

Szakedolgozat

**Gödöllő
2025**



Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem
Szent István Campus
Gépészmérnöki Szak

**CNC karusszel eszterga hajtóműházához tartozó alkatrész
gyártástervezése hagyományos szerszámgépekre**

Belső konzulens: Dr. Kári-Horváth Attila
egyetemi docens

Külső konzulens: Bánhegyi József
termelési vezető

Készítette: Nyitrai Dániel
H4H1AO
nappali tagozat

Intézet/Tanszék:
Műszaki Intézet/GÉTI- Anyag és Gépgyártástechnológia Tanszék

Gödöllő
2025

Tartalomjegyzék

1.	Bevezetés.....	6
2.	Cég bemutatása.....	7
3.	Szakirodalom feldolgozás	8
3.1.	Öntészet	8
3.1.1.	Homokformázás	9
3.2.	Forgácsolás	11
3.2.1.	Esztergálás	12
3.2.2.	Marás	14
3.2.3.	Fúrás	15
3.3.	Hűtő-kenő folyadék.....	16
3.4.	Készüléktervezés.....	17
4.	Probléma bemutatása	20
5.	Tervezés	22
5.1.	Az öntött előgyártmány megtervezése	22
5.2.	A forgácsolási művelet megtervezése	26
5.2.1.	Marás	28
5.2.2.	Furatesztergálás I.....	29
5.2.3.	Furatesztergálás II.	31
5.2.4.	Simító esztergálás.....	33
5.3.	Fúrési folyamat megtervezése	36
5.3.1.	Fúrás I.....	37
5.3.2.	Fúrás II.....	39
5.3.3.	Fúrás III.	42
6.	Gazdasági számítás	49
7.	Összefoglalás	51

8.	Summary	52
9.	Nyilatkozatok.....	53
10.	Irodalomjegyzék	54
11.	Mellékletek	59

Kitöltött feladatlap



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

MŰSZAKI INTÉZET
GÉPÉSZMÉRNÖK ALAPSZAK
Gégyártó specializáció

SZAKDOLGOZAT
feladatlap

Nyitrai Dániel (H4H1AO)

részére

A szakdolgozat címe:

**CNC karusszel eszterga hajtóműházához tartozó alkatrész gyártástervezése
hagyományos szerszámgépekre**

Feladatkiírás:

Bevezetés, Cégbemutató, Szakirodalom feldolgozása, Probléma bemutatása,
Gyártástechnológiai tervezés, készülék tervezés, Gazdasági számítás, 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 MI

Beadási határidő: 2025. április 17

Gödöllő, 2025. február 12

Jóváhagyom

(tanszékvezető)

(szakfelelős)

Átvettem

(hallgató)

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

Gödöllő, 2025.

(külső konzulens)

1. Bevezetés

A szakdolgozatom fő témája egy adott munkadarab gyártás-technológiájának megtervezése hagyományos szerszámgépekre. Ehhez a feladathoz a konzulensem segítségével felkerestem a Go-Metall Kft. nevű céget, ahol a kapcsolattartóval egyeztetve kiválasztottam egy tetszőleges alkatrészt. A munkadarabom egy öntöttvasból készült, szerszámgépiparban is használatos hajtóműház alkatrésze. Fő feladata, hogy a forgó mozgást végző tengelynek és a hozzá illeszkedő csapágyaknak alátámasztást biztosítson, és egy a külső világtól elzárt belső teret hozzon létre. A ház funkciója, hogy a csapágyakhoz szükséges kenőanyagot bent tartsa, illetve a kintről érkező port és szennyeződések ne engedje bejutni, ezzel biztosítva a zavartalan működéshez szükséges üzemi körülményeket.

A 6. félévi szorgalmi időszak utáni kötelező gépész-üzemi gyakorlatomat a fent említett Go-Metall Kft.-nél töltöttem Budapesten. A gyakorlat alatt megismerkedtem a különböző osztályokon dolgozó kollégákkal és a termelésben lévőkkel is, gépkezelők, lakatos és minőségellenőrök. A helyi mentorom körbevezetett a cégen belül és megmutatta az összes munkaállomást, gépet és a legyártott késztermékeket. Figyelemmel kísértem egy adott termék elkészítésének folyamatát a kezdetektől (öntés) egészen a végéig. Az ott eltöltött idő alatt próbáltam a lehető legtöbbet hozzátenni a magam részéről. Ezt a műhelyrajzok elkészítésével, azok fejlesztésével segítettem a gyártási dokumentáció elkészítésében. A műszaki rajzokat kiosztottam a gépkezelőknek a gyártási dokumentációk előtt.

A szakdolgozatomban először a hazai szakirodalmat kell felkutatnom és áttanulmányoznom a témához kapcsolódóan. Ezek után a gyártáshoz kapcsolódó folyamatokat kell megnevezni, rangsorolni, bemutatni és kirészletezni. Az alkatrészhez a szükséges műhelyrajzot, 3D modellt elkészíteni az Inventorral és bemutatni annak felépítését és működését és a teljes dokumentációt elkészíteni. Ezt követi a tervezési feladat, ami három részre osztható. Meg kell tervezni az alkatrészhez az előgyártmányt, az azt követő forgácsolási munkálatokhoz munkautasítást és sorrendi lapot kell készíteni, illetve a munkadarabon található különböző furatokhoz pedig, a sorozatgyártás miatt fúrókészüléket kell tervezni. Továbbá a gyártáshoz szükséges költségszámítást kell végezni, amiben figyelembe kell venni az alkatrész anyagának az árát, a gépek munkaidejét, gépkezelő órabérét stb. Mindezen munka elkészítéséhez az Office 365-ben található Word, Excel programokat, a műhelyrajz és 3D modell készítéséhez az Inventor rajzolóprogramot fogom használni.

2. Cég bemutatása

A szakdolgozatom elkészítéséhez szükségesnek tartom a közreműködő céget is. A bevezetésben már említettem a Go-Metall Kft. nevét. A cég budapesti székhelyén kívül egy vidéki telephellyel rendelkezik (Tab). A termékeket főként Németországba, Hollandiába, Svájcba, Ausztriába és Franciaországba exportálják. Fő tevékenységeik közé tartozik a műszaki rajz alapján történő gépalkatrészgyártás, öntvények készre munkálása, kisebb acélszerkezetek összeállítása és szerelése. Ebbe beletartozik az öntőminta elkészítésétől az öntésen át, a komplett és megmunkált darabok kiszállításáig minden folyamat, továbbá a hegesztett acélszerkezetekhez való anyagbeszerzést is. Vannak olyan folyamatok például a festés, felületkezelés, fogazás, homokfúvás, nyomás és egyéb anyagvizsgálatok, amiket alvállalkozókkal készíttetnek el. A legfőbb termékek pumpaházak, forgattyús házak, hajtásházak, csapágyházak, hajtókarok, keresztfejek, orsószekrények, gépágyak és kompresszor alkatrészek is. A cég főként egyedi darabok kis- illetve közepes nagyságú szériagyártással foglalkoznak, néhány száz kilós termékekből 5-10 darab, míg kisebb alkatrészek (10-50 kg) esetén 30-50 darabot is képesek legyártani. A termékek elsősorban a szerszámgépiparban, élelmiszeri gépiparban, olaj és gáziparban, valamint a kompresszorgyártás területén kerülnek felhasználásra. A Go-Metall Kft. az ISO 9001: 2015 szerinti minőségirányítási rendszert követi. A cég többféle megmunkáló géppel rendelkezik, mind hagyományos, mind CNC vezérlésűvel. Ezek különféle esztergagépek (karusszeleszterga, horizontáleszterga), gyalugép, megmunkálóközpontok (vertikális, horizontális), fúrógépek.

3. Szakirodalom feldolgozás

1.1 Öntészet

Az öntészet az első ipari forradalomig csak kézműves szakma volt, amivel főként ékszereket, kelyheket és különböző épületdíszeket lehetett készíteni. A forradalom után térhódítást nyert és nagyobb mennyiségben és szélesebb területeken kezdték használni, leginkább mezőgazdasági gépekhez, szerelvényekhez és gépalkatrész gyártáshoz. A világ fémfelhasználásának mintegy 30-35%-át az öntvények jelentik. Az öntés elve, hogy a korábban megolvasztott fémeket egy előre elkészített és megfelelően kialakított üregbe öntik, a fém felveszi az üreg alakját, majd hagyják megdermedni benne. A legelterjedtebb öntészeti anyag az öntött vas, ami egy olyan vasötvözet, aminek a szén százaléka 3,5 és 4,5 között van és ezért kiválóan alkalmas öntészeti célra. A legfőbb tulajdonságai, hogy alacsony az olvadáspontjuk, kicsi a zsugorodása és jó a formakitöltő képessége. Az öntéssel nem csak öntöttvas állítható elő, hanem lehet acélöntvényeket, alumíniumöntvényeket és rézöntvényeket is. Az így készült anyagoknak közös tulajdonságai, hogy korrózióállóak, nagy szakítószilárdságúak, jól forgácsolhatóak, kiváló rezgéscsillapítók. Tipikus öntött alkatrészek az autóban található motor egyes részei (motorblokk, főtengely, dugattyú), vasúti kerekek, szivattyúházak és a szivattyú járókereke, repülőgépek gázturbina házai és turbina lapátjai és a különböző gépágyak. Az öntési technológia legnagyobb előnye a forgácsolás és a porkohászattal és a képlékeny alakításokkal szemben, hogy képesek vagyunk a bonyolult alakú, különböző méretű és tömegű félkész és késztermékek elkészítésére, az eltávolítandó fém mennyisége kicsi, sok esetben további gépi megmunkálás nélkül is felhasználható, a hulladék átolvasztással újra felhasználható és a létesítési költség kisebb, mint más fémalakító üzemeknél. [26], [16]

Valószínűleg a homokformázásos öntés a legelterjedtebb, mivel ez technológiának a legegyszerűbb. Bármely ötvözet elkészíthető vele, gazdaságilag kedvező, viszonylag jó felületi minőséggel és mechanikai tulajdonságokkal. A másik ilyen technológiasorozat a precíziós öntések, amelyekkel szintén bonyolult alakú alkatrészeket lehet sorozatban gyártani, megmunkálási utómunka nélkül, amik nagy pontosságú és finomabb felületi minőségűek. Ebbe a csoportba tartozik a héjformázás (Croning-eljárás), viasz minta kiolvasztásos eljárás és a keramik formázás (Shaw eljárás). A hagyományos öntési eljárások közé sorolják a kokillaöntést. Ez annyiban különbözik az előző technológiától, hogy itt a fémből készült

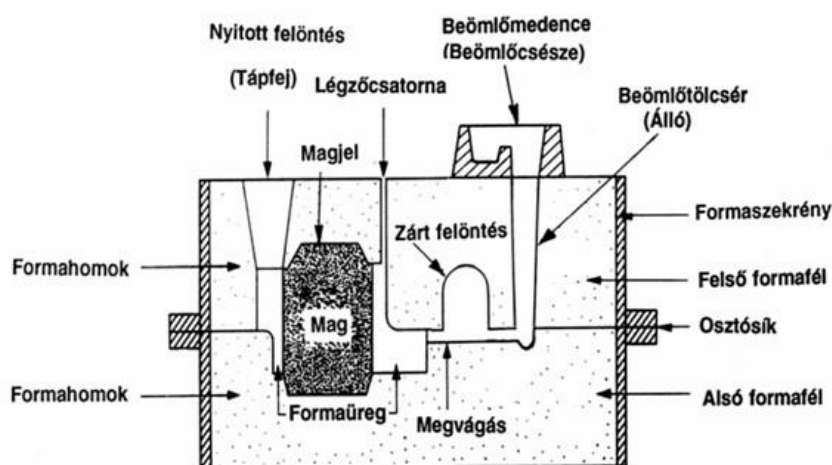
formaüreg nem csak egyszer használható fel és a folyékony fém a saját súlyánál fogva tölti ki a forma üregét. Ezzel a technológiával szintén sorozatban lehet gyártani, főleg alumínium, réz, cink és magnézium ötvözeteket. Az öntést lehet alulról és felülről is végezni, mindkét öntési módnak megvan a maga előnye és hátránya is. Ebbe a csoportba tartozik a gravitációs, kiszorításos kokilla öntés és a nyomásos öntés is. A nyomásos öntésnek 3 típusa ismert, a kisnyomású melegkamrás, a nagynyomású melegkamrás és a nagynyomású hidegkamrás öntés. A kokillaöntéssel nagyon jó felületi minőséget lehet előállítani, gazdaságilag kedvező és pontosabb is. A felsorolt eljárásokon kívül is vannak még technológiák, mint a centrifugál öntés, ahol fémet egy forgó formába öntik és a dermedés a centrifugális erő hatása alatt következik be vagy a folyamatos öntés, ahol a késztermékhez (lemez, rúd, cső) hasonló alakú öntött félterméket hoznak létre folytatással és kristályosító berendezéssel. A kéregöntést, olyan öntvényeknél alkalmazzák, ahol előírás, hogy a felületnek keménynek és kopásállóknak kell lennie (vasúti kerék). Ilyen esetben a futófelület és a nyomkarikát kokilla határolja, a többi felületet formahomokba ágyazzák. [16], [26], [34]

3.1.1. Homokformázás

A homokformázás a legrégebbi és még ma is a legelterjedtebb öntészeti technológia. Ebben a technológiában egy minta segítségével alakítjuk ki az üreget a szekrényben található formázóhomokban. A forma anyaga általában agyagkötésű homok másnéven öntődei homok, amelynek jellemzői a nagy tűzállóság, jó gázáteresztő képesség és szilárdság. A formák lehetnek osztott és osztatlan kivitelűek. A szükséges formaüreget mintákkal készítjük el. A minták lehetnek egyszeri (viasz, polimerhab) és többször használatosak, amit az öntés előtt eltávolítunk. A minta mérete mindig valamennyivel nagyobb az öntött tárgy méretétől, mert a fémek a dermedés során zsugorodnak. Szürke öntvényénél ez 1%, acélnál 2%, bronznál 1,5%, alumíniumnál 1,5% szokott lenni a zsugorodás mértéke. A minta anyagát az öntvények száma és a gazdaságosság szabja meg. Kisebb darabok esetén (2-300 darab) famintát, ha ennél több akkor fémmintát használnak. A minta készítésénél érdemes arra törekedni, hogy minél kevesebb osztósíkkal készüljön, az osztósíkokban és a lejáró részekenél a minta részeit elmozdulás ellen rögzítő csapokkal biztosítják. A minta kiemelése során oda kell figyelni, hogy a forma ne sérüljön, ezért kell a minta függőleges oldalfalait kb. 1-3°-os ferdeséggel készíteni. A formázókeverék egyik primer alapanyaga a homok, ami lehet öntődei homok, kvarchomok és

samott-örlemény is. A homok mellé kötőanyagot szoktak keverni, lehetnek szerves és szervetlen eredetűek. A szervetlenhez soroljuk a bentonitot és a vízüveget, míg a szerves tartozik a furán-és a fenolgyanták. Egyes formázókeverékhez szoktak még adalékanyagot adni, mint a kőszénpor, ami miatt a formázóanyagok kevésbé szennyezőek, jobban kielégíti a környezetvédelmi előírásokat és csökkenti a füst- és szaghatásokat. Továbbá a formák és a magok felületét bevonattal látják el, hogy a formázókeverék és folyékony fém között szigetelőréteget képezzen. Ez a réteg megakadályozza a ráégetést és a penetrációt és sima öntvényfelületet eredményez. A belső üreggel vagy átmenő furatokkal rendelkező öntvényekhez magot is kell készíteni, ami megakadályozza, hogy a megolvadt fém a belső üregekbe jusson. A homokformázáshoz beömlőrendszert is kell kialakítani. A nyílást úgy kell kialakítani, hogy a folyékony fém áramlása lamináris legyen. Mellette érdemes légelvezető csatornákról és nagyobb öntvénykeresztmetszet esetén tápfejekről gondoskodni. A homokformázás lehet kézi és gépi folyamat. Kézi formázáskor a mintahomokot a mintára szitáljuk és utána kerül rá a töltőhomok. A dögölést kézi dögölővel vagy sűrített levegővel működő présdögölővel végezzük. A kézi formázás egyik fajtája a szekrényes formázás, amit a 3.1. ábra mutat be. Gépi formázáskor a homok adagolóberendezésen keresztül jut el a formázószekrénybe. A formázógép két műveletet végez, a homokot tömöríti a szekrénybe és a mintát kiemeli onnan. A tömörítés kézi dögöléssel vagy homoksajtoló berendezéssel történik. [16], [26], [14]

3.1. ábra Szekrényes formázás



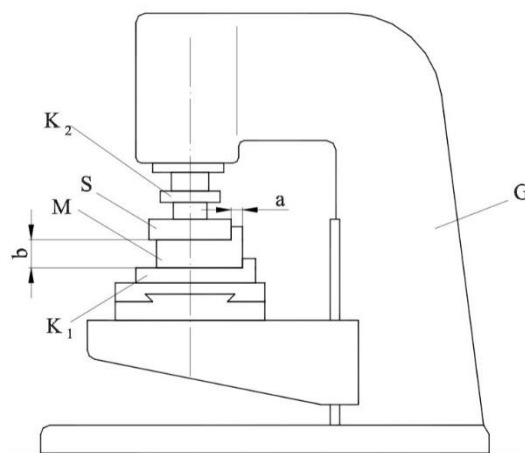
2.1 Forgácsolás

Az előgyártmány előállítás után a következő technológiai lépés a munkadarab előállítása érdekében a forgácsolás. A forgácsolás az anyagok egy olyan alakítási eljárás, mely során az előgyártmányról egy szerszám segítségével mechanikus úton távolítunk el anyagrészeket. Az előgyártmányt forgácsolás folyamatában munkadarabnak, szerelésre kész állapotában alkatrésznek nevezzük. A forgácsolási folyamat felosztható szabad és kötött forgácsolásra. A szabad forgácsolás fő jellemzői, hogy a szerszám élén azonosak a geometriai, kinetikai viszonyok és a szerszámnak csak egy éle (főél) vesz részt a folyamatban. Kötött forgácsolásnál a szerszám főélen kívül a mellék- illetve a többi él is részt vesz. A megmunkálásban közvetlenül részt vevő, anyagot leválasztó eszközt nevezzük szerszámnak. A szerszámmal eltávolított anyagmennyiséget forgácsnak nevezzük. A forgácsolás eredménye mindig a megmunkált felület, amit a munkadarabról való forgácsleválasztással érünk el. A munkadarabnak az a része, amelyet a szerszám főéle alakít ki, a forgácsolt felület. [8], [6], [1]

A forgácsoláshoz tartozik az esztergálás, gyalulás, vésés, fúrás, dörzsárazás, marás, köszörülés, reszelés stb. Ennek megfelelően a forgácsolószerszámok többfélék lehetnek, ez csak a forgácsolás típusától függ. A forgács leválasztásakor a szerszám behatol az anyagba és azt képlékenyen deformálja az anyagrészecskéket. A forgácsoló erő hatására az anyagban feszültség keletkezik, ami meghaladja a részecskék közötti kohéziós erőt. A szerszám további előre haladásakor a forgácsrészecskék felcsúsznak a szerszám homlokfelületén és leszakadnak az anyagról. A részecskék nyírási sík mentén, egymáson történő csúszásának következtében belső súrlódás keletkezik az anyagban. A deformáció miatt az anyag keresztmetszetében feszültség keletkezik, ami egy idő után eléri a kritikus pontot és az anyag szerkezete felszakad. Az anyagszakadás következtében két új felület jön létre egy forgácsolt felület és a forgács belső felülete. A forgács mindig a megmunkálást végző szerszám homlokfelületén fut, ahol a csúszás következtében külső súrlódás és kopás jön létre. A képződő forgácsok elsősorban a munkadarab anyagától és annak képlékenységétől függenek. A forgácsok három alaptípusba sorolhatóak. Rideg anyagok forgácsolásakor általában elemi (pattintott) forgács képződik. Jellemzője, hogy az anyag különböző formájú és méretű, különálló részekben válik le a munkadarabról. Átmeneti vagy lemezes forgács keletkezik, amikor képlékeny vagy rideg anyagot igen nagy sebességgel forgácsolunk. [11], [14], [15]

A szívós, képlékeny anyagok viszonylag nagy sebességen történő forgácsolásakor folyó forgács keletkezik. Ez a típus szilárd és hajlékony szalag formájában távozik a forgácsolás zónájából. Az első kétfajta forgács kezelése és eltávolítása és tárolás szempontjából előnyös, viszont a folyó forgács képes egy folytonos szalagot alkotni és összekuszálódni, ami hátrány. Ilyen esetben érdemes mesterséges forgácstörőt alkalmazni, aminek a lényege, hogy a forgács útjába akadályt állítanak és a forgács kénytelen eltörni. A folyó forgács veszélyes lehet a gépkezelőre, munkadarabra, szerszámra és a gépre egyaránt. A forgácsoláshoz szorosan kapcsolódik az MKGS rendszer (3.2. ábra), ami összefoglalja az alakítási eljárás legfontosabb hozzátartozóit. Az M jelenti a munkadarabot, a K jelenti a készüléket, a G jelenti a szerszámgépet és az S jelenti a szerszámot. Manapság már ezekhez sorolják még a hűtő-kenő folyadékokat is. [25], [14], [6]

3.2. ábra Marógép MKGS rendszere

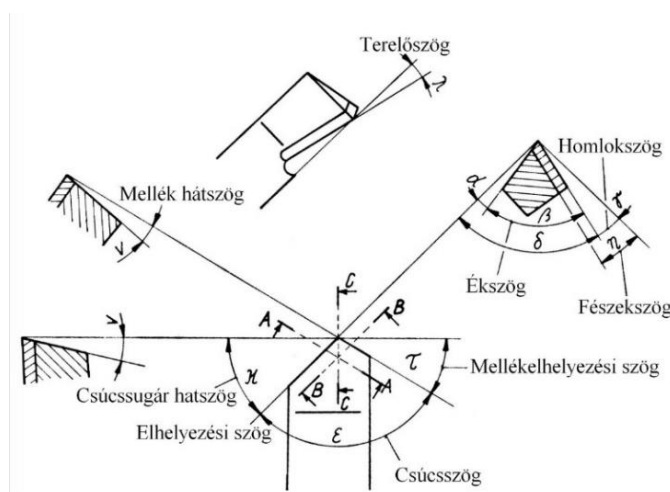


3.1.2. Esztergálás

Az esztergálás jelenleg a legelterjedtebb forgácsoló eljárás. Az esztergagépeknek is létezik többféle típusa, amit aszerint csoportosítunk, hogy mire szeretnénk felhasználni. A leggyakrabban használt az egyetemes eszterga, amelynek már a hagyományos gép mellett már a CNC vezérlésű változata is elterjedt az iparban. Az esztergálással leginkább kör keresztmetszetű, tengelyszerű munkadarabokból készítjük el a szükséges alkatrészt. A forgácsleválasztást egy egyelő befogott szerszámmal végezzük. Az eljárásban a főmozgás forgó, amit a munkadarab végez, az előtoló mozgás (mellékmozgás) egyenes vonalú, amit a szerszám végez. Az előtoló mozgás irányától és a befogott szerszámtól függ, hogy milyen esztergálási változatot alkalmazunk. Az esztergagép főorsóját fogaskerekes áthajtással egy motor hajtja meg. [15], [1], [31]

A főorsóba kerül elhelyezésre a befogószerkezet (tokmány, síktárcsa, esztergaszív), ami forgatja a munkadarabot. A hídon helyezkedik el a szegnyereg, amit megtámasztásra használnak, főleg hosszabb munkadaraboknál. A szegnyeregbe be lehet fogni álló és forgó csúcsokat, illetve fűrészárát vagy központfűrőt is. A szánszerkezetet a mellékhajtómű mozgatja a vonóorsón keresztül, ha gépi előtolásra kapcsoljuk a gépet. Gépi előtolás nélkül a szánszerkezet egy fogaslécen képes mozogni hosszirányban. Megkülönböztetünk külső és belső megmunkálást. Külső megmunkáláshoz tartozik a hosszesztergálás (palástesztergálás), oldalazás, beszúrás, leszúrás, kontúresztergálás és menetesztergálás. A hosszesztergálással és az oldalazással szoktál kialakítani nyersanyagnál a bázisfelületeket és mellette nagyoló és simító megmunkálást és végezhetnek velük. A beszúrással a munkadarabon hornyokat lehet létrehozni, a leszúrással le lehet választani a kész munkadarabot a nyersdarabról (csak kis átmérő esetén). A kontúresztergálással a munkadarab külső részén (kontúrján) vonalban mennek végig a szerszámmal és a meghatározott méretre esztergálják. A menetesztergálással a munkadarab külső és belső részére is lehet menetet esztergálni vagy fűrni. A belső megmunkáláshoz tartozik a furatesztergálás, fűrés és furatbővítés. A megmunkáláshoz használt szerszám, amit késnek nevezünk egyélű, viszont többféle kialakítása létezik, ami attól függ, hogy milyen folyamathoz szeretnénk felhasználni. A kések egy késtartóban kerülnek befogásra, ami egy késszánon helyezkedik el. A késszán mozgatható hossz és keresztirányban, illetve egész késszán hosszirányban mozoghat, lehet kézi, illetve gépi hajtás is. A kések lehetnek váltólapkásak, olvasztott lapkásak és gyorsacélok is. [15], [11], [14]

3.3. ábra Az esztergakés szögei



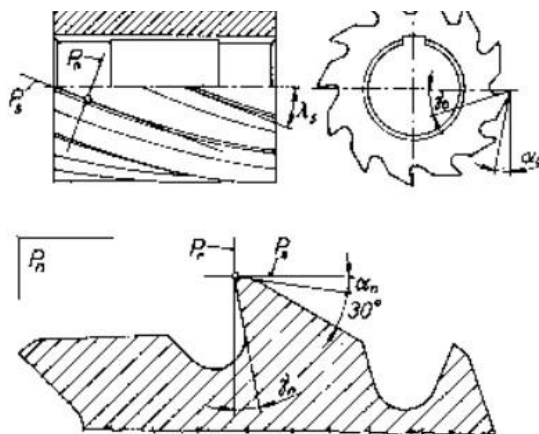
Az esztergakéseknél is megtalálható a 3 fő szög, a hátszög (α) 5-10°, az ékszög (β) 40-85° és a homlokszög (γ) 5-45°, ezeket a 3.3. ábra mutatja be.

3.1.3. Marás

A marással sík vagy alakos felületeket lehet megmunkálni egy tengelye körül forgó többélű forgácsolószerszámmal. A forgó főmozgást a szerszám végzi, az előtoló mozgást (mellékmozgást) a munkadarab végzi, ami lehet egyenes vonalú vagy akár forgó is. Az előtoló és főmozgás irányai szerint megkülönböztetünk ellenirányú és egyenirányú marást. Egyenirányú marásnál az élek kerületi sebességeinek és a mellékmozgás iránya megegyezik. Az egyenirányú marással jobb felületi minőség és hosszabb szerszámélettartam érhető el. [19], [24], [12]

A változó keresztmetszetű forgács leválasztása szakaszos. Síkok, hornyok, hasábfelületek, tetszés szerinti felületek létrehozására alkalmas. Széles körben elterjedt, mivel a legegyszerűbbektől a legbonyolultabbig minden fajta felület előállítható vele. Az esztergához hasonlóan itt is van egy főorsó (maróorsó), amit egy fogaskerekes hajtásátvitellel mozgat egy motor. A főorsóba egy befogószerkezetbe kerül a marófej, attól függően, hogy homlokmarás vagy palástmarást szeretnénk végezni. A marófej végzi a forgó főmozgást, emellett a szánszerkezeten elhelyezkedő befogott, rögzített munkadarab végzi a mellékmozgást. Ahogy az eszterga esetében is említettük, úgy a marógépnél is a hagyományosan kívül elterjedté vált a CNC vezérlésű maró, ami sorozatgyártásra teljesen alkalmas. Megkülönböztetünk palást és homlokmarást. Palástmarás esetén a marótengely párhuzamos a megmunkált felülettel,

3.4. ábra A marófej élszögei



palástmarással síkfelületek, hornyok és alakos felületek készíthetők. A homlokmarásnál a maró tengelye merőleges a megmunkált felületre, ezzel síkfelületek készíthetők. A marófejek szabályos élgeometriájú, többélű szerszámok. Egy hengeres testből és annak a palástfelületén elhelyezkedő forgácsolóélékből áll. A többélű szerszámnál is a forgácsolási szögek visszavezethetők 1 darab élhez. A hátszög (α) 5-8°, homlokszög (γ) 8-15°, ékszög (β) 40-45° szokott lenni, ezeket a 3.4. ábra mutatja be. [1], [3], [15]

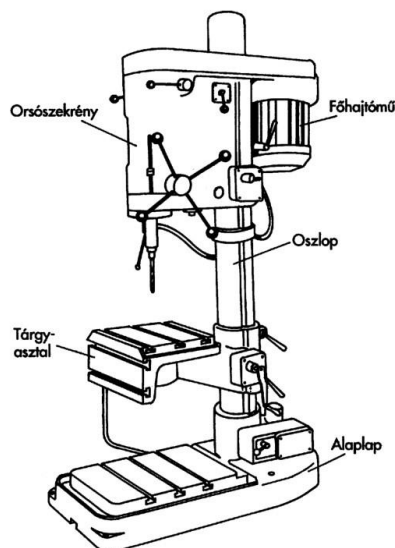
3.1.4. Fúrás

A fúrás szintén az egyik leggyakoribb forgácsoló eljárás, amely sok tekintetben lényegesen eltér az egyélű szerszámokkal végzett megmunkálásoktól. A másik eltérés az, hogy fúrás során a forgó főmozgást a szerszám végzi és az előtoló mozgást (mellékmozgást) is a szerszám végzi. A furatok megmunkálásának két jellegzetes lépése van. Van a fúrás, amikor tömör anyagban furatot készítünk és van a furatbővítés, amikor a már előfúrt anyagban a furatot kibővítjük. A fúrás szerszáma a csigafúró, amely egy kétélű, összetett élgeometriájú szerszám. Ezen kívül a fúrás szerszámaihoz soroljuk a mentefúrókat, dörzsárakat, központfúrókat és süllyesztőket. A szerszám egy henger alapú hasáb, amiből spirál mentén van kivágva egy horony. A forgácsolás szögei itt is megtalálhatóak, hiszen a hátszög (α) 6-8°, az ékszög (β) 52-59° és a homlokszög (γ) 25-30°. A csigafúrókat horonyhajlásszög (ω) szerint sorolhatjuk N,H és W csoportba. [1], [4], [15]

Az N csoportba tartozóak acélok, acélöntvények és alumíniumötvözetek forgácsolásához jó, erre jellemző a 18-30°-os horonyhajlásszög és 118-130°-os csúcshög. Az H csoportba tartozóak magnézium ötvözetek és ausztenites acélok forgácsolásához jó, erre jellemző a 10-15°-os horonyhajlásszög és 118°-os csúcshög. A W csoportba tartozóak réz, rézötvözetek és lágyműanyagok forgácsolásához jó, erre jellemző a 35-45°-os horonyhajlásszög és 140°-os csúcshög. A főleket a keresztél köti össze, ami a forgácsolás szempontjából kedvezőtlen, de a fúró szerkezete miatt elkerülhetetlen. Anyaga lehet gyorsacél titánium nitrit bevonattal vagy lehet váltólapkás. A szerszámot két részre lehet osztani van egy befogott rész, ami a befogószerkezetbe kerül és van egy dolgozó rész, ami a forgácsolást végzi. A fúrással csak IT12 pontosság valósítható meg ($R_a= 25-100\mu m$). A fúrógépek többfélék lehetnek, mert vannak asztali fúrógépek (3.5. ábra), állványos, oszlopos, sugárfúrógépek. A közös tulajdonságaik,

hogy a csigafűrot fűrotokmányba vagy redukáló hüvelybe helyezik el, ami az orsóhüvelyben van. Az orsóhüvelyt szíjtárcsás vagy fogaskerekes hajtás segítségével hajtják meg. A munkadarabot egy asztalon lévő készülékben helyezik el és rögzítik benne. [15], [11],[29],[30]

3.5. ábra Asztali fűrógép



A fent említett 3 gyártási eljárás valóban a legelterjedtebb, viszont a forgácsolási megmunkálásokhoz tartozik még a köszörülés, gyalulás, vésés, üregelés (alakhúzás), fogazás, finomfelületi megmunkálások (tükörsimítás, hónolás, szuperfiniselés).

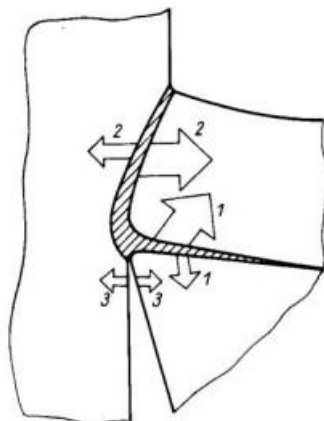
3.1 Hűtő-kenő folyadék

A forgácsolás elején előkerült az, hogy miután a szerszám behatol az anyagba és képlékenyen deformálja azt, a berepedések után az anyag elhagyja a munkadarab felületét és forgácsként távozik. A nyírási sík mentén belső súrlódás keletkezik, amikor a részecskék elcsúsznak egymáson, illetve külső súrlódás lesz a forgács és a szerszám homloklapján. A súrlódás következtében kopás és súrlódási hő alakul ki. A forgácsleválasztás közvetlen közelében 4 jellegzetes zónát különböztetünk meg (3.6. ábra). [15], [20], [10]

Az 1. zóna ott helyezkedik el, ahol a szerszámél a megmunkálandó anyagba hatol és deformációt hoz létre. A keletkezett hőt felszakadási hőnek nevezzük. A 2. zóna közvetlenül a forgácsoló él környezetében alakul ki, élrátét csak akkor alakulhat ki, ha a munkadarab és a szerszám közötti kohászati affinitás nagy. A 3. zóna a forgács és a homloklap felület súrlódásának

következtében alakulhat ki, leginkább kenéssel lehet befolyásolni. A 4. zóna szerszám hátfelületén alakul ki. A kenés és a hűtés nagymértékben függ a hűtő-kenő folyadék minősége

3.6. ábra A forgácsolásnál létrejövő súrlódási zónák



mellett a megmunkálási térbe történő eredményes bevezetéstől. A forgácsleválasztás első szakaszában a hűtésnek, másodikban a kenésnek és a harmadikban a mosóhatásnak van szerepe. Eleinte csak olajjal és vízzel próbálkoztak a hűtést és kenést biztosítani, de a gyártástechnológia termelékenységének növelése szükségessé tette az olaj a vízben (O/W) emulziók kifejlesztését. Ez tovább fejlődött az emulzió után a félszintetikus és szintetikus anyagokig. A hűtő-kenő folyadékok a fémek megmunkálásához használt speciális segédanyagok. A három alapkövetelmény (hűtés, kenés, mosás) sorrendje nagyban függ a megmunkálás módjától és az anyagtól is. A hűtő-kenő folyadékoknak a 3 alapkövetelményen kívül vannak másodlagos funkciói is, ilyen a forgács eltávolításának megkönnyítése, apróbb fém szennyeződések és porok megkötése, a szerszám és munkadarab védelme és az egyensúlyi hőmérséklet biztosítása. A HKF szemben támasztott követelmények közé tartozik, hogy környezetbarát legyen, nehezen gyulladjon, öregedésálló legyen, emulgeálható, szűrhető, ülepíthető és hosszú élettartamú legyen. A legfontosabb adalékanyagok a következők: emulgeátorok, kenőképesség javítók, EP adalékok, korróziógátlók. [33], [36], [35],[21]

4.1 Készüléktervezés

Az alkatrészek megmunkálása egy megmunkáló rendszerben történik, amelynek elemei a munkadarab, a készülék, a gép és a szerszám. Ezt röviden MKGS rendszernek nevezzük. A rendszerben részt vevő elemek együtt egy önmagába záródó erőláncot alkotnak. Készülékeknek

nevezzük azokat a berendezéseket, amelyek a mechanikai megmunkálások során a szerszámgépen és a szerszámon kívül, szükségesek a műveletek végrehajtásához, de a munkadarab alakításában közvetlenül nem vesznek részt. A készülékek olyan kiegészítő szerkezetek, amelyek segítenek a sorozatgyártást pontosabbá, termelékenyebbé és gazdaságosabbá tenni, emellett kiküszöbölik a megmunkáló rendszer hiányosságait. A betöltött szerepük szerint a készülékek lehetnek szerszámbefogó, szerszámvezető és munkadarab-befogó készülékek. A szerszámbefogó készülékek kapcsolatot hoznak létre a gép főorsója és a szerszámtartója között. A szerszámvezető készülékeket hagyományosan fűrőgépeken használunk, de gyakran a szerszámvezető elem a munkadarab-befogó készülék részét képezi. A munkadarab-befogók kapcsolatot teremtenek a munkadarab és a gép között. [2], [5], [7]

A három készülék közül a legfontosabb a munkadarab-befogó, amelynek alapvető feladata a helyzetmeghatározás és a munkadarabra ható erők ellenében is rögzített helyzetben tartása. Ezekhez a feladatokhoz szabványosított vagy speciálisan a célra megtervezett készüléket használnak. A forgácsolástechnológiában használt munkadarab-befogó készülékek legfontosabb elemei közé tartozik a helyzetmeghatározó elemek (ülékek), szorítóelemek, készüléktest és a készülékhelyező elemek. A munkadarab-befogó készülékek tervezése mellett illik gazdasági számítást is végezni, mivel egy készülék legyártása is magas költséggel járhat (készülék-költség). Azt az elvet követik, hogy a munkadarab-befogó annál gazdaságosabb, minél nagyobb a sorozatszám és minél bonyolultabb a munkadarab. Az ilyen befogók gazdaságilag előnyösek lehetnek, mert csökkenthető vele a mellék, de akár a főidő is, kevesebb selejtet eredményez, a gyártás biztonságosabb lesz és akár a kevésbé képzett gépkezelő is könnyebben használja. [24], [23]

A készüléktervezésnek is megvan a hozzá tartozó célszerű munkamenete. A helyzetmeghatározás tervezésekor az első feladat a munkadarab elemzése és kijelölni azokat az elemeket, amelyeket a helyzetmeghatározó elemekre fektetünk vagy azoknak ütköztetünk. Ezeket a felületeket nevezzük bázisfelületnek. A helyes bázis kijelölése az alkatrész funkciójának, a munkadarab állapotának és készenléti fokának ismeretében lehetséges. A technológiai bázis megválasztása alapján a helyzetmeghatározás lehet ütköztetéssel, központosítással és tájolással is. Lényege, hogy a munkadarab valamely felületének vagy vonalának irányát határozzuk meg. A helyzetmeghatározás mellett a feladatunk még a munkadarab pozíciójának rögzítése is. Ehhez használjuk fel a hatpont-szabályt, amelynek

lényege, hogy a munkadarabunkat egy merev testként kezeljük és a létező hat szabadsági fokát a rögzített helyen lévő megtámasztásokkal lekössük és így a testet teljesen meg lehet határozni. Ezt követően elhelyezzük a helyzetmeghatározó ülékeket. Ebben az esetben először a felfekvést határozzuk meg, majd ezt követően jön az oldalpozicionálás. Az ülékek elhelyezése után megtervezzük a készüléktest alakját és helyét a gépasztalon, ami a készülék összes elemét egybe foglalja. Ügyelni kell arra, hogy a hűtő folyadék és a forgács elvezetése ne ütközzön akadályba. A munkadarab behelyezésének és kiemelésének akadálytalanoknak kell lennie. Csak a konkrét helyzetmeghatározás után érdemes a szorítóberendezéssel foglalkozni. [25], [27], [14]

A szorítás megtervezésénél figyelembe kell venni, hogy a megszorítás ideje közvetlenül befolyásolja a gyártási költséget, ezért érdemes olyat választani, amellyel a szorítás minél rövidebb idő alatt végrehajtható. A szorításnál el kell dönteni a szorítás módját, ami lehet kézi, illetve gépi, majd a szorítóerő nagyságát is. A szorítóerő nagysága függ a fellépő forgácsoló erőtől és a szorítás körülményeitől is. Ellenőrizni kell, hogy a szorítóelemek és az ülékek egymás működését nem zavarják-e. Fúrókészülék esetén a fent említett készüléken kívül érdemes szerszámvezetőként fúróperselyeket elhelyezni. Ezt követően meg kell tervezni a készüléktest és a szerszám gép asztala közötti csatlakozó felületek közötti kialakítást. Ez általában a T-hornyos rendszer vagy furatos rendszerek szoktak lenni. Ez nagyban függ attól, hogy milyen megmunkálási folyamatunk van, illetve, hogy a szerszám milyen fajta és irányú mozgást végez a befogott munkadarabhoz képest. [22], [5], [19]

4. Probléma bemutatása

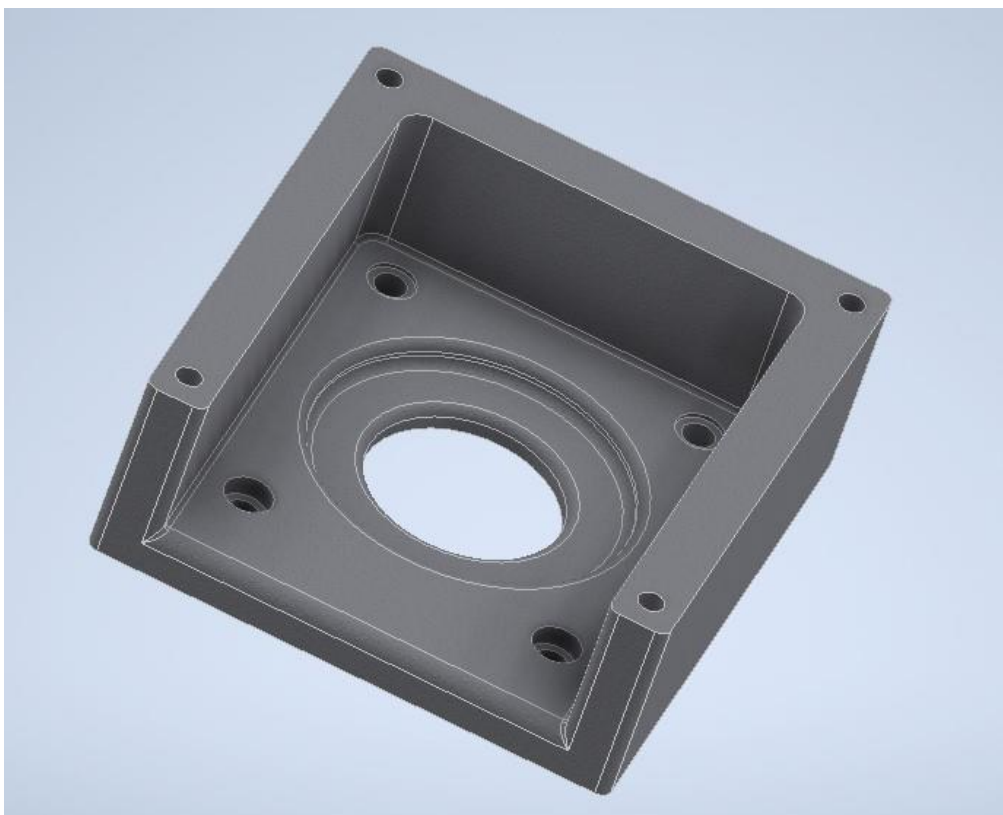
A szakdolgozatom fő célja, hogy egy adott munkadarab gyártás-technológiáját kell megterveznem és ledokumentálnom hagyományos szerszámgépekre. A Go-Metall Kft.-nél eltöltött gyakorlatom után a mentorom felkeresett és a segítségemet, illetve közreműködésemet kérte egy munkadarab legyártása kapcsán. Nemrég új kliens jelent meg náluk és a probléma az, hogy egy olyan típusú alkatrészt rendelt meg nagy tételben (80 darab), amelyhez eddig még nem készült semmilyen dokumentáció. A termelésvezetővel való egyeztetés után elvállaltam a felkérést, hogy a szükséges alkatrészt megtervezem és elkészítem a hozzá szükséges dokumentációkat. Az elkészíteni kívánt munkadarabunk egy hajtómű alkatrésze.

4.1. ábra CNC karusszel eszterga



A 4.1. ábra egy CNC vezérlésű karusszel esztergát mutat. A munkadarabunk pedig az eszterga függőleges főorsójához tartozó burkolat alatt helyezkedik el, amit a kék nyíl is mutat.

4.2. ábra Az alkatrész 3D modellje



A műhelyrajz alapján tudtam készíteni az Inventor segítségével egy 3D modellt, ami segít jobban vizualizálni az elkészítendő alkatrészt. A 4.2. ábra mutatja be a 3D modellt.

Az alkatrész tehát egy hajtóműház része, amely tartalmaz az alsó lapon egy 80 mm átmérőjű furatot felette egy 130 mm átmérőjű süllyesztékkel. Ezen a furaton érkezik be valószínűleg a tengely. Továbbá tartalmaz még 4 darab süllyesztékes furatot az alsó lapon és 4 darab menetes zsákfuratot az oldalfalak tetején, amik valószínűleg rögzítésre és a csatlakozó alkatrészekhez szükséges. Észrevehető, hogy a ház külső és belső részein vannak lekerekítések, amelyek megkönnyítik a szerelést és ergonómiailag is kedvezőbbek. A ház anyaga GG25, ami az EN-GJL 250-es anyaggal egyezik meg. Ez egy lemezgrafitos öntöttvas (szürkeöntvény), amely kemény, kopásálló és jó rezgéscsillapító tulajdonságokkal rendelkezik, ennél fogva megfelelő, hogy ellássa a funkcióját.

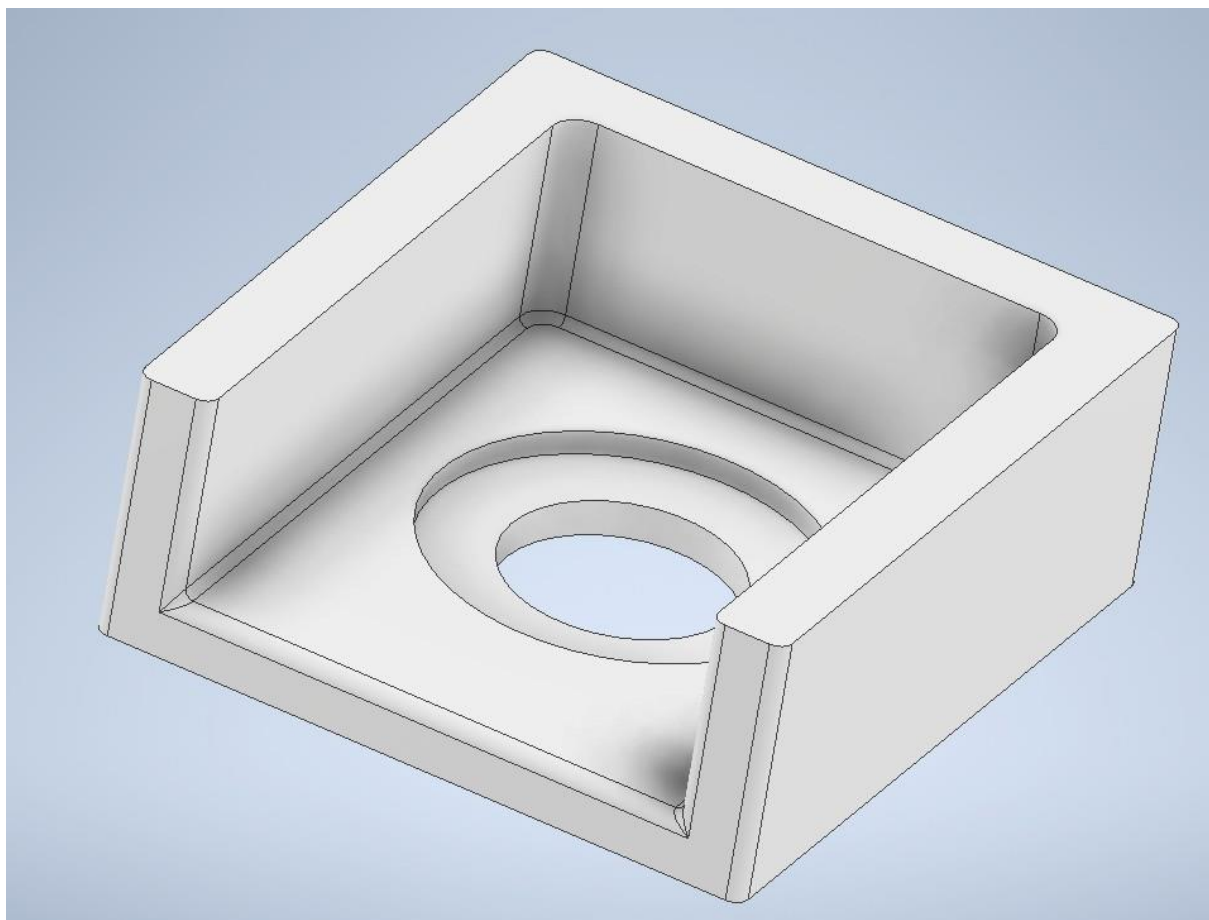
5. Tervezés

5.1 Az öntött előgyártmány megtervezése

A probléma bemutatásában leírtak szerint el kell készíteni és le kell dokumentálni a megrendelésre került alkatrészt. A tervezési folyamat első lépéseként előgyártmányt kell készíteni. Az elkészítendő alkatrész egy CNC karusszel eszterga függőleges főorsó hajtóműházának része, anyaga GG25 (EN-GJL-250), alakja négyzet alapú hasáb rajta U alakban vastag perem és a közepén egy süllyesztékes furat, a legyártandó mennyiség 80 darab. A leírtak alapján öntött előgyártmányt választottam, amit homokformázásos öntési módszerrel fogunk majd kiönteni, figyelembe véve a munkadarab egyedi alakját és a merev oldalfalait. A minta anyaga hungarocell (polisztirol) lesz, ami gazdaságilag kedvező és könnyen formázható. Az előgyártmány elkészítéséhez, először meg kell tervezni az öntéshez szükséges mintát és mivel egy nagyobb átmérőjű süllyesztékes furat helyezkedik el benne, így akkor egy mag is szükséges lesz. Az öntött előgyártmány tervezésekor figyelembe kell venni pár dolgot. [15], [16], [18]

A termék az öntés után, kihülés közben zsugorodni fog, ami szürkeöntvény esetében az 1%-os zsugorodás. Ez azt jelenti, hogy a szükséges alkatrész befoglaló és további méreteire 1%-ot rá kell számolni. Azok a méretek, amelyeket az öntés után forgácsolni kell (marni, esztergálni, fúrni), ott pedig az 1%-os zsugorodás mellett egy forgácsolási ráhagyást is kell számolni. Az ezek után kapott méretekhez mérettűréseket lehet hozzárendelni. A forgácsolási ráhagyásokat és mérettűréseket táblázatból kell kikeresni. Az előgyártmánynál figyelembe kell venni, hogy nem lehetnek éles átmenetek vagy sarkok, ezek helyett lekerekítéseket használunk, de a lekerekítés sem lehet túl nagy, mert különben az anyagban lunkerek (zárványok) képződnek. Törekedni kell az egyenletes falvastagságra és kerülni kell az alámetszéseket. A mintán ki kell jelölni az osztósíkot, ami elválasztja majd a formázószekrény két oldalát. A szekrénybe behelyezik az egyik mintafelet, amit utána feltöltenek homokkal és tömörítik kézi döngölővel vagy homoksajtolóval, majd ezt a másik mintaféllel is megteszik. A szekrényhez elkészítik a beöntőnyílást és a légelvezető csatornát, ha szükséges akkor tápfejeket is tesznek hozzá. A két mintafelet egymás mellé teszik és rögzítik. [26], [32], [28]

5.1. ábra Az öntött előgyártmány 3D rajza



5.2. ábra A vasöntvények forgácsolási ráhagyásaihoz tartozó táblázat [22]

5. táblázat Vasöntvények (ötvözetlen és ötvözött lemezgrafitos, gömbgrafitos vasöntvények, kéreg- és fehérvasöntvények), temperöntvények forgácsolási ráhagyásai

Névleges méret	fölött	30	50	120	250	400	630	1000	1600	2500	4000	
	-ig	30	50	120	250	400	630	1000	1600	2500	4000	
Pontossági fokozat		Névleges forgácsolási ráhagyás (oldalanként)										
Pf1												
Pf2		2,0	2,0	2,5	2,5	-	-	-	-	-	-	-
Pf3												
Pf4												
Pf5		3,0	3,0	3,5	3,5	4,0	5,0	6,0	6,0	-	-	-
Pf6												
Pf7		3,5	4,0	5,0	5,0	6,0	7,0	9,0	11,0	12,0	13,0	15,0
Pf8												
Pf9												
Pf10		4,0	5,0	6,0	7,0	8,0	10,0	12,0	15,0	18,0	20,0	22,0
Pf11												
Pf12												
Pf13		6,0	7,0	8,0	10,0	11,0	14,0	18,0	22,0	24,0	26,0	30,0
Pf14												
Pf15												

Az 5.2. ábra mutatja be az öntéshez szükséges előgyártmányt, amelynek méretei már tartalmazzák a zsugorodási és forgácsolási ráhagyásokat.

Az 5.1. ábra tartalmazza azt a táblázatrészt, amelyből kiválasztottam a szükséges forgácsolási ráhagyásokat, azokhoz a méretekhez, amiket forgácsolni (marni, esztergálni) kell majd. Az előgyártmány méreteit az eredeti alkatrész alapmérete, a szükséges forgácsolási ráhagyás (ahol kell) illetve a zsugorodási (1 %) ráhagyás teszi ki. A kiválasztott forgácsolási ráhagyásokat a Pf7 (7-es pontossági fokozat) vonalában kékkel bekarikáztam. Mivel az előgyártmány elkészítése sem lehet teljesen méretpontos, így szükség van mérettűrésekre is. [15], [21], [18]

5.3. ábra A vasöntvényekhez tartozó mérettűrések [22]

↓ ↓

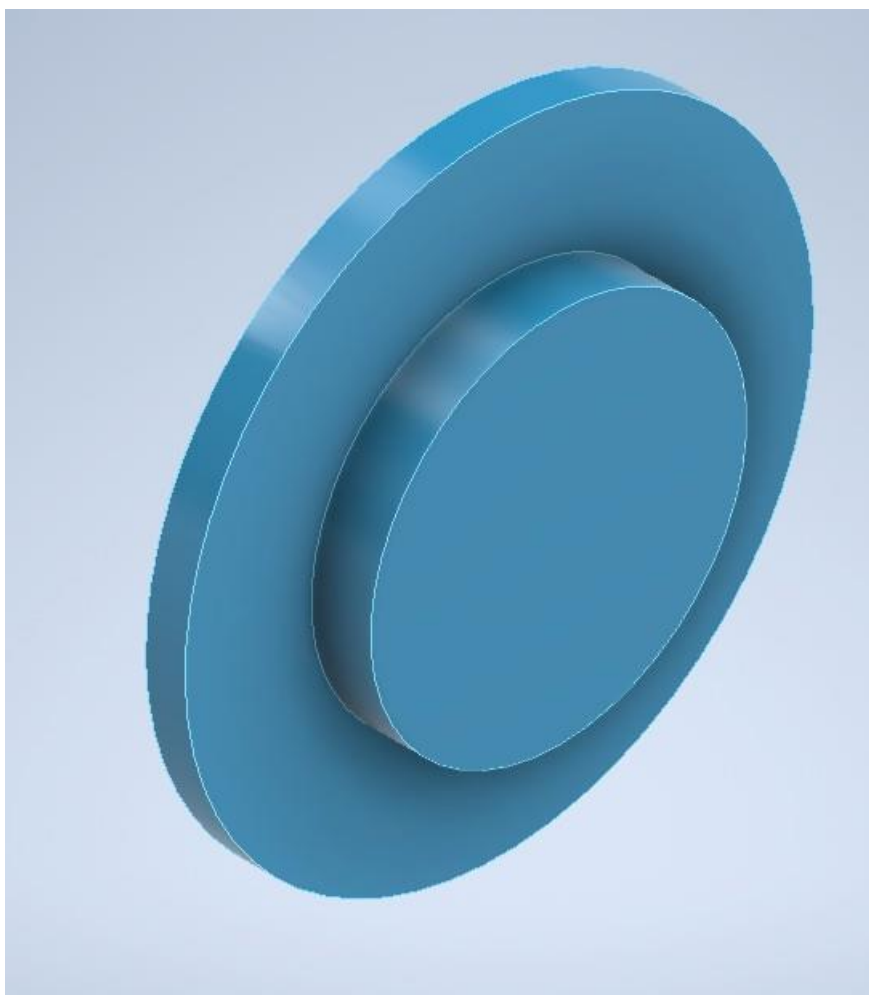
2. táblázat Mérettűrések

Névleges méret	fölött -ig	10	18	30	50	120	250	400	630	1000	1600	2500	4000	
		10	18	30	50	120	250	400	630	1000	1600	2500	4000	
Pontossági fokozat		Mérettűrés ±												
Pf1	0,2	0,25	0,3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Pf2	0,25	0,3	0,4	0,5	0,6	-	-	-	-	-	-	-	-	
Pf3	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	-	-	-	-	-	-	-	
Pf4	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	1	1,2	1,4	-	-	-	-	-	
Pf5	0,5	0,6	0,7	0,8	1	1,2	1,4	1,6	-	-	-	-	-	
Pf6	0,6	0,7	0,8	1	1,2	1,4	1,6	1,8	2	2,5	-	-	-	
Pf7	0,7	0,8	1	1,2	1,4	1,6	1,8	2	2,5	3	4	-	-	
Pf8	0,8	1	1,2	1,4	1,6	1,8	2	2,5	3	4	5	6	7	
Pf9	1	1,2	1,4	1,6	1,8	2	2,5	3	4	5	6	7	9	
Pf10	1,2	1,4	1,6	1,8	2	2,5	3	4	5	6	7	9	10	
Pf11	1,4	1,6	1,8	2	2,5	3	4	5	6	7	9	10	11	
Pf12	1,6	1,8	2	2,5	3	4	5	6	7	9	10	11	12	
Pf13	1,8	2	2,5	3	4	5	6	7	9	10	11	12	14	
Pf14	2	2,5	3	4	5	6	7	9	10	11	12	14	16	
Pf15	2,5	3	4	5	6	7	9	10	11	12	14	16	16	
Pf16	3	4	5	6	7	9	10	12	14	16	18	20	22	

A különböző méretekhez tartozó mérettűréseket az 5.3. ábra látható táblázatból kerestem ki. A szükséges mérettűréseket kékkel bekarikáztam a Pf7 vonalában és ezeket az előgyártmány műhelyrajzán a méretek mellett jelölni kell. Az alkatrész műhelyrajzán nem voltak éles átmenetek és a rajzon szereplő sugarak is nagyobbak voltak mint 3 mm, így nem kellett külön lekerekítéseket tervezni, szóval változatlanok maradtak. A külső oldalfalakra nem kell ferdeséget tervezni a kiemelés miatt, mivel a homokot kell majd csak eltávolítani körbe, szóval a falak egyenesek maradnak. A 4 darab süllyesztékes furat az alsó részen, illetve a 4 darab menetes zsákfurat a peremen nem kerültek rá, mivel azok később készülék segítségével

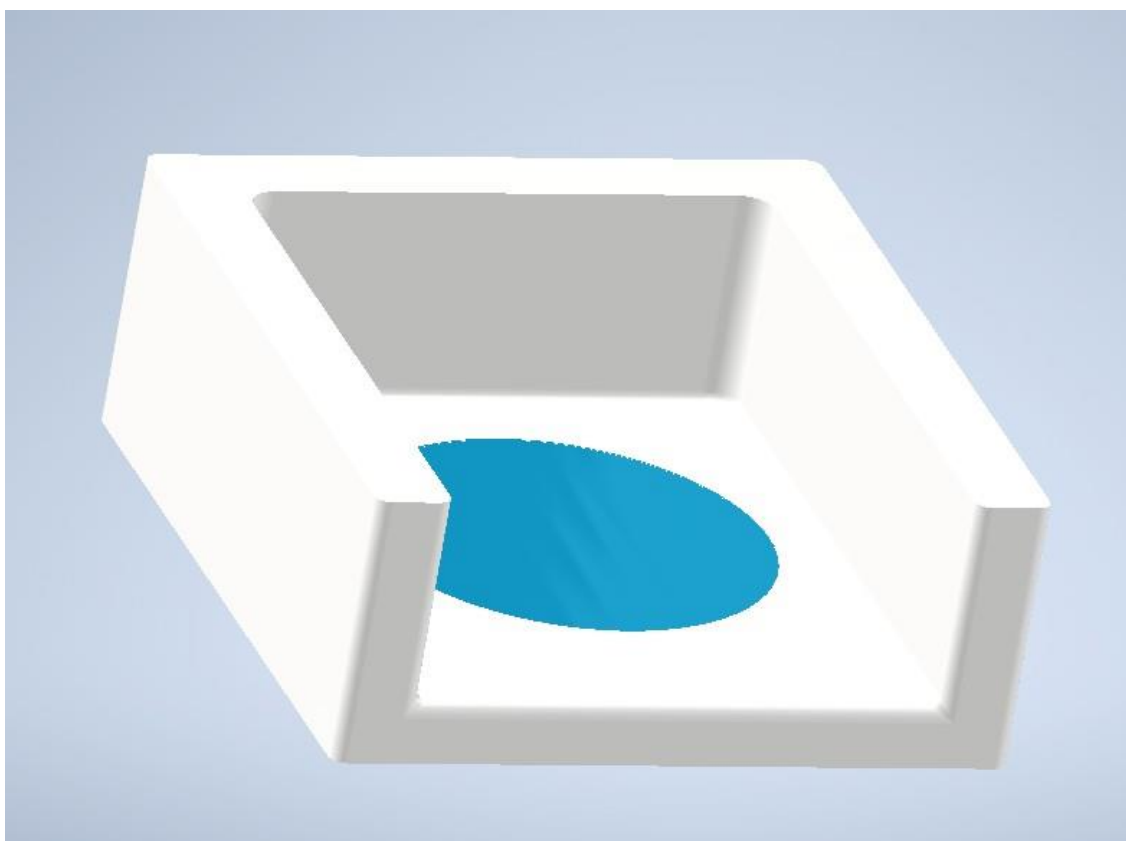
fúrással, süllyesztéssel és menetfúrással lesznek elkészítve a kisebb átmérő miatt. Manapság elterjedté vált a fém és faminta helyett a PS. Így a minta is EPS (hungarocell) anyagból készült, ami gazdaságilag kedvezőbb, könnyű (kis sűrűség), könnyebb formázni és nagyobb mennyiségű öntvényhez is megfelelő. A mintát egy hungarocell tömbből kell majd kialakítani, amihez egy kézi elektromosan működő polisztírol vágót kell majd alkalmazni. Ezzel lehet a legjobban a síkokat, lekerekítéseket és a minta alakját kialakítani. A minta osztósíkját függőlegesen helyeztem el, ami keresztül megy a szimmetriatengelyen.

5.4. ábra Az előgyártmányhoz tartozó mag



A 5.4. ábra mutatja be az előgyártmányhoz szükséges magot. A mag méretei megegyeznek a mintába való illeszkedés méreteivel (átmérők, sugarak, hossz). A mag végén lévő hengeres rész kerül majd az alsó laphoz. A magot az öt körülvevő (alul, felül) homok fogja egyhelyben tartani, szóval nem kell magtámaszt tervezni hozzá. A mag anyaga POM, ez egy olyan polimer, amely bármelyik szerszámgépen jól forgácsolható, 150°C-ig hőálló és jól ellenáll oxidációnak, hidrolízisnek és savaknak is. A 5.5. ábra mutatja be a hungarocell minta és mag egymásba illesztett egységét, amit elhelyezünk a formázószekrénybe és a homokkal való feltöltés után eltávolítjuk a mintát, így csak a mag marad benne.

5.5. ábra Az előgyártmány mintája és a mag összeillesztve



6.1 A forgácsolási művelet megtervezése

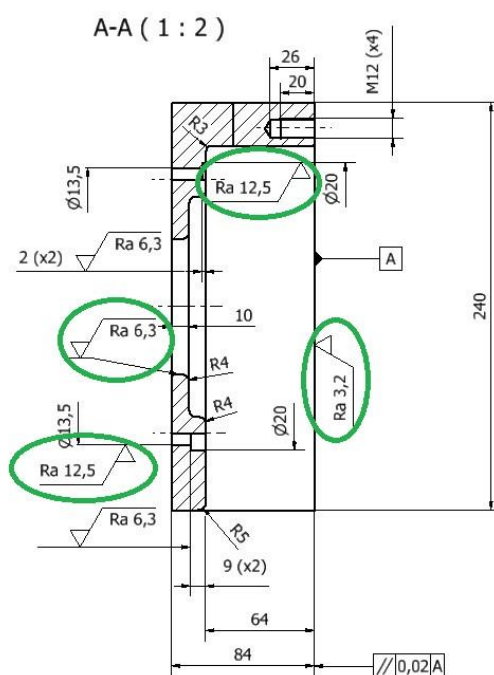
Az öntési folyamat elvégzése után, meg kell várni, amíg az anyag megdermed, majd a szekrény szétszedése után el kell távolítani róla a homokot. Ezt az előgyártmány tisztítási folyamata követi, ahol eltávolítják a beépített magot, illetve levágják az előgyártmányról a beöntőnyílást és a hozzá tartozó rendszert, illetve a légelvezetőt is. A vágás után fennmaradt

érdes felületeket csiszolással vagy köszörüléssel méretre kell munkálni. A tisztítási folyamat után a forgácsolási műveleteket kell megtervezni. A forgácsolási módokat a műhelyrajzon lévő felületi érdességi jelek különböztetik meg egymástól. A rajzot áttekintve 3 megmunkálást kell majd alkalmazni, az alkatrész különböző helyein. A 3 darab forgácsolási művelethez külön-külön gyártási dokumentációt kell készíteni. Ki kell választani a szükséges szabványos szerszámgépet, szerszámot, a gyártási paramétereket (forgácsoló sebesség, előtolás, fordulatszám stb.). A gyártási paraméterek meghatározása után a műveletekhez utasítási lapot kell készíteni. [18], [15]

Az 5.6. ábra az elkészítendő alkatrész metszeti ábráját mutatja, ahol narancs színű karikákkal jelöltem a felületi érdességeket. Az Ra3,2-es érdesség azt jelöli, hogy az előgyártmány tetejét marni kell, a Ra6,3-mas érdesség azt jelöli, hogy a két nagy átmérőjű furatot furatesztergálással kell elkészíteni, az Ra12,5-ös érdességnél pedig a furatokat telibefúrással és süllyesztékes fúrással kell megmunkálni, illetve a menetes zsákfuratot is előfúrás majd menetfúrással kell elkészíteni. Azok a felületek, amiknél nincsen külön felületi érdesség, azokat nem kell forgácsolni, mert azok öntés után változatlanok maradnak.

A megmunkálandó termék egy homokformázással kiöntött előgyártmány. Anyaga GG25 (EN-GJL-250), szakítószilárdsága $250 \frac{N}{mm^2}$. Behatároló méretek 220x240.

5.6. ábra A hajtóműház metszeti nézete



5.1.1. Marás

A marási folyamat során az előgyártmányon lévő 5 mm-es forgácsolási ráhagyást kell eltávolítani. A szükséges szerszám gép egy UF-221-es egytetemes marógép, a megmunkálás szerszáma egy homlokmaró hosszirányú reteszhoronnyal Ø40x30 HS 1801 MSZ3852.

A fogásmélység: $a = 1 \text{ mm}$

Az előtolás: $f_1 = 0,12 \frac{\text{mm}}{\text{fog}}$

A fogások száma: $i = 5$

A forgácsoló sebesség meghatározása:

$$v = v_0 * K_K * K_m * K_k \left[\frac{\text{m}}{\text{min}} \right]$$

ahol:

$$v_0 = 44 \frac{\text{m}}{\text{min}}; K_K = 0,83; K_m = 1; K_k = 0,80$$

$$v = 44 \frac{\text{m}}{\text{min}} * 0,83 * 1 * 0,80 = 29,216 \left[\frac{\text{m}}{\text{min}} \right]$$

A fordulatszám:

$$n = \frac{1000 * v}{D * \pi} = \frac{1000 * 29,216 \frac{\text{m}}{\text{min}}}{40 \text{ mm} * \pi} = 232,50 \frac{1}{\text{min}}$$

Ehhez a legközelebb az $355 \frac{1}{\text{min}}$ áll így $n_{\text{gépi}} = 355 \frac{1}{\text{min}}$.

A megváltozott forgácsoló sebesség:

$$v_m = \frac{D * \pi * n_{\text{gépi}}}{1000} = \frac{40 \text{ mm} * \pi * 355 \frac{1}{\text{min}}}{1000} = 44,61 \frac{\text{m}}{\text{min}} = 0,74 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

Az asztal előtolása:

$$s = f_1 * z * n = 0,12 \frac{\text{mm}}{\text{fog}} * 8 * 355 \frac{1}{\text{min}} = 340,8 \frac{\text{mm}}{\text{min}}$$

A gépen beállítható érték $70 \frac{\text{mm}}{\text{min}}$, így $s = 70 \frac{\text{mm}}{\text{min}}$.

A maróra ható erő meghatározása:

$$\sin \frac{\varphi}{2} = \frac{b}{D} = \frac{25 \text{ mm}}{40 \text{ mm}} = 0,625, \text{ innen } \varphi = 77,36^\circ$$

$$\delta = \frac{360^\circ}{z} = \frac{360^\circ}{8} = 45^\circ$$

$$\psi = \frac{\varphi}{\delta} = \frac{77,36^\circ}{45^\circ} = 1,72$$

$$f_k = \frac{f_1 * b}{D * \pi} * \frac{360^\circ}{\varphi} = \frac{0,12 \frac{\text{mm}}{\text{fog}} * 10 \text{ mm}}{40 \text{ mm} * \pi} * \frac{360^\circ}{77,36^\circ} = 0,111 \frac{\text{mm}}{\text{ford}}$$

A maróra ható közepes kerületi erő nagysága:

$$F_{\text{maró}} = \psi * k_{c1,1} * f_k * a = 1,72 * 1160 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} * 0,111 \frac{\text{mm}}{\text{ford}} * 1 \text{ mm} = 221,65 \text{ N}$$

A maráshoz szükséges forgácsolási teljesítmény:

$$P = F_{\text{maró}} * v_m = 221,65 \text{ N} * 0,74 \frac{\text{m}}{\text{s}} = 164,80 \text{ W}$$

A hajtáshoz szükséges teljesítményszükséglet:

$$P_h = \frac{P}{\eta} = \frac{164,80 \text{ W}}{0,8} = 206 \text{ W} = 0,206 \text{ kW}$$

A megmunkáláshoz kiválasztott UF-221 egyetemes marógépbe beépített 9 kW-os villanymotor ezt a teljesítményszükségletet kielégíti.

A forgácsolás időtartama:

$$t_g = \frac{i * L}{v_f} = \frac{i * (l_1 + l_2 + L)}{S_{\text{gépi}}} = \frac{5 * (2 \text{ mm} + 2 \text{ mm} + 700 \text{ mm})}{70 \frac{\text{mm}}{\text{min}}} = 251,71 \text{ min}$$

5.1.2. Furatesztergálás I.

A furatesztergálás során először a 75 mm-es átmérőjű furatot kell 76 mm-re leesztergálni. A szükséges szerszám gép egy EU500-as egyetemes csúcseszterga és a hozzá szükséges szerszám egy átmenő lyukkés keményfémlapkával P20 32x32 MSZ1912.

$$D = 76 \text{ mm (megmunkált átmérő)} \text{ és } d = 75 \text{ mm (kiinduló átmérő)}$$

A fogásmélység:

$$a = \frac{D - d}{2} = \frac{76 \text{ mm} - 75 \text{ mm}}{2} = 0,5 \text{ mm}$$

Az előtolás értéke:

$$f = \frac{F_f}{a * k_{c1,1}} = \frac{9000 \text{ N}}{0,5 \text{ mm} * 1160 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}} = 15,51 \frac{\text{mm}}{\text{ford}}$$

$$\frac{a}{f} = \frac{0,5 \text{ mm}}{15,51 \frac{\text{mm}}{\text{ford}}} = 0,032$$

Mivel a 0,032 kisebb, mint a keményfémlapkához tartozó a/f viszony, ami 5:1-hez így a fogást nem kell szétosztani.

$$i = 1$$

$$a = 0,5 \text{ mm}$$

$$f = \frac{a}{5} = \frac{0,5 \text{ mm}}{5} = 0,10 \frac{\text{mm}}{\text{ford}}$$

A megváltozott előtoláshoz tartozó k_c érték:

$$k_c = \frac{k_{c1,1}}{h^m} = \frac{1160 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}}{\left(0,11 \frac{\text{mm}}{\text{ford}}\right)^{0,20}} = 1803,76 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

A keletkező forgácsolóerő nagysága:

$$F_{fv} = k_c * f * a = 1803,76 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} * 0,10 \frac{\text{mm}}{\text{ford}} * 0,5 \text{ mm} = 90,188 \text{ N}$$

A forgácsoló sebesség:

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

ahol:

$$v_0 = 60 \frac{\text{m}}{\text{min}}; K_h = 0,95; K_{SZ} = 1,02; K_K = 0,73; K_m = 1; K_k = 0,65; K_T = 1$$

$$v = 60 \frac{m}{min} * 0,73 * 1,02 * 1 * 0,65 * 0,95 * 1 = 27,58 \left[\frac{m}{min} \right]$$

A fordulatszám:

$$n = \frac{1000 * v}{d * \pi} = \frac{1000 * 27,58 \frac{m}{min}}{75 mm * \pi} = 117,08 \frac{1}{min}$$

Ehhez a legközelebb az $140 \frac{1}{min}$ áll így $n_{gépi} = 140 \frac{1}{min}$.

A megváltozott forgácsoló sebesség:

$$v_m = \frac{d * \pi * n_{gépi}}{1000} = \frac{75 mm * \pi * 140 \frac{1}{min}}{1000} = 32,98 \frac{m}{min}$$

A forgácsolás teljesítményszükséglete:

$$P = \frac{F_{fv} * v_m}{60000} = \frac{90,188 N * 32,98 \frac{m}{min}}{60000} = 0,049 kW$$

A hajtáshoz szükséges teljesítmény meghatározása:

$$P_h = \frac{P}{\eta} = \frac{0,049 kW}{0,8} = 0,061 kW$$

A választott EU500-as egyetemes csúcsesztergába beépített 10 kW-os villanymotor ezt a teljesítményszükségletet kielégíti.

A forgácsolás időtartama:

$$t_g = \frac{i * L}{v_f} = \frac{i * (l_1 + l_2 + L)}{f * n_{gépi}} = \frac{1 * (2 mm + 2 mm + 10 mm)}{0,10 \frac{mm}{ford} * 140 \frac{1}{min}} = 1 min$$

5.1.3. Furatesztergálás II.

A furatesztergálás során először a 125 mm-es átmérőjű furatot kell 126 mm-re leesztergálni 8 mm mélyen. A szükséges szerszám gép egy EU500-as egyetemes csúcseszterga és a hozzá szükséges szerszám egy fenéklyukkés keményfémlapkával P20 32x32 MSZ1913.

$$D = 126 mm \text{ (megmunkált átmérő)} \text{ és } d = 125 mm \text{ (kiinduló átmérő)}$$

A fogásmélység:

$$a = \frac{D - d}{2} = \frac{126 \text{ mm} - 125 \text{ mm}}{2} = 0,5 \text{ mm}$$

Az előtolás értéke:

$$f = \frac{F_f}{a * k_s} = \frac{9000 \text{ N}}{0,5 \text{ mm} * 1160 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}} = 15,51 \frac{\text{mm}}{\text{ford}}$$

$$\frac{a}{f} = \frac{0,5 \text{ mm}}{15,51 \frac{\text{mm}}{\text{ford}}} = 0,032$$

Mivel a 0,032 kisebb, mint a keményfémlapkához tartozó a/f viszony, ami 5:1-hez így a fogást nem kell szétosztani.

$$i = 1$$

$$a = 0,5 \text{ mm}$$

$$f = \frac{a}{5} = \frac{0,5 \text{ mm}}{5} = 0,10 \frac{\text{mm}}{\text{ford}}$$

A megváltozott előtoláshoz tartozó k_c érték:

$$k_c = \frac{k_{c1,1}}{h^m} = \frac{1160 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}}{\left(0,11 \frac{\text{mm}}{\text{ford}}\right)^{0,20}} = 1803,76 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

A keletkező forgácsolóerő nagysága:

$$F_{fv} = k_c * f * a = 1803,76 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} * 0,10 \frac{\text{mm}}{\text{ford}} * 0,5 \text{ mm} = 90,188 \text{ N}$$

A forgácsoló sebesség:

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

ahol:

$$v_0 = 60 \frac{\text{m}}{\text{min}}; K_h = 0,95; K_{sz} = 1,02; K_K = 0,73; K_m = 1; K_k = 0,65; K_T = 1$$

$$v = 60 \frac{m}{min} * 0,73 * 1,02 * 1 * 0,66 * 0,95 * 1 = 27,58 \left[\frac{m}{min} \right]$$

A fordulatszám:

$$n = \frac{1000 * v}{d * \pi} = \frac{1000 * 27,58 \frac{m}{min}}{125 mm * \pi} = 70,25 \frac{1}{min}$$

Ehhez a legközelebb az $112 \frac{1}{min}$ áll így $n_{gépi} = 112 \frac{1}{min}$.

A megváltozott forgácsoló sebesség:

$$v_m = \frac{d * \pi * n_{gépi}}{1000} = \frac{125 mm * \pi * 112 \frac{1}{min}}{1000} = 43,98 \frac{m}{min}$$

A forgácsolás teljesítményszükséglete:

$$P = \frac{F_{fv} * v_m}{60000} = \frac{90,188 N * 43,98 \frac{m}{min}}{60000} = 0,066 kW$$

A hajtáshoz szükséges teljesítmény meghatározása:

$$P_h = \frac{P}{\eta} = \frac{0,066 kW}{0,8} = 0,082 kW$$

A választott EU500-as egyetemes csúcsesztergába beépített 10 kW-os villanymotor ezt a teljesítményszükségletet kielégíti.

A forgácsolás időtartama:

$$t_g = \frac{i * L}{v_f} = \frac{i * (l_1 + l_2 + L)}{f * n_{gépi}} = \frac{1 * (2 mm + 0 mm + 8 mm)}{0,10 \frac{mm}{ford} * 112 \frac{1}{min}} = 0,89 min$$

5.1.4. Simító esztergálás

A furatesztergálás után egy simító esztergálást kell végezni, amivel az eredeti alkatrész átmérő méreteit és a szükséges külső és belső éllekerékítéseket lehet kialakítani. A könnyebb megmunkálhatóság miatt az átmérőkre 4 mm-t hagytam rá, illetve a nagyobb átmérőnél hosszban 2 mm-t, mert ezzel egy vonalban, több fogásban le lehet esztergálni a ráhagyásokat.

A szükséges szerszám gép egy EU500-as egytetemes csúcseszterga és a hozzá szükséges szerszám nem található a táblázatokban, így egy szerszám bekérő lapot kell kitölteni hozzá.

A fogásmélység:

$$a = 2 \text{ mm}$$

Az előtolás értéke:

$$f = \sqrt{13 * R_a * r_\varepsilon} = \sqrt{13 * 3,2 \mu\text{m} * 1 \text{ mm}} = 0,20 \frac{\text{mm}}{\text{ford}}$$

Az megváltozott előtoláshoz tartozó k_c értéke:

$$k_c = \frac{k_{c1,1}}{h^m} = \frac{1160 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}}{(0,20 \text{ mm})^{0,20}} = 1600,48 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

A keletkező forgácsolóerő nagysága:

$$F_{fv} = k_s * f * a = 1600,48 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} * 0,20 \frac{\text{mm}}{\text{ford}} * 1 \text{ mm} = 320,09 \text{ N}$$

A forgácsoló sebesség:

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

ahol:

$$v_0 = 60 \frac{\text{m}}{\text{min}}; K_h = 0,95; K_{sz} = 1,02; K_K = 0,73; K_m = 1; K_k = 0,65; K_T = 1$$

$$v = 60 \frac{\text{m}}{\text{min}} * 0,73 * 1,02 * 1 * 0,65 * 0,95 * 1 = 27,58 \left[\frac{\text{m}}{\text{min}} \right]$$

A fordulatszám:

$$n = \frac{1000 * v}{d * \pi} = \frac{1000 * 27,58 \frac{\text{m}}{\text{min}}}{130 \text{ mm} * \pi} = 67,54 \frac{1}{\text{min}}$$

Ehhez a legközelebb az $112 \frac{1}{\text{min}}$ áll így $n_{gépi} = 112 \frac{1}{\text{min}}$.

A megváltozott forgácsoló sebesség:

$$v_m = \frac{d * \pi * n_{gépi}}{1000} = \frac{130 \text{ mm} * \pi * 112 \frac{1}{\text{min}}}{1000} = 45,74 \frac{\text{m}}{\text{min}}$$

A forgácsolás teljesítményszükséglete:

$$P = \frac{F_{fv} * v_m}{60000} = \frac{320,09 \text{ N} * 45,74 \frac{\text{m}}{\text{min}}}{60000} = 0,244 \text{ kW}$$

A hajtáshoz szükséges teljesítmény meghatározása:

$$P_h = \frac{P}{\eta} = \frac{0,244 \text{ kW}}{0,8} = 0,305 \text{ kW}$$

A választott EU500-as egyetemes csúcsesztergába beépített 10 kW-os villanymotor ezt a teljesítményszükségletet kielégíti.

A forgácsolás időtartama:

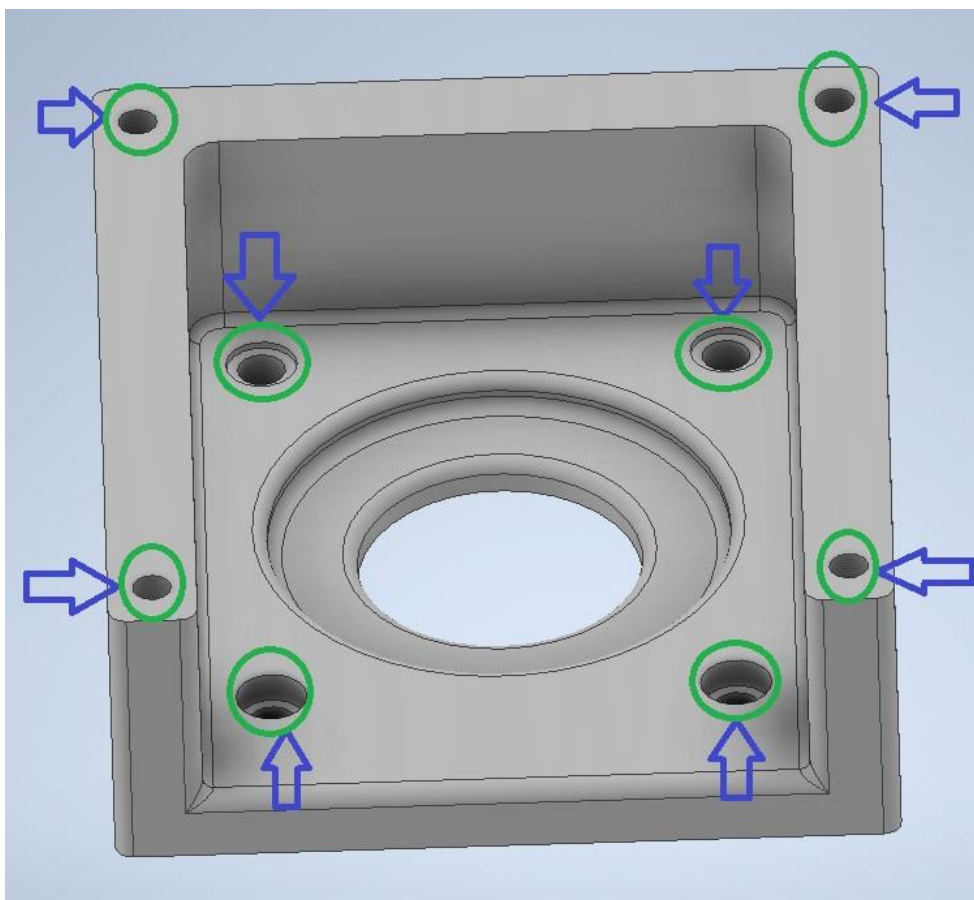
$$t_g = \frac{i * L}{v_f} = \frac{i * (l_1 + l_2 + L)}{f * n_{gépi}} = \frac{2 * (2 \text{ mm} + 0 \text{ mm} + 43,84 \text{ mm})}{0,20 \frac{\text{mm}}{\text{ford}} * 112 \frac{1}{\text{min}}} = 4,09 \text{ min}$$

7.1 Fúrési folyamat megtervezése

A forgácsleválasztás másik fontos lépése (a marás és esztergálás után) a süllyesztékes és menetes furatok elkészítése.

A 5.7. ábra jól szemlélteti, hogy a furatok a legyártandó alkatrészhez nem egy síkban helyezkednek el, hanem két különböző szinten. Továbbá a lent lévő furatok süllyesztéke is eltér. Figyelembe véve, hogy a fent említett alkatrészből 80 darabot kell elkészíteni és az összes furatnak a helye mérethez van kötve így, a legyártáshoz szükséges több készülék alkalmazása is. A készülék az MKGS rendszer egyik része, ami arra szolgál a forgácsolószerszámot megvezesse a megfelelő pozícióba. Ez segítené a gyártást pontosabbá, termelékenyebbé és gazdaságosabbá tenni. [22], [18]

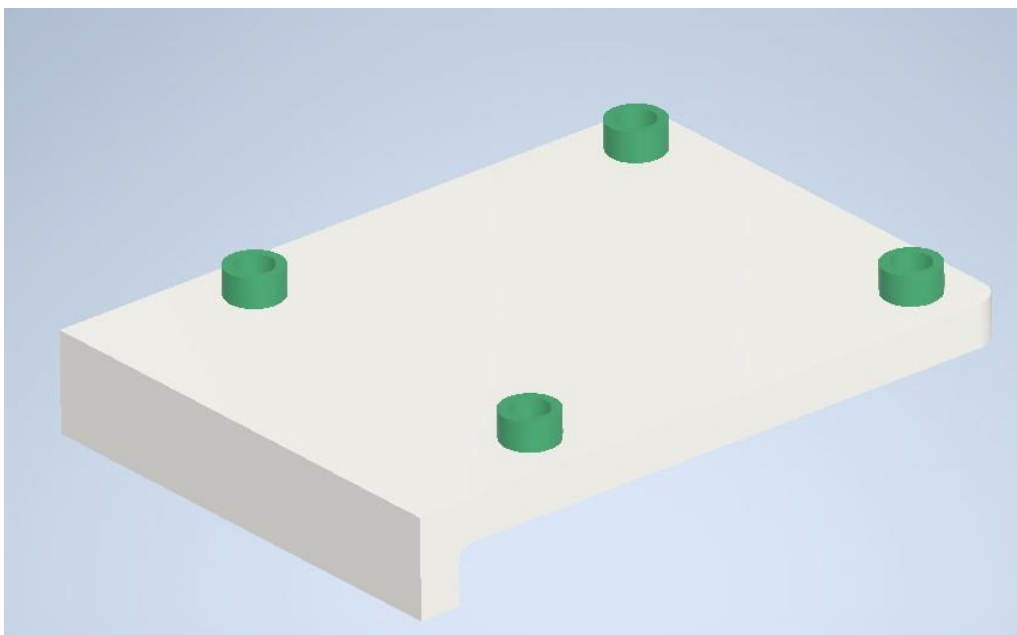
5.7. ábra A legyártandó alkatrész



5.1.5. Fúrás I.

Első lépésben az a telibefúrásokat kell megcsinálni meg mind a négy furatot ugyanazzal a szerszámmal kell. A szükséges szerszámgép egy RF-22 sugárfúrógép, a szükséges szerszám hozzá egy hengeres szárú hosszú csigafúró 13,5 h8 HSS 1801 MSZ3984 és a 001-es számú készülék (5.8. ábra).

5.8. ábra 001-esz fúrólap perselyekkel



A fogásmélység:

$$a = \frac{D}{2} = \frac{13,5 \text{ mm}}{2} = 6,75 \text{ mm}$$

Az előtolás értéke:

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

A fogások értéke:

$$i = 1$$

A forgácsolósebesség értéke:

$$v_c = v_0 * K_1 * K_a * K_{sz} \left[\frac{m}{min} \right]$$

ahol:

$$v_0 = 13,4 \frac{m}{min}; K_1 = 1; K_a = 0,85; K_{sz} = 1$$

$$v_c = 13,4 \frac{m}{min} * 1 * 0,85 * 1 = 11,39 \frac{m}{min}$$

A fordulatszám meghatározása:

$$n = \frac{1000 * v_c}{D * \pi} = \frac{1000 * 11,39 \frac{m}{min}}{13,5 \text{ mm} * \pi} = 268,55 \frac{1}{min}$$

A hozzá legközelebb álló gépi érték 355 1/min, így $n_{gépi} = 355 \frac{1}{min}$.

A megváltozott forgácsoló sebesség:

$$v_m = \frac{D * \pi * n_{gépi}}{1000} = \frac{13,5 \text{ mm} * \pi * 355 \frac{1}{min}}{1000} = 15,05 \frac{m}{min} = 0,25 \frac{m}{s}$$

A fúró nyomatékigénye:

$$\begin{aligned} M &= F_1 * \frac{D}{2} = k_c * A * \frac{D}{2} = k_c * \frac{D * f}{4} * \frac{D}{2} \\ &= k_c * \frac{D^2 * f}{8000} = 1160 \frac{N}{mm^2} * \frac{(13,5 \text{ mm})^2 * 0,25 \frac{mm}{ford}}{8000} = 6,60 \text{ Nm} \end{aligned}$$

A fúrás teljesítményszükséglete:

$$P = \frac{M * 2 * \pi * n_{gépi}}{60000} = \frac{6,60 \text{ Nm} * 2 * \pi * 355 \frac{1}{min}}{60000} = 0,24 \text{ kW}$$

A hajtáshoz szükséges teljesítmény hatásfoka:

$$P_h = \frac{P}{\eta} = \frac{0,24 \text{ kW}}{0,8} = 0,31 \text{ kW}$$

A választott RF-22-es sugárfűrőgéphez beépített 2,8 kW-os villanymotor ezt a teljesítményszükségletet kielégíti.

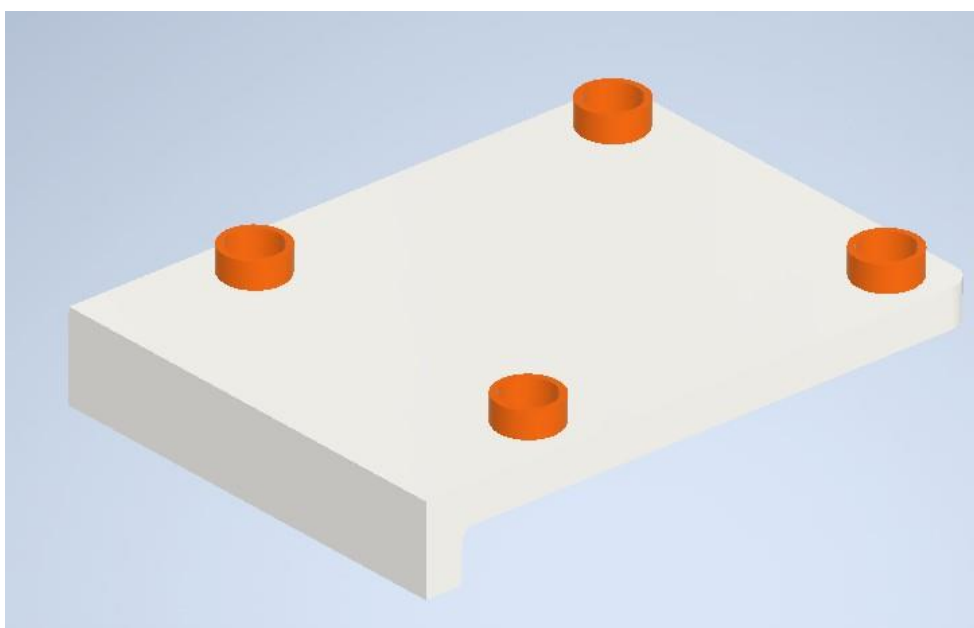
A forgácsolás időtartama:

$$t_g = \frac{L}{v_f} = \frac{(l_1 + l_2 + L)}{f * n_{gépi}} = \frac{(3 \text{ mm} + 3 \text{ mm} + 20 \text{ mm})}{0,25 \frac{\text{mm}}{\text{ford}} * 355 \frac{1}{\text{min}}} = 0,30 \text{ min}$$

5.1.6. Fúrás II.

A telibefúrás után a süllyesztékes furatokat kell elkészíteni. Két különböző mélységű furatot kell készíteni, viszont ez nem befolyásolja a gyártási paramétereket, így ugyanazokkal a beállításokkal is legyárthatóak. Ezáltal a következő számításból adódó értékek, mind a két típusú süllyesztékes furatnál alkalmas. A szükséges szerszám gép egy RF-22 sugárfűrőgép, a szükséges szerszám hozzá egy csigasüllyesztő 20 HSS 1801 és a 002-es számú készülék (5.9. ábra).

5.9. ábra 002-es fúrólap perselyekkel



A fogásmélység:

$$a = \frac{D - d}{2} = \frac{20 \text{ mm} - 13,5 \text{ mm}}{2} = 3,25 \text{ mm}$$

Az előtolás értéke:

$$f = 0,50 \frac{\text{mm}}{\text{ford}}$$

A fogások értéke:

$$i = 1$$

A forgácsolósebesség értéke:

$$v_c = v_0 * K_1 * K_a * K_{sz} \left[\frac{\text{m}}{\text{min}} \right]$$

ahol:

$$v_0 = 32 \frac{\text{m}}{\text{min}}; K_1 = 1; K_a = 0,85; K_{sz} = 1$$

$$v_c = 32 \frac{\text{m}}{\text{min}} * 1 * 0,85 * 1 = 27,2 \frac{\text{m}}{\text{min}}$$

A fordulatszám meghatározása:

$$n = \frac{1000 * v_c}{D * \pi} = \frac{1000 * 27,2 \frac{\text{m}}{\text{min}}}{20 \text{ mm} * \pi} = 432,90 \frac{1}{\text{min}}$$

A hozzá legközelebb álló gépi érték $500 \frac{1}{\text{min}}$, így $n_{\text{gépi}} = 500 \frac{1}{\text{min}}$.

A megváltozott forgácsoló sebesség:

$$v_m = \frac{D * \pi * n_{\text{gépi}}}{1000} = \frac{20 \text{ mm} * \pi * 500 \frac{1}{\text{min}}}{1000} = 31,41 \frac{\text{m}}{\text{min}} = 0,52 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

A fúró nyomatékigénye:

$$M = F_1 * \frac{D}{2} = k_c * A * \frac{D}{2} = k_c * \frac{D * f}{4} * \frac{D}{2}$$

$$= k_c * \frac{D^2 * f}{8000} = 1160 \frac{N}{mm^2} * \frac{(20 \text{ mm})^2 * 0,50 \frac{mm}{ford}}{8000} = 29 \text{ Nm}$$

A fúrás teljesítményszüksége:

$$P = \frac{M * 2 * \pi * n_{gépi}}{60000} = \frac{29 \text{ Nm} * 2 * \pi * 500 \frac{1}{min}}{60000} = 1,51 \text{ kW}$$

A hajtáshoz szükséges teljesítmény határfoka:

$$P_h = \frac{P}{\eta} = \frac{1,51 \text{ kW}}{0,8} = 1,89 \text{ kW}$$

A választott RF-22-es sugárfúrógépbe beépített 2,8 kW-os villanymotor ezt a teljesítményszükségletet kielégíti.

A forgácsolás időtartama (Ø20x2 süllyesztékes furathoz):

$$t_g = \frac{L}{v_f} = \frac{(l_1 + l_2 + L)}{f * n_{gépi}} = \frac{(3 \text{ mm} + 0 \text{ mm} + 2 \text{ mm})}{0,50 \frac{mm}{ford} * 500 \frac{1}{min}} = 0,02 \text{ min}$$

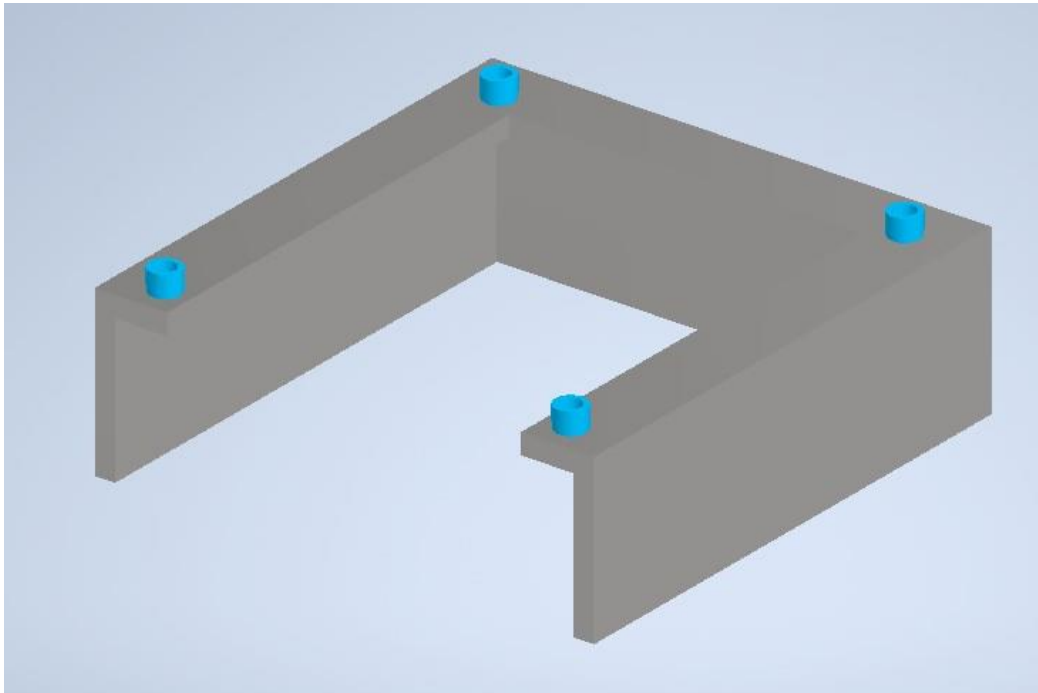
A forgácsolás időtartama (Ø20x9 süllyesztékes furathoz):

$$t_g = \frac{L}{v_f} = \frac{(l_1 + l_2 + L)}{f * n_{gépi}} = \frac{(3 \text{ mm} + 0 \text{ mm} + 9 \text{ mm})}{0,50 \frac{mm}{ford} * 500 \frac{1}{min}} = 0,048 \text{ min}$$

5.1.7. Fúrás III.

A menetes zsákfuratok a fenti U alapú peremen helyezkednek el. Először egy 10 mm-es átmérőjű fúróval lefúrunk 26 mm mélyre. A szükséges szerszám gép egy RF-22-es sugárfúrógép és a hozzá szükséges szerszámok egy hengeres szárú hosszú csigafúró 10 h8 HSS 1801 és a 003-mas számú készülék (5.12. ábra).

5.12. ábra 003-mas fűrőlap perselyekkel



A fogásmélység:

$$a = \frac{D}{2} = \frac{10 \text{ mm}}{2} = 5 \text{ mm}$$

Az előtolás értéke:

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

A fogások értéke:

$$i = 1$$

A forgácsolósebesség értéke:

$$v_c = v_0 * K_1 * K_a * K_{sz} \left[\frac{\text{m}}{\text{min}} \right]$$

ahol:

$$v_0 = 17,5 \frac{\text{m}}{\text{min}}; K_1 = 1; K_a = 0,85; K_{sz} = 1$$

$$v_c = 17,5 \frac{\text{m}}{\text{min}} * 1 * 0,85 * 1 = 14,87 \frac{\text{m}}{\text{min}}$$

A fordulatszám meghatározása:

$$n = \frac{1000 * v_c}{D * \pi} = \frac{1000 * 14,87 \frac{m}{min}}{10 mm * \pi} = 473,48 \frac{1}{min}$$

A hozzá legközelebb álló gépi érték 500 1/min, így $n_{gépi} = 500 \frac{1}{min}$.

A megváltozott forgácsoló sebesség:

$$v_m = \frac{D * \pi * n_{gépi}}{1000} = \frac{10 mm * \pi * 500 \frac{1}{min}}{1000} = 15,70 \frac{m}{min} = 0,26 \frac{m}{s}$$

A fúró nyomatékigénye:

$$M = F_1 * \frac{D}{2} = k_c * A * \frac{D}{2} = k_c * \frac{D * f}{4} * \frac{D}{2}$$

$$= k_c * \frac{D^2 * f}{8000} = 1160 \frac{N}{mm^2} * \frac{(10 mm)^2 * 0,17 \frac{mm}{ford}}{8000} = 2,465 Nm$$

A fúrás teljesítményszükséglete:

$$P = \frac{M * 2 * \pi * n_{gépi}}{60000} = \frac{2,465 Nm * 2 * \pi * 500 \frac{1}{min}}{60000} = 0,129 kW$$

A hajtáshoz szükséges teljesítmény hatásfoka:

$$P_h = \frac{P}{\eta} = \frac{0,129 kW}{0,8} = 0,161 kW$$

A választott RF-22-es sugárfúrógépbe beépített 2,8 kW-os villanymotor ezt a teljesítményszükségletet kielégíti.

A forgácsolás időtartama:

$$t_g = \frac{L}{v_f} = \frac{(l_1 + l_2 + L)}{f * n_{gépi}} = \frac{(3 mm + 0 mm + 26 mm)}{0,17 \frac{mm}{ford} * 500 \frac{1}{min}} = 0,34 min$$

A menetes zsákfuratok a fenti U alapú peremen helyezkednek el. A 10 mm-es átmérőjű előfúrt furat után a gépi menetfúróval elkészítjük az M12 menetes furatot 20 mm mélyen. A szükséges

szerszám gép egy RF-22-es sugárfúró gép és a hozzá szükséges szerszám egy M12 K HSS 1801 MSZ 3920.

A fogásmélység:

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

Az előtolás értéke:

$$f = 0,50 \frac{\text{mm}}{\text{ford}}$$

A fogások értéke:

$$i = 1$$

A forgácsolósebesség értéke:

$$v_c = 5,5 \frac{\text{m}}{\text{min}}$$

A fordulatszám meghatározása:

$$n = \frac{1000 * v_c}{D * \pi} = \frac{1000 * 5,5 \frac{\text{m}}{\text{min}}}{12 \text{ mm} * \pi} = 145,89 \frac{1}{\text{min}}$$

A hozzá legközelebb álló gépi érték $180 \frac{1}{\text{min}}$, így $n_{\text{gépi}} = 180 \frac{1}{\text{min}}$.

A megváltozott forgácsoló sebesség:

$$v_m = \frac{D * \pi * n_{\text{gépi}}}{1000} = \frac{12 \text{ mm} * \pi * 180 \frac{1}{\text{min}}}{1000} = 6,78 \frac{\text{m}}{\text{min}} = 0,11 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

A fúró nyomatékigénye:

$$\begin{aligned} M &= F_1 * \frac{D}{2} = k_c * A * \frac{D}{2} = k_c * \frac{D * f}{4} * \frac{D}{2} \\ &= k_c * \frac{D^2 * f}{8000} = 1160 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} * \frac{(12 \text{ mm})^2 * 0,50 \frac{\text{mm}}{\text{ford}}}{8000} = 10,44 \text{ Nm} \end{aligned}$$

A fúrás teljesítményszükséglete:

$$P = \frac{M * 2 * \pi * n_{gépi}}{60000} = \frac{10,44 \text{ Nm} * 2 * \pi * 180 \frac{1}{\text{min}}}{60000} = 0,196 \text{ kW}$$

A hajtáshoz szükséges teljesítmény hatásfoka:

$$P_h = \frac{P}{\eta} = \frac{0,196 \text{ kW}}{0,8} = 0,24 \text{ kW}$$

A választott RF-22-es sugárfúrógépbe beépített 2,8 kW-os villanymotor ezt a teljesítményszükségletet kielégíti.

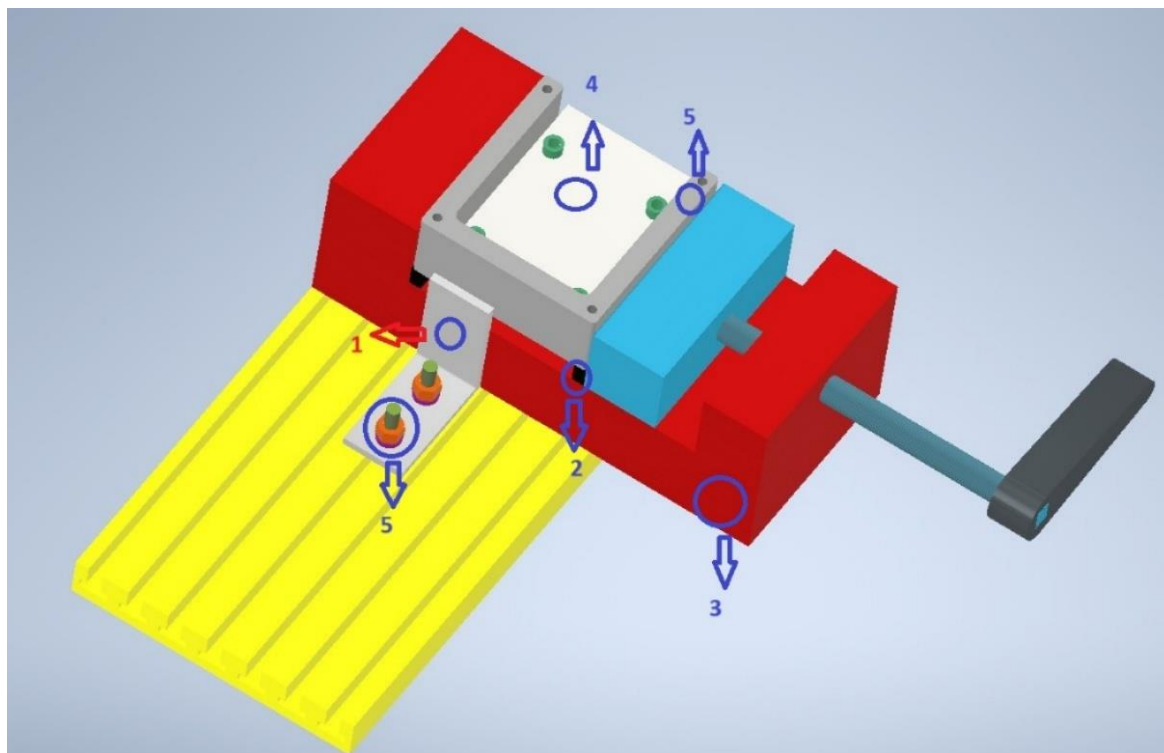
A forgácsolás időtartama:

$$t_g = \frac{L}{v_f} = \frac{(l_1 + l_2 + L)}{f * n_{gépi}} = \frac{(3 \text{ mm} + 0 \text{ mm} + 20 \text{ mm})}{0,50 \frac{\text{mm}}{\text{ford}} * 180 \frac{1}{\text{min}}} = 0,25 \text{ min}$$

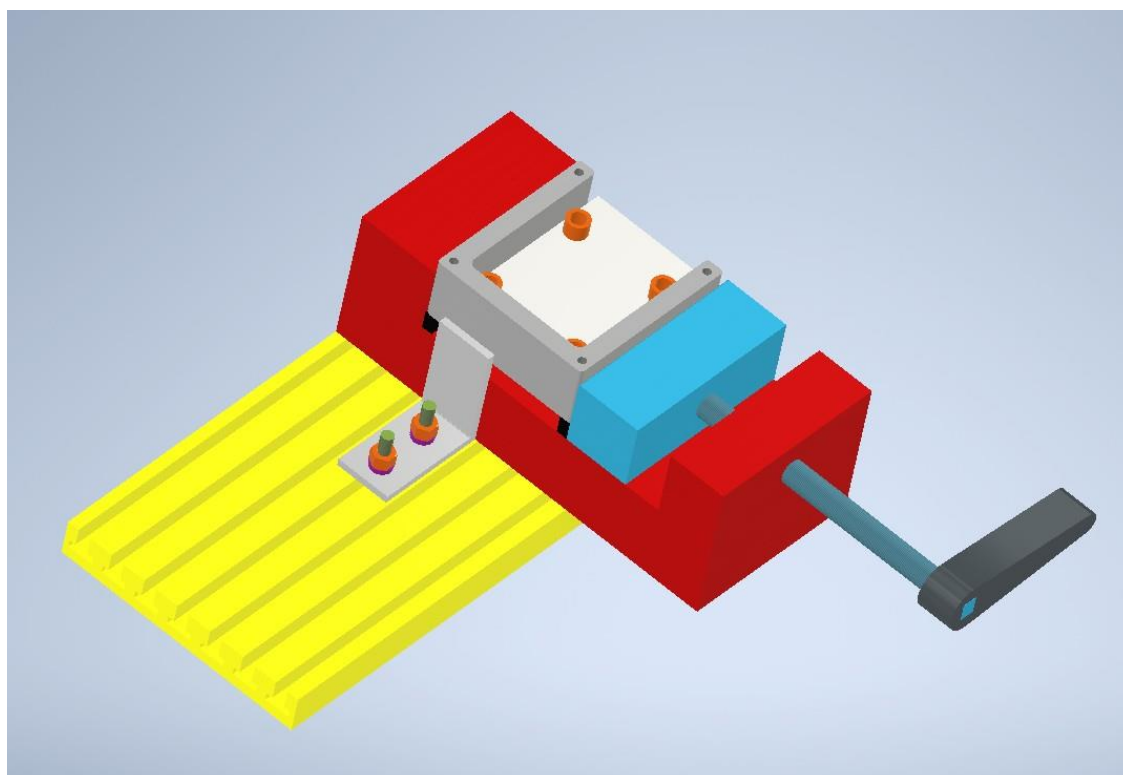
A számításokhoz használt forrás: [22], [15], [18]

A fúrási folyamat hatékonyabbá tételéhez készülékeket alkalmazunk, amik segítik a furatok méretpontos elhelyezkedését a munkadarabon. Továbbá a gyártási időt is megrövidíti, mivel nem kell egy újabb munkadarab behelyezésénél az illeszkedéseket ellenőrizni és a gazdasági költségeket is befolyásolhatja. A **Error! Reference source not found.** mutatja be az összeszerelt állapotot, ahol jelen van a munkadarabon elhelyezett készülék és a szükséges készülékek is. Az 1-es számú alkatrész egy L alakú támasz, amire fel lehet a munkadarabot ütköztetni, a 2-es számú alkatrész egy téglalap alapú hasáb alátét, ami elválasztja a munkadarabot a satutól és egyenletes felfekvést biztosít, ez csak a 001-es és 002-es fúrólaphoz szükséges. A 3-mas számú gép egy a munkaasztalon rögzíthető satu, amivel a munkadarabot rögzítjük, a 4-es számú alkatrész a fúrólap a behelyezett perselyekkel (DIN 179 A alak). Az 5-ös alkatrész mutatja, a támasz rögzítőjét és a hozzá tartozó anyacsavart, a 6-os pedig a megmunkálni kívánt munkadarabunk. A szükséges gépalkatrészek pedig rögzítve vannak a munkaasztalra. [13], [15]

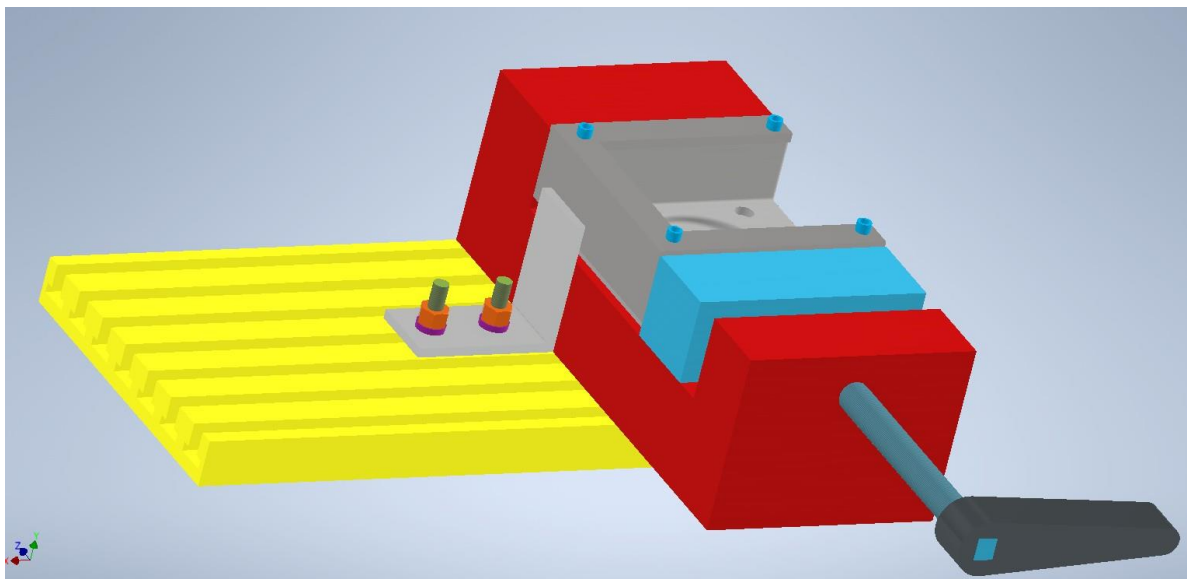
5.14. ábra Munkadarab készüléssel és a 001-es fúrólappal és perselyekkel



5.13. ábra Munkadarab készüléssel és a 002-es fúrólappal és perselyekkel



5.15. ábra Munkadarab készülékkal és a 003-mas fúrólappal és perselyekkel



6. Gazdasági számítás

A gépgyártástervezésben a gyártási folyamat, megmunkálási műveletek megtervezése, szerszámok, készülékek és gépek kiválasztása mellett ugyanúgy jelentősége van a gazdasági számításoknak is. Ezek a költségek szintén befolyásolhatják a gyártási folyamatokat és a minőséget is. A szakdolgozatban megfogalmazott munkadarabhoz is készítettem egy táblázatos jellegű gazdasági számítást.

1. táblázat Megmunkálási idők

Folyamat megnevezése:	Művelet darabszáma:	Megmunkálási idő:
Marás	1	2,67 óra
Furatesztergálás I.	1	0,016 óra
Furatesztergálás II.	1	0,014 óra
Simító esztergálás	1	0,068 óra
Fúrás I.	4	0,02 óra
Fúrás II.	4	0,002 óra
Fúrás III.	4	0,022 óra
Gépi menetfúrás	4	0,016 óra
Teljes megmunkálási idő		4,538 óra

A 1. táblázat mutatja be 1 munkadarab gyártása során az elvégzendő műveleteket és azok szükséges számát a megmunkálási időkkel. Összesen 4,538 óra 1 munkadarab legyártása.

2. táblázat Költségek

Forgácsolási idő 1 munkadarab elkészítéséhez:	4,538 óra
Legyártandó alkatrészek száma:	80 darab
Forgácsolási idő összesen:	363,04 óra
Forgácsolási óradíj ÁFÁ-val:	20.000 Ft+ÁFA
Forgácsolási költség	7.260.800 Ft+ÁFA
Mérnöki munka	24 óra
Mérnöki óradíj ÁFÁ-val	25.000 Ft+ÁFA
Mérnöki költség	600.000 Ft+ÁFA
Összes költség	7.860.800 Ft+ÁFA

A 2. táblázat mutatja be a költségvetési modellt, ahol a sárgával kitöltött részek a részköltségeket, a piros színnel kitöltött pedig az összes költséget adja meg. A költségek kiszámításához két dologra van szükség ez a munkamennyiség és az ár. A forgácsolási költség kiszámításához összegezni kellett az egyes folyamatok megmunkálási idejét (4,538 óra) és azt beszorozni a legyártandó alkatrészek számával (80 darab) és az így kapott összeget (363,04 óra) be kell szorozni a forgácsolás óradíjával (20.000,- Ft + ÁFA). A mérnöki költséget hasonló módon kell kikalkulálni, a mérnöki munka idejét (24 óra) be kell szorozni a mérnöki óradíjjal (25.000,- Ft + ÁFA). A két költség összege adja meg az összes költséget.

A 80db alkatrész gyártási költsége a forgácsolási és mérnöki tervezési költségeket figyelembe véve, összesen: 7.860.800,- Ft + ÁFA.

7. Összefoglalás

A szakdolgozatom témája egy CNC karusszel eszterga hajtóműházához tartozó alkatrész gyártás-technológiájának megtervezése hagyományos szerszámgépekre. Ehhez a feladathoz a konzulensem segítségével felkerestem a Go-Metall Kft. nevű céget, ahol a kapcsolattartóval (külső konzulens) egyeztetve kiválasztottam egy tetszőleges alkatrészt. A munkadarabom egy öntöttvasból készült, szerszámgépiparban is használatos hajtóműház alkatrésze. Fő feladata, hogy a forgó mozgást végző tengelynek és a hozzá illeszkedő csapágyaknak alátámasztást biztosítson, és egy a külső világtól elzárt belső teret hozzon létre. A ház funkciója, hogy a csapágyakhoz szükséges kenőanyagot bent tartsa, illetve a kintről érkező port és szennyeződések ne engedje bejutni, ezzel biztosítva a zavartalan működéshez szükséges üzemi körülményeket.

A szakdolgozatomban az elkészítendő alkatrészhez szükséges dokumentációkat és műveleti utasításlapokat elkészítettem, illetve a teljes gyártási folyamatot megterveztem. A munkadarab alakja és a legyártandó mennyiség alapján a szükséges öntési mód a homokformázásos öntés, amihez tervezni kell egy mintadarabot és a nagyobb átmérőjű furatokhoz egy magot is. Az öntés után le kell tisztítani az előgyártmányt és ez után következnek a forgácsolási eljárások. Az első művelet a marás lesz, amivel az előgyártmányon lévő megmunkálási ráhagyást kell síkban lemarni, csak az egyik oldalán. A következő művelet a furatesztergálás, amivel a süllyesztékes furatot fogjuk megmunkálni a szükséges átmérőre. A folyamat végrehajtása 3 lépcsőben történik. Először egy átmenő lyukkéssel munkáljuk meg az átmenő furatrészt, majd egy fenéklyukkéssel munkáljuk meg a süllyesztékes részt és a végén egy simítókéssel leforgácsoljuk a végső átmérőre és a külső és belső lekerekítéseket is kialakítjuk vele. A következő forgácsolási folyamat a fúrás, ahol a süllyesztékes furatokat és zsákfuratokat készítjük el a munkadarab felületén. Az utolsó folyamat a gépi menetfúrás, ahol a zsákfuratokba készítjük el a meneteket. A megmunkálási folyamatokhoz meg kell tervezni a gyártási paramétereket (fogásmélység, előtolás, fordulatszám, forgácsoló sebesség és teljesítmény). A legvégén pedig készíteni kell egy gazdasági számítást a gyártáshoz szükséges költségekről. A gyártási paraméterek, műveleti utasításlapokon kívül elkészítettem a szükséges rajzdokumentációt is az Inventor segítségével. A tervezés előtt tanulmányoztam az irodalomjegyzékben található hazai és nemzetközi szakirodalmat.

8. Summary

The capital topic of my thesis the planning of the production technology of a given workpiece onto traditional machine tools. To this task I approached my consultant with his help the Go-Metall Kft. name firm, where with the contact person (exterior consultant) negotiating I selected an optional component. My workpiece was made of a cast iron, gearbox component is used in machine tool industry. Main task in order to provide support for the axis making the rotating motion and the bearings adjusting to him, and let an inside locked away from the exterior world create space. The house's function, that to the bearings necessary lubricant let him keep it within, let him not allow the dust arriving from the outside and soiling to get in concerned, providing necessary operating circumstances for the undisturbed function with this. The aim of my thesis, that giving instructions documentations and operation one is necessary to the component to be instruction sheets let me prepare it, concerned the full engine builder process let me draw it up. Based on the shape of the workpiece and the quantity to be manufactured the necessary moulding manner the sand-mould moulding, to which it is necessary to plan a sample and the one with a bigger diameter to bores a core. It is necessary to cleanse it after the moulding it the pre-made and the chipping procedures follow this. The milling will be the first operation, with which it pre-made being shaping tolerance is needed in plane to milling, only one of his sides. The next operation the hole turning, with which the countersunk hole we will work it onto the necessary diameter. The execution of the process happens in 3 stairs. We cultivate the through hole part with a through hole knife first, then a butthole knife we work it the countersunk part and his end with a sleeking-knife chip onto the final diameter and we develop the exterior and inner rounding off with him. The next chipping process the drilling, where the countersunk holes and blind holes we prepare it on the surface of the workpiece. The last process the mechanical thread drilling, where into the blind holes we prepare the processions. To the shaping processes it is necessary to draw up the production parameters (depth of cut, feeding, RPM, cutting velocity and performance). It is necessary to put an economic calculation on to the production though on his very end of from necessary expenses. In addition to the production parameters and operation instructions, I also prepared the necessary drawing documentation using Inventor. Before the design, I studied the domestic and international literature found in the bibliography.

9. Nyilatkozatok

NYILATKOZAT

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

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

Kelt: 2025 év 04 hó 04 nap


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 április hó 07. nap


Belső konzulens

*Kérjük a megfelelőt aláhúzni!

Hallgatók, doktoranduszok nyilatkozata mesterséges intelligencia (MI) alkalmazásáról

1. Általános adatok

Hallgató neve:	Nyitrai Dániel
Neptun-kódja:	H4H1AO
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*:	Szakedolgozat készítés 2./MUSZK340N
A munka címe:	CNC karusszel eszterga hajtóműházához tartozó alkatrész gyártástervezése hagyományos szerszámgépekre

* doktori értekezés esetén nem kitöltendő

2. Nyilatkozat az MI használatáról

Alulírott, etikai felelősségem teljes tudatában az alábbi nyilatkozatot teszem:

(Kérjük, válasszon egyet az alábbi lehetőségek közül!)

A) Nem alkalmaztam mesterséges intelligencia rendszert vagy szolgáltatást.

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

B) Alkalmaztam mesterséges intelligencia rendszert vagy szolgáltatást.

(Kérjük, töltsse ki a vonatkozó táblázatokat!)

3. A mesterséges intelligencia használatának részletezése

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

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

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

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

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

A felhasználás célja	Alkalmazott MI- 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:

.....

.....

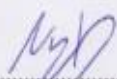
.....

.....

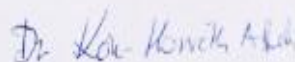
4. Minden hallgatóra vonatkozó nyilatkozat:

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: HATVAN....., 2025. 10 hó 29 nap



Hallgató aláírása



Konzulens/Témavezető aláírása

10. Irodalomjegyzék

- [1] Bakondi, K., & Kardos, Á. (1972). A gépgyártás technológiája I.-Forgácsolás. Budapest: Tankönyvkiadó.
- [2] Dobrzanski. (1977). Munkadarab befogó készülékek a gépgyártásban. Budapest: Műszaki Könyvkiadó.
- [3] Dr. Hornung, A. (1972). Marás. Budapest: Műszaki Könyvkiadó.
- [4] Dr. Knoll, I. (1981). Furatmegmunkálás. Budapest: Műszaki Könyvkiadó.
- [5] Dr. Molnár, J., & Dr. Szabó, S. (1995). Készüléktervezés. Miskolc: ME Kiadó.
- [6] Dr. Pintér, J. (2003). Forgácsoló megmunkálás és új technológiák. Győr: Széchenyi István Egyetem, Anyagismereti és Járműgyártási Tanszék.
- [7] Dr. Stampfer, M. (2008). Készülékek, gyártási folyamatok tervezése. Pécs: Pollack Kiadó.
- [8] Dr. Stampfer, M. (2012). Forgácsolás. Pécs: Pollack Kiadó.
- [9] Dr. Szmejkál, A., & Ozsváth, P. (2007). Járműszerkezeti anyagok és megmunkálások II. Budapest: BME Járműgyártás és Javítás Tanszék.
- [10] Dr. Vámos, E. (dátum nélk.). Tribológia kézikönyv. Budapest: Műszaki Könyvkiadó.
- [11] Dudás, L., & Valázsik, Á. (1993). Forgácsolási technológia I. Budapest: Műszaki Kiadó.
- [12] F. A, Barbasov. (1979). Marás. Budapest: Műszaki Könyvkiadó.
- [13] Fenyvessy, T., Fuch, R., & Plósz, A. (2008). Műszaki táblázatok. Budapest: Nemzeti Szakképzési és Felnőttképzési Intézet.
- [14] Firstner Stevan, D. (2008). Gyártástechnológia. Dunaújváros: Egyetemi Kiadó.
- [15] Fledrich, G., Kakuk, G., Zsidai, L., & Kári-Horváth, A. (2016). Gépgyártástechnológia. Gödöllő: Szent István Egyetem Gépészmérnöki Kar.
- [16] Fledrich, G., Kári-Horváth, A., Pataki, T., & Zsidai, L. (2017). Mechanikai technológiák. Gödöllő: Szent István Egyetem Gépészmérnöki Kar.

-
- [17] Jánossy, G., Kári-Horváth, A., Keresztes, R., Zsidai, L., & .: (2008). Szereléstechnológiák. Budapest: NSZFI.
- [18] Kakuk, G., Kári-Horváth, A., Szakál, Z., & Dr. Zsidai, L. (2008). Forgácsoló eljárások tervezése. Budapest: NSZFI.
- [19] Kakuk, G., Kári-Horváth, A., Szakál, Z., & Dr. Zsidai, L. (2008). Gyártástervezés. Budapest: NSZFI.
- [20] Kalászi, I. (1962). Hűtő-kenő folyadékok alkalmazása a forgácsolásnál különös tekintettel az újabb hazai és külföldi tapasztalatokra. Budapest: Mérnöki Továbbképző Intézet.
- [21] Kári-Horváth, A. (2009). A forgácsolásnál alkalmazott minimálkenés (MMS) hatásmechanizmusa és hatékonyságának növelése. Gödöllő.
- [22] Kári-Horváth, A., Dr. Pellényi, L., Szabó, L., & Dr. Zsidai, L. (2006). Gépgyártástechnológia példatár és segédlet. Gödöllő: Szent István Egyetem Gépészmérnöki Kar.
- [23] Kun, K., Dr. Liska, J., Nagy, J., & .: (2019). Készüléktervezés. Kecskemét: Neumann János Egyetem.
- [24] Márton Tibor, D. (1992). Technológia és készülékek. Budapest: Műszaki Könyvkiadó.
- [25] Mikó Balázs, D. (2015). Forgácsolástechnológia alapjai, Bázisok és készülékek. Óbudai Egyetem: Egyetemi Jegyzet.
- [26] Németh, Á. (dátum nélk.). Öntészet .
- [27] Rábel, G. (1968). Készüléktervezés. Budapest: Műszaki Könyvkiadó.
- [28] Szabó, A., & Dr. Kozma, I. (2011). Gyártóeszközök tervezése és gyártása. Széchenyi István Egyetem.
- [29] Szalayné, K. E. (dátum nélk.). Fúrás. Budapest: NSZFI.
- [30] Szám, J. (dátum nélk.). Oszlopos fúró, sugárfúró. Budapest: NFSZI.
- [31] Walter, B. (1972). Esztergálás. Budapest: Műszaki Könyvkiadó.

-
- [32] Zsidai, L., Kakuk, G., Kári-Horváth, A., Szakál, Z., & Pálinkás, I. (2008). Előgyártmány és képlékeny alakítási tervezési gyakorlat. Budapest: NSZFI.

Elektronikus források:

- [33] Kári-Horváth, A., & Dr. Valesek, I. (2010). Demand of energy of chip removal. MATERIALS SCIENCE FORUM 659 pp. 489-497. , 9 p. .
- [34] Kári-Horváth, A., & Pataki, T. (2020). Analysis of temperature in different cooling methods. IOP CONFERENCE SERIES: MATERIALS SCIENCE AND ENGINEERING 749 Paper: 012017 , 8 p.
- [35] Kári-Horváth, A., & Valesek , I. (2011). Minimálkenés jelentősége a forgácsolásban. TECHMONITOR 1 : 2 pp. 22-24. Paper: ISSN2062-9044 , 3 p.
- [36] Valesek, I., & A., K.-H. (2011). The action mechanism of minimum lubrication and the increase of its efficiency. TRIBOLOGIE UND SCHMIERUNGSTECHNIK 58 : 3 pp. 34-47. , 14 p.

11. Mellékletek

Mellékletek jegyzéke:

1.sz. melléklet:	Műveleti utasítás lap maráshoz	1 lap
2.sz. melléklet:	Műveleti utasítás lap esztergáláshoz	1 lap
3.sz. melléklet:	Műveleti utasítás lap fúráshoz	1 lap
4.sz. melléklet:	Szerszámbekérő lap esztergáláshoz	1 lap
5.sz. melléklet:	Műhelyrajzok	8 lap
6.sz. melléklet:	Táblázatok irodalomjegyzékben lehivatkozva	[22]

1. számú melléklet Műveleti utasítás maráshoz

MATE-GÉK-GÉTI		Műveleti utasítás forgácsolásra			Lapszám: 1/4				
Rajzszám: 250901-001		Munkadarab megnevezése: Haitóműház alkatrésze			Művelet száma: 1.				
Anyag: GG25	Nyersméret: 220x240	Művelet megnevezése: Marás			Műveleti ut. száma: 0011				
Sorsz.	Művelet tagozódása	Megm. felület	Szerszám, mérőeszköz, készülék	v m/min	n 1/min	s mm/min	a mm	i	
	Befogás satuba								
1.	Síkmárás 5 mm mélyen	A	Homlokmaró hosszirányú reteszmozonnyal 40x30 HSS1801 MSZ3852 Tolómérő 150x1/20	44,61	355	70	1	5	
Kiállította:	Kelte:	Ellenőrizte:	Kelte:	Darabidő:	Elkészülési idő:		Érv. darabszám		
Nyitrai Dániel	2024.11.03			norm. i. pótidő	norm. i. pótidő	tól	ig		
Javítások									
Jel	Javította:	Kelte:	Ellenőrizte:	Kelte:	Műhely: Forgácsoló	Csoport: Maró	Géptípus		
							norm	a	UF-221
							szükség szerinti változat	b	
								c	
								d	

2. számú melléklet Műveleti utasítás esztergáláshoz

MATE-GÉK-GÉTI		Műveleti utasítás forgácsolásra			Lapszám: 2/4				
Rajzszám: 250901-001		Munkadarab megnevezése: Hajtóműház alkatrésze			Művelet száma: 2.				
Anyag: GG25	Nyersméret: 220x240	Művelet megnevezése: Esztergálás		Műveleti ut. száma: 0012					
Sorsz.	Művelet tagozódása	Megm. felület	Szerszám, mérőeszköz, készülék	v m/min	n 1/min	f mm/ford	a mm	i	
	Befogás síktárcsába								
1.	Furatot esztergál $\varnothing 76 \times 10$ mm-re	A	Átmenő lyukkés P20 32x32 MSZ1912	32,4	140	0,1	0,5	1	
2.	Furatot esztergál $\varnothing 126 \times 8$ mm-re	B	Feneklyukkés P20 32x32 MSZ1913	44	112	0,1	0,5	1	
3.	Simító esztergálás a kontúr mentén	C	Alakos simítókéscs	45,7	112	0,2	1	2	
			Tolómérő 150x1/20, külső és belső rádiuszablón						
Kiállította:		Kelte:	Ellenőrizte:	Kelte:	Darabidő:	Elkészülési idő:		Érv. darabszám	
Nyitrai Dániel		2024.11.03			norm. i. pótidő	norm. i. pótidő	tól	ig	
Javítások									
Jel	Javította:	Kelte:	Ellenőrizte:	Kelte:	Műhely: Forgácsoló	Csoport: Eszterga	Géptípus		
							norm	a	EU500
							szükség szerinti változat	b	
								c	
								d	

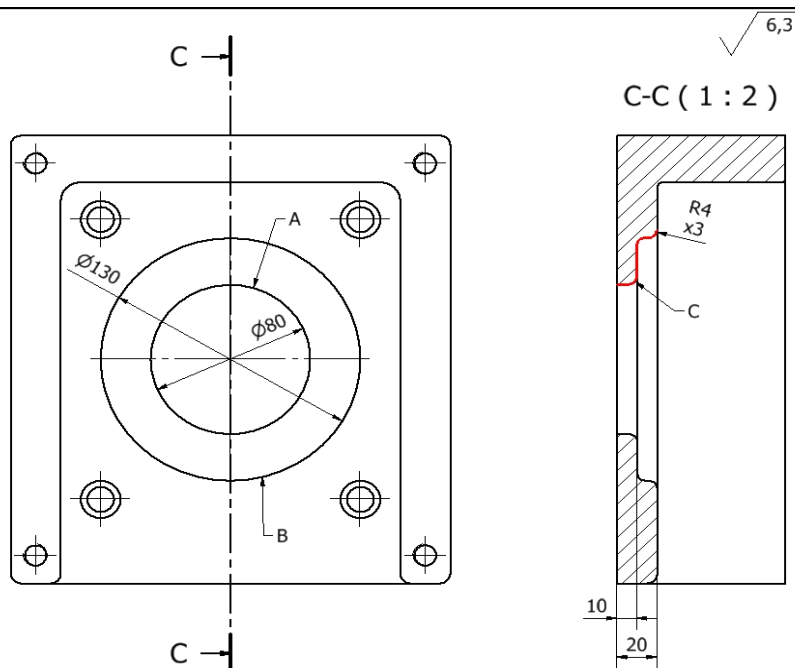
3. számú melléklet Műveleti utasítás fúráshoz

MATE-GÉK-GÉTI		Műveleti utasítás forgácsolásra			Lapszám: 3/4				
Rajzsám: 250901-001		Munkadarab megnevezése: Hajtóműház alkatrésze			Művelet száma: 3.				
Ananyag: GG25	Nyersméret: 220x240	Művelet megnevezése: Fúrás		Műveleti ut. száma: 0013					
Sorsz.	Művelet tagozódása	Megm. felület	Szerszám, mérőeszköz, készülék	v m/m in	n 1/min	f mm/ford	a mm	i	
	Befogás a tokmányba								
1.	Telibefúrás $\varnothing 13,5 \times 20$ mm-re	A	Csigafúró 13,5 h8 HSS 1801 MSZ 3984	15,05	355	0,25	6,75	1	
2.	Süllyeszték fúrása $\varnothing 20 \times 2$ mm-re	B	Csigasüllyesztő 20 HSS 1801	31,41	500	0,5	3,25	1	
3.	Süllyeszték fúrása $\varnothing 20 \times 9$ mm-re	C	Csigasüllyesztő 20 HSS 1801	31,41	500	0,5	3,25	1	
4.	Telibefúrás $\varnothing 10 \times 26$ mm-re	D	Csigafúró 10 h8 HSS 1801 MSZ 3984	15,7	500	0,17	5	1	
	M12 menetvágás 20 mm-re	E	M12 K HSS 1801 MSZ3920	6,78	180	0,5	5	1	
			Tolómérő 150x1/20, dugós menetidomszer						
Kiállította:	Kelte:	Ellenőrizte:	Kelte:	Darabidő:	Elkészülési idő:	Érv. darabszám			
Nyitrai Dániel	2023.11.03			norm. i. pótidő	norm. i. pótidő	tól	ig		
Javítások									
Jel	Javította:	Kelte:	Ellenőrizte:	Kelte:	Műhely: Forgácsoló	Csoport: Sugárfúró	Géptípus		
							norm	a	RF-22
							szükség szerinti változat	b	
								c	
								d	

4. számú melléklet Szerszámbekérő lap esztergáláshoz

MATE-GÉK-GÉTI	Munkadarab megnevezése: Hajtóműház alkatrésze	Műveletterv száma: 0012
Rajzsám: 250901-001	Művelet megnevezése: Simító esztergálás a kontúr mentén	Lapszám: 4/4

Szerszám vagy készülék neve: **Alakos simítókés**

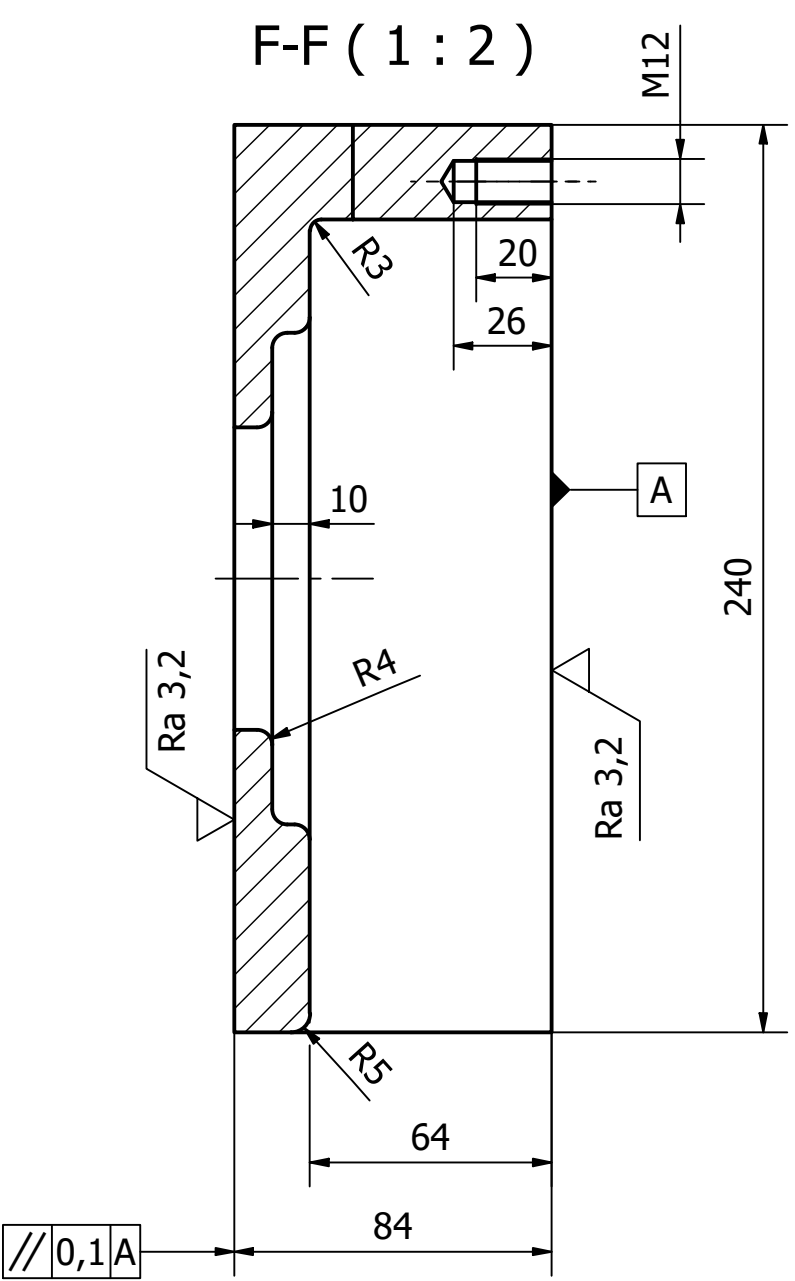
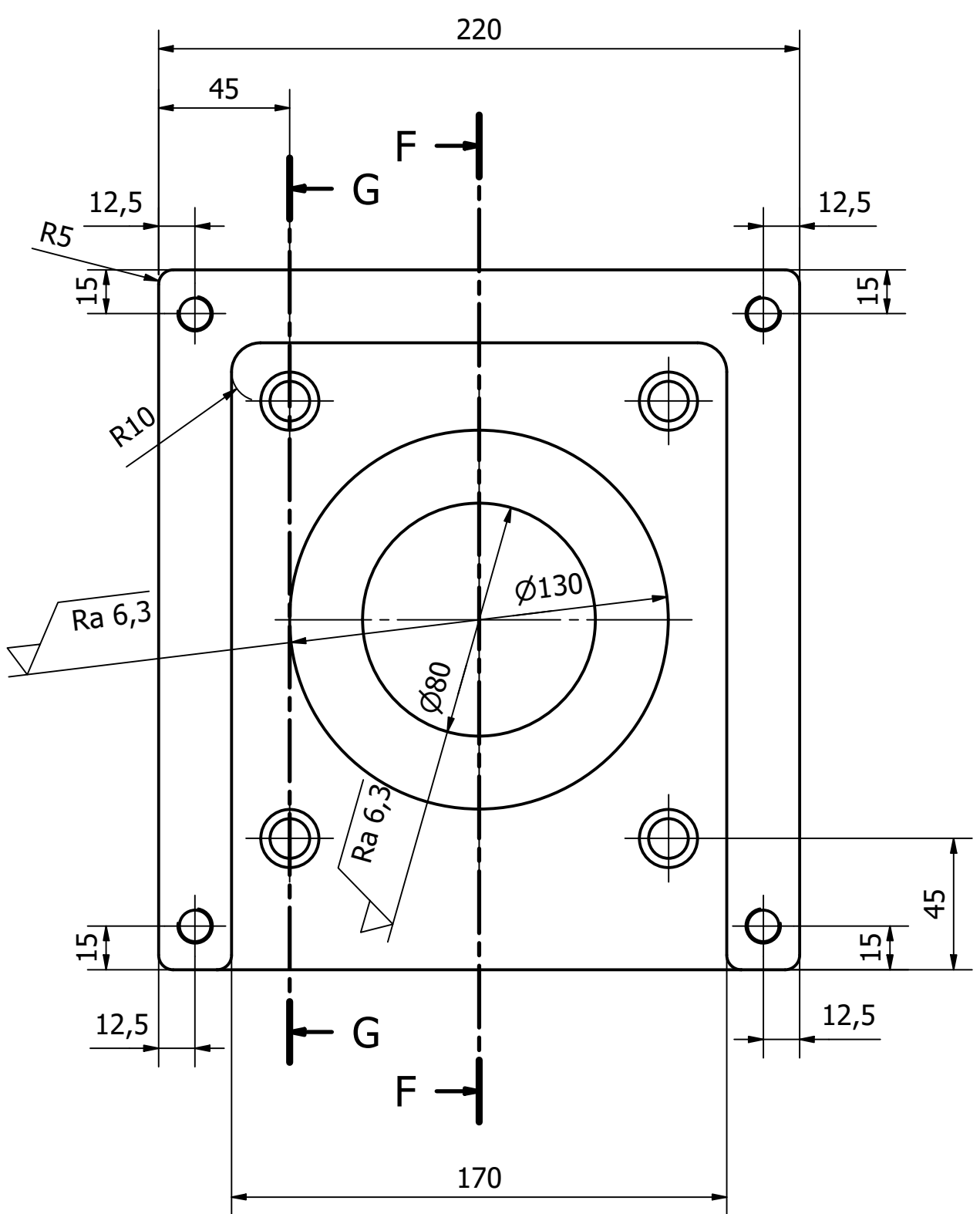
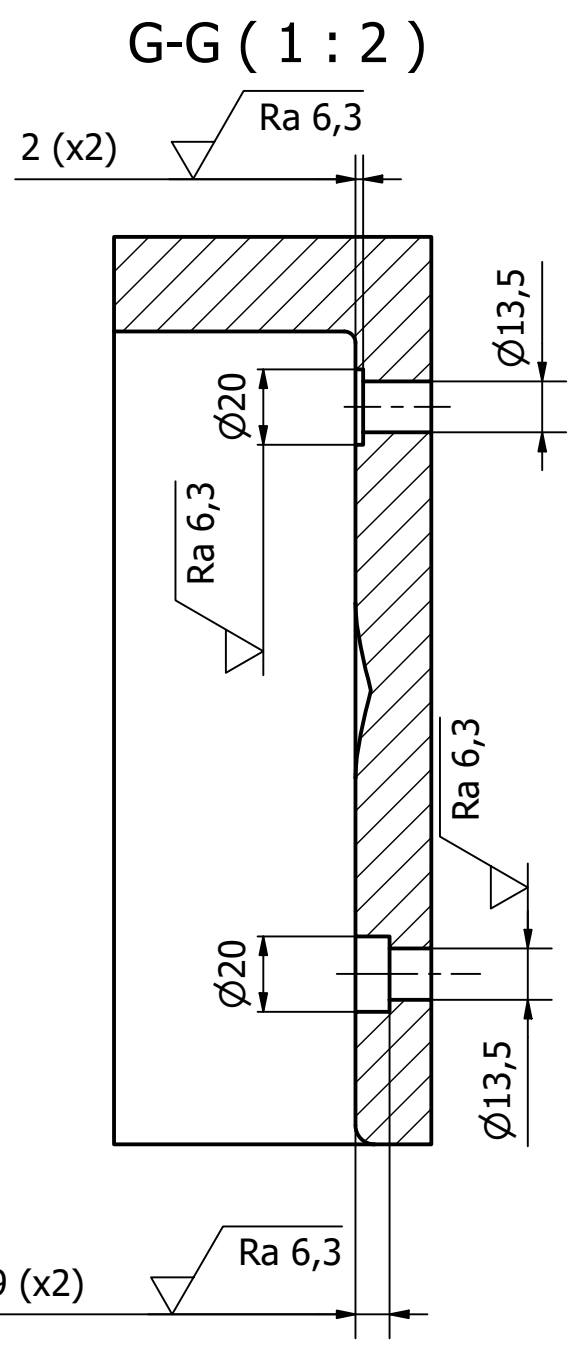
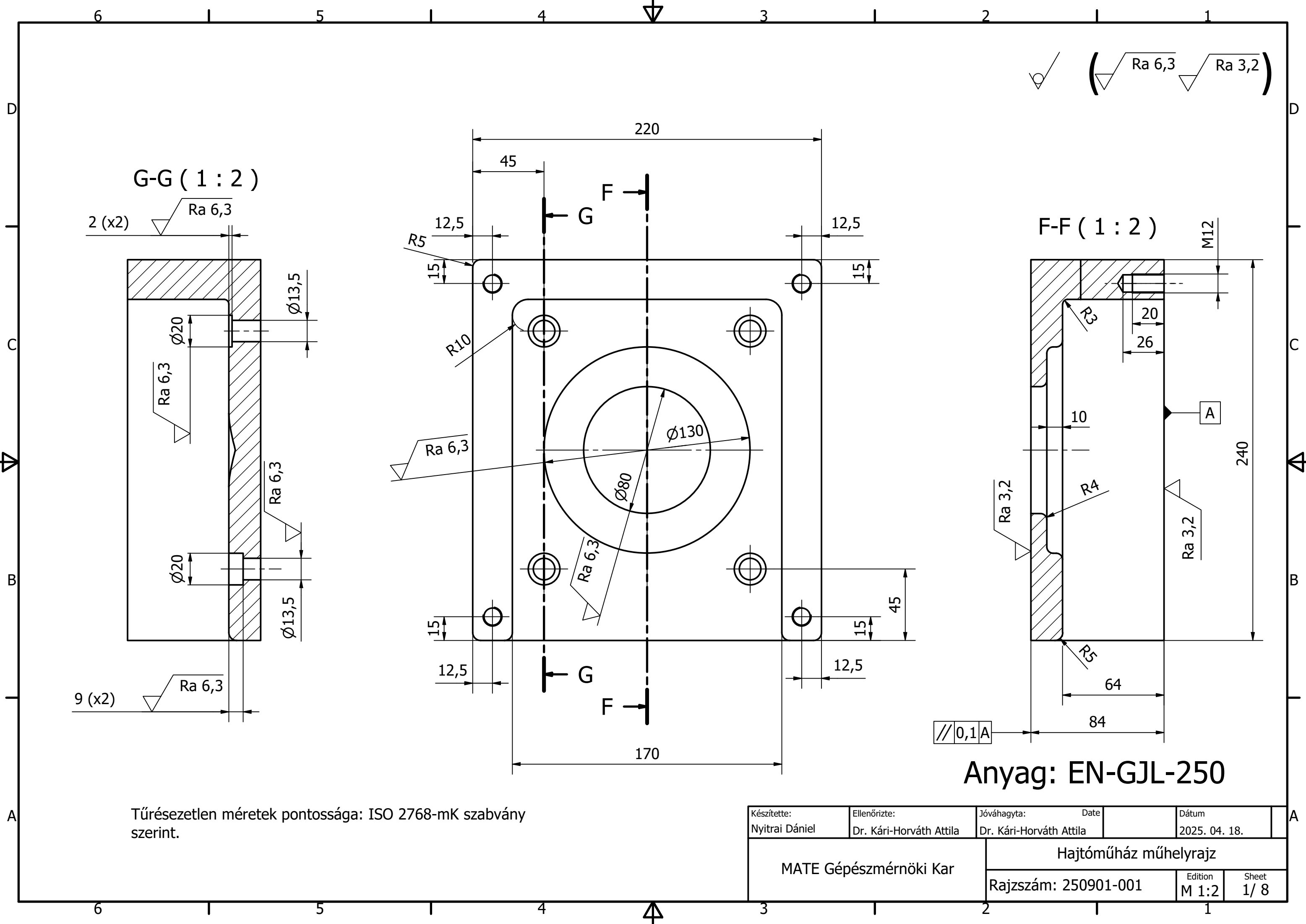


Műszaki előírás, magyarázat:

A C jelű piros vonallal kijelölt kontúr kialakításához egy furathoz használható alakos simítókés elkészítése szükséges.

(anyaga P20), mérete 32x32, amelyet egy EU500-as egytetemes esztergapadon történő megmunkálásra használunk.

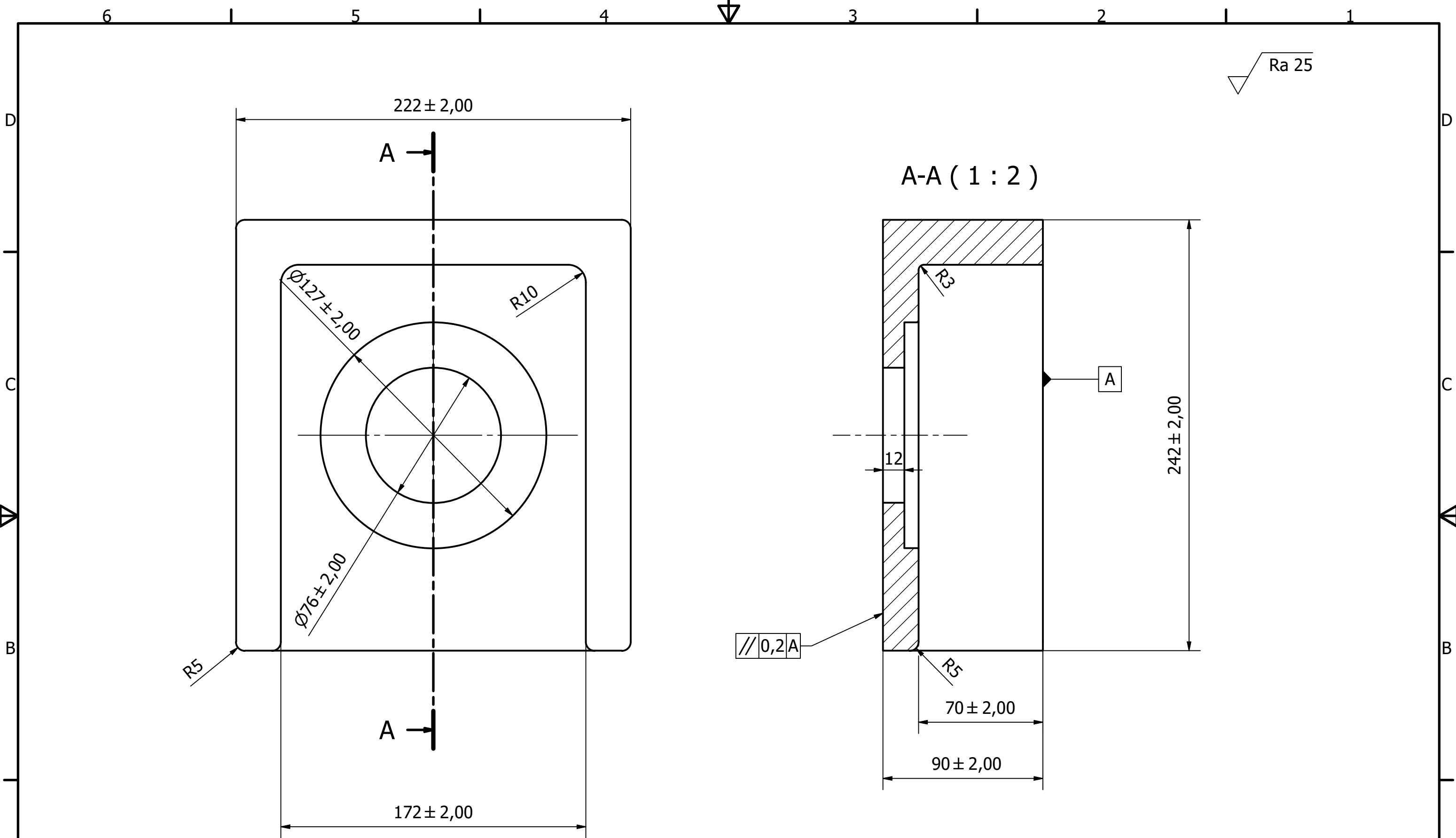
Munkagép	Szerszám vagy készülék rajzszáma:	Egyszerre befogott darabok száma:	Készítendő készülék(db): 1db
Megnevezés Leltári szám EU500	SZ001	1db	
	Készülék jele:	Összes munkadarab száma:	Mérési eljárás:



Anyag: EN-GJL-250

Tűrésetlen méretek pontossága: ISO 2768-mK szabvány szerint.

Készítette: Nyitrai Dániel	Ellenőrizte: Dr. Kári-Horváth Attila	Jóváhagyta: Dr. Kári-Horváth Attila	Date	Dátum 2025. 04. 18.
MATE Gépészmérnöki Kar		Hajtóműház műhelyrajz		
		Rajzszám: 250901-001	Edition M 1:2	Sheet 1/ 8

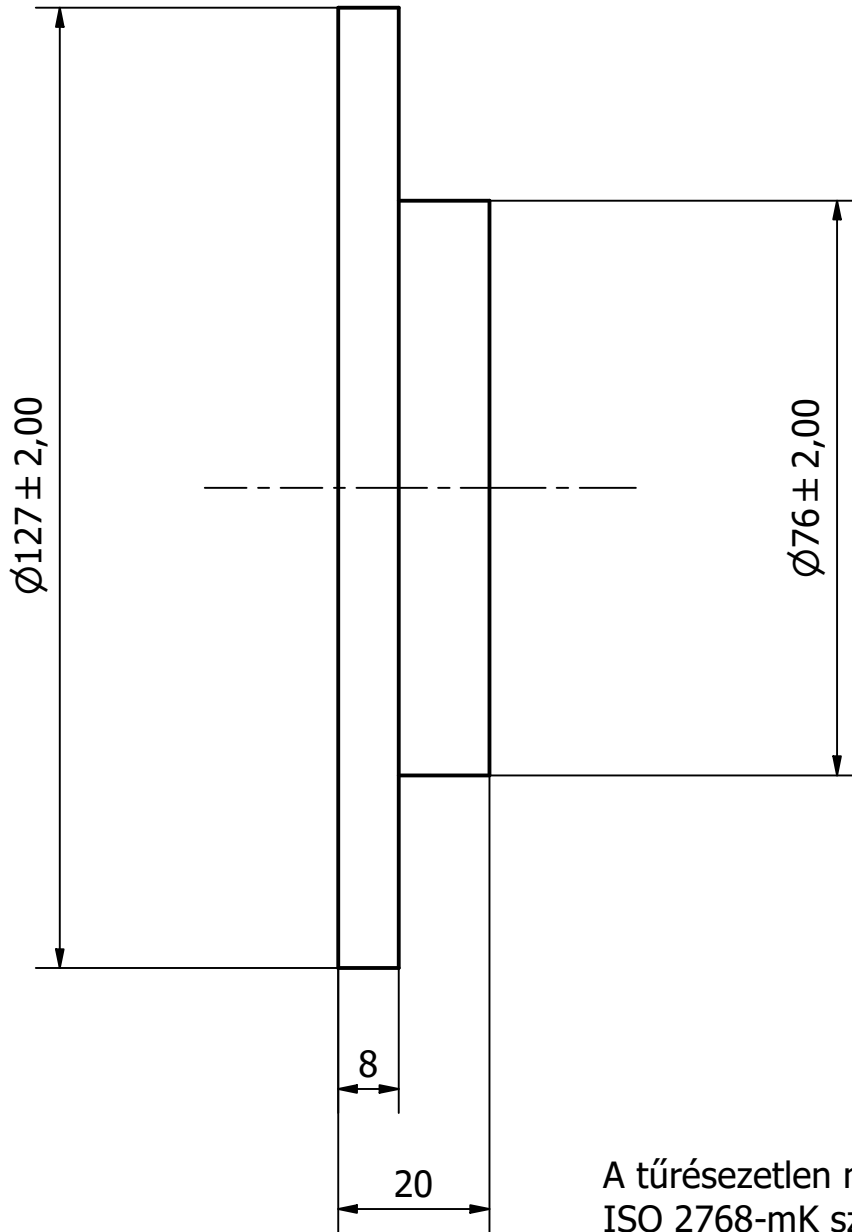


A minta anyaga hungarocell.

A tűrésezetlen méretek pontossága: ISO 2768-mK szabvány szerint.

Designed by Nyitrai Dániel	Checked by Dr. Kári-Horváth Attila	Approved by Dr. Kári-Horváth Attila	Date 2024.11.09
MATE Gépészmérnöki Kar		Előgyártmány minta műhelyrajz	
		Rajzszám: 250901-002	Sheet 2 / 8

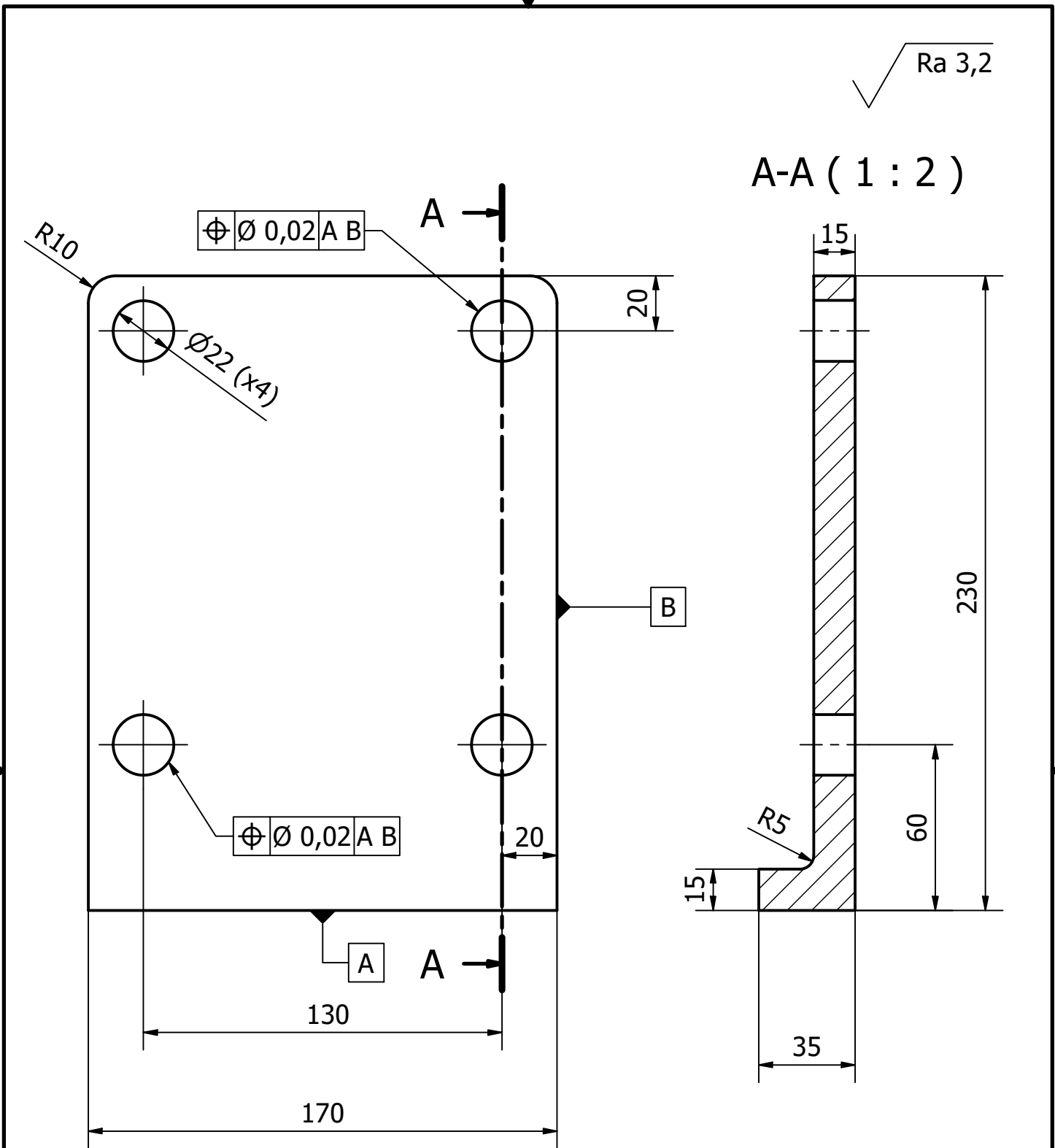
$\sqrt{\text{Ra } 6,3}$



A tûrészetlen méretek pontossága:
ISO 2768-mK szabvány szerint.

Anyaga POM.

Designed by Nyitrai Dániel	Checked by Dr Kári-Horváth Attila	Approved by Dr Kári-Horváth Attila	Date	Date 2025. 04. 18.
MATE Gépészmérnöki Kar		Előgyártmány mag műhelyrajz		
		Rajzszám 250901-003	Edition M 1:1	Sheet 3 / 8



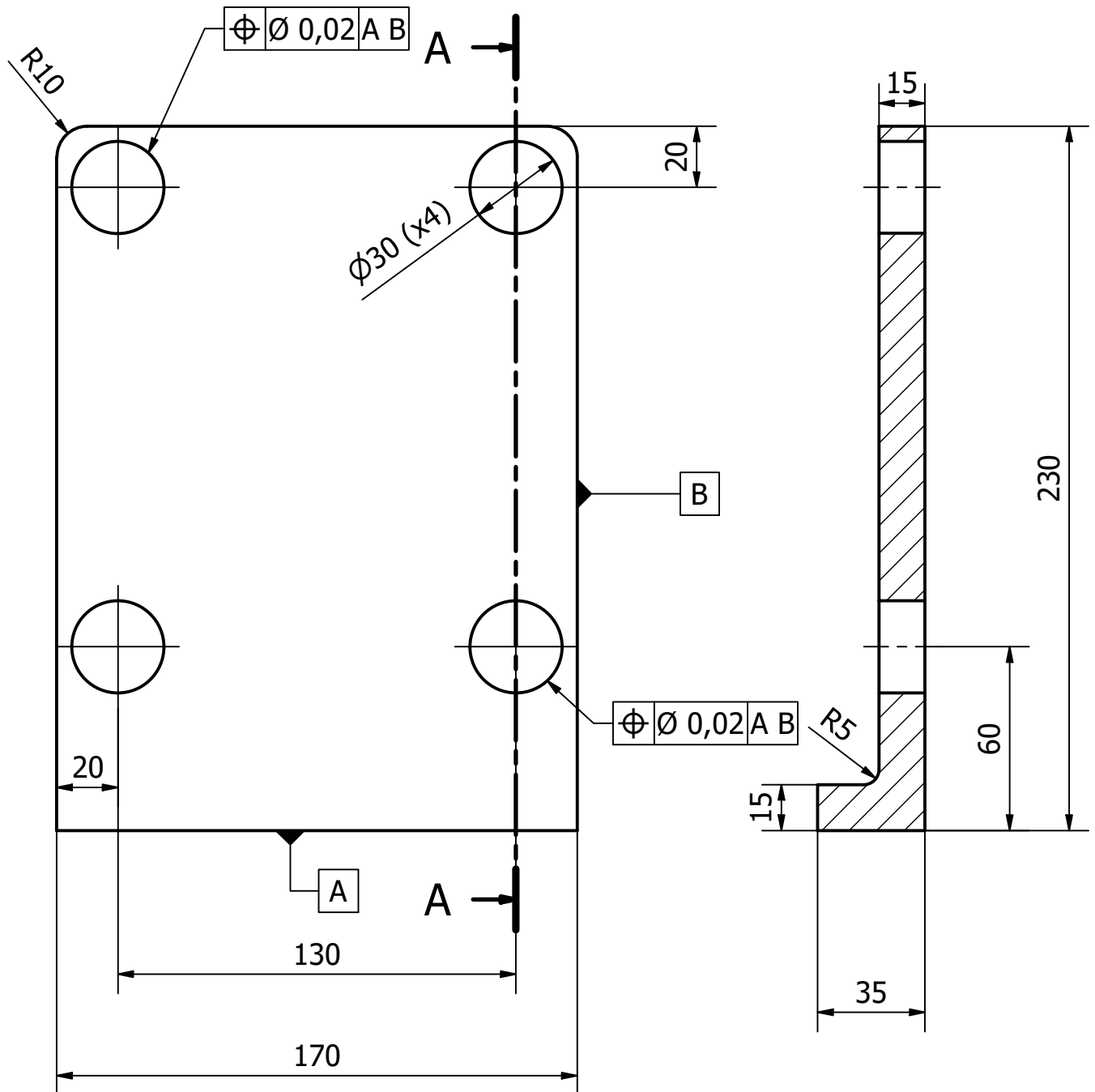
A tűrésezetlen méretek pontossága:
ISO 2768-mK szabvány szerint.

Anyag: X5CrNi18-10

Designed by Nyitrai Dániel	Checked by Dr Kári-Horváth Attila	Approved by Dr Kári-Horváth Attila	Date	Date 2025. 04. 18.
MATE Gépészmérnöki Kar		001-es készülék műhelyrajz		
		Rajzszám: 250901-004	Edition M 1:2	Sheet 4 / 8

√ Ra 3,2

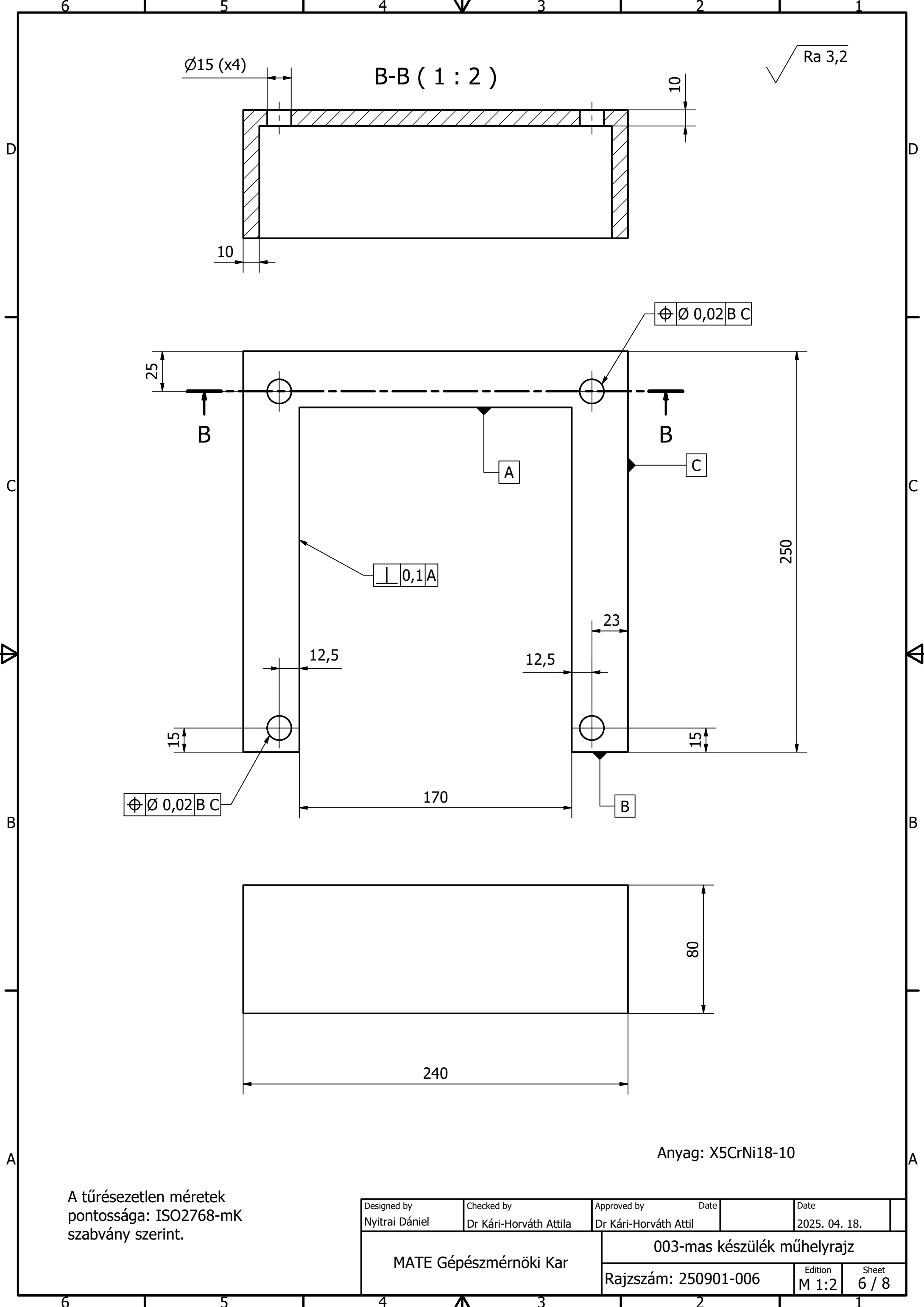
A-A (1 : 2)



A tűrésezetlen méretek pontossága: ISO 2768-mK szabvány szerint.

Anyag: X5CrNi18-10

Designed by Nyitrai Dániel	Checked by Dr Kári-Horváth Attila	Approved by Dr Kári-Horváth Attila	Date	Date 2025. 04. 18.
MATE Gépészmérnöki Kar		002-es készülék műhelyrajz		
		Rajzszám: 250901-005	Edition M 1:2	Sheet 5 / 8



Ø15 (x4)

B-B (1 : 2)

√ Ra 3,2

10

10

Φ Ø 0,02 B C

25

B

B

A

C

250

⊥ 0,1 A

23

12,5

12,5

15

15

Φ Ø 0,02 B C

170

B

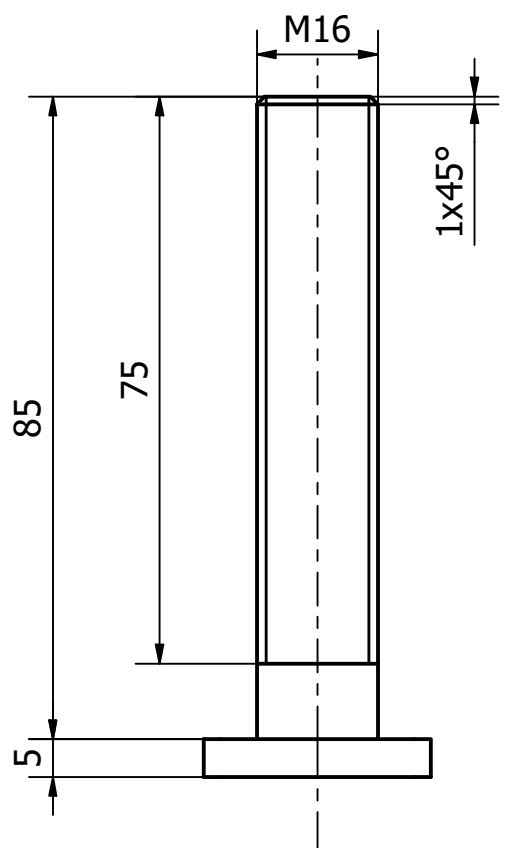
80

240

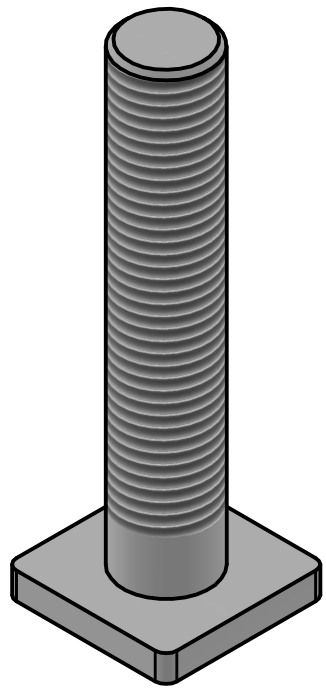
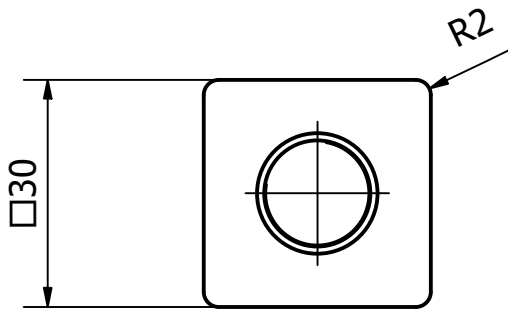
Anyag: X5CrNi18-10

A tűrésetlen méretek pontossága: ISO2768-mK szabvány szerint.

Designed by Nyitrai Dániel	Checked by Dr Kári-Horváth Attila	Approved by Dr Kári-Horváth Attil	Date	Date 2025. 04. 18.
MATE Gépészmérnöki Kar		003-mas készülék műhelyrajz		
		Rajzszám: 250901-006	Edition M 1:2	Sheet 6 / 8



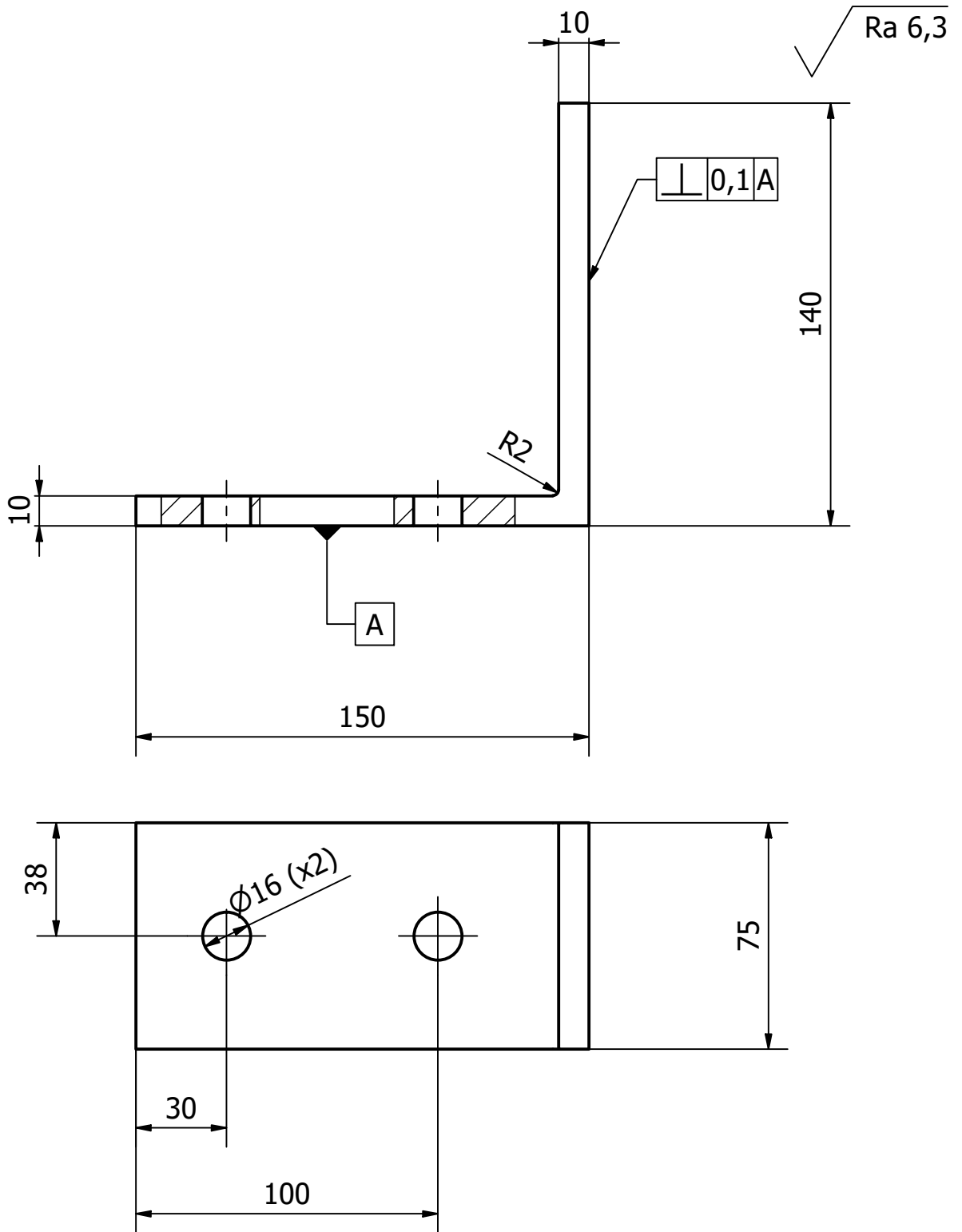
✓ Ra 6,3



A tűrésezetlen méretek
pontossága: ISO2768-mK
szabvány szerint.

Anyag: X5CrNi18-10

Designed by Nyitrai Dániel	Checked by Dr. Kári-Horváth Attila	Approved by Dr. Kári-Horváth Attila	Date	Date 2025. 04. 18.
MATE Gépészmérnöki Kar		Támasz rögzítő műhelyrajza		
		Rajzszám: 250901-007	Edition M 1:1	Sheet 7 / 8



A tőrészetlen méretek
pontossága: ISO2768-mK
szabvány szerint.

Anyag: X5CrNi18-10

Designed by Nyitrai Dániel	Checked by Dr. Kári-Horváth Attila	Approved by Dr. Kári-Horváth Attila	Date	Date 2025. 04. 18.
MATE Gépészmérnöki Kar		Támasz műhelyrajza		
		Rajzszám: 250901-008	Edition M 1:2	Sheet 8 / 8