fordulatszám tartomány: $20 - 1000 \frac{1}{min}$

Fokozati tényező: 1,25

A késtartóba befogható késszár maximális keresztmetszete: 40 x 40 mm

A főhajtó motor teljesítménye: 22 kW

A forgácsolási paraméterek meghatározásához a főforgácsolóerő értéke $F_{fv} = 10400$ N

Oldalazás tisztára (a)

Az alkalmazott forgácsolószerszám: Homlokélű esztergakés P20 25 x 25 J III. MSZ 1903

A fogásmélység: 5 mm

A fogások száma: $i = 1$

Az előtolás értékének meghatározása: $f = 0,1 \frac{m}{min}$

Az alkalmazott forgácsoló sebesség meghatározása:

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

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

A fordulatszám meghatározása:

$$n = \frac{1000 \cdot v_c}{D \cdot \pi} = \frac{1000 \cdot 71,25}{479,3 \cdot \pi} = 47,3 \frac{1}{min}$$

A szerszámgépen beállított fordulatszám:

$$n_{gépi} = 63 \frac{1}{min}$$

A megváltozott forgácsolósebesség meghatározása:

$$v_{cm} = \frac{D \cdot \pi \cdot n_{gépi}}{1000} = \frac{479,3 \cdot \pi \cdot 63}{1000} = 94,86 \frac{m}{min}$$

A forgácsolás időtartamának meghatározása:

$$t_g = \frac{L}{v_f} \cdot i = \frac{l_1 + \left(\frac{D}{2} - \frac{d}{2}\right) + l_2}{f \cdot n} \cdot i = \frac{2 + \left(\frac{479,3}{2} - \frac{420}{2}\right) + 2}{0,1 \cdot 63} \cdot 1 = 5,34 \text{ min}$$

Furatesztergálás I. nagyolás (Ø137 x 114,5, b)

Ezzel a művelettel a sorjahíd kiesztergálása történik, így a fogásmélység ebben az esetben a sorjahíd szélessége lesz, azaz $a = 10,8 \text{ mm}$.

Alkalmazott szerszám: Fenéklyukkés P20 16x16 J II. MSZ 1913

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

$$f = \frac{F_c}{a \cdot k_c} = \frac{10400}{10,8 \cdot 1700} = 0,5 \frac{mm}{ford}$$

Az ideális előtolás alapján a megváltozott fajlagos forgácsoló erő értéke: $k_{cv} = 2008 \frac{N}{mm^2}$.

A keletkező forgácsolóerő nagysága:

$$F_{fv} = k_{cv} \cdot f \cdot a = 2008 \cdot 0,5 \cdot 10,8 = 10843,2 \text{ N}$$

Az alkalmazott forgácsoló sebesség meghatározása:

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

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

A fordulatszám meghatározása:

$$n = \frac{1000 \cdot v_c}{D \cdot \pi} = \frac{1000 \cdot 71,25}{130 \cdot \pi} = 174,45 \frac{1}{min}$$

A szerszámgépen beállított fordulatszám:

$$n_{gépi} = 200 \frac{1}{min}$$

A megváltozott forgácsolósebesség meghatározása:

$$v_{cm} = \frac{D \cdot \pi \cdot n_{gépi}}{1000} = \frac{130 \cdot \pi \cdot 200}{1000} = 81,7 \frac{m}{min}$$

A forgácsolás teljesítményszükséglete:

$$P_c = \frac{F_{fv} \cdot v_{cm}}{60 \cdot 10^3} = \frac{10843,2 \cdot 81,7}{60 \cdot 10^3} = 14,76 \text{ kW}$$

A hajtáshoz szükséges teljesítmény meghatározása:

$$P_h = \frac{P_c}{\eta_G} = \frac{14,76}{0,8} = 18,45 \text{ kW}$$

Az CK 5123E CNC Karusszeleszterga gépbe épített 22 kW-os teljesítménnyel bíró villanymotor a teljesítményszükségletet biztosítja.

A forgácsolás időtartamának meghatározása:

$$t_g = \frac{L}{v_f} \cdot i = \frac{l_1 + l + l_1}{f \cdot n} \cdot i = \frac{2 + 114,5 + 2}{0,32 \cdot 200} \cdot 16 = 29,6 \text{ min}$$

Az Esztergálás I. műveletben lévő további műveleteket a fentebb leírt módon számítottam ki, ezáltal azon műveleteknek a forgácsolási paraméterei az 5.11 táblázatban találhatóak.

5.11 Táblázat Az Esztergálás I. műveletek forgácsolási paraméterei

Műveletelem	Forgácsoló sebesség $\left[\frac{m}{min}\right]$	Fordulatszám $\left[\frac{1}{min}\right]$	Előtolás $\left[\frac{m}{min}\right]$	Fogásmélység [mm]	Fogások száma [-]
Furatesztergálás II. (Ø139 x 114,5, c)	87,3	200	0,1	4,5	1
Furatesztergálás III. (Ø261,3 x 82,5, d)	82,1	100	0,32	3,82	16
Kúpesztergálás I (Ø395,9 x 43,2, e)	75,35	63	0,4	4,16	14
Kúpesztergálás II (Ø414,433 x 8,6, f)	82,02	63	0,25	2,76	1

Élletörés (1 x 45°-ban, g)

Alkalmazott szerszám: Oldalélű esztergakés P20 20x32 J II. MSZ 1904

A fogásmélység nagysága: $a = 1 \text{ mm}$.

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

A fordulatszám $n_{\text{gépi}} = 63 \frac{1}{\text{min}}$, az előző művelet alapján.

A megváltozott forgácsolósebesség meghatározása:

$$v_{\text{cm}} = \frac{D \cdot \pi \cdot n_{\text{gépi}}}{1000} = \frac{139 \cdot \pi \cdot 63}{1000} = 27,51 \frac{\text{m}}{\text{min}}$$

Lekerekítések (R15; R20; R15)

A forgácsolási paramétereket a 3. művelethez tartozó lekerekítésekhez az 5.12 Táblázat tartalmazza.

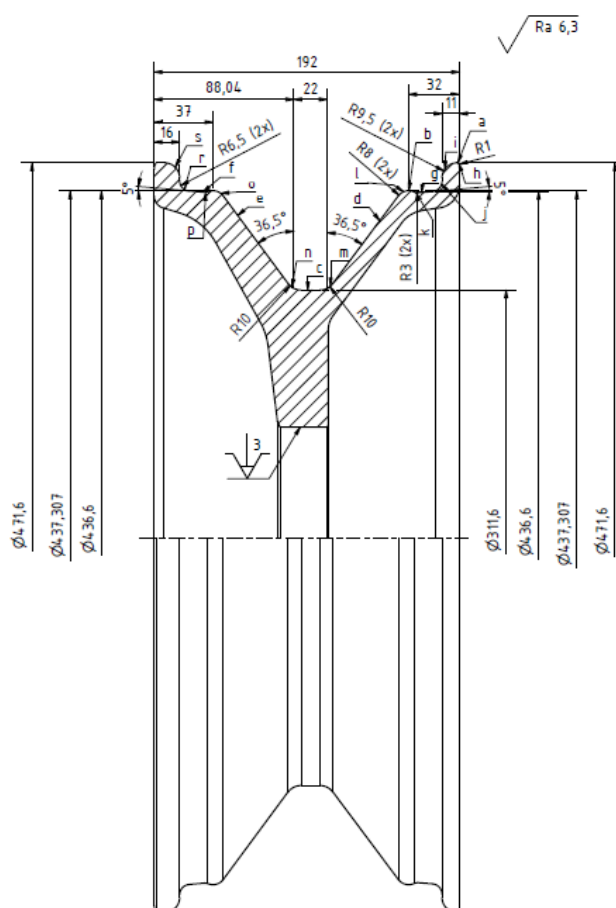
5.12 Táblázat A 3. műveletben kialakított lekerekítések forgácsolási paramétere

Műveletelem	Forgácsoló sebesség $\left[\frac{\text{m}}{\text{min}}\right]$	Fordulatszám $\left[\frac{1}{\text{min}}\right]$	Előtolás $\left[\frac{\text{m}}{\text{min}}\right]$	Fogásmélység [mm]	Fogások száma [-]
Lekerekítés (R15, h)	51,71	63	0,1	15	1
Lekerekítés (R20, i)	78,35	63	0,1	20	1
Lekerekítés (R15, j)	82,02	63	0,1	15	1

4. művelet: Esztergálás II.

A 4. műveletben kialakított méreteket az 5.9 ábra mutatja be a műveletelemekkel együtt.

5.9 ábra A 4. művelettel kialakított méretek [saját ábra]



A 4. műveletben lévő műveletek paramétereinek számítása megegyezik az Esztergálás I. műveletben számolt paraméterekkel, így az eredményeket 5.13 táblázat tartalmazza.

5.13 Táblázat Az Esztergálás II. műveletek forgácsolási paramétereit

Műveletelem	Forgácsoló sebesség $\left[\frac{m}{min}\right]$	Fordulatszám $\left[\frac{1}{min}\right]$	Előtolás $\left[\frac{m}{min}\right]$	Fogásmélység [mm]	Fogások száma [-]
Palástnagylás I. (Ø471,6 x 192, a)	97,97	63	0,4	3,9	3

Palástnagylás II. (Ø437,307 x 165, b)	93,33	63	0,4	4,28	4
Beszúrás (Ø311,6 x 22, c)	86,55	63	0,4	3,92	16
Kúpsztergálás I (Ø437,307 x 41,4, d)	86,55	63	0,4	3,92	16
Kúpsztergálás II (Ø434,307 x 41,4, e)	86,55	63	0,4	3,92	16
Kúpsztergálás III (Ø395,9 x 21, f)	86,55	63	0,1	0,35	1
Kúpsztergálás IV (Ø437,21 x 21, g)	86,55	63	0,1	0,35	1

Lekerekítések

A forgácsolási paramétereket a 4. művelethez tartozó lekerekítésekhez az 5.22 Táblázat tartalmazza.

5.14 Táblázat A 4. műveletben kialakított lekerekítések forgácsolási paraméterei

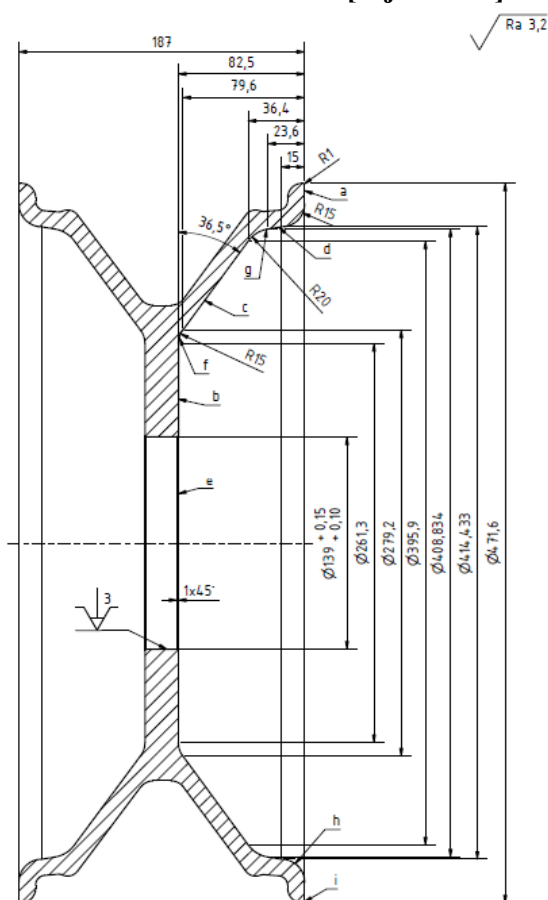
Műveletelem	Forgácsoló sebesség $\left[\frac{m}{min}\right]$	Fordulatszám $\left[\frac{1}{min}\right]$	Előtolás $\left[\frac{m}{min}\right]$	Fogásmélység [mm]	Fogások száma [-]
Lekerekítés (R1, h)	93,33	63	0,1	1	1
Lekerekítés (R9,5, i)	93,33	63	0,1	9,5	1
Lekerekítés (R6,5, j)	86,55	63	0,1	6,5	1
Lekerekítés (R3, k)	86,41	63	0,1	3	1
Lekerekítés (R8, l)	86,55	63	0,1	8	1
Lekerekítés (R10, m)	61,67	63	0,1	10	1
Lekerekítés (R10, n)	61,67	63	0,1	10	1
Lekerekítés (R8, o)	86,55	63	0,1	8	1
Lekerekítés (R3, p)	86,41	63	0,1	3	1

Lekerekítés (R6,5, r)	86,55	63	0,1	6,5	1
Lekerekítés (R9,5, s)	93,33	63	0,1	9,5	1

5. művelet: Esztergálás III.

A 5. műveletben kialakított méreteket az 5.9 ábra mutatja be a műveletelemekkel együtt.

5.10 ábra Az 5. műveletben kialakított méretek [saját ábra]



5.1 Oldalazás méretre, simítás (187 mm, a)

Alkalmazott szerszám: Homlokélű esztergakés P20 25 x 25 J III. MSZ 1903

A fogásmélység nagysága: $a = 5$ mm

A fogások száma: $i = 1$

Az előtolás értéke:

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

Az alkalmazott forgácsoló sebesség meghatározása:

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

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

A fordulatszám meghatározása:

$$n = \frac{1000 \cdot v_c}{D \cdot \pi} = \frac{1000 \cdot 71,25}{471,6 \cdot \pi} = 48,09 \frac{1}{min}$$

A szerszámgepen beállított fordulatszám:

$$n_{gépi} = 63 \frac{1}{min}$$

A megváltozott forgácsolósebesség meghatározása:

$$v_{cm} = \frac{D \cdot \pi \cdot n_{gépi}}{1000} = \frac{471,6 \cdot \pi \cdot 63}{1000} = 93,33 \frac{m}{min}$$

A forgácsolás időtartamának meghatározása:

$$t_g = \frac{L}{v_f} \cdot i = \frac{l_1 + \left(\frac{D}{2} - \frac{d}{2}\right) + l_2}{f \cdot n} \cdot i = \frac{2 + \left(\frac{471,6}{2} - \frac{420}{2}\right) + 2}{0,1 \cdot 63} \cdot 1 = 4,73 \text{ min}$$

A 5. műveletben lévő műveletek paramétereinek számítása megegyezik az Esztergálás I. műveletben számolt paraméterekkel, így az eredményeket 5.15 táblázat tartalmazza.

5.15 Táblázat Az Esztergálás III. műveletek forgácsolási paramétereit

Műveletelem	Forgácsoló sebesség $\left[\frac{m}{min} \right]$	Fordulatszám $\left[\frac{1}{min} \right]$	Előtolás $\left[\frac{m}{min} \right]$	Fogásmélység [mm]	Fogások száma [-]
Furatesztergálás I (Ø395,9 x 43,2, b)	82,1	100	0,1	3,82	16
Kúpesztergálás I (Ø395,9 x 43,2, c)	75,35	63	0,1	4,16	14

Kúpsztergálás II (Ø14,433 x 8,6, d)	82,02	63	0,1	2,8	1
--	-------	----	-----	-----	---

Élletörés (1 x 45°-ban, e)

Alkalmazott szerszám: Oldalélű esztergakés P20 20x32 J II. MSZ 1904

A fogásmélység nagysága: $a = 1 \text{ mm}$.

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

A fordulatszám $n_{g\acute{e}pi} = 63 \frac{1}{\text{min}}$, az előző művelet alapján.

A megváltozott forgácsolósebesség meghatározása:

$$v_{cm} = \frac{D \cdot \pi \cdot n_{g\acute{e}pi}}{1000} = \frac{139 \cdot \pi \cdot 63}{1000} = 27,51 \frac{m}{\text{min}}$$

Lekerekítések

A forgácsolási paramétereket a 5. művelethez tartozó lekerekítésekhez az 5.16 Táblázat tartalmazza.

5.16. Táblázat A 5. műveletben kialakított lekerekítések forgácsolási paramétere

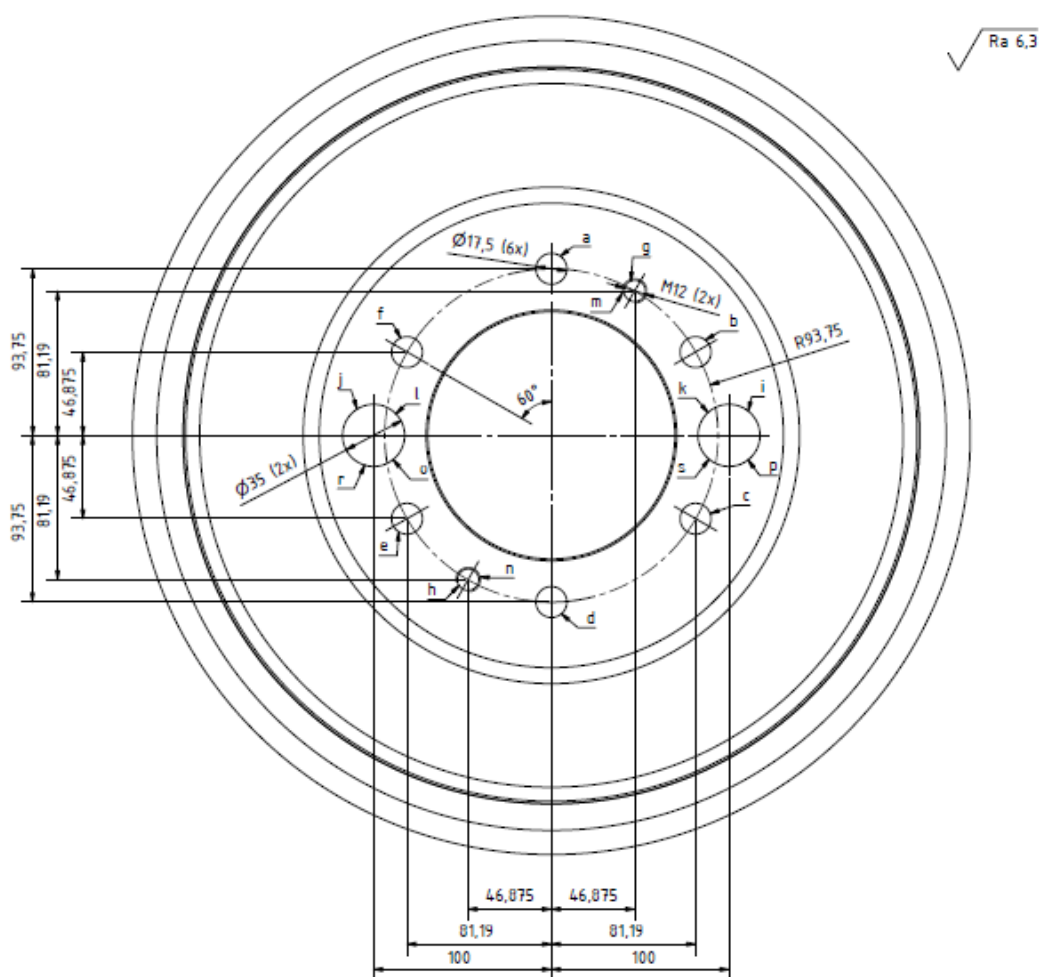
Műveletelem	Forgácsoló sebesség $\left[\frac{m}{\text{min}}\right]$	Fordulatszám $\left[\frac{1}{\text{min}}\right]$	Előtolás $\left[\frac{m}{\text{min}}\right]$	Fogásmélység [mm]	Fogások száma [-]
Lekerekítés (R15, f)	51,71	63	0,1	15	1
Lekerekítés (R20, g)	78,35	63	0,1	20	1
Lekerekítés (R15, h)	82,02	63	0,1	15	1
Lekerekítés (R1, i)	93,33	63	0,1	1	1

6. művelet: MEO

7. művelet: Fúrás I.

A 7. műveletben kialakított méreteket az 5.11 ábra mutatja be a műveletelemekkel együtt.

5.11 ábra A 7. művelettel kialakított méretek [saját ábra]



Az 1. mellékletben található műhelyrajz alapján azonos osztókörön helyezkednek el az Ø17,5 (6x); M12 (2x) furatok. Minden jelölt furat a műhelyrajzon átmenő furat.

Az alkalmazott szerszámgép: CNC függőleges megmunkáló központ Hartford HCMC-1892

A fordulatszám határok: 20 – 6000 $\frac{\text{ford}}{\text{min}}$

A munkadarab befogása: Fúrókészülékbe

Az alkalmazott szerszám befogó készülék: BT50 DIN69871

A főorsó motorteljesítmény: 15 kW

Fúrás I. (Ø17,5, a, b, c, d, e, f)

Alkalmazott szerszám: Csigafúró 118° Ø17,5 HS18 0 1 DIN3985

$$\text{Fogásmélység: } a = \frac{D}{2} = \frac{17,5}{2} = 8,75 \text{ mm}$$

$$\text{Előtolás meghatározása: } f = 0,16 \frac{\text{mm}}{\text{ford}}$$

A fogások száma: $i = 1$

Az alkalmazott forgácsoló sebesség meghatározása:

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

$$v_c = 7,7 \cdot 1 \cdot 0,54 \cdot 1 = 4,15 \frac{\text{m}}{\text{min}}$$

A fordulatszám meghatározása:

$$n = \frac{1000 \cdot v_c}{D \cdot \pi} = \frac{1000 \cdot 4,15}{17,5 \cdot \pi} = 75,48 \frac{1}{\text{min}}$$

A szerszámgepen beállított fordulatszám:

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

A megváltozott forgácsolósebesség meghatározása:

$$v_{cm} = \frac{D \cdot \pi \cdot n_{g\acute{e}pi}}{1000} = \frac{17,5 \cdot \pi \cdot 100}{1000} = 5,5 \frac{\text{m}}{\text{min}}$$

A fúró nyomatékigénye:

$$M = F \cdot \frac{D}{2} = k_c \cdot A \cdot \frac{D}{2} = k_c \cdot A \cdot \frac{D \cdot f}{4} \cdot \frac{D}{2} = k_c \cdot \frac{D^2 \cdot f}{8 \cdot 10^3} \text{ [Nm]}$$

$$M = 2639 \cdot \frac{17,5^2 \cdot 0,16}{8 \cdot 10^3} = 16,16 \text{ Nm}$$

A fúrás teljesítményszükséglete:

$$P_c = \frac{M \cdot 2 \cdot \pi \cdot n_{g\acute{e}pi}}{60 \cdot 10^3} = \frac{16,16 \cdot 2 \cdot \pi \cdot 100}{60 \cdot 10^3} = 0,16 \text{ kW}$$

A hajtáshoz szükséges teljesítmény meghatározása:

$$P_h = \frac{P_c}{\eta_G} = \frac{0,16}{0,8} = 0,2 \text{ kW}$$

A CNC Hartford HCMC-1892 függőleges megmunkáló központba épített 15 kW-os teljesítménnyel bíró villanymotor a teljesítményszükségletet biztosítja.

A fúrás időtartamának meghatározása:

$$t_g = \frac{L}{v_f} \cdot i = \frac{l_1 + l + l_2}{f \cdot n} \cdot i = \frac{2 + 20 + 2}{0,16 \cdot 100} \cdot 1 = 1,5 \text{ min}$$

Az alkatrészen a jelölt osztóköron 6 db azonos Ø17,5 átmenő furat található, így a fúrás időtartamot fel kell szorozni a furatok számával.

$$T_{gs} = 6 \cdot 1,5 = 9 \text{ min}$$

A 7. művelet további műveleteinek a forgácsolási paramétereinek számítása megegyezik a fentebb levezetett Fúrás I. (Ø17,5) számításokkal, így a 7. művelethez kapcsolódó paraméterek értékeit az 5.17 táblázat tartalmazza.

5.17 Táblázat Az Fúrás I. műveletek forgácsolási paramétereit

Műveletem	Forgácsoló sebesség $\left[\frac{m}{min}\right]$	Fordulatszám $\left[\frac{1}{min}\right]$	Előtolás $\left[\frac{m}{min}\right]$	Fogásmélység [mm]	Fogások száma [-]
Fúrás II (Ø11, g, h)	9,9	180	0,16	5,5	1
Fúrás III. (Ø14, i, j)	7,94	180	0,16	7	1
Fúrás III. (Ø35, k, l)	6,92	63	0,16	10,5	1

7.6 Menetfúrás (M12, m, n)

Az M12 menetes furatokat az Ø11 csigafúrószárral elkészített magfuratokba kerül kialakításra.

A választott szerszám: Gépi menetfúró M12 K HS 18 0 1 MSZ3920

Előtolás meghatározása: $f = 0,4 \frac{mm}{ford}$

A választott forgácsolósebesség: $v_c = 3 \frac{m}{min}$

A fordulatszám meghatározása:

$$n = \frac{1000 \cdot v_c}{D \cdot \pi} = \frac{1000 \cdot 3}{12 \cdot \pi} = 79,57 \frac{1}{min}$$

A szerszámgépen beállított fordulatszám:

$$n_{gépi} = 63 \frac{1}{min}$$

A megváltozott forgácsolósebesség meghatározása:

$$v_{cm} = \frac{D \cdot \pi \cdot n_{gépi}}{1000} = \frac{12 \cdot \pi \cdot 63}{1000} = 2,37 \frac{m}{min}$$

7.7 Lekerekítés (R3, o, p, r, s)

Alkalmazott szerszám: SZ003 egyedi gyártóeszköz (Szerszámkérő lap 5.13 Táblázat)

A fogásmélység nagysága: $a = 1 mm$.

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

A fordulatszám $n_{gépi} = 63 \frac{1}{min}$, az előző művelet alapján.

A megváltozott forgácsolósebesség meghatározása:

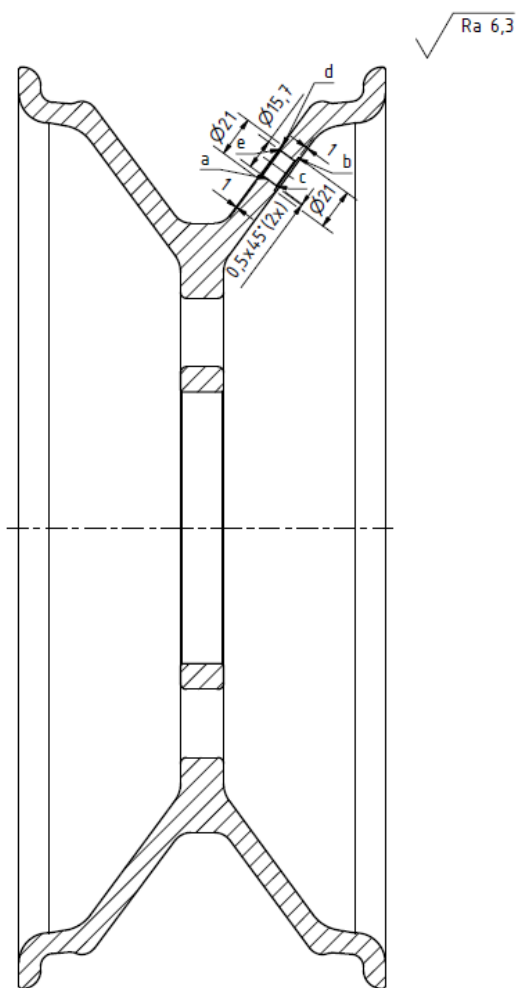
$$v_{cm} = \frac{D \cdot \pi \cdot n_{gépi}}{1000} = \frac{12 \cdot \pi \cdot 63}{1000} = 2,37 \frac{m}{min}$$

Az R3-as lekerekítéseket az Ø35 furatokon mind a két oldalt kell kialakítani.

8. művelet: Fúrás II.

A 8. műveletben kialakított méreteket az 5.12 ábra mutatja be a műveletelemekkel együtt.

5.12 ábra A 8. művelettel kialakított méretek [saját ábra]



Alkalmazott szerszám: RF-31 sugárfúrógép

Fokozati tényező: $\varphi = 1,4$

A fúróorsó fúrési mélysége: 380 mm

A sugárfúrógép fordulatszám-fordulatszám határok: 19 – 1900 $\frac{1}{min}$

A munkadarab befogása: Fúrókészülékbe

Fúrás I (Ø15,7, a)

A Fúrás (Ø15,7) művelet forgácsolási paraméter számítása megegyezik a 7. műveletben levezetett számítással, így a szükséges műveleteket a 8. művelethez az 5.18-as táblázat tartalmazza.

5.18 Táblázat Az Fúrás I. műveletek forgácsolási paramétereit

Műveletelem	Forgácsoló sebesség $\left[\frac{m}{min}\right]$	Fordulatszám $\left[\frac{1}{min}\right]$	Előtolás $\left[\frac{m}{min}\right]$	Fogásmélység [mm]	Fogások száma [-]
Fúrás I (Ø15,7, a)	4,16	100	0,16	7,85	1

Furat süllyesztés (Ø21 x 1 mm, b, d)

Alkalmazott szerszám: II. Csigasüllyesztő Ø21 45WCrSiV7 4 4

Előtolás meghatározása: $f = 0,16 \frac{mm}{ford}$

Az egy élre jutó forgácsolóerő meghatározása:

$$F_{Cz} = k_c \cdot \frac{D - d}{2} \cdot \frac{f}{2} = 1700 \cdot \frac{21 - 15,7}{2} \cdot \frac{0,16}{2} = 360,4 N$$

Az alkalmazott forgácsoló sebesség meghatározása:

$$v_c = v_0 \cdot K_l \cdot K_a \cdot K_{sz} \left[\frac{m}{min}\right]$$

$$v_c = 7,7 \cdot 1 \cdot 0,54 \cdot 1 = 4,16 \frac{m}{min}$$

A fordulatszám meghatározása:

$$n = \frac{1000 \cdot v_c}{D \cdot \pi} = \frac{1000 \cdot 4,16}{21 \cdot \pi} = 63,05 \frac{1}{min}$$

A szerszámgépen beállított fordulatszám:

$$n_{g\acute{e}pi} = 63 \frac{1}{min}$$

A megváltozott forgácsolósebesség meghatározása:

$$v_{cm} = \frac{D \cdot \pi \cdot n_{g\acute{e}pi}}{1000} = \frac{21 \cdot \pi \cdot 63}{1000} = 4,15 \frac{m}{min}$$

A fúrás nyomatékigénye:

$$M = F_{Cz} \cdot \frac{D - d}{2} = 360,4 \cdot \frac{0,021 - 0,0157}{2} = 0,95 \text{ Nm}$$

A fúrás teljesítményszükséglete:

$$P_c = \frac{M \cdot 2 \cdot \pi \cdot n_{g\acute{e}pi}}{60 \cdot 10^3} = \frac{6,43 \cdot 2 \cdot \pi \cdot 63}{60 \cdot 10^3} = 0,006 \text{ kW}$$

A hajtáshoz szükséges teljesítmény meghatározása:

$$P_h = \frac{P_c}{\eta_G} = \frac{0,04}{0,8} = 0,007 \text{ kW}$$

A RF-31 sugárfúrógépbe épített 7 kW-os teljesítménnyel bíró villanymotor a teljesítményszükségletet biztosítja.

A fúrás időtartamának meghatározása:

$$t_g = \frac{L}{v_f} \cdot i = \frac{l_1 + l}{f \cdot n} \cdot i = \frac{1 + 2}{0,16 \cdot 63} \cdot 1 = 0,29 \text{ min}$$

Az alkatrészen található Ø15,7 átmenő furaton mind a két oldalról 1 mm-es süllyesztés kerül kialakításra, így a fúrasi időtartamot fel kell szorozni a süllyesztések számával.

$$T_{gs} = 2 \cdot 0,29 = 0,59 \text{ min}$$

8.3 Életörés (0,5 x 45°, c, e)

Alkalmazott szerszám: Csigafúró 118° Ø20 HS18 0 1 DIN3985

A fogásmélység nagysága: $a = 0,5 \text{ mm}$.

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

A fordulatszám $n_{g\acute{e}pi} = 63 \frac{1}{\text{min}}$, az előző művelet alapján.

A megváltozott forgácsolósebesség meghatározása:

$$v_{cm} = \frac{D \cdot \pi \cdot n_{g\acute{e}pi}}{1000} = \frac{16,5 \cdot \pi \cdot 63}{1000} = 3,26 \frac{\text{m}}{\text{min}}$$

Az életörés az Ø15,7 átmenő furaton kerül kialakításra mind a két oldalon.

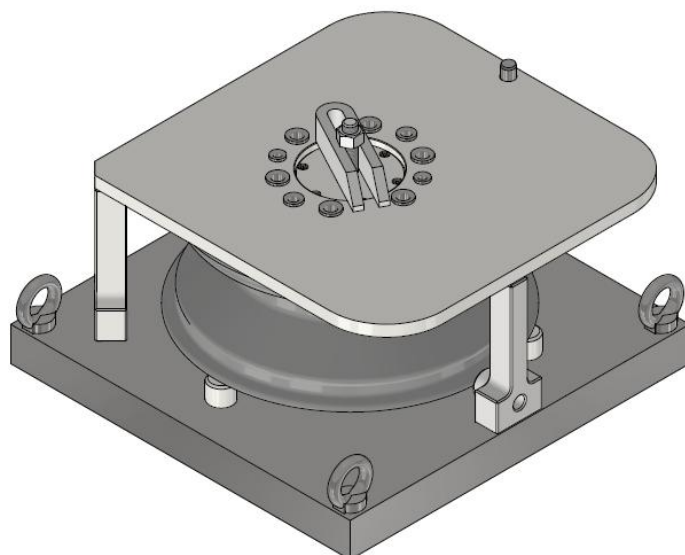
9. művelet: MEO, Végellenőrzés

5.4. Készüléktervezés

A fúrókészülék tervezés elősegíti a sorozatgyártást, az adott alkatrész könnyebb gyárthatóságát, ennek segítségével csökkenthető a gyártási időtartam, valamint a selejt munkadarabok.

Az egyes lépésekben felépített és hozzáadott elemeket piros nyíllal jelölöm. A teljes fúrókészülék összeállított 3D-s rajzát az 5.13 ábra mutatja be. A nem szabványos alkatrészekhez tartozó műhelyrajzokat a 11. melléklet tartalmazza.

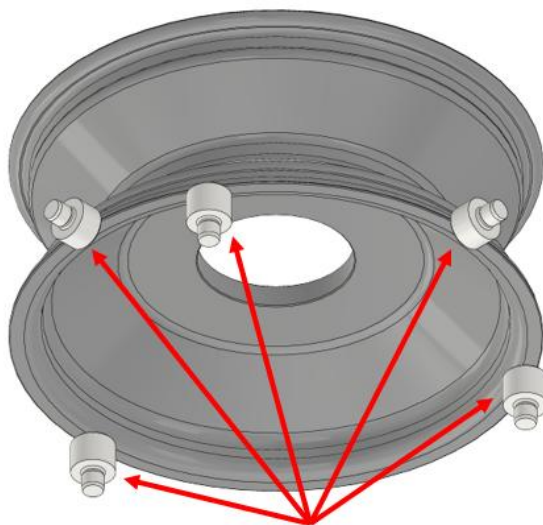
5.13 ábra A fúrókészülék összeállított 3D-s rajza [saját ábra]



A tervezés első lépésében meghatároztam a munkadarabon lévő bázisfelületek. Azonosítottam azokat a helyeket, ahol alkalmazom az ülékeket, a támaszokat, a szorítóelemet és a készüléktestet.

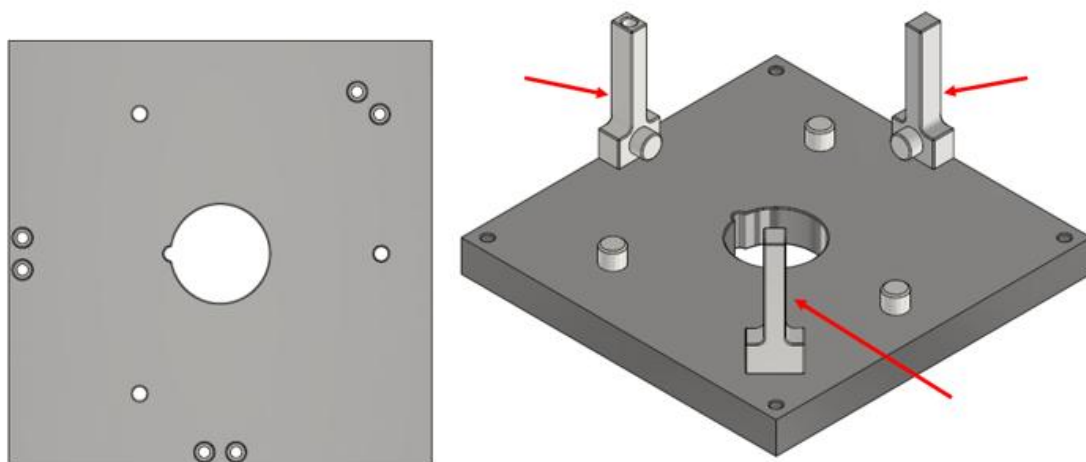
A támaszokat a munkadarab megtámasztására alkalmaztam, ezek helye az alkatrészen található peremfelületére illeszkednek. Az ülékek helyzet-meghatározást végeznek, ezekre az elemekre történik a felni felfekvése, valamint ezek az ülékek támaszként is szolgálnak. Az oldalpozícionálásra és a felfekvésre szabványos „A” alakú csapos ülékeket (Ø40) használtam. A felfekvésnél 3 db-ot alkalmaztam annak érdekében, hogy egy síkon legyen a felfekvés a munkadarabnak, ezáltal a magasság kiadódjon. Az „A” alakú csapos ülékek méretei a DIN 6321 szabványon alapulnak, valamint ezen ülékek anyagminősége C45E edzett és köszörült szerszámacél. Az ülékek elhelyezkedését az 5.14 ábra mutatja be.

5.14 ábra Az ülékek elhelyezkedése a munkadarabhoz képest [saját ábra]



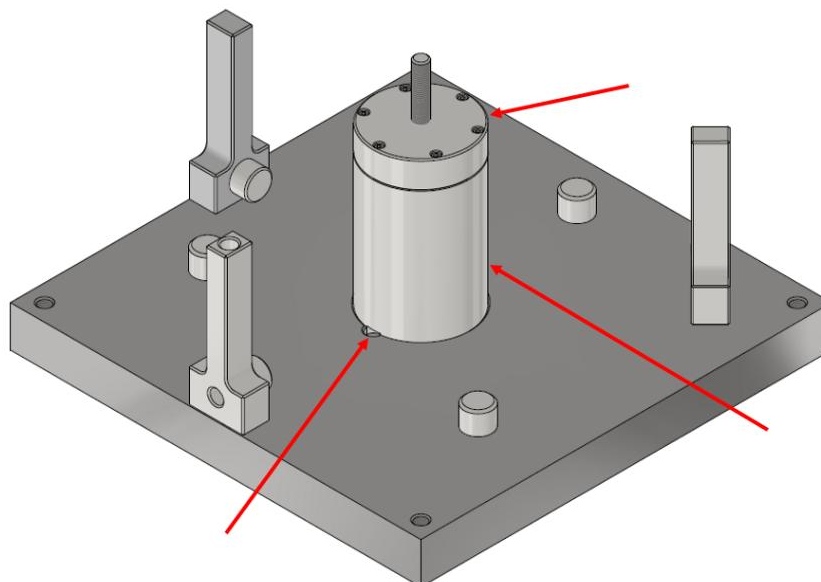
A készüléktest tartalmazza az összes olyan elemet, amely felépíti a teljes fűrókészüléket. A gazdaságosság és a merev kialakítás miatt szerelt készüléktestet terveztem, melynek az alkatrészeknek az anyagminősége S355 szerkezetiacél. Az egyes kialakításoknál figyeltem a hűtő- és kenőfolyadék, valamint a forgács elvezetés lehetőségének létrehozására. A készülék alapra csavarokkal rögzítettem az oldal, hát- és támasztóelemeket. Ezek a csavarok a kereskedelemben kapható szabványos alkatrészek, melyek M16 belső kulcsnyílású A2 anyagminőségű rozsdamentes acélcsavar (MSZ EN ISO 4762). A készülék alapot és a szerelt elemeket az 5.15 ábra mutatja be.

5.15 ábra A készülék alap és a szerelt elemek helyzete [saját ábra]



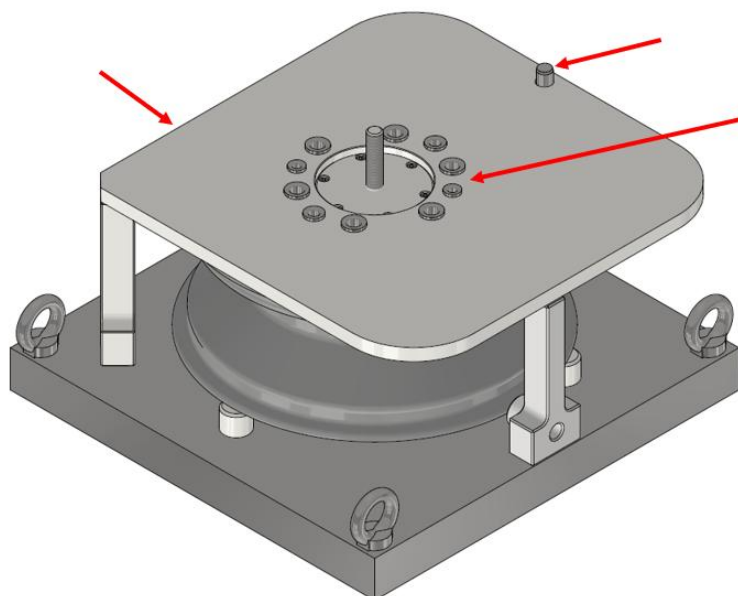
A készülék alapban a vezető oszlop szerepét két alkatrész tölti ki. Alkalmaztam a gazdaságosság miatt egy vezető csövet és egy rögzítő alkatrészt. A vastag falú csövet a készülékalapba szilárd illesztéssel terveztem, annak érdekében, hogy a készített furatból ne tudjon könnyen kimozdulni. Az elfordulás ellen kereskedelemben kapható Ø20-as hengeres illesztőcsappal (MSZ EN ISO 2338) rögzítettem. A rögzítő alkatrész a fűrőlap leszorításában játszik szerepet. Ez a kereskedelemben kapható M8 belső kulcsnyílású A2 anyagminőségű (MSZ EN ISO 4762) csavarokkal van hozzárősítve a vastag falú csőhöz. Ennek a bemutatása az 5.16 ábrán látható.

5.16 ábra A vezetőoszlop kialakítása [saját ábra]



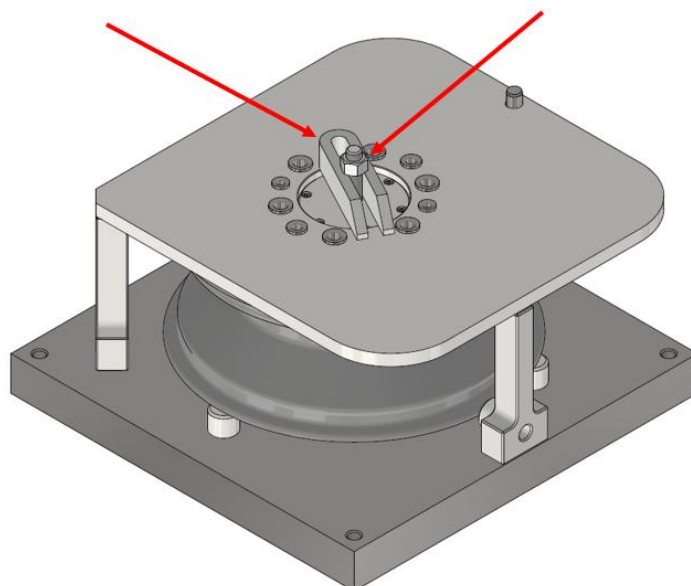
A fűrőkészülék egyik legfontosabb eleme a fűrőlap. Ez az alkatrész pontos elhelyezkedését egy hengeres illesztőcsappal (MSZ EN ISO 2338) és a vezetőoszlopra való illesztésével oldottam meg. A fűrőlap a felnire illeszkedik és az oldal-, hát- és támasztóelemek tartják meg. A forgácselvezetésről gondoskodtam a kialakítás során. A fűrőlapon fűrőperselyeket alkalmaztam, amelyek segítik a csigafűrőszárak megvezetését. Ezek méreteit szabvány rögzítik, anyaguk C45E, 65 HRC keménységű betétben edzett edzett acél. Az alkalmazott perselyek „A” alakú peremes fűrőperselyek (DIN 172 A alak). A fűrőlapot az 5.17 ábra mutatja be.

5.17 ábra A fűrőlap kialakítása és elhelyezkedése [saját ábra]



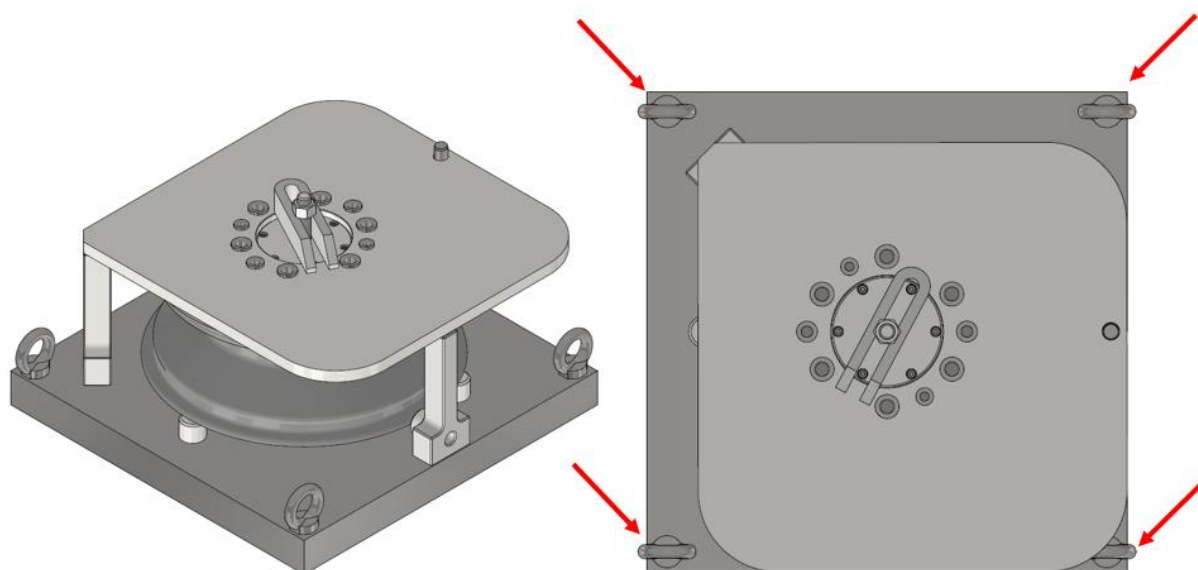
A fűrőlap lefogatása és a felni rögzítése annak érdekében, hogy a furatok minden alkalommal ugyan oda kerüljenek villás szorítóvassal történik. A villás szorítóvas kereskedelemben kapható (DIN 6315), anyagminősége C45 nemesített acél. A rögzítő alkatrész menetes része adta a választást, ezáltal egy M20-as mérethez megfelelő szorítóvasat választottam. A tényleges szorítást egy kereskedelemben kapható M20 (MSZ EN ISO 4034) hatlapú acél csavaranyával biztosítottam. A szorítást az 5.18 ábra mutatja be.

5.18 ábra A szorítás kialakítása [saját ábra]



A fúrókészülék nagy mérete miatt nagy tömeggel rendelkezik. A könnyebb szállítás és helyezhetőség miatt alkalmaztam emelőfüleket. Ezek az elemek a kereskedelemben kaphatóak, szabványon alapszik a kialakításuk. A fúrókészülékre 4 db M20 (DIN 580) edzett acél anyagminőségű emelőfület tettem. Ezek elhelyezkedését az 5.19 ábra mutatja be.

5.19 ábra Az emelőfülek elhelyezkedése a fúrókészüléken [saját ábra]



6. ÖSSZEFOGLALÁS

Az autóipar kezdetekor az egyes gépjárművekre szerelt kerekek alapanyaga a fa volt, amely nem bizonyosult elég tartósnak, ugyanis nem lehetett olyan nagy távolságokat megtenni. Az 1900-as évek elején az autózás fejlődésével jelentek meg az acélfelnik. Az elterjedés annak köszönhető, hogy jóval erősebbek és strapabíróbbak az elődhöz képest. Nagyobb stabilitást biztosítanak az autónak, emellett akár egyedi, de legtöbbször sorozatgyártásban készítik.

A szakdolgozat megírásának végével sorra veszem az általam feldolgozott témát, végig megyek a különböző főbb lépéseken és azok megoldásán.

A célkitűzésem az volt, hogy egy Ford személygépjárműhöz alkalmazott acélfelni gyártástechnológiáját tervezzem meg. Ebbe a tervezésbe bele tartoznak az egyes dokumentációk, valamint az alkatrész előgyártmány tervezésétől egészen a gyártásig. Az acélfelni legyártása egy nagyobb darabszámban valósult meg.

Első feladatként vázoltam a problémát és ismertettem az egyes részeket. A szakdolgozatban lévő szakirodalom feldolgozáshoz áttekintettem a hazai és a külföldi szakirodalmakat. Az egyes irodalmak segítettek az egyes pontok mélyebb megértését, ami által megfelelő sorrendben tudtam dolgozni a témához kapcsolódó pontokat. A felhasznált szakirodalmakból áttekintettem az előgyártmány tervezést, süllyesztékes kovácsolást, a forgácsolási eljárások esetében végig mentem az esztergálás, fúrás technológián, valamint a hűtő-kenő folyadékokon is. A szakirodalmak elősegítették, hogy ismertessem részletesen ezeket a témákat.

Az elméleti háttér után ismertettem a problémát, majd a megoldási lépéseket is felvázoltam.

Az első fontosabb lépés volt, hogy a vevői igények alapján megterveztem a süllyesztékes kovácsolás szerszámot. A technológiai számításokat követően megrajzoltam az Autodesk Inventor Professional 2023 programban a munkadarabot. A gépészeti darab meghatározása után számításokat végeztem, majd elkészítettem a kovácsdarabot és a hozzá tartozó kovácsszerszámokat is. A kovácsdarabról és a kovácsszerszámokról készült műszaki rajzok a 4-6. mellékletben találhatóak.

A kovácsolás tervezést követően megterveztem a forgácsolás technológiai számításokat, amellyel kialakítottam a munkadarab végső méreteit. Két fő technológiai megmunkálást alkalmaztam, az esztergálást és a fúrást. A számítások elvégzése után, a meghatározott forgácsolási paraméterek alapján elkészítettem a szükséges számú műveleti utasítási lapokat. Ezek a lapok tartalmazzák az egyes műveleteket, a hozzájuk tartozó szerszámokat és az alkalmazott forgácsolási paramétereket. Az egyes műveletek között alkalmaztam minőségellenőrzést.

Annak érdekében, hogy gyártási időt és selejtszámot csökkentsek terveztem egy fúrókészüléket. A tervezés előtt megvizsgáltam a munkadarabot, hogy a támaszokat és a helyzet-meghatározó ülékek helyét meghatározzam, majd ezt követően felépítettem a teljes készüléket. Ennek a készüléknek a részeiben vannak szabványos alkatrészek, valamint olyanok, amiket egyedileg terveztem meg. A külön megtervezett alkatrészekhez elkészítettem a hozzájuk tartozó műszaki rajz dokumentációkat. A fúrókészülékben alkalmazott nem szabványos alkatrészekről készült műszaki rajzok a 11. mellékletben találhatóak.

7. SUMMARY

At the beginning of the automobile industry, the wheels of cars were made of wood. This material was not strong enough, and cars could not travel long distances. At the start of the 1900s, with the growth of car production, steel rims appeared. They became popular because they were much stronger and more durable than the earlier ones. They gave cars better stability, and they could be made in unique designs, but most of the time they were produced in mass production.

At the end of writing my thesis, I will review the topic I have covered, going through the various main steps and their solutions.

My goal was to design the manufacturing technology for steel rims used on Ford passenger cars. This design includes the individual documentations and the design of the pre-production parts, right through to manufacturing. The steel rims were manufactured in large quantities.

My first task was to outline the problem and describe the individual parts. For the literature review in my thesis, I reviewed domestic and foreign literature. The individual publications helped me to gain a deeper understanding of the individual points, which enabled me to work through the points related to the topic in the appropriate order. I reviewed the literature on prototype design, drop forging, and, in the case of machining processes, I went through turning, drilling technology, and cooling and lubricating fluids. The literature helped me to explain these topics in detail.

After presenting the theoretical background, I described the problem and outlined the steps to solve it.

The first important step was to design the drop forging tool based on customer requirements. After performing the technological calculations, I drew the workpiece in Autodesk Inventor Professional 2023. After defining the mechanical part, I performed calculations and then prepared the forged part and the associated forging tools. The technical drawings of the forging piece and the forging tools can be found in Appendix 4-6.

After designing the forging, I planned the machining technological calculations, which I used to determine the final dimensions of the workpiece. I used two main machining processes: turning and drilling. After completing the calculations, I prepared the necessary number of operation instruction sheets based on the specified machining parameters. These sheets contain the individual operations, the corresponding tools, and the applied machining parameters. I performed quality control between each operation.

In order to reduce production time and scrap rates, I designed a drilling device. Before designing, I examined the workpiece to determine the location of the supports and position-determining seats, and then built the entire device. This device contains both standard components and components that I designed myself. I prepared the technical drawing documentation for the specially designed components. The technical drawings of the nonstandard parts used in the drilling device can be found in Appendix 11.

8. NYILATKOZATOK

NYILATKOZAT

Alulírott HÁMBOR TIBOR ADÁM, 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 2025 év 10. hó 14. nap

Hámbor Tiber Adám
Hallgató

NYILATKOZAT

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

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

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

Kelt: Gödöllő 2025 év 10. hó 14. nap

Kovács An
Belső konzulens

*Kérjük a megfelelőt aláhúzni!

NYILATKOZAT

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

A hallgató neve: HÁMBOR TIBOR ADÁM
A Hallgató Neptun kódja: BE3B75
A dolgozat címe: FORD SZEMÉLYGÉPJÁRMŰHÖZ TARTOZÓ
ACÉLFELNI GYÁRTÁSTECHNOLÓGIÁJÁNAK
TERVEZÉSE
A megjelenés éve: 2025
A 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 mindenkor szellemi tulajdonkezelési szabályzatában megfogalmazottak érvényesek.

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

Kelt: Gödöllő 2025 év 10. hó 14 nap

Hámbor Tiber Adám
Hallgató aláírása

¹ A megfelelő dolgozattípus meghagyása mellett a többi típus törlendő.

² A megfelelő dolgozattípus meghagyása mellett a többi típus törlendő.

Hallgatók, doktoranduszok nyilatkozata mesterséges intelligencia (MI) alkalmazásáról

1. Általános adatok

Hallgató neve:	HÁMBOR TIBOR ADÁM
Neptun-kódja:	BE3B35
Képzési szint (a megfelelőt jelölje X-szel):	<input checked="" type="checkbox"/> BSc/BA <input type="checkbox"/> MSc/MA <input type="checkbox"/> Doktori (PhD) <input type="checkbox"/> Egyéb:
Tantárgy neve/kódja*:	SZAKDOLGOZAT KÉSZÍTÉS. /MUSZK340N
A munka címe:	FORD SZEMÉLYGÉPJÁRMŰHÖZ TARTOZÓ ACÉLFELNI GYÁRTÁS TECHNOLÓGIÁJÁNAK TERVEZÉSE

* doktori értekezés esetén nem kitöltendő

2. Nyilatkozat az MI használatáról

Alulírott, etikai felelősségem teljes tudatában az alábbi nyilatkozatot teszem:

(Kérjük, válasszon egyet az alábbi lehetőségek közül!)

A) Nem alkalmaztam mesterséges intelligencia rendszert vagy szolgáltatást.

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

B) Alkalmaztam mesterséges intelligencia rendszert vagy szolgáltatást.

(Kérjük, töltsse ki a vonatkozó táblázatokat!)

3. A mesterséges intelligencia használatának részletezése

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Oktató vagy témavezető által előírt szabályok:

.....

.....

.....

.....

4. Minden hallgatóra vonatkozó nyilatkozat:

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

Kelt: Gödöllő....., 2025. 10..... hó 14 nap

Hámber Tiber Ádám.....

Hallgató aláírása

Dr. Kőrösi Anikó.....

Konzulens/Témavezető aláírása

9. FELHASZNÁLT IRODALOM

- [1.] *Adolf F., Günter K., Klaus G., Werner H., Wilhelm D.; 1997; Fémtechnológiai táblázatok; B+V Lap- és Könyvkiadó Kft.; Budapest*
- [2.] *Bagyinszki Gyula Dr., Borossay Béla, Kári-Horváth Attila Dr., Kovács-Coskun Tünde, Mucsi András, Németh Árpád Dr., Pálinkás István, Szakál Zoltán Dr., Zsidai László Dr.: Anyagtechnológiák, Typotex Kiadó, H.n., 2012*
- [3.] *Dr. Bagyinszki Gyula-Dr. Kovács Mihály Gépipari alapanyagok és félkész gyártmányok ANYAGISMERET, Tankönyvmester Kiadó, Budapest, 2001*
- [4.] *Bakondi, K., & Kardos, Á. (1972). A gépgyártás technológiája I.-Forgácsolás. Budapest: Tankönyvkiadó.*
- [5.] *Bali J.; 1985; Forgácsolás, Tankönyvkiadó; Budapest*
- [6.] *Bálint L.; 1958; A forgácsoló megmunkálások tervezése, Műszaki Könyvkiadó; Budapest*
- [7.] *Czverencz J., Váradi A.; 1985; A gépgyártás készülékei I-II.; Műszaki Könyvkiadó; Budapest*
- [8.] *Diószegi Gy.; 1996; Gépszerkezetek példatár, Műszaki Könyvkiadó Kft.; Budapest*
- [9.] *Dobrzanski: (1977). Munkadarab befogó készülékek a gépgyártásban. Budapest: Műszaki Könyvkiadó.*
- [10.] *Dudás I.; 2011; Gépgyártástechnológia I., Műszaki Könyvkiadó Kft.; Budapest*
- [11.] *Dudás I.; 2001; Gépgyártástechnológia II.; Miskolci Egyetemi Kiadó; Miskolc 9789637469992*
- [12.] *Dudás I.; 2003; Gépgyártástechnológia III.; Miskolci Egyetemi Kiadó; Miskolc*
- [13.] *Dudás László – Valánsik Árpád: Forgácsolási technológia I., Műszaki Kiadó, Budapest, 1993*
- [14.] *Fenyvessy, T., Fuch, R., & Plósz, A. (2008). Műszaki táblázatok. Budapest: Nemzeti Szakképzési és Felnőttképzési Intézet.*

-
- [15.] Filemon J.; 1979; *Gépgyártástechnológia, kézirat; Tankönyvkiadó; Budapest*
- [16.] Firstner Stevan, D. (2008). *Gyártástechnológia. Dunaújváros: Egyetemi Kiadó.*
- [17.] Fledrich G., Kakuk Gy., Kári-Horváth A., Zsidai L.; *Gépgyártástechnológia, Szent István Egyetem Gépészmérnöki Kar; Gödöllő, 2016*
- [18.] Fledrich G., Kári-Horváth A., Pataki T. I., Zsidai L.; *Mechanikai technológiák, Szent István Egyetem Gépészmérnöki Kar; Gödöllő, 2017;*
- [19.] Horváth M.; Markos S. 2001; *Gépgyártástechnológia, Műegyetemi Kiadó; Budapest*
- [20.] Jánossy Gy. -Kári-Horváth A.-Keresztes R.- Zsidai L.: *Szereléstechonológiák, NSZFI, NS 108 0276 06 004-4 Budapest, 2008*
- [21.] Kakuk Gy., Kári-Horváth A., Szakál Z., Dr. Zsidai L.; 2008; *Gyártástervezés; Nemzeti szakképzési és felnőttképzési intézet; Budapest*
- [22.] Kakuk Gy., Kári-Horváth A., Szakál Z., Zsidai L.; *Forgácsoló eljárások tervezése, Nemzeti szakképzési és felnőttképzési intézet; Budapest, 2008*
- [23.] Kalászi, I. (1962). *Hűtő-kenő folyadékok alkalmazása a forgácsolásnál különös tekintettel az újabb hazai és külföldi tapasztalatokra. Budapest: Mérnöki Továbbképző Intézet.*
- [24.] Kári-Horváth, A. (2009). *A forgácsolásnál alkalmazott minimálkenés (MMS) hatásmechanizmusa és hatékonyságának növelése. Gödöllő.*
- [25.] Kári-Horváth A. Pataki T. I.; *Szerszámok és készülékek, Szent István Egyetem Gépészmérnöki Kar; Gödöllő, 2017*
- [26.] Kári-Horváth A., Dr. Pellényi L., Szabó L., Dr. Zsidai L.; 2006; *Gépgyártástechnológia példatár és segédlet, Szent István Egyetem Gépészmérnöki Kar; Gödöllő*
- [27.] Dr. Knoll, I. (1981). *Furatmegmunkálás. Budapest: Műszaki Könyvkiadó.*
- [28.] Márton Tibor, Dr.: *Technológia és készülékek. Műszaki Könyvkiadó, Budapest, 1992*
- [29.] Mikó Balázs, D. (2015). *Forgácsolástechnológia alapjai, Bázisok és készülékek. Óbudai Egyetem: Egyetemi Jegyzet.*

-
- [30.] Dr. Pintér, J. (2003). *Forgácsoló megmunkálás és új technológiák*. Győr: Széchenyi István Egyetem, Anyagismereti és Járműgyártási Tanszék.
- [31.] Rábel György: *Készülékszerkesztés*, Műszaki Könyvkiadó, Budapest, 1968
- [32.] Dr. Stampfer, M. (2012). *Forgácsolás*. Pécs: Pollack Kiadó.
- [33.] Szabó A., Kozma I., Dr.: *Gyártóeszközök tervezése és gyártása*. Széchenyi István Egyetem, (2011)
- [34.] Szabó L.; 2000; *Forgácsolás, hegesztés*; Miskolc
- [35.] Szám, J. (dátum nélk.). *Oszlopos fűrő, sugárfűrő*. Budapest: NFSZI.
- [36.] Walter Bartsch: *Esztergálás*, Műszaki Könyvkiadó, Budapest, 1972
- [37.] Zsidai, L ; Kakuk, Gy ; Kári-Horváth, A ; Szakál, Z ; Pálinkás, I (szerk.) *Előgyártmány és képlékeny alakítási tervezési gyakorlat*, Budapest, Magyarország: Nemzeti Szakképzési és Felnőttképzési Intézet (NSZFI) (2008) , 9 p. ISBN: 9789637469992

Elektronikus hivatkozások

- [38.] Kári-Horváth, A; Pataki, T: *Analysis of temperature in different cooling methods IOP CONFERENCE SERIES: MATERIALS SCIENCE AND ENGINEERING 749 Paper: 012017, 8 p. (2020)*
- [39.] [Kári-Horváth, A](#) ; Valasek, I: [Minimálkenés jelentősége a forgácsolásban](#), *TECHMONITOR 1: 2 pp. 22-24. Paper: ISSN2062-9044 , 3 p. (2011)*
- [40.] [Kári-Horváth, A](#) ; Dr. Valasek, I : [Demand of Energy for Chip Removal](#), *MATERIALS SCIENCE FORUM 659 pp. 489-497. , 9 p. (2010)*
- [41.] Dr. Kodácsy János, Dr. Pintér József; 2011, *Forgácsolás és szerszámai HU.: https://regi.tankonyvtar.hu/hu/tartalom/tamop425/0007_02-Forgacsolas_es_szerszamai_HU/15_a_gyrtsi_nklts.html* (utolsó letöltés: 2025.04.02)
- [42.] Valasek, I ; [A, Kári-Horváth](#) : [The action mechanism of minimum lubrication and the increase of its efficiency](#), *TRIBOLOGIE UND SCHMIERUNGSTECHNIK 58 : 3 pp. 34-47. , 14 p. (2011)*

10. MELLÉKLETJEGYZÉK

1. melléklet A Felni műszaki rajz dokumentációja
2. melléklet Üregalakhoz kötött méretek és tűrésnagyságok határelterései
3. melléklet Üregalakhoz nem kötött méretek és tűrésnagyságok határelterései
4. melléklet A kovácsdarab műszaki rajz dokumentációja
5. melléklet Az alsó süllyeszték műszaki rajz dokumentációja
6. melléklet A felső süllyeszték műszaki rajz dokumentációja
7. melléklet Gyártástechnológiai tervezés számítás
8. melléklet A műveleti és műveletelőzési sorrend dokumentációja
9. melléklet A műveleti utasítási lapok dokumentációja
10. melléklet A szerszámkérő lap dokumentációja
11. melléklet A fúrókészülék alkatrészeihez tartozó műszaki rajz dokumentációk

1.sz. melléklet

A Felni műszaki rajz dokumentációja

2.sz. melléklet

Üregalakhoz kötött méretek és tűrésnagyságok határeltérései

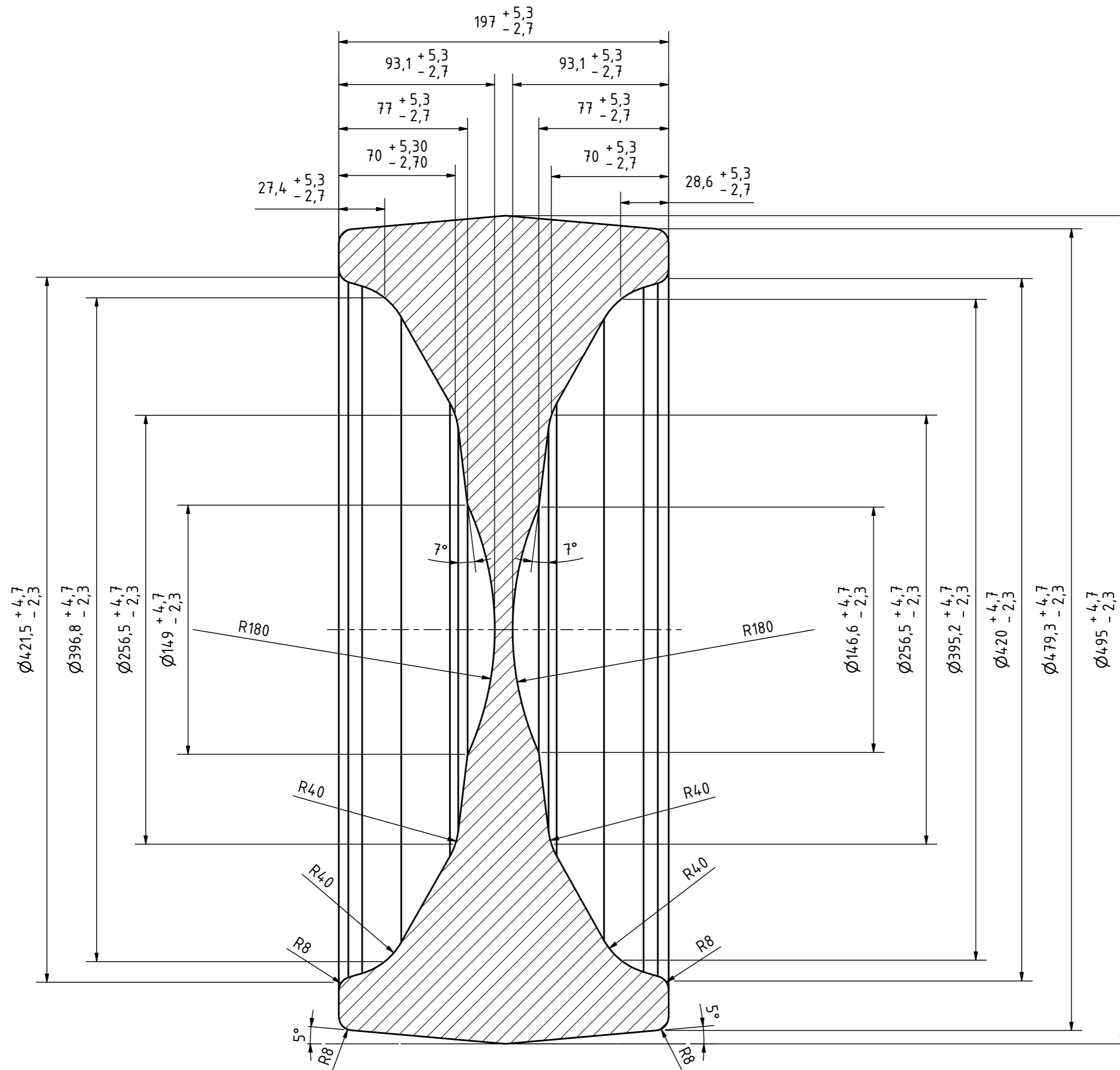
Tömeg kg	Minőség csoport M	Dobozhúzó				Pontozás		Névége méret																			
		csoport S				folyozt		-tól	0	32	100	160	250	400	630	1000	1600	2500									
		-ig	M1	M2	S1	S2	S3	S4	I	II	Törőnyagyság és határérték																
0	0,2									0,6	+0,7 -0,4	0,7	+0,8 -0,4	0,8	+0,9 -0,5	0,9	+1,1 -0,5	-	-	-	-	-	-	-	-		
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 -0,3	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	2,2	+1,5 -0,7	2,8	+1,9 -0,9
1,8	3,2									1,0	+0,7 -0,4	1,1	+0,7 -0,4	1,2	+0,8 -0,4	1,4	+0,6 -0,3	1,6	+1,1 -0,5	1,8	+1,2 -0,6	2,2	+1,5 -0,7	2,5	+1,7 -0,8	2,8	+1,9 -0,9
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	2,2	+1,5 -0,7	2,5	+1,7 -0,8	2,8	+1,9 -0,9	3,2	+2,1 -1,1
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	2,2	+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
10	20									1,4	+0,9 -0,5	1,6	+1,1 -0,5	1,8	+1,2 -0,6	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	4,0	+2,7 -1,3
20	50									1,6	+1,1 -0,5	1,8	+1,2 -0,6	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	4,0	+2,7 -1,3	4,5	+3,0 -1,5
50	120									1,8	+1,2 -0,6	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	4,0	+2,7 -1,3	4,5	+3,0 -1,5	5,0	+3,3 -1,7
120	250									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	4,0	+2,7 -1,3	4,5	+3,0 -1,5	5,0	+3,3 -1,7	5,6	+3,6 -1,9
										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	4,0	+2,7 -1,3	4,5	+3,0 -1,5	5,0	+3,3 -1,7	5,6	+3,6 -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	4,0	+2,7 -1,3	4,5	+3,0 -1,5	5,0	+3,3 -1,7	5,6	+3,6 -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	4,0	+2,7 -1,3	4,5	+3,0 -1,5	5,0	+3,3 -1,7	5,6	+3,6 -1,9	6,3	+4,2 -2,1	7,0	+4,7 -2,3
										3,2	+2,1 -1,1	3,6	+2,4 -1,2	4,0	+2,7 -1,3	4,5	+3,0 -1,5	5,0	+3,3 -1,7	5,6	+3,6 -1,9	6,3	+4,2 -2,1	7,0	+4,7 -2,3	8,0	+5,3 -2,7
										3,6	+2,4 -1,2	4,0	+2,7 -1,3	4,5	+3,0 -1,5	5,0	+3,3 -1,7	5,6	+3,6 -1,9	6,3	+4,2 -2,1	7,0	+4,7 -2,3	8,0	+5,3 -2,7	9,0	+6,0 -3,0
										4,0	+2,7 -1,3	4,5	+3,0 -1,5	5,0	+3,3 -1,7	5,6	+3,6 -1,9	6,3	+4,2 -2,1	7,0	+4,7 -2,3	8,0	+5,3 -2,7	9,0	+6,0 -3,0	10,0	+6,7 -3,3
										4,5	+3,0 -1,5	5,0	+3,3 -1,7	5,6	+3,6 -1,9	6,3	+4,2 -2,1	7,0	+4,7 -2,3	8,0	+5,3 -2,7	9,0	+6,0 -3,0	10,0	+6,7 -3,3	11,0	+7,3 -3,7
										5,0	+3,3 -1,7	5,6	+3,6 -1,9	6,3	+4,2 -2,1	7,0	+4,7 -2,3	8,0	+5,3 -2,7	9,0	+6,0 -3,0	10,0	+6,7 -3,3	11,0	+7,3 -3,7	12,0	+8,0 -4,0
										5,6	+3,6 -1,9	6,3	+4,2 -2,1	7,0	+4,7 -2,3	8,0	+5,3 -2,7	9,0	+6,0 -3,0	10,0	+6,7 -3,3	11,0	+7,3 -3,7	12,0	+8,0 -4,0	14,0	+9,3 -4,7

3.sz. melléklet

Üregalakhoz nem kötött méretek és tűrésnagyságok határeltérései

4.sz. melléklet

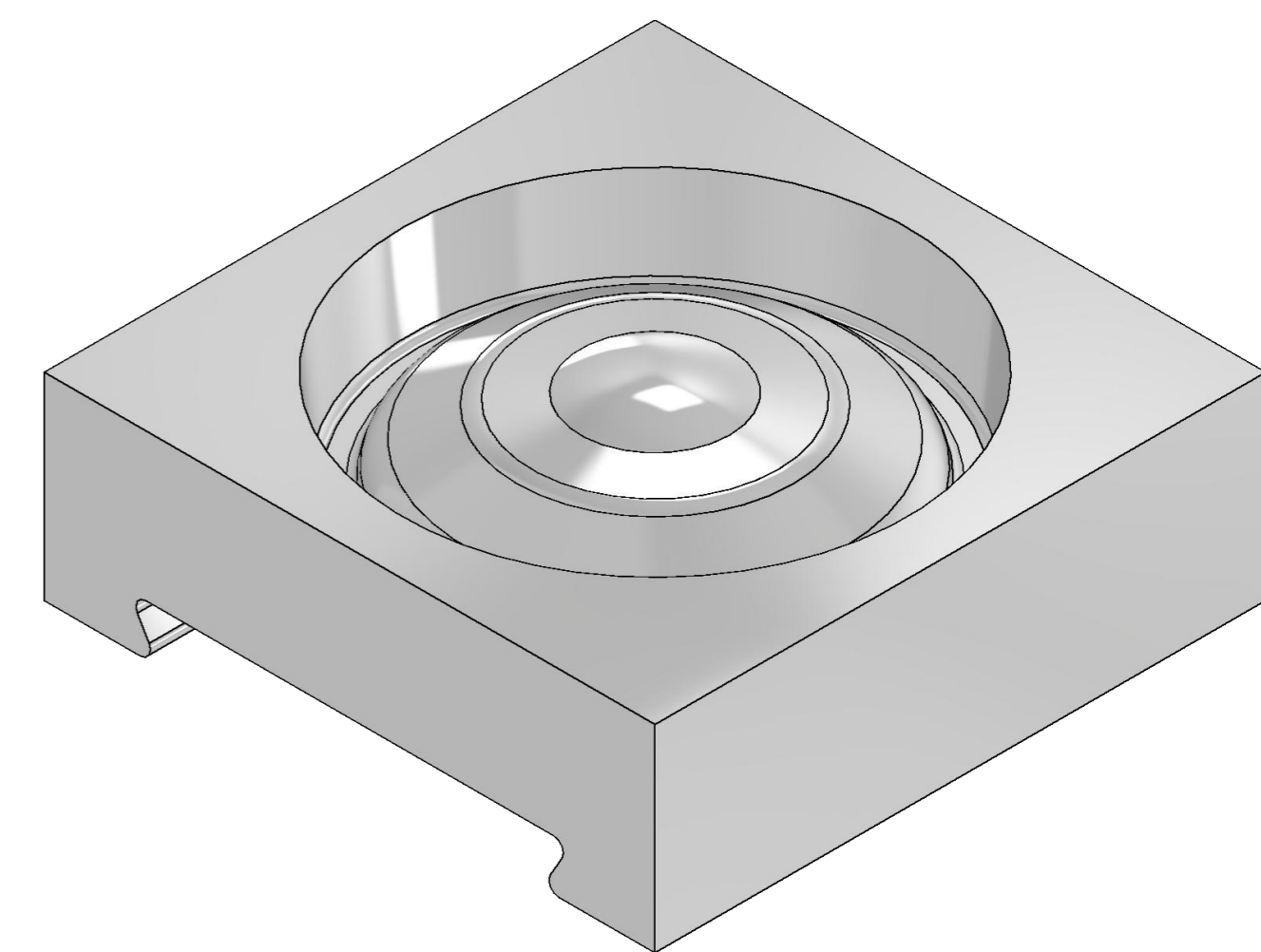
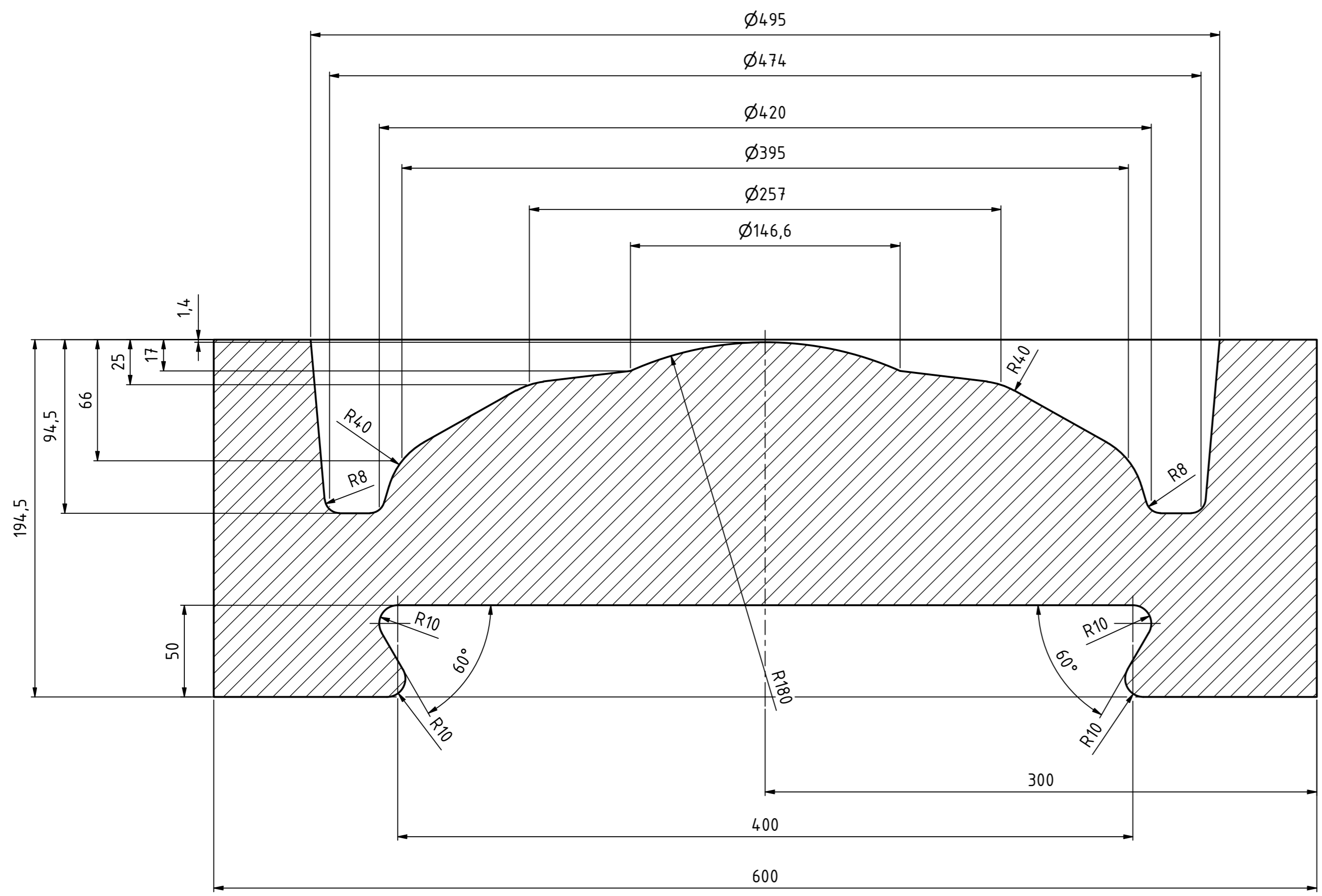
A kovácsdarab műszaki rajz dokumentációja



Felület	Tűrésezetlen méretek	Anyag, féglyártmány	Nyers 264,3	Kész 38,354
		20MnCr5 (1.7147)	Súly [kg]	
Intézet/Tanszék	Készítette	Jóváhagyta	Rajzszám	
	Hámbor Tibor Ádám			
	Cím, megnevezés	Dokumentációfajta		
MATE Műszaki Intézet	Süllyesztékes kovácsdarab	Méretarány	Dátum	Lapszám
		M 1:2	2025.09.15.	

5.sz. melléklet

Az alsó süllyeszték műszaki rajz dokumentációja

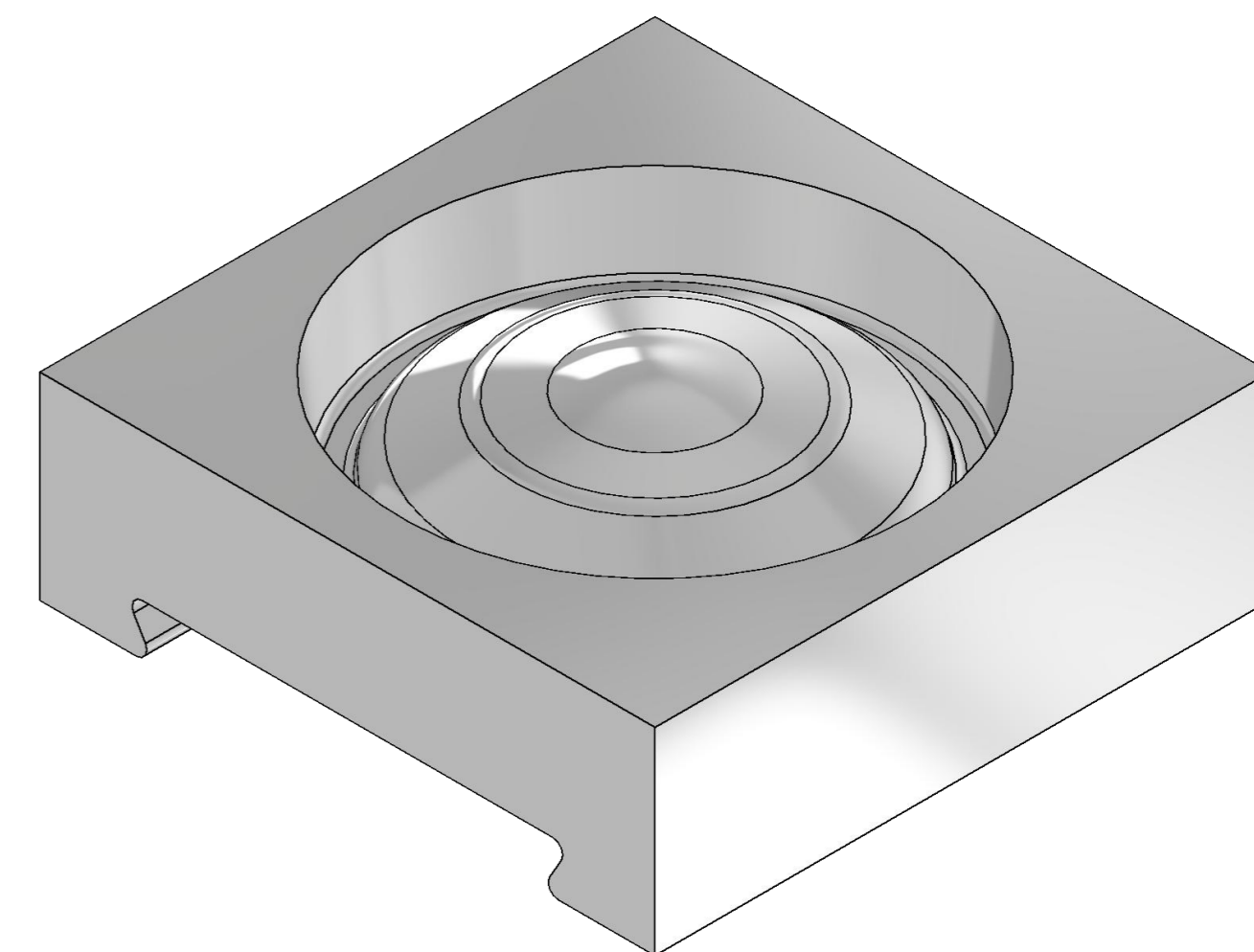
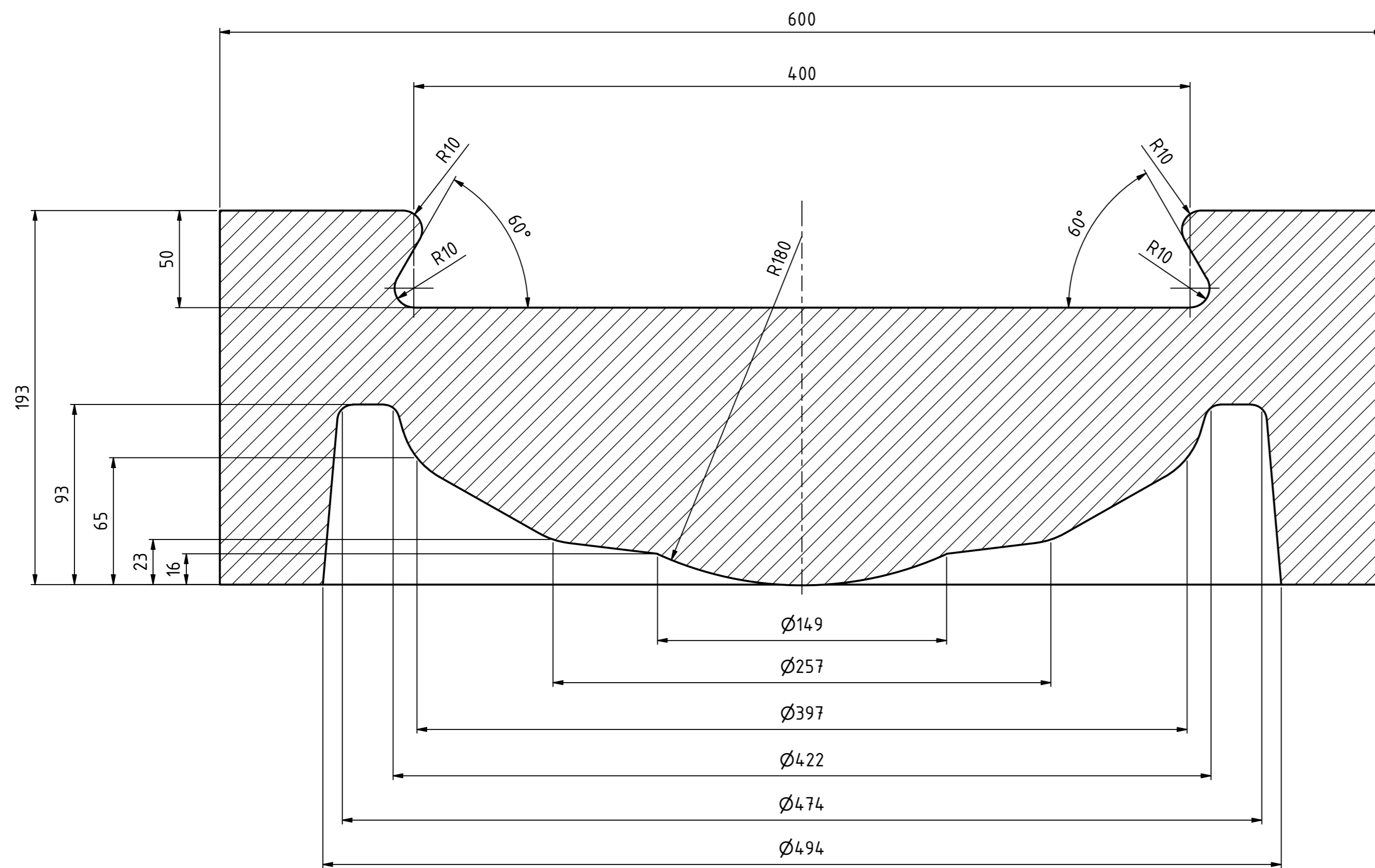


Az alkalmazott külső és belső oldalferdések értéke $5^\circ - 7^\circ$.

Felület	Tűrésezetlen méretek MSZ ISO 2768 mK	Anyag, féglyártmány X35CrMo5			
Intézet/Tanszék	MATE Műszaki Intézet	Készítette Hámor Tibor Ádám	Jóváhagyta	Rajzszám	
		Cím, megnevezés Alsó süllyeszték szerszám		Dokumentációfajta	
		Méretarány M 1:2	Dátum 2025.09.15.	Lapszám	

6.sz. melléklet

A felső süllyeszték műszaki rajz dokumentációja



Az alkalmazott külső és belső oldalferdeségek értéke 5° - 7°.

Felület	Tűrésezetlen méretek MSZ ISO 2768 mK	Anyag, félégyártmány	X35CrMo5		
Intézet/Tanszék	Készítette Hámbor Tibor Ádám	Jóváhagyta	Rajzszám		
MATE Műszaki Intézet	Cím, megnevezés		Dokumentációfajta		
	Felső süllyeszték szerszám		Méretarány M 1:2	Dátum 2025.09.15.	Lapszám

7.sz. melléklet

Gyártástechnológiai tervezés számítás

- **A forgácsoláshoz tartozó adatok**

Előgyártmány: Süllyesztékben kovácsolt acél

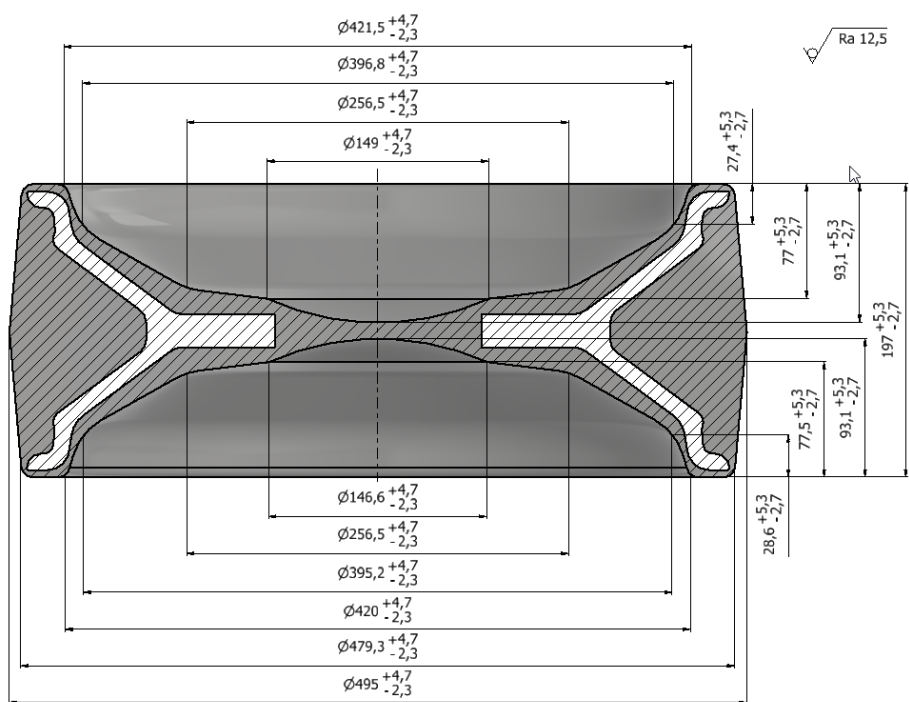
Anyagminőség: 20MnCr5 (1.7147), melynek szakítószilárdsága: $R_m = 1000 \frac{N}{mm^2}$

Nyersméret: Ø495 x 197

1 művelet: Kovácsolás

A kovácsdarab méreteit a pontossági fokozat (II. osztály) alapján, valamint ennek figyelembevételével a táblázatokkal határoztam meg. Az 5.5 ábra tartalmazza világossal jelölve a kész munkadarabot, sötéttel az anyagfelesleget. A jelölt méretek a forgácsolási paraméterek kiinduló értékei. A számításnál alkalmazott tényezők elnevezéseit az 5.10 Táblázat tartalmazza.

5.7 ábra A munkadarab és a kovácsdarab egymáshoz viszonyított helyzete



A külső - belső lekerekítések értékei R8 - R40.
A külső - belső oldalferdeség értékei 5° - 7°.

2. művelet: MEO

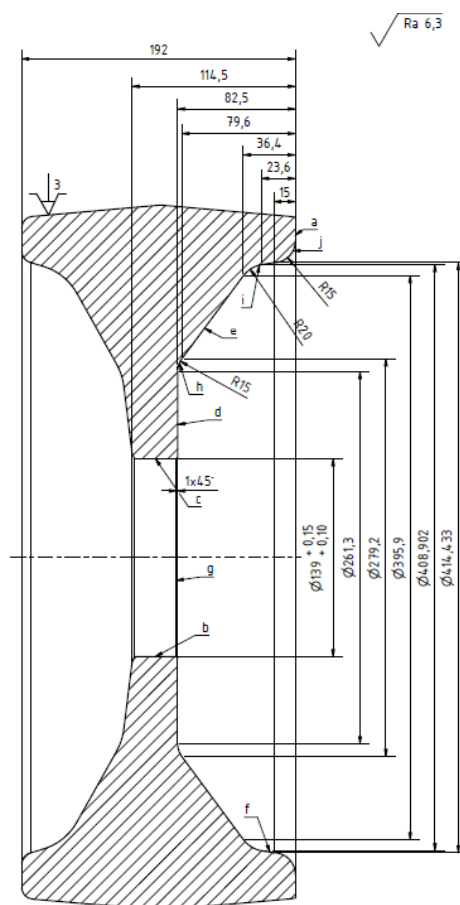
3. művelet: Esztergálás I.

A 3. műveletben kialakított méreteket az 5.8 ábra mutatja be a műveletelemekkel együtt.

5.10 Táblázat Alkalmazott jelölések magyarázata

<i>Jelölés</i>	<i>Megnevezés</i>	<i>Mértékegység</i>
a	fogásmélység	[mm]
i	fogások száma	[db]
f	előtolás	[mm/ford]
R_a	átlagos felületi érdesség	[μm]
r_ε	esztergakés csúcsgugara	[mm]
v_c	forgácsolási sebesség	[m/min]
v_{cm}	megváltozott forgácsolási sebesség	[m/min]
v_0	forgácsolási sebesség alapértéke	[m/min]
K_{kr}	munkadarab felületéről, kérgétől függő módosító tényező	[-]
K_{sz}	szerszámtól függő módosító tényező	[-]
K_m	forgácsolás módjától függő módosító tényező	[-]
K_h	anyag állapotától függő módosító tényező	[-]
K_k	munkadarab felületétől, kérgétől függő módosító tényező	[-]
K_T	éltartamtól függő módosító tényező	[-]
K_l	furat hossz 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/ fúrószar átmérő	[mm]
t_g	forgácsolás időtartama	[min]
$l_1; l_2$	rá- és túlfutás mértéke	[mm]
M	forogatónyomaték	[Nm]
k_c	fajlagos forgácsoló erő	[N/mm^2]
P_c	forgácsolás teljesítményszükséglete	[kW]
P_h	hajtáshoz szükséges teljesítmény	[kW]
η_G	szerszámgép hatásfoka	[-]
F_{fv}	forgácsolóerő nagysága	[N]

5.8 ábra A 3. művelettel kialakított méretek



A forgácsolási műveletekhez hűtő-kenő folyadéknek emulziót alkalmaztam.

Az alkalmazott szerszámgép: CK 5123E Karusszeleszterga gép

A munkadarab megfogása: Készülékbe fog

Az CK 5123E CNC karusszeleszterga gépműszaki adatai

Legnagyobb megmunkálási átmérő: Ø 2200 mm

Fordulatszám tartomány: $20 - 1000 \frac{1}{min}$

Fokozati tényező: 1,25

A késtartóba befogható késszár maximális keresztmetszete: 40 x 40 mm

A főhajtó motor teljesítménye: 22 kW

A forgácsolási paraméterek meghatározásához a főforgácsolóerő értéke $F_{fv} = 10400$ N

3.1 Oldalazás tisztára (a)

Az alkalmazott forgácsolószerszám: Homlokélű esztergakés P20 25 x 25 J III. MSZ 1903

A fogásmélység: 5 mm

A fogások száma: $i = 1$

Az előtolás értékének meghatározása: $f = 0,1 \frac{m}{min}$

Az alkalmazott forgácsoló sebesség meghatározása:

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

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

A fordulatszám meghatározása:

$$n = \frac{1000 \cdot v_c}{D \cdot \pi} = \frac{1000 \cdot 71,25}{479,3 \cdot \pi} = 47,3 \frac{1}{min}$$

A szerszámgépen beállított fordulatszám:

$$n_{gépi} = 63 \frac{1}{min}$$

A megváltozott forgácsolósebesség meghatározása:

$$v_{cm} = \frac{D \cdot \pi \cdot n_{gépi}}{1000} = \frac{479,3 \cdot \pi \cdot 63}{1000} = 94,86 \frac{m}{min}$$

A forgácsolás időtartamának meghatározása:

$$t_g = \frac{L}{v_f} \cdot i = \frac{l_1 + \left(\frac{D}{2} - \frac{d}{2} \right) + l_2}{f \cdot n} \cdot i = \frac{2 + \left(\frac{479,3}{2} - \frac{420}{2} \right) + 2}{0,1 \cdot 63} \cdot 1 = 5,34 \text{ min}$$

3.2 Furatesztergálás I. nagyolás (Ø137 x 114,5, b)

Alkalmazott szerszám: Fenéklyukkés P20 16x16 J II. MSZ 1913

A fogásmélység nagysága:

$$a = \frac{D - d}{2} = \frac{130}{2} = 65 \text{ mm}$$

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

$$f = \frac{F_c}{a \cdot k_c} = \frac{10400}{65 \cdot 1700} = 0,09 \frac{mm}{ford}$$

Az $\frac{a}{f} = \frac{65}{0,09}$ viszony 722,2:1

Az ideális $\frac{a}{f}$ viszony a szakítószilárdság és a szerszámanyag függvényében 12,5:1, azaz a fogást meg kell osztani: $i = 16$; a hozzá tartozó ideális fogásmélység $a = 4,06 \text{ mm}$; a hozzá tartozó ideális előtolás értéke $f = 0,4 \frac{mm}{ford}$. Az ideális előtolás alapján a megváltozott fajlagos forgácsoló erő értéke: $k_{cv} = 2118 \frac{N}{mm^2}$.

A keletkező forgácsolóerő nagysága:

$$F_{fv} = k_{cv} \cdot f \cdot a = 2118 \cdot 0,4 \cdot 4,06 = 3439,632 \text{ N}$$

Az alkalmazott forgácsoló sebesség meghatározása:

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

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

A fordulatszám meghatározása:

$$n = \frac{1000 \cdot v_c}{D \cdot \pi} = \frac{1000 \cdot 71,25}{130 \cdot \pi} = 174,45 \frac{1}{min}$$

A szerszámgépen beállított fordulatszám:

$$n_{gépi} = 200 \frac{1}{min}$$

A megváltozott forgácsolósebesség meghatározása:

$$v_{cm} = \frac{D \cdot \pi \cdot n_{gépi}}{1000} = \frac{130 \cdot \pi \cdot 200}{1000} = 81,7 \frac{m}{min}$$

A forgácsolás teljesítményszükséglete:

$$P_c = \frac{F_{fv} \cdot v_{cm}}{60 \cdot 10^3} = \frac{3439,6 \cdot 81,7}{60 \cdot 10^3} = 4,68 \text{ kW}$$

A hajtáshoz szükséges teljesítmény meghatározása:

$$P_h = \frac{P_c}{\eta_G} = \frac{4,68}{0,8} = 5,85 \text{ kW}$$

Az CK 5123E CNC Karusszeleszterga gépbe épített 22 kW-os teljesítménnyel bíró villanymotor a teljesítményszükségletet biztosítja.

A forgácsolás időtartamának meghatározása:

$$t_g = \frac{L}{v_f} \cdot i = \frac{l_1 + l + l_1}{f \cdot n} \cdot i = \frac{2 + 114,5 + 2}{0,32 \cdot 200} \cdot 16 = 29,6 \text{ min}$$

3.3 Furatesztergálás II. simítás (Ø139 x 114,5, c)

Alkalmazott szerszám: Fenéklyukkés P20 16x16 J II. MSZ 1913

A fogásmélység nagysága:

$$a = \frac{D - d}{2} = \frac{139 - 130}{2} = 4,5 \text{ mm}$$

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

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

A keletkező forgácsolóerő nagysága:

$$F_{fv} = k_{cv} \cdot f \cdot a = 2954 \cdot 0,1 \cdot 4,5 = 1329,3 \text{ N}$$

Az alkalmazott forgácsoló sebesség meghatározása:

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

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

A fordulatszám meghatározása:

$$n = \frac{1000 \cdot v_c}{D \cdot \pi} = \frac{1000 \cdot 71,25}{139 \cdot \pi} = 163,1 \frac{1}{\text{min}}$$

A szerszámgépen beállított fordulatszám:

$$n_{g\acute{e}pi} = 200 \frac{1}{\text{min}}$$

A megváltozott forgácsolósebesség meghatározása:

$$v_{cm} = \frac{D \cdot \pi \cdot n_{gépi}}{1000} = \frac{139 \cdot \pi \cdot 200}{1000} = 87,3 \frac{m}{min}$$

A fúrás teljesítményszükséglete:

$$P_c = \frac{F_{fv} \cdot v_{cm}}{60 \cdot 10^3} = \frac{1329,3 \cdot 87,3}{60 \cdot 10^3} = 1,93 \text{ kW}$$

A hajtáshoz szükséges teljesítmény meghatározása:

$$P_h = \frac{P_c}{\eta_G} = \frac{1,93}{0,8} = 2,41 \text{ kW}$$

Az CK 5123E CNC Karusszeleszterga gépbe épített 22 kW-os teljesítménnyel bíró villanymotor a teljesítményszükségletet biztosítja.

A forgácsolás időtartamának meghatározása:

$$t_g = \frac{L}{v_f} \cdot i = \frac{l_1 + l + l_1}{f \cdot n} \cdot i = \frac{2 + 114,5 + 2}{0,1 \cdot 200} \cdot 1 = 5,9 \text{ min}$$

3.4 Furatesztergálás III. (Ø261,3 x 82,5, d)

Alkalmazott szerszám: Fenéklyukkés P20 16x16 J II. MSZ 1913

A fogásmélység nagysága:

$$a = \frac{D - d}{2} = \frac{261,3 - 139}{2} = 61,15 \text{ mm}$$

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

$$f = \frac{F_c}{a \cdot k_c} = \frac{10400}{61,15 \cdot 1700} = 0,1 \frac{mm}{ford}$$

Az $\frac{a}{f} = \frac{61,15}{0,1}$ viszony 611,5:1

Az ideális $\frac{a}{f}$ viszony a szakítószilárdság és a szerszámanyag függvényében 12,5:1, azaz a fogást meg kell osztani: $i = 16$; a hozzá tartozó ideális fogásmélység $a = 3,82 \text{ mm}$; a hozzá tartozó ideális előtolás értéke $f = 0,4 \frac{mm}{ford}$. Az ideális előtolás alapján a megváltozott fajlagos forgácsoló erő értéke: $k_{cv} = 2118 \frac{N}{mm^2}$.

A keletkező forgácsolóerő nagysága:

$$F_{fv} = k_{cv} \cdot f \cdot a = 2118 \cdot 0,4 \cdot 3,82 = 3236,3 \text{ N}$$

Az alkalmazott forgácsoló sebesség meghatározása:

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

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

A fordulatszám meghatározása:

$$n = \frac{1000 \cdot v_c}{D \cdot \pi} = \frac{1000 \cdot 71,25}{261,3 \cdot \pi} = 86,8 \frac{1}{min}$$

A szerszámgepen beállított fordulatszám:

$$n_{gépi} = 100 \frac{1}{min}$$

A megváltozott forgácsolósebesség meghatározása:

$$v_{cm} = \frac{D \cdot \pi \cdot n_{gépi}}{1000} = \frac{261,3 \cdot \pi \cdot 100}{1000} = 82,1 \frac{m}{min}$$

A forgácsolás teljesítményszükséglete:

$$P_c = \frac{F_{fv} \cdot v_{cm}}{60 \cdot 10^3} = \frac{3236,3 \cdot 82,1}{60 \cdot 10^3} = 4,42 \text{ kW}$$

A hajtáshoz szükséges teljesítmény meghatározása:

$$P_h = \frac{P_c}{\eta_G} = \frac{4,42}{0,8} = 5,52 \text{ kW}$$

Az CK 5123E CNC Karusszeleszterga gépbe épített 22 kW-os teljesítménnyel bíró villanymotor a teljesítményszükségletet biztosítja.

A forgácsolás időtartamának meghatározása:

$$t_g = \frac{L}{v_f} \cdot i = \frac{l_1 + l + l_1}{f \cdot n} \cdot i = \frac{2 + 82,5}{0,4 \cdot 100} \cdot 16 = 33,8 \text{ min}$$

3.5 Kúpsztergálás I ($\varnothing 395,9 \times 43,2 \text{ mm}$, $\alpha = 36,5^\circ$, e)

Alkalmazott szerszám: Hajlított esztergakés P20 20x32 J II. MSZ 1904

A fogásmélység nagysága:

$$a = \frac{D - d}{2} = \frac{395,9 - 279,2}{2} = 58,35 \text{ mm}$$

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

$$f = \frac{F_c}{a \cdot k_c} = \frac{10400}{58,35 \cdot 1700} = 0,1 \frac{\text{mm}}{\text{ford}}$$

Az $\frac{a}{f} = \frac{58,35}{0,1}$ viszony 583,5:1

Az ideális $\frac{a}{f}$ viszony a szakítószilárdság és a szerszámanyag függvényében 12,5:1, azaz a fogást meg kell osztani: $i = 14$; a hozzá tartozó ideális fogásmélység $a = 4,16 \text{ mm}$; a hozzá tartozó ideális előtolás értéke $f = 0,4 \frac{\text{mm}}{\text{ford}}$. Az ideális előtolás alapján a megváltozott fajlagos forgácsoló erő értéke: $k_{cv} = 2118 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$.

A keletkező forgácsolóerő nagysága:

$$F_{fv} = k_{cv} \cdot f \cdot a = 2118 \cdot 0,4 \cdot 4,16 = 3524,3 \text{ N}$$

Az alkalmazott forgácsoló sebesség meghatározása:

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

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

A fordulatszám meghatározása:

$$n = \frac{1000 \cdot v_c}{D \cdot \pi} = \frac{1000 \cdot 71,25}{395,9 \cdot \pi} = 57,28 \frac{1}{\text{min}}$$

A szerszámgépen beállított fordulatszám:

$$n_{g\acute{e}pi} = 63 \frac{1}{\text{min}}$$

A megváltozott forgácsolósebesség meghatározása:

$$v_{cm} = \frac{D \cdot \pi \cdot n_{g\acute{e}pi}}{1000} = \frac{395,9 \cdot \pi \cdot 63}{1000} = 75,35 \frac{\text{m}}{\text{min}}$$

A forgácsolás teljesítményszüksége:

$$P_c = \frac{F_{fv} \cdot v_{cm}}{60 \cdot 10^3} = \frac{3524,3 \cdot 75,35}{60 \cdot 10^3} = 4,42 \text{ kW}$$

A hajtáshoz szükséges teljesítmény meghatározása:

$$P_h = \frac{P_c}{\eta_G} = \frac{4,42}{0,8} = 5,52 \text{ kW}$$

Az CK 5123E CNC Karusszeleszterga gépbe épített 22 kW-os teljesítménnyel bíró villanymotor a teljesítményszükségletet biztosítja.

A forgácsolás időtartamának meghatározása:

$$t_g = \frac{L}{v_f} \cdot i = \frac{l_1 + l}{f \cdot n} \cdot i = \frac{2 + 43,2}{0,4 \cdot 63} \cdot 14 = 25,11 \text{ min}$$

3.6 Kúpsztergálás II (Ø 414,433 x 8,6 mm, α= 9,5°, f)

Alkalmazott szerszám: Hajlított esztergakés P20 20x32 J II. MSZ 1904

A fogásmélység nagysága:

$$a = \frac{D - d}{2} = \frac{414,433 - 408,902}{2} = 2,76 \text{ mm}$$

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

$$f = \frac{F_c}{a \cdot k_c} = \frac{12000}{2,76 \cdot 1700} = 2,55 \frac{\text{mm}}{\text{ford}}$$

Az $\frac{a}{f} = \frac{2,76}{2,55}$ viszony 1,08:1

Az ideális $\frac{a}{f}$ viszony a szakítószilárdság és a szerszámanyag függvényében 12,5:1, azaz a fogást nem kell megosztani: $i = 1$; a hozzá tartozó ideális fogásmélység $a = 2,76 \text{ mm}$; a hozzá tartozó ideális előtolás értéke $f = 0,25 \frac{\text{mm}}{\text{ford}}$. Az ideális előtolás alapján a megváltozott fajlagos forgácsoló erő értéke: $k_{cv} = 2371 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$.

A keletkező forgácsolóerő nagysága:

$$F_{fv} = k_{cv} \cdot f \cdot a = 2371 \cdot 0,25 \cdot 2,76 = 1636 \text{ N}$$

Az alkalmazott forgácsoló sebesség meghatározása:

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

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

A fordulatszám meghatározása:

$$n = \frac{1000 \cdot v_c}{D \cdot \pi} = \frac{1000 \cdot 71,25}{414,433 \cdot \pi} = 54,7 \frac{1}{min}$$

A szerszámgépen beállított fordulatszám:

$$n_{g\acute{e}pi} = 63 \frac{1}{min}$$

A megváltozott forgácsolósebesség meghatározása:

$$v_{cm} = \frac{D \cdot \pi \cdot n_{g\acute{e}pi}}{1000} = \frac{414,433 \cdot \pi \cdot 63}{1000} = 82,02 \frac{m}{min}$$

A forgácsolás teljesítményszüksége:

$$P_c = \frac{F_{fv} \cdot v_{cm}}{60 \cdot 10^3} = \frac{1636 \cdot 82,02}{60 \cdot 10^3} = 2,23 \text{ kW}$$

A hajtáshoz szükséges teljesítmény meghatározása:

$$P_h = \frac{P_c}{\eta_G} = \frac{2,23}{0,8} = 2,78 \text{ kW}$$

Az CK 5123E CNC Karusszeleszterga gépbe épített 22 kW-os teljesítménnyel bíró villanymotor a teljesítményszükséget biztosítja.

A forgácsolás időtartamának meghatározása:

$$t_g = \frac{L}{v_f} \cdot i = \frac{l_1 + l}{f \cdot n} \cdot i = \frac{2 + 8,6}{0,25 \cdot 63} \cdot 1 = 0,67 \text{ min}$$

3.7 Életörés (1 x 45°-ban, g)

Alkalmazott szerszám: Oldalélű esztergakés P20 20x32 J II. MSZ 1904

A fogásmélység nagysága: $a = 1 \text{ mm}$.

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

A fordulatszám $n_{gépi} = 63 \frac{1}{min}$, az előző művelet alapján.

A megváltozott forgácsolósebesség meghatározása:

$$v_{cm} = \frac{D \cdot \pi \cdot n_{gépi}}{1000} = \frac{139 \cdot \pi \cdot 63}{1000} = 27,51 \frac{m}{min}$$

3.8 Lekerekítés I. (R15, h)

Alkalmazott szerszám: Rádiusz esztergakés R15 P20 32 x 32 J II

A fogásmélység nagysága: $a = 15 \text{ mm}$.

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

A fordulatszám $n_{gépi} = 63 \frac{1}{min}$, az előző művelet alapján.

A megváltozott forgácsolósebesség meghatározása:

$$v_{cm} = \frac{D \cdot \pi \cdot n_{gépi}}{1000} = \frac{261,3 \cdot \pi \cdot 63}{1000} = 51,71 \frac{m}{min}$$

3.9 Lekerekítés II. (R20, i)

Alkalmazott szerszám: Rádiusz esztergakés R20 P20 32 x 32 J II

A fogásmélység nagysága: $a = 20 \text{ mm}$.

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

A fordulatszám $n_{gépi} = 63 \frac{1}{min}$, az előző művelet alapján.

A megváltozott forgácsolósebesség meghatározása:

$$v_{cm} = \frac{D \cdot \pi \cdot n_{gépi}}{1000} = \frac{395,9 \cdot \pi \cdot 63}{1000} = 78,35 \frac{m}{min}$$

3.10 Lekerekítés III. (R15, j)

Alkalmazott szerszám: Rádiusz esztergakés R15 P20 32 x 32 J II

A fogásmélység nagysága: $a = 15 \text{ mm}$.

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

A fordulatszám $n_{gépi} = 63 \frac{1}{min}$, az előző művelet alapján.

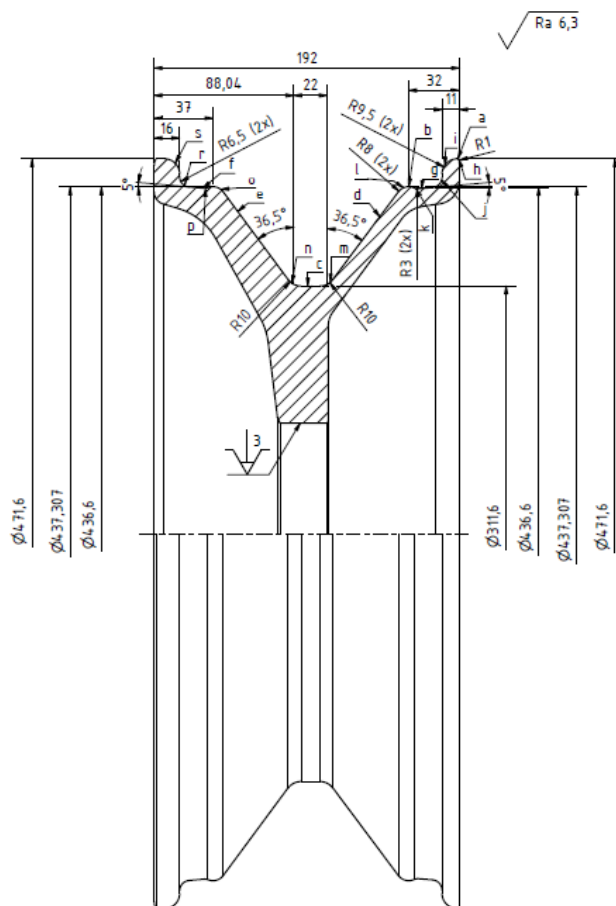
A megváltozott forgácsolósebesség meghatározása:

$$v_{cm} = \frac{D \cdot \pi \cdot n_{gépi}}{1000} = \frac{414,433 \cdot \pi \cdot 63}{1000} = 82,02 \frac{m}{min}$$

4. művelet: Esztergálás II.

A 4. műveletben kialakított méreteket az 5.9 ábra mutatja be a műveletelemekkel együtt.

5.9 ábra A 4. művelettel kialakított méretek



4.1 Palástnagylás I. (Ø471,6 x 192, a)

Alkalmazott szerszám: Oldalélű esztergakés P20 20x20 J II. MSZ 1904

A fogásmélység nagysága:

$$a = \frac{D - d}{2} = \frac{495 - 471,6}{2} = 11,7 \text{ mm}$$

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

$$f = \frac{F_c}{a \cdot k_c} = \frac{10400}{11,7 \cdot 1700} = 0,52 \frac{mm}{ford}$$

Az $\frac{a}{f} = \frac{11,7}{0,52}$ viszony 22,5:1

Az ideális $\frac{a}{f}$ viszony a szakítószilárdság és a szerszámanyag függvényében 12,5:1, azaz a fogást meg kell osztani: $i = 3$; a hozzá tartozó ideális fogásmélység $a = 3,9 \text{ mm}$; a hozzá tartozó ideális előtolás értéke $f = 0,4 \frac{mm}{ford}$. Az ideális előtolás alapján a megváltozott fajlagos forgácsoló erő értéke: $k_{cv} = 2118 \frac{N}{mm^2}$.

A keletkező forgácsolóerő nagysága:

$$F_{fv} = k_{cv} \cdot f \cdot a = 2118 \cdot 0,4 \cdot 3,9 = 3304,08 \text{ N}$$

Az alkalmazott forgácsoló sebesség meghatározása:

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

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

A fordulatszám meghatározása:

$$n = \frac{1000 \cdot v_c}{D \cdot \pi} = \frac{1000 \cdot 71,25}{495 \cdot \pi} = 45,81 \frac{1}{min}$$

A szerszámgépen beállított fordulatszám:

$$n_{gépi} = 63 \frac{1}{min}$$

A megváltozott forgácsolósebesség meghatározása:

$$v_{cm} = \frac{D \cdot \pi \cdot n_{gépi}}{1000} = \frac{495 \cdot \pi \cdot 63}{1000} = 97,97 \frac{m}{min}$$

A forgácsolás teljesítményszükséglete:

$$P_c = \frac{F_{fv} \cdot v_{cm}}{60 \cdot 10^3} = \frac{3304,08 \cdot 97,97}{60 \cdot 10^3} = 5,39 \text{ kW}$$

A hajtáshoz szükséges teljesítmény meghatározása:

$$P_h = \frac{P_c}{\eta_G} = \frac{5,39}{0,8} = 6,73 \text{ kW}$$

Az CK 5123E CNC Karusszeleszterga gépbe épített 22 kW-os teljesítménnyel bíró villanymotor a teljesítményszükségletet biztosítja.

A forgácsolás időtartamának meghatározása:

$$t_g = \frac{L}{v_f} \cdot i = \frac{l_1 + l + l_1}{f \cdot n} \cdot i = \frac{2 + 192 + 2}{0,4 \cdot 63} \cdot 3 = 23,33 \text{ min}$$

4.2 Palástnagylás II. (Ø437,307 x 165, b)

Alkalmazott szerszám: SZ001 egyedi gyártóeszköz (Szerszámkérő lap 5.14 Táblázat)

A fogásmélység nagysága:

$$a = \frac{D - d}{2} = \frac{471,6 - 437,307}{2} = 17,1465 \text{ mm}$$

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

$$f = \frac{F_c}{a \cdot k_c} = \frac{10400}{17,1465 \cdot 1700} = 0,35 \frac{\text{mm}}{\text{ford}}$$

Az $\frac{a}{f} = \frac{17,1465}{0,35}$ viszony 48,99:1

Az ideális $\frac{a}{f}$ viszony a szakítószilárdság és a szerszámanyag függvényében 12,5:1, azaz a fogást meg kell osztani: $i = 4$; a hozzá tartozó ideális fogásmélység $a = 4,28 \text{ mm}$; a hozzá tartozó ideális előtolás értéke $f = 0,4 \frac{\text{mm}}{\text{ford}}$. Az ideális előtolás alapján a megváltozott fajlagos forgácsoló erő értéke: $k_{cv} = 2118 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$.

A keletkező forgácsolóerő nagysága:

$$F_{fv} = k_{cv} \cdot f \cdot a = 2118 \cdot 0,4 \cdot 4,28 = 3626,01 \text{ N}$$

Az alkalmazott forgácsoló sebesség meghatározása:

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

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

A fordulatszám meghatározása:

$$n = \frac{1000 \cdot v_c}{D \cdot \pi} = \frac{1000 \cdot 71,25}{471,6 \cdot \pi} = 48,09 \frac{1}{min}$$

A szerszámgépen beállított fordulatszám:

$$n_{gépi} = 63 \frac{1}{min}$$

A megváltozott forgácsolósebesség meghatározása:

$$v_{cm} = \frac{D \cdot \pi \cdot n_{gépi}}{1000} = \frac{471,6 \cdot \pi \cdot 63}{1000} = 93,33 \frac{m}{min}$$

A forgácsolás teljesítményszüksége:

$$P_c = \frac{F_{fv} \cdot v_{cm}}{60 \cdot 10^3} = \frac{3626,01 \cdot 93,33}{60 \cdot 10^3} = 5,64 \text{ kW}$$

A hajtáshoz szükséges teljesítmény meghatározása:

$$P_h = \frac{P_c}{\eta_G} = \frac{5,64}{0,8} = 7,05 \text{ kW}$$

Az CK 5123E CNC Karusszeleszterga gépbe épített 22 kW-os teljesítménnyel bíró villanymotor a teljesítményszükségletet biztosítja.

A forgácsolás időtartamának meghatározása:

$$t_g = \frac{L}{v_f} \cdot i = \frac{l}{f \cdot n} \cdot i = \frac{165}{0,4 \cdot 63} \cdot 4 = 26,19 \text{ min}$$

4.3 Beszúrás (Ø311,6-ra x 22 mm; 82,5 mm-nél, c)

Alkalmazott szerszám: SZ001 egyedi gyártóeszköz (Szerszámkérő lap 5.14 Táblázat)

A fogásmélység nagysága:

$$a = \frac{D - d}{2} = \frac{437,307 - 311,6}{2} = 62,85 \text{ mm}$$

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

$$f = \frac{F_c}{a \cdot k_c} = \frac{10400}{62,85 \cdot 1700} = 0,09 \frac{mm}{ford}$$

Az $\frac{a}{f} = \frac{62,85}{0,09}$ viszony 698,33:1

Az ideális $\frac{a}{f}$ viszony a szakítószilárdság és a szerszámanyag függvényében 12,5:1, azaz a fogást meg kell osztani: $i = 16$; a hozzá tartozó ideális fogásmélység $a = 3,92 \text{ mm}$; a hozzá tartozó ideális előtolás értéke $f = 0,4 \frac{\text{mm}}{\text{ford}}$. Az ideális előtolás alapján a megváltozott fajlagos forgácsoló erő értéke: $k_{cv} = 2118 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$.

A keletkező forgácsolóerő nagysága:

$$F_{fv} = k_{cv} \cdot f \cdot a = 2118 \cdot 0,4 \cdot 3,92 = 3321,02 \text{ N}$$

Az alkalmazott forgácsoló sebesség meghatározása:

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

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

A fordulatszám meghatározása:

$$n = \frac{1000 \cdot v_c}{D \cdot \pi} = \frac{1000 \cdot 71,25}{437,307 \cdot \pi} = 51,86 \frac{1}{\text{min}}$$

A szerszámgépen beállított fordulatszám:

$$n_{g\acute{e}pi} = 63 \frac{1}{\text{min}}$$

A megváltozott forgácsolósebesség meghatározása:

$$v_{cm} = \frac{D \cdot \pi \cdot n_{g\acute{e}pi}}{1000} = \frac{437,307 \cdot \pi \cdot 63}{1000} = 86,55 \frac{\text{m}}{\text{min}}$$

A forgácsolás teljesítményszükséglete:

$$P_c = \frac{F_{fv} \cdot v_{cm}}{60 \cdot 10^3} = \frac{3321,02 \cdot 86,55}{60 \cdot 10^3} = 4,79 \text{ kW}$$

A hajtáshoz szükséges teljesítmény meghatározása:

$$P_h = \frac{P_c}{\eta_G} = \frac{4,79}{0,8} = 5,98 \text{ kW}$$

Az CK 5123E CNC Karusszeleszterga gépbe épített 22 kW-os teljesítménnyel bíró villanymotor a teljesítményszükségletet biztosítja.

A forgácsolás időtartamának meghatározása:

$$t_g = \frac{L}{v_f} \cdot i = \frac{l}{f \cdot n} \cdot i = \frac{6}{0,4 \cdot 63} \cdot 16 = 3,8 \text{ min}$$

A munkadarabon 22 mm szélességben van szükség beszúrásra, ezáltal a kiszámított beszúrási idő értékét 4-vel fel kell szorozni.

$$T_{gs} = 4 \cdot 3,8 = 15,2 \text{ min}$$

4.4 Kúpsztergálás I. (Ø437,307 x 41,4 mm; α = 36,5°, d)

Alkalmazott szerszám: Hajlított esztergakés P20 20x32 J II. MSZ 1904

A fogásmélység nagysága:

$$a = \frac{D - d}{2} = \frac{437,307 - 311,6}{2} = 62,85 \text{ mm}$$

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

$$f = \frac{F_c}{a \cdot k_c} = \frac{10400}{62,85 \cdot 1700} = 0,09 \frac{\text{mm}}{\text{ford}}$$

Az $\frac{a}{f} = \frac{62,85}{0,09}$ viszony 698,3:1

Az ideális $\frac{a}{f}$ viszony a szakítószilárdság és a szerszámanyag függvényében 12,5:1, azaz a fogást meg kell osztani: $i = 16$; a hozzá tartozó ideális fogásmélység $a = 3,92 \text{ mm}$; a hozzá tartozó ideális előtolás értéke $f = 0,4 \frac{\text{mm}}{\text{ford}}$. Az ideális előtolás alapján a megváltozott fajlagos forgácsoló erő értéke: $k_{cv} = 2118 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$.

A keletkező forgácsolóerő nagysága:

$$F_{fv} = k_{cv} \cdot f \cdot a = 2118 \cdot 0,4 \cdot 3,92 = 3321,02 \text{ N}$$

Az alkalmazott forgácsoló sebesség meghatározása:

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

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

A fordulatszám meghatározása:

$$n = \frac{1000 \cdot v_c}{D \cdot \pi} = \frac{1000 \cdot 71,25}{437,307 \cdot \pi} = 51,86 \frac{1}{min}$$

A szerszámgépen beállított fordulatszám:

$$n_{g\acute{e}pi} = 63 \frac{1}{min}$$

A megváltozott forgácsolósebesség meghatározása:

$$v_{cm} = \frac{D \cdot \pi \cdot n_{g\acute{e}pi}}{1000} = \frac{437,307 \cdot \pi \cdot 63}{1000} = 86,55 \frac{m}{min}$$

A forgácsolás teljesítményszükséglete:

$$P_c = \frac{F_{fv} \cdot v_{cm}}{60 \cdot 10^3} = \frac{3321,02 \cdot 86,55}{60 \cdot 10^3} = 4,79 \text{ kW}$$

A hajtáshoz szükséges teljesítmény meghatározása:

$$P_h = \frac{P_c}{\eta_G} = \frac{4,79}{0,8} = 5,98 \text{ kW}$$

Az CK 5123E CNC Karusszeleszterga gépbe épített 22 kW-os teljesítménnyel bíró villanymotor a teljesítményszükségletet biztosítja.

A forgácsolás időtartamának meghatározása:

$$t_g = \frac{L}{v_f} \cdot i = \frac{l_1 + l}{f \cdot n} \cdot i = \frac{2 + 41,4}{0,4 \cdot 63} \cdot 16 = 27,55 \text{ min}$$

4.5 Kúpsztergálás II. (Ø437,307 x 41,4 mm; α = 36,5°, e)

Alkalmazott szerszám: Hajlított esztergakés P20 20x32 B II. MSZ 1904

A fogásmélység nagysága:

$$a = \frac{D - d}{2} = \frac{437,307 - 311,6}{2} = 62,85 \text{ mm}$$

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

$$f = \frac{F_c}{a \cdot k_c} = \frac{10400}{62,85 \cdot 1700} = 0,09 \frac{mm}{ford}$$

Az $\frac{a}{f} = \frac{62,85}{0,09}$ viszony 698,3:1

Az ideális $\frac{a}{f}$ viszony a szakítószilárdság és a szerszámanyag függvényében 12,5:1, azaz a fogást meg kell osztani: $i = 16$; a hozzá tartozó ideális fogásmélység $a = 3,92 \text{ mm}$; a hozzá tartozó ideális előtolás értéke $f = 0,4 \frac{mm}{ford}$. Az ideális előtolás alapján a megváltozott fajlagos forgácsoló erő értéke: $k_{cv} = 2118 \frac{N}{mm^2}$.

A keletkező forgácsolóerő nagysága:

$$F_{fv} = k_{cv} \cdot f \cdot a = 2235 \cdot 0,32 \cdot 3,92 = 3321,02 \text{ N}$$

Az alkalmazott forgácsoló sebesség meghatározása:

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

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

A fordulatszám meghatározása:

$$n = \frac{1000 \cdot v_c}{D \cdot \pi} = \frac{1000 \cdot 71,25}{437,307 \cdot \pi} = 51,86 \frac{1}{min}$$

A szerszámgépen beállított fordulatszám:

$$n_{g\acute{e}pi} = 63 \frac{1}{min}$$

A megváltozott forgácsolósebesség meghatározása:

$$v_{cm} = \frac{D \cdot \pi \cdot n_{g\acute{e}pi}}{1000} = \frac{437,307 \cdot \pi \cdot 63}{1000} = 86,55 \frac{m}{min}$$

A forgácsolás teljesítményszükséglete:

$$P_c = \frac{F_{fv} \cdot v_{cm}}{60 \cdot 10^3} = \frac{3321,02 \cdot 86,55}{60 \cdot 10^3} = 4,79 \text{ kW}$$

A hajtáshoz szükséges teljesítmény meghatározása:

$$P_h = \frac{P_c}{\eta_G} = \frac{4,04}{0,8} = 5,98 \text{ kW}$$

Az CK 5123E CNC Karusszeleszterga gépbe épített 22 kW-os teljesítménnyel bíró villanymotor a teljesítményszükségletet biztosítja.

A forgácsolás időtartamának meghatározása:

$$t_g = \frac{L}{v_f} \cdot i = \frac{l_1 + l}{f \cdot n} \cdot i = \frac{2 + 41,4}{0,4 \cdot 63} \cdot 16 = 27,55 \text{ min}$$

4.6 Kúpsztergálás III. ($\varnothing 437,307 \times 21 \text{ mm}$; $\alpha = 5^\circ$, f)

Alkalmazott szerszám: Hajlított esztergakés P20 20x32 J II. MSZ 1904

A fogásmélység nagysága:

$$a = \frac{D - d}{2} = \frac{437,307 - 436,6}{2} = 0,35 \text{ mm}$$

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

$$f = \frac{F_c}{a \cdot k_c} = \frac{10400}{0,35 \cdot 1700} = 17,47 \frac{\text{mm}}{\text{ford}}$$

Az $\frac{a}{f} = \frac{0,35}{17,47}$ viszony 0,02:1

Az ideális $\frac{a}{f}$ viszony a szakítószilárdság és a szerszámanyag függvényében 12,5:1, azaz a fogást nem kell megosztani: $i = I$; a hozzá tartozó ideális fogásmélység $a = 0,35 \text{ mm}$; a hozzá tartozó ideális előtolás értéke $f = 0,1 \frac{\text{mm}}{\text{ford}}$. Az ideális előtolás alapján a megváltozott fajlagos forgácsoló erő értéke: $k_{cv} = 2954 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$.

A keletkező forgácsolóerő nagysága:

$$F_{fv} = k_{cv} \cdot f \cdot a = 2954 \cdot 0,1 \cdot 0,35 = 103,4 \text{ N}$$

Az alkalmazott forgácsoló sebesség meghatározása:

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

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

A fordulatszám meghatározása:

$$n = \frac{1000 \cdot v_c}{D \cdot \pi} = \frac{1000 \cdot 71,25}{437,307 \cdot \pi} = 51,86 \frac{1}{min}$$

A szerszámgépen beállított fordulatszám:

$$n_{gépi} = 63 \frac{1}{min}$$

A megváltozott forgácsolósebesség meghatározása:

$$v_{cm} = \frac{D \cdot \pi \cdot n_{gépi}}{1000} = \frac{437,307 \cdot \pi \cdot 63}{1000} = 86,55 \frac{m}{min}$$

A forgácsolás teljesítményszükséglete:

$$P_c = \frac{F_{fv} \cdot v_{cm}}{60 \cdot 10^3} = \frac{103,4 \cdot 86,55}{60 \cdot 10^3} = 0,15 \text{ kW}$$

A hajtáshoz szükséges teljesítmény meghatározása:

$$P_h = \frac{P_c}{\eta_G} = \frac{0,15}{0,8} = 0,18 \text{ kW}$$

Az CK 5123E CNC Karusszeleszterga gépbe épített 22 kW-os teljesítménnyel bíró villanymotor a teljesítményszükségletet biztosítja.

A forgácsolás időtartamának meghatározása:

$$t_g = \frac{L}{v_f} \cdot i = \frac{l_1 + l}{f \cdot n} \cdot i = \frac{2 + 21}{0,1 \cdot 63} = 3,65 \text{ min}$$

4.7 Kúpsztergálás IV. (Ø437,307 x 21 mm; α = 5°, g)

Alkalmazott szerszám: Hajlított esztergakés P20 20x32 B II. MSZ 1904

A fogásmélység nagysága:

$$a = \frac{D - d}{2} = \frac{437,307 - 436,6}{2} = 0,35 \text{ mm}$$

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

$$f = \frac{F_c}{a \cdot k_c} = \frac{10400}{0,35 \cdot 1700} = 17,47 \frac{mm}{ford}$$

Az $\frac{a}{f} = \frac{0,35}{17,47}$ viszony 0,02:1

Az ideális $\frac{a}{f}$ viszony a szakítószilárdság és a szerszámanyag függvényében 12,5:1, azaz a fogást nem kell megosztani: $i = 1$; a hozzá tartozó ideális fogásmélység $a = 0,35 \text{ mm}$; a hozzá tartozó ideális előtolás értéke $f = 0,1 \frac{\text{mm}}{\text{ford}}$. Az ideális előtolás alapján a megváltozott fajlagos forgácsoló erő értéke: $k_{cv} = 2954 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$.

A keletkező forgácsolóerő nagysága:

$$F_{fv} = k_{cv} \cdot f \cdot a = 2954 \cdot 0,1 \cdot 0,35 = 103,4 \text{ N}$$

Az alkalmazott forgácsoló sebesség meghatározása:

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

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

A fordulatszám meghatározása:

$$n = \frac{1000 \cdot v_c}{D \cdot \pi} = \frac{1000 \cdot 71,25}{437,307 \cdot \pi} = 51,86 \frac{1}{\text{min}}$$

A szerszámgépen beállított fordulatszám:

$$n_{g\acute{e}pi} = 63 \frac{1}{\text{min}}$$

A megváltozott forgácsolósebesség meghatározása:

$$v_{cm} = \frac{D \cdot \pi \cdot n_{g\acute{e}pi}}{1000} = \frac{437,307 \cdot \pi \cdot 63}{1000} = 86,55 \frac{\text{m}}{\text{min}}$$

A forgácsolás teljesítményszükséglete:

$$P_c = \frac{F_{fv} \cdot v_{cm}}{60 \cdot 10^3} = \frac{103,4 \cdot 86,55}{60 \cdot 10^3} = 0,15 \text{ kW}$$

A hajtáshoz szükséges teljesítmény meghatározása:

$$P_h = \frac{P_c}{\eta_G} = \frac{0,15}{0,8} = 0,18 \text{ kW}$$

Az CK 5123E CNC Karusszeleszterga gépbe épített 22 kW-os teljesítménnyel bíró villanymotor a teljesítményszükségletet biztosítja.

A forgácsolás időtartamának meghatározása:

$$t_g = \frac{L}{v_f} \cdot i = \frac{l_1 + l}{f \cdot n} \cdot i = \frac{2 + 21}{0,1 \cdot 63} = 3,65 \text{ min}$$

4.8 Lekerekítés I. (R1, h)

Alkalmazott szerszám: Rádiusz esztergakés R1 P20 32 x 32 J II

A fogásmélység nagysága: $a = 1 \text{ mm}$.

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

A fordulatszám $n_{g\acute{e}pi} = 63 \frac{1}{\text{min}}$, az előző művelet alapján.

A megváltozott forgácsolósebesség meghatározása:

$$v_{cm} = \frac{D \cdot \pi \cdot n_{g\acute{e}pi}}{1000} = \frac{471,6 \cdot \pi \cdot 63}{1000} = 93,33 \frac{\text{m}}{\text{min}}$$

4.9 Lekerekítés II. (R9,5, i)

Alkalmazott szerszám: Rádiusz esztergakés R9,5 P20 32 x 32 J II

A fogásmélység nagysága: $a = 9,5 \text{ mm}$.

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

A fordulatszám $n_{g\acute{e}pi} = 63 \frac{1}{\text{min}}$, az előző művelet alapján.

A megváltozott forgácsolósebesség meghatározása:

$$v_{cm} = \frac{D \cdot \pi \cdot n_{g\acute{e}pi}}{1000} = \frac{471,6 \cdot \pi \cdot 63}{1000} = 93,33 \frac{\text{m}}{\text{min}}$$

4.10 Lekerekítés III. (R6,5, j)

Alkalmazott szerszám: Rádiusz esztergakés R6,5 P20 32 x 32 J II

A fogásmélység nagysága: $a = 6,5 \text{ mm}$.

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

A fordulatszám $n_{g\acute{e}pi} = 63 \frac{1}{min}$, az előző művelet alapján.

A megváltozott forgácsolósebesség meghatározása:

$$v_{cm} = \frac{D \cdot \pi \cdot n_{g\acute{e}pi}}{1000} = \frac{437,307 \cdot \pi \cdot 63}{1000} = 86,55 \frac{m}{min}$$

4.11 Lekerekítés I. (R3, k)

Alkalmazott szerszám: Rádiusz esztergakés R3 P20 32 x 32 J II

A fogásmélység nagysága: $a = 3 \text{ mm}$.

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

A fordulatszám $n_{g\acute{e}pi} = 63 \frac{1}{min}$, az előző művelet alapján.

A megváltozott forgácsolósebesség meghatározása:

$$v_{cm} = \frac{D \cdot \pi \cdot n_{g\acute{e}pi}}{1000} = \frac{436,6 \cdot \pi \cdot 63}{1000} = 86,41 \frac{m}{min}$$

4.12 Lekerekítés II. (R8, l)

Alkalmazott szerszám: Rádiusz esztergakés R8 P20 32 x 32 J II

A fogásmélység nagysága: $a = 8 \text{ mm}$.

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

A fordulatszám $n_{g\acute{e}pi} = 63 \frac{1}{min}$, az előző művelet alapján.

A megváltozott forgácsolósebesség meghatározása:

$$v_{cm} = \frac{D \cdot \pi \cdot n_{g\acute{e}pi}}{1000} = \frac{437,307 \cdot \pi \cdot 63}{1000} = 86,55 \frac{m}{min}$$

4.13 Lekerekítés III. (R10, m)

Alkalmazott szerszám: Rádiusz esztergakés R10 P20 32 x 32 J II

A fogásmélység nagysága: $a = 10 \text{ mm}$.

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

A fordulatszám $n_{g\acute{e}pi} = 63 \frac{1}{min}$, az előző művelet alapján.

A megváltozott forgácsolósebesség meghatározása:

$$v_{cm} = \frac{D \cdot \pi \cdot n_{g\acute{e}pi}}{1000} = \frac{311,6 \cdot \pi \cdot 63}{1000} = 61,67 \frac{m}{min}$$

4.14 Lekerekítés II. (R10, n)

Alkalmazott szerszám: Rádiusz esztergakés R10 P20 32 x 32 J II

A fogásmélység nagysága: $a = 10 \text{ mm}$.

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

A fordulatszám $n_{g\acute{e}pi} = 63 \frac{1}{min}$, az előző művelet alapján.

A megváltozott forgácsolósebesség meghatározása:

$$v_{cm} = \frac{D \cdot \pi \cdot n_{g\acute{e}pi}}{1000} = \frac{311,6 \cdot \pi \cdot 63}{1000} = 61,67 \frac{m}{min}$$

4.15 Lekerekítés III. (R8, o)

Alkalmazott szerszám: Rádiusz esztergakés R8 P20 32 x 32 J II

A fogásmélység nagysága: $a = 8 \text{ mm}$.

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

A fordulatszám $n_{g\acute{e}pi} = 63 \frac{1}{min}$, az előző művelet alapján.

A megváltozott forgácsolósebesség meghatározása:

$$v_{cm} = \frac{D \cdot \pi \cdot n_{g\acute{e}pi}}{1000} = \frac{437,307 \cdot \pi \cdot 63}{1000} = 86,55 \frac{m}{min}$$

4.16 Lekerekítés I. (R3, p)

Alkalmazott szerszám: Rádiusz esztergakés R3 P20 32 x 32 J II

A fogásmélység nagysága: $a = 3 \text{ mm}$.

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

A fordulatszám $n_{gépi} = 63 \frac{1}{min}$, az előző művelet alapján.

A megváltozott forgácsolósebesség meghatározása:

$$v_{cm} = \frac{D \cdot \pi \cdot n_{gépi}}{1000} = \frac{436,6 \cdot \pi \cdot 63}{1000} = 86,41 \frac{m}{min}$$

4.17 Lekerekítés II. (R6,5, r)

Alkalmazott szerszám: Rádiusz esztergakés R6,5 P20 32 x 32 J II

A fogásmélység nagysága: $a = 6,5 \text{ mm}$.

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

A fordulatszám $n_{gépi} = 63 \frac{1}{min}$, az előző művelet alapján.

A megváltozott forgácsolósebesség meghatározása:

$$v_{cm} = \frac{D \cdot \pi \cdot n_{gépi}}{1000} = \frac{437,307 \cdot \pi \cdot 63}{1000} = 86,55 \frac{m}{min}$$

4.18 Lekerekítés III. (R9,5, s)

Alkalmazott szerszám: Rádiusz esztergakés R9,5 P20 32 x 32 J II

A fogásmélység nagysága: $a = 9,5 \text{ mm}$.

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

A fordulatszám $n_{gépi} = 63 \frac{1}{min}$, az előző művelet alapján.

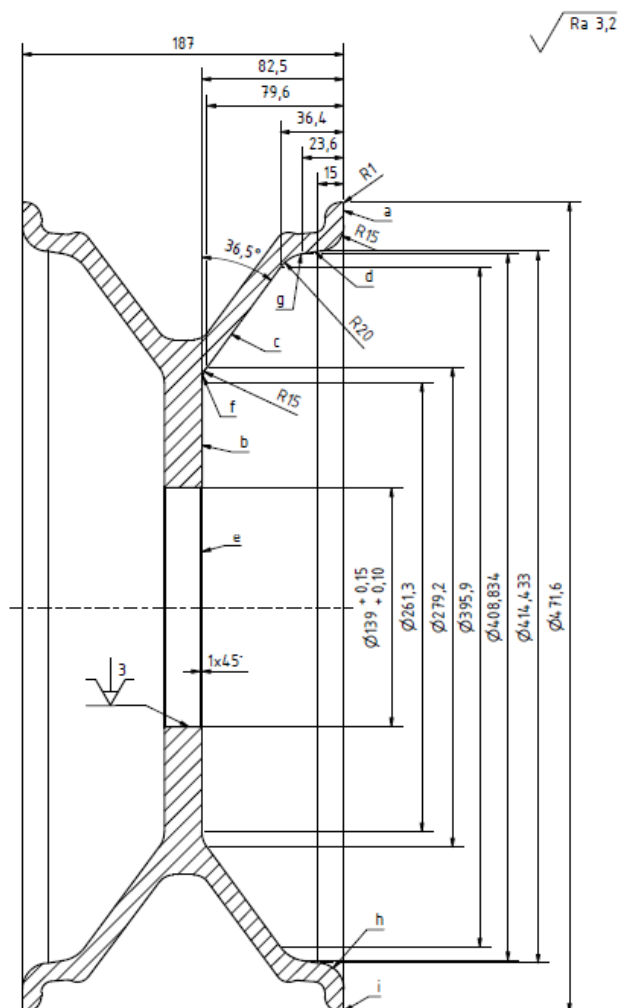
A megváltozott forgácsolósebesség meghatározása:

$$v_{cm} = \frac{D \cdot \pi \cdot n_{gépi}}{1000} = \frac{471,6 \cdot \pi \cdot 63}{1000} = 93,33 \frac{m}{min}$$

5. művelet: Esztergálás III.

A 5. műveletben kialakított méreteket az 5.10 ábra mutatja be a műveletelemekkel együtt.

5.10 ábra Az 5. műveletben kialakított méretek



5.1 Oldalazás méretre, simítás (187 mm, a)

Alkalmazott szerszám: Homlokélű esztergakés P20 25 x 25 J III. MSZ 1903

A fogásmélység nagysága: $a = 5 \text{ mm}$

A fogások száma: $i = 1$

Az előtolás értéke:

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

Az alkalmazott forgácsoló sebesség meghatározása:

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

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

A fordulatszám meghatározása:

$$n = \frac{1000 \cdot v_c}{D \cdot \pi} = \frac{1000 \cdot 71,25}{471,6 \cdot \pi} = 48,09 \frac{1}{min}$$

A szerszámgépen beállított fordulatszám:

$$n_{g\acute{e}pi} = 63 \frac{1}{min}$$

A megváltozott forgácsolósebesség meghatározása:

$$v_{cm} = \frac{D \cdot \pi \cdot n_{g\acute{e}pi}}{1000} = \frac{471,6 \cdot \pi \cdot 63}{1000} = 93,33 \frac{m}{min}$$

A forgácsolás időtartamának meghatározása:

$$t_g = \frac{L}{v_f} \cdot i = \frac{l_1 + \left(\frac{D}{2} - \frac{d}{2}\right) + l_2}{f \cdot n} \cdot i = \frac{2 + \left(\frac{471,6}{2} - \frac{420}{2}\right) + 2}{0,1 \cdot 63} \cdot 1 = 4,73 \text{ min}$$

5.2 Furatesztergálás I. simítás (Ø261,3 x 82,5, b)

Alkalmazott szerszám: Fenéklyukkés P20 16x16 J II. MSZ 1913

A fogásmélység nagysága:

$$a = \frac{D - d}{2} = \frac{261,3 - 139}{2} = 61,15 \text{ mm}$$

Az előtolás értéke:

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

Az $\frac{a}{f} = \frac{61,15}{0,1}$ viszony 611,5:1

Az ideális $\frac{a}{f}$ viszony a szakítószilárdság és a szerszámanyag függvényében 12,5:1, azaz a fogást meg kell osztani: $i = 16$; a hozzá tartozó ideális fogásmélység $a = 3,82 \text{ mm}$; a simító esztergálás miatt az előtolás értéke $f = 0,1 \frac{mm}{ford}$. Az ideális előtolás alapján a megváltozott fajlagos forgácsoló erő értéke: $k_{cv} = 2954 \frac{N}{mm^2}$.

A keletkező forgácsolóerő nagysága:

$$F_{fv} = k_{cv} \cdot f \cdot a = 2954 \cdot 0,1 \cdot 3,82 = 1128,42 \text{ N}$$

Az alkalmazott forgácsoló sebesség meghatározása:

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

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

A fordulatszám meghatározása:

$$n = \frac{1000 \cdot v_c}{D \cdot \pi} = \frac{1000 \cdot 71,25}{261,3 \cdot \pi} = 86,8 \frac{1}{min}$$

A szerszámgépen beállított fordulatszám:

$$n_{gépi} = 100 \frac{1}{min}$$

A megváltozott forgácsolósebesség meghatározása:

$$v_{cm} = \frac{D \cdot \pi \cdot n_{gépi}}{1000} = \frac{261,3 \cdot \pi \cdot 100}{1000} = 82,1 \frac{m}{min}$$

A forgácsolás teljesítményszükséglete:

$$P_c = \frac{F_{fv} \cdot v_{cm}}{60 \cdot 10^3} = \frac{1128,42 \cdot 82,1}{60 \cdot 10^3} = 1,54 \text{ kW}$$

A hajtáshoz szükséges teljesítmény meghatározása:

$$P_h = \frac{P_c}{\eta_G} = \frac{1,54}{0,8} = 1,92 \text{ kW}$$

Az CK 5123E CNC Karusszeleszterga gépbe épített 22 kW-os teljesítménnyel bíró villanymotor a teljesítményszükségletet biztosítja.

A forgácsolás időtartamának meghatározása:

$$t_g = \frac{L}{v_f} \cdot i = \frac{l_1 + l + l_1}{f \cdot n} \cdot i = \frac{2 + 82,5}{0,1 \cdot 100} \cdot 16 = 135,2 \text{ min}$$

5.3 Kúpsztergálás I simítás (Ø 395,9 x 43,2 mm, α= 36,5°, c)

Alkalmazott szerszám: Hajlított esztergakés P20 20x32 J II. MSZ 1904

A fogásmélység nagysága:

$$a = \frac{D - d}{2} = \frac{395,9 - 279,2}{2} = 58,35 \text{ mm}$$

Az előtolás értéke:

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

Az $\frac{a}{f} = \frac{58,35}{0,1}$ viszony 583,5:1

Az ideális $\frac{a}{f}$ viszony a szakítószilárdság és a szerszámanyag függvényében 12,5:1, azaz a fogást meg kell osztani: $i = 14$; a hozzá tartozó ideális fogásmélység $a = 4,16 \text{ mm}$; a simító esztergálás miatt az előtolás értéke $f = 0,1 \frac{\text{mm}}{\text{ford}}$. Az ideális előtolás alapján a megváltozott fajlagos forgácsoló erő értéke: $k_{cv} = 2954 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$.

A keletkező forgácsolóerő nagysága:

$$F_{fv} = k_{cv} \cdot f \cdot a = 2954 \cdot 0,1 \cdot 4,16 = 1228,86 \text{ N}$$

Az alkalmazott forgácsoló sebesség meghatározása:

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

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

A fordulatszám meghatározása:

$$n = \frac{1000 \cdot v_c}{D \cdot \pi} = \frac{1000 \cdot 71,25}{395,9 \cdot \pi} = 57,28 \frac{1}{\text{min}}$$

A szerszámgépen beállított fordulatszám:

$$n_{g\acute{e}pi} = 63 \frac{1}{\text{min}}$$

A megváltozott forgácsolósebesség meghatározása:

$$v_{cm} = \frac{D \cdot \pi \cdot n_{g\acute{e}pi}}{1000} = \frac{395,9 \cdot \pi \cdot 63}{1000} = 75,35 \frac{\text{m}}{\text{min}}$$

A forgácsolás teljesítményszükséglete:

$$P_c = \frac{F_{fv} \cdot v_{cm}}{60 \cdot 10^3} = \frac{1228,86 \cdot 75,35}{60 \cdot 10^3} = 1,54 \text{ kW}$$

A hajtáshoz szükséges teljesítmény meghatározása:

$$P_h = \frac{P_c}{\eta_G} = \frac{1,54}{0,8} = 1,92 \text{ kW}$$

Az CK 5123E CNC Karusszeleszterga gépbe épített 22 kW-os teljesítménnyel bíró villanymotor a teljesítményszükségletet biztosítja.

A forgácsolás időtartamának meghatározása:

$$t_g = \frac{L}{v_f} \cdot i = \frac{l_1 + l}{f \cdot n} \cdot i = \frac{2 + 43,2}{0,1 \cdot 63} \cdot 14 = 100,44 \text{ min}$$

5.4 Kúpsztergálás II simítás (Ø 414,433 x 8,6 mm, α= 9,5°, d)

Alkalmazott szerszám: Hajlított esztergakés P20 20x32 J II. MSZ 1904

A fogásmélység nagysága:

$$a = \frac{D - d}{2} = \frac{414,433 - 408,833}{2} = 2,8 \text{ mm}$$

Az előtolás értéke:

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

Az $\frac{a}{f} = \frac{2,8}{0,1}$ viszony 28:1

Az ideális $\frac{a}{f}$ viszony a szakítószilárdság és a szerszámanyag függvényében 12,5:1, azaz a fogást nem kell megosztani: $i = 1$; a hozzá tartozó ideális fogásmélység $a = 2,8 \text{ mm}$; a simító esztergálás miatt az előtolás értéke $f = 0,1 \frac{\text{mm}}{\text{ford}}$. Az ideális előtolás alapján a megváltozott fajlagos forgácsoló erő értéke: $k_{cv} = 2954 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$.

A keletkező forgácsolóerő nagysága:

$$F_{fv} = k_{cv} \cdot f \cdot a = 2954 \cdot 0,1 \cdot 2,8 = 827,12 \text{ N}$$

Az alkalmazott forgácsoló sebesség meghatározása:

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

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

A fordulatszám meghatározása:

$$n = \frac{1000 \cdot v_c}{D \cdot \pi} = \frac{1000 \cdot 71,25}{414,433 \cdot \pi} = 54,7 \frac{1}{min}$$

A szerszámgépen beállított fordulatszám:

$$n_{g\acute{e}pi} = 63 \frac{1}{min}$$

A megváltozott forgácsolósebesség meghatározása:

$$v_{cm} = \frac{D \cdot \pi \cdot n_{g\acute{e}pi}}{1000} = \frac{414,433 \cdot \pi \cdot 63}{1000} = 82,02 \frac{m}{min}$$

A forgácsolás teljesítményszüksége:

$$P_c = \frac{F_{fv} \cdot v_{cm}}{60 \cdot 10^3} = \frac{827,12 \cdot 82,02}{60 \cdot 10^3} = 1,13 \text{ kW}$$

A hajtáshoz szükséges teljesítmény meghatározása:

$$P_h = \frac{P_c}{\eta_G} = \frac{1,13}{0,8} = 1,41 \text{ kW}$$

Az CK 5123E CNC Karusszeleszterga gépbe épített 22 kW-os teljesítménnyel bíró villanymotor a teljesítményszükséget biztosítja.

A forgácsolás időtartamának meghatározása:

$$t_g = \frac{L}{v_f} \cdot i = \frac{l_1 + l}{f \cdot n} \cdot i = \frac{2 + 8,6}{0,1 \cdot 63} \cdot 1 = 1,68 \text{ min}$$

5.5 Élettörés (1 x 45°-ban, e)

Alkalmazott szerszám: Oldalélű esztergakés P20 20x32 J II. MSZ 1904

A fogásmélység nagysága: $a = 1 \text{ mm}$.

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

A fordulatszám $n_{gépi} = 63 \frac{1}{min}$, az előző művelet alapján.

A megváltozott forgácsolósebesség meghatározása:

$$v_{cm} = \frac{D \cdot \pi \cdot n_{gépi}}{1000} = \frac{139 \cdot \pi \cdot 63}{1000} = 27,51 \frac{m}{min}$$

5.6 Lekerekítés I. (R15, f)

Alkalmazott szerszám: Rádiusz esztergakés R15 P20 32 x 32 J II

A fogásmélység nagysága: $a = 15 \text{ mm}$.

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

A fordulatszám $n_{gépi} = 63 \frac{1}{min}$, az előző művelet alapján.

A megváltozott forgácsolósebesség meghatározása:

$$v_{cm} = \frac{D \cdot \pi \cdot n_{gépi}}{1000} = \frac{261,3 \cdot \pi \cdot 63}{1000} = 51,71 \frac{m}{min}$$

5.7 Lekerekítés II. (R20, g)

Alkalmazott szerszám: Rádiusz esztergakés R20 P20 32 x 32 J II

A fogásmélység nagysága: $a = 20 \text{ mm}$.

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

A fordulatszám $n_{gépi} = 63 \frac{1}{min}$, az előző művelet alapján.

A megváltozott forgácsolósebesség meghatározása:

$$v_{cm} = \frac{D \cdot \pi \cdot n_{gépi}}{1000} = \frac{395,9 \cdot \pi \cdot 63}{1000} = 78,35 \frac{m}{min}$$

5.8 Lekerekítés III. (R15, h)

Alkalmazott szerszám: SZ003 egyedi gyártóeszköz (Szerszámkerő lap 5.13 Táblázat)

A fogásmélység nagysága: $a = 15 \text{ mm}$.

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

A fordulatszám $n_{g\acute{e}pi} = 63 \frac{1}{min}$, az előző művelet alapján.

A megváltozott forgácsolósebesség meghatározása:

$$v_{cm} = \frac{D \cdot \pi \cdot n_{g\acute{e}pi}}{1000} = \frac{414,433 \cdot \pi \cdot 63}{1000} = 82,02 \frac{m}{min}$$

5.9 Lekerekítés III. (R1, i)

Alkalmazott szerszám: Rádiusz esztergakés R1 P20 32 x 32 J II

A fogásmélység nagysága: $a = 1 \text{ mm}$.

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

A fordulatszám $n_{g\acute{e}pi} = 63 \frac{1}{min}$, az előző művelet alapján.

A megváltozott forgácsolósebesség meghatározása:

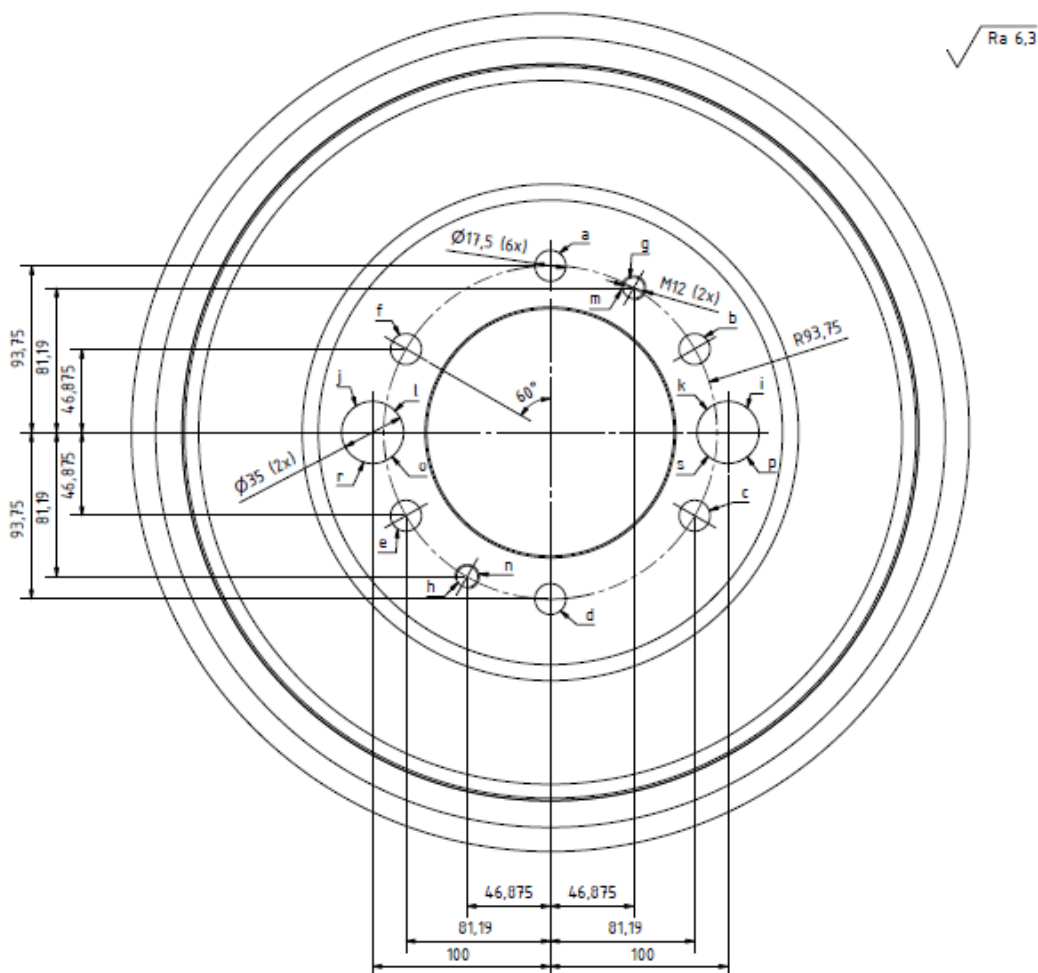
$$v_{cm} = \frac{D \cdot \pi \cdot n_{g\acute{e}pi}}{1000} = \frac{471,6 \cdot \pi \cdot 63}{1000} = 93,33 \frac{m}{min}$$

6. művelet: MEO

7. művelet: Fúrás I.

A 7. műveletben kialakított méreteket az 5.11 ábra mutatja be a műveletelemekkel együtt.

5.11 ábra A 7. művelettel kialakított méretek



A műhelyrajz alapján azonos osztókörön helyezkednek el az $\Phi 17,5$ (6x); M12 (2x) furatok. Minden jelölt furat a műhelyrajzon átmenő furat.

Az alkalmazott szerszámgép: CNC függőleges megmunkáló központ Hartford HCMC-1892

A fordulatszám határok: 20 – 6000 $\frac{\text{ford}}{\text{min}}$

Az alkalmazott szerszám befogó készülék: BT50 DIN69871

A főorsó motorteljesítmény: 15 kW

7.1 Fúrás (Ø17,5. a, b, c, d, e, f)

Alkalmazott szerszám: Csigafúró 118° Ø17,5 HS18 0 1 DIN3985

$$\text{Fogásmélység: } a = \frac{D}{2} = \frac{17,5}{2} = 8,75 \text{ mm}$$

$$\text{Előtolás meghatározása: } f = 0,16 \frac{\text{mm}}{\text{ford}}$$

A fogások száma: $i = 1$

Az alkalmazott forgácsoló sebesség meghatározása:

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

$$v_c = 7,7 \cdot 1 \cdot 0,54 \cdot 1 = 4,15 \frac{\text{m}}{\text{min}}$$

A fordulatszám meghatározása:

$$n = \frac{1000 \cdot v_c}{D \cdot \pi} = \frac{1000 \cdot 4,15}{17,5 \cdot \pi} = 75,48 \frac{1}{\text{min}}$$

A szerszámgepen beállított fordulatszám:

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

A megváltozott forgácsolósebesség meghatározása:

$$v_{cm} = \frac{D \cdot \pi \cdot n_{g\acute{e}pi}}{1000} = \frac{17,5 \cdot \pi \cdot 100}{1000} = 5,5 \frac{\text{m}}{\text{min}}$$

A fúró nyomatékigénye:

$$M = F \cdot \frac{D}{2} = k_c \cdot A \cdot \frac{D}{2} = k_c \cdot A \cdot \frac{D \cdot f}{4} \cdot \frac{D}{2} = k_c \cdot \frac{D^2 \cdot f}{8 \cdot 10^3} \text{ [Nm]}$$

$$M = 2639 \cdot \frac{17,5^2 \cdot 0,16}{8 \cdot 10^3} = 16,16 \text{ Nm}$$

A fúrás teljesítményszükséglete:

$$P_c = \frac{M \cdot 2 \cdot \pi \cdot n_{g\acute{e}pi}}{60 \cdot 10^3} = \frac{16,16 \cdot 2 \cdot \pi \cdot 100}{60 \cdot 10^3} = 0,16 \text{ kW}$$

A hajtáshoz szükséges teljesítmény meghatározása:

$$P_h = \frac{P_c}{\eta_G} = \frac{0,16}{0,8} = 0,2 \text{ kW}$$

A CNC Hartford HCMC-1892 függőleges megmunkáló központba épített 15 kW-os teljesítménnyel bíró villanymotor a teljesítményszükségletet biztosítja.

A fúrás időtartamának meghatározása:

$$t_g = \frac{L}{v_f} \cdot i = \frac{l_1 + l + l_2}{f \cdot n} \cdot i = \frac{2 + 20 + 2}{0,16 \cdot 100} \cdot 1 = 1,5 \text{ min}$$

Az alkatrészen a jelölt osztóköron 6 db azonos Ø17,5 átmenő furat található, így a fúrási időtartamot fel kell szorozni a furatok számával.

$$T_{gs} = 6 \cdot 1,5 = 9 \text{ min}$$

7.2 Fúrás (Ø11, g, h)

Alkalmazott szerszám: Csigafúró 118° Ø11 HS18 0 1 DIN3985

Fogásmélység: $a = \frac{D}{2} = \frac{11}{2} = 5,5 \text{ mm}$

Előtolás meghatározása: $f = 0,16 \frac{\text{mm}}{\text{ford}}$

A fogások száma: $i = 1$

Az alkalmazott forgácsoló sebesség meghatározása:

$$v_c = v_0 \cdot K_l \cdot K_a \cdot K_{sz} \left[\frac{m}{min} \right]$$

$$v_c = 13,2 \cdot 1 \cdot 0,54 \cdot 1 = 7,12 \frac{m}{min}$$

A fordulatszám meghatározása:

$$n = \frac{1000 \cdot v_c}{D \cdot \pi} = \frac{1000 \cdot 7,12}{17,5 \cdot \pi} = 129,5 \frac{1}{min}$$

A szerszámgépen beállított fordulatszám:

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

A megváltozott forgácsolósebesség meghatározása:

$$v_{cm} = \frac{D \cdot \pi \cdot n_{g\acute{e}pi}}{1000} = \frac{17,5 \cdot \pi \cdot 180}{1000} = 9,9 \frac{m}{min}$$

A fúró nyomatékigénye:

$$M = F \cdot \frac{D}{2} = k_c \cdot A \cdot \frac{D}{2} = k_c \cdot A \cdot \frac{D \cdot f}{4} \cdot \frac{D}{2} = k_c \cdot \frac{D^2 \cdot f}{8 \cdot 10^3} [Nm]$$

$$M = 2639 \cdot \frac{11^2 \cdot 0,16}{8 \cdot 10^3} = 6,38 Nm$$

A fúrás teljesítményszükséglete:

$$P_c = \frac{M \cdot 2 \cdot \pi \cdot n_{g\acute{e}pi}}{60 \cdot 10^3} = \frac{6,38 \cdot 2 \cdot \pi \cdot 180}{60 \cdot 10^3} = 0,03 kW$$

A hajtáshoz szükséges teljesítmény meghatározása:

$$P_h = \frac{P_c}{\eta_G} = \frac{0,03}{0,8} = 0,037 kW$$

A CNC Hartford HCMC-1892 függőleges megmunkáló központba épített 15 kW-os teljesítménnyel bíró villanymotor a teljesítményszükségletet biztosítja.

A fúrás időtartamának meghatározása:

$$t_g = \frac{L}{v_f} \cdot i = \frac{l_1 + l + l_2}{f \cdot n} \cdot i = \frac{2 + 20 + 2}{0,16 \cdot 180} \cdot 1 = 0,83 min$$

Az alkatrészen a jelölt osztókörön 2 db azonos M12 átmenő menetes furat található, amelyeknek az előfúrását Ø11 csigafúrószárral készítjük, így a fúrási időtartamot fel kell szorozni a furatok számával.

$$T_{gs} = 2 \cdot 0,83 = 1,66 min$$

7.3 Fúrás (Ø14, i, j)

Alkalmazott szerszám: Csigafúró 118° Ø14 HS18 0 1 DIN3985

Fogásmélység: $a = \frac{D}{2} = \frac{14}{2} = 7 mm$

Előtolás meghatározása: $f = 0,16 \frac{mm}{ford}$

A fogások száma: $i = 1$

Az alkalmazott forgácsoló sebesség meghatározása:

$$v_c = v_0 \cdot K_l \cdot K_a \cdot K_{sz} \left[\frac{m}{min} \right]$$

$$v_c = 11 \cdot 1 \cdot 0,54 \cdot 1 = 5,94 \frac{m}{min}$$

A fordulatszám meghatározása:

$$n = \frac{1000 \cdot v_c}{D \cdot \pi} = \frac{1000 \cdot 5,94}{14 \cdot \pi} = 135,05 \frac{1}{min}$$

A szerszámgépen beállított fordulatszám:

$$n_{gépi} = 180 \frac{1}{min}$$

A megváltozott forgácsolósebesség meghatározása:

$$v_{cm} = \frac{D \cdot \pi \cdot n_{gépi}}{1000} = \frac{14 \cdot \pi \cdot 180}{1000} = 7,94 \frac{m}{min}$$

A fúró nyomatékigénye:

$$M = F \cdot \frac{D}{2} = k_c \cdot A \cdot \frac{D}{2} = k_c \cdot A \cdot \frac{D \cdot f}{4} \cdot \frac{D}{2} = k_c \cdot \frac{D^2 \cdot f}{8 \cdot 10^3} [Nm]$$

$$M = 2639 \cdot \frac{14^2 \cdot 0,16}{8 \cdot 10^3} = 10,34 Nm$$

A fúrás teljesítményszükséglete:

$$P_c = \frac{M \cdot 2 \cdot \pi \cdot n_{gépi}}{60 \cdot 10^3} = \frac{10,34 \cdot 2 \cdot \pi \cdot 180}{60 \cdot 10^3} = 0,19 kW$$

A hajtáshoz szükséges teljesítmény meghatározása:

$$P_h = \frac{P_c}{\eta_G} = \frac{0,19}{0,8} = 0,23 kW$$

A CNC Hartford HCMC-1892 függőleges megmunkáló központba épített 15 kW-os teljesítménnyel bíró villanymotor a teljesítményszükségletet biztosítja.

A fúrás időtartamának meghatározása:

$$t_g = \frac{L}{v_f} \cdot i = \frac{l_1 + l + l_2}{f \cdot n} \cdot i = \frac{2 + 20 + 2}{0,16 \cdot 180} \cdot 1 = 0,83 \text{ min}$$

Az alkatrészen található 2 db Ø35 átmenő furat, amelyeknek az előfúrását Ø14 csigafúrószárral végezzük, így a fúrási időtartamot fel kell szorozni a furatok számával.

$$T_{gs} = 2 \cdot 0,83 = 1,66 \text{ min}$$

7.4 Fúrás (Ø35, k, l)

Alkalmazott szerszám: Csigafúró 118° Ø35 HS18 0 1 DIN3985

Előtolás meghatározása: $f = 0,16 \frac{\text{mm}}{\text{ford}}$

Az egy élre jutó forgácsolóerő meghatározása:

$$F_{Cz} = k_c \cdot \frac{D - d}{2} \cdot \frac{f}{2} = 1700 \cdot \frac{35 - 14}{2} \cdot \frac{0,16}{2} = 1428 \text{ N}$$

Az alkalmazott forgácsoló sebesség meghatározása:

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

$$v_c = 8,2 \cdot 1 \cdot 0,54 \cdot 1 = 4,42 \frac{\text{m}}{\text{min}}$$

A fordulatszám meghatározása:

$$n = \frac{1000 \cdot v_c}{D \cdot \pi} = \frac{1000 \cdot 4,42}{35 \cdot \pi} = 40,2 \frac{1}{\text{min}}$$

A szerszámgépen beállított fordulatszám:

$$n_{g\acute{e}pi} = 63 \frac{1}{\text{min}}$$

A megváltozott forgácsolósebesség meghatározása:

$$v_{cm} = \frac{D \cdot \pi \cdot n_{g\acute{e}pi}}{1000} = \frac{35 \cdot \pi \cdot 63}{1000} = 6,92 \frac{\text{m}}{\text{min}}$$

A fúrás nyomatékigénye:

$$M = F_{Cz} \cdot \frac{D - d}{2} = 1428 \cdot \frac{0,035 - 0,014}{2} = 15 \text{ Nm}$$

A fúrás teljesítményszükséglete:

$$P_c = \frac{M \cdot 2 \cdot \pi \cdot n_{gépi}}{60 \cdot 10^3} = \frac{15 \cdot 2 \cdot \pi \cdot 63}{60 \cdot 10^3} = 0,09 \text{ kW}$$

A hajtáshoz szükséges teljesítmény meghatározása:

$$P_h = \frac{P_c}{\eta_G} = \frac{0,09}{0,8} = 0,11 \text{ kW}$$

A RF-31 sugárfúrógépbe épített 7 kW-os teljesítménnyel bíró villanymotor a teljesítményszükségletet biztosítja.

A fúrás időtartamának meghatározása:

$$t_g = \frac{L}{v_f} \cdot i = \frac{l_1 + l}{f \cdot n} \cdot i = \frac{1 + 2}{0,16 \cdot 63} \cdot 1 = 0,29 \text{ min}$$

Az alkatrészen található Ø15,7 átmenő furaton mind a két oldalról 1 mm-es süllyesztés kerül kialakításra, így a fúrasi időtartamot fel kell szorozni a süllyesztések számával.

$$T_{gs} = 2 \cdot 0,29 = 0,59 \text{ min}$$

7.5 Menetfúrás (M12, m, n)

Az M12 menetes furatokat az Ø11 csigafúrószárral elkészített magfuratokba kerül kialakításra.

A választott szerszám: Gépi menetfúró M12 K HS 18 0 1 MSZ3920

Előtolás meghatározása: $f = 0,4 \frac{\text{mm}}{\text{ford}}$

A választott forgácsolósebesség: $v_c = 3 \frac{\text{m}}{\text{min}}$

A fordulatszám meghatározása:

$$n = \frac{1000 \cdot v_c}{D \cdot \pi} = \frac{1000 \cdot 3}{12 \cdot \pi} = 79,57 \frac{1}{\text{min}}$$

A szerszámgépen beállított fordulatszám:

$$n_{gépi} = 63 \frac{1}{min}$$

A megváltozott forgácsolósebesség meghatározása:

$$v_{cm} = \frac{D \cdot \pi \cdot n_{gépi}}{1000} = \frac{12 \cdot \pi \cdot 63}{1000} = 2,37 \frac{m}{min}$$

7.6 Lekerekítés (R3, o, p, r, s)

Alkalmazott szerszám: Negatív Rádiuszmaró R3 HSSCo8 DIN 6518

A fogásmélység nagysága: $a = 3 \text{ mm}$.

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

A fordulatszám $n_{gépi} = 63 \frac{1}{min}$, az előző művelet alapján.

A megváltozott forgácsolósebesség meghatározása:

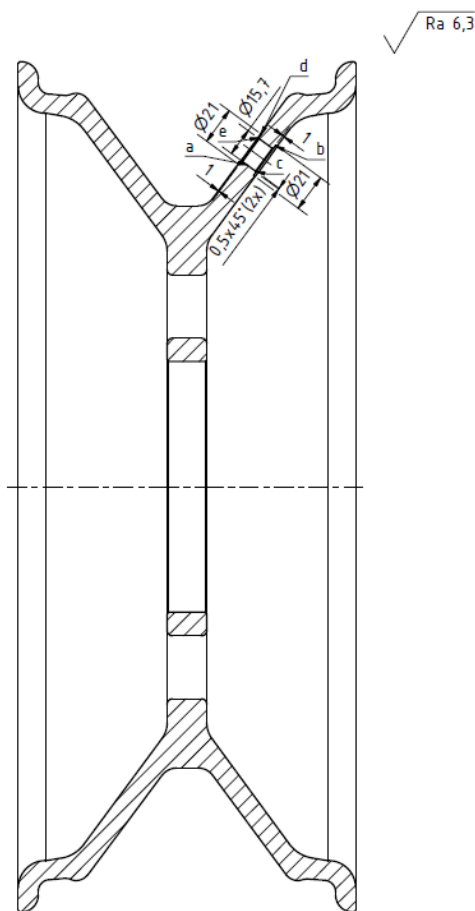
$$v_{cm} = \frac{D \cdot \pi \cdot n_{gépi}}{1000} = \frac{12 \cdot \pi \cdot 63}{1000} = 2,37 \frac{m}{min}$$

Az R3-as lekerekítéseket az Ø35 furatokon mind a két oldalt kell kialakítani.

8. művelet: Fúrás II.

A 8. műveletben kialakított méreteket az 5.12 ábra mutatja be a műveletelemekkel együtt.

5.12 ábra A 8. művelettel kialakított méretek



Alkalmazott szerszámgép: RF-31 sugárfúrógép

Fokozati tényező: $\varphi = 1,4$

A fúróorsó fúrási mélysége: 380 mm

A sugárfúrógép fordulatszám-fordulatszám határok: $19 - 1900 \frac{1}{min}$

8.1 Fúrás ($\varnothing 15,7$, a)

Alkalmazott szerszám: Csigafúró $118^\circ \varnothing 14$ HS18 0 1 DIN3985

Fogásmélység: $a = \frac{D}{2} = \frac{15,7}{2} = 7,85 \text{ mm}$

Előtolás meghatározása: $f = 0,16 \frac{mm}{ford}$

A fogások száma: $i = 1$

Az alkalmazott forgácsoló sebesség meghatározása:

$$v_c = v_0 \cdot K_l \cdot K_a \cdot K_{sz} \left[\frac{m}{min} \right]$$

$$v_c = 7,7 \cdot 1 \cdot 0,54 \cdot 1 = 4,16 \frac{m}{min}$$

A fordulatszám meghatározása:

$$n = \frac{1000 \cdot v_c}{D \cdot \pi} = \frac{1000 \cdot 4,16}{15,7 \cdot \pi} = 84,34 \frac{1}{min}$$

A szerszámgépen beállított fordulatszám:

$$n_{gépi} = 100 \frac{1}{min}$$

A megváltozott forgácsolósebesség meghatározása:

$$v_{cm} = \frac{D \cdot \pi \cdot n_{gépi}}{1000} = \frac{15,7 \cdot \pi \cdot 100}{1000} = 4,93 \frac{m}{min}$$

A fúró nyomatékigénye:

$$M = F \cdot \frac{D}{2} = k_c \cdot A \cdot \frac{D}{2} = k_c \cdot A \cdot \frac{D \cdot f}{4} \cdot \frac{D}{2} = k_c \cdot \frac{D^2 \cdot f}{8 \cdot 10^3} [Nm]$$

$$M = 2639 \cdot \frac{15,7^2 \cdot 0,16}{8 \cdot 10^3} = 13 Nm$$

A fúrás teljesítményszükséglete:

$$P_c = \frac{M \cdot 2 \cdot \pi \cdot n_{gépi}}{60 \cdot 10^3} = \frac{13 \cdot 2 \cdot \pi \cdot 100}{60 \cdot 10^3} = 0,13 kW$$

A hajtáshoz szükséges teljesítmény meghatározása:

$$P_h = \frac{P_c}{\eta_G} = \frac{0,13}{0,8} = 0,16 kW$$

A RF-31 sugárfúrógépbe épített 7 kW-os teljesítménnyel bíró villanymotor a teljesítményszükségletet biztosítja.

A fúrás időtartamának meghatározása:

$$t_g = \frac{L}{v_f} \cdot i = \frac{l_1 + l + l_2}{f \cdot n} \cdot i = \frac{2 + 10 + 2}{0,16 \cdot 100} \cdot 1 = 0,875 \text{ min}$$

8.2 Furat süllyesztés (Ø21 x 1 mm, b, d)

Alkalmazott szerszám: II. Csigasüllyesztő 21 45WCrSiV7 4 4

Előtolás meghatározása: $f = 0,16 \frac{\text{mm}}{\text{ford}}$

Az egy élre jutó forgácsolóerő meghatározása:

$$F_{Cz} = k_c \cdot \frac{D - d}{2} \cdot \frac{f}{2} = 1700 \cdot \frac{21 - 15,7}{2} \cdot \frac{0,16}{2} = 360,4 \text{ N}$$

Az alkalmazott forgácsoló sebesség meghatározása:

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

$$v_c = 7,7 \cdot 1 \cdot 0,54 \cdot 1 = 4,16 \frac{\text{m}}{\text{min}}$$

A fordulatszám meghatározása:

$$n = \frac{1000 \cdot v_c}{D \cdot \pi} = \frac{1000 \cdot 4,16}{21 \cdot \pi} = 63,05 \frac{1}{\text{min}}$$

A szerszámgépen beállított fordulatszám:

$$n_{g\acute{e}pi} = 63 \frac{1}{\text{min}}$$

A megváltozott forgácsolósebesség meghatározása:

$$v_{cm} = \frac{D \cdot \pi \cdot n_{g\acute{e}pi}}{1000} = \frac{21 \cdot \pi \cdot 63}{1000} = 4,15 \frac{\text{m}}{\text{min}}$$

A fúrás nyomatékigénye:

$$M = F_{Cz} \cdot \frac{D - d}{2} = 360,4 \cdot \frac{0,021 - 0,0157}{2} = 0,95 \text{ Nm}$$

A fúrás teljesítményszükséglete:

$$P_c = \frac{M \cdot 2 \cdot \pi \cdot n_{g\acute{e}pi}}{60 \cdot 10^3} = \frac{0,95 \cdot 2 \cdot \pi \cdot 63}{60 \cdot 10^3} = 0,006 \text{ kW}$$

A hajtáshoz szükséges teljesítmény meghatározása:

$$P_h = \frac{P_c}{\eta_G} = \frac{0,006}{0,8} = 0,007 \text{ kW}$$

A RF-31 sugárfűrőgépbe épített 7 kW-os teljesítménnyel bíró villanymotor a teljesítményszükségletet biztosítja.

A fúrás időtartamának meghatározása:

$$t_g = \frac{L}{v_f} \cdot i = \frac{l_1 + l}{f \cdot n} \cdot i = \frac{1 + 2}{0,16 \cdot 63} \cdot 1 = 0,29 \text{ min}$$

Az alkatrészen található Ø15,7 átmenő furaton mind a két oldalról 1 mm-es süllyesztés kerül kialakításra, így a fúrasi időtartamot fel kell szorozni a süllyesztések számával.

$$T_{gs} = 2 \cdot 0,29 = 0,59 \text{ min}$$

8.3 Életörés (0,5 x 45°, c, e)

Alkalmazott szerszám: Csigafűrő 118° Ø20 HS18 0 1 DIN3985

A fogásmélység nagysága: $a = 0,5 \text{ mm}$.

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

A fordulatszám $n_{g\acute{e}pi} = 63 \frac{1}{\text{min}}$, az előző művelet alapján.

A megváltozott forgácsolósebesség meghatározása:

$$v_{cm} = \frac{D \cdot \pi \cdot n_{g\acute{e}pi}}{1000} = \frac{16,5 \cdot \pi \cdot 63}{1000} = 3,26 \frac{\text{m}}{\text{min}}$$

Az életörést az Ø15,7 átmenő furaton kerül kialakításra mind a két oldalon.

9. művelet: MEO, Végellenőrzés

8.sz. melléklet

A műveleti és műveletelőzési sorrend dokumentációja

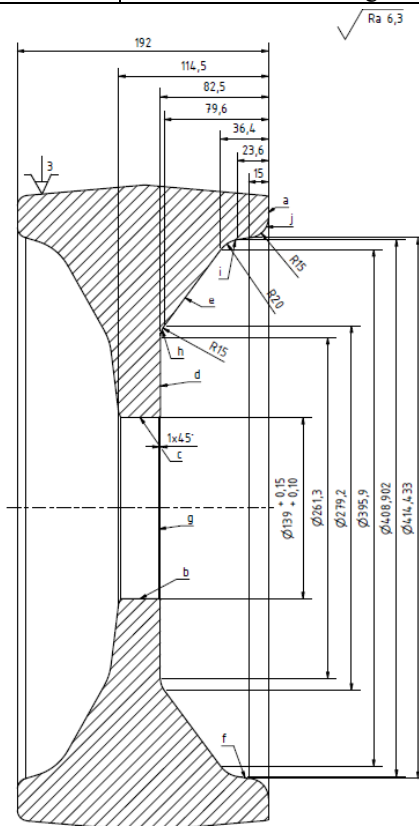
MATE, Szent István Campus, MI Anyagtudományi és Gépipari Folyamatok Tanszék					Művelet és műveletelőzési sorrend					Induló típus									
Rajzszám:					Munkadarab megnevezése: Felni														
v. k.h.	Anyag kódex				Anyagmegnevezés, méret, minőség					ME.	Bruttó 40 db		Nettó 40 db						
					Anyag: 20MnCr5 (1.7147)														
					Előgyártmány: süllyesztékben kovácsolt acél														
					Nyers méret: Ø495 x 197														
Műv. sorr.	Lap sz.	Költs hely	Hom. ker	Műv. sz.	Művelet megnevezése					Nor. t.	Norm. 1000 db perc		Norm. 1000 db Ft						
1				1	Kovácsolás														
2					MEO														
3	1			10	Esztergálás I.														
4	3			18	Esztergálás II.														
5	6			9	Esztergálás III.														
6					MEO														
7	8			18	Fúrás I.														
8	11			5	Fúrás II.														
9					MEO, Végellenőrzés														
Kiállította		Kelt		Ellenőrizte		Kelt		Főtechnológus		Kelt		Anyagnormás		Kelt		Időelemző		Kelt	
Hámbor Tibor Ádám		2025. 09.15																	
Jel	Javította		Kelt		Ellenőrizte		Kelt		Jel	Javította		Kelt		Ellenőrizte		Kelt			

9.sz. melléklet

A műveleti utasítási lapok dokumentációja

MATE, Szent István Campus, MI Anyagtudományi és Gépipari Folyamatok Tanszék	MŰVELETI UTASÍTÁS forgácsolásra		Lapszám: 12/1
Rajzszám:	Munkadarab megnevezése: Felni		Művelet száma: 3
Anyag: 20MnCr5 (1.7147)	Nyersméret: Ø495 x 197	Művelet megnevezése: Esztergálás I.	Műveleti ut. száma: 10

Vázlat:



Sorsz	Művelet tagozódása	Megm. felület	Szerszám, mérőeszköz., készülék	v m/min	n ford/	f mm/f	a mm.	i
	Tokmányba fogás							
3/1	Oldalazás tisztára	a	Homlokélű esztergakés P20 25 x 25 J III. MSZ 1903	94,86	63	0,1	5	1
3/2	Furatesztergálás I. nagyolás (Ø137 x 114,5)	b	Feneklyukkés P20 16x16 J II. MSZ 1913	81,7	200	0,32	4,06	16
3/3	Furatesztergálás II. (Ø139 x 114,5)	c	Feneklyukkés P20 16x16 J II. MSZ 1913	87,3	200	0,1	4,5	1
3/4	Furatesztergálás III. (Ø261,3 x 82,5)	d	Feneklyukkés P20 16x16 J II. MSZ 1913	82,1	100	0,32	3,82	16
3/5	Kúpesztergálás I (Ø395,9 x 43,2)	e	Hajlított esztergakés P20 20x32 J II. MSZ 1904	75,35	63	0,4	4,16	14
3/6	Kúpesztergálás II (Ø414,433 x 8,6)	f	Hajlított esztergakés P20 20x32 J II. MSZ 1904	82,02	63	0,25	2,76	1
3/7	Élletörés (1 x 45°-ban)	g	Oldalélű esztergakés P20 20x32 J II. MSZ 1904	27,51	63	0,1	1	1

Kiállította:	Kelte:	Ellenőrizte:	Kelte:	Darabidő:	Elkészülési idő:	Érv.darabszámra:
Hámbor Tibor Ádám	2025.09.15			norm. i. pótidő	norm. i. pótidő	-tól -ig

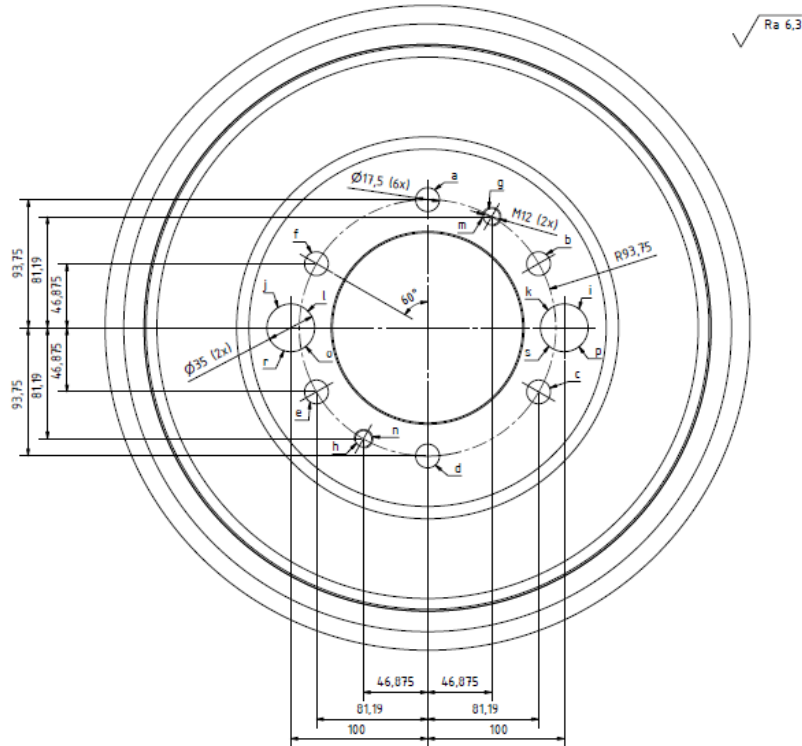
Javítások

Jel	Javította:	Kelte:	Ellenőr.:	Kelte:	Műhely:	Csoport:	Géptípus	gép l.sz.
							norm. a	CK5123E
							szükség szerinti változat b	
							c	
							d	

Kapja: péld:
oszt:

MATE, Szent István Campus, MI Anyagtudományi és Gépipari Folyamatok Tanszék	MŰVELETI UTASÍTÁS forgácsolásra		Lapszám: 12/10
Rajzsám:	Munkadarab megnevezése: Felni		Művelet száma: 7
Anyag: 20MnCr5 (1.7147)	Nyersméret: Ø495 x 197	Művelet megnevezése: Fúrás I.	Műveleti ut. száma: 18

Vázlat:



Sorsz.	Művelet tagozódása	Megm. felület	Szerszám, mérőeszköz., készülék	v m/min	n ford/p	f mm/f	a mm.	i
7/18	Lekerekítés (R3)	s	Negatív Rádiuszmaró R3 HSSCo8 DIN 6518	2,37	63	0,1	3	1
	Hűtés:		Olajemulzió					
	Ellenőrzés:		Tolómérce (150/1/50 DIN862)					
			Rádiuszsablon					

Kiállította:	Kelte:	Ellenőrizte:	Kelte:	Darabidő:	Elkészülési idő:	Érv.darabszámra:
Hámbor Tibor Ádám	2025.09.15			norm. i. pótidő	norm. i. pótidő	-tól -ig
Javítások						
Jel	Javította:	Kelte:	Ellenőr.:	Kelte:	Műhely:	Csoport:
						Géptípus
						norm.
						a HCMC
						b 1892
Kapja: péld:						c
oszt:						d
						szükség szerinti változat
						gép l.sz.

10.sz. melléklet

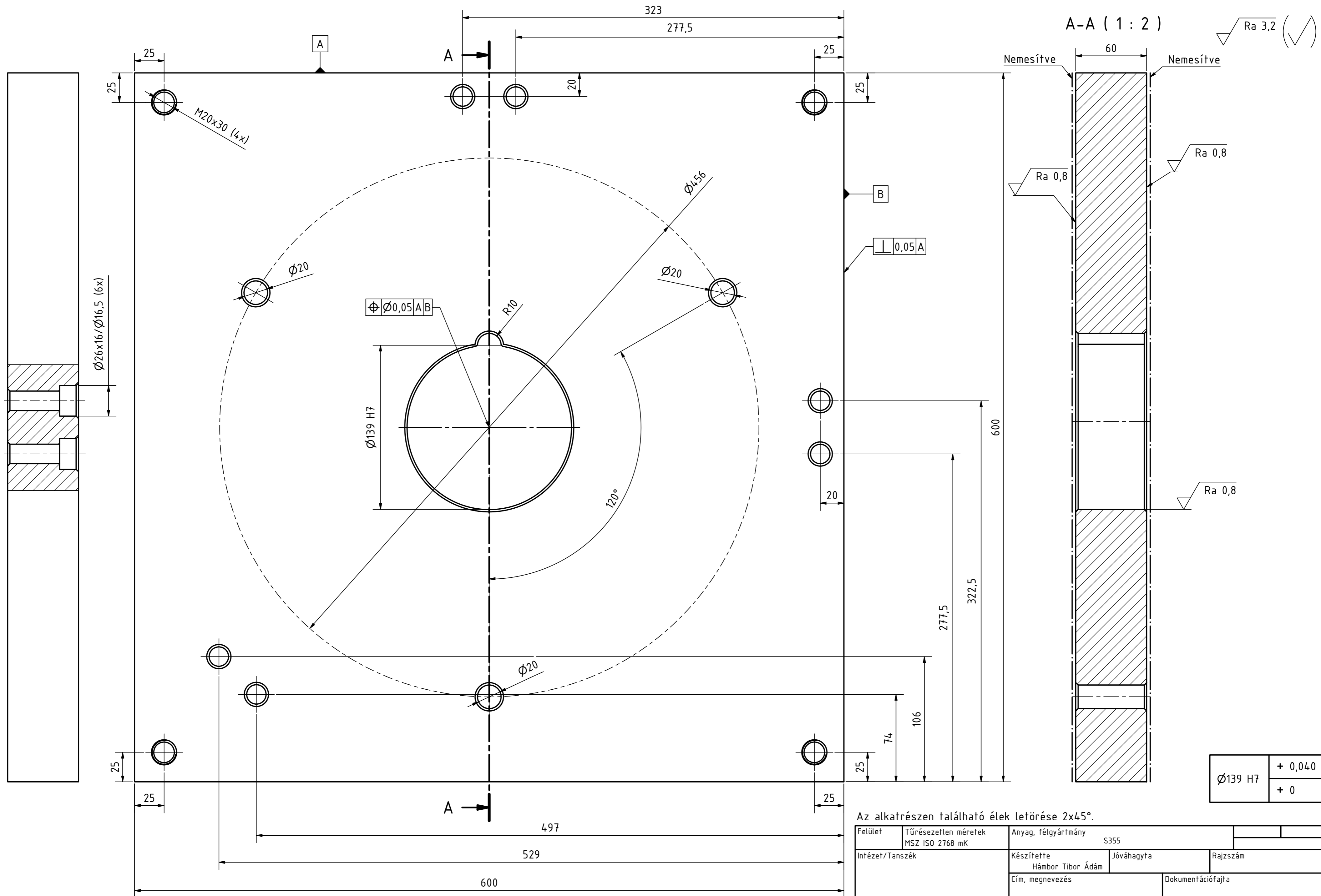
A szerszámkérő lap dokumentációja

Szerszám vagy készülékkérő lap

Vállalat: MATE, Szent István Campus, MI Anyagtudományi és Gépipari Folyamatok Tanszék	Munkadarab megnevezése: <div style="text-align: center;">Felni</div>	Műveletterv száma: <div style="text-align: center;">12/12</div>									
Rajzszám:											
Művelet jele: 4.	Művelet megnevezése: Esztergálás II.	Gyártási jel:									
Szerszám vagy készülék neve: alakoskés											
Vázlat: <div style="text-align: center; margin-top: 20px;"> </div>											
Műszaki előírás, magyarázat:											
Az a és b jelű alakos felületek megmunkálásához alakoskés elkészítése szükséges											
(anyaga HSS 18 0 1), amelyet CK 5123E CNC Karusszelesztergagépen történő											
megmunkálásra használunk. Késkinyúlás 100 mm. A késszár keresztmetszete 32 x 32.											
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="text-align: center;">Munkagép</td> <td rowspan="3" style="text-align: center;">Szerszám vagy készülék rajzszáma: SZ001</td> <td rowspan="3" style="text-align: center;">Egyszerre befogott darabok száma: 1 db</td> <td rowspan="3" style="text-align: center;">Készítendő készülék(db): 1 db</td> </tr> <tr> <td>Megnevezés Leltári szám</td> </tr> <tr> <td>CK 5123E CNC</td> </tr> </table>	Munkagép	Szerszám vagy készülék rajzszáma: SZ001	Egyszerre befogott darabok száma: 1 db	Készítendő készülék(db): 1 db	Megnevezés Leltári szám	CK 5123E CNC	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="text-align: center;">Készülék jele:</td> <td rowspan="2" style="text-align: center;">Összes munkadarab száma:</td> <td rowspan="2" style="text-align: center;">Mérési eljárás:</td> </tr> <tr> <td> </td> </tr> </table>	Készülék jele:	Összes munkadarab száma:	Mérési eljárás:	
Munkagép	Szerszám vagy készülék rajzszáma: SZ001				Egyszerre befogott darabok száma: 1 db	Készítendő készülék(db): 1 db					
Megnevezés Leltári szám											
CK 5123E CNC											
Készülék jele:	Összes munkadarab száma:	Mérési eljárás:									
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="text-align: center;">Karusszeleszterga</td> <td rowspan="2" style="text-align: center;">Készülék jele:</td> <td rowspan="2" style="text-align: center;">Összes munkadarab száma:</td> <td rowspan="2" style="text-align: center;">Mérési eljárás:</td> </tr> <tr> <td> </td> </tr> </table>	Karusszeleszterga	Készülék jele:	Összes munkadarab száma:	Mérési eljárás:							
Karusszeleszterga	Készülék jele:				Összes munkadarab száma:	Mérési eljárás:					

11.sz. melléklet

**A fúrókészülék alkatrészeihez tartozó műszaki rajz
dokumentációk**

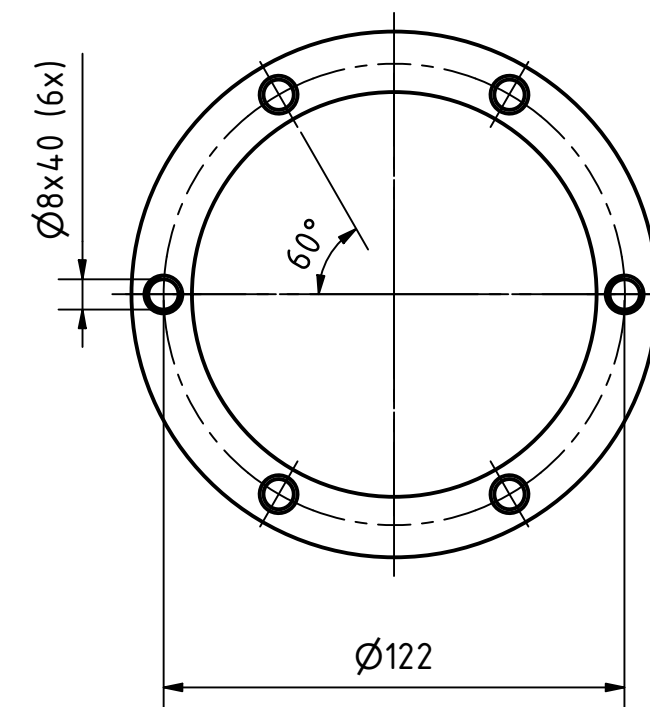
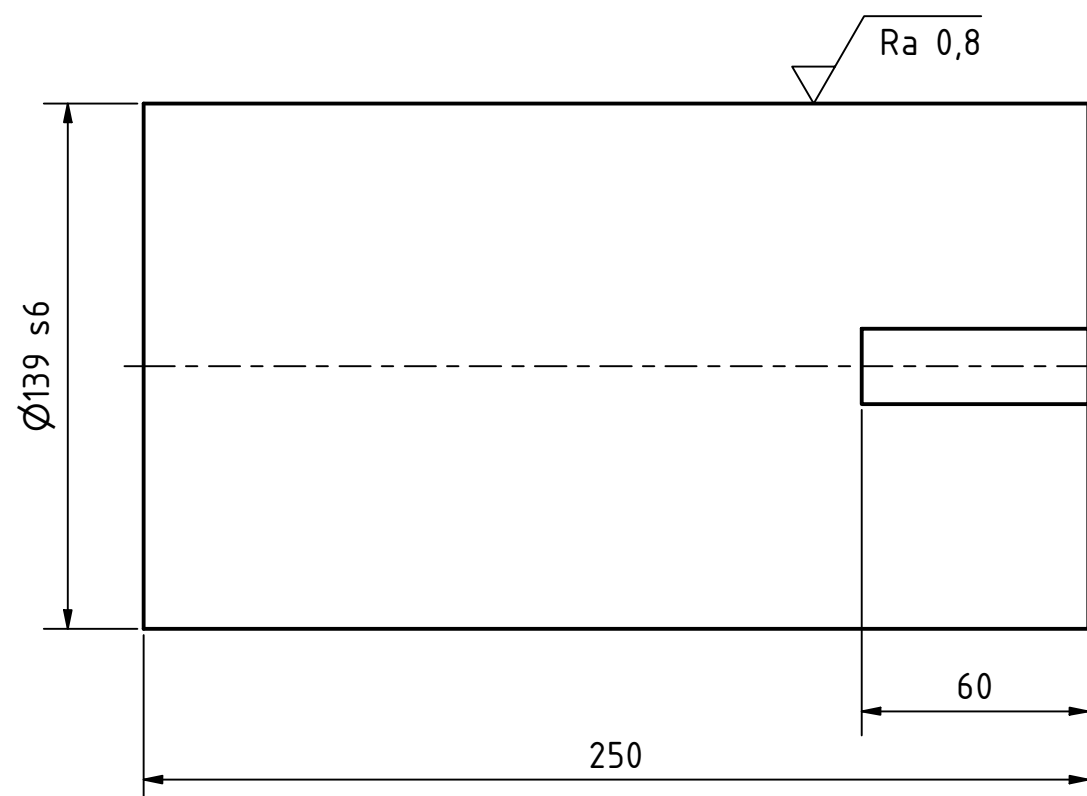
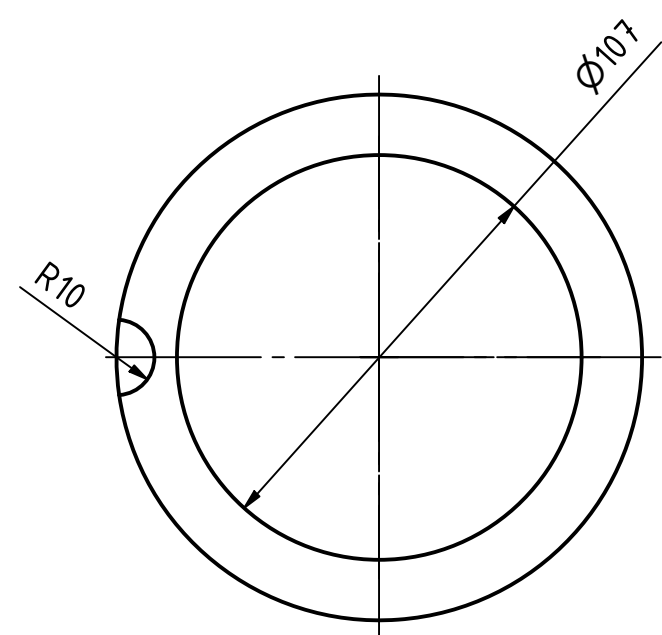


$\varnothing 139$ H7	+ 0,040
	+ 0

Az alkatrészen található élek letörése $2 \times 45^\circ$.

Felület	Tűrésetlen méretek MSZ ISO 2768 mK	Anyag, félgymány	S355
Intézet/Tanszék	Készítette Hámor Tibor Ádám	Jóváhagyta	Rajzszám
MATE Műszaki Intézet	Cím, megnevezés		Dokumentációfajta
	Készülék alap		Méretarány
	Dátum	Lapszám	
	M 1:2	2025.09.15.	

Ra 3,2 (✓)

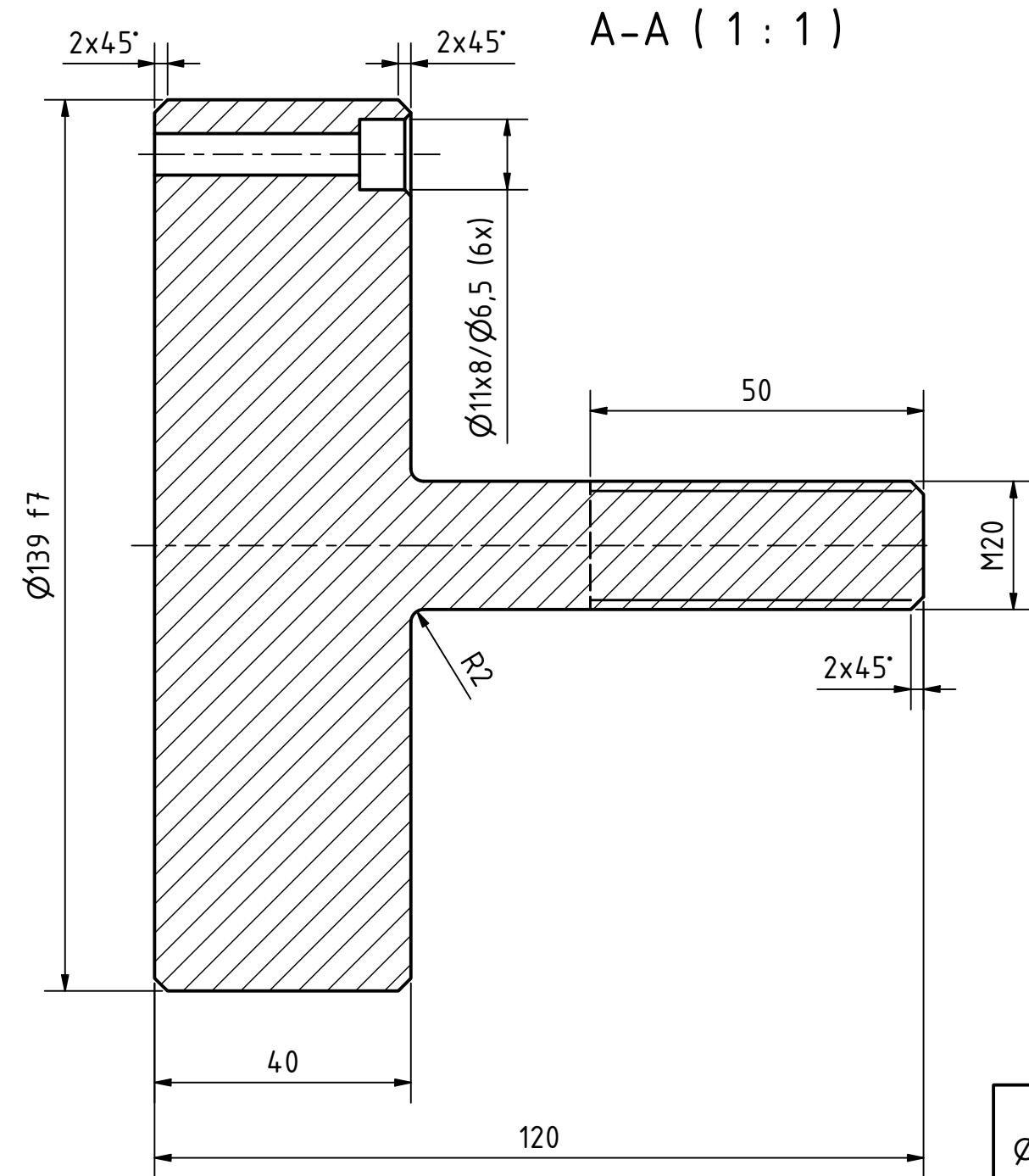
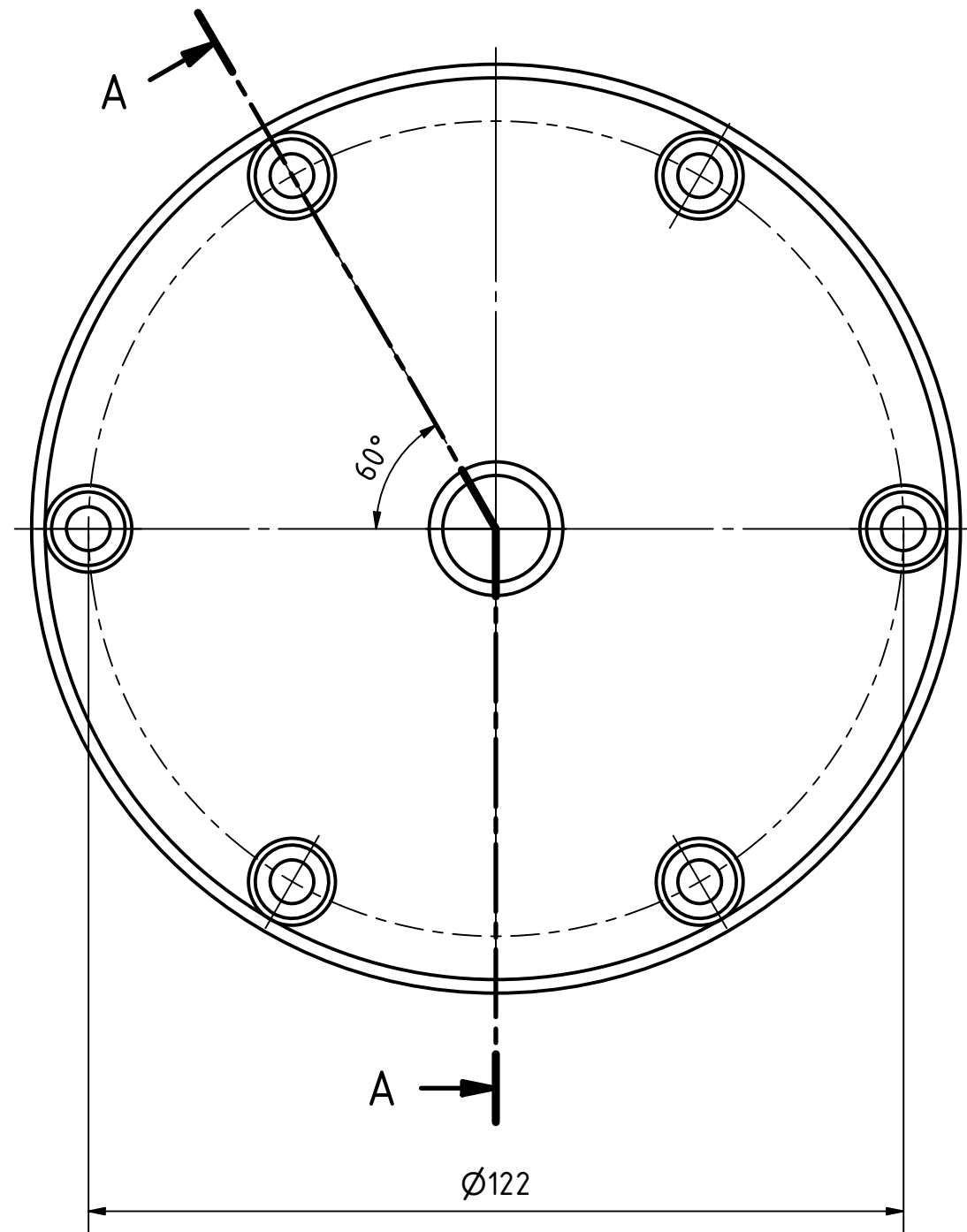


$\varnothing 139\ s6$	+ 0,117
	+ 0,092

Az éleken lévő letörés értéke $1 \times 45^\circ$.

Felület	Tűréseztelen méretek MSZ ISO 2768 mK	Anyag, féggyártmány	S355	
Intézet/Tanszék	MATE Műszaki Intézet	Készítette	Hámbor Tibor Ádám	Jóváhagyta
		Rajzszám		
		Cím, megnevezés	Vezető cső	
		Dokumentációfajta	Méretarány	Dátum
			M 1:2	2025.09.15.
			Lapszám	

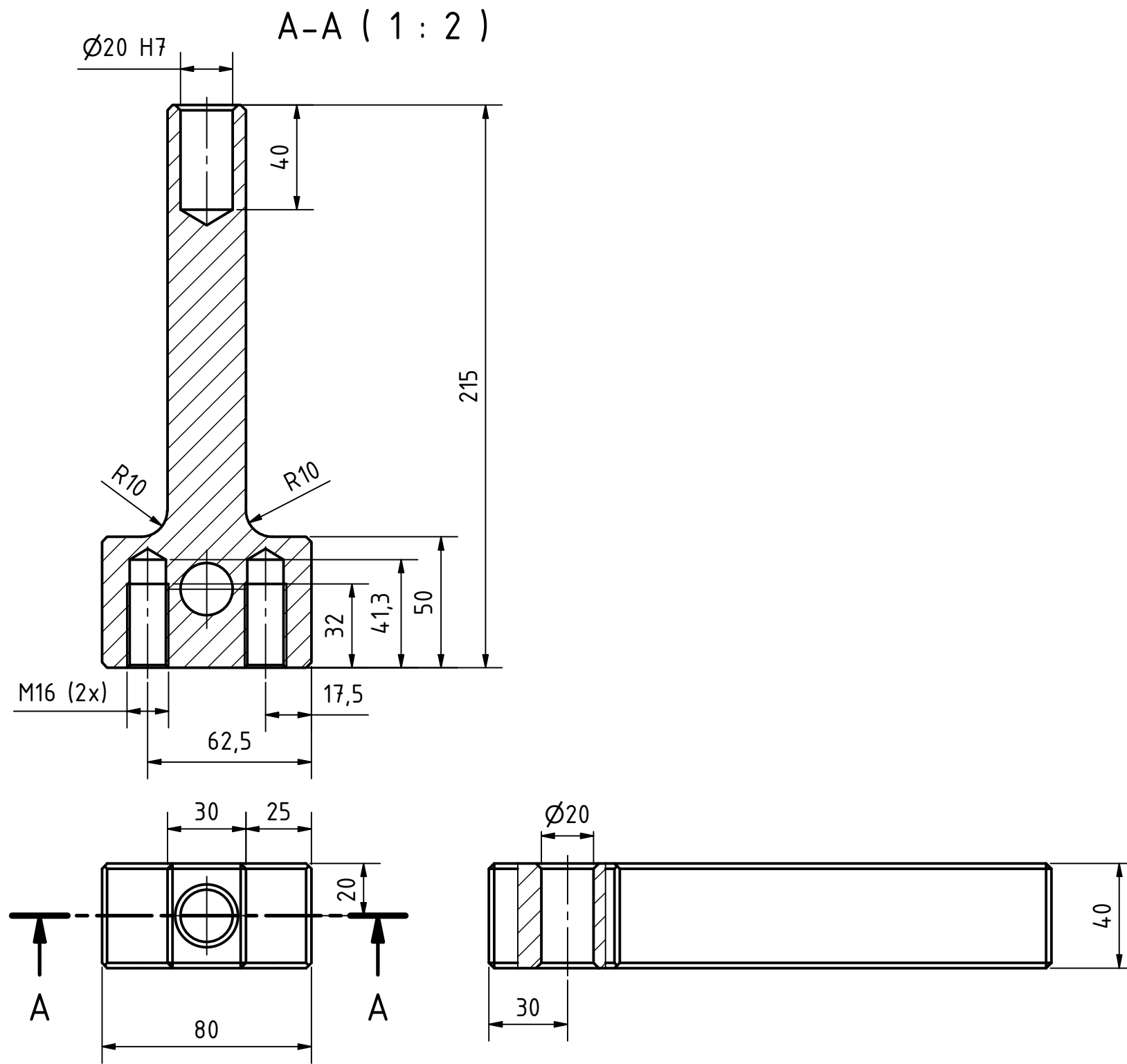
Ra 3,2



Ø139 f7	- 0,043
	- 0,083

A jelöletlen élek letörése 1x45°.

Felület	Tűréseztelen méretek MSZ ISO 2768 mK	Anyag, félégyártmány	S355		
Intézet/Tanszék	MATE Műszaki Intézet	Készítette	Jóváhagyta	Rajzszám	
		Hámbor Tibor Ádám			
		Cím, megnevezés	Dokumentációfajta		
		Rögzítő alkatrész	Méretarány	Dátum	Lapszám
			M 1:1	2025.09.15.	

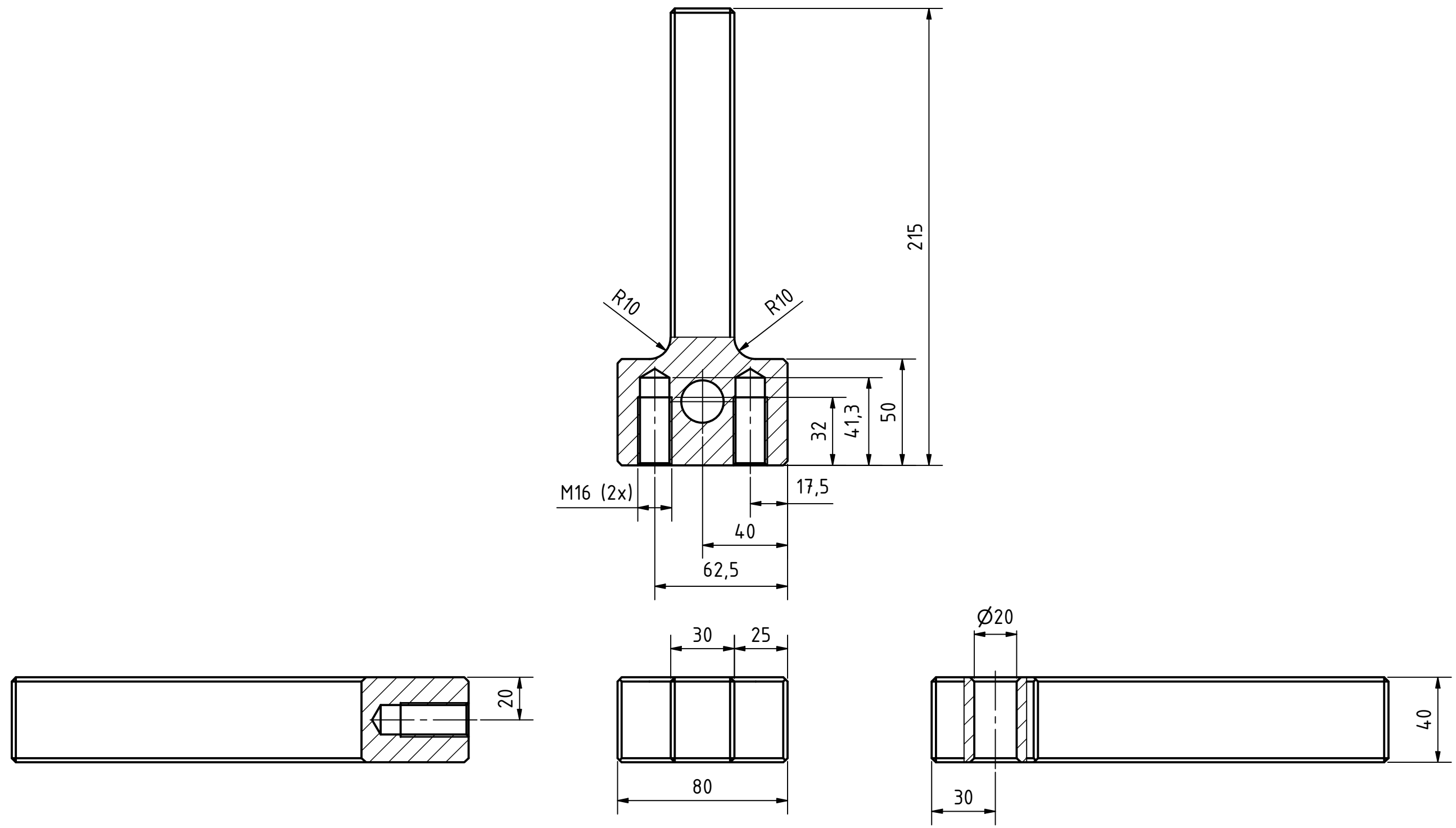


$\varnothing 20$ H7	+0,021
	+0

Az éleken lévő letörés értéke $1 \times 45^\circ$.

Felület	Tűréseztelen méretek MSZ ISO 2768 mK	Anyag, félgyártmány	S355	
Intézet/Tanszék	MATE Műszaki Intézet	Készítette	Hámbor Tibor Ádám	Jóváhagyta
		Cím, megnevezés	Hátelelem	
		Méretarány	Dátum	Lapszám
		M 1:2	2025.09.15.	

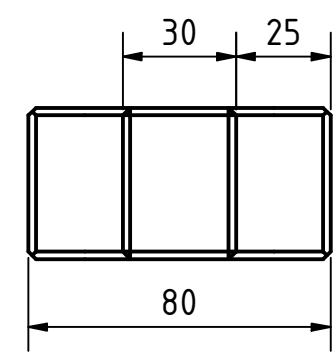
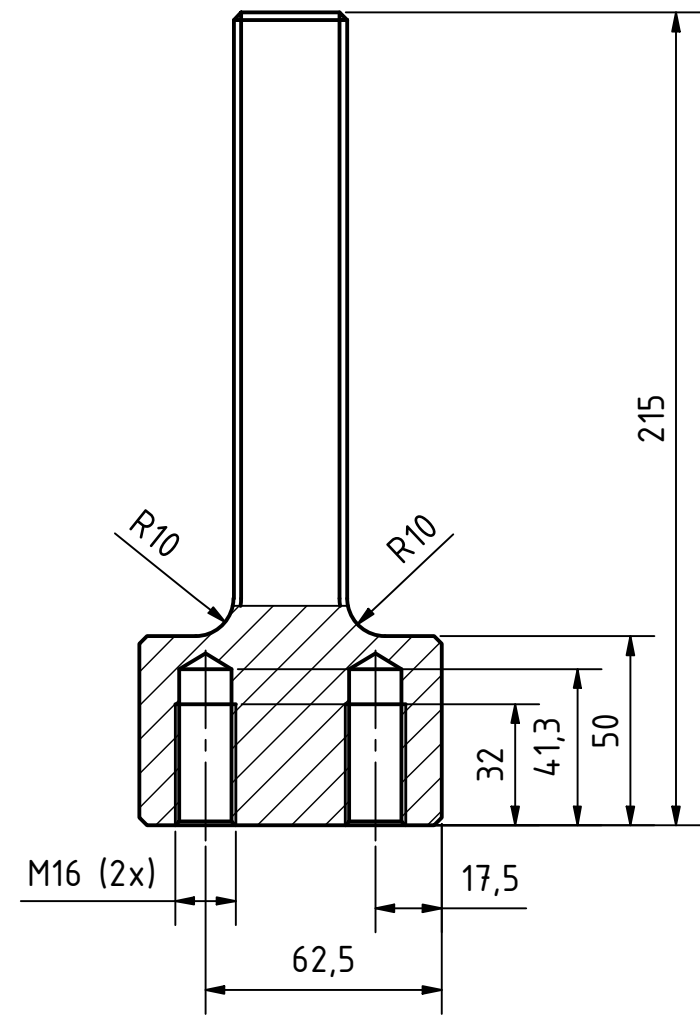
Ra 3,2



Az éleken lévő letörés értéke 1x45°.

Felület	Tűrésetlen méretek MSZ ISO 2768 mK	Anyag, félgymántmány	S355	
Intézet/Tanszék	MATE Műszaki Intézet	Készítette	Hámbor Tibor Ádám	Jóváhagyta
		Rajzszám		
		Cím, megnevezés	Oldalelem	
		Dokumentációfajta	Méretarány	Dátum
			M 1:2	2025.09.15.
				Lapszám

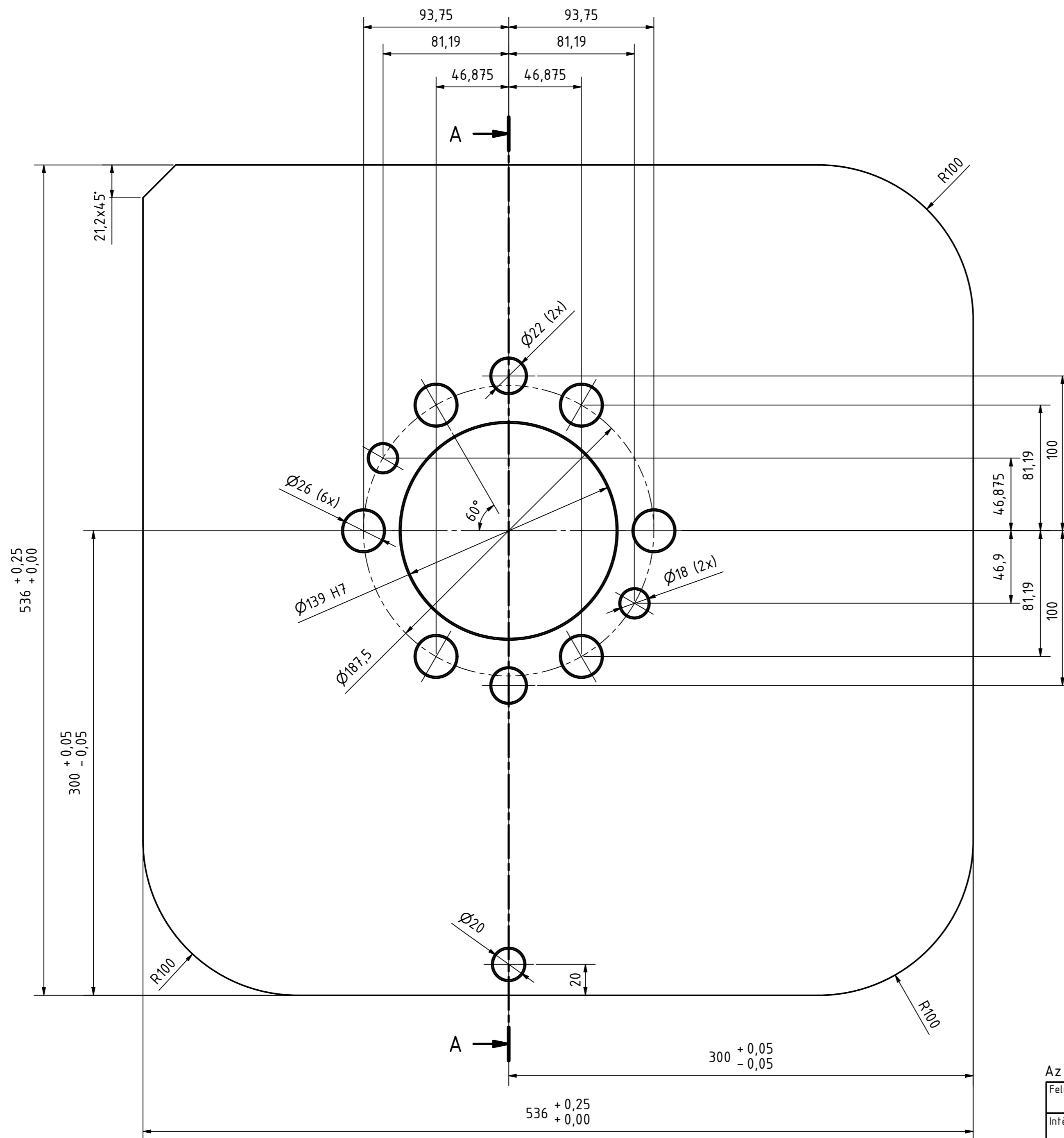
Ra 3,2



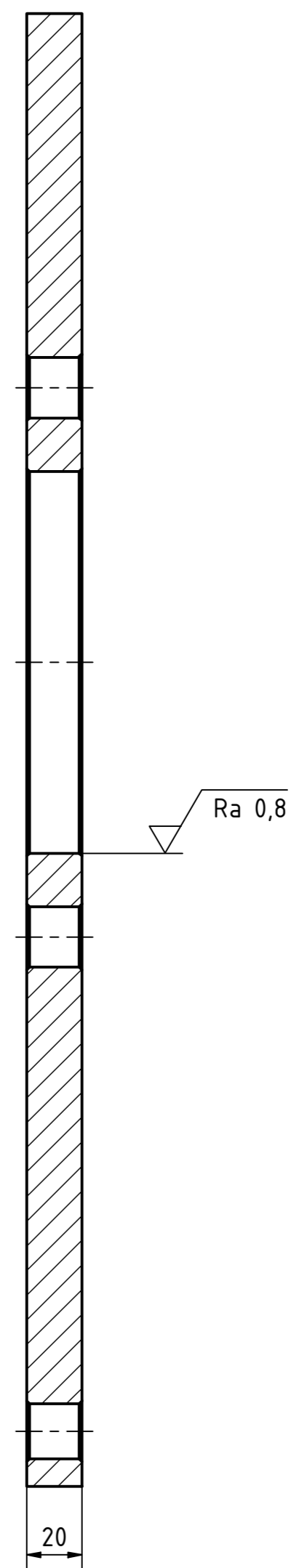
Az éleken lévő letörés értéke 1x45°.

Felület	Tűrésezetlen méretek MSZ ISO 2768 mK	Anyag, félgyártmány S355		
Intézet/Tanszék MATE Műszaki Intézet		Készítette Hámbor Tibor Ádám	Jóváhagyta	Rajzszám
		Cím, megnevezés Támasztóelem		Dokumentációfajta
		Méretarány M 1:2	Dátum 2025.09.15.	Lapszám

Ra 3,2



A-A (1:2)



$\phi 139$ H7	+ 0,040
	+ 0

Az alkatrészen található élek letörése $1 \times 45^\circ$.

Felület	Tűrésezetlen méretek MSZ ISO 2768 mK	Anyag, féglyártmány	S355
Intézet/Tanszék	MATE Műszaki Intézet	Készítette	Hámor Tibor Ádám
		Jóváhagyta	
		Cím, megnevezés	Fúrólap
		Dokumentációfajta	
		Méretarány	M 1:2
		Dátum	2025.09.10.
		Lapszám	