



Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem
Szent István Campus
Gépészmérnök Szak

Tartály fedlap fémnyomó modelljének a gyártástervezése

Belső konzulens:	Dr. Kári-Horváth Attila egyetemi docens
Külső konzulens:	Bánhegyi József ügyvezető
Készítette:	Pál Tamás Sándor EUEO9F nappali
Intézet/Tanszék:	Anyagtudományi és Gépipari Folyamatok

Gödöllő
2023

MŰSZAKI INTÉZET
GÉPÉSZMÉRNÖK ALAPSZAK
Gégyártó specializáció

SZAKDOLGOZAT
feladatlap

Pál Tamás Sándor (EUEO9F)

részére

A diplomadolgozat címe:

Tartály fedlap fémmnyomó modelljének a gyártástervezése

Feladatkiírás:

Bevezetés, cégbemutató, szakirodalom feldolgozás, probléma bemutatás, technológiai számítások, készüléktervezés, dokumentáció elkészítése, gazdasági számítás, összefoglalás

Közreműködő tanszék: Anyagtudományi és Gépipari Folyamatok


Külső konzulens: *Bánhegyi József, ügyvezető igazgató, GO-METALL Kft.*

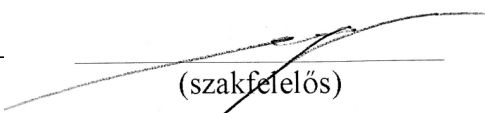
Belső konzulens: *Dr. Kári-Horváth Attila, egyetemi docens, MATE, Műszaki Intézet*

Beadási határidő: 2023. május 02.


Gödöllő, 2023. március 05.

Jóváhagyom


(tanszékvezető)


(szakfelelős)

Átvettem


(hallgató)

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

Gödöllő, 2023. április hó 26. nap



(külső konzulens)

Tartalomjegyzék

1. Bevezetés	4
2. Cégbemutató	5
3. Szakirodalom feldolgozása	6
3.1 Fémnyomás ismertetése	6
3.2 Az előgyártási eljárás meghatározása	7
3.3 A fémnyomó modell előgyártási technológiájának meghatározása:.....	8
3.4 A sülyesztékes kovácsdarabok tervezése.....	8
3.4.1. A kovácsdarab-tervezés általános szempontjai	9
3.5 Gyártás során alkalmazandó forgácseltávolító technológiák.....	11
3.5.1 Marás.....	11
3.5.2 Homlokmarás	12
3.5.3 A homlokmarás szerszámai.....	12
3.5.4 Palástmarás:	13
3.5.5 A palástarás szerszámai:	13
3.6 Fúrás.....	14
3.7 Megmunkálás során használt CNC megmunkáló központ	16
3.8 Hűtő és kenő anyagok alkalmazása a gyártás során	16
3.9 A készülék szerepe a technológia folyamatban.....	18
4. Probléma bemutatása	20
5. Fémnyomószerző gyártástervezése	21
5.1 Az előgyártmány anyagának megválasztása.....	21
5.2 Sülyesztékes kovács szerző tervezése.....	22
5.2.1 A kovácsdarab jellemzőinek meghatározása	22
5.2.2 A munkadarab besorolása.....	22
5.2.3 A forgácsolási hozzáadások:.....	23
5.2.4 Mérettűrés.....	26
5.2.5 Méretek ellenőrzése.....	28
5.2.6 Az osztófelület megválasztása	28
5.3 Az alakító kovács szerző megtervezése.....	29
5.3.2 Sorjacsatorna méretének meghatározása	30
5.3.3 Sorjázás	32
6. Forgácsolási paraméterek számítása	33
6.1 Marás I.	33
6.2 Marás II.....	35

6.3 Marás III.....	36
6.4 Fúrás I.....	37
6.5 Fúrás II.....	40
7. Készüléktervezés	41
7.1 Készülék tervezése.....	41
7.2 A készülék koncepciójának meghatározása.....	41
7.3 A készülék tervezéséhez szükséges számítások elvégzése	42
8. Fémnyomószerszám gazdasági számítása	44
8.1 Mérnöki óradíj számítása.....	44
8.2 Üzemi óradíj számítása	44
8.3 Kovácsolt előgyártmány árának meghatározása.....	44
8.4 Összesített ár	45
9. Összefoglalás	46
Summary	47
10.Irodalomjegyzék.....	48
11.Mellékletek jegyzéke	50

1. Bevezetés

A gépészmérnöki tanulmányaim keretében a nyári gyakorlatot a GO-METALL Kft.-nél végeztem. Ahol ipari körülmények között megfigyelhettem hogyan történik a kis és közepes szériás alkatrészek gyártása, illetve az egyedi alkatrészek és prototípusok gyártása. A szakdolgozatom témáját is a céghez beérkező projektek közül választottam. A dolgozat keretében egy tartály fedlap fémnyomó modell gyártástervezését dolgozom ki.

A fémnyomó szerszámok segítségével különböző alapanyagú és eltérő méretű forgásszimmetrikus alkatrészek gyárthatóak. A fémnyomást olyan esetekben használjuk, ha a gyártandó alkatrész mélyhúzással nehezen vagy nem is elkészíthető, illetve további előnyei a fémnyomásnak, hogy gazdaságosan gyárthatóak a prototípusok vagy az egyszeri tételek, továbbá a közepes vagy a nagyméretű sorozatok. Ez az eljárás rozsdamentes, hidegen hengerelt acél, melegen hengerelt acél, horganyzott acél, alumínium, horgany, sárgaréz, vörösréz, ezüst, alpakka alapanyagú termékeket alakít különböző formájúra.

A téma kidolgozását a tanult módszerek segítségével végzem el, felmérem, hogy a munkadarab elkészítéséhez milyen eljárások szükségesek, ezt követően az egyes eljárásokhoz tartozó irodalmat áttekintem. A kidolgozás során igyekszem a legkorszerűbb megoldásokat alkalmazni, illetve törekedni arra, hogy a munkám átlátható legyen. A technológia tervezés során elvégzem a fémnyomó modell előgyártmányának tervezését, ahol megadom a szükséges paramétereket. Az előgyártmány meghatározását követően a technológiai tervezést hajtom végre, ami magában foglalja, hogy milyen technológiával készíthető el az előgyártmány, illetve milyen alábbi műveletek szükségesek a készre munkáláshoz. A továbbiakban elkészítem a műveleti sorrendterveket és a technológiai számításokat, gazdasági számításokat, illetve a fúráshoz szükséges készülékezést.

A dolgozat kivitelezéséhez igyekszem naprakész modellező szoftver használni, a tervezés során a 3 dimenziós modelleket, műhelyrajzokat és egyéb dokumentációkat a Solid Edge tervező program 2021-es verziójával készítem el.

A fémnyomásról talált szakirodalmat áttekintem, illetve a gyártás minden egyes részfolyamatához az általam elérhető legfontosabb irodalmakból egy áttekintést készítek a technológiai folyamat meghatározása során.

2. Cégbemutató

A Go-Metall Kft. (2.1 ábra) egy olyan kis családi vállalkozás amely magyar tulajdonban van, 1990-ben alakult gép- és gépalkatrész gyártás, valamint gépszerelési, fémmegmunkálási tevékenységek elvégzésére.



2.1 ábra Go-metall kft. telephelye

Fő tevékenységi körök:

Műszaki rajz alapján gépalkatrészgyártás. Fővállalkozói tevékenység keretében öntvények gyártása az öntőminta készítéstől az öntésen át, a komplett megmunkált és szerelt darabok kiszállításáig. Hegesztett acélszerkezetek esetén a lángvágott, lézervágott alkatrészeket beszerzik, hegesztik, az alkatrészeket készre munkálják és a szerelik. A cég erőssége egyedi darabok kis- illetve közepes nagyságú szériagyártásában rejlik. Tipikus gyártási mennyiségek: néhány száz kg-os tételek, mint például házak esetén 5-10 db, kisebb alkatrészek (10-50 kg) esetén 30-50 db.

Fő termékeik: pumpaházak, forgattyús házak, hajtásházak, csapágyházak, csapágyfedelek, hajtókarok, keresztfejek, gépágyak, orsószekrények, egyéb szerszámgépipari alkatrészek, kompresszor alkatrészek.

Termékeink elsősorban a szerszámgépiparban, az élelmiszeri gépkiparban, az olaj- és gázkiparban, valamint a kompresszor-gyártás területén kerülnek felhasználásra.

A GO-METALL Kft. az MSZ EN ISO 9001: 2015 szerinti, az ÉMI-TÜV SÜD Kft. által tanúsított minőségirányítási rendszert működteti.

A cég már sok éve beszállítója vezető nyugat-európai gépgyártó vállalatoknak. Az eddig teljesített megbízások bizonyítják, hogy a vállalat által nyújtott minőség, ár és a szállítási határidők megfelelnek az európai elvárásoknak.

A főbb export piacok: Németország, Belgium, Hollandia, Ausztria, Svédország, USA, Franciaország

3. Szakirodalom feldolgozása

3.1 Fémnyomás ismertetése

A fémnyomás hagyományos rotációs alakítási eljárás, amely már a kézművesség idején is alkalmazott technológia volt hengersizmetrikus munkadarabok síklemezből való előállítására. Az utóbbi évtizedekben több okból ismét előtérbe került ez az olykor már feledésbe merült, de legalábbis bizonyos mértékben jelentőségét veszített eljárás. Az egyik ok a CNC technika elterjedése. A fémnyomást hagyományosan úgynevezett fémnyomó padokon végezték, de lényegében bármely esztergaszerű gép alkalmas a fémnyomásra. A

múlt század közepétől a CNC technika rohamos elterjedésével a kimondottan fémnyomásra készült, CNC vezérlésű alakító gépek (3.1. ábra) az iparág új reneszánszát hozták. A fémnyomás alakváltozási állapotát tekintve egy inkrementális alakítás: az inkrementális alakítás kutatásának felerősödése az elmúlt évtizedekben tekinthető a másik lényeges oknak, ami miatt a fémnyomás ismét a kutatások homlokterébe került. A fémnyomásnál hasonlóan



3.1. ábra
CNC vezérlésű fémnyomó gép

az inkrementális alakításokhoz az alakító szerszám (alakító görgők formájában) a munkadarabbal csak lokálisan érintkezik és a kis alakváltozási zónának is köszönhetően a hagyományos lemezalakításhoz képest olykor számottevően nagyobb alakváltozások érhetőek el. Így például akár 90%-os falvastagság-csökkenés is megvalósítható, amely az alkatrésznek kiváló kifáradási jellemzőket biztosít egyrészt a nagy alakváltozási keményedésnek, másrészt a jellemzően nyomó igénybevételnek tulajdoníthatóan. A harmadik tényező, amely a fémnyomás súlyának, szerepének jelentős felértékelődését eredményezte a lemeztérfogatalakítás fogalmának bevezetése és alkalmazási területeinek kiszélesedése. A tömegcsökkentési igények és a fokozott költségcsökkentés kielégítésében számos olyan alkatrész készül lemezalapanyagból, amelyeket korábban térfogat alakítással, vagy kevésbé anyagtakarékos forgácsoló megmunkálásokkal állítottak elő. Az eljárás kiválóan alkalmas akár külső-belső fogazattal, bordázattal rendelkező hengersizmetrikus alkatrészek gyártására is. [18][26]

3.2 Az előgyártási eljárás meghatározása

Amikor a technológiai folyamat előgyártási szakasza elszeparálódik, akkor a technológiai tervezés előkészítő részében el kell dönteni, hogy az alkatrészt öntött, hengerelt, kovácsolt, préselt, hegesztett vagy porkohászati előgyártmányból kell-e készíteni. A döntés általában az alkatrész megtervezése során megszületik azzal kapcsolatban, hogy milyen technológiát alkalmaznak az előgyártmány elkészítéséhez, azonban az alkatrész alakja befolyásolhatja az anyagminőséget, de ezt általában a felhasználási feltételek alapján választjuk meg, és esetleg a speciális előírások egyértelműsítik, hogy az előgyártmány milyen módon készüljön el. Ilyen esetekben a technológus legfeljebb megvizsgálja azt, hogy gazdasági, pontossági szempontból, mely az a technológia, amivel célszerű az előgyártmányt elkészíteni. Az előgyártmányokat túlnyomó többségben forgács nélküli megmunkálással készítik el. A további feldolgozás szempontjából fontos, hogy az előgyártmány milyen mértékben közelíti meg a kész termék méretét. Az előgyártmány megválasztása az alábbi szempontok szerint történik:

- Az előgyártmány megválasztásakor figyelembe kell venni az alkatrész alakját, méretét és tömegét.
- Az előgyártmány anyagának ki kell elégítenie az alkatrészsre előírt követelményeket.
- Az előgyártmány megválasztásakor meg kell határozni az előállítás módját és méreteit.
- Az előállítási módszer kiválasztását nagyban befolyásolja a:
 - technológiai felszerszámozás előkészítési ideje,
 - a szükséges technológiai berendezések felhasználhatósága és
 - a gyártás automatizáltsági foka.
- Mindezek mellett a kiválasztott módszernek biztosítani kell a legkisebb előállítási költséget is. [10][11][12][15]

3.3 A fémnyomó modell előgyártási technológiájának meghatározása:

A fémnyomó szerszám kész méreteit tekintve a legnagyobb külső átmérője $\varnothing 992$ mm, és a legnagyobb falvastagsága 70 mm. Könnyen juthatunk arra belátásra, hogy az előgyártmány alakjának meghatározásánál ebben az esetben törekedni kell arra, hogy a szerszám előgyártmánya alakhelyes formában kerüljön legyártására, ugyanis, ha az előgyártmány a lehető legnagyobb pontossággal készül el akkor, pénzt, időt energiát spórolhatunk. Az elsődleges alakadó technológiákat figyelembe véve az alábbi alkatrész legegyszerűbb módon az előzőekben felsorolt előgyártási technológiák közül a kovácsolással készíthető el a leggazdaságosabban. A kovácsolás olyan esetekben használandó, ha a munkadarab formája viszonylag egyszerű. Elsődlegesen egyedi gyártásnál és kisebb sorozatoknál jellemző a kovácsolás alkalmazása. Mivel a legyártandó fémnyomó szerszám darabszáma 1, ezért a gyártmány legyártása valószínűleg egyedi gyártás lesz, így a kovácsolás, mint előgyártási technológia ennek a szempontnak is megfelel. A kovácsolás segítségével történő előgyártás megfelelő pontosságot biztosít, nagymértékben megközelíti a kész alkatrész méretét. A kovácsolásnak alapvetően három típusa van: süllyesztékes-, szabadalakító-, illetve a finomkovácsolás. Az előbb említett háromféle eljárás közül a süllyesztékes kovácsolásra (kevés ráhagyással jól megközelíti az alkatrész végleges formáját) esett a választásom, mivel ez kovácsolás fajta pontosabb, mint a szabadalakító kovácsolás. A finomkovácsolás alkalmazásával nagyobb pontosságot lehetne elérni, de ez egyúttal azt is jelentené, hogy az előgyártmány elkészítése drágább lenne, mint a süllyesztékes fajtája, így ezt választani gazdasági szempontból nem lenne a legjobb megoldás. Az alkatrész végleges méreteinek eléréséhez a későbbiekben forgácsolást alkalmazok.^{[6][10]}

3.4 A süllyesztékes kovácsdarabok tervezése

A szélesebb értelemben vett süllyesztékes kovácsolási technológia több egymásra épülő és egymással összefüggő tervezési részfolyamat eredményeképpen jön létre. A technológia tervezésének két fő eleme van: a kovácsdarab tervezése, valamint a szűkebben értelmezett technológiatervezés (az előkovácsolás módja, a kiinduló darab meghatározása, a hőmérsékleti viszonyok tisztázása, valamint az alakító gép megválasztása és a süllyeszték- és a sorjázó szerszámok tervezése). Ezen tervezési részfolyamatok természetesen egymással szorosan összefüggnek. A kovácsdarab megtervezését már bizonyos mértékig befolyásolja

az alakítás majdani módja, az alakító gép típusa és mérete stb. Az optimális hőmérséklet meghatározásához ugyancsak szükség van a kovácsológép ismeretére. A sorjacsatorna (sorjahíd) méreteinek megállapításához az üregben végbemenő alakváltozási folyamatokat kellene ismerni, ezeket a folyamatokat viszont erőteljesen befolyásolják az alkalmazott sorjahíd méretei.

A technológiatervezés ezért nem lehet mechanikus tevékenység. A tervezés során számos tényezőt kell figyelembe venni, azok egymásra gyakorolt hatásával tisztában kell lenni. A tervezési folyamat során a tervezőnek nem ritkán egy-két tervezési lépést vissza kell lépni, az esetleg szükségessé vált módosításokat végre kell hajtania, majd a megváltozott körülményeknek megfelelően újra el kell végezni az egyszer (vagy többször) már elvégzett számításokat. [25][38]

3.4.1. A kovácsdarab-tervezés általános szempontjai

A süllyesztékes kovácsdarabok tervezésének alapja rendszerint a kész, gépészeti szempontok alapján tervezett darab rajza. Nem ritkán azonban a megrendelő már egy elkészített kovácsdarab rajzot ad át a kovácsüzemnek. Bármelyik módszerrel történik is a megrendelés, a kovácsrajzon fel kell tüntetni az osztófelület helyét, meg kell jelölni az utólagos, forgácsoló megmunkálással eltávolítandó darabrészeket, a befogáshoz szükséges helyeket, a próbavétel helyét és módját, a szükséges felületi és hőkezeléseket, valamint az átvételi feltételeket. A kovácsdarabok tervezésekor mindig figyelembe kell venni a kovácsolástechnológiai szempontokat, a kész darab alakját és az utólagos megmunkálásokat. A süllyesztékben sorjával kovácsolható darabok méretei néhány millimétertől több méter hosszúságig terjedhetnek. Az acélból készült kovácsdarabok tömege 0,01 és több száz kilogramm között lehet. A méret felső határát általában a rendelkezésre álló kovácsológép nagysága szabja meg. A süllyesztékes kovácsdaraboknak a tömegük mellett vannak olyan egyéb kritikus mérethatárai is, amelyek elérésekor a gyártás gazdaságtalanná válik, vagy el sem készíthető a munkadarab. Ilyen mérethatárok az alábbiak:

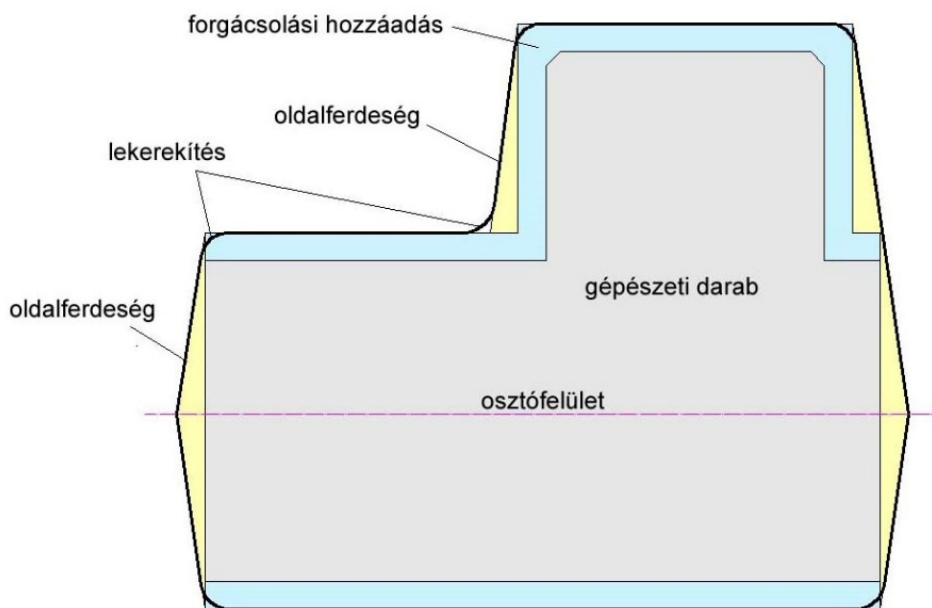
- a kovácsdarab falára és bordáira vonatkozó vastagság/magasság viszonyszám;
- a csapokra vonatkozó átmérő/hosszúság viszonyszám;
- a darabon kialakított fenékrészek vastagság/átmérő, ill. vastagság/szélesség viszonyszáma;
- a kovácsdarab lekerekítési sugarai;

- a kovácsdarab oldalferdeségei.

Az osztófelület megválasztása után a tervezéshez szükséges (szabványos) értékeket meghatározzuk, majd a gépészeti szempontok alapján megtervezett (gépészeti) darabon elhelyezzük őket az alábbi sorrendben:

- a megmunkálásra kerülő felületekre a forgácsolási hozzáadásokat,
- az osztófelületnek megfelelően az oldalferdeséget,
- végül az éleket lekerekítjük.

Az 3.2. ábrán jól látható, hogy süllyesztékes kovácsdarabokon a megmunkálási (forgácsolási) hozzáadások következtében és az oldalferdeségek miatt a gépészeti darabhoz képest anyagtöbblettel kell számolni.



3.2. ábra
Kovácsolási munkadarab ráhagyásokkal

A kovácsdarab és a gépészeti darab tömegének hányadosát anyagfelhasználási együtthatónak nevezzük:

$$a_f = \frac{m_{kd}}{m_{gd}}$$

Az anyagfelhasználási együttható értéke 1-nél nagyobb szám, nagyságát a forgácsolási hozzáadáson és az oldalferdeségen kívül természetesen több egyéb tényező is befolyásolja.

[25][38]

3.5 Gyártás során alkalmazandó forgácseltávolító technológiák

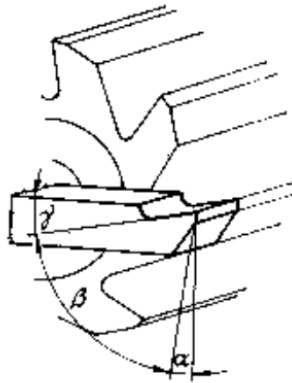
3.5.1 Marás

A marási technológiát elsősorban síkfelületek alak-, méret- és helyzetpontosságának, valamint felületi érdességének javítására használják. Szerszáma általában többélű, szabályos élgeometriájú marófej (homlokmarás) vagy marótest (palástmarás).

A megmunkálás méretpontossága IT6...IT8-ra tehető, az elérhető felületi érdesség: $R_a=0,63\text{...}10\ \mu\text{m}$. Az alacsonyabb értékek a finommarási technológiát jellemzik. A marásnak a szerszám és a munkadarab viszonylagos helyzete szempontjából két fajtája ismertes: a homlokmarás és a palástmarás. Homlokmaráskor a maró tengelye merőleges a megmunkált felületre, míg palástmaráskor párhuzamos a megmunkált felülettel.

Palástmaráskor a forgácsoló főmozgást a szerszám, az előtoló mellékmozgást a munkadarab végzi. A marótengely párhuzamos a megmunkált felülettel. Palástmarással síkfelületek, hornyok és alakos felületek készíthetők. Pontossága nagyoláskor: IT11-13, simításkor: IT9-10. Az érdesség nagyoláskor: $R_a = 25\text{-}100\ \mu\text{m}$, simításkor $R_a = 6,3\text{-}12,5\ \mu\text{m}$.

A palástmarók szabályos élgeometriájú, többélű szerszámok. Hengeres testből és annak felületén elhelyezett annyi "esztergakésből" származtathatók, ahány foga van a marónak (3.3. ábra).

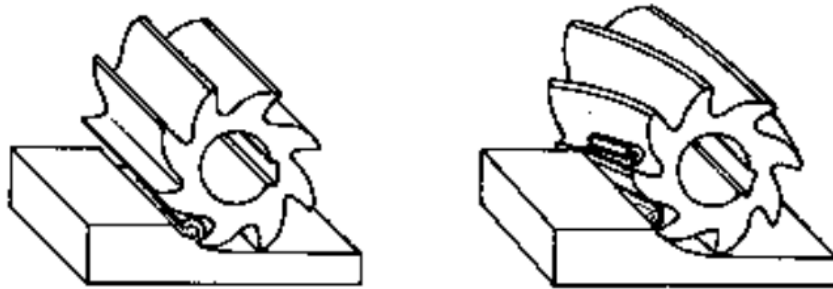


3.3. ábra
Palástmaró élgeometriája

Kemény anyagokhoz sűrű, lágyabb anyagokhoz ritkább fogú marókat alkalmaznak. Könnyűfémeket egészen ritkafogú maróval lehet megmunkálni.

A palástmaró élei a marótest palástján a tengellyel párhuzamosan, vagy ferdén, csavarvonal szerint helyezkednek el, E szerint beszélünk egyenes élű és csavart élű (ferde fogazású)

palástmarókról (3.4. ábra). Ezek a szerszámok főleg síkfelületek megmunkálására alkalmasak.



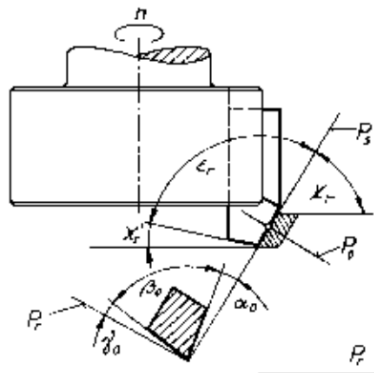
3.4. ábra
Ferde és egyenesfogazású palástmarók

3.5.2 Homlokmarás

Homlokmaráskor a forgácsoló főmozgást a szerszám, az előtolómozgást a munkadarab végzi. A maró tengelye merőleges a megmunkált felületre. Homlokmarással síkfelületek készíthetők. Az elérhető pontosság nagyoláskor: IT10-12, az érdesség: $R_a = 12,5-100 \mu\text{m}$. Simításkor a pontosság: IT8-9, az érdesség: $R_a = 3,2-12,5 \mu\text{m}$.

3.5.3 A homlokmarás szerszámai

A nagy teljesítményű homlokmarók - más szóval marófejek - betétkéses vagy betétlapkás kivitelűek. A betétkéses homlokmaró élgeometriájának a vázlata az 3.5. ábrán látható. A szerszámsíkok és az élszögek értelmezése az egyélű szerszámokéval azonos. A homlokmarók homlokélei rendszerint palásttélben folytatódnak.



3.5. ábra
Betétkéses homlokmaró élgeometriája

3.5.4 Palástmarás:

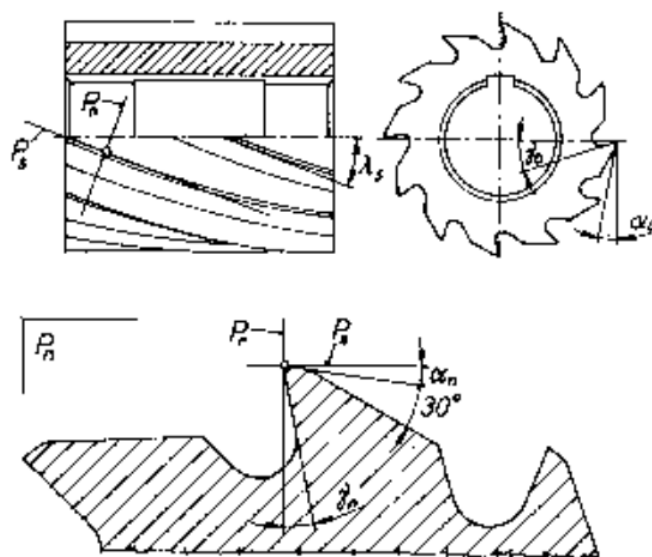
Palástmaráskor a forgácsoló főmozgást a szerszám, az előtoló mellékmozgást a munkadarab végzi. A marótengely párhuzamos a megmunkált felülettel. Palástmarással síkfelületek, hornyok és alakos felületek készíthetők. Pontossága nagyoláskor: IT11-13, simításkor: IT9-10. Az érdesség nagyoláskor: $R_a = 25-100$ mm, simításkor $R_a = 6,3-12,5$ mm.

3.5.5 A palástmarás szerszámai:

A palástmarók szabályos élgeometriájú, többélű szerszámok. Hengeres testből és annak felületén elhelyezett annyi "esztergakésből" származtathatók, ahány foga van a marónak (3. ábra). Kemény anyagokhoz sűrű, lágyabb anyagokhoz ritkább fogú marókat alkalmaznak. Könnyűfémeket egészen ritkafogú maróval lehet megmunkálni.

A palástmaró élei a marótest palástján a tengellyel párhuzamosan, vagy ferdén, csavarvonal szerint helyezkednek el, E szerint beszélünk egyenes élű és csavart élű (ferde fogazású) palástmarókról (3.6. ábra). Ezek a szerszámok főleg síkfelületek megmunkálására alkalmasak.

A fogárok és a 30° -os foghát két műveletben marással készül. A homloklapot és a hátlapot edzés után köszörülik, az előírt α és γ szögek betartásával (3.6. ábra). A szabványos palástmarók 40-150 mm átmérőhatárok között készülnek, és ferde élűek. Széles felületek (100-250 mm) marásához több palástmaróból álló összetett palástmarót alkalmaznak. A palástmarók lehetnek tömör vagy szerelt (lapkás) kivitelűek. [3][4][5][9][13][15] [21][24][32]



3.6. ábra
Palástmaró élszögei

3.6 Fúrás

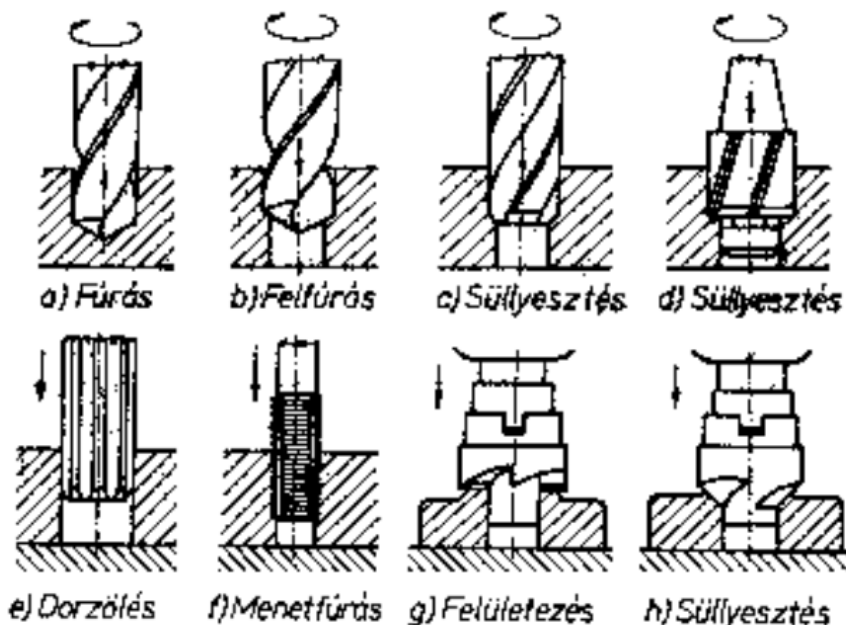
A fúrás és furatbővítés olyan forgácsolási eljárás, amelyben a forgácsolómozgást és az előtolómozgást végezheti a munkadarab is és a szerszám is. A fúrást és furatbővítést többféle szerszámgépen lehet végezni (esztergagép, fűrógép, fúró-marómű stb.). Fűrógépeken a forgácsolómozgást és az előtolómozgást is a szerszám végzi.

A furatokat technológiai szempontból hosszúságuk (l) és átmérőjük (d) alapján rövid, normál, hosszú és mélyfuratoknak nevezik:

- rövid furat, ha $l/d \leq 0,5$
- normál furat, ha $0,5 < l/d \leq 3$
- hosszú furat, ha $3 < l/d \leq 10$
- mélyfurat, ha $l/d \geq 10$

A mélyfuratok megmunkálásához különleges szerszámok szükségesek, a többi furattípus legjellegzetesebb megmunkáló szerszáma a csigafúró és a laposfúró.

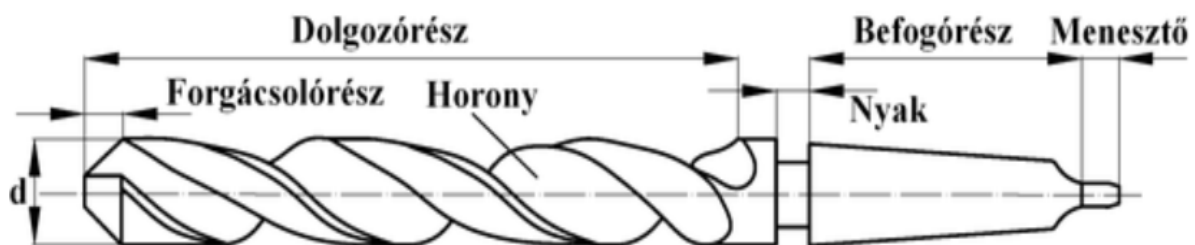
A furatok megmunkálásának két jellegzetes lépése van: fúrás és furatbővítés. Fúrás az a munkafolyamat, amikor tömör anyagba készítünk furatot, furatbővítés pedig az, amikor a már meglévő furatot nagyobb átmérőjű furattá munkálják meg (3.7. ábra).



3.7. ábra
Fúrás és furatbővítés típusai

A fúrás leggyakrabban alkalmazott szerszáma a csigafúró:

A csigafúrókat 0,1-80 mm közötti átmérőhatárok között gyártanak. Külső átmérőjének illesztése: h8, ennek ellenére a csigafúró legjobb esetben is csak IT12 pontosságú furatokat fúr. Ha a fúrót perselyben vezetjük, IT10-11 pontosság biztosítható. Az átlagos érdesség $R_a = 25-100 \mu\text{m}$. A csigafúró egy olyan hengeres testű, kétélű, szabályos élgeometriájú szerszám, amelynek kúpos hegyén a két főél úgy alakítják ki, hogy a fúró dolgozó részén két spirálisan végigfutó hornyot marnak ki. A dolgozó rész hosszát a kívánt furatmélység és az újraélezési tartalék figyelembevételével határozzák meg. A fúró hossza befolyásolja, a fúró merevségét, ezért nem szabad indokolatlanul hosszú fúrókat készíteni, illetve használni. A fúrásakor keletkező súrlódás csökkentésére a csigafúró hengeres felületét úgy lemunkálják, hogy csak egy keskeny szalagot hagynak meg. Ez a szalag vezeti a fúrót a furatban, és ezen mérhető a csigafúró átmérője is. Annak érdekében, hogy fúrásakor a dolgozó rész be ne szoruljon a furatba, kúposra kell készíteni. Legnagyobb az átmérő a szerszám forgácsoló részén, a szár felé fokozatosan csökken 1:1000 kúpossággal. A forgácsoló főél a homlok- és hátfelület metszsvonala. A két főél által bezárt szög a csúcshög, amely megközelítőleg $118^\circ-120^\circ$. Helyesen élezett fúrón κ értéke a két élnél azonos, és a két főél is egyenlő egymással. Ellenkező esetben csak az egyik él forgácsol, ezért gyorsan elkopik. A csigafúrón kialakított hornyoknak az a feladata, hogy elvezesse a forgácsot a furatból. Ennek érdekében a horny csavarvonal-szerűen helyezkedik el a szerszámon. A csigafúró (3.8. ábra) tengelye és a szalagél síkba terített vonala által bezárt szög a horonycsavarvonal hajlásszöge (ω). Nagysága befolyásolja a forgácselvezetést, a szerszám szilárdságát és a homlokszöget.^{[6][7][8][15][21][24][27][28]}



3.8. ábra
Csigafúró részei

3.7 Megmunkálás során használt CNC megmunkáló központ

A YASDA YBN-90N CNC megmunkálóközpont, amely az X, Y, Z, tengelyeken mozog. A gép munkaorsója a z tengelyen 800 mm- es, y tengelyen 1000 mm-es és x tengelyen 1600 mm-es tartományban mozgatható. A maximális előtolás mértéke a gépen 1200 mm/percés a szerszámbe fogás ISO 50 szerint történik. A főorsó villanymotorja 13,8 kW-os és a fordulatszám tartománya 30-2200 ford/perc között van. 3.9-es ábrán a YBN-90N CNC megmunkáló központ látható.



3.9. ábra YBN-90N CNC megmunkálóközpont

3.8 Hűtő és kenő anyagok alkalmazása a gyártás során

A megmunkálás során gyakran alkalmazunk emulziót, az emulziók két nem elegyedő folyadék diszperziói. Számos fontos gyakorlati alkalmazása van az élelmiszeriparban, az olajtermelésben, a mezőgazdaságban, a vegyiparban, az olaj- és gáziparban, a gyógyszeriparban és számos más feldolgozóiparban.

Kétféle emulzió létezik: Olaj a vízben (O / W), ahol az olaj képezi a diszpergált (cseppek) fázist, a víz pedig a folyamatos fázist; és a víz az olajban (W / O) típusú, ahol a víz képezi a diszpergált (cseppek) és az olaj a folyamatos fázist. Noha a diszpergált cseppek kicsik, a gravitáció mérhető erőt fejt ki rajtuk, és ennek következtében összeolvadva nagyobb cseppeket képeznek, amelyek hajlamosak vagy a keverék aljára leereszkedni, vagy a tetejére emelkedni. Ez a folyamat végül a belső és a külső fázist elválasztja a két eredeti komponensből. Az emulzió megfogalmazásának módjától és a fizikai környezettől függően, amelynek ki van téve, ez az elválasztás percek, hónapokat vagy évekredeket vehet igénybe.

Miből lesz az emulzió:

Forgácsoló emulzió készítés esetén a koncentrátum mellett fontos összetevő a felhasznált víz, mivel ez adja a keverék 90-95%-át. A víz keménysége nagyban befolyásolja, hogy milyen minőségű emulziót fogunk kapni. Ha túl alacsony, akkor habzási problémák lehetnek, ha túl magas, akkor alkalmatlan lesz emulzió képzésre, vagy kirakódás fog megjelenni. A gyártók különböző adalékokkal igyekeznek javítani az emulzió stabilitását, élettartamát, és természetesen a teljesítményét. Az emulziók stabilizálásához így hozzáadott anyagokat emulgeálószernek vagy emulgeálószernek nevezünk. Az emulgeálószerként általában használt anyagok különféle szappanok, hosszú szénláncú szulfonsavak vagy liofil kolloidok, például fehérjék, és gumi.

Az emulziókat többféle módszerrel lehet előállítani, az alkatrészek és a berendezés jellegétől függően. Kis mennyiségben, akár csak a laboratóriumban vagy a gyógyszertárban, az emulziókat száraz Wedgwood vagy porcelán mozsárral, mechanikus keverővel vagy keverővel lehet előállítani. Nagyobb léptékben nagy keverőtartályok használhatók az emulzió kialakításához nagy sebességű járókerék hatására.

Fontos a kész emulzió folyamatos monitorozására 2 paramétert kell rendszeresen ellenőrizni: a koncentrációt és pH értéket. Ezek ismeretében lehet megközelítő képet kapni az emulzió állapotáról.

Az emulziók főbb szempontjai és jellemzői:

- Az emulzió egyfajta kolloid, amelyet két folyadék kombinálásával hoznak létre, amelyek általában nem keverednek.
- Egy emulzióban az egyik folyadék a másik folyadék diszperzióját tartalmazza.
- A folyadékok keverési folyamatát emulzióvá emulzióknak nevezzük.
- Annak ellenére, hogy az őket alkotó folyadékok átlátszók lehetnek, az emulziók zavarosnak vagy színesnek tűnnek, mivel a keverékben lévő szuszpendált részecskék szétszórják a fényt.
- A biztonságot és a környezetbarátságot vízzel oldószerként használják
- A viszkozitás könnyen beállítható
- Alkalmas ragasztási és bevonási alkalmazásokra, amelyek az emulzió tulajdonságából származnak, ha szárítva filmet képeznek
- Kiváló keverhetőség pigmentekkel, oldószerrel, adalékokkal stb.
[17][20][30][31][36]

3.9 A készülék szerepe a technológia folyamatban

A munkadarab alakításához (forgácsolásához, megmunkálásához) gépi berendezésekre (szerszámgépekre), gyártóeszközökre, mozgásokra és energiára (erőre) van szükség. A korszerű, gépi úton végzett alkatrészgyártás alapvető tárgyi feltételei tehát:

- a szerszámgép (G),
- a gyártóeszközök (GY),

és természetesen a folyamat tárgyát jelentő munkadarab (M). Az alakításhoz szükséges energia (erők) és mozgások biztosítása a szerszámgép feladata. A szerszámgép típusát és jellemzőit és a mozgások adatait a technológiai tervezés során kell meghatározni, hogy biztosítani lehessen a legyártandó alkatrészek alakját, méreteit, pontosságát, felületi tulajdonságait, vagyis mindazokat a műszaki követelményeket, amelyek a műhelyrajzon elő vannak írva.

A készülékek az egyetemes szerszámgépeken használt olyan kiegészítő szerkezetek, amelyek a gyártást pontosabbá, termelékenyebbé és gazdaságosabbá teszik, kiküszöbölik a megmunkáló rendszer (gép) hiányosságait, ilyen értelemben az egyetemes szerszámgépeknek mintegy célgép jelleget kölcsönöznek. Az ilyen kiegészítő szerkezetekkel felszerelt szerszámgépet MKGSz-rendszernek (munkadarab-készülék-gép-szerszám rendszer) is szokták nevezni. A készülékek többféle szempont szerint osztályozhatók, és a technológia szerinti osztályozás megkönnyíti, hogy kiválasszuk azt a készülék-fajtát. Ilyen csoportosítás szerint megkülönböztetünk forgácsoló készülékeket (esztergakészülék, marókészülék, fűrőkészülék stb.), a forgácsnélküli alakítás készülékeit (hajlító-készülékek, hegesztő-készülékek, hőkezelő készülékek stb.), szerelő készülékeket, mérő (ellenőrző) készülékeket.

A munkadarab-befogó készülékek feladatát az MKGSz-rendszerben elfoglalt helyük alapján fogalmazhatjuk meg: meghatározott kapcsolat létesítése a munkadarab és a szerszámgép között, amellyel biztosítható a szerszám és a munkadarab egymáshoz viszonyított, mindig azonos helyzete, valamint az, hogy a szerszám és a munkadarab egymáshoz viszonyított, a megmunkáláshoz szükséges elmozdulása (ez többnyire az előtoló mozgás) mindig az adott felület előírt geometriájú és méretű kialakulását eredményezze. Ez a kölcsönös helyzet a készüléknek a gyártás megkezdése előtti egyszeri beállítása után fennmarad, és a sorozat

minden egyes munkadarabjára nézve érvényesül, így további méretre-állításra vagy utólagos ellenőrzésre nincs szükség.

A munkadarab és a szerszám mindig azonos kölcsönös helyzetének biztosítását helyzetmeghatározásnak nevezzük, Ez a munkadarab-befogó készülék egyik alapvető feladata. A helyzetmeghatározás mellett a munkadarab-befogó készülék másik alapvető feladata az, hogy a munkadarabot a rá ható erők (alakító erő, szorítóerő stb.) ellenében a készülékben beállított, előírt helyzetében rögzítse. E két alapvető feladat ellátására a készülékekben célszerűen kialakított, szabványos vagy a speciális viszonyoknak megfelelően külön megtervezett és legyártott készülékelemeket vagy szerkezeteket használnak. A forgácsolástechnológiában használt munkadarab-befogó készülékek (forgácsoló készülékek) legfontosabb elemei az alábbiak szerint csoportosíthatók:

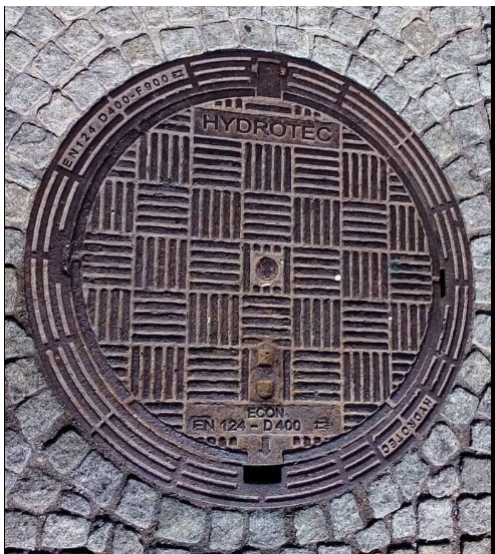
1. helyzetmeghatározó elemek („ülékek”), amelyek a munkadarab kijelölt elemeivel vagy felületeivel érintkezve biztosítják azok mindig azonos térbeli helyzetét,
2. szorítóelemek, amelyek a munkadarab kijelölt felületeire hatva azt az ülékekre szorítják,
3. készüléktest, amely a különböző készülékelemeket és szerkezeteket összefogja, hogy a készülék így önálló egységet képezzen,
4. készülékhelyező elemek, amelyek magát a készüléket hozzák az előírt helyzetbe a szerszámgéphez, ill. a szerszámhoz képest.

A készülékhelyező elemekkel kapcsolatban meg kell jegyezni, hogy a gyártást megelőzően természetesen magának a készüléknek a helyzetét is meg kell határozni a szerszámgép erre alkalmas egységén (gépasztal, főorsó stb.), vagyis a készüléket „fel kell fogni” a szerszámgépre. A munkadarab-befogó készüléknek a szerszámgépre való felfogása (vagyis az, hogy a készüléket a helyzetmeghatározás mellett rögzíteni is kell-e) a szerszámgép és a készülék fajtájától függ.^[19]

4. Probléma bemutatása

Szakedolgozatom témája egy fémnyomó modell gyártásának a megtervezése. Ezt a feladatot egy a céghez beérkező megrendelés okán kaptam. A megrendelés egy kisebb pest vármegyei város önkormányzatától érkezett. A fémnyomó pedig a következő okok miatt vált szükségessé a város számára. Budapest agglomerációs körzetébe tartozó városokban és falvakban a lakosság jelentősmértékben növekszik ezzel egyetemben a megrendelést leadó kisváros lakossága is ugrásszerűen megnőtt, ami magával vonzza azt is, hogy a városnak bővülnie kell tehát egyre több házra és lakóparkra van szükség. A város növekedése miatt a csatornahálózat egyre nagyobb igénybevételnek van kitéve és az elavult rendszer ezt már nem képes elviselni, emiatt a város vezetése úgy határozott, hogy a csatornahálózatot bővítik és korszerűsítik, hogy a növekvő igénybevételt képes legyen elviselni a hálózat. Ebből az okból kifolyólag döntött úgy a város vezetése, hogy az új csatornafedeleket (4.1-es ábra) elkészítéséhez szükséges lesz egy szerszám, aminek segítségével ezeknek a csatornafedőknek a mintázatát ellehet készíteni.

A fémnyomó szerszám feladata az előzetes munkálatokon átesett csatornafedeleket megjelölése. Ezeknek a fedeleknek az azonosíthatósága nagyon fontos a csatornázási cég számára, mert a karbantartási munkálatok során ezen jelöléseknek köszönhetően tudják a dolgozók, hogy melyik járatot kell használniuk. Emiatt a fedelek jelölésére egy egyedi kódrendszert alkalmaznak. A fémnyomó modell a 4.2-es ábrán látható a műhelyrajza pedig az 1. sz. mellékleten látható



4.1. ábra
Csatornafedél



4.2 ábra
Fémnyomó modell 3d-s képe

5. Fémnyomószerszám gyártástervezése

5.1 Az előgyártmány anyagának megválasztása

Az alkatrész anyagának kiválasztásánál figyelembe kell venni, hogy az alkatrész milyen igénybevételeknek van kitéve mind a kész termék későbbi alkalmazása közben, illetve a szükséges megmunkáló műveletek (forgácsolás, hőkezelés stb.) során. A fémnyomó szerszám működése közben fellépő erők figyelembevételével fontos, hogy olyan anyagra essen a választás, amelynek megfelelő a szilárdsága és a szívóssága is.

Ezek alapján a fémnyomó szerszám anyagminősége: **C45**

A C45 acél általános rendeltetésű, ötvözetlen, szerkezeti, nemesíthető és edzhető szénacél. Ez a típusú acél általános műszaki célokra széles körben használt acélminőséget képvisel, hiszen hatalmas súly- és nyomásterhelést is megbír, és rozsdálló. Három legelőnyösebb tulajdonsága a robusztus szerkezet, a légköri korrózióval szembeni ellenállás és a nagymértékű alakíthatóság. Felhasználási területei között éppúgy megtaláljuk csavargyártást, a gép- és készülékgyártás, mint a kisebb igénybevételű autóiipari alkatrészek, kopásálló alkatrészek, nyomástartó alkatrészek, illetve közepes igénybevételnek kitett szerszámok gyártását. A megmunkálás, illetve a forgácsolás után a C45 acél alkatrész hőkezelésre kiválóan alkalmas. Az 5.1-es táblázatban a C45 acél vegyi tulajdonságai és az 5.2-es táblázatban pedig a szilárdsági tulajdonságai láthatóak.^{[1][2][16][23]}

5.1 Táblázat A C45 acél vegyi összetétele (Az ötvözet gyártási szabványa szerint) [%]

C	Si	Mn	Ni	P	S	Cr	Mo
0,43-0,5	≤ 0,4	0,5-0,8	≤ 0,4	≤ 0,045	≤ 0,045	≤ 0,4	≤ 0,1

5.2 Táblázat A C45 acél tulajdonságai szobahőmérsékleten:

Méret [mm]	Szakítószilárdság R_m [Mpa]	Folyáshatár R_{ch} [Mpa]	Szakadási nyúlás A [%]	Ütőmunka K, [J]
d átmérőjű, vagy t vastagságú munkadarabok mechanikai tulajdonságai				
$d \leq 16$ mm $t \leq 8$ mm	700 – 850	490	14	27
16 mm < $d \leq 40$ mm 8 mm < $t \leq 20$ mm	650-800	430	16	27
40 mm < $d \leq 100$ mm 20 mm < $t \leq 60$ mm	630-780	370	17	27

5.2 Süllyesztékes kovács szerszám tervezése

Az elsődleges feladat a kovácsdarab megtervezése, azonban a kovácsdarab kialakításakor néhány fontos szempontot figyelembe kell venni. Az egyik legfontosabb kritérium, hogy a kovácsdarabot a szerszámból ki lehessen emelni mindenféle különösebb probléma nélkül, ennek érdekében a kész alkatrész geometriáját valamelyest kénytelenek vagyunk megváltoztatni. Ilyen változtatások például, hogy az alkatrész nem tartalmazhat alámetszéseket, az alkatrész függőleges oldalait oldalferdeséggel kell ellátni, élessarkok nem lehetnek az alkatrészen, lehetőleg forgásszimmetrikus legyen a gyártmány. Továbbá törekedni kell arra, hogy a kovácsdarab minél egyszerűbb legyen, ennek érdekében alkalmazunk egyszerűsítéseket, ilyen esetekben a tervezésfázisában az alámetszések, a furatok vagy a beszúrások elhanyagolásra kerülnek. Természetesen az ilyen geometriai egyszerűsítések anyag hozzáadással járnak, de a gazdaságosságot szem előtt tartva csak megfelelő mértékű egyszerűsítést érdemes végezni. Esetemben kovácsolással nem készíthetőek el a furatok és a 45°-os szöggel ellátott oldalfal külső része. [25][38]

5.2.1 A kovácsdarab jellemzőinek meghatározása

5.2.2 A munkadarab besorolása

A bonyolultsági fok MSZ 5745-84 alapján a következő:

$$S = \frac{m_{kd}}{m_b} = \frac{402,3}{641,3} = 0,63 \rightarrow \mathbf{S1}$$

Ahol:

m_{kd} → a kovácsdarab tömege

m_b → a kovácsdarab legnagyobb méretei által meghatározott burkolótest tömege

Anyagminőségi tényező: MSZ 5745-84 alapján a következő → **M1**

Pontossági fokozat: MSZ 5745-84 alapján a következő → **II. (normál)**

Egyenességi fokozat: MSZ 5745-84 alapján a következő → **II.**

5.2.3 A forgácsolási hozzáadások:

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

- ahol H_f a forgácsolási hozzáadás értéke felületenként;
 $T/6$ az egy oldalra jutó alsó határeltérés, ami egyben a tűrésnagyság 1/6-a;
 c a megengedett süllyeszték-elcsúszás;
 g az egyenesség tűrése;
 A korrekciós tényező, amelyet a szerződő felek alakítanak ki, $A = 1$

Egyenesség:

MSZ 5745 szabvány egyenességre vonatkozó táblázata szerint:

$$1000 \text{ mm} \leq D_{max} \leq 1250 \text{ mm} \rightarrow g = 2,2 \text{ mm} \rightarrow 2,2 \cdot 1,2 = \mathbf{2,64 \text{ mm}}$$

Mivel a $\frac{D}{H} \geq 5$, így a táblázatbeli értéket fel kell szorozni a konstanssal, amely 1,2.

Süllyesztékelcsúszás:

MSZ 5745 szabvány süllyesztékelcsúszásra vonatkozó táblázata szerint:

$$250 \text{ kg} \leq m_k \leq 600 \text{ kg} \rightarrow c = \mathbf{3 \text{ mm}}$$

Határeltérés és módosított méretek:

MSZ 5745 szabvány határeltérésekre vonatkozó táblázatai szerint:

Üregalakokhoz kötött méretek forgácsolási ráhagyásának meghatározását 5.3-as táblázat tartalmazza.

5.3 Táblázat Az üregalakokhoz kötött méretek változásai:

i	d [mm]	f _d [mm]	c [mm]	H _d [mm]	D [mm]
1	992	0,8	3	3,4	999,2
2	700	0,8	3	3,4	692,8
3	170	0,6	3	3,4	163
4	106,4	0,5	3	3,4	99,5

Üregalakokhoz nem kötött méretek forgácsolási ráhagyásának meghatározását 5.4-es táblázat tartalmazza.

5.4 Táblázat Az üregalakhoz nem kötött méretek változásai:

i	h [mm]	f _d [mm]	g [mm]	H _d [mm]	H [mm]
1	109,8	0,7	2,64	4,2	117,34
2	40	0,5	2,64	4,2	40
3	10	0,4	2,64	4,2	10
4	30	0,5	2,64	4,2	30

d – munkadarab átmérője

h – munkadarab magassága

f_d – határeltérés

D – kovácsolt darab átmérője

H – kovácsolt darab magassága

A H₂, H₃ és H₄ méreteknél láthatólag nem történt méretbeli változás, azonban a H₁-es méret megváltozásával az előbbi méreteknél is megtörtént a ráhagyás. [25][38]

Oldalferdeség:

A kovácsdarab egyes felületein szükséges oldalferdeséget alkalmazni, ezek azok felületek, amelyek az ütés irányába esnek. Az oldalferdeség képzésére azért van szükség, hogy a kovácsdarabot a súllyesztéküregből megfelelően kilehessen emelni. A szükséges oldalferdeség az alakító eljárástól függően a kovácsdarab alakja és nagysága szerint a belső és a külső felületeken eltérő mértékű. Az oldalferdeségek ajánlott értékeit a MSZ 5745-84-es szabvány meghatározza, amelyek 5.5.-ös táblázatban megtalálhatóak. A belső oldalferdeségek 6°-osak a külső oldalferdeségek pedig ~4°-osak. [25][38]

5.5 Táblázat Az oldalferdeségek MSZ 5745 szerint:

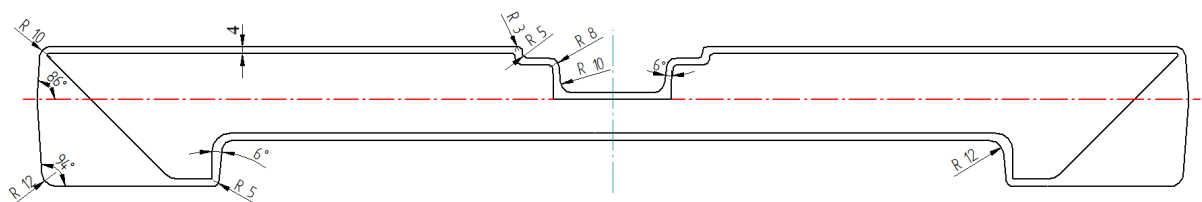
Kalapácson vagy sajtón	Külső felületre a	Belső felületre b
Kilökő nélkül	4-10°	6-12°
Kilökővel	1-3°	1-4°

A lekerekítések

Az élek lekerekítési értékének helyes megválasztása is egy fontos tényező hiszen, ha az élek lekerekítései a kovácsdarabon nem megfelelőek, akkor annál nagyobb erőre van szükség ahhoz, hogy az anyagot az adott üregrészébe sajtolja a gép. A feszültségkoncentráció ezeken a helyeken feszültségi repedéseket idézhet elő az üregben. A felületeken alkalmazott lekerekítési sugarakat a szabványban található értékek alapján választottam, amelyeket a 5.6.-os táblázatban tüntetek fel. Ezek az értékek a megmunkálási hozzáadásnak 1,5-2 szeresét tehetik ki. Abban az esetben, ha a forgácsolandó részek éleinek kialakítása megköveteli - pl. kis élátmenetek esetén – akkor ezekben tartományban lévő megmunkálási hozzáadást meglehet emelni. A 5.1-es ábrán látható a kovácsdarab a meghatározott hozzáadásokkal. [25][38]

5.6 Táblázat A lekerekítési sugarak az MSZ 5745 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



5.1 ábra A kovácsdarab forgácsolási hozzáadásai

Lyukasztási hártya:

MI-05 29.584-82 leírása alapján használható képlet a lyukasztási hártya meghatározására

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

d – a lyukasztási hártát tartalmazó üreg legnagyobb átmérője

h – a lyukasztási hártát tartalmazó üreg mélysége

$$S = 0,45 \cdot (99,2 - 0,25 \cdot 40 - 5)^{0,5} + 0,6 \cdot 40^{0,5} = 7,924 \text{ mm}$$

Kovácsolható üregmélység

MI-05 29.584-82 alapján, ha a munkadarabot kilökő távolítja el, abban az esetben a munkadarabon megtalálható üreg átmérőjének és mélységének a viszonya a következő:

$$0,7 \geq \frac{h}{d} = \frac{h - \frac{S}{2}}{d} = \frac{40 - 3,96}{99,2} = 0,36 \rightarrow \text{megfelelő}$$

5.2.4 Mérettűrés

MSZ 5745-84 szabvány alapján a méretek tűrései a következők alapján alakul:

Az üregelekhez kötött méretek tűrését a szabványban megtalálható értékek alapján határozom meg, ezen értékek az 5.7-es táblázatban alább megtalálhatóak. A tűrés meghatározásánál a fémnyomó modell legnagyobb átmérőjét veszem alapul, amely 992 mm ez az érték a táblázat szerint a 630-1000 mm-es tartományba esik. ebből kifolyólag az üregelekhez kötött méretek tűrése a következő: $T_{\text{üak}} = 4,5 \text{ mm} \begin{pmatrix} +3 \\ -1,5 \end{pmatrix}$

5.7 táblázat Üregelekhez kötött méretek tűrésnagysága és határelterései

Tömeg kg	Mmő- ségi csoport M	Bonyolultsági csoport S				Pontosság fokok		Névéleges méret																																																																																					
								-tól	0	32	100	160	250	400	630	1000	1600	1600	2500																																																																										
								-ig	32	100	160	250	400	630	1000	1600	2500																																																																												
								Tűrésnagyság és határelterések																																																																																					
0	0,2							0,6	+0,7 -0,4	0,7	+0,8 -0,4	0,8	+0,9 -0,5	0,9	+1,0 -0,5	1,0	+1,1 -0,5	1,1	+1,2 -0,5	1,2	+1,3 -0,5	1,4	+1,5 -0,5	1,6	+1,7 -0,5	1,8	+1,9 -0,5	2,0	+2,1 -0,5	2,5	+2,7 -0,5	3,0	+3,0 -0,5	3,6	+3,3 -0,5	4,5	+3,6 -0,5	5,6	+4,0 -0,5	7,0	+4,5 -0,5	8,5	+5,0 -0,5	10,5	+5,5 -0,5	13,0	+6,0 -0,5	16,0	+6,5 -0,5	20,0	+7,0 -0,5	25,0	+7,5 -0,5	32,0	+8,0 -0,5	40,0	+8,5 -0,5	50,0	+9,0 -0,5	63,0	+9,5 -0,5	80,0	+10,0 -0,5	100,0	+10,5 -0,5	125,0	+11,0 -0,5	160,0	+11,5 -0,5	200,0	+12,0 -0,5	250,0	+12,5 -0,5	315,0	+13,0 -0,5	400,0	+13,5 -0,5	500,0	+14,0 -0,5	630,0	+14,5 -0,5	800,0	+15,0 -0,5	1000,0	+15,5 -0,5	1250,0	+16,0 -0,5	1600,0	+16,5 -0,5	2000,0	+17,0 -0,5	2500,0	+17,5 -0,5

Az üregalakhoz nem kötött méretek tűrésének meghatározása hasonlóan történik, a szabvány ide kapcsolódó táblázata alapján, amelynek értékei az 5.8-as táblázatban láthatóak. Az üregalakhoz nem kötött méretek tűrése a következő: $T_{\text{üan}k} = 4 \text{ mm} \begin{pmatrix} +2,7 \\ -1,3 \end{pmatrix}$

5.8 Táblázat Üregalakhoz nem kötött méretek tűrésnegysége és határeltéresei:

Tömeg kg	Minőségi csoport <i>M</i>	Bonyolultsági csoport <i>S</i>				Pontosság fokozat	Névleges méret																				
		M1	M2	S1	S2		S3	S4	I	II	-tól -ig	0 16	16 40	40 63	63 100	100 160	160 250	250									
0	0,2											0,5	+0,3 -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	1,0	+0,7 -0,3	1,1	+0,7 -0,4	1,1	+0,7 -0,4
0,2	0,4											0,6	+0,7 -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	1,2	+0,8 -0,4	1,2	+0,8 -0,4
0,4	1,2											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	1,2	+0,8 -0,4	1,4	+0,9 -0,5	1,4	+0,9 -0,5
1,2	2,5											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	1,6	+1,1 -0,5	1,6	+1,1 -0,5
2,5	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	1,6	+1,1 -0,5	1,8	+1,2 -0,6	1,8	+1,2 -0,6
5	8											1,0	+0,7 -0,3	1,1	+0,7 -0,4	1,2	+0,8 -0,4	1,4	+0,9 -0,5	1,6	+1,1 -0,5	1,8	+1,2 -0,6	2	+1,3 -0,7	2	+1,3 -0,7
8	12											1,1	+0,7 -0,4	1,2	+0,8 -0,4	1,4	+0,9 -0,5	1,6	+1,1 -0,5	1,8	+1,2 -0,6	2	+1,3 -0,7	2,2	+1,5 -0,7	2,2	+1,5 -0,7
12	20											1,2	+0,8 -0,4	1,4	+0,9 -0,5	1,6	+1,1 -0,5	1,8	+1,2 -0,6	2	+1,3 -0,7	2,2	+1,5 -0,7	2,5	+1,7 -0,8	2,5	+1,7 -0,8
20	36											1,4	+0,9 -0,5	1,6	+1,1 -0,5	1,8	+1,2 -0,6	2	+1,3 -0,7	2,2	+1,5 -0,7	2,5	+1,7 -0,8	2,8	+1,9 -0,8	2,8	+1,9 -0,8
36	63											1,6	+1,1 -0,6	1,8	+1,2 -0,6	2	+1,3 -0,7	2,2	+1,5 -0,7	2,5	+1,7 -0,8	2,8	+1,9 -0,8	3,2	+2,1 -1,1	3,2	+2,1 -1,1
63	110											1,8	+1,2 -0,6	2	+1,3 -0,7	2,2	+1,5 -0,7	2,5	+1,7 -0,8	2,8	+1,9 -0,8	3,2	+2,1 -1,1	3,6	+2,4 -1,2	3,6	+2,4 -1,2
110	200											2	+1,3 -0,7	2,2	+1,5 -0,7	2,5	+1,7 -0,8	2,8	+1,9 -0,8	3,2	+2,1 -1,1	3,6	+2,4 -1,2	4	+2,7 -1,3	4	+2,7 -1,3
200	250											2,2	+1,5 -0,8	2,5	+1,7 -0,8	2,8	+1,9 -0,8	3,2	+2,1 -1,1	3,6	+2,4 -1,2	4	+2,7 -1,3	4,5	+3,0 -1,5	4,5	+3,0 -1,5
												2,5	+1,7 -0,8	2,8	+1,9 -0,8	3,2	+2,1 -1,1	3,6	+2,4 -1,2	4	+2,7 -1,3	4,5	+3,0 -1,5	5	+3,3 -1,7	5	+3,3 -1,7
												2,8	+1,9 -0,9	3,2	+2,1 -1,1	3,6	+2,4 -1,2	4	+2,7 -1,3	4,5	+3,0 -1,5	5	+3,3 -1,7	5,6	+3,7 -1,9	5,6	+3,7 -1,9
												3,2	+2,1 -1,1	3,6	+2,4 -1,2	4	+2,7 -1,3	4,5	+3,0 -1,5	5	+3,3 -1,7	5,6	+3,7 -1,9	6,3	+4,2 -2,1	6,3	+4,2 -2,1
												3,6	+2,4 -1,2	4	+2,7 -1,3	4,5	+3,0 -1,5	5	+3,3 -1,7	5,6	+3,7 -1,9	6,3	+4,2 -2,1	7	+4,7 -2,3	7	+4,7 -2,3
												4	+2,7 -1,3	4,5	+3,0 -1,5	5	+3,3 -1,7	5,6	+3,7 -1,9	6,3	+4,2 -2,1	7	+4,7 -2,3	8	+5,3 -2,5	8	+5,3 -2,5
												4,5	+3,0 -1,5	5	+3,3 -1,7	5,6	+3,7 -1,9	6,3	+4,2 -2,1	7	+4,7 -2,3	8	+5,3 -2,5	9	+6 -3	9	+6 -3
												5	+3,3 -1,7	5,6	+3,7 -1,9	6,3	+4,2 -2,1	7	+4,7 -2,3	8	+5,3 -2,5	9	+6 -3	10	+6,7 -3,3	10	+6,7 -3,3
												5,6	+3,7 -1,9	6,3	+4,2 -2,1	7	+4,7 -2,3	8	+5,3 -2,5	9	+6 -3	10	+6,7 -3,3	11	+7,3 -3,7	11	+7,3 -3,7
												6,3	+4,2 -2,1	7	+4,7 -2,3	8	+5,3 -2,5	9	+6 -3	10	+6,7 -3,3	11	+7,3 -3,7	12	+8,0 -4,0	12	+8,0 -4,0

A lekerekítési sugarak mérettűrése a szabvány ide tartozó táblázata alapján határoztam meg az értékek az 5.9-es táblázatban láthatóak.

5.9 Táblázat A lekerekítési sugarak mérettűrése szabványalapján:

Lekerekítési sugár, <i>R</i>	Határeltéresei
10-ig	+0,5* <i>R</i> -0,25* <i>R</i>
10-től 32-ig	+0,4* <i>R</i> -0,2* <i>R</i>
32 felett	+0,32* <i>R</i> -0,15* <i>R</i>

A munkadarab méretéből adódóan a szabványértékek két tartományába is beleesnek a lekerekítési értékek ebből kifolyólag az R 10-es lekerekítési értékig a $T_{R10} = \begin{matrix} +0,5 R \\ -0,25 R \end{matrix}$ tűrés értékeket alkalmazom és R 10-R 32 lekerekítési tartományban pedig a

$$T_{R10-32} = \begin{matrix} +0,4 R \\ -0,2 R \end{matrix} \text{ tűrés értékeket. [25][38]}$$

5.2.5 Méretek ellenőrzése

A kovácsolásihozzáadással ellátott munkadarab

$$m_{kovács} = 597,3kg \rightarrow \text{megfelelő}$$

$$S = \frac{m_{kovács}}{m_{bkovács}} = \frac{597,3}{721,3} = 0,83 \rightarrow \text{megfelelő}$$

Süllyesztékelcsúzás:

$$m_{kovács} = 597,3kg$$

$$250kg \leq m_{kovács} \leq 600 kg \rightarrow \text{megfelelő}$$

Egyenesség:

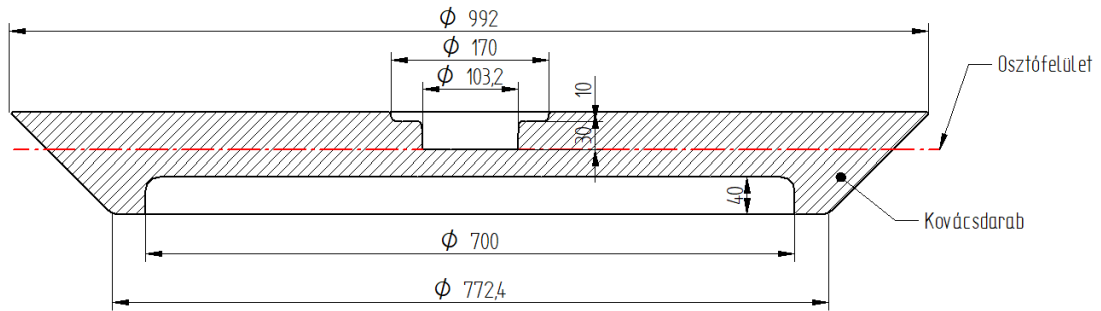
$$D_{max} = 1004,6 mm$$

$$1000 mm \leq D_{max} \leq 1250 mm \rightarrow \text{megfelelő}$$

Az előbbi ellenőrzés alapján megállapítható, hogy az előtervezés alkalmával használt adatok alapján kiválasztott kategóriák megegyeznek a kiválasztás utáni kategóriákkal, tehát további módosításra nincsen szükség. [25][38]

5.2.6 Az osztófelület megválasztása

Az osztófelület a munkadarabot két részre bontja, ennek köszönhetően a darab egyik fele a szerszám alsó, a másik pedig a süllyesztékes szerszám felső részébe kerül. Az osztófelület megválasztásánál fontos szempont, hogy a munkadarabot a szerszámból ki lehessen venni. Ezért az osztófelület síkjától lefele a szerszám ürege csak keskenyedhet, illetve alámetszés nem lehet. Ezeket az kritériumokat figyelembe véve a 5.2-es ábrán látható osztófelületet választottam meg.



5.2 ábra A kovácsdarab osztófelülete

5.3 Az alakító kovácsszerszám megtervezése

Jelen esetben 1 darab megfelelő minőségű munkadarab elkészítése a cél, figyelembe véve a jelenlegi árakat az élkészítés módja úgy a leggazdaságosabb, ha a kovácsolás együregben történik előkovácsolás nélkül. Ennek a módszer viszonylag sok hátránya van, az üreg biztos kitöltése miatt több anyag felesleg lesz, illetve a nagyobb mennyiségű sorja kialakítása több ütést vesz igénybe. Mivel nagy a munkaszükséglet és több az ütések száma, ezért a szerszám igénybevétele is nagy, ez természetesen a süllyesztékes szerszám nagymértékű amortizációját jelenti, de ebben az esetben ez nem probléma.

A munkadarab geometriájának kialakítása melegen történik, ezért számolni kell a hőtágulással is. A korábban meghatározott tűrésezett méreteket veszem alapul, ahol a darab mértét $+2_0$ növeltük ott a méretet további 1 mm-el megnöveljük és ahol a mértet 0_{-2} csökkentettük ott pedig ugyan ezen 1mm-el csökkentjük. Ez az érték afféle útmutató, ha a méretek megkövetelik akkor ellehet térni tőle. A kovácsdarab méretinek megadásánál a hidegméreteket alkalmaztuk, illetve a kovács szerszámot is hidegméretekre kell tervezni. Azonban, ha az előbb említett értékekkel növeljük vagy csökkentjük a kovácsdarab méretét akkor melegméreteket kapunk.

Az alakítás során ezeket a megnövekedett értékeket kapjuk, emellett nem csak a kovácsdarabon jelentkezik a hőtágulás, hanem a kovácsszerszámon is. Tehát ahhoz, hogy a süllyesztékes szerszám hidegméreteit megkapjuk a méreteket meg kell szorozni a hőtágulási együtthatóval, ami a jelenlegi anyag választást figyelembe véve 1.013. A számítás módját a kovácsdarab egyik méretén bemutatom, amit minden méreten elvégzek.

$$1004,6 \text{ mm} + 1 \text{ mm} = 1005,6 \text{ mm}$$

$$1005,6 \text{ mm} \cdot 1,013 \approx 1018,7 \text{ mm}$$

Ilyen formában megkapom a kovács szerszám hidegméreteit, természetesen ez egy általános számítási módszer, ha módosításra van szükség akkor a hőtágulás figyelembevételével elvégezhetem. A következő lépés a forgástengelyre eső szerszámrész kialakítása, a méreteinek meghatározása a kovácsdarab méretei alapján történik. A szerszám ezen részére, azért van szükség, mert ennek köszönhetően az anyag préselés közben a szerszám belsejéből a széle felé áramlik. [25][38]

5.3.2 Sorjacsatorna méretének meghatározása

A sorjacsatornát az üregek összezárt helyzetében kell megtervezni. A sorjacsatorna méretének meghatározásában az alábbi összefüggést alkalmazom:

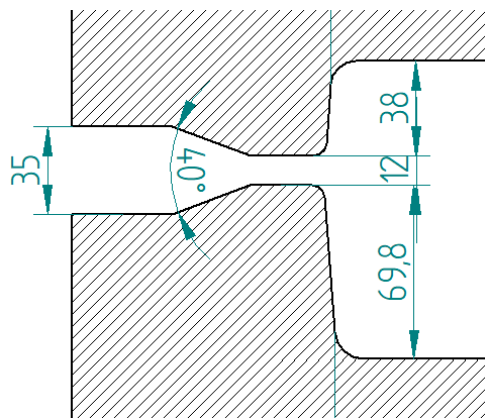
$$\begin{aligned} h_s &= 1,13 + 0,89 \cdot \sqrt{m_{kd}} - 0,017 \cdot m_{kd} = 1,13 + 0,89 \cdot \sqrt{597,4} - 0,017 \cdot 597,4 \\ &= 12,72 \text{ mm} \end{aligned}$$

ahol,

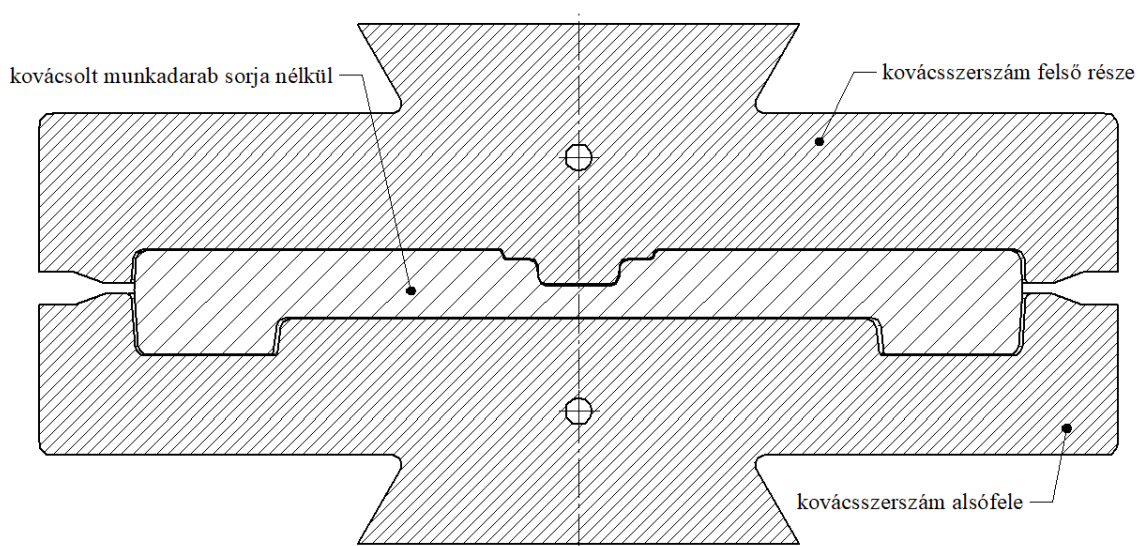
h_s a sorjahíd magassága [mm]

m_{kd} a kovácsdarab tömege [kg]

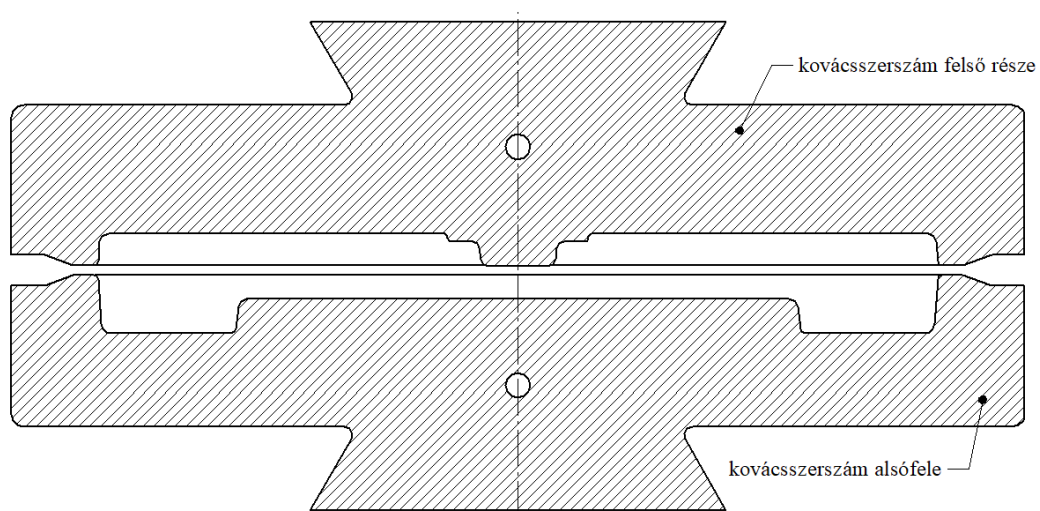
A kovácsdarab tömegét a CAD program által meghatározott érték szerint adtam meg. Mivel a feltételezés szerint az összefüggés azt a legnagyobb h_s értéket adja, amivel az üregtöltés még éppen megvalósítható, ezért a kiszámolt értéket lefelé kell kerekíteni, hogy az üregtöltés biztos legyen. Ebből kifolyólag a sorjahíd magasságát lefele kerekítem, így a sorjahíd magassága 12 mm. ennek megfelelően a két szerszámfél között ekkorának kell lennie a résnek, majd ezt ki kell bővíteni, hogy szabad utat hagyjunk az anyag kiáramlásának. A sorjacsatorna kialakítása a 5.3 ábrán látható. A kovácsszerszám a kovácsdarabbal 5.4-es ábrán és a kovácsdarab nélkül pedig az 5.5-ös ábrán látható. A kovácsszerszám a 2. sz. mellékleten és a kovácsolt előgyártmány műhelyrajza pedig a 3. sz. mellékleten látható. [25][38]



5.3 ábra A sorjacsatorna kialakítása



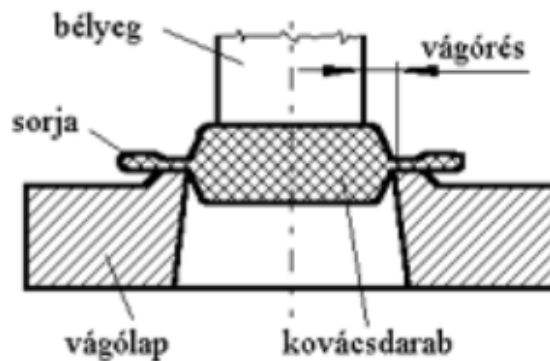
5.4 ábra A kovácsszerszám a kovácsdarabbal



5.5 ábra A kovácsszerszám a kovácsdarab nélkül

5.3.3 Sorjázás

A kovácsolás végeztével a kovácsdarabon sorja keletkezik, amit elkell távolítani. A sorja eltávolítása nyírással történik. A sorjázást a közvetlen a kovácsolás után végezzük, a munkadarab viszonylag nagyobb mérete miatt hidraulikus sajtót kell alkalmazni. A sorjázás közben ügyelni kell arra, hogy a munkadarab palástfelületét ellásuk a megfelelő oldalferdeséggel. Sorjázás esetén a kovácsdarabot az alakjának megfelelő bélyeggel átnyomjuk a vágólapon. (5.6 ábra)



5.6 ábra sorjázás

A bélyeg alakja (felfekvő felülete) a munkadarab alakjától függ. Ha a munkadarabon elég nagy síkfelület van, akkor a bélyeg lehet sík felületű. A vágólap alakját a kovácsolt darab osztási vonala határozza meg. Belső felületének lefelé bővülő kiképzése lehetővé teszi, hogy a darab a vágólapon könnyen átessék. A sorjázás művelete a 4. sz. mellékleten látható. [25][38]

6. Forgácsolási paraméterek számítása

Ebben a fejezetben a fémnyomó modell elkészüléséhez szükséges forgácsolási paramétereket számolom ki, azonban az alább bemutatott számítások nem teljes számítások, a teljes számítás az 5. sz. mellékletben megtalálható.

6.1 Marás I.

Síkmarás

A választott szerszámgép: YBN-90N típusú CNC megmunkáló

A fokozati tényező: $\varphi=1,25$

A fordulatszám határok: $n=10-3000 \text{ min}^{-1}$

A munkadarab befogása: Szorítóvassal történő rögzítés

A választott szerszám: Homlokmaró HS 18 0 1 Ø50x35j III. MSZ 3852

Fogszám: 10

Az alkalmazott forgácsoló sebesség meghatározása:

$$v_c = v_0 \cdot K_\kappa \cdot K_a \cdot K_{sz} = 35 \cdot 0,77 \cdot 0,9 \cdot 1 = 24,26 \frac{m}{min}$$

ahol: $v_0 = 35 \frac{m}{min}$, $K_\kappa = 0,77$, $K_a = 0,9$, $K_{sz} = 1$

A fordulatszám meghatározása:

$$n = \frac{1000 \cdot v_c}{D \cdot \pi} = \frac{1000 \cdot 24,26}{50 \cdot \pi} = 154,4 \text{ min}^{-1}, \text{ gépen a hozzá legközelebb álló beállítható}$$

fordulatszám $n_{gépi}=180 \text{ min}^{-1}$

A megváltozott forgácsoló sebesség:

$$v_{cmar} = \frac{D \cdot \pi \cdot n_{gépi}}{1000} = \frac{50 \cdot \pi \cdot 180}{1000} = 28,27 \frac{m}{min}$$

Az előtolás meghatározása:

$$V_f = f_z \cdot n_{gépi} \cdot z = 0,05 \cdot 180 \cdot 10 = 90 \frac{mm}{min}$$

A maróra ható erő meghatározása:

$$\sin \frac{\varphi}{2} = \sqrt{\frac{f_z}{D}} = \sqrt{\frac{0,05}{50}} = 0,04 \text{ innen } \alpha \varphi = 3,62^\circ$$

$$\delta = \frac{360^\circ}{z} = \frac{360}{10} = 36^\circ$$

Kapcsolószám: $\Psi = \frac{\varphi}{\delta} = \frac{3,62}{36} = 0,1007$

A közepes forgácsvastagság:

$$e_k = f_z \cdot \sqrt{\frac{a}{D}} = 0,05 \cdot \sqrt{\frac{4}{50}} = \mathbf{0,014 \frac{mm}{fog}}$$

A maróra ható közepes forgácsolóerő:

$$F_{maró} = \Psi \cdot k_c \cdot e_k \cdot a = 0,1007 \cdot 1580 \cdot 0,014 \cdot 4 = \mathbf{8,91N}$$

ahol: $k_c = \mathbf{1580 \frac{N}{mm^2}}$

A szükséges forgácsolási teljesítmény:

$$P_c = F_{maró} \cdot v_{cmar} = 8,91 \cdot 0,471 = \mathbf{4,19 W}$$

A hajtáshoz szükséges teljesítményszükséglet:

$$P_{mhajt.} = \frac{P_c}{\eta} = \frac{4,19}{0,8} = \mathbf{5,24 W}$$

ahol: $\eta = 0,8$

A rendelkezésre álló YBN-90N típusú CNC megmunkáló beépített 13,8kW-os villanymotor ezt a teljesítményszükségletet kielégíti.

A marás I. műveleten belül a további műveletelemek kiszámítása fent bemutatott módon készítem el, a többi műveletlem értékei a 6.1-es táblázatban láthatók.

6.1 táblázat Marás I. műveletelemeinek a forgácsolási paraméterei

Műveletlem	Forgácsoló sebesség $\left[\frac{m}{min}\right]$	Fordulatszám $\left[\frac{1}{min}\right]$	Előtolás $\left[\frac{mm}{min}\right]$	Fogásmélység $[mm]$	Fogások száma $[-]$
Ø 170 x 10 mm zseb marása	13,38	355	71	5	2
Ø 103 x 30 mm zseb marása	13,38	355	71	5	6

Fúrás: Ø 32 mm központfurat elkészítése

Az alkalmazott szerszám: Csigafúró Ø32 C105U MSZ 3986

A fogásmélység: $a = \frac{D}{2} = \frac{32}{2} = \mathbf{16 mm}$

Az alkalmazott szerszámgép: YBN-90N típusú CNC megmunkáló

fokozati tényező: $\varphi=1,25$

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

fogások száma: $i=3$

Az alkalmazott forgácsoló sebesség meghatározása:

$$v_c = v_0 \cdot K_l \cdot K_{sz} \cdot K_a = 17 \cdot 1 \cdot 0,62 \cdot 0,9 = 9,486 \frac{m}{min}$$

ahol: $v_0 = 17 \frac{m}{min}$, $K_l = 1$, $K_{sz} = 0,62$, $K_a = 0,9$

A fordulatszám meghatározása:

$$n = \frac{1000 \cdot v_c}{D \cdot \pi} = \frac{1000 \cdot 9,486}{32 \cdot \pi} = 94,35 \text{ min}^{-1}$$

D: kiinduló átmérő és a gépen a hozzá legközelebb álló beállítható fordulatszám $n_{gépi} = 112 \text{ min}^{-1}$

A megváltozott forgácsoló sebesség:

$$v_{cm} \frac{D \cdot \pi \cdot n_{gépi}}{1000} = \frac{32 \cdot \pi \cdot 112}{1000} = 11,26 \frac{m}{min}$$

A fúró nyomatékigénye:

$$M = F_1 \cdot \frac{D}{2} = k_c \cdot A \cdot \frac{D}{2} = k_c \cdot \frac{D \cdot f}{4} \cdot \frac{D}{2} = k_c \cdot \frac{D^2 \cdot f}{8 \cdot 10^3} = 1580 \cdot \frac{32^2 \cdot 0,32}{8 \cdot 10^3} = 64,72 \text{ Nm}$$

A fúró teljesítményszükséglete:

$$P_c = \frac{M \cdot 2 \cdot \pi \cdot n_{gépi}}{60 \cdot 10^3} = \frac{64,72 \cdot 2 \cdot \pi \cdot 112}{60 \cdot 10^3} = 0,759 \text{ kW}$$

A hajtáshoz szükséges teljesítmény meghatározása:

$$P_h = \frac{P_c}{\eta} = \frac{0,759}{0,8} = 0,949 \text{ kW}$$

ahol: $\eta = 0,8$

A rendelkezésre álló YBN-90N típusú CNC megmunkáló beépített 13,8kW-os villanymotor ezt a teljesítményszükségletet kielégíti.

A marás I. művelet ciklusideje a CAM szoftver szerint 2 óra 7perc.

6.2 Marás II.

Síkmarás és Ø 700 x 40mm-es zseb marása

A jelenlegi műveletben lévő síkmarás és a zsebmarás paramétereinek számítása megegyeznek a marás I.-ben lévő síkmaráséval az eredmények a 6.2-es táblázatban látható és a teljes számítás az 5.sz. mellékletben található.

3 táblázat Marás II. műveletelemeinek a forgácsolási paraméterei

Művelet	Forgácsoló sebesség $\left[\frac{m}{min}\right]$	Fordulatszám $\left[\frac{1}{min}\right]$	Előtolás $\left[\frac{mm}{min}\right]$	Fogásmélység [mm]	Fogások száma [-]
Síkmarás	28,27	180	90	4	1
Ø 700 x 40mm-es zseb marása	14,07	224	89,6	5	8

A marás II. művelet ciklusideje a CAM szoftver szerint 8 óra 54 perc.

6.3 Marás III.

A 45°-os profil marása

A választott szerszám: YBN-90N típusú CNC megmunkáló

A fokozati tényező: $\varphi=1,25$

A fordulatszám határok: $n = 10-3000 \text{ min}^{-1}$

A munkadarab befogása: készülékkel

A választott szerszám: RA300-019O19L-10L

Fogsám: 2

Fogankénti előtolás: $f_z = 0,2 \text{ mm}$

Az alkalmazott forgácsoló sebesség meghatározása:

$$v_c = v_0 \cdot K_\kappa \cdot K_a \cdot K_{sz} = 22 \cdot 0,77 \cdot 0,9 \cdot 1 = 15,246 \frac{m}{min}$$

ahol: $v_0 = 22 \frac{m}{min}$, $K_\kappa = 0,77$, $K_a = 0,9$, $K_{sz} = 1$

A fordulatszám meghatározása:

$$n = \frac{1000 \cdot v_c}{D \cdot \pi} = \frac{1000 \cdot 15,246}{14 \cdot \pi} = 346,64 \text{ min}^{-1}$$

fordulatszám $n_{gépi} = 355 \text{ min}^{-1}$

A megváltozott forgácsoló sebesség:

$$v_{cmar} = \frac{D \cdot \pi \cdot n_{gépi}}{1000} = \frac{14 \cdot \pi \cdot 355}{1000} = 15,61 \frac{m}{min} = 0,26 \frac{m}{sec}$$

Az előtolás meghatározása:

$$V_f = f_z \cdot n_{gépi} \cdot z = 0,2 \cdot 355 \cdot 2 = 142 \frac{mm}{min}$$

A maróra ható erő meghatározása:

$$\sin \frac{\varphi}{2} = \sqrt{\frac{f_z}{D}} = \sqrt{\frac{0,2}{14}} = 0,18 \text{ innen } \varphi = \mathbf{13,83^\circ}$$

$$\delta = \frac{360^\circ}{z} = \frac{360}{2} = \mathbf{180^\circ}$$

Kapcsolószám: $\Psi = \frac{\varphi}{\delta} = \frac{13,83}{180} = 0,076$

A közepes forgácsvastagság:

$$e_k = f_z \cdot \sqrt{\frac{a}{D}} = 0,2 \cdot \sqrt{\frac{5}{14}} = \mathbf{0,119 \frac{mm}{fog}}$$

A maróra ható közepes forgácsolóerő:

$$F_{maró} = \Psi \cdot k_c \cdot e_k \cdot a = 0,076 \cdot 1580 \cdot 0,119 \cdot 5 = \mathbf{71,76 N}$$

ahol: $k_c = \mathbf{1580 \frac{N}{mm^2}}$

A szükséges forgácsolási teljesítmény:

$$P_c = F_{maró} \cdot v_{cmar} = 71,76 \cdot 0,26 = \mathbf{18,66 W}$$

A hajtáshoz szükséges teljesítményszükséglet:

$$P_{mhajt.} = \frac{P_c}{\eta} = \frac{18,66}{0,8} = \mathbf{23,32 W}$$

ahol: $\eta = 0,8$

A rendelkezésre álló YBN-90N típusú CNC megmunkáló beépített 13,8kW-os villanymotor ezt a teljesítményszükségletet kielégíti.

A marás III. művelet ciklusideje a CAM szoftver szerint 13 óra 48 perc.

6.4 Fúrás I.

4 x Ø 13,5 mm-es átmenő furatok elkészítése fúrósablonnal

Az alkalmazott szerszám: Csigafúró Ø13,5 C105U MSZ 3986

A fogásmélység: $a = \frac{D}{2} = \frac{13,5}{2} = \mathbf{6,75 mm}$

Az alkalmazott szerszámgép: YBN-90N típusú CNC megmunkáló

fokozati tényező: $\varphi=1,25$

Az előtolás értéke: $f = 0,26 \frac{mm}{ford}$

fogások száma: $i=1$

Az alkalmazott forgácsoló sebesség meghatározása:

$$v_c = v_0 \cdot K_l \cdot K_{sz} \cdot K_a = 21 \cdot 0,75 \cdot 0,62 \cdot 0,9 = 8,789 \frac{m}{min}$$

ahol: $v_0 = 21 \frac{m}{min}$, $K_l = 0,75$, $K_{sz} = 0,62$, $K_a = 0,9$

A fordulatszám meghatározása:

$$n = \frac{1000 \cdot v_c}{D \cdot \pi} = \frac{1000 \cdot 8,789}{13,5 \cdot \pi} = 207,23 \text{ min}^{-1}$$

D: kiinduló átmérő és a gépen a hozzá legközelebb álló beállítható fordulatszám $n_{gépi} = 200 \text{ min}^{-1}$

A megváltozott forgácsoló sebesség:

$$v_{cm} \frac{D \cdot \pi \cdot n_{gépi}}{1000} = \frac{13,5 \cdot \pi \cdot 200}{1000} = 8,82 \frac{m}{min}$$

A fúró nyomatékigénye:

$$M = F_1 \cdot \frac{D}{2} = k_c \cdot A \cdot \frac{D}{2} = k_c \cdot \frac{D \cdot f}{4} \cdot \frac{D}{2} = k_c \cdot \frac{D^2 \cdot f}{8 \cdot 10^3} = 1580 \cdot \frac{13,5^2 \cdot 0,26}{8 \cdot 10^3} = 9,358 \text{ Nm}$$

A fúró teljesítményszükséglete:

$$P_c = \frac{M \cdot 2 \cdot \pi \cdot n_{gépi}}{60 \cdot 10^3} = \frac{9,358 \cdot 2 \cdot \pi \cdot 200}{60 \cdot 10^3} = 0,196 \text{ kW}$$

A hajtáshoz szükséges teljesítmény meghatározása:

$$P_h = \frac{P_c}{\eta} = \frac{0,196}{0,8} = 0,245 \text{ kW}$$

ahol: $\eta = 0,8$

A rendelkezésre álló YBN-90N típusú CNC megmunkáló beépített 13,8kW-os villanymotor ezt a teljesítményszükségletet kielégíti.

3 x Ø 17,3 mm-es magfuratok elkészítése fúrósablonnal

A Ø 17,3 mm-es magfuratok paramétereinek számítása megegyezik Ø 13,5 mm-es furatokéval az eredmények a 6.3-as táblázatban láthatóak és a teljes számítás az 5. sz. mellékletben található.

43 táblázat Fúrás I. műveletelemének a forgácsolási paramétereit

Művelet	Forgácsoló sebesség $\left[\frac{m}{min}\right]$	Fordulatszám $\left[\frac{1}{min}\right]$	Előtolás $\left[\frac{mm}{ford}\right]$	Fogásmélység [mm]	Fogások száma [-]
Ø 17,3 mm-es magfuratok elkészítése	8,696	160	0,3	8,65	1

Ø 13,5 mm-es furatok Ø 20mm-es süllyesztésének elkészítése

Az alkalmazott szerszám: II Csigasüllyesztő 20 45WCrSiV7 4 4

Az alkalmazott szerszámgép: YBN-90N típusú CNC megmunkáló
fokozati tényező: $\varphi=1,25$

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

Az egy élre jutó forgácsolóerő meghatározása:

$$F_{cz} = k_c \cdot A = k_c \cdot \frac{D-d}{2} \cdot \frac{f}{2} = 1580 \cdot \frac{20-13,5}{2} \cdot \frac{0,4}{2} = 1027 \text{ N}$$

Az alkalmazott forgácsoló sebesség meghatározása:

$$v_c = v_0 \cdot K_l \cdot K_{sz} \cdot K_a = 34 \cdot 1 \cdot 0,62 \cdot 0,9 = 18,972 \frac{m}{min}$$

ahol: $v_0 = 34 \frac{m}{min}$, $K_l = 1$, $K_{sz} = 0,62$, $K_a = 0,9$

A fordulatszám meghatározása:

$$n = \frac{1000 \cdot v_c}{D \cdot \pi} = \frac{1000 \cdot 18,972}{20 \cdot \pi} = 301,95 \text{ min}^{-1}$$

D: kiinduló átmérő és a gépen a hozzá legközelebb álló beállítható fordulatszám $n_{gépi} = 280 \text{ min}^{-1}$

A megváltozott forgácsoló sebesség:

$$v_{cm} = \frac{D \cdot \pi \cdot n_{gépi}}{1000} = \frac{20 \cdot \pi \cdot 280}{1000} = 17,593 \frac{m}{min}$$

A fúrési nyomatékigény:

$$M = F_{cz} \cdot \frac{D+d}{2} = 1027 \cdot \frac{20+13,5}{2} = 17202,25 \text{ Nmm} = 17,2 \text{ Nm}$$

A fúrás teljesítményszükséglete:

$$P_c = \frac{M \cdot 2 \cdot \pi \cdot n_{gépi}}{60 \cdot 10^3} = \frac{17,2 \cdot 2 \cdot \pi \cdot 280}{60 \cdot 10^3} = 0,504 \text{ kW}$$

A hajtáshoz szükséges teljesítmény meghatározása:

$$P_h = \frac{P_c}{\eta} = \frac{0,504}{0,8} = 0,63 \text{ kW}$$

ahol: $\eta=0,8$

A rendelkezésre álló YBN-90N típusú CNC megmunkáló beépített 13,8kW-os villanymotor ezt a teljesítményszükségletet kielégíti.

Ø 17,3 mm-es magfuratokba az M20-as menetek fúrása

A választott szerszám: gépi menetfúró M20 K HS18 0 1 MSZ3920

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

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

A fordulatszám meghatározása:

$$n = \frac{1000 \cdot v_c}{D \cdot \pi} = \frac{1000 \cdot 3}{20 \cdot \pi} = 47,746 \text{ min}^{-1}$$

D: kiinduló átmérő és a gépen a hozzá legközelebb álló beállítható fordulatszám $n_{gépi} = 45 \text{ min}^{-1}$

A megváltozott forgácsoló sebesség:

$$v_{cm} \frac{D \cdot \pi \cdot n_{gépi}}{1000} = \frac{20 \cdot \pi \cdot 45}{1000} = 2,83 \frac{m}{min}$$

A Fúrás I. művelet ciklusideje a CAM szoftver szerint 22 perc.

6.5 Fúrás II.

Az Ø 15 mm furat elkészítése fúrósablonnal

A Ø 15 mm-es furat paramétereinek számítása megegyezik Ø 13,5 mm-es furatokéval az eredmények a 6.4-es táblázatban láthatóak és a teljes számítás az 5.sz. mellékletben található.

6.4 táblázat Fúrás II. műveletelemének a forgácsolási paraméterei

Műveletelem	Forgácsoló sebesség $\left[\frac{m}{min}\right]$	Fordulatszám $\left[\frac{1}{min}\right]$	Előtolás $\left[\frac{mm}{ford}\right]$	Fogásmélység [mm]	Fogások száma [-]
Ø 15 mm-es furat elkészítése	8,48	180	0,21	7,5	1

Ø 19,45 x 6,5mm süllyesztés elkészítése

A Ø 19,45 x 6,5mm süllyesztés paramétereinek számítása megegyezik Marás I. műveletben a síkmarásával az eredmények a 6.5-ös táblázatban láthatóak és a teljes számítás az 5. sz. mellékletben található.

6.5 táblázat A süllyesztésnek a forgácsolási paraméterei

Műveletelem	Forgácsoló sebesség $\left[\frac{m}{min}\right]$	Fordulatszám $\left[\frac{1}{min}\right]$	Előtolás $\left[\frac{mm}{min}\right]$	Fogásmélység [mm]	Fogások száma [-]
Ø19,45x6,5mm süllyesztés	13,38	355	71	3	3

A Fúrás II. művelet ciklusideje a CAM szoftver szerint 7 perc.

A furatokhoz használt fúró sablonok a 6. sz. mellékletben láthatóak és a számításokhoz tartozó utasítás lapok pedig a 7. sz. mellékletben találhatóak.

7. Készüléktervezés

7.1 Készülék tervezése

A tervezés első lépése azon szempontok megfogalmazása, amely alapján megtervezhető a készülék:

- egyszerre felfogható munkadarabok száma: 1db
- pozicionálás a munkadarab $\varnothing 103,2$ zsebe és $\varnothing 32$ es központfurata segítségével
- irány meghatározása az előző műveletekben lemart felületeken
- mechanikai szorítás

Munkadarabra vonatkozó alapadatok:

- anyagminőség: C45
- $R_m=700-850 \text{ N/mm}^2$
- súly: $G=402,3 \text{ kg}$
- gyártandó darabszám: 1 db
- kiindulási alap: kovácsolt előgyártmány

7.2 A készülék koncepciójának meghatározása

A tervezésnek ebben a szakaszában kristályosodik ki a végső elképzelés. Ekkor rögzítjük véglegesen a tájolási, orientálási felületeket, a szorító elemek helyét, a szorítás pozícióját, a megmunkálás irányát, az automatizáltság fokát, a munkavédelmi, ergonómiai kialakításokat. A feladat ebben az esetben a fémnyomó modell 45° -os profiljának elkészítése, ezért a cél az, hogy ezt meglehessen valósítani. Körszimmetrikus alkatrésről van szó, ezért csak a megfelelő leszorításról és központosításról kell gondoskodni.

A munkadarab a térben úgy helyezkedik el, hogy a hosszanti tengelyre függőlegesen áll, a tájolás a központosító rész segítségével, a leszorítás pedig leszorítólemez segítségével történik mechanikus módon egy M30-as csavaranyával.^[19]

7.3 A készülék tervezéséhez szükséges számítások elvégzése

Forgácsoló erő meghatározása:

A technológiai számítások során az ide vonatkozó paramétereket kiszámoltam a 6.3-as fejezetben, táblázatos formában felsorolom a 7.1-es táblázatban.

7.5 táblázat: Forgácsolási paraméterek

Szerszám	RA300-019O19L-10L
Fogankénti előtolás: f_z	0,2 mm
Forgácsoló sebesség	$15,61 \frac{m}{min} = 0,26 \frac{m}{sec}$
Maróra ható közepes forgácsolóerő	71,76 N
Fordulatszám	355 min ⁻¹
szükséges forgácsolási teljesítmény	18,66 W

Szorítóerő meghatározása:

A szükséges szorítóerő nagyságát a fellépő forgácsoló erők és a szorítás körülményei határozzák meg. Ezért első lépésként ismernünk kell a forgácsoló erő nagyságát, ebben az esetben a forgácsoló erő nagysága **90,32N**. A szorítóerő mindig nagyobb legyen, mint a forgácsolóerő, különben a forgácsolóerő átveszi a szorítást, és a munkadarab szorítás nélkül marad. Jelen esetben a készülék és a munkadarab között 2 helyen keletkezik súrlódási erő.

A forgácsolóerő ismeretében, $j=2-3$ biztonsági tényezővel számolva, tudva, hogy a súrlódási tényező $\mu=0,125$ és figyelembe véve, hogy a munkadarabon, két helyen keletkezik súrlódási erő, a szükséges szorító erő:^[19]

$$F_{sz} = (2j) \cdot F_c = 4 \cdot 90,32 = \mathbf{361,28 N}$$

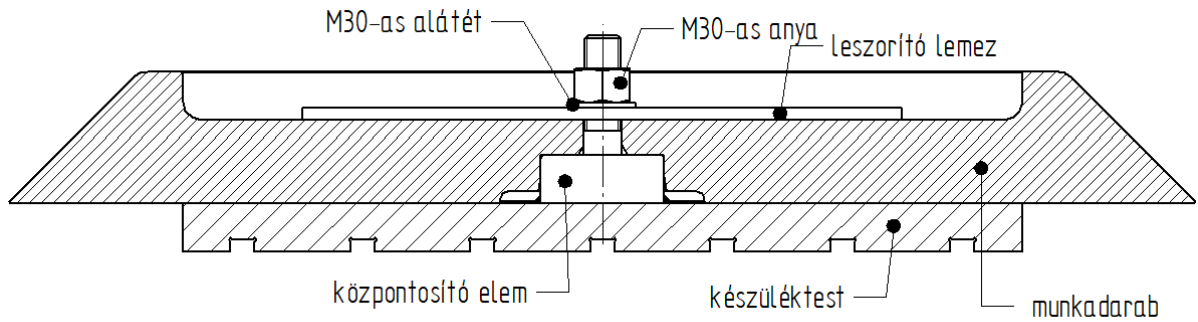
A szorítással történő rögzítés túl biztosítás annak érdekében, hogy a 45°-os profil megfelelő minőségben elkészíthető legyen. Hiszen a munkadarab állandó helyzetének biztosításához szükséges legkisebb szorítóerő pontos kiszámítása lehetetlen, mert több tényező ugyanazon munkadarab megmunkálása folyamán is változik. A forgácsolóerő változása a keletkező sorja nagyságától, keresztmetszetétől, illetve a kovácsolt anyag homogenitásától és a szerszám kopottságától is függ. Elméletben a munkadarab és a készülék test közötti súrlódó erő is elegendő lenne, hogy a munkadarab ne mozduljon el forgácsolás közben. A 7.1-es ábrán látható a készülék munkadarabbal és a 7.2-es ábrán pedig munkadarab nélkül és a 8. sz. mellékletben pedig a készülék műhelyrajzai találhatóak.^[19]

Készüléktest és munkadarab közti súrlódási erő nagysága:

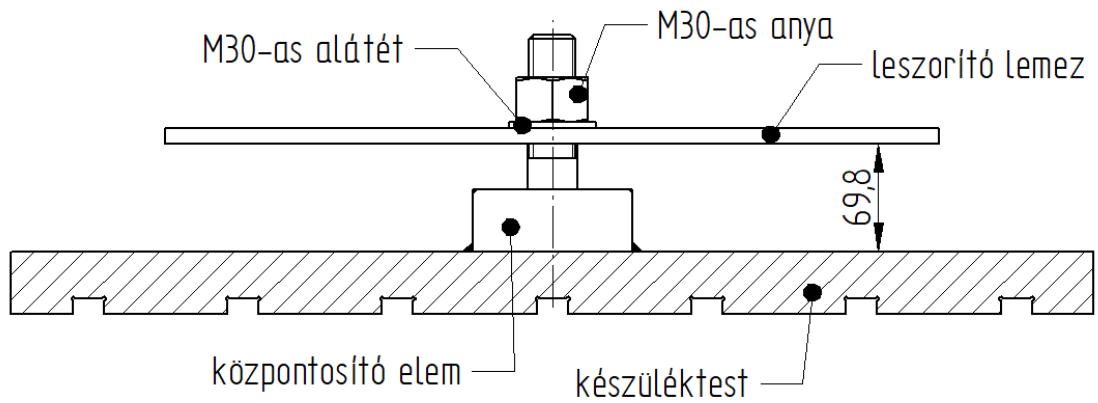
$$F = \mu \cdot m \cdot g = 0,125 \cdot 402,3 \cdot 9,81 = 493,32 \text{ N}$$

ahol,

- μ = súrlódási tényező
- m = a munkadarab súlya
- g = földnehezségi gyorsulása



7.2 ábra készülék munkadarabbal



7.3 ábra készülék munkadarab nélkül

8. Fémnyomószerszám gazdasági számítása

8.1 Mérnöki óradíj számítása

A felhasznált mérnöki órák a 8.1-es táblázatban látható.

8.6 táblázat: Mérnöki órák összesítése

Süllyesztékes kovácsszerszám tervezése	8 óra
Technológiai számítások	7 óra
Készülék tervezése	6 óra
Műszaki dokumentáció elkészítése	10 óra

Mérnöki óradíj: **30.000, - Ft/óra + ÁFA**

Felhasznált órák száma: **31 óra**

$$\text{óradíj} \cdot \text{óraszám} = 30000 \cdot 31 = \mathbf{930.000, - Ft + ÁFA}$$

8.2 Üzemi óradíj számítása

A műveletek ciklus ideje az 5 sz. mellékletben találhatóak és az üzemi órák összesítése a 8.2-es táblázatban látható.

8.2 táblázat: Üzemi órák összesítése

Marás I. művelet ciklus ideje	2 óra 7 perc
Marás II. művelet ciklus ideje	8 óra 54 perc
Marás III. művelet ciklus ideje	13 óra 48 perc
Fúrás I. művelet ciklus ideje	22 perc
Fúrás II. művelet ciklus ideje	7 perc
Átállási idő	3 óra

Üzemi óradíj: **20.000, - Ft/óra + ÁFA**

Felhasznált órák száma: **28 óra 18 perc**

$$\text{óradíj} \cdot \text{óraszám} = 20000 \cdot 28,3 = \mathbf{566.000, - Ft + ÁFA}$$

8.3 Kovácsolt előgyártmány árának meghatározása

Kovácsolt előgyártmány súlya: **598 kg**

A kovácsolt előgyártmány kilónkénti ára: **1800, - Ft + ÁFA**

$$\text{előgyártmány súlya} \cdot \text{kilós ár} = 598 \cdot 1800 = \mathbf{1.076.400, - Ft + ÁFA}$$

8.4 Összesített ár

A megrendelt egy darab fémnyomó modell bekerülési költsége a 8.3-as táblázatban látható

8.3 táblázat: Végző ár meghatározása

Mérnöki óradíj	930.000, – Ft + ÁFA
Üzemi óradíj	566.000, – Ft + ÁFA
Kovácsolt előgyártmány	1.076.400, – Ft + ÁFA
Összesen:	2.572.400, – Ft + ÁFA

9. Összefoglalás

Szakedolgozatomban a nyárigyakorlat során a GO-METALL kft.-hez beérkező egyik megrendelést dolgoztam fel. A feladat során a fémnyomó modell gyártástervezésével foglalkoztam.

Dolgozatom második fejezetében bemutatom GO-METALL Kft-t, ezen belül foglalkozok a cég fő tevékenységi köreivel, termékeivel és hogy milyen országoknak készít termékeket.

A dolgozat harmadik fejezetében feldolgozom a fémnyomáshoz tartozó szakirodalmakat. Illetve sorra veszem, hogy a gyártás során milyen eljárásokat szükséges alkalmazni. Elsődlegesen a fémnyomó modell előtervezését határozom meg, azt követően pedig a munkadarabhoz szükséges süllyesztékes szerszám tervezés általános szempontjait fogalmazom meg. Ezután pedig a munkadarab készre gyártásához szükséges műveleteket írom le, ezen belül mutatom be a marás típusait és a hozzátartozó szerszámokat, illetve a fúrás műveletét és szerszámait. Bemutatom milyen gépen történik a megmunkálás, ezt követően pedig a hűtő és kenőanyagok jellemzőit írom le.

A dolgozat negyedik fejezetében pedig a megoldandó feladatot mutatom be.

Dolgozatom ötödik fejezetében a süllyesztékes szerszámot tervezem meg, az anyagválasztással kezdem, ezután pedig a szerszám jellemzőit határozom meg, mekkora forgácsolási hozzáadás szükséges a munkadarabhoz, meghatározom, hogy a kovácsdarabnak milyen az oldalferdesége, mekkora rádiusokat kell alkalmazni. A szabványsegítségével meghatározom a szükséges egyenességet, süllyesztékelcsúszást, lyukasztási hárttyát, a kovácsolható üregmélységet és végül a tűréseket. Ezután pedig meghatározom a szerszám méreteit és a szükséges sorjacsatorna méretét.

A dolgozat hatodik fejezetében a forgácsoláshoz szükséges paramétereket számolom ki, amely a munkadarab elkészítéséhez szükséges műveleteket tartalmazza, ezek a marás és fúrás.

Dolgozatom hetedik fejezetében a készüléktervezést mutatom be, hiszen a marás egyik műveleteleme csak egyedileg készített egyedileg készített készülékkel lehetséges.

A dolgozat nyolcadik fejezetében a gazdasági számítást végzem el, hogy a fémnyomó modell milyen bekerülési költséggel készíthető el a megrendelő számára.

A fémnyomó modell bekerülési költsége: $2.572.400, - Ft + \text{ÁFA}$

Összességében a szakdolgozatom során igyekeztem a feladatkiírásban található feladatokat, részletesen kidolgozni és a tanulmányaim alkalmával elsajátított ismereteket megfelelően használni a feladat megoldása során.

Summary

For my thesis, I worked on processing one of the orders received by GO-METALL Ltd. during my summer internship. During the task, I focused on the production planning of the metal press model.

In the second chapter of my work, I introduce GO-METALL Ltd. and discuss the company's main activities, products, and the countries for which it produces products. In the third chapter, I process the professional literature related to metal pressing and examine the procedures necessary for production. First, I determine the preliminary design of the metal press model, followed by general considerations for planning the sinking tools required for the workpiece. Then, I describe the operations required to produce the workpiece, including types of milling and the related tools, as well as drilling operations and corresponding tools. I introduce the machine on which the machining takes place, followed by a description of cooling and lubricants characteristics. In the fourth chapter, I present the task to be solved.

In the fifth chapter of my work, I design the sinking tools, starting with the material selection, followed by determining the characteristics of the tools, the necessary machining allowance for the workpiece, the side inclination of the forged piece, and the required radii. With the help of standards, I determine the necessary straightness, sinking slip, hole membrane, the forgeable recess depth, and finally the tolerances. Then, I determine the tool dimensions and the required gate size.

In the sixth chapter of my work, I calculate the parameters necessary for machining, which includes the operations of milling and drilling required for the manufacture of the workpiece. In the seventh chapter of my work, I present the device design, as one of the elements of the milling process is only possible with a custom-made device.

In the eighth chapter of my work, I perform economic calculations to determine the production cost of the metal press model for the customer.

The cost of the metal press model is: 2,572,400, - HUF + VAT.

Overall, during my thesis, I tried to thoroughly elaborate on the tasks in the task description and accurately utilize the knowledge I gained during my studies to solve the task.

NYILATKOZAT

a szakdolgozat¹ nyilvános hozzáféréséről és eredetiségéről

A hallgató neve: Pál Tamás Sándor
A Hallgató Neptun kódja: EUEO9F
A dolgozat címe: Tartály fedlap fémnyomó modelljének a gyártástervzése
A megjelenés éve: 2023
A tanszék neve: Anyagtudományi és Gépipari Folyamatok

Kijelentem, hogy az általam benyújtott szakdolgozat² egyéni, eredeti jellegű, saját szellemi alkotásom. Azon részeket, melyeket más szerzők munkájából vettem át, egyértelműen megjelöltem, s az irodalomjegyzékben szerepeltettem.

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

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

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

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

Kelt: 2023 év ÁPRILIS hó 27 nap

 Pál Tamás Sándor
Hallgató aláírása

¹ A megfelelő dolgozattípus meghagyása mellett a többi típus törlendő.

² A megfelelő dolgozattípus meghagyása mellett a többi típus törlendő.

NYILATKOZAT

Alulírott PAZ TAMÁS SÁNDOR, a Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem, SZENT ISTVÁN Campus, GÉPÉSZMEZŐK 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: 2023. év APRILIS hó 27. 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 2023. év április hó 27. nap



Belső konzulens

***Kérjük a megfelelőt aláhúzni!**

KONZULTÁCIÓS NYILATKOZAT

A PÁL TAMÁS SÁNDOR (név) (hallgató Neptun azonosítója: EUE09F) konzulenseként nyilatkozom arról, hogy a szakdolgozatot¹ áttekintettem, a hallgatót az irodalmi források korrekt kezelésének követelményeiről, jogi és etikai szabályairól tájékoztattam.

A szakdolgozatot a záróvizsgán történő védelemre javaslom / nem javaslom².

A dolgozat állam- vagy szolgálati titkot tartalmaz: igen nem*³

Kelt: 2023 év ÁPRILIS hó 27. nap

Dr. Kovács Anikó

Belső konzulens

¹ A megfelelő dolgozattípus meghagyása mellett a többi típus törlendő.

² A megfelelő aláhúzendő.

³ A megfelelő aláhúzendő.

10. Irodalomjegyzék

- [1] [Adolf F., Günter K., Klaus G., Werner H., Wilhelm D.: Fémtechnológiai táblázatok; B+V Lap- és Könyvkiadó Kft.; Budapest 1997;](#)
- [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] Bakondi K., Kardos Á.; A gépgyártás technológiája I. - Forgácsolás; Tankönyvkiadó; Budapest, 1972;
- [4] Bali J.; Forgácsolás, Tankönyvkiadó; Budapest , 1985;
- [5] A forgácsoló megmunkálások tervezése, Műszaki Könyvkiadó; Budapest, 1958;
- [6] Dudás I.: Gépgyártástechnológia I., Műszaki Könyvkiadó Kft.; Budapest 2011
- [7] Dudás I.: Gépgyártástechnológia II.; Miskolci Egyetemi Kiadó; Miskolc 2001
- [8] Dudás László – Valánsik Árpád: Forgácsolási technológia I., Műszaki Kiadó, Budapest, 1993
- [9] F. A, Barbasov: Marás, Műszaki Könyvkiadó, Budapest, 1979
- [10] Firstner Stevan, Dr.: Gyártástechnológia, Egyetemi Kiadó, Dunaújváros, 2008
- [11] Fledrich G., Kakuk Gy., Kári-Horváth A., Zsidai L.; Gépgyártástechnológia, Szent István Egyetem Gépészmérnöki Kar; Gödöllő,2016;
- [12] Fledrich G., Kári-Horváth A., Pataki T. I., Zsidai L.; Mechanikai technológiák, Szent István Egyetem Gépészmérnöki Kar; Gödöllő, 2017;
- [13] Hornung Andor, Dr.: Marás, Műszaki Könyvkiadó, Budapest, 1974
- [14] <https://docplayer.hu/6807047-Forgacsolastechnologiai-alapok.html>
- [15] <https://docplayer.hu/7416661-Elogyartmany-rahagyas.html>
- [16] <http://www.plasmatech.hu/c45-acer-fobb-tulajdonsagok-es-legfontosabb-elonyok.html>
- [17] <https://hu.rheonics.com/what-are-emulsions-examples-features-preparation/>
- [18] <https://ojs.uni-miskolc.hu/index.php/multi/article/download/20/22/43>
- [19] https://oszkdk.oszk.hu/storage/00/03/17/38/dd/1/02_Kun_Kriszti_n_Dr_L_ska_J_nos_Nagy_J_zsef_K_sz_l_ktervez_s.pdf
- [20] <https://prodengineer.eu/az-emulziok-rejtelyes-vilaga/>
- [21] <https://web.archive.org/web/20070911032908/http://www.uni-miskolc.hu/~wwwfemsz/forgacs.htm>

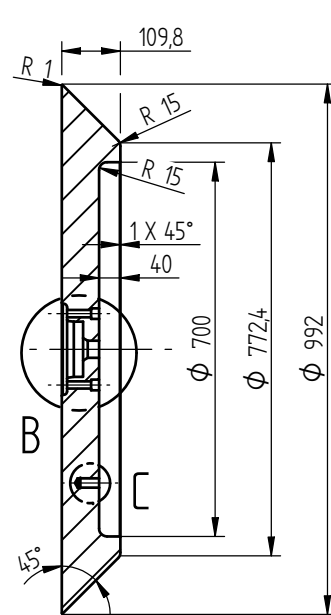
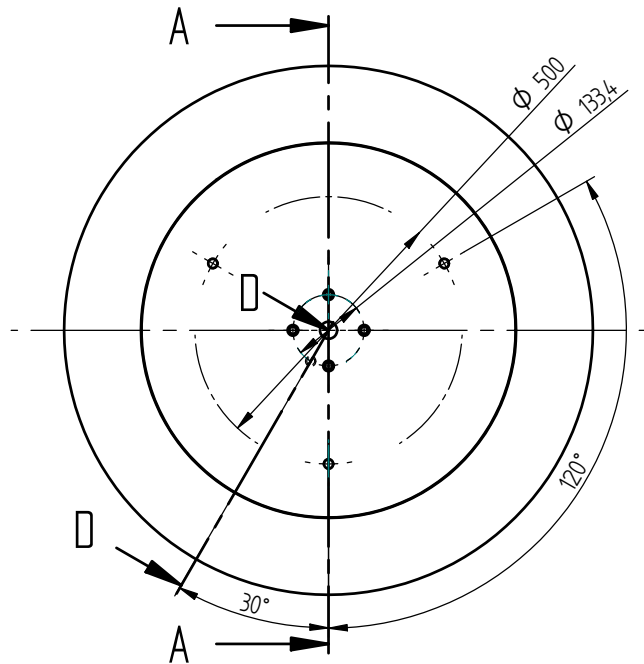
- [22] https://witch.mik.pte.hu/oktatas/Tanszeki_anyagok/Gepeszmernek_Tanszek/Dr_Stampfer_Mihaly/Gepipari_tehnologiak_II/2_Gepipari_II.pdf
- [23] https://www.att.bme.hu/neptuncode/BMEGEMTBGF1/segedletek/Anyagvalasztas_segedlet.pdf
- [24] https://www.mm.bme.hu/~dombo/Downloads/2012_GEP_DomboStepan.pdf
- [25] <https://www.uni-miskolc.hu/~wwwfemsz/kovacs.htm>
- [26] Kakuk Gy., Kári-Horváth A., Szakál Z., Dr. Zsidai L.; 2008; Gyártástervezés; Nemzeti szakképzési és felnőttképzési intézet; Budapest
- [27] Kakuk Gy., Kári-Horváth A., Szakál Z., Zsidai L.; Forgácsoló eljárások tervezése, Nemzeti szakképzési és felnőttképzési intézet; Budapest, 2008
- [28] Kári-Horváth A., Dr. Pellényi L., Szabó L., Dr. Zsidai L.; 2006; Gépgyártástechnológia példatár és segédlet, Szent István Egyetem Gépészmérnöki Kar; Gödöllő
- [29] Kári-Horváth A., Pataki T. I.; Szerszámok és készülékek, Szent István Egyetem Gépészmérnöki Kar; Gödöllő, 2017
- [30] Kári-Horváth, A ; Valasek, I :Minimálkenés jelentősége a forgácsolásbanTECHMONITOR 1 : 2 pp. 22-24. Paper: ISSN2062-9044 , 3 p. (2011)
- [31] Kári-Horváth, Attila; Pataki, Tamás István ; Sarankó, Ádám ; Szilágyi, Nóra A forgácsolóüzemek emulziókezelési "kaputól-kapuiig" technológiájának felülvizsgálata MEZŐGAZDASÁGI TECHNIKA LXIII. évfolyam : 2022. május pp. 29-31. , 3 p. (2022)
- [32] Makádi András: Marás, Műszaki Könyvkiadó, Budapest, 1955
- [33] Márton Tibor, Dr.: Technológia és készülékek. Műszaki Könyvkiadó, Budapest, 1992
- [34] Molnár J., Dr. - Szabó S., Dr. : Készüléktervezés, ME Kiadó, Miskolc, 1995.
- [35] Szabó A., Kozma I., Dr.: Gyártóeszközök tervezése és gyártása. Széchenyi István Egyetem,(2011)
- [36] 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)
- [37] Walter Bartsch: Esztergálás, Műszaki Könyvkiadó, Budapest, 1972
- [38] Zsidai, L ; Kakuk, Gy ; Kári-Horváth, A ; Szakál, Z ; Pálincás, I (szerk.) Előgyártmány és képlékeny alakítási tervezési gyakorlat, Budapest, Magyarország: Nemzeti Szakképzési és Felnőttképzési Intézet (NSZFI) (2008)

11. Mellékletek jegyzéke

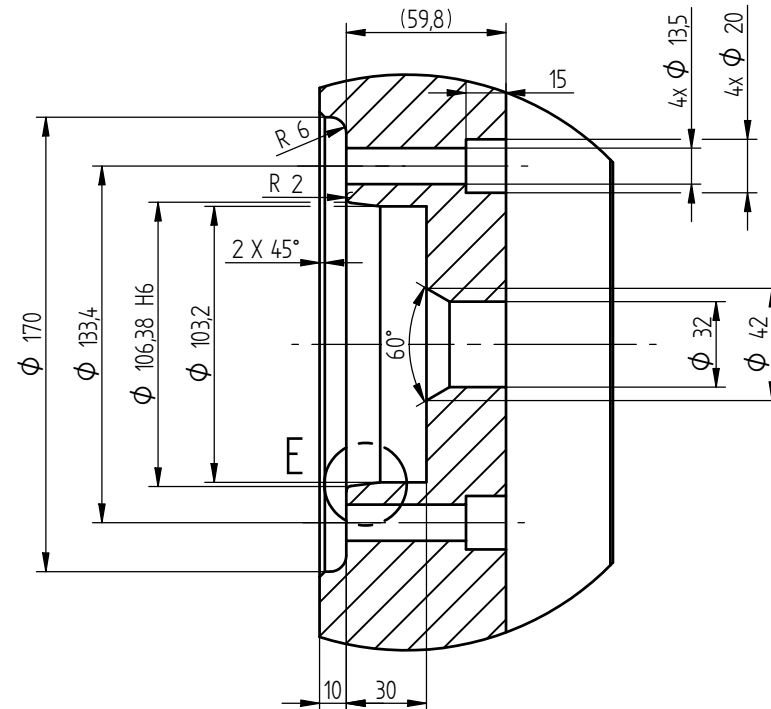
1. sz. melléklet: Fémnyomó modell műhelyrajza
2. sz. melléklet: Kovácsszerszám műhelyrajza
3. sz. melléklet: Kovácsolt előgyártmány műhelyrajza
4. sz. melléklet: Sorjázás művelete
5. sz. melléklet: Technológiai számítások
6. sz. melléklet: Furat sablonok műhelyrajzai
7. sz. melléklet: Műveleti utasításlapok
8. sz. melléklet: Készülék műhelyrajzai

1. sz. melléklet

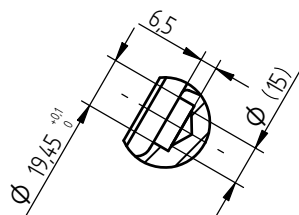
Fémnyomó modell műhelyrajza



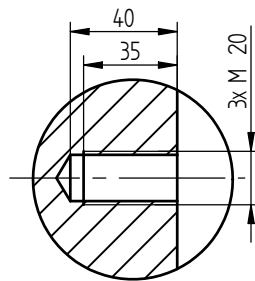
METSZET A-A



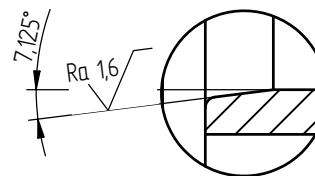
RÉSZLET B
1:2



METSZET D-D
1:2




RÉSZLET C
1:2



RÉSZLET E
1:1

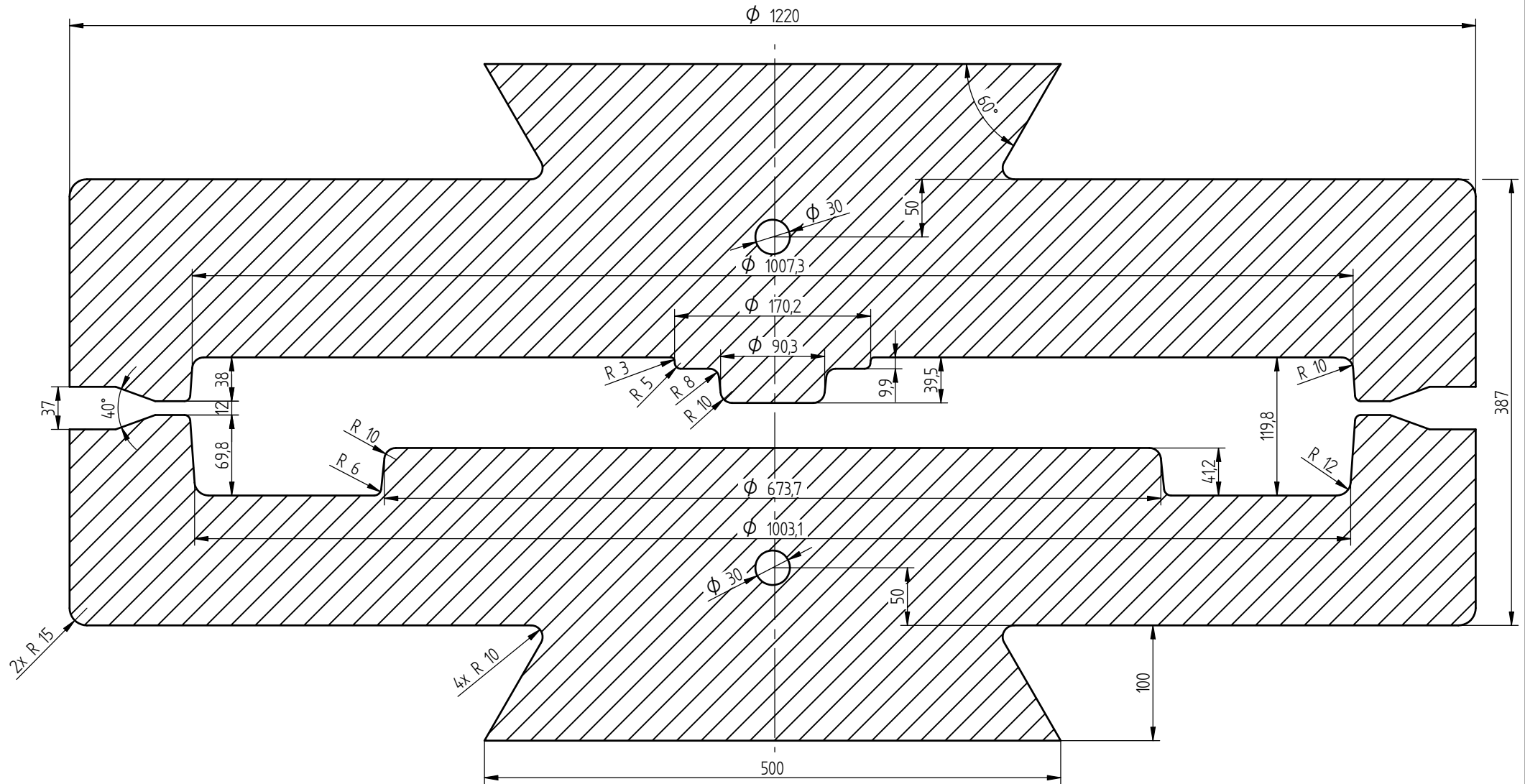
Ra 3.2


Felület	Tűrésetlen méretek ISO 2768 mK	Anyag, féglyártmány, nyersdarab, minta v. súllyeszték szám Steel - Unalloyed:1.0503 , C45	Nyers	Kész
			Súly [kg]	402,296 kg
 MAGYAR AGRÁR- ÉS ÉLETTUDOMÁNYI EGYETEM		Készítette Pál Tamás Sándor	Jóváhagyta	Rajzszám 1
Cím, kiegészítő cím Fémnyomó modell			Dokumentációfajta Műhelyrajz	
Méretarány 1:10	Változás /1	Dátum 2022/08/01	Lapszám 1 Lap 1	

2. sz. melléklet

Kovácsszerszám műhelyrajza

Ra 3,2

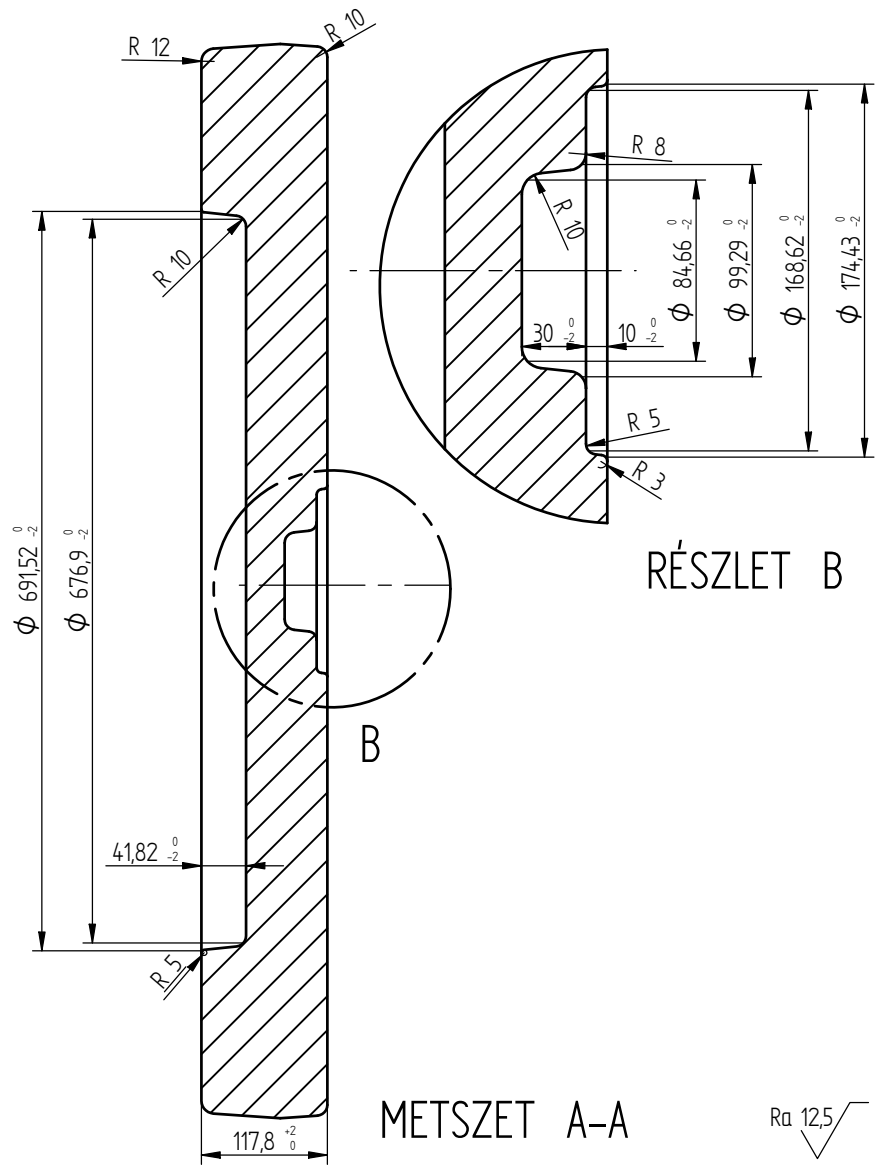
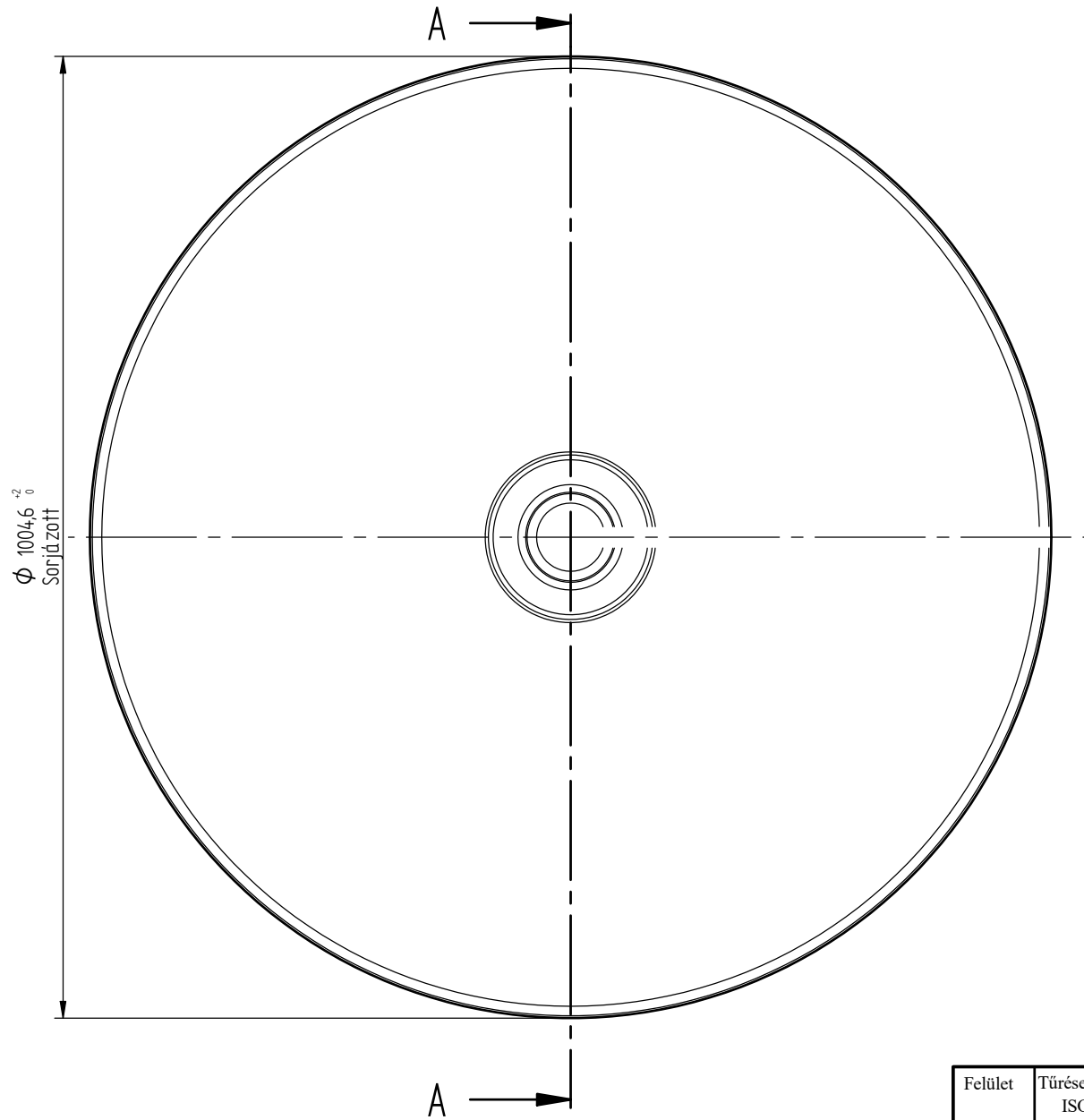


Felület	Tűrésezetlen méretek ISO 2768 mK	Anyag, féglyártmány, nyersdarab, minta v. süllyeszték szám Steel - Alloyed:1.6587, 18CrNiMo7-6		Nyers	Kész
				Súly [kg]	3573,221 kg
 MATE MAGYAR AGRÁR- ÉS ÉLETTUDOMÁNYI EGYETEM		Készítette Pál Tamás Sándor	Jóváhagyta	Rajzszám 1	
		Cím, kiegészítő cím Süllyesztékes kovácsszerszám		Dokumentációfajta Műhelyrajz	
	Méretarány 1:5	Változás /1	Dátum 2022/10/25	Lapszám 1 Lap 1	


SOLID EDGE ACADEMIC COPY

3. sz. melléklet

Kovácsolt előgyártmány műhelyrajza

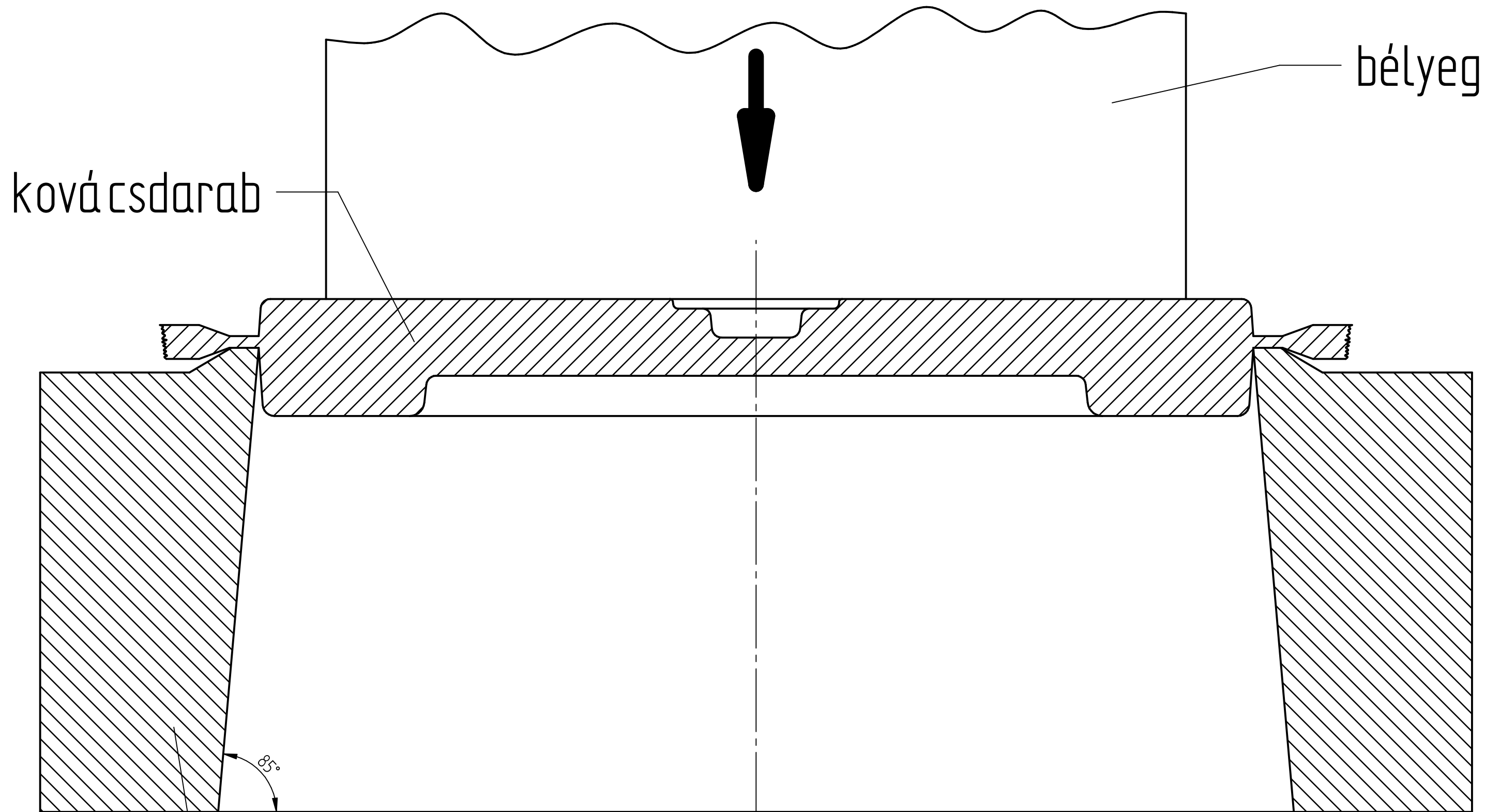


METSZET A-A

Felület	Tűrésetlen méretek ISO 2768 mK	Anyag, félgymártmány, nyersdarab, minta v. súllyeszték szám Steel - Unalloyed:1.0503 , C45	Nyers	Kész
			Súly [kg]	597,253 kg
 MATE MAGYAR AGRÁR- ÉS ÉLETTUDOMÁNYI EGYETEM		Készítette Pál Tamás Sándor	Jóváhagyta	Rajzszám 1
		Cím, kiegészítő cím Kovácsdarab		Dokumentációfajta Műhelyrajz
Méretarány 1:5	Változás /1	Dátum 2022/10/25	Lapszám 1 Lap 1	


SOLID EDGE ACADEMIC COPY

4. sz. melléklet
Sorjázás művelete



vágólap

SOLID EDGE ACADEMIC COPY

Felület	Tűrésezetlen méretek	Anyag, félégyártmány, nyersdarab, minta v. süllyeszték szám	Nyers	Kész
			Súly [kg]	0,000 kg
 MATE MAGYAR AGRÁR- ÉS ÉLETTUDOMÁNYI EGYETEM		Készítette Pál Tamás Sándor	Jóváhagyta	Rajzszám 1
		Cím, kiegészítő cím Sorjázás		Dokumentációfajta Műhelyrajz
Méretarány 1:5	Változás /1	Dátum 2022/10/25	Lapszám 1	Lap 1

5. sz. melléklet
Technológiai számítások

Forgácsolási paraméterek számítása

6.1 Marás I.

Síkmarás

A választott szerszámgép: YBN-90N típusú CNC megmunkáló

A fokozati tényező: $\varphi=1,25$

A fordulatszám határok: $n=10-3000 \text{ min}^{-1}$

A munkadarab befogása: Szorítóvassal történő rögzítés

A választott szerszám: Homlokmaró HS 18 0 1 Ø50x35j III. MSZ 3852

Fogszám: 10

Az alkalmazott forgácsoló sebesség meghatározása:

$$v_c = v_0 \cdot K_\kappa \cdot K_a \cdot K_{sz} = 35 \cdot 0,77 \cdot 0,9 \cdot 1 = \mathbf{24,26 \frac{m}{min}}$$

ahol: $v_0 = 35 \frac{m}{min}$, $K_\kappa = 0,77$, $K_a = 0,9$, $K_{sz} = 1$

A fordulatszám meghatározása:

$$n = \frac{1000 \cdot v_c}{D \cdot \pi} = \frac{1000 \cdot 24,26}{50 \cdot \pi} = \mathbf{154,4 \text{ min}^{-1}}$$
 , gépen a hozzá legközelebb álló beállítható

fordulatszám $n_{gépi} = \mathbf{180 \text{ min}^{-1}}$

A megváltozott forgácsoló sebesség:

$$v_{cmar} = \frac{D \cdot \pi \cdot n_{gépi}}{1000} = \frac{50 \cdot \pi \cdot 180}{1000} = \mathbf{28,27 \frac{m}{min}}$$

Az előtolás meghatározása:

$$V_f = f_z \cdot n_{gépi} \cdot z = 0,05 \cdot 180 \cdot 10 = \mathbf{90 \frac{mm}{min}}$$

A maróra ható erő meghatározása:

$$\sin \frac{\varphi}{2} = \sqrt{\frac{f_z}{D}} = \sqrt{\frac{0,05}{50}} = 0,04 \text{ innen } \alpha \varphi = \mathbf{3,62^\circ}$$

$$\delta = \frac{360^\circ}{z} = \frac{360}{10} = \mathbf{36^\circ}$$

Kapcsolószám: $\Psi = \frac{\varphi}{\delta} = \frac{3,62}{36} = 0,1007$

A közepes forgácsvastagság:

$$e_k = f_z \cdot \sqrt{\frac{a}{D}} = 0,05 \cdot \sqrt{\frac{4}{50}} = \mathbf{0,014 \frac{mm}{fog}}$$

A maróra ható közepes forgácsolóerő:

$$F_{maró} = \Psi \cdot k_c \cdot e_k \cdot a = 0,1007 \cdot 1580 \cdot 0,014 \cdot 4 = \mathbf{8,91N}$$

ahol: $k_c = \mathbf{1580 \frac{N}{mm^2}}$

A szükséges forgácsolási teljesítmény:

$$P_c = F_{maró} \cdot v_{cmar} = 8,91 \cdot 0,471 = \mathbf{4,19 W}$$

A hajtáshoz szükséges teljesítményszükséglet:

$$P_{mhajt.} = \frac{P_c}{\eta} = \frac{4,19}{0,8} = \mathbf{5,24 W}$$

ahol: $\eta = 0,8$

A rendelkezésre álló YBN-90N típusú CNC megmunkáló beépített 13,8kW-os villanymotor ezt a teljesítményszükségletet kielégíti.

Ø 170 x 10 zseb marása

A választott szerszám: YBN-90N típusú CNC megmunkáló

A fokozati tényező: $\varphi=1,25$

A fordulatszám határok: $n=10-3000 \text{ min}^{-1}$

A munkadarab befogása: Szorítóvassal történő rögzítés

A választott szerszám: 1K365-1200-200-XD 1730

Fogszám: 4

Fogankénti előtolás: $f_z = 0,05 \text{ mm}$

Az alkalmazott forgácsoló sebesség meghatározása:

$$v_c = v_0 \cdot K_\kappa \cdot K_a \cdot K_{sz} = 18 \cdot 0,77 \cdot 0,9 \cdot 1 = \mathbf{12,474 \frac{m}{min}}$$

ahol: $v_0 = 18 \frac{m}{min}$, $K_\kappa = 0,77$, $K_a = 0,9$, $K_{sz} = 1$

A fordulatszám meghatározása:

$$n = \frac{1000 \cdot v_c}{D \cdot \pi} = \frac{1000 \cdot 12,474}{12 \cdot \pi} = \mathbf{330,88 \text{ min}^{-1}}$$
 , gépen a hozzá legközelebb álló beállítható

fordulatszám $n_{gépi}=355 \text{ min}^{-1}$

A megváltozott forgácsoló sebesség:

$$v_{cmar} = \frac{D \cdot \pi \cdot n_{gépi}}{1000} = \frac{12 \cdot \pi \cdot 355}{1000} = \mathbf{13,38 \frac{m}{min}} = \mathbf{0,223 \frac{m}{sec}}$$

Az előtolás meghatározása:

$$V_f = f_z \cdot n_{gépi} \cdot z = 0,05 \cdot 355 \cdot 4 = \mathbf{71 \frac{mm}{min}}$$

A maróra ható erő meghatározása:

$$\sin \frac{\varphi}{2} = \sqrt{\frac{f_z}{D}} = \sqrt{\frac{0,05}{12}} = 0,065 \text{ innen a } \varphi = 7,4^\circ$$

$$\delta = \frac{360^\circ}{z} = \frac{360}{4} = 90^\circ$$

Kapcsolószám: $\Psi = \frac{\varphi}{\delta} = \frac{7,4}{90} = 0,082$

A közepes forgácsvastagság:

$$e_k = f_z \cdot \sqrt{\frac{a}{D}} = 0,05 \cdot \sqrt{\frac{5}{12}} = 0,032 \frac{\text{mm}}{\text{fog}}$$

A maróra ható közepes forgácsolóerő:

$$F_{\text{maró}} = \Psi \cdot k_c \cdot e_k \cdot a = 0,082 \cdot 1580 \cdot 0,032 \cdot 5 = 20,73 \text{ N}$$

ahol: $k_c = 1580 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$

A szükséges forgácsolási teljesítmény:

$$P_c = F_{\text{maró}} \cdot v_{\text{cmar}} = 20,73 \cdot 0,223 = 4,62 \text{ W}$$

A hajtáshoz szükséges teljesítményszükséglet:

$$P_{\text{mhajt.}} = \frac{P_c}{\eta} = \frac{4,62}{0,8} = 5,7 \text{ W}$$

ahol: $\eta = 0,8$

A rendelkezésre álló YBN-90N típusú CNC megmunkáló beépített 13,8kW-os villanymotor ezt a teljesítményszükségletet kielégíti.

Ø 103 x 30 zseb marása

A választott szerszámgép: YBN-90N típusú CNC megmunkáló

A fokozati tényező: $\varphi=1,25$

A fordulatszám határok: $n=10-3000 \text{ min}^{-1}$

A munkadarab befogása: Szorítóvassal történő rögzítés

A választott szerszám: 1K365-1200-200-XD 1730

Fogszám: 4

Fogankénti előtolás: $f_z = 0,05 \text{ mm}$

Az alkalmazott forgácsoló sebesség meghatározása:

$$v_c = v_0 \cdot K_\kappa \cdot K_a \cdot K_{sz} = 18 \cdot 0,77 \cdot 0,9 \cdot 1 = 12,474 \frac{\text{m}}{\text{min}}$$

ahol: $v_0 = 18 \frac{m}{min}$, $K_\kappa = 0,77$, $K_a = 0,9$, $K_{sz} = 1$

A fordulatszám meghatározása:

$$n = \frac{1000 \cdot v_c}{D \cdot \pi} = \frac{1000 \cdot 12,474}{12 \cdot \pi} = \mathbf{330,88 \text{ min}^{-1}}$$
, gépen a hozzá legközelebb álló beállítható

fordulatszám $n_{g\acute{e}pi} = 355 \text{ min}^{-1}$

A megváltozott forgácsoló sebesség:

$$v_{cmar} = \frac{D \cdot \pi \cdot n_{g\acute{e}pi}}{1000} = \frac{12 \cdot \pi \cdot 355}{1000} = \mathbf{13,38 \frac{m}{min}} = \mathbf{0,223 \frac{m}{sec}}$$

Az előtolás meghatározása:

$$V_f = f_z \cdot n_{g\acute{e}pi} \cdot z = 0,05 \cdot 355 \cdot 4 = \mathbf{71 \frac{mm}{min}}$$

A maróra ható erő meghatározása:

$$\sin \frac{\varphi}{2} = \sqrt{\frac{f_z}{D}} = \sqrt{\frac{0,05}{12}} = 0,065 \text{ innen } a \varphi = \mathbf{7,4^\circ}$$

$$\delta = \frac{360^\circ}{z} = \frac{360}{4} = \mathbf{90^\circ}$$

Kapcsolószám: $\Psi = \frac{\varphi}{\delta} = \frac{7,4}{90} = 0,082$

A közepes forgácsvastagság:

$$e_k = f_z \cdot \sqrt{\frac{a}{D}} = 0,05 \cdot \sqrt{\frac{5}{12}} = \mathbf{0,032 \frac{mm}{fog}}$$

A maróra ható közepes forgácsolóerő:

$$F_{maró} = \Psi \cdot k_c \cdot e_k \cdot a = 0,082 \cdot 1580 \cdot 0,032 \cdot 5 = \mathbf{20,73 N}$$

ahol: $k_c = \mathbf{1580 \frac{N}{mm^2}}$

A szükséges forgácsolási teljesítmény:

$$P_c = F_{maró} \cdot v_{cmar} = 20,73 \cdot 0,223 = \mathbf{4,62 W}$$

A hajtáshoz szükséges teljesítményszükséglet:

$$P_{mhajt.} = \frac{P_c}{\eta} = \frac{4,62}{0,8} = \mathbf{5,7 W}$$

ahol: $\eta = 0,8$

A rendelkezésre álló YBN-90N típusú CNC megmunkáló beépített 13,8kW-os villanymotor ezt a teljesítményszükségletet kielégíti.

Fúrás: Ø 32 mm központfurat elkészítése

Az alkalmazott szerszám: Csigafúró Ø32 C105U MSZ 3986

A fogásmélység: $a = \frac{D}{2} = \frac{32}{2} = 16 \text{ mm}$

Az alkalmazott szerszámgép: YBN-90N típusú CNC megmunkáló

fokozati tényező: $\varphi=1,25$

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

fogások száma: $i=3$

Az alkalmazott forgácsoló sebesség meghatározása:

$$v_c = v_0 \cdot K_l \cdot K_{sz} \cdot K_a = 17 \cdot 1 \cdot 0,62 \cdot 0,9 = 9,486 \frac{\text{m}}{\text{min}}$$

ahol: $v_0 = 17 \frac{\text{m}}{\text{min}}$, $K_l = 1$, $K_{sz} = 0,62$, $K_a = 0,9$

A fordulatszám meghatározása:

$$n = \frac{1000 \cdot v_c}{D \cdot \pi} = \frac{1000 \cdot 9,486}{32 \cdot \pi} = 94,35 \text{ min}^{-1}$$

D: kiinduló átmérő és a gépen a hozzá legközelebb álló beállítható fordulatszám $n_{\text{gépi}} = 112 \text{ min}^{-1}$

A megváltozott forgácsoló sebesség:

$$v_{cm} = \frac{D \cdot \pi \cdot n_{\text{gépi}}}{1000} = \frac{32 \cdot \pi \cdot 112}{1000} = 11,26 \frac{\text{m}}{\text{min}}$$

A fúró nyomatékigénye:

$$M = F_1 \cdot \frac{D}{2} = k_c \cdot A \cdot \frac{D}{2} = k_c \cdot \frac{D \cdot f}{4} \cdot \frac{D}{2} = k_c \cdot \frac{D^2 \cdot f}{8 \cdot 10^3} = 1580 \cdot \frac{32^2 \cdot 0,32}{8 \cdot 10^3} = 64,72 \text{ Nm}$$

A fúró teljesítményszükséglete:

$$P_c = \frac{M \cdot 2 \cdot \pi \cdot n_{\text{gépi}}}{60 \cdot 10^3} = \frac{64,72 \cdot 2 \cdot \pi \cdot 112}{60 \cdot 10^3} = 0,759 \text{ kW}$$

A hajtáshoz szükséges teljesítmény meghatározása:

$$P_h = \frac{P_c}{\eta} = \frac{0,759}{0,8} = 0,949 \text{ kW}$$

ahol: $\eta=0,8$

A rendelkezésre álló YBN-90N típusú CNC megmunkáló beépített 13,8kW-os villanymotor ezt a teljesítményszükségletet kielégíti.

A marás I. művelet ciklusideje a CAM szoftver szerint 2 óra 7perc.

6.2 Marás II.

Síkmarás

A választott szerszám: YBN-90N típusú CNC megmunkáló

A fokozati tényező: $\varphi=1,25$

A fordulatszám határok: $n=10-3000 \text{ min}^{-1}$

A munkadarab befogása: Szorítóvassal történő rögzítés

A választott szerszám: Homlokmaró HS 18 0 1 Ø50x35j III. MSZ 3852

Fogszám: 10

Az alkalmazott forgácsoló sebesség meghatározása:

$$v_c = v_0 \cdot K_\kappa \cdot K_a \cdot K_{sz} = 35 \cdot 0,77 \cdot 0,9 \cdot 1 = 24,26 \frac{m}{min}$$

ahol: $v_0 = 35 \frac{m}{min}$, $K_\kappa = 0,77$, $K_a = 0,9$, $K_{sz} = 1$

A fordulatszám meghatározása:

$$n = \frac{1000 \cdot v_c}{D \cdot \pi} = \frac{1000 \cdot 24,26}{50 \cdot \pi} = 154,4 \text{ min}^{-1}, \text{ gépen a hozzá legközelebb álló beállítható}$$

fordulatszám $n_{gépi}=180 \text{ min}^{-1}$

A megváltozott forgácsoló sebesség:

$$v_{cmar} = \frac{D \cdot \pi \cdot n_{gépi}}{1000} = \frac{50 \cdot \pi \cdot 180}{1000} = 28,27 \frac{m}{min}$$

Az előtolás meghatározása:

$$V_f = f_z \cdot n_{gépi} \cdot z = 0,05 \cdot 180 \cdot 10 = 90 \frac{mm}{min}$$

A maróra ható erő meghatározása:

$$\sin \frac{\varphi}{2} = \sqrt{\frac{f_z}{D}} = \sqrt{\frac{0,05}{50}} = 0,04 \text{ innen } \varphi = 3,62^\circ$$

$$\delta = \frac{360^\circ}{z} = \frac{360}{10} = 36^\circ$$

Kapcsolószám: $\Psi = \frac{\varphi}{\delta} = \frac{3,62}{36} = 0,1007$

A közepes forgácsvastagság:

$$e_k = f_z \cdot \sqrt{\frac{a}{D}} = 0,05 \cdot \sqrt{\frac{4}{50}} = 0,014 \frac{mm}{fog}$$

A maróra ható közepes forgácsolóerő:

$$F_{maró} = \Psi \cdot k_c \cdot e_k \cdot a = 0,1007 \cdot 1580 \cdot 0,014 \cdot 4 = 8,91N$$

ahol: $k_c = 1580 \frac{N}{mm^2}$

A szükséges forgácsolási teljesítmény:

$$P_c = F_{maró} \cdot v_{cmar} = 8,91 \cdot 0,471 = 4,19 W$$

A hajtáshoz szükséges teljesítményszükséglet:

$$P_{mhajt.} = \frac{P_c}{\eta} = \frac{4,19}{0,8} = 5,24 W$$

ahol: $\eta = 0,8$

A rendelkezésre álló YBN-90N típusú CNC megmunkáló beépített 13,8kW-os villanymotor ezt a teljesítményszükségletet kielégíti.

Ø 700 x 40 mm zseb marása

A választott szerszámgép: YBN-90N típusú CNC megmunkáló

A fokozati tényező: $\varphi=1,25$

A fordulatszám határok: $n = 10-3000 \text{ min}^{-1}$

A munkadarab befogása: Szorítóvassal történő rögzítés

A választott szerszám: 1K365-2000-400-XD 1730

Fogsám: 4

fogankénti előtolás: $f_z = 0,1 \text{ mm}$

Az alkalmazott forgácsoló sebesség meghatározása:

$$v_c = v_0 \cdot K_\kappa \cdot K_a \cdot K_{sz} = 20 \cdot 0,77 \cdot 0,9 \cdot 1 = 13,86 \frac{m}{min}$$

ahol: $v_0 = 20 \frac{m}{min}$, $K_\kappa = 0,77$, $K_a = 0,9$, $K_{sz} = 1$

A fordulatszám meghatározása:

$$n = \frac{1000 \cdot v_c}{D \cdot \pi} = \frac{1000 \cdot 13,86}{20 \cdot \pi} = 220,589 \text{ min}^{-1}$$
, gépen a hozzá legközelebb álló beállítható

fordulatszám $n_{gépi} = 224 \text{ min}^{-1}$

A megváltozott forgácsoló sebesség:

$$v_{cmar} = \frac{D \cdot \pi \cdot n_{gépi}}{1000} = \frac{20 \cdot \pi \cdot 224}{1000} = 14,07 \frac{m}{min} = 0,234 \frac{m}{sec}$$

Az előtolás meghatározása:

$$V_f = f_z \cdot n_{gépi} \cdot z = 0,1 \cdot 224 \cdot 4 = 89,6 \frac{mm}{min}$$

A maróra ható erő meghatározása:

$$\sin \frac{\varphi}{2} = \sqrt{\frac{f_z}{D}} = \sqrt{\frac{0,1}{20}} = 0,071 \text{ innen a } \varphi = \mathbf{8,13^\circ}$$

$$\delta = \frac{360^\circ}{z} = \frac{360}{4} = \mathbf{90^\circ}$$

Kapcsolószám: $\Psi = \frac{\varphi}{\delta} = \frac{8,13}{90} = 0,09$

A közepes forgácsvastagság:

$$e_k = f_z \cdot \sqrt{\frac{a}{D}} = 0,1 \cdot \sqrt{\frac{5}{20}} = \mathbf{0,05 \frac{mm}{fog}}$$

A maróra ható közepes forgácsolóerő:

$$F_{maró} = \Psi \cdot k_c \cdot e_k \cdot a = 0,07 \cdot 1580 \cdot 0,05 \cdot 5 = \mathbf{27,65 N}$$

ahol: $k_c = \mathbf{1580 \frac{N}{mm^2}}$

A szükséges forgácsolási teljesítmény:

$$P_c = F_{maró} \cdot v_{cmar} = 27,65 \cdot 0,234 = \mathbf{6,47 W}$$

A hajtáshoz szükséges teljesítményszükséglet:

$$P_{mhajt.} = \frac{P_c}{\eta} = \frac{6,47}{0,8} = \mathbf{8,08 W}$$

ahol: $\eta_G = 0,8$

A rendelkezésre álló YBN-90N típusú CNC megmunkáló beépített 13,8kW-os villanymotor ezt a teljesítményszükségletet kielégíti.

A marás II. művelet ciklusideje a CAM szoftver szerint 8 óra 54 perc.

6.3 Marás III.

45°-os profil marása

A választott szerszám: YBN-90N típusú CNC megmunkáló

A fokozati tényező: $\varphi=1,25$

A fordulatszám határok: $n = 10-3000 \text{ min}^{-1}$

A munkadarab befogása: készülékkel

A választott szerszám: RA300-019O19L-10L

Fogsám: 2

Fogankénti előtolás: $f_z = 0,2 \text{ mm}$

Az alkalmazott forgácsoló sebesség meghatározása:

$$v_c = v_0 \cdot K_k \cdot K_a \cdot K_{sz} = 22 \cdot 0,77 \cdot 0,9 \cdot 1 = 15,246 \frac{m}{min}$$

ahol: $v_0 = 22 \frac{m}{min}$, $K_k = 0,77$, $K_a = 0,9$, $K_{sz} = 1$

A fordulatszám meghatározása:

$$n = \frac{1000 \cdot v_c}{D \cdot \pi} = \frac{1000 \cdot 15,246}{14 \cdot \pi} = 346,64 \text{ min}^{-1}, \text{ gépen a hozzá legközelebb álló beállítható}$$

fordulatszám $n_{g\acute{e}pi} = 355 \text{ min}^{-1}$

A megváltozott forgácsoló sebesség:

$$v_{cmar} = \frac{D \cdot \pi \cdot n_{g\acute{e}pi}}{1000} = \frac{14 \cdot \pi \cdot 355}{1000} = 15,61 \frac{m}{min} = 0,26 \frac{m}{sec}$$

Az előtolás meghatározása:

$$V_f = f_z \cdot n_{g\acute{e}pi} \cdot z = 0,2 \cdot 355 \cdot 2 = 142 \frac{mm}{min}$$

A maróra ható erő meghatározása:

$$\sin \frac{\varphi}{2} = \sqrt{\frac{f_z}{D}} = \sqrt{\frac{0,2}{14}} = 0,18 \text{ innen } \varphi = 13,83^\circ$$

$$\delta = \frac{360^\circ}{z} = \frac{360}{2} = 180^\circ$$

Kapcsolószám: $\Psi = \frac{\varphi}{\delta} = \frac{13,83}{180} = 0,076$

A közepes forgácsvastagság:

$$e_k = f_z \cdot \sqrt{\frac{a}{D}} = 0,2 \cdot \sqrt{\frac{5}{14}} = 0,119 \frac{mm}{fog}$$

A maróra ható közepes forgácsolóerő:

$$F_{maró} = \Psi \cdot k_c \cdot e_k \cdot a = 0,076 \cdot 1580 \cdot 0,119 \cdot 5 = 71,76 \text{ N}$$

ahol: $k_c = 1580 \frac{N}{mm^2}$

A szükséges forgácsolási teljesítmény:

$$P_c = F_{maró} \cdot v_{cmar} = 71,76 \cdot 0,26 = 18,66 \text{ W}$$

A hajtáshoz szükséges teljesítményszükséglet:

$$P_{mhajt.} = \frac{P_c}{\eta} = \frac{18,66}{0,8} = 23,32 \text{ W}$$

ahol: $\eta = 0,8$

A rendelkezésre álló YBN-90N típusú CNC megmunkáló beépített 13,8kW-os villanymotor ezt a teljesítményszükségletet kielégíti.

A marás III. művelet ciklusideje a CAM szoftver szerint 13 óra 48 perc.

6.4 Fúrás I.

4x Ø 13,5 mm furatok készítése fúrósablonnal

Az alkalmazott szerszám: Csigafúró Ø13,5 C105U MSZ 3986

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

Az alkalmazott szerszámgép: YBN-90N típusú CNC megmunkáló

fokozati tényező: $\varphi=1,25$

Az előtolás értéke: $f = 0,26 \frac{\text{mm}}{\text{ford}}$

fogások száma: $i=1$

Az alkalmazott forgácsoló sebesség meghatározása:

$$v_c = v_0 \cdot K_l \cdot K_{sz} \cdot K_a = 21 \cdot 0,75 \cdot 0,62 \cdot 0,9 = 8,789 \frac{\text{m}}{\text{min}}$$

ahol: $v_0 = 21 \frac{\text{m}}{\text{min}}$, $K_l = 0,75$, $K_{sz} = 0,62$, $K_a = 0,9$

A fordulatszám meghatározása:

$$n = \frac{1000 \cdot v_c}{D \cdot \pi} = \frac{1000 \cdot 8,789}{13,5 \cdot \pi} = 207,23 \text{ min}^{-1}$$

D: kiinduló átmérő és a gépen a hozzá legközelebb álló beállítható fordulatszám $n_{\text{gépi}} = 200 \text{ min}^{-1}$

A megváltozott forgácsoló sebesség:

$$v_{cm} = \frac{D \cdot \pi \cdot n_{\text{gépi}}}{1000} = \frac{13,5 \cdot \pi \cdot 200}{1000} = 8,82 \frac{\text{m}}{\text{min}}$$

A fúró nyomatékigénye:

$$M = F_1 \cdot \frac{D}{2} = k_c \cdot A \cdot \frac{D}{2} = k_c \cdot \frac{D \cdot f}{4} \cdot \frac{D}{2} = k_c \cdot \frac{D^2 \cdot f}{8 \cdot 10^3} = 1580 \cdot \frac{13,5^2 \cdot 0,26}{8 \cdot 10^3} = 9,358 \text{ Nm}$$

A fúró teljesítményszükséglete:

$$P_c = \frac{M \cdot 2 \cdot \pi \cdot n_{\text{gépi}}}{60 \cdot 10^3} = \frac{9,358 \cdot 2 \cdot \pi \cdot 200}{60 \cdot 10^3} = 0,196 \text{ kW}$$

A hajtáshoz szükséges teljesítmény meghatározása:

$$P_h = \frac{P_c}{\eta} = \frac{0,196}{0,8} = 0,245 \text{ kW}$$

ahol: $\eta = 0,8$

A rendelkezésre álló YBN-90N típusú CNC megmunkáló beépített 13,8kW-os villanymotor ezt a teljesítményszükségletet kielégíti.

3 x Ø 17,3 mm magfuratok készítése fúrósablonnal

Az alkalmazott szerszám: Csigafúró Ø17,3 C105U MSZ 3986

A fogásmélység: $a = \frac{D}{2} = \frac{17,3}{2} = 8,65 \text{ mm}$

Az alkalmazott szerszámgép: YBN-90N típusú CNC megmunkáló

fokozati tényező: $\varphi=1,25$

Az előtolás értéke: $f = 0,3 \frac{\text{mm}}{\text{ford}}$

fogások száma: $i=1$

Az alkalmazott forgácsoló sebesség meghatározása:

$$v_c = v_0 \cdot K_l \cdot K_{sz} \cdot K_a = 17 \cdot 1 \cdot 0,62 \cdot 0,9 = 9,486 \frac{\text{m}}{\text{min}}$$

ahol: $v_0 = 17 \frac{\text{m}}{\text{min}}$, $K_l = 1$, $K_{sz} = 0,62$, $K_a = 0,9$

A fordulatszám meghatározása:

$$n = \frac{1000 \cdot v_c}{D \cdot \pi} = \frac{1000 \cdot 9,486}{17,3 \cdot \pi} = 174,54 \text{ min}^{-1}$$

D: kiinduló átmérő és a gépen a hozzá legközelebb álló beállítható fordulatszám $n_{g\acute{e}pi} = 160 \text{ min}^{-1}$

A megváltozott forgácsoló sebesség:

$$v_{cm} \frac{D \cdot \pi \cdot n_{g\acute{e}pi}}{1000} = \frac{17,3 \cdot \pi \cdot 160}{1000} = 8,696 \frac{\text{m}}{\text{min}}$$

A fúró nyomatékigénye:

$$M = F_1 \cdot \frac{D}{2} = k_c \cdot A \cdot \frac{D}{2} = k_c \cdot \frac{D \cdot f}{4} \cdot \frac{D}{2} = k_c \cdot \frac{D^2 \cdot f}{8 \cdot 10^3} = 1580 \cdot \frac{17,3^2 \cdot 0,3}{8 \cdot 10^3} = 17,732 \text{ Nm}$$

A fúró teljesítményszükséglete:

$$P_c = \frac{M \cdot 2 \cdot \pi \cdot n_{g\acute{e}pi}}{60 \cdot 10^3} = \frac{17,732 \cdot 2 \cdot \pi \cdot 160}{60 \cdot 10^3} = 0,297 \text{ kW}$$

A hajtáshoz szükséges teljesítmény meghatározása:

$$P_h = \frac{P_c}{\eta} = \frac{0,297}{0,8} = 0,371 \text{ kW}$$

ahol: $\eta=0,8$

A rendelkezésre álló YBN-90N típusú CNC megmunkáló beépített 13,8kW-os villanymotor ezt a teljesítményszükségletet kielégíti.

Ø 13,5 mm-es furatok Ø 20mm-es süllyesztésének elkészítése

Az alkalmazott szerszám: II Csigasüllyesztő 20 45WCrSiV7 4 4

Az alkalmazott szerszámgép: YBN-90N típusú CNC megmunkáló

fokozati tényező: $\varphi=1,25$

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

Az egy élre jutó forgácsolóerő meghatározása:

$$F_{cz} = k_c \cdot A = k_c \cdot \frac{D-d}{2} \cdot \frac{f}{2} = 1580 \cdot \frac{20-13,5}{2} \cdot \frac{0,4}{2} = 1027 \text{ N}$$

Az alkalmazott forgácsoló sebesség meghatározása:

$$v_c = v_0 \cdot K_l \cdot K_{sz} \cdot K_a = 34 \cdot 1 \cdot 0,62 \cdot 0,9 = 18,972 \frac{m}{min}$$

ahol: $v_0 = 34 \frac{m}{min}$, $K_l = 1$, $K_{sz} = 0,62$, $K_a = 0,9$

A fordulatszám meghatározása:

$$n = \frac{1000 \cdot v_c}{D \cdot \pi} = \frac{1000 \cdot 18,972}{20 \cdot \pi} = 301,95 \text{ min}^{-1}$$

D: kiinduló átmérő és a gépen a hozzá legközelebb álló beállítható fordulatszám $n_{gépi} = 280 \text{ min}^{-1}$

A megváltozott forgácsoló sebesség:

$$v_{cm} = \frac{D \cdot \pi \cdot n_{gépi}}{1000} = \frac{20 \cdot \pi \cdot 280}{1000} = 17,593 \frac{m}{min}$$

A fúrési nyomatékigény:

$$M = F_{cz} \cdot \frac{D+d}{2} = 1027 \cdot \frac{20+13,5}{2} = 17202,25 \text{ Nmm} = 17,2 \text{ Nm}$$

A fúrás teljesítményszükséglete:

$$P_c = \frac{M \cdot 2 \cdot \pi \cdot n_{gépi}}{60 \cdot 10^3} = \frac{17,2 \cdot 2 \cdot \pi \cdot 280}{60 \cdot 10^3} = 0,504 \text{ kW}$$

A hajtáshoz szükséges teljesítmény meghatározása:

$$P_h = \frac{P_c}{\eta} = \frac{0,504}{0,8} = 0,63 \text{ kW}$$

ahol: $\eta=0,8$

A rendelkezésre álló YBN-90N típusú CNC megmunkáló beépített 13,8kW-os villanymotor ezt a teljesítményszükségletet kielégíti.

Ø 17,3 mm-es magfuratokba az M20-as menetek fúrása

A választott szerszám: gépi menetfúró M20 K HS18 0 1 MSZ3920

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

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

A fordulatszám meghatározása:

$$n = \frac{1000 \cdot v_c}{D \cdot \pi} = \frac{1000 \cdot 3}{20 \cdot \pi} = 47,746 \text{ min}^{-1}$$

D: kiinduló átmérő és a gépen a hozzá legközelebb álló beállítható fordulatszám $n_{gépi} = 45 \text{ min}^{-1}$

A megváltozott forgácsoló sebesség:

$$v_{cm} \frac{D \cdot \pi \cdot n_{gépi}}{1000} = \frac{20 \cdot \pi \cdot 45}{1000} = 2,83 \frac{m}{min}$$

A Fúrás I. művelet ciklusideje a CAM szoftver szerint 22 perc.

6.5 Fúrás II.

Ø 15 mm furat elkészítése fúrósablonnal

Az alkalmazott szerszám: Csigafúró Ø15 C105U MSZ 3986

A fogásmélység: $a = \frac{D}{2} = \frac{15}{2} = 7,5 \text{ mm}$

Az alkalmazott szerszámgép: YBN-90N típusú CNC megmunkáló

fokozati tényező: $\varphi=1,25$

Az előtolás értéke: $f = 0,21 \frac{mm}{ford}$

fogások száma: $i=1$

Az alkalmazott forgácsoló sebesség meghatározása:

$$v_c = v_0 \cdot K_l \cdot K_{sz} \cdot K_a = 16 \cdot 1 \cdot 0,62 \cdot 0,9 = 8,928 \frac{m}{min}$$

ahol: $v_0 = 16 \frac{m}{min}$, $K_l = 1$, $K_{sz} = 0,62$, $K_a = 0,9$

A fordulatszám meghatározása:

$$n = \frac{1000 \cdot v_c}{D \cdot \pi} = \frac{1000 \cdot 8,928}{15 \cdot \pi} = 189,46 \text{ min}^{-1}$$

D: kiinduló átmérő és a gépen a hozzá legközelebb álló beállítható fordulatszám $n_{gépi} = 180 \text{ min}^{-1}$

A megváltozott forgácsoló sebesség:

$$v_{cm} \frac{D \cdot \pi \cdot n_{g\acute{e}pi}}{1000} = \frac{15 \cdot \pi \cdot 180}{1000} = 8,48 \frac{m}{min}$$

A fúró nyomatékigénye:

$$M = F_1 \cdot \frac{D}{2} = k_c \cdot A \cdot \frac{D}{2} = k_c \cdot \frac{D \cdot f}{4} \cdot \frac{D}{2} = k_c \cdot \frac{D^2 \cdot f}{8 \cdot 10^3} = 1580 \cdot \frac{15^2 \cdot 0,21}{8 \cdot 10^3} = 9,332 Nm$$

A fúró teljesítményszükséglete:

$$P_c = \frac{M \cdot 2 \cdot \pi \cdot n_{g\acute{e}pi}}{60 \cdot 10^3} = \frac{9,332 \cdot 2 \cdot \pi \cdot 180}{60 \cdot 10^3} = 0,176 kW$$

A hajtáshoz szükséges teljesítmény meghatározása:

$$P_h = \frac{P_c}{\eta} = \frac{0,176}{0,8} = 0,22 kW$$

ahol: $\eta=0,8$

A rendelkezésre álló YBN-90N típusú CNC megmunkáló beépített 13,8kW-os villanymotor ezt a teljesítményszükségletet kielégíti.

Ø 19,45 x 6,5mm süllyesztés marása

A választott szerszám: YBN-90N típusú CNC megmunkáló

A fokozati tényező: $\varphi=1,25$

A fordulatszám határok: $n=10-3000 \text{ min}^{-1}$

A munkadarab befogása: Szorítóvassal történő rögzítés

A választott szerszám: 1K365-1200-200-XD 1730

Fogszám: 4

fogankénti előtolás: $f_z = 0,05 mm$

Az alkalmazott forgácsoló sebesség meghatározása:

$$v_c = v_0 \cdot K_\kappa \cdot K_a \cdot K_{sz} = 18 \cdot 0,77 \cdot 0,9 \cdot 1 = 12,474 \frac{m}{min}$$

ahol: $v_0 = 18 \frac{m}{min}$, $K_\kappa = 0,77$, $K_a = 0,9$, $K_{sz} = 1$

A fordulatszám meghatározása:

$$n = \frac{1000 \cdot v_c}{D \cdot \pi} = \frac{1000 \cdot 12,474}{12 \cdot \pi} = 330,88 \text{ min}^{-1}$$
, gépen a hozzá legközelebb álló beállítható

fordulatszám $n_{g\acute{e}pi}=355 \text{ min}^{-1}$

A megváltozott forgácsoló sebesség:

$$v_{cmar} = \frac{D \cdot \pi \cdot n_{gépi}}{1000} = \frac{12 \cdot \pi \cdot 355}{1000} = 13,38 \frac{m}{min} = 0,223 \frac{m}{sec}$$

Az előtolás meghatározása:

$$V_f = f_z \cdot n_{gépi} \cdot z = 0,05 \cdot 355 \cdot 4 = 71 \frac{mm}{min}$$

A maróra ható erő meghatározása:

$$\sin \frac{\varphi}{2} = \sqrt{\frac{f_z}{D}} = \sqrt{\frac{0,05}{12}} = 0,065 \text{ innen } \varphi = 7,4^\circ$$

$$\delta = \frac{360^\circ}{z} = \frac{360}{4} = 90^\circ$$

$$\text{Kapcsolószám: } \Psi = \frac{\varphi}{\delta} = \frac{7,4}{90} = 0,082$$

A közepes forgácsvastagság:

$$e_k = f_z \cdot \sqrt{\frac{a}{D}} = 0,05 \cdot \sqrt{\frac{5}{12}} = 0,032 \frac{mm}{fog}$$

A maróra ható közepes forgácsolóerő:

$$F_{maró} = \Psi \cdot k_c \cdot e_k \cdot a = 0,082 \cdot 1580 \cdot 0,032 \cdot 5 = 20,73 N$$

$$\text{ahol: } k_c = 1580 \frac{N}{mm^2}$$

A szükséges forgácsolási teljesítmény:

$$P_c = F_{maró} \cdot v_{cmar} = 20,73 \cdot 0,223 = 4,62 W$$

A hajtáshoz szükséges teljesítményszükséglet:

$$P_{mhajt.} = \frac{P_c}{\eta} = \frac{4,62}{0,8} = 5,7 W$$

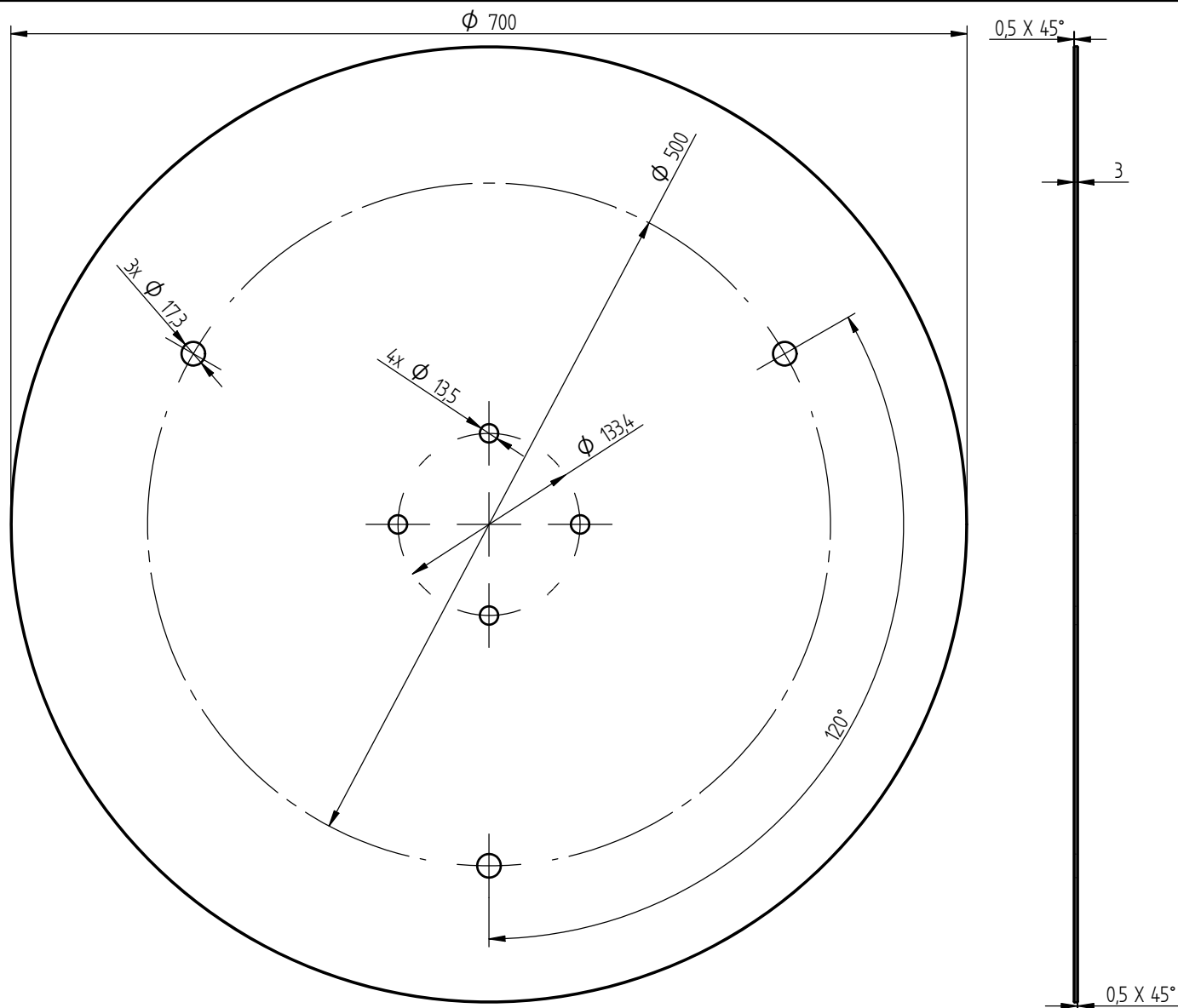
ahol: $\eta = 0,8$

A rendelkezésre álló YBN-90N típusú CNC megmunkáló beépített 13,8kW-os villanymotor ezt a teljesítményszükségletet kielégíti.


A Fúrás II. művelet ciklusideje a CAM szoftver szerint 7 perc.

6. sz. melléklet

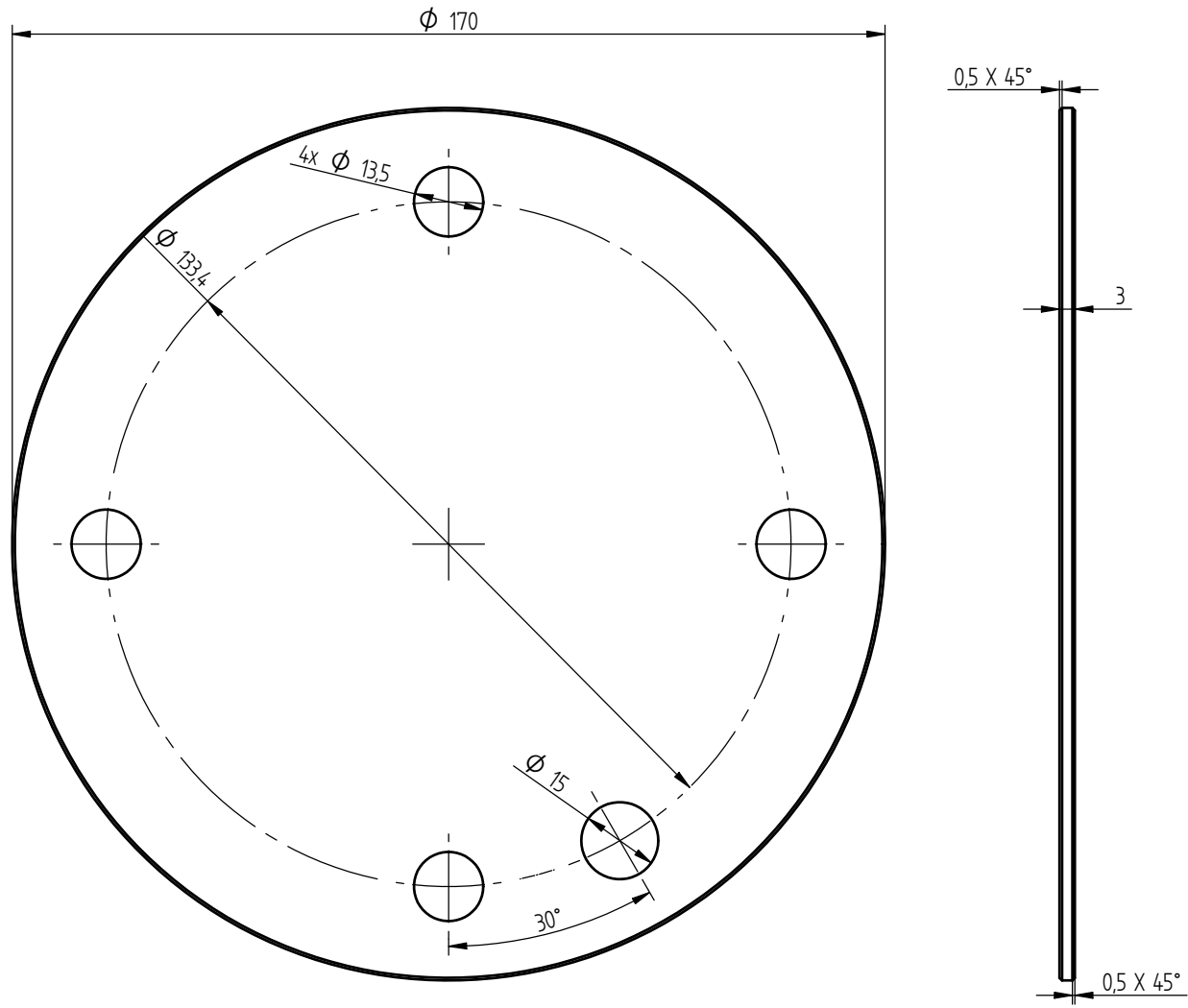
Furat sablonok műhelyrajzai




$Ra 6.3$

Felület	Tűrésezetlen méretek ISO 2768 mK	Anyag, félgymártmány, nyersdarab, minta v. süllyeszték szám Aluminum Alloy: 3.1255, AlCu4SiMg, EN-AW 2014	Nyers	Kész
			Súly [kg]	3,220 kg
 MATE MAGYAR AGRÁR- ÉS ÉLETTUDOMÁNYI EGYETEM		Készítette Pál Tamás Sándor	Jóváhagyta	Rajzszám 1
		Cím, kiegészítő cím Furatsablon I.		Dokumentációfajta Műhelyrajz
	Méretarány 2:1	Változás /1	Dátum 2023/04/12	Lapszám 1 Lap 1

SOLID EDGE ACADEMIC COPY



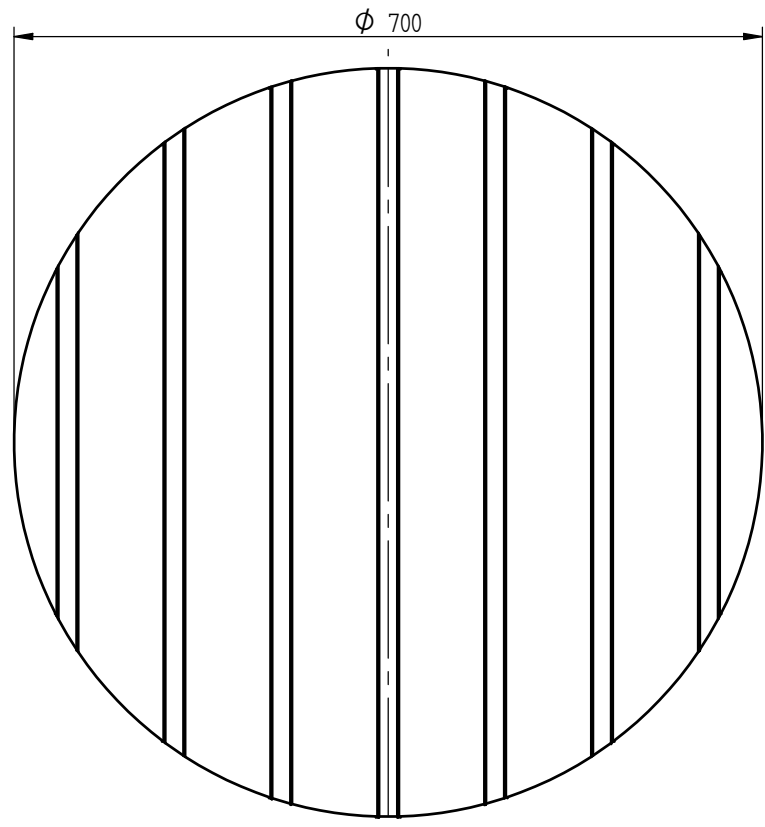
Felület	Tűrésezetlen méretek ISO 2768 mK	Anyag, félgymártmány, nyersdarab, minta v. süllyeszték szám Aluminum Alloy:3.1255, AlCu4SiMg, EN-AW 2014	Nyers	Kész
			Súly [kg]	0,184 kg
 MATE MAGYAR AGRÁR- ÉS ÉLETTUDOMÁNYI EGYETEM		Készítette Pál Tamás Sándor	Jóváhagyta	Rajzszám 1
		Cím, kiegészítő cím Furatsablon II.		Dokumentációfajta Műhelyrajz
	Méretarány 2:1	Változás /1	Dátum 2023/04/12	Lapszám 1 Lap 1

7.sz. melléklet
Műveleti utasításlapok

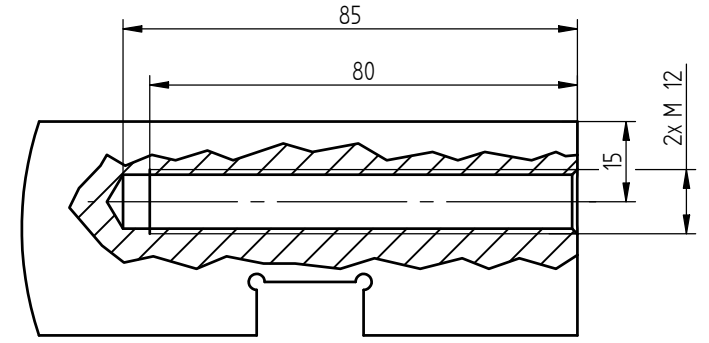
SZIE, GÉK,GÉTI, Anyag- és Gépgyártástechnológia Tanszék					Művelet és műveletelőzési sorrend					Induló típus		
Rajzszám: 1					Munkadarab megnevezése: Fémnyomó modell							
v. k.h.	Anyag kódex				Anyagmegnevezés, méret, minőség					ME.	Bruttó 1 db	Nettó 1 db
					Anyag: C45							
					Előgyártmány: kovácsolt acél							
					Nyersméret: Ø 1006,6 x 118 mm							
Műv. sorr.	Lap sz.	Költs hely	Hom. ker	Műv. sz.	Művelet megnevezése					Norm. 1000 db perc	Norm. 1000 db Ft	
1.	1.			7	Marás I.							
					MEO							
2.	2.			2	Marás II.							
					MEO							
3.	3.			1	Marás III.							
					MEO							
4.	4.			4	Fúrás I.							
					MEO							
Kiállította	Kelt	Ellenőrizte		Kelt	Főtechnológus	Kelt	Anyagnormás	Kelt	Időelemző	Kelt		
Pál Tamás Sándor	2022.10.26.											
Jel	Javította	Kelt	Ellenőrizte		Kelt	Jel	Javította	Kelt	Ellenőrizte	Kelt		

SZIE, GÉK, GÉTI, Anyag- és Gépgyártástechnológia Tanszék					Művelet és műveletelőzési sorrend					Induló típus		
Rajzszám: 1					Munkadarab megnevezése: Fémnyomó modell							
v. k.h.	Anyag kódex				Anyagmegnevezés, méret, minőség					ME.	Bruttó 1 db	Nettó 1 db
					Anyag: C45							
					Előgyártmány: kovácsolt acél							
					Nyersméret: Ø 1004,6 x 118 mm							
Műv. sorr.	Lap sz.	Költs hely	Hom. ker	Műv. sz.	Művelet megnevezése					Norm. 1000 db	Norm. 1000 db	
										perc	Ft	
5.	5.			2	Fúrás II.							
					Végellenőrzés							
Kiállította	Kelt	Ellenőrizte		Kelt	Főtechnológus	Kelt	Anyagnormás	Kelt	Időelemző		Kelt	
Pál Tamás Sándor	2022.10.26.											
Jel	Javította	Kelt	Ellenőrizte		Kelt	Jel	Javította	Kelt	Ellenőrizte		Kelt	

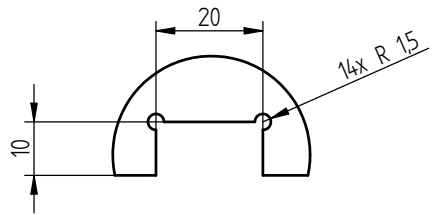
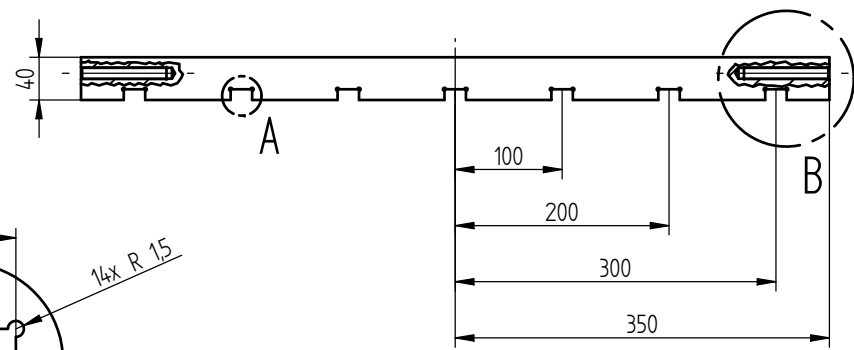
8. sz. melléklet
Készülék műhelyrajzai




Ra 6,3



RÉSZLET B
1:1

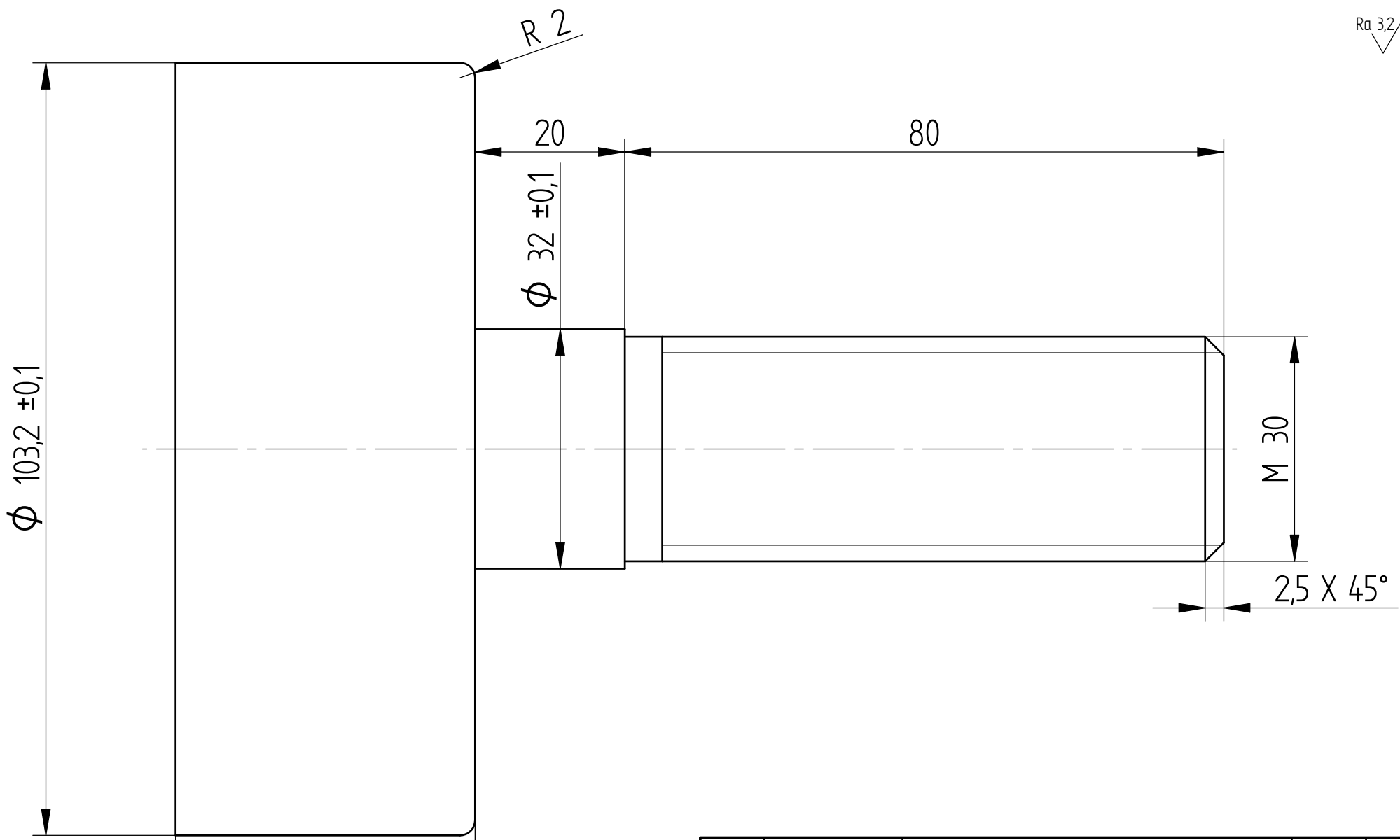



RÉSZLET A
1:1

Felület	Tűrésezetlen méretek ISO 2768 mK	Anyag, félgyártmány, nyersdarab, minta v. süllyeszték szám Steel - Structural:1.0035 , S185	Nyers	Kész
			Súly [kg]	113,542 kg
 MAGYAR AGRÁR- ÉS ÉLETTUDOMÁNYI EGYETEM		Készítette Pál Tamás Sándor	Jóváhagyta	Rajzszám 1
Cím, kiegészítő cím Készüléktest			Dokumentációfajta Műhelyrajz	
Méretarány 2:1	Változás /1	Dátum 2023/04/21	Lapszám 1 Lap	1

SOLID EDGE ACADEMIC COPY

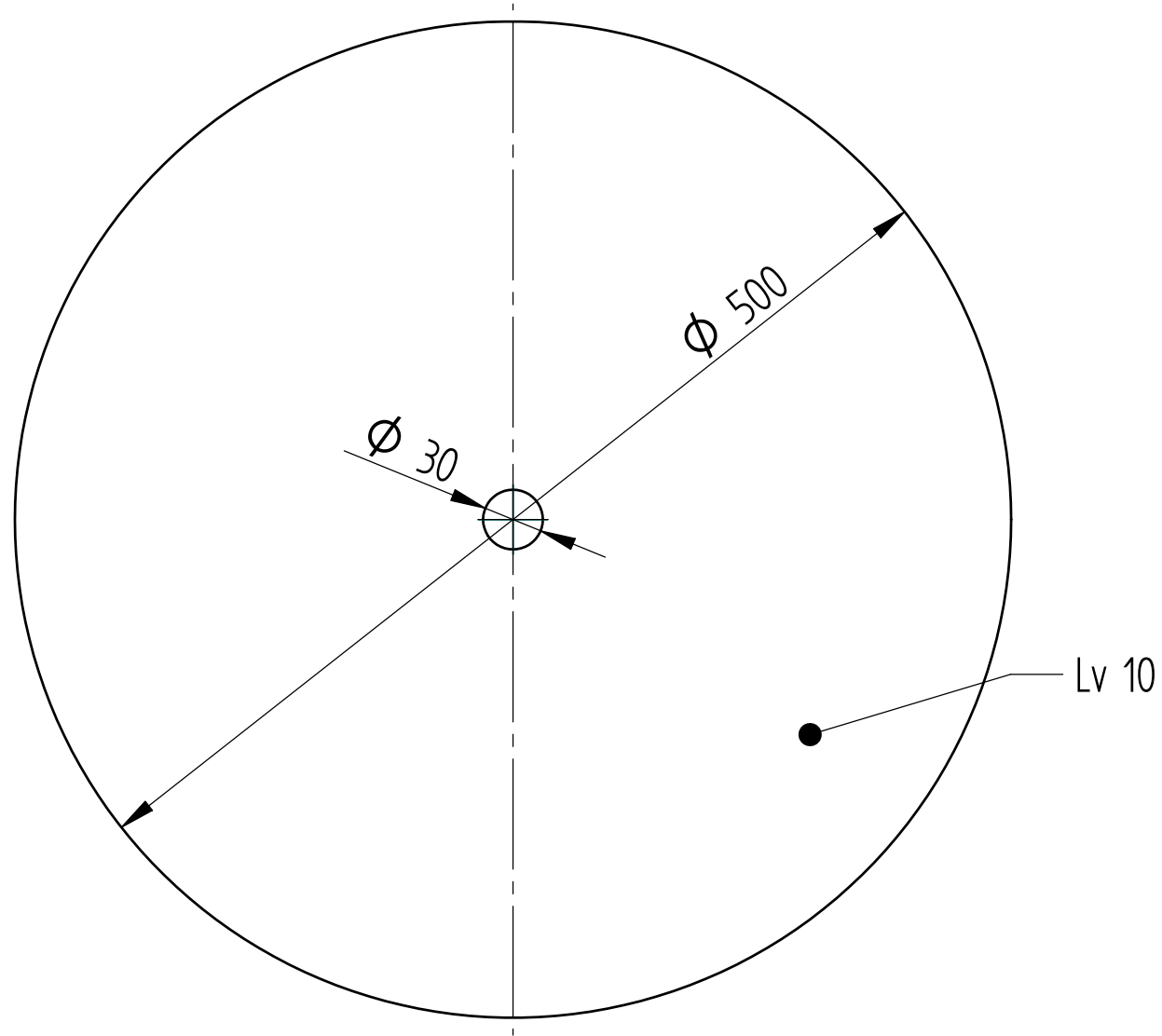
Ra 3,2




Felület	Tűrésezetlen méretek ISO 2768 mK	Anyag, félgymártmány, nyersdarab, minta v. süllyeszték szám Steel - Structural:1.0035 , S185	Nyers	Kész
			Súly [kg]	3,172 kg
 MATE MAGYAR AGRÁR- ÉS ÉLETTUDOMÁNYI EGYETEM	Készítette Pál Tamás Sándor	Jóváhagyta	Rajzszám	1
	Cím, kiegészítő cím Központosító tengely		Dokumentációfajta Műhelyrajz	
Méretarány 2:1	Változás /1	Dátum 2023/04/21	Lapszám 1	Lap 1

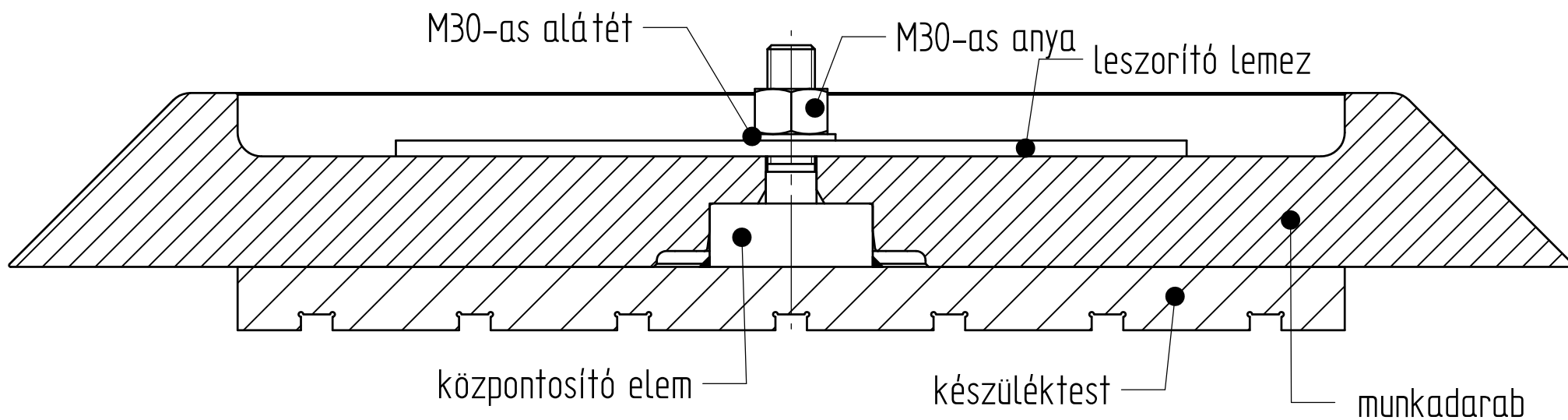
SOLID EDGE ACADEMIC COPY


Ra 6,3



Felület	Tűrésezetlen méretek ISO 2768 mK	Anyag, félgymártmány, nyersdarab, minta v. süllyeszték szám Steel - Structural:1.0035 , S185	Nyers	Kész
			Súly [kg]	15,260 kg
 MATE MAGYAR AGRÁR- ÉS ÉLETTUDOMÁNYI EGYETEM		Készítette Pál Tamás Sándor	Jóváhagyta	Rajzszám 1
		Cím, kiegészítő cím Leszorító lemez		Dokumentációfajta Műhelyrajz
	Méretarány 2:1	Változás /1	Dátum 2023/04/21	Lapszám 1 Lap 1

SOLID EDGE ACADEMIC COPY



Felület	Tűrésezetlen méretek	Anyag, féglyártmány, nyersdarab, minta v. süllyeszték szám		Nyers	Kész
				Súly [kg]	534,770 kg
		Készítette Pál Tamás Sándor	Jóváhagyta	Rajzszám 1	
		Cím, kiegészítő cím Összeállítás		Dokumentációfajta Műhelyrajz	
	Méterarány 2:1	Változás /1	Dátum 2023/04/23	Lapszám 1 Lap 1	