



Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem
Szent István Campus
Gépészmérnök Alapszak
Gépgyártó specializáció

**WHN13 megmunkálóközpont X tengelyű golyósorsó
csapágházának gyártástervezése hagyományos
szerszámgépekre**

Belső konzulens:	Dr. Kári-Horváth Attila egyetemi docens
Külső konzulens:	Bánhegyi József termelési vezető Go-Metall Kft.
Készítette:	Schild Eszter Tímea GBGZ6B levelező tagozat
Intézet/Tanszék:	Műszaki Intézet/ Anyagtudományi és Gépipari Folyamatok

Gödöllő
2023

MŰSZAKI INTÉZET
GÉPÉSZMÉRNÖK ALAPSZAK
Gépgyártó specializáció

SZAKDOLGOZAT
feladatlap

Schild Eszter Tímea (GBGZ6B)

részére

A diplomadolgozat címe:

**WHN13 megmunkálóközpont X tengelyű golyósorsó csapágyházának gyártástervezése
hagyományos szerszámgépekre**

Feladatkiírás:

Bevezetés, cégbemutató, szakirodalom feldolgozás, probléma bemutatás, gyártás-technológia tervezés, készüléktervezés, dokumentáció elkészítése, gazdasági számítás, összefoglalás

Közreműködő tanszék: Anyagtudományi és Gépipari Folyamatok

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

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

Beadási határidő: 2023. november 06.


Gödöllő, 2023. szeptember 04.

Jóváhagyom



(tanszékvezető)

Átvettem



(hallgató)



(szakfelelős)

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

Gödöllő, 2023. hó nap



(külső konzulens)

Tartalom

1.	Bevezetés	1
2.	Cég bemutatása	2
3.	Szakirodalmi áttekintés	3
3.1	Szerszámgépek automatizálása	3
3.2	Előgyártmány tervezés	4
3.3	Kovácsolás	7
3.4	Forgácsolás	10
3.5	Készüléktervezés	14
4.	Probléma bemutatása.....	18
5.	Tervezés	20
5.1	Alapanyag kiválasztása	20
5.2	Előgyártmány tervezés	21
5.3	Gyártástechnológiai számítások	34
5.4	Fúrókészülék tervezése.....	53
6.	Gazdasági kalkuláció	57
6.1	Tervezés mérnöki díja	57
6.2	Kovácsolt előgyártmány ára	57
6.3	Üzemi költségek	57
6.4	Hőkezelés ára	58
6.5	Szállítási költségek.....	58
6.6	Csomagolási költségek.....	58
7.	Összefoglalás	59
8.	Summary	61
9.	Felhasznált irodalom jegyzéke	
10.	Nyilatkozatok	
11.	Mellékletek jegyzéke	

1. Bevezetés

Napjainkban a felgyorsult ipari és technológiai környezetben a CNC megmunkáló központok előnyt élveznek a hagyományos kézi megmunkálással szemben. A megmunkáló központok lényege, hogy különböző műveleteket (marás, fúrás, menetvágás stb.) egy felfogásban képesek elvégezni. Ez a fajta rugalmasság, a pontossági követelmények magasfokú teljesítése, a megnövelt gyártási sebesség (sorozatgyártás térnyerése okán) és a hatékony termelés mind a megmunkáló központok előnyei közé sorolható, nem beszélve a költségmegtakarításról, ami a kevesebb hiba miatt keletkező selejtből, valamint a kisebb számú gépkezelőből ered. A megmunkáló központok alkatrészeinek, szerszámainak élettartama rendkívül hosszú lehet merev felépítésüknek köszönhetően és cserealkatrészek készletről történő biztosításával elkerülhető a gyártás leállítása.

Hat hetes szakmai gyakorlatomat a Go-Metall Kft. csepeli telephelyén töltöttem, ahol lehetőségem nyílt betekintést nyerni a gép- és gépalkatrész gyártás, valamint különböző fémmegmunkálási tevékenységek folyamataiba. A szakmai gyakorlatom ideje alatt egy WHN13 megmunkáló központ X tengelyű golyósorsójának egyik végén lévő csapágyház újragyártására merült fel igény, melyhez eddig nem készült gyártási dokumentáció, így dolgozatom témájának alapját ez a projekt adta. Szakmai gyakorlatom lezárásaként ezzel a feladattal tovább bővíthetem gépgyártással kapcsolatos ismereteimet és gyakorlatomat.

Dolgozatom témája a csapágyház teljes gyártási dokumentációjának elkészítése, így a gyártási folyamat részletes megtervezése az előgyártmánytól a készre munkálásig. Elsőként áttekintem és elemzem a szükséges szakirodalmat, mely kapcsolódik az alkatrész gyártásához - részletezem az előgyártmány tervezést és annak előkészítését, a különböző forgácsoló eljárásokat, áttekintem a készüléktervezés alapjait. A megrendelő igényeinek megfelelően és a rendelkezésre álló szerszámgépek felhasználásával megtervezem az alkatrész gyártását - a tervezés során a SolidWorks programot használom. A kapott paraméterek alapján gazdasági számítást is végzek, mely egyben árajánlatként is szolgál a megrendelő számára.

2. Cég bemutatása

Dolgozatom témája a Go-Metall Kft-nél (2.1. ábra) végzett hat hetes szakmai gyakorlatom során körvonalazódott. A Go-Metall Kft. egy olyan magyar tulajdonban lévő családi vállalkozásként működik 1990 óta, amely mára vezető nyugat-európai gépgyártó vállalatoknak is beszállítója.



2.1. ábra Go-Metall Kft. csepeli telephelye

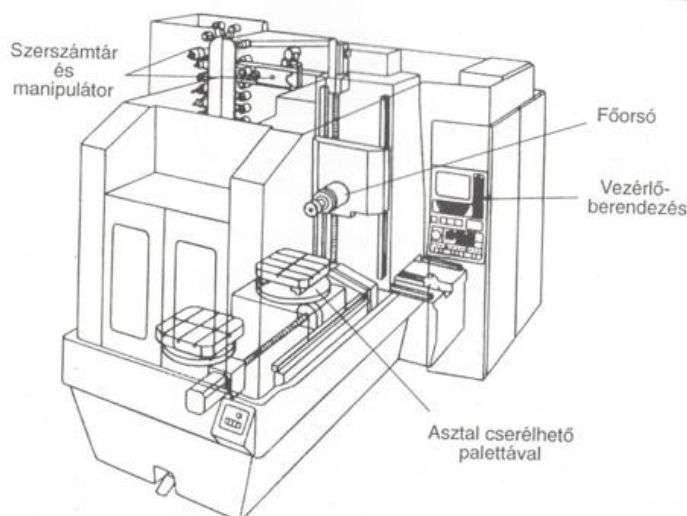
Fő tevékenységi köreik közé tartozik a gép- és gépalkatrészgyártás, egészen az öntőminta készítéstől az öntésen át, a komplett megmunkált és szerelt darab kiszállításáig – ezen a területen több évtizedes tapasztalattal rendelkező műszaki állományt tudtak felépíteni. A cég munkatársainak precizitása és kreativitása lehetővé teszi, hogy a legbonyolultabb műszaki feladatokat is megoldják és minőségi termékekkel lássák el vevőiket. A gépalkatrészgyártás mellett profiljukban szerepel valamennyi fémmegmunkálási tevékenység, kisebb acélszerkezetek összeállítása, valamint alkatrészek szerelése.

A cég székhelye és egyben nagyobb telephelye Csepelen található a Csepel Művek Ipari Parkban, itt 1990 m² gyártási területtel rendelkeznek. Ahhoz, hogy rövid átfutási idővel tudják kielégíteni a vevői igényeket, uniós forrásokat is felhasználva folyamatosan bővítik technológiai felszereltségüket. Ehhez azonban a csepeli telephely nem biztosított elég férőhelyet, ezért hozták létre másik 600 m²-es gyártóegységüket Tabon 2014-ben. Gépparkjukban több CNC megmunkáló központ is helyet kapott, melyeken X=2000 mm, Y=2000 mm nagyságig terjedően lehetséges megmunkálás. Ezekon kívül rendelkeznek karusszeleszterga gépekkel, horizontáleszterga gépekkel, gyalugéppel és 5 tonna teherbírású darukkal is. Gyártási kapacitásuk évente 80.000 megmunkálási órára tehető.

3. Szakirodalmi áttekintés

3.1 Szerszámgépek automatizálása

Az ipari termelési technológiák jelen állapotának eléréséig hosszú út vezetett. Kezdetekben az ember csak saját erejére támaszkodhatott, biztosítva ezzel létfenntartását, de hamar megfogalmazódott benne az igény, hogy munkáját segítse különböző szerszámokkal. Ebből már gyorsan elérkezünk a mechanizáláshoz, amikor már az ember bár maga hozta működésbe a szerkezetet, de jelentősen megkönnyítette a végzett munkafolyamatot. Ez adta az alapot a gépesítéshez, mely először csak részlegesen, majd fokozatosan egyre komplexebb módon váltotta ki az emberi munkavégzést. A termelés fejlődésében nagy változást hozott az a szakasz, amikortól a gépek által végzett folyamatokat már nem emberek felügyelték és irányították, hanem maga a gép vette át ezt a felelősséget is. Ahogy Pintér József írja Forgácsoló megmunkálás I. című könyvében [51], a szerszámgépek automatizálása már évtizedekkel ezelőtt rohamosan terjedt és tulajdonképpen az ipari termelés fejlettségének mércéje lett. Nem véletlen, hiszen a termelékenység növelése a modern technikai forradalom egyik fő motiváló tényezője. A megmunkáló központok (3.1. ábra), melyeknek elődei a számvezérlésű marógépek voltak, a szerszámgépek automatizálásának magasfokú kibontakozásai, mivel gyorsan tudnak alkalmazkodni változó gyártási feladatokhoz és azokat komplexen kivitelezni emberi irányítás és felügyelet nélkül – ezzel pedig a gépgyártó és fémmegmunkáló egységek szerves részét képezik.



3.1. ábra Megmunkálóközpont felépítése

Azzal, hogy több műveletet koncentrálnak, csökken a felfogások száma, ezzel pedig a bázisváltási hibák is visszaszorulnak. Jelentős mellékidő csökkenést is lehet elérni alkalmazásukkal, mivel a szerszámcsere a gép automatikusan végzi a szerszámhárból, valamint a munkadarabcsere is gyors a gép asztalára helyezett cserélhető palettával, hiszen így az egyik palettán a megmunkált darab van, a másikkra pedig már elkészíthető a következő munkadarab [1, 51].

3.2 Előgyártmány tervezés

Amennyiben a megmunkálás előgyártmánya nem kereskedelemben beszerezhető, akkor az előgyártmány tervezés a gépkatrész gyártásának egyik alappillére. Az előgyártási technológia kiválasztásánál mérlegelni kell az alkatrész előállításának összköltségét és figyelembe kell venni a gyártott sorozatnagyságot is [29].

Ahhoz, hogy egy munkadarab előgyártmányát megtervezhessük, először tanulmányozni kell az alkatrészt és a teljes technológiai folyamatot is. A hibás tervezés később hatással lehet egy következő művelet elvégzésére, ezért a művelettervezésnek, a műveleti sorrend előkészítésének fontos szerepe van. A művelettervezés során az alkatrész és a gyártási folyamatok vizsgálata magában kell foglaljon geometriai, technológiai, gazdaságossági és termelési analízist is [29].

A geometriai vizsgálat során az alkatrész alakjának, fő méreteinek ismeretében el kell dönteni, hogy az geometriailag helyes. Ez alapján készül el az alkatrész rajza, melyen meg kell győződni a jelölések egyértelműségéről és érthetőségéről. Szintén itt kell megválasztani a főbázisként használható felületeket, ellenőrizni a szerkesztési méretláncot, valamint a tűréseket. A bázisok megválasztásakor ügyelni kell arra, hogy a helyzetmeghatározás, az alkatrész befogása és a méretek gyártásközi ellenőrzése könnyen és biztosan elvégezhető legyen. A tűrések végleges meghatározásának feltétele a technológiai adatok ismerete is, ezért ezeket a művelettervezés során együtt kell kezelni és ha szükséges, módosítani. Az alkatrész gyártásának és egyben az előgyártmány tervezésének egyik fontos része a ráhagyás számítás, amelyet szintén a geometriai vizsgálatok során kell elvégezni, hiszen ebből fog adódni a nyersdarab mérete [29].

A technológiai vizsgálat szorosan összefügg a geometriai és a gazdaságossági vizsgálattal is – ennek során meg kell győződni róla, hogy a legjobb és egyben leggazdaságosabb technológia kerüljön kiválasztásra az adott alkatrész gyártásának műveleteihez, a lehető legkönnyebb, legegyszerűbb előgyártás és munkadarab befogás lehetősége mellett. A műveletek és a műveleti

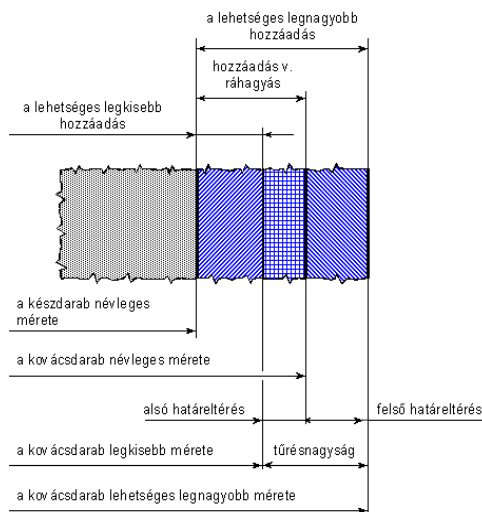
sorrend megállapítása a forgácsolási módok megválasztásával kezdődik, méghozzá fordított sorrendben – vagyis az előírt pontosságra és érdességre megmunkált kész alkatrész a kiindulópont és a végeredmény előkészítő lépéseit kell sorra megtervezni. Ebben a fázisban kerülnek kiválasztásra az ezen lépésekhez szükséges gépek, szerszámok, készülékek és velük együtt az alkalmazandó technológiai adatok is – így elkészíthető a műveleti utasítás lap, ami minden fontos, gyártáshoz szükséges adatot tartalmaz [29].

A gazdaságossági vizsgálat nem választható el az eddigiektől, hiszen mindenhol jelen kell lennie a gazdaságossági szempontnak – az anyagmegtakarítás, az idő- és költségcsökkentés, a termelékenység növelése, az ideális sorozatnagyság, a megfelelő technológia és gép kiválasztása mind ezen alapul [29].

A munkadarab előgyártmány tervezése során lehetőségünk van öntött, hengerelt vagy kovácsolt előgyártmányt választani. Az öntött előgyártmányok egész kis tömegűek és méretűek is lehetnek, de akár több tonnásak is. Az előírt pontosságtól és érdességtől függően az öntés több módon végezhető: homokformában, kokillában, héjformában, de a szigorúbb tűrésekhez a precíziós és a fröccs öntés is alkalmazható [22, 29].

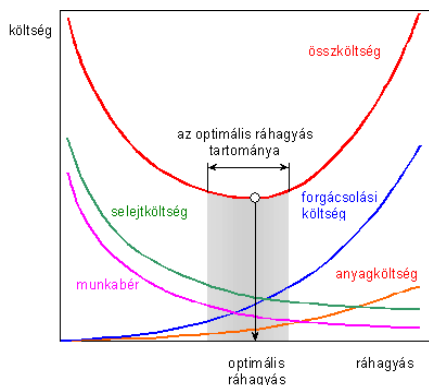
Hengerelt előgyártmány leginkább egyedi gyártáskor alkalmazható, illetve olyan esetekben, amikor a végleges alkatrész méreteinek eléréséhez nem szükséges túl nagy anyagvastagságot eltávolítani (pl.: tengelyek esetén) [22, 29].

Kovácsolt előgyártmányok készülhetnek szabadalakító vagy süllyesztékes kovácsolás eredményeként. Szabadalakítással öntött bugából készülnek kovácsdarabok széles mérettartományban, de leginkább kis darabszámban. Az előgyártmány tervezésnél nagyon fontos a megmunkálási ráhagyások helyes megválasztása (3.2. ábra). A kovács rajzon szerepelnie kell a kovácsolási tűréseknek a megmunkálandó felületeken, de jelölni kell a nyersfelületeket is. Lehetőség van egyszerűsíteni az előgyártmányt és ezáltal költséget csökkenteni anyaghozzáadások alkalmazásával, ilyenkor a kisebb lépcsők, bevágások a legközelebbi munkadarab részhez igazodnak méretben. A hozzáadás és a ráhagyás tehát nem összekeverendő fogalmak, hiszen a ráhagyás a készméret megmunkálás során történő eléréséhez, míg a hozzáadás pedig a darab és a technológia egyszerűsítése céljából szükséges [22, 29, 49, 55, 58].



3.2. ábra A ráhagyás és tűrés kapcsolata

Süllyesztékes kovácsolás esetén a munkadarab a szerszám két felének összepréselése során alakul ki. Az öntött előgyártmányokhoz hasonló szempontokat kell figyelembe venni a tervezés során: a falvastagság egyenletessége, az oldalak ferdesége a kivehetőség miatt, az élek lekerekítése mind itt is érvényes. A legjobb elérhető méretpontosság süllyesztékes kovácsolás esetén IT12-IT13. A kovácsdarab megtervezésének első lépése, hogy kiválasszuk az osztófelületet, melynél törekedni kell a kovácsszerszám legegyszerűbb kialakíthatóságára. Ezután meg kell határozni a ráhagyásokat felületenként, hogy a műveletek során leválasztott anyagvastagsággal elérjük a készméretet. A ráhagyásokra is igaz a gazdaságosság elve, vagyis próbálni kell törekedni az optimális értékre, melynél kalkulálni kell a munkabér, a selejtköltség, a forgácsolási költség és az anyagköltség változásával is. Ezt mutatja be a 3.3. ábrán látható diagram, ahol a különböző költségek eredője jelzi a munkadarab összköltség igényét, ennek a minimumához kell tartania a ráhagyás értékének, hogy érvényesüljön a gazdaságosság elve [22, 29, 49, 55, 58].



3.3. ábra Ráhagyás optimális értéke

Süllyesztékes kovácsdarab esetén az alábbi sorrendben célszerű a tervezést véghez vinni [22, 29, 55]:

1. Osztófelület meghatározása a következő szempontoknak megfelelően: optimális esetben a kovácsdarab legnagyobb körvonalán halad keresztül, szimmetrikus darab esetén a két szerszámfél egyforma, a süllyeszték magasságánál nagyobb a szélessége és hosszúsága, munkadarab könnyen kivehető a szerszámból, sorjaszegély praktikusán nem forgácsolt felületre esik.
2. Bonyolultsági csoportszám megállapítása a szabványban található 3 alakosztálynak megfelelően, melyek a következők: zömök darabok (három merőleges méret közel egyforma), tárcsa alakú darabok (kör vagy négyzet vetületű darabok) és hosszúkás alakú darabok.
3. Kész munkadarab tömegének meghatározása részalakzatokra való bontás útján vagy keresztmetszet-diagrammal.
4. Forgácsolási és technológiai hozzáadások tervezése a vonatkozó szabvány (DIN7527) szerint, ügyelve a gazdaságosságra, valamint a későbbi műveletek által megkívánt különleges megmunkálási ráhagyásokra (pl.: befogáshoz) [16].
5. Oldalferdeségek optimális szögének meghatározása figyelembe véve, hogy ha túl kicsi, a darab beragadhat a szerszámba, ha viszont túl nagy, az felesleges anyag többletet jelent és rontja a pontosságot.
6. Lekerekítési sugarak alkalmazásával az éles sarkok és ezáltal feszültséggyűjtő helyek elkerülése.
7. Kovácsdarab tömegének meghatározása részalakzatokra való bontás útján vagy keresztmetszet-diagrammal.
8. Üregek és lyukak kialakítása során fontos, hogy átmenő furat, valamint 20 mm-nél kisebb átmérőjű furat nem készíthető kovácsolással.
9. Kovácsolási tűrések meghatározása a vonatkozó szabvány szerint.

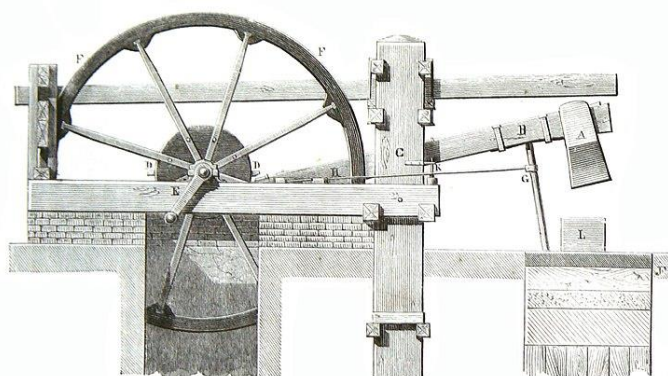
A megtervezett kovácsdarab rajzát a műszaki rajzszabványoknak megfelelően kell elkészíteni, megjelölve az osztófelületet, tűréseket. Ez alapján tervezendő meg a kovácsszerszám.

3.3 Kovácsolás

A kovácsolás olyan képlékenyalakítással járó eljárás, mely során a munkadarab a szerszámmal végzett sorozatos ütések vagy folyamatos nyomás hatására alakul át. A kovácsolásnak azonban

nemcsak a munkadarab alakjának elérése a célja, hanem az anyagjellemzők javítása is – az alakváltozással ugyanis az anyag szemcserendszere is változik, finomabb és homogénebb lesz, mentes az öntészetben ismert zárványoktól [24, 49, 58].

A kovácsolás az egyik legrégebbi fémalakítási folyamat, a kutatások azt bizonyítják, hogy az ember már a bronzkorban és vaskorban is használta, de nem ipari jelleggel, inkább mint művészeti ág: fegyverek (pl.: ősi japán kardok), háztartási eszközök, szerszámok és dísz tárgyak előállítására. Ebben a korszakban még kizárólag kézi szerszámokat alkalmaztak a kovácsolás során, csak a középkor elején váltak elterjedté a vízikerekkel hajtott kalapácsok (3.4. ábra), melyek ezután sok száz évig dominálták ezt a fémalakítási eljárást. Gyökeres változás akkor következett be, amikor a XVIII. század második felében feltalálták a gőzgépet és megjelenhettek az azzal hajtott nyeles kalapácsok, majd nem sokkal később már arra is lehetőség nyílt, hogy közvetlenül gőzzel történjen a hajtás. Így a XIX. század közepére már több tonnás munkadarabok is megmunkálhatók voltak. Az eljárást tovább tökéletesítette és gazdaságosabbá tette a villamos motor alkalmazása [24, 38, 49].

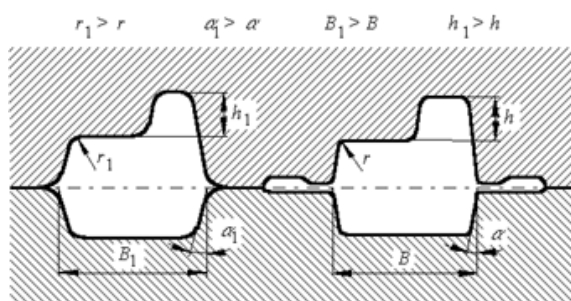


3.4. ábra Vízikerekkel hajtott kalapács

Nemcsak a szerszámok fejlődtek ez idő alatt, hanem a kovácsolás technológiája maga is – így a kezdetben csak sík felületű szerszámokkal való kovácsolás mellett az 1800-as évek elején már megjelentek a süllyesztékben alakított darabok. A kovácsolás két módja tehát a szabadalakító kovácsolás, mely lehet kézi vagy gépi, és a süllyesztékes kovácsolás, mely gépi technológia. Szabadalakító kovácsolás esetén a kiinduló anyag többnyire öntött tuskó vagy blokkbuga, melyek, ha több tonnás súlyúak, akkor már melegen érkeznek kovácsolásra és annak megkezdéséig kemencében tárolják őket. A hideg vagy ötvözött alapanyagokat több lépésben hevítik fel: először 600-800 °C-ra előmelegítik, majd hőkiegyenlítés után 1100-1200 °C-ra

hevítik és hőn tartják. A szabadalakító kovácsolás több alpműveletből tevődik össze, melyek közül a nyújtás és a duzzasztás az anyag mechanikai jellemzőinek befolyásolására is alkalmas, a többi (szélesítés, hajlítás, csavarás, vállazás stb.) már csak alakadásra. Ennél a fajta kovácsolási eljárásnál az alkalmazott gép általában kalapács (gőz-, lég- és/vagy mechanikus) és hidraulikus sajtó [24, 38, 49].

Süllyesztékes kovácsolásnál az előgyártmány a süllyesztéküregbe való kovácsolással nyeri el alakját. A kiinduló anyagok többnyire hengerelt rudak, bugák vagy tuskók, a munkadarab méretétől függően, melyeket kovácsolás előtt méretre vágnak. A hevítés után lehetőség van előkovácsolásra, melynek célja a kész alak megközelítése, majd ezután jöhet a készrealakítás, amely során az üreg teljes kitöltésével érhető el a pontos alak és méret. Előkovácsolás nélkül is készülhet munkadarab, de ilyenkor számolni kell a nagyobb anyagfelesleggel és nagy mennyiségű sorjával. Több darab gyártása esetén egyértelműen szükséges az előkovácsolás, mely történhet szabadalakító kovácsolással történő előkészítéssel, több üregű süllyesztékszerszámmal (3.5. ábrán látható módon), vagy akár külön előalakító géppel is [55, 60].



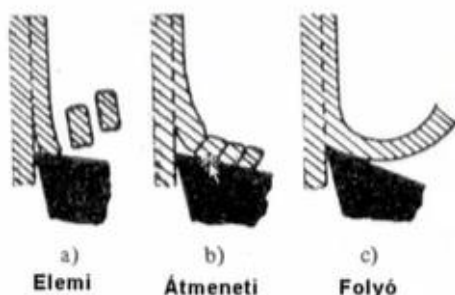
3.5. ábra Előalakító és készüreg viszonya

A süllyesztékszerszám legtöbbször sorjacsatornás (ebben az esetben az üreget sorjahíd és sorjászák veszi körül, előbbinek az üreg megfelelő kitöltésében van szerepe, utóbbinak az anyagfelesleg elvezetésében), de készülhet anélkül is zárt verzióban vagy akár nyitott is lehet. Az alakító gép általában kalapács vagy mechanikus sajtó, de számos egyéb berendezés is használatos ezen eljárásnál (pl.: nagy sebességű ütőmű, vízszintes kovácsológép stb.). A süllyesztékes kovácsolás után az anyagfelesleget sorjázással kell eltávolítani, mely végezhető melegen közvetlenül a képlékenyalakítás után (simább felületet ad), vagy hidegen, hűlés után. A sorjázás szerszáma kis és közepes méretű daraboknál excentersajtó, a nagyobb méretűeknél

forgattyús vagy hidraulikus sajtó. A befejező művelet az egyengetés és kalibrálás, mely során egy kalibrálóüregbe helyezve a darabot, pontosítják annak méretét [55, 60].

3.4 Forgácsolás

Forgácsolás során a munkadarab kívánt alakját és méretét úgy érjük el, hogy anyagfelesleget (ráhagyást) távolítunk el kisebb-nagyobb részecskék (forgács) formájában valamilyen arra alkalmas forgácsoló szerszám segítségével. A munkadarab és szerszám közötti elmozdulást a szerszám gép egyes részei biztosítják a forgácsoló eljárástól függően – a forgácsoló mozgás összetett, fő- és mellékmozgások eredője, melyek hatással vannak a forgácsképződés módjára. A forgácsoló főmozgás a forgácsleválasztással egy irányba eső mozgás, míg a mellékmozgás a forgács szélességére és vastagságára hat ki, és lehet előtolás- vagy fogásvételirányú. A forgácsleválasztás során a szerszám éle behatol az anyagba, melynek hatására az anyag először rugalmas, majd képlékeny alakváltozást szenved. Amikor a keletkező feszültség átlépi az anyag folyáshatárát, a szerszám élénél megduzzadt anyagréssz bereped, majd a nyírási sík mentén, a szerszám homloklapján elcsúszva távolodik az anyagtól és forgács formájában leválik (3.6. ábra) [1, 6, 20, 22, 56, 57].

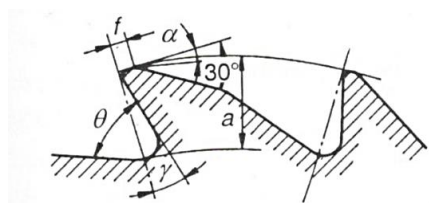


3.6. ábra Forgácsfajták

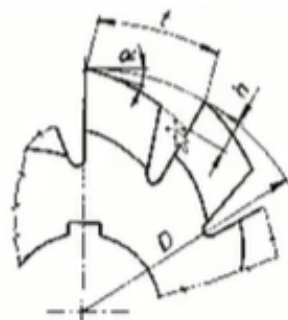
A forgács alakja több tényezőtől is függ, így a munkadarab anyagától, a forgácsolás módjától és körülményeitől is – lehet elemi, átmeneti vagy folyóforgács. Ahogy a teljes művelettervezés során, a forgácsolási technológia tervezése során is törekedni kell a gazdaságos kivitelezésre, ezért fontos azt is meghatározni, hogy az alkalmazott műveleteknek mely része nagyoló, illetve simító jellegű. Nagyolással gyorsan lehet nagy ráhagyást eltávolítani, de ahhoz, hogy a munkadarab alak- és méretpontosságát, valamint előírt felületi érdesség értékét biztosítani lehessen, gyakran simításra is szükség van [1, 6, 22]. A forgácsoló eljárások közé tartozik az

esztergálás, a marás, a gyalulás, a vésés, a fúrás, az üregezés és a köszörülés, melyek közül a csapágyház elkészítéséhez használt technológiákat alább részletezem.

Marással sík- és alakos felületek munkálhatók meg nagyolással és simítással. A forgácsoló forgó főmozgást a szerszám végzi, míg a munkadarab a maró tengelyére merőleges irányban, egyenesvonalú, előtolásirányú mellékmozgást végez. A marószerszám szabályos, többélű forgácsolószerszám. Ha a megmunkálandó felület és a szerszám forgástengelye merőleges egymásra, akkor homlokmarásról, ha párhuzamos, akkor palástmarásról beszélünk. A homlokmarókon az élek a szerszám homlokrészén vannak és a palástélben folytatódnak. Készülhetnek tömör vagy szerelt verzióban, mindkét esetben feltűzhető és nyeles kivitelben is. A betétkéses homlokmaró egy nagy teljesítményű szerszám, melynek teste szerkezeti acélból, a mechanikusan rögzített betétkések pedig gyorsacélból vagy keményfém lapkákkal készülnek. A palástmaró esetén a forgácsoló élek a marótest palástján a szerszám tengelyével párhuzamosan (egyenes fogazatú palástmaró) vagy csavarvonalban (ferde fogazatú palástmaró) vannak. A fogak készülhetnek marással (3.7. ábra) – ezesetben kettős hátfelület is kialakítható, mely nagyobb teljesítményt garantál – és hátraesztergálással (3.8. ábra), melyeknek a hátfelülete nem egyenes, hanem parabola és előnyük, hogy többszöri élezés, köszörülés hatására is megtartják alakjukat [1, 5, 6, 7, 8, 20, 22, 28, 31, 40, 53, 56, 57].



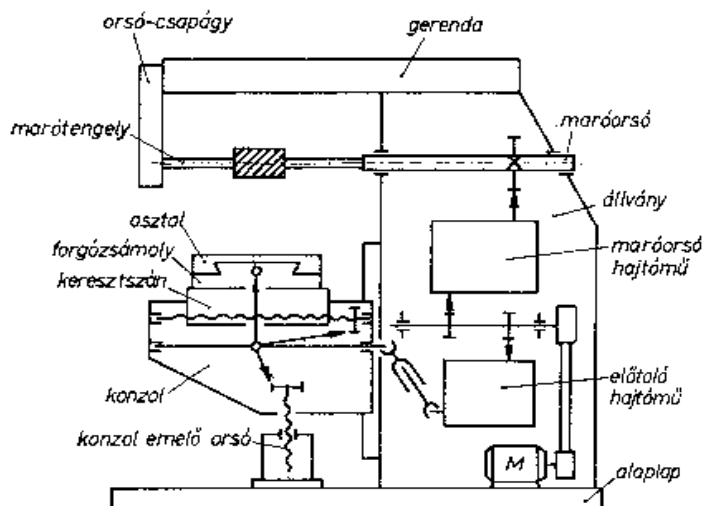
3.7. ábra Mart fogú maró és élszögei



3.8. ábra Hátraesztergált fogú maró és élszögei

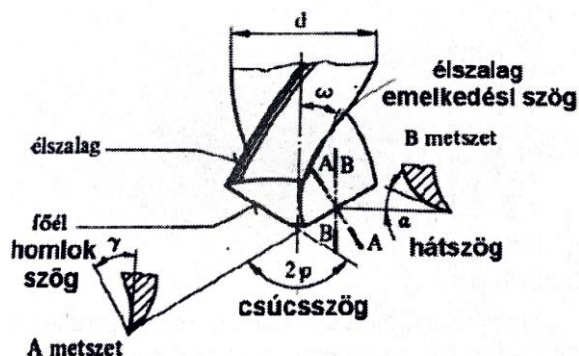
A marás egyik általános szerszámgépe az egytetemes marógép (3.9. ábra), melyen a maróorsó alaphelyzetben vízszintes elhelyezésű, de cserélhető függőleges marófejre is – ez az egyik meghatározó jellemző, mely egytetemessé teszi. Másik két ilyen tulajdonsága, hogy az asztal forgószámló segítségével 45°-ban elfordítható vízszintes síkban, valamint, hogy az asztalt

mozgató orsón keresztül, cserekerékpár alkalmazásával, a munkadarab forgatható is, ezáltal spirál felületek is előállíthatók [22].



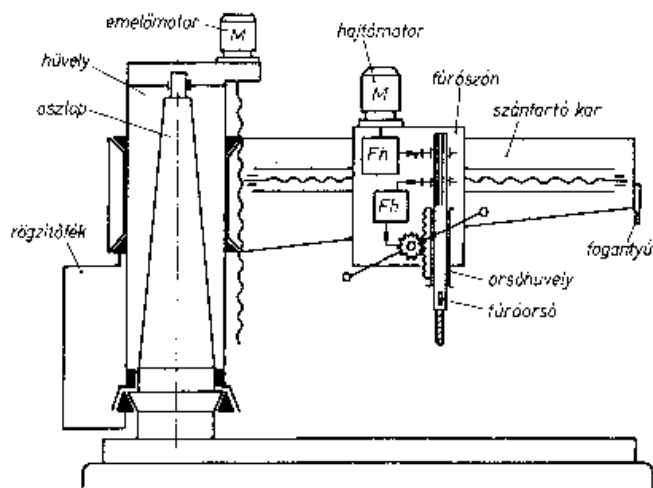
3.9. ábra Egyetemes marógép felépítése

A fúrás belső forgásfelületek kialakítására alkalmas forgácsolóeljárás, mely nemcsak a tömör anyagba való furatkészítést foglalja magába, hanem a furatbővítést és süllyesztést is. A furat megmunkálásakor állandó keresztmetszetű forgács keletkezik, mely során a szerszám végzi a forgó főmozgást és az előtolásirányú, egyenes vonalú mellékmozgást is. A legtöbbször használt fúrószerszám a csigafúró, mely telibefúráshoz és furatbővítéshez is használható. Két főele van, melyeket a keresztél köt össze. A csigafúró (3.10. ábra) legfontosabb jellemzője a csúcsszög, mely a két főél által bezárt szög – értékét a munkadarab anyagától függően kell megválasztani, de általában 80-140°. A csigafúrók készülhetnek hengeres vagy kúpos szárral, előbbiek fúrótokmányba vagy szorítóhüvelybe, utóbbiak pedig Morse-kúpos kialakításuk miatt önzáró kötéssel foghatók be [1, 5, 6, 7, 8, 19, 20, 22, 31, 53, 56, 57].



3.10. ábra A csigafúró kialakítása

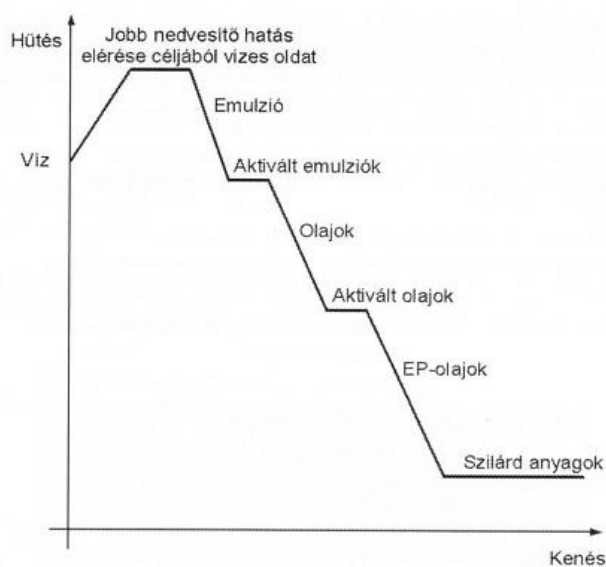
Közepes és nagyméretű darabok furatainak elkészítéséhez gyakran használt berendezés a sugárfúrógép (3.11. ábra), melyen a fúrószár fogaslécen és fogaskeréken keresztül mozgatható és rögzíthető [22].



3.11. ábra Sugárfúrógép felépítése

A forgácsolás során befektetett energia hővé alakul át, melynek bár jelentős része távozik a forgáccsal, de a maradék hő káros hatással bír a forgácsleválasztásra és a szerszám élettartamára. A szerszám anyagba hatolása következtében jelentkező deformáció okozza a felszakadási hőt, melyet nagyrészt a munkadarab anyaga és szövetszerkezete befolyásol. Hő keletkezik a forgács és a hátfelület, valamint a forgács és a homlokfelület súrlódásával is, melyek alakulására a szerszám alakja és a forgácsolási paraméterek vannak leginkább hatással. Azonban a forgács és a homlokfelület között keletkező hő jelentősen csökkenthető hűtő-kenő folyadékok, esetleg sűrített levegő alkalmazásával, melyeknek nemcsak a hő elvezetésében,

hanem a forgács és egyéb szennyeződések eltávolításban is jelentős szerepük jut. Ahogy az a 3.12. ábrán látható diagramon is látható, olyan eljárásoknál (pl.: üregeles), ahol hűtés helyett a kenésre van jobban szükség, általában szilárd anyagokat, zsírokat használnak segédanyagként. Ahogy a kenésről egyre inkább a hűtésre kerül a hangsúly, úgy kerülnek előtérbe a különböző olajok és a legjobb hűtő hatással bíró emulziók – leggyakrabban víz (90-95%) és olaj (5-10%) keveréke, melyeket gyakran árasztásos módszerrel alkalmaznak [1, 22, 50].



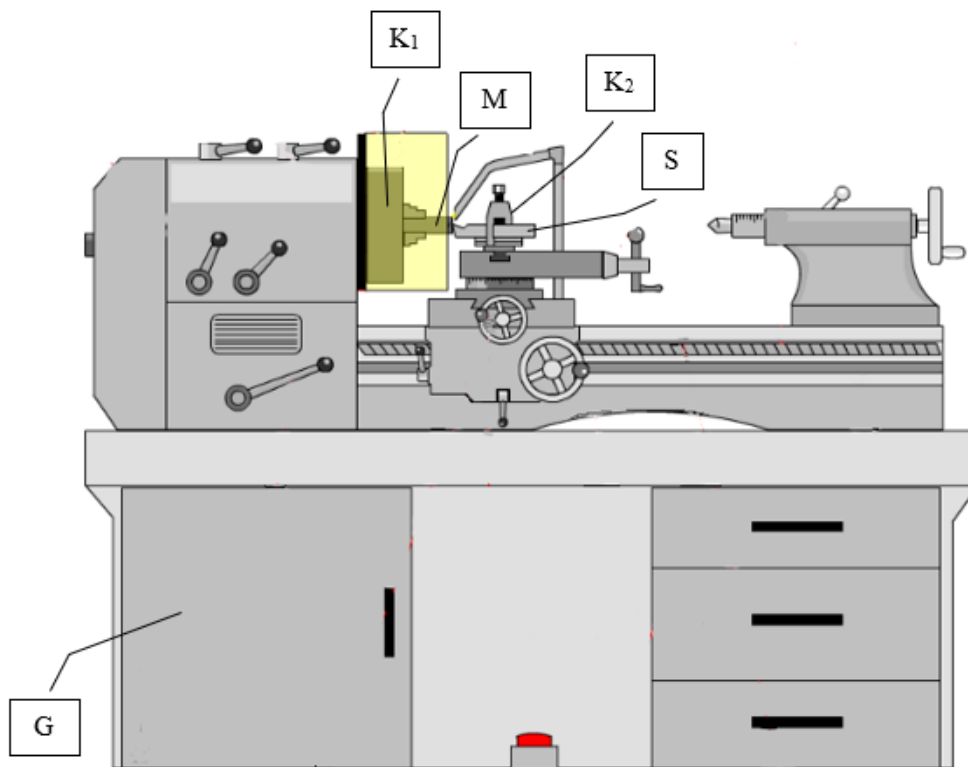
3.12. ábra Hűtő-kenő folyadékok rendszerezése

Azonban ennek több hátránya is van és közülük egyet fontos kiemelni környezetvédelmi szempontból: ezek az emulziók veszélyes anyagnak minősülnek, melyek különös odafigyelést igényelnek a használatuk utáni elszállításuk és megsemmisítésük során. Ezért a felhasznált emulzió mennyiségének csökkentése jó irány lehet, erre pedig a minimálkenés (MMS) ad megoldást, melynek lényege, hogy csak a szükséges mennyiségű kenőanyag jut szabályozott módon a megmunkálási zónába. Ezzel a módszerrel a környezetterhelés csökkentése mellett javítható a forgácsolási folyamat és a termelékenység is. Minimálkenés esetén a kenőanyag érkezik kívülről, fúvókákon keresztül, de akár a szerszámba épített csatornákon keresztül is [34, 37, 59].

3.5 Készüléktervezés

Egy alkatrész gyártásának technológiai tervezése során a felmerülő kérdéseket az MKGS rendszeren (3.13. ábra) belül kell megválaszolni – az M a munkadarab adott, hiszen ezt kell megmunkálni; a G a szerszámgép, mely adott gépparkból kerül kiválasztásra, a technológiai

adatok, gépbeállítási értékek a tervezés egyik fő részét képezik; az S a szerszám, mely lehet szabványos, de elképzelhető, hogy egyedi célszerszám tervezésére is szükség van. Ebben a részben a K, vagyis a készülékek alkalmazását és tervezését részletezem [22, 25].

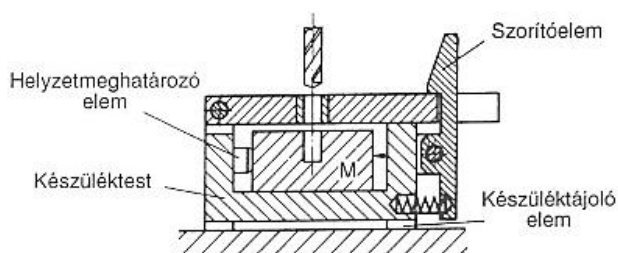


3.13. ábra MKGS rendszer elemei

A készülékek alapvető feladata, hogy megmunkálás közben a munkadarab befogását, illetve a szerszám gépre való felfogását biztosítsa úgy, hogy azok helyzete a folyamat során állandó maradjon. Ezen kívül olyan szempontokat is figyelembe kell venni a készüléktervezés során, mint a munkadarab/szerszám gyors és egyszerű cseréjének lehetősége, hiszen ez a termelékenység valamint a munkabiztonság javításához is elengedhetetlen [17, 23, 33, 39, 41, 42, 54, 58].

A készülék legfontosabb elemei (3.14. ábra) a következők:

- munkadarab helyzetmeghatározására szolgáló elemek,
- szorítóelemek,
- készüléktest.



3.14. ábra Készülék felépítése

A munkadarab előírt méreteit és tűréseit csak úgy lehet pontosan előállítani, ha a darab a megmunkálás közben megfelelő helyzetben van. Ez úgy érhető el, hogy a hat szabadsági fokot, melyeken a test el tud mozdulni vagy el tud fordulni, lekötjük, így a munkadarab térben rögzítve lesz. A szabadságfokok száma függ a megmunkálási eljárástól is, emiatt ügyelni kell rá, hogy annyi szabadságfokot kell lekötni, amennyi az adott feladathoz szükséges [54].

A helyzetmeghatározásnak három módját kell elkülöníteni, ezek a meghatározás, a központosítás és a tájolás. A meghatározásnál a munkadarab külső síkjai alapján helyezük el a munkadarabot, ehhez pedig az egyik legfontosabb szabály, amit figyelembe kell venni, hogy a munkadarabot arra a felületére fektessük fel, mely a legnagyobb kiterjedésű; a munkadarab irányítása a leghosszabb felülettel ideális; az ütköztetéshez pedig válasszuk a legkisebb kiterjedésű felületelemet. A meghatározás elemei általában ülékek, melyek lehetnek álló, határoló és mozgó kivitelűek. Az álló ülékek nevükből adódóan nem tudnak elmozdulni, a határoló ülék a munkadarab oldalirányú elmozdulását akadályozza, míg mozgó ülékeket inkább támasztó céllal vagy alakhibás bázisfelületek előfordulásakor alkalmaznak. A központosításhoz a munkadarab egy vagy több belső síkját használjuk fel a helyzet pontos meghatározásához, ez többnyire a középsík – mivel a középsík egy felülepár távolságának felezésével adódik, így a központosításhoz is két felületre van szükség. A leggyakrabban alkalmazott központosító elemek a prizmák, csapok, kúpok és tüskék. A tájolás során a már központosított darab irányba állítását kell elvégezni, melyhez a munkadarab két pontjának beállítását kell kijelölni, általában csapok felhasználásával. A támaszok nem közvetlenül a helyzetmeghatározás elemei, de közvetetten azt szolgálják, egészítik ki, hiszen a szorítóerővel, illetve a forgácsoló erővel szemben adnak támasztást a munkadarabnak. A merev támaszok nem mozdulnak el helyzetükből a munkadarab cseréjekor, míg a beállítható támaszok igen [54].

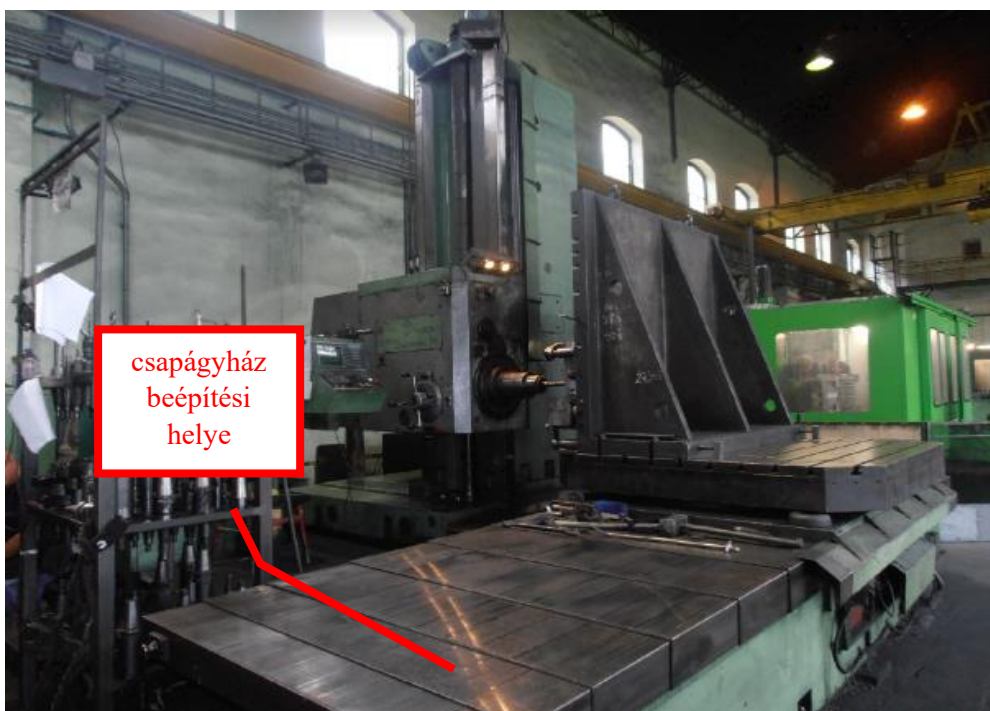
A szorítóelemek funkciója nem más, minthogy a munkadarabot a megmunkálás közben biztonsággal az adott helyzetben tartsák – tehát minőségi és munkabiztonsági szerepük is van.

Kétféle szorításról beszélhetünk: a helyezőszorítás a munkadarab megfelelő helyzetbe való mozgatása és ott tartása miatt szükséges, míg az alapszorítás feladata annak biztosítása, hogy a forgácsolóerő a kijelölt forgácsolási feladaton kívül ne károsítsa a munkadarabot. A szorítás lehet rugalmas és merev attól függően, hogy a szorítóerő megváltozik-e a munkadarab és az ülék erő miatti elmozdulásától. Alkalmazható kézi szorítás, ez esetben maga az ember fejt ki a szorításhoz szükséges erőt, míg gépi erő kifejtő szerkezetek forrása lehet elektromos energia, mágneses energia, nyomásátadó közeg (pl. nagynyomású olaj) vagy vákuum. A készülékekben alkalmazott mechanikai szorítóelemek lehetnek ékek, csavarok, excenterok [54].

A készüléktest szerepe abban van, hogy az erőfolyamot, mely munkadarab és szerszám között kialakul, közvetítse a géptestre, ezáltal zárt rendszert képezzen. A készüléktestre változó nagyságú, olykor igen nagy erő hat, amiatt méreteit gondosan kell meghatározni. Készülhetnek öntéssel (öntöttvasból, könnyűfémből vagy műanyagból), forgácsolással megmunkálva, hegesztve, vagy szerelt formában is. A készülék géphez viszonyított helyzetének rögzítésére szolgálnak a készüléktájoló elemek, melyek a készüléklábak, a tuskók és a reteszelőelemek [54].

4. Probléma bemutatása

A Go-Metall Kft. csepeli telephelyén is megtalálható WHN13 megmunkálóközpont (4.1. ábra) egy TOS VARNSDORF által gyártott vízszintes fúró-marómű, mely 4 irányban mozgatható és forgatható munkaasztalának köszönhetően egy univerzális rendeltetésű és ezáltal egy jellemzően előforduló berendezés a gépgyártásban. Számos forgácsolási megmunkálás rövid idő alatt elvégezhető rajta a nagyolástól a precíziós felület kialakításig. 1800x1800 mm-es munkaasztala és széles megmunkálási tartománya (X=2000 mm, Y=2000 mm, Z=1350 mm) lehetővé teszi, hogy igen nagy méretű és akár 12000 kg tömegű munkadarabok is alakíthatók rajta.



4.1. ábra WHN13 megmunkálóközpont a Go-Metall Kft-nél

A csapágyház a megmunkálóközpont X tengelyű golyósorsójának beépítését teszi lehetővé (4.2. ábra). A golyósorsó segítségével a forgó mozgás lineárisá alakul, így biztosítva a munkaasztal mozgását. Ez az úgynevezett csúszóvezetékezés alapja, ami a szerszámgép mozgó, illetve álló szerkezeti egységei közötti relatív elmozdulás felvételére irányul. A csapágyháznak fontos szerepe van a golyósorsó stabilizálásban, valamint a beleépülő, többnyire golyóscsapágyakon keresztül az orsó előfeszítése is megvalósítható. A csapágyak és a csapágyházak által nyomó, illetve húzó jellegű előfeszítés is kialakítható, attól függően, hogy az orsó milyen hosszú [11].



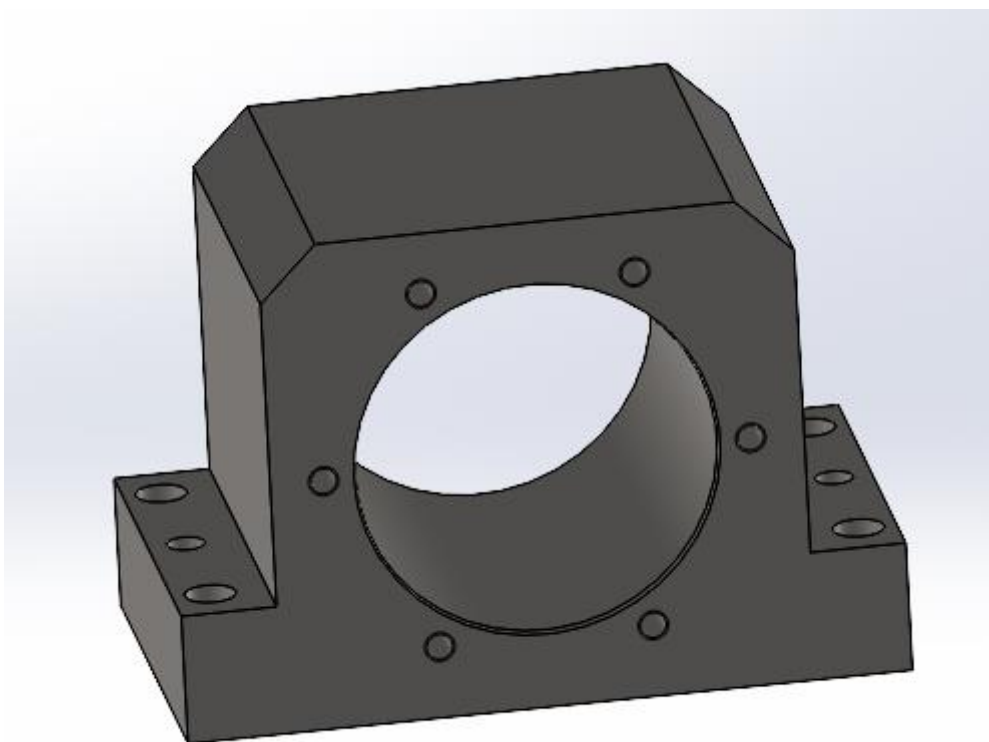
4.2. ábra X tengelyű golyósorsó csapágyházzal

A megmunkálóközpont X tengelyű golyósorsójának csapágyházából eddig csak egy darab került legyártásra az 1. számú mellékletben csatolt műhelyrajz alapján. Jelenleg azonban sorozatgyártásra merült fel igény, ugyanis ez a csapágyház több más típusú megmunkálóközpont tartozéka is. A megrendelés 60 db alkatrész elkészítésére érkezett, havi 10 db-os lebontásban. A sorozatgyártásnak alapja nem lehet egyetlen rajz, szükség van a teljes gyártási folyamat lépéseinek meghatározására, előgyártmánytól egészen a készremunkálásig, és ezek részletes dokumentációjára. A technológiai paraméterek meghatározásához szükséges számításokat elvégzem, a darab elkészítéséhez szükséges egyedileg tervezett szerszámokról, készülékekről 3D modelleket és műhelyrajzokat készítek, majd a gyártáshoz szükséges adatokat az utasításlapokon összegzem.

5. Tervezés

A csapágyház legyártásának tervezése során első lépésként kiválasztásra kerül az alkatrész anyaga, ezután pedig kezdetét veszi a gyártás lépésenkénti megtervezése a technológiák és a szükséges szerszámok, gépek kiválasztásával, technológiai paraméterek számításával.

Az előgyártmány tervezéshez kiindulási alapként elkészítettem a csapágyház 3D modelljét, mely az 5.1. ábrán látható. Az alkatrész teljes műhelyrajza az 2. számú mellékletben tekinthető meg.



5.1. ábra A csapágyház 3D modellje

5.1 Alapanyag kiválasztása

A gyártás tervezése szempontjából fontos már az első lépésben meghatározni az alkatrész alapanyagát, hiszen az anyagjellemzők mellett meg kell vizsgálni a technológiák oldaláról is, hogy milyen anyagtulajdonságokkal a legideálisabb és a leggazdaságosabb a gyártás. A rendelkezésünkre álló műhelyrajzon Ck45 anyagmegjelölés található. Ez az anyag egy általános rendeltetésű, ötvözetlen, szerkezeti szénacél, mely nemesíthető és edzhető. Legnagyobb előnyei, hogy hőkezelés hatására megfelelően tartja méretét, emellett pedig nagyon jó a

megmunkálhatósága, ez pedig a forgácsolás szempontjából fontos. Szívóssága, szilárdsága és dinamikus igénybevétellel szembeni ellenállása jó, de nemesítéssel még tovább javítható [26, 27]. Összességében tehát semmi nem indokolja az alapanyag cseréjét, így a csapágyház a DIN 17200 - Ck45 (új jelölése: C45E) anyagból készül, melynek vegyi összetétele az 5.2. ábrán látható [13]. Mivel széntartalma kisebb mint 0,65 % és az ötvözők mennyisége sem haladja meg az 5 %-ot, ezért ez az anyag a DIN7526-os szabvány szerint is a jól kovácsolható vagyis az M1 csoportú anyagok közé tartozik, kevésbé hajlamos a méreteltérésre és szerszámkopás szempontjából is előnyösebb, mint a magasabb karbon- és ötvözőelem tartalmú anyagok [15].

Standard	Grade	C	Si	Mn	P	S
SEW550	CK45/1.1191	0.42-0.50	≤0.35	0.50-0.80	≤0.035	≤0.035
DIN 17200	CK45/1.1191	0.42-0.50	≤0.4	0.50-0.80	≤0.035	≤0.03

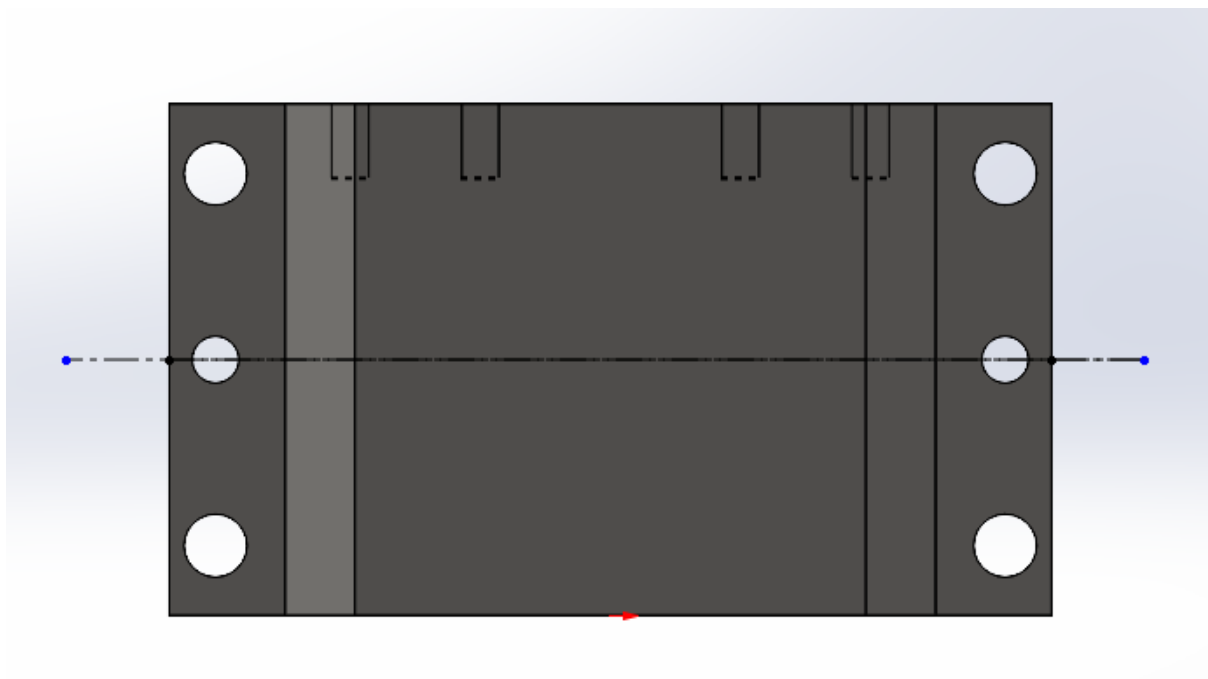
5.2. ábra DIN 17200 - Ck45 vegyi összetétele

5.2 Előgyártmány tervezés

Mivel sorozatgyártásra van igény a csapágyház kapcsán, ezért az előgyártmányt süllyesztékes kovácsolással ideális előállítani, hiszen ezen eljárással jól megközelíthető az alkatrész végleges alakja és mérete, valamint felhasználjuk a kovácsolás azon előnyét, miszerint az anyagjellemzők is javulnak általa. A szabadalakító kovácsolás kis darabszám esetén lenne gazdaságosabb, ezért nem ezt az eljárást választom. A kovácsdarabot beszállító céggel egyeztetve a süllyesztékes kovácsolást mechanikus sajtóval fogják elvégezni.

5.2.1 Osztófelület meghatározása





Az előgyártmány tervezés első lépése süllyesztékes kovácsolás esetén az osztófelület megválasztása. Az osztófelületet az 5.3. ábrán látható síkban választom, mivel így a süllyesztékszerszám alsó és felső része egyformára képezhető ki és az is megvalósul, hogy a szerszám magassága kisebb, mint a szélessége és hosszúsága – ezek mind megkönnyítik a kovácsolással történő alakítást és egyszerűbbé teszik a szerszám elkészítését.



5.3. ábra Osztószik kiválasztása

5.2.2 Bonyolultsági csoportszám megadása

A DIN7523-as szabvány 3 csoportba sorolja a munkadarabokat azok formája és bonyolultsága szerint [14]. A csapágyház az 1. csoportba sorolható (5.4. ábra), mely a zömök darabokat foglalja magába – a csapágyházra igaz, hogy 3 egymásra merőleges mérete nem tér el jelentősen egymástól. A csoporton belül a 101-es alcsoportba tartozik, mivel nincs rajta mellékalakzat.

101	102	103	104
Mellékalakzat nélkül	Egyoldali mellékalakzattal	Körbefutó mellékalakzattal	Egyoldali és körbefutó mellékalakzattal
			

5.4. ábra 1. alakosztály alcsoportjai

5.2.3 Kész munkadarab tömegének meghatározása

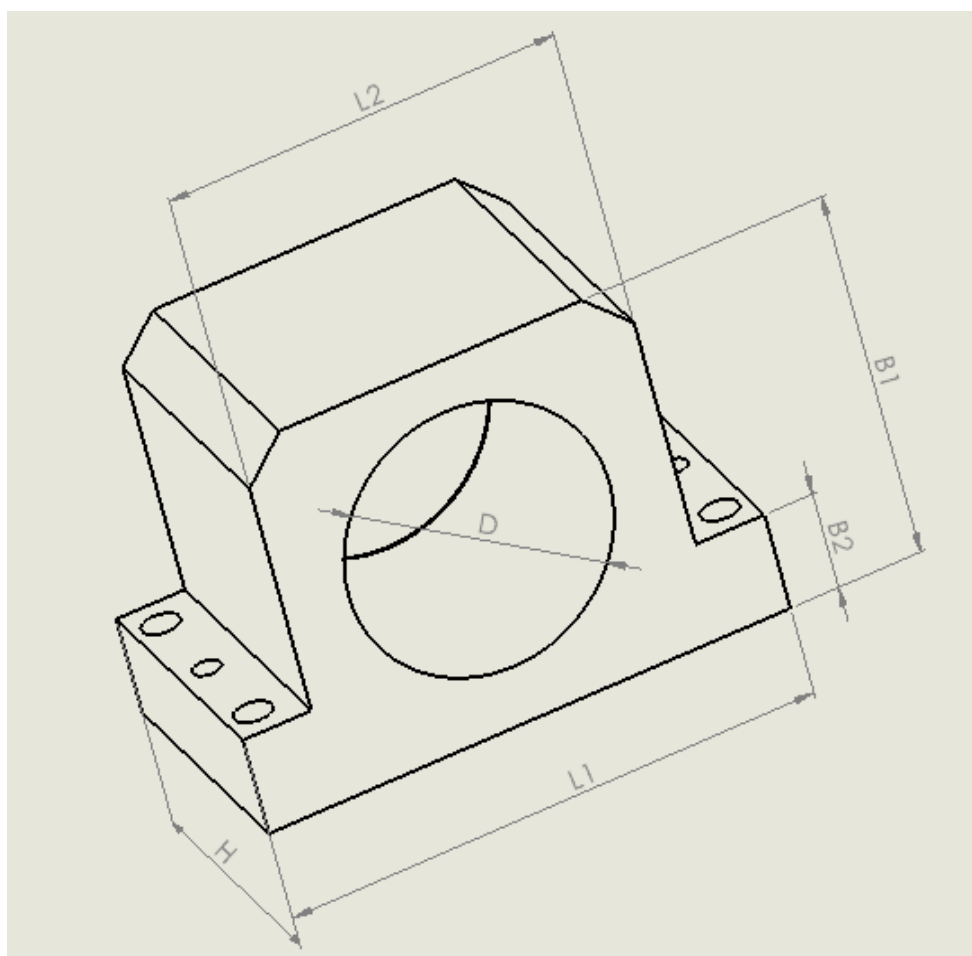
A kész munkadarab tömegét jelen esetben tudjuk, hiszen már egy darab legyártásra került korábban. A megmunkált csapágyház tömege: $m_{gd} = 6,8 \text{ kg}$, mely érték az eredeti műhelyrajzon (1. számú melléklet) szerepel.

5.2.4 Forgácsolási ráhagyások és technológiai hozzáadások tervezése

A csapágyház előgyártmányának I. pontossági fokozattal kell elkészülnie.

Technológiai hozzáadást csak a letöréseknél alkalmazok, ezek forgácsolással kerülnek majd kialakításra.

A ráhagyásokat a kovácsdarab, süllyesztékszámban való elhelyezkedése szerinti hosszúsági, magassági, szélességi méreteire, valamint a furat méretére (jelölések az 5.5 ábrán láthatók) az alábbi számításokkal határozom meg.



5.5. ábra Méretek jelölése

A kovácsdarab hosszúsága (L_1 , L_2):

5.1. táblázat: Marási művelet ráhagyása és pontossága

Megmunkálás módja	Ráhagyás pontossága	Ráhagyás jele
Marás (nagyolás)	IT16 oldalanként	R_N

A számítással adódó műveletközi méreteket és a hozzájuk tartozó tűréseket az alábbiak szerint kerekítem:

5.2. táblázat: Megmunkálási méretek kerekítése

Megmunkálás	Méret kerekítése (A)	Tűrés kerekítése (T)
Előgyártás (kovácsolás)	1	0,5
Nagyolás (marás)	Kész méret	Kész méret tűrése

Ezek alapján a méretek és tűrések a következők:

$$N = A_N^{-T_N^0}$$

$$E = A_E^{+T_E^0}$$

Az előírt L_1 méret (MSZ ISO 2768 alapján): $190^{+0,2}_{-0,2}$

A méret felső határa (F_H): $F_H = 190,2 \text{ mm}$

Nagyolási ráhagyás (R_N): $R_N = 2 \times IT16 = 2 \times 3,2 \text{ mm} = 6,4 \text{ mm}$

(5.1. táblázat alapján)

Előgyártmány alapmérete (A_E):

$$A_E = F_H + R_N = 190,2 \text{ mm} + 6,4 \text{ mm} = 196,6 \text{ mm}$$

-kerekítve: (A_{Eker}): $A_{Eker} = 197 \text{ mm}$ (5.2. táblázat alapján)

A forgácsoló megmunkálás egyszerűsítése érdekében az L_1 , jellemző méretre adódó összesen 7 mm-es ráhagyással számolok az L_2 méret vonatkozásában is.

Így az L_2 méret: $A_E = 140 \text{ mm} + 7 \text{ mm} = 147 \text{ mm}$

A kovácsdarab magassága (H):

A darabnak csak a homlokl felületét szükséges simítani, ezért a számításokat eszerint végzem.

5.3. táblázat: Megmunkálási műveletek ráhagyása és pontossága

Megmunkálás módja	Ráhagyás pontossága	Ráhagyás jele
Marás (simítás)	IT14 oldalanként	R _S
Marás (nagyolás)	IT16 oldalanként	R _N

A 5.3. táblázatban szereplő ráhagyások akkor felelnek meg, ha az előző megmunkálás pontossága:

- nagyolás: IT11-IT12

A számítással adódó műveletközi méreteket és a hozzájuk tartozó tűréseket az alábbiak szerint kerekítem:

5.4. táblázat: Megmunkálási méretek kerekítése

Megmunkálás	Méret kerekítése (A)	Tűrés kerekítése (T)
Előgyártás (kovácsolás)	1	0,5
Nagyolás (marás)	0,5	0,05
Simítás (marás)	Kész méret	Kész méret tűrése

Ezek alapján a méretek és tűrések a következők:

$$S = A_S^{-T_S}$$

$$N = A_N^{-T_N}$$

$$E = A_E^{+T_E}$$

Az előírt méret (MSZ ISO 2768 alapján): $110^{+0,15}_{-0,15} \text{ mm}$

A méret felső határa (F_H): $F_H = 110,15 \text{ mm}$

Simítási ráhagyás (R_S): $R_S = 1 \times IT14 = 1 \text{ mm}$

(5.3. táblázat alapján)

Nagyolási alapméret (A_N):

$$A_N = F_H + R_S = 110,15 \text{ mm} + 1 \text{ mm} = 111,15 \text{ mm}$$

-kerekítve: (A_{Nker}): $A_{Nker} = 111 \text{ mm}$ (5.4. táblázat alapján)

A nagyolás tűrése (T_N): $T_N = IT12 = 0,400 \text{ mm}$
 -kerekítve: (T_{Nker}): $T_{Nker} = 0,4 \text{ mm}$ (5.4. táblázat alapján)

Nagyolási méret (N): $N = A_{Nker}^{-T_{Nker}} = 111_{-0,4}^{+0} \text{ mm}$

Nagyolási ráhagyás (R_N): $R_N = 2 \times IT16 = 2 \times 2,5 \text{ mm} = 5 \text{ mm}$
 (5.3. táblázat alapján)

Előgyártmány alaplmerete (A_E):

$$A_E = A_{Nker} + R_N = 111 \text{ mm} + 5 \text{ mm} = 116 \text{ mm}$$

-kerekítve: (A_{Eker}): $A_{Eker} = 116 \text{ mm}$ (5.4. táblázat alapján)

A teljes számított 6 mm-es ráhagyásból a homloklfelületre 3,5 mm-es, a hátfelületre 2,5 mm-es ráhagyás esik a felületenként előírt megmunkálási módok figyelembevételével.

A kovácsdarab szélessége (B_1, B_2):

A darabnak csak az alsó, felfekvő felületét szükséges simítani, ezért a számításokat eszerint végzem.

Az előírt B_1 méret (MSZ ISO 2768 alapján): $133_{-0,2}^{+0,2} \text{ mm}$

A méret felső határa (F_H): $F_H = 133,2 \text{ mm}$

Simítási ráhagyás (R_S): $R_S = 1 \times IT14 = 1,15 \text{ mm}$
 (5.3. táblázat alapján)

Nagyolási alaplmezet (A_N):

$$A_N = F_H + R_S = 133,2 \text{ mm} + 1,15 \text{ mm} = 134,35 \text{ mm}$$

-kerekítve: (A_{Nker}): $A_{Nker} = 134,5 \text{ mm}$ (5.4. táblázat alapján)

A nagyolás tűrése (T_N): $T_N = IT12 = 0,46 \text{ mm}$

-kerekítve: (T_{Nker}): $T_{Nker} = 0,45 \text{ mm}$ (5.4. táblázat alapján)

Nagyolási méret (N): $N = A_{Nker}^{-T_{Nker}} = 134,5_{-0,45}^{+0} \text{ mm}$

Nagyolási ráhagyás (R_N): $R_N = 2 \times IT16 = 2 \times 2,9 \text{ mm} = 5,8 \text{ mm}$

(5.3. táblázat alapján)

Előgyártmány alapmérete (A_E):

$$A_E = A_{Nker} + R_N = 134,5 \text{ mm} + 5,8 \text{ mm} = 140,3 \text{ mm}$$

-kerekítve: (A_{Eker}): $A_{Eker} = 140 \text{ mm}$ (5.4. táblázat alapján)

A teljes számított 7 mm-es ráhagyásból az alsó, felfekvő felületre 4 mm-es, a felső felületre 3 mm-es ráhagyás esik a felületenként előírt megmunkálási módok figyelembevételével.

A forgácsoló megmunkálás egyszerűsítése érdekében a B_1 , jellemző méretre adódó összesen 4+3 mm-es ráhagyással számolok a B_2 méret vonatkozásában is.

Így a B_2 méret: $A_E = 35 \text{ mm} + 4 \text{ mm} + 3 \text{ mm} = 42 \text{ mm}$

A furat mérete (D):

Az előírt méret: $95 \begin{matrix} +0,022 \\ -0 \end{matrix}$

A méret felső határa (F_H): $F_H = 95,022 \text{ mm}$

Simítási ráhagyás (R_S): $R_S = 2 \times IT14 = 2 \times 1 \text{ mm} = 2 \text{ mm}$

(5.3. táblázat alapján)

Nagyolási alapméret (A_N):

$$A_N = F_H - R_S = 95,022 \text{ mm} - 2 \text{ mm} = 93,022 \text{ mm}$$

-kerekítve: (A_{Nker}): $A_{Nker} = 93 \text{ mm}$ (5.4. táblázat alapján)

A nagyolás tűrése (T_N): $T_N = IT12 = 0,400 \text{ mm}$

-kerekítve: (T_{Nker}): $T_{Nker} = 0,4 \text{ mm}$ (5.4. táblázat alapján)

Nagyolási méret (N): $N = A_{Nker} \begin{matrix} +0 \\ -0,4 \end{matrix} = 93 \begin{matrix} +0 \\ -0,4 \end{matrix} \text{ mm}$

Nagyolási ráhagyás (R_N): $R_N = 2 \times IT16 = 2 \times 2,5 \text{ mm} = 5 \text{ mm}$

(5.3. táblázat alapján)

Előgyártmány alapmérete (A_E):

$$A_E = A_{Nker} - R_N = 93 \text{ mm} - 5 \text{ mm} = 88 \text{ mm}$$

-kerekítve: (A_{Eker}): $A_{Eker} = 88 \text{ mm}$ (5.4. táblázat alapján)

A számítások alapján a kovácsdarab méretei a következők:

$$L_1 = 197 \text{ mm}$$

$$L_2 = 147 \text{ mm}$$

$$H = 116 \text{ mm}$$

$$B_1 = 140 \text{ mm}$$

$$B_2 = 42 \text{ mm}$$

$$D = 88 \text{ mm}$$

5.2.5 Oldalferdeségek meghatározása

A kovácsdarabra alkalmazott oldalferdeségek az 5.6. ábrán látható táblázat alapján a következők:

-külső felületekre (α): 3°

-belső felületekre (β): 4°

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

5.6. ábra Oldalferdeség értékek süllyesztékes kovácsoláshoz

5.2.6 Lekerekítési sugarak

A sarkok, élek lekerekítésére az alábbi sugar értékek vonatkoznak az alkatrészre az 5.7. ábrán látható táblázat alapján:

$$R_k = 5 \text{ mm}$$

$$R_b = 16 \text{ mm}$$

Ugyanakkor figyelembe kell venni azt a szabályt, hogy R_k értéke legfeljebb a forgácsolási hozzáadás 1,2-szerese lehet, ezért mivel a forgácsolási hozzáadás legkisebb értéke 3 mm, a lekerekítés sem lehet nagyobb 3 mm-nél, tehát:

$$R_k = 3 \text{ mm}$$

$$R_b = 16 \text{ mm}$$

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

5.7. ábra Lekerekítési sugarak

5.2.7 Kovácsdarab tömegének meghatározása

A kovácsdarab tömegét részalakzatokra való bontással számolom ki, hiszen a csapágyház alakilag nem bonyolult, ezért ezzel a módszerrel is egy meglehetősen jó becslést kapok a tömegről.

A kovácsdarabot két téglatesthez (t_1 , t_2) és a furatot egy hengerhez (h) viszonyítva a térfogat így alakul:

$$V_{t1} = 1,97 \text{ dm} \cdot 1,16 \text{ dm} \cdot 0,42 \text{ dm} = 0,96 \text{ dm}^3$$

$$V_{t2} = 1,47 \text{ dm} \cdot 1,16 \text{ dm} \cdot 0,98 \text{ dm} = 1,67 \text{ dm}^3$$

$$V_h = (0,44 \text{ dm})^2 \cdot \pi \cdot 1,16 \text{ dm} = 0,71 \text{ dm}^3$$

$$V_{kd} = (V_{t1} + V_{t2}) - V_h = (0,96 \text{ dm}^3 + 1,67 \text{ dm}^3) - 0,71 \text{ dm}^3 = 1,92 \text{ dm}^3$$

Az általános rendeltetésű acélok sűrűségével számolva a kovácsdarab tömege:

$$m_{kd} = V_{kd} \cdot \rho = 1,92 \text{ dm}^3 \cdot 7,85 \frac{\text{kg}}{\text{dm}^3} = 15,1 \text{ kg}$$

Az oldalferdeségek és lekerekítések okán 10%-kal növelem ezt az értéket, hogy pontosabb eredményt kapjak:

$$m_{kd} = 15,1 \text{ kg} \cdot 1,1 = 16,6 \text{ kg}$$

A számításaim helyességét a tervezőprogramban kapott tömegérték is alátámasztja.

5.2.8 Furatok kialakítása

Kovácsolással átmenő, valamint 20 mm-nél kisebb átmérőjű furatok nem alakíthatók ki. A csapágyház esetében ez azt jelenti, hogy csak a 95 mm átmérőjű furat készíthető el az előgyártmányon, de mivel ez átmenő furat, az osztósíkban sorjahíd keletkezik, melyet majd a forgácsolás során távolítunk el.

A sorjahíd (h_s) nagyságát a következő összefüggéssel számítom (Szabó):

$$h_s = 1,13 + 0,89 \cdot \sqrt{m_{kd}} - 0,017 \cdot m_{kd} = 4,33 \text{ mm}$$

Az üregtöltés akkor biztosított, ha a sorjacsatorna értékét lefelé kerekítem, emiatt:

$$h_s = 4 \text{ mm}$$

5.2.9 Kovácsolási tűrések meghatározása

A kovácsolási tűrések meghatározásához először is meg kell adni a kovácsolás minőségi elvárását, melyet E és F csoportba lehet sorolni. Az F csoport az általánosságban használt és elégséges, az E csoport már igen szűk tűréseknek felel meg és emiatt több költséget is jelent. A csapágyház előgyártmányát az F csoportba sorolom.

Az anyagminőségi tényezőt már az alapanyag kiválasztásnál megállapítottam a kémiai összetétel alapján – a Ck45 anyag az M1 csoportba tartozik.

A kovácsdarab bonyolultságát az S tényező számításával lehet megadni az alábbi módon:

$$S = \frac{m_D}{m_B} = \frac{16,6 \text{ kg}}{25,1 \text{ kg}} = 0,66$$

$$V_B = 1,97 \text{ dm} \cdot 1,40 \text{ dm} \cdot 1,16 \text{ dm} = 3,2 \text{ dm}^3$$

$$m_B = V_B \cdot \rho = 3,2 \text{ dm}^3 \cdot 7,85 \frac{\text{kg}}{\text{dm}^3} = 25,1 \text{ kg}$$

ahol m_D a kovácsdarab tömege, m_B pedig a kovácsdarab legnagyobb méretein alapuló burkolótest tömege.

Mivel az S tényező értéke a fenti számítás alapján 0,66, ezért az 5.8. ábrán látható besorolás alapján az előgyártmány az S2 csoportba tartozik.

S1 csoport:	$0,63 < S \leq 1$
S2 csoport:	$0,32 < S \leq 0,63$
S3 csoport:	$0,16 < S \leq 0,32$
S4 csoport:	$0 < S \leq 0,16$

5.8. ábra Bonyolultsági csoportok az S tényező függvényében

Ezen értékek figyelembevételével a kovácsdarab üregalakhoz kötött méreteinek tűrésnagysága és határértékei (*Műszaki Táblázatok 9.38. táblázat* alapján) a következők:

$$L_1 = 197 \begin{matrix} +1,5 \\ -0,7 \end{matrix} \text{ mm}, \quad L_2 = 147 \begin{matrix} +1,3 \\ -0,7 \end{matrix} \text{ mm}, \quad B_1 = 140 \begin{matrix} +1,3 \\ -0,7 \end{matrix} \text{ mm}, \quad B_2 = 42 \begin{matrix} +1,2 \\ -0,6 \end{matrix} \text{ mm},$$

$$D = 88 \begin{matrix} +1,2 \\ -0,6 \end{matrix} mm$$

A kovácsdarab üregalakhoz nem kötött méreteinek tűré nagysága és határértékei (*Műszaki Táblázatok 9.40. táblázat* alapján) pedig az alábbiak:

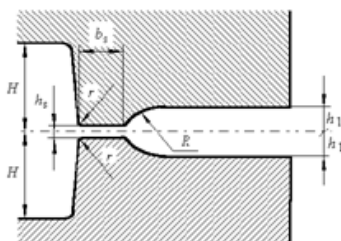
$$H = 116 \begin{matrix} +1,2 \\ -0,6 \end{matrix} mm$$

5.2.10 Süllyesztékszerszám tervezése

Az előbbieken meghatározott kovácsdarab méretek és jellemzők alapján megtervezem a süllyesztékszerszámot. Mivel a darab nem bonyolult, ezért előkovácsolást nem tartok szükségesnek, így egy készüreg kerül kialakításra.

A süllyesztéküregek elhelyezéséhez négyzetes szerszámtömböt alkalmazok, melynek anyaga melegalakító szerszámacél. Az 55CrNiMoV7 nikkkel-króm ötvöztetésű anyag alkalmas süllyesztékszerszámok készítésére, mert jól edzhető és megeresztésálló, ezért ezzel az anyaggal fogok dolgozni [12].

A kovácsoláshoz mechanikus sajtó lesz alkalmazva, ennek tekintetében fontos szempont, hogy nyílt sorjacsatornával kell a szerszámokat kialakítani [55, 60]. A nyitott sorjacsatorna típusok közül az 5.9. ábrán láthatót fogom alkalmazni a szerszámok kialakításánál, melynek méreteit a számított sorjahíd (lásd: 5.2.8 pont) ismeretében az 5.10. ábrán látható táblázatban, a pirossal jelölt keretben találhatók.



5.9. ábra: Nyitott sorjacsatorna

Annak érdekében, hogy a keletkező sorja már a süllyesztékszerszámmal levágásra kerüljön, sorjázó élt alakítok ki. Mivel nyílt csatornával dolgozok, ezért ez nem akadályozza az anyagfelesleg távozását.

Sor-szám	Nyomóerő kN	h_s mm	b_s mm	h_1 mm	R mm	H mm	r mm
1.	4500	1,0-1,5	4,0-5,0	5,0	15,0	1,0-3,0	0,5
2.	9100	1,5-2,0	4,0-5,0	6,0	15,0	3,0-8,0	1,0
3.	11800-15000	2,0-2,5	5,0-6,0	6,0	20,0	8,0-20,0	1,5
4.	18000	2,5-3,0	6,0	6,0-8,0	20,0	20,0-30,0	2,0
5.	23000	2,5-3,0	6,0	6,0-8,0	20,0	30,0-60,0	3,0
6.	36000	3,5-4,0	6,0-8,0	8,0	25,0	40,0-60,0	4,0

5.10. ábra: Mechanikus préssüllyeszték sorjacsatornájának méretei

A kész süllyesztéküreg a kovácsdarab negatívja, de méreteltéréssel számolnunk kell a hőtágulás miatt [55, 60]. A kovácsdarab 5.2.4 bekezdésben megadott méretei hidegméreték, ezeket egy átlagos, szakmai gyakorlatban bevett értékkel, 0,5 mm-rel megnöveljük, a furat átmérőjét ugyanennyivel csökkentjük. Az így kapott melegméret értékeket meg kell szorozni a hőtágulási együttható értékével, így kapjuk meg a süllyesztéküreg hidegméretét. Általánosságban 1% méreteltéréssel szokás számolni, de a pontosabb eredmény érdekében 1,013 középértékkel szorozva a méreteket, esetemben a következők adódnak:

$$L_1 = (197 \text{ mm} + 0,5 \text{ mm}) \cdot 1,013 = 200,1 \text{ mm}$$

$$L_2 = (147 \text{ mm} + 0,5 \text{ mm}) \cdot 1,013 = 149,4 \text{ mm}$$

$$H = (116 \text{ mm} + 0,5 \text{ mm}) \cdot 1,013 = 118 \text{ mm}$$

$$B_1 = (140 \text{ mm} + 0,5 \text{ mm}) \cdot 1,013 = 142,3 \text{ mm}$$

$$B_2 = (42 \text{ mm} + 0,5 \text{ mm}) \cdot 1,013 = 43,1 \text{ mm}$$

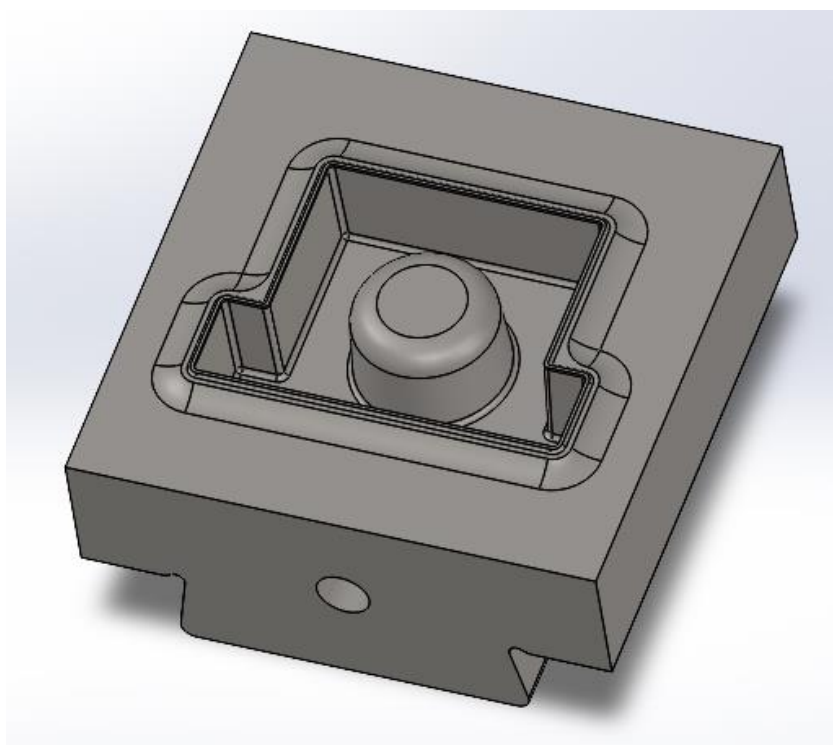
$$D = (88 \text{ mm} - 0,5 \text{ mm}) \div 1,013 = 86,38 \text{ mm}$$

A szerszámtömbön helyet kell kapjon a fecskefarok, melynek felületén keresztül a szerszám felfekszik a medvéen. A fecskefarok méretezését az 5.11. ábrán látható táblázatos értékek szerint méreteztem.

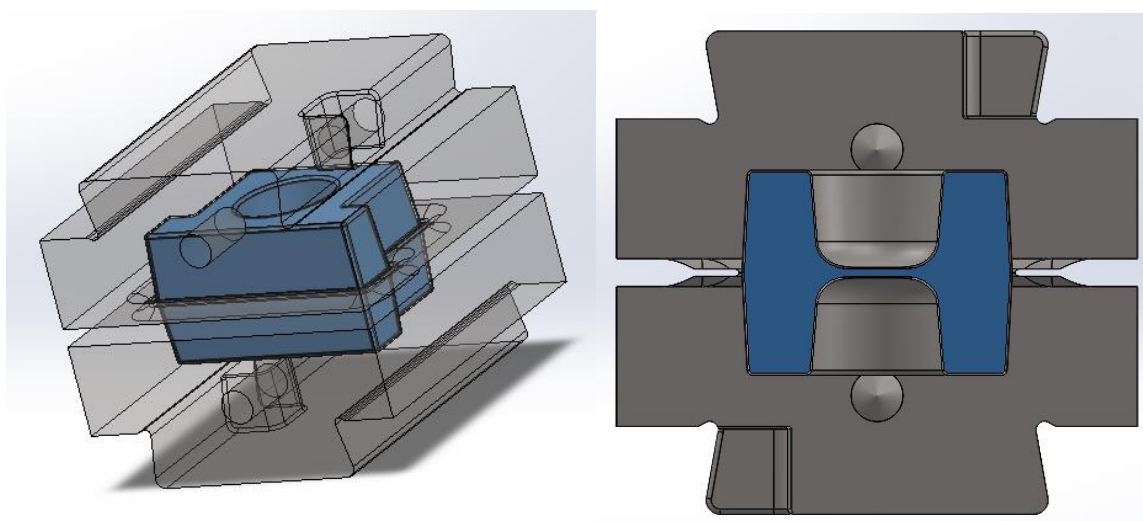
A medve tömege, t		b mm	h mm
-tól	-ig		
0	0,5	100	45,5
0,75	2	200	50,5
2,5	6	300	65,5
8,0	15	400	80,5

5.11. ábra Fecskefarok méretei

Figyelembe véve a fenti méreteket és sorjacsatorna kialakítást, a megtervezett süllyesztékszerszám alsó fele az 5.12. ábrán látható 3D modell szerint néz ki. A szerszám műhelyrajzát a 3. számú mellékletben lehet megtekinteni. Az 5.13 ábrán látható a két összeillesztett szerszámfél, bennük a kovácsdarabbal.



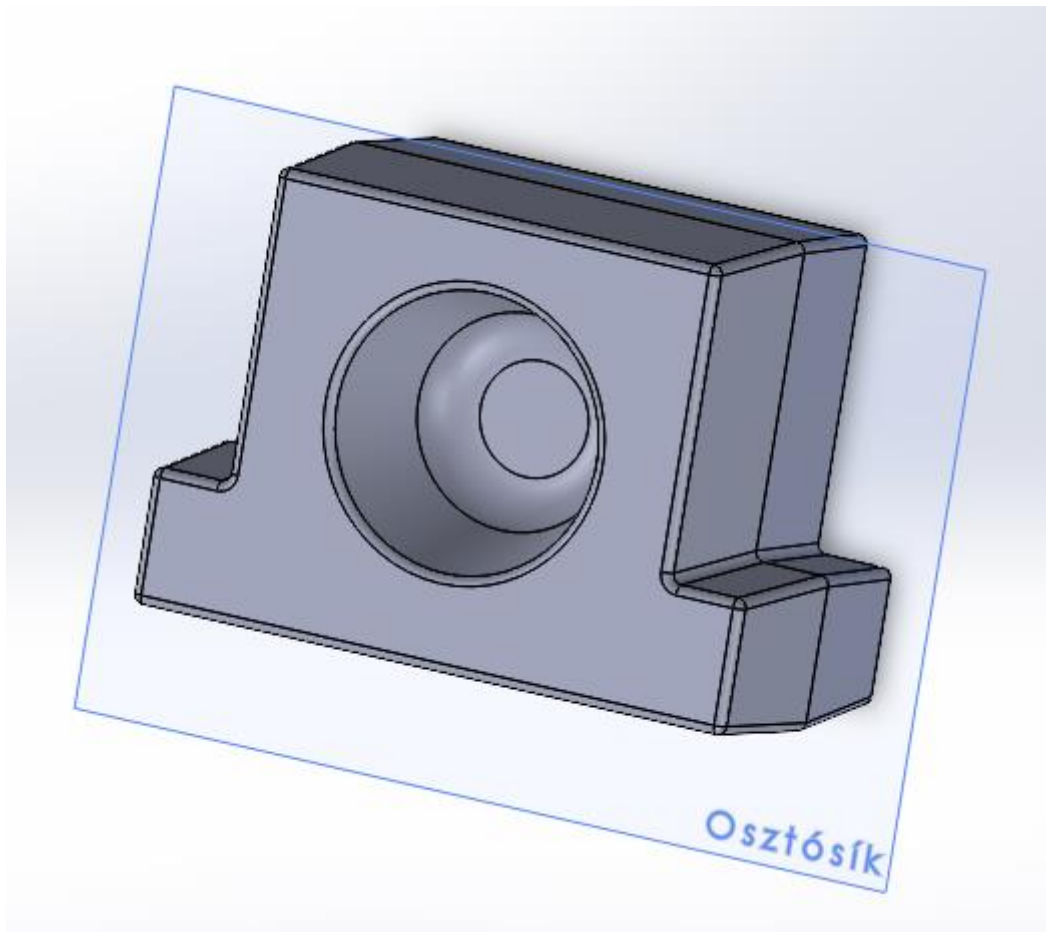
5.12. ábra Süllyesztékszerszám alsó felének 3D modellje



5.13. ábra Összezárt süllyesztékszerszám a kovácsdarabbal

5.2.11. Kovácsdarab rajza

A megtervezett süllyesztékűreg által kialakított csapágyház kovácsdarabjának 3D modellje az 5.14. ábrán látható, a teljes műhelyrajz a 4. számú mellékletben tekinthető meg.



5.14. ábra Kovácsdarab 3D modellje

5.3 Gyártástechnológiai számítások

Ebben a részben végzem el a gyártástechnológiai számításokat, melyek megadják a forgácsoláshoz szükséges legfontosabb paramétereket [9, 10, 18, 22, 36]. A forgácsolási eljárásokra vonatkozó számításokat befogásonként különítem el. Az egyes műveletekhez tartozó utasítás lapok a 6.számú mellékletben találhatóak.

5.3.1 I. befogás – Marás I.

Az első befogásban a csapágyház az alsó felületén állva kerül rögzítésre és így homlokfelületének nagyoló marása, valamint kovácsolással előkészített, legnagyobb átmenő furatának egyik oldali kiesztergálása történik.

Szerszámgép: WHN-90B vízszintes marógép (5.15. ábra)



5.15. ábra WHN90-B vízszintes marógép

A munkadarab befogása: két oldalon szorítóvassal, hátfelületnél ütköztetve

Homlokfelület nagyolása:

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

Fogszám: $z = 10$

Fogankénti előtolás: $f_z = 0,20 \frac{mm}{fog}$ (5.16.ábra)

A szerszámgép		nagysága állapota	1			2			3	
			nagy méretű jókarban levő			közepes nagyságú kevésbé jókarban			kisméretű erősen használt	
A munkadarab befogása			merev	kevésbé merev	bizony- talan	merev	kevésbé merev	bizony- talan	kevésbé merev	bizony- talan
Szerszám és anyag			Fogankénti előtolás $\left[\frac{mm}{fog} \right]$							
Palástmaró	nagy méretű, ritka fogazású	acél	0,40- 0,60	0,30- 0,40	0,20- 0,30	0,20- 0,30	0,12- 0,20	0,10- 0,15	0,10- 0,15	0,06- 0,10
		öntöttvas	0,60- 0,80	0,40- 0,60	0,25- 0,40	0,25- 0,40	0,20- 0,30	0,12- 0,20	0,12- 0,20	0,10- 0,15
	kisméretű, sűrű fogazású	acél	-	-	-	0,10- 0,15	0,06- 0,10	0,06- 0,08	0,05- 0,08	0,03- 0,06
		öntöttvas	-	-	-	0,12- 0,20	0,10- 0,15	0,08- 0,12	0,06- 0,12	0,05- 0,10
Homlokmaró	nagy méretű, ritka fogazású	acél	0,20- 0,30	0,15- 0,25	0,10- 0,15	0,12- 0,20	0,08- 0,15	0,06- 0,10	0,04- 0,06	0,03- 0,05
		öntöttvas	0,40- 0,60	0,30- 0,50	0,20- 0,30	0,30- 0,50	0,20- 0,40	0,15- 0,25	0,15- 0,30	0,10- 0,20
	kisméretű, sűrű fogazású	acél	-	-	-	0,08- 0,12	0,06- 0,10	0,04- 0,08	0,04- 0,06	0,03- 0,05
		öntöttvas	-	-	-	0,20- 0,35	0,15- 0,30	0,10- 0,20	0,12- 0,20	0,08- 0,15
Tárcsamaró	nagy méretű, ritka fogazású	acél	0,15- 0,25	0,12- 0,20	0,10- 0,15	0,10- 0,18	0,08- 0,15	0,06- 0,10	0,04- 0,06	0,03- 0,05
		öntöttvas	0,30- 0,50	0,25- 0,40	0,20- 0,30	0,25- 0,40	0,20- 0,30	0,15- 0,25	0,15- 0,25	0,10- 0,20
	kisméretű, sűrű fogazású	acél	-	-	-	0,08- 0,12	0,06- 0,10	0,04- 0,08	0,04- 0,06	0,03- 0,05
		öntöttvas	-	-	-	0,20- 0,30	0,15- 0,25	0,10- 0,20	0,12- 0,20	0,08- 0,15

5.16. ábra Fogankénti előtolás értékei

Fogásmélység ráhagyás alapján: $a = 2,5 \text{ mm}$

Fogások száma: $i = 1$

A szerszámgép, a szerszám és a fogásmélység meghatározását követően számítható a **forgácsoló sebesség**:

$$v_c = v_0 \cdot K_k \cdot K_a \cdot K_k = 25 \cdot 0,77 \cdot 0,91 \cdot 1 = 17,52 \frac{m}{min}$$

ahol:

$$-v_0 = 25 \frac{m}{min}: \text{alapsebesség (5.17. ábra)}$$

Sorszám	Szerszám	Fogankénti előtolás, f_1 [mm]	Mégmunkált anyag									
			I. acél hűtéssel					II. vasöntvény hűtés nélkül				
			fogásmélység, a [mm]					fogásmélység, a [mm]				
			3	5	8	12	16	3	5	8	12	16
Forgácsolási sebesség-alapérték, v_0 $\left[\frac{m}{min}\right]$												
1.	Nagy teljesítményű palástmaró	0,40	18	14	12	10	-	20	16	10	9	-
		0,30	22	18	16	14	-	24	19	15	12	-
		0,20	25	22	19	17	-	31	24	19	15	-
		0,12	31	27	23	21	-	38	30	23	19	-
		0,08	34	30	26	23	-	42	32	25	20	-
2.	Nagy teljesítményű homlokmaró és marófej	0,05	37	32	28	25	-	45	34	37	23	-
		0,40	-	-	-	-	-	27	26	25	24	-
		0,30	22	21	20	19	-	30	29	28	26	-
		0,20	25	24	23	22	-	35	34	32	31	-
		0,12	31	30	29	27	-	44	42	39	38	-
		0,08	35	34	32	31	-	52	49	47	45	-
3.	Betétkéses homlokmaró	0,05	38	36	35	34	-	62	59	56	54	-
		0,03	42	41	39	37	-	-	-	-	-	-
		0,60	-	-	-	-	-	24	23	21	20	-
		0,40	-	-	-	-	-	28	26	25	24	-
		0,30	23	22	20	-	-	30	29	28	27	-
		0,20	27	25	24	23	-	36	34	33	32	-
4.	Szármaró	0,12	33	32	30	28	-	45	43	41	39	-
		0,08	37	35	34	32	-	53	50	48	46	-
		0,05	41	38	36	35	-	-	-	-	-	-
		0,12	20	15	14	-	-	26	24	22	-	-
		0,08	21	16	16	-	-	29	26	24	-	-
5.	Domború (konvex) alakmaró	0,06	22	17	17	-	-	31	28	26	-	-
		0,04	23	19	18	-	-	34	30	29	-	-
		0,02	26	22	20	-	-	39	35	32	-	-
		0,12	30	26	22	18	17	-	-	-	-	-
		0,08	32	28	24	21	20	-	-	-	-	-
6.	Homorú (konkáv) alakmaró és szögmaró	0,05	35	30	26	24	22	-	-	-	-	-
		0,03	39	34	28	26	25	-	-	-	-	-
		0,02	42	36	29	28	27	-	-	-	-	-
		0,12	25	21	18	16	14	-	-	-	-	-
		0,08	27	23	20	18	17	-	-	-	-	-
		0,05	29	25	22	20	19	-	-	-	-	
		0,03	32	29	24	23	21	-	-	-	-	
		0,02	35	32	26	25	23	-	-	-	-	

5.17. ábra Forgácsolósebesség alapértékei

$-K_\kappa = 0,77$: élszögtől függő módosító tényező (5.18. ábra)

κ fok	Acélra	Öntöttvasra
30	1,50	1,36
45	1,19	1,14
60	1,00	1,00
75	0,87	0,90
90	0,77	0,83

5.18. ábra Élszögtől függő módosító tényező értékei

$-K_\alpha = 0,91$: munkadarab anyagától függő módosító tényező (5.19. ábra)

I. acélfajták	R_m , szakítószilárdság [MPa]									
	200-300	300-400	400-500	500-600	600-700	700-800	800-900	900-1000	1000-1100	1100-1200
	k_a									
Acél C>0,6 %		0,84	1,03	1,32	1,14	1,00	0,90			
Acél C<0,6 %					0,91	0,80	0,72	0,52	0,42	
Krómacél			1,78	1,32	1,06	0,85	0,71	0,53	0,43	
Mangánacél			1,34	1,09	0,92	0,80	0,70	0,50	0,41	0,34
Nikkelacél			1,67	1,36	1,15	1,00	0,88	0,62		
Krómnikkelacél			1,57	1,33	1,08	0,90	0,79	0,56	0,46	0,38
Krómmolibdénacél					0,86	0,75	0,66	0,46	0,38	0,31
Krómmangán, krómszilíciumacél				0,95	0,80	0,70	0,62	0,43	0,36	0,29
Cr-, Ni-, Wo-acélok					0,92	0,80	0,70	0,50	0,41	
Ötvözött szerszám- és gyorsacélok					0,70	0,60	0,53	0,37	0,31	0,25
Alumíniumötvözetek	0,60	0,50	0,40							
	HB Brinell keménység									
II. vasöntvény, öntött fémek és műanyagok	100-120	120-140	140-160	160-180	180-200	200-220	220-240	240-260		
	k_a									
Vasöntvény		1,40	1,23	1,10	1,00	0,90	0,83	0,76		
Temperöntvény	1,30	1,12	1,00	0,90	0,83					
Rézötvözetek	1,00	1,00	0,70	0,70	0,60	0,60				
Műanyag, kéreggép				1,50 – 2,00						

5.19. ábra Munkadarab anyagától függő módosító tényező értékei

$-K_k = 1$: munkadarab felületétől függő módosító tényező (5.20. ábra)

Kéreg nélkül				Kéreggel együtt				
Acél		Öntöttvas és rézötvözet	Keménység HB	Acél			Öntöttvas	Rézötvözet, öntvény
Hengerelt, kovácsolt	Öntvény			Melegen hengerelt	Kovácsolt	Öntvény		
1,00	0,90	1,00	< 160	0,90	0,80	0,75	0,70	0,90
			160 – 200		0,85	0,80	0,75	0,90
			> 200		0,90	0,85	0,80	0,95

5.20. ábra Munkadarab felületétől függő módosító tényező értékei

A forgácsoló sebesség alapján meghatározható a **fordulatszám**:

$$n = \frac{1000 \cdot v_c}{D \cdot \pi} = \frac{1000 \cdot 17,52}{50 \cdot \pi} = 111,54 \text{ min}^{-1}$$

ahol:

$-D = 50 \text{ mm}$: a marószerszám átmérője

Az ehhez legközelebb eső, **gépen beállítható fordulatszám**: $n_{g\acute{e}pi} = 112 \text{ min}^{-1}$

Ez alapján ki kell számolni a **megváltozott forgácsoló sebesség** értékét:

$$v_{cm} = \frac{D \cdot \pi \cdot n_{g\acute{e}pi}}{1000} = \frac{50 \cdot \pi \cdot 112}{1000} = 17,59 \frac{m}{min}$$

Az **asztal eltolás** értékét a következőképpen számítjuk:

$$v_f = s = f_z \cdot z \cdot n_{g\acute{e}pi} = 0,2 \cdot 10 \cdot 112 = 224 \frac{mm}{min}$$

Technológia okok miatt a **beállított asztal előtolás** értéke: $s_{gépi} = 60 \frac{mm}{min}$

A **közepes forgácsvastagság** is meg kell határoznunk:

$$e_k = f_z \cdot \sqrt{\frac{a}{D}} = 0,2 \cdot \sqrt{\frac{2,5}{50}} = 0,04 \frac{mm}{fog}$$

A **kapcsolószám** a következőképpen számítható:

$$\psi = \frac{\varphi}{\delta} = \frac{6,89}{36} = 0,19$$

ahol:

$$-\sin \frac{\varphi}{2} = \sqrt{\frac{f_z}{D}} = \sqrt{\frac{0,2}{50}} = 0,06 \rightarrow \varphi = 6,89^\circ: \text{forgácsívszög,}$$

$$-\delta = \frac{360^\circ}{z} = \frac{360^\circ}{10} = 36^\circ: \text{a maró két foga által bezárt szög}$$

Ezek alapján megtudhatjuk a **maróra ható közepes kerületi erőt**:

$$F_k = \psi \cdot k_c \cdot e_k \cdot a = 0,19 \cdot 1450 \cdot 0,04 \cdot 2,5 = 27,55 N$$

ahol:

$$-k_c = 1450 \frac{N}{mm^2}: \text{fajlagos forgácsolóerő (5.21. ábra)}$$

A munkadarab anyaga MSZ	$R_m \left[\frac{N}{mm^2} \right]$ ill. keménység	$v \left[\frac{m}{min} \right]$	$k_s \left[\frac{N}{mm^2} \right]$	Közepes forgácsvastagság, $a_p \left[mm \right]$							
				0,1	0,16	0,25	0,4	0,63	1	1,6	
C15E	370	100	1480	2830	2480	2190	1920	1690	1480	1300	
C35 R	550	100	1520	2790	2460	2190	1930	1710	1520	1340	
E295	460	100	1500	2940	2560	2250	1960	1720	1500	1310	
E360	820	100	1600	3350	2880	2490	2140	1850	1600	1370	
C45 R	620	100	1570	2850	2520	2250	1990	1770	1570	1390	
C45 E	520	100	1450	2570	2280	2040	1820	1620	1450	1290	
C45	760	100	1580	2850	1520	2250	2000	1780	1580	1410	
C60 R	770	100	1690	2770	2500	2270	2060	1860	1690	1520	
	940	100	1740	3070	2720	2390	2170	1930	1740	1540	
	HB 352	100	1920	3310	2950	2660	2380	2100	1920	1720	
GO3	620	100	1730	3320	2900	2560	2240	1970	1730	1510	
X20Cr13	HB 253	200	2500	4430	3950	3540	3140	2810			
X9CrNi18-8	HB 160	100	1600	3480	2880	2500	2140	1850			
	HB 163	100	1500	3520	2960	2510	2110	1900			
	590	100	1400	2400	2150	1940	1730	1559			
	680	100	1580	2790	2490	2230	1980	1770	1580	1410	
	580	100	1446	2670	2360	2090	1850	1640	1645	1280	
34CrMo4	630	100	1550	2960	2600	2290	2010	1770	1550	1360	
	660	100	1530	2640	2360	2120	1900	1700	1530	1360	
	1030	100	1500	2760	2440	2170	1920	1700	1500	1330	
51CrV4	670	100	1580	2940	2590	2300	2030	1790	1580	1400	
	HV 190	100	1420	2360	2120	1930	1740	1570			
	990	40	1360	2240	2030	1840	1660	1500			
	HV 330	30	1540	2440	2230	2040	1850	1690			
GG250	HB 200	100	1160	2110	1870	1660	1470	1300	1160	1030	
	HB 230	100	1200	2180	1930	1720	1520	1350			
	360	100	1270	2300	2050	1840	1640	1440	1270	1130	
Kéregöntvény	HRC 46	5	2060	3190	2940	2680	2450	2240	2060	1900	

5.21. ábra Fajlagos forgácsolóerő értékei

Így a **forgácsoló teljesítmény**:

$$P_c = F_k \cdot v_{cm} = 27,55 \cdot 17,59 = 484,6 \text{ W}$$

Ebből meghatározható a **hajtáshoz szükséges teljesítmény**:

$$P_h = \frac{P_c}{\eta} = \frac{484,6}{0,8} = 605,75 \text{ W} = 0,6 \text{ kW}$$

ahol:

- $\eta = 0,8$: a szerszám gép hatásfoka

A TOS WH9 típusú vízszintes marógép 20 kW-os villanymotorja bőven kielégíti ezt a teljesítményigényt.

*Furat kiesztérge*lása:

A furatot kiesztérgelő marófejjel lehet forgácsolni a marógépen, emiatt a számításokat esztérgelésre kell elvégezni az alábbiak szerint.

Választott szerszám: Kaiser CKB6-SW68DP-245

Fogásmélység ráhagyás alapján: $a = 2,5 \text{ mm}$

Fogások száma: $i = 1$

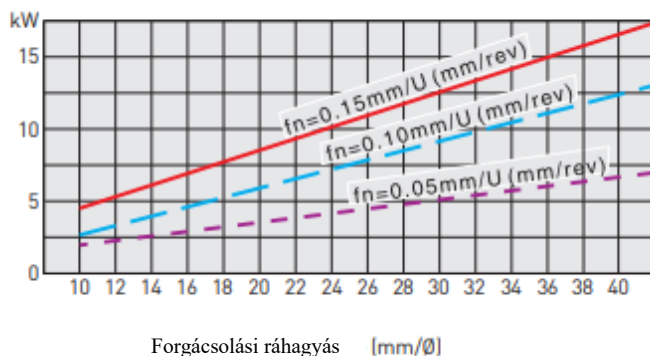
A szerszámmra megengedett forgácsoló erő nagysága a gyártó katalógusában megadott számítási mód szerint:

$$F_f = \frac{0,63 \cdot f_n \cdot D \cdot k_c}{2} = \frac{0,63 \cdot 0,05 \cdot 88 \cdot 2280}{2} = 3339,63 \text{ N}$$

ahol,

$-f_n = 0,05 \frac{\text{mm}}{\text{perc}}$: legkisebb ajánlott előtolás érték (5.22. ábra),

Forgácsolási adatok



$V_c = 100 \text{ m/min}$

Anvag: St 60, $K_{c1} = 2110 \text{ N/mm}^2$

Hatásfok: $h = 0.8$

Forgácsolási irányértékek:

Forgácsoló sebesség: $V_c = 100 - 200 \text{ m/min}$

Előtolás: $f_n = 0.05 - 0.15 \text{ mm/U}$

5.22. ábra Ajánlott forgácsolási alapadatok a Kaiser kiesztorgáló szerszámhoz

$-D = 93 \text{ mm}$: szerszám átmérő,

$-k_c = 2280 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$: fajlagos forgácsolóerő (5.21. ábra)

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

$$f = \frac{F_f}{k_c \cdot a} = \frac{3339,63}{2280 \cdot 2,5} = 0,59 \frac{\text{mm}}{\text{perc}}$$

Az $\frac{a}{f} = \frac{2,5}{0,59}$ viszony: 4,24:1

Az ideális $\frac{a}{f}$ viszony a szakítószilárdság és a szerszámanyag függvényében 8:1 (5.23. ábra), tehát a fogást nem kell megosztani.

A munkadarab anyagának szakítószilárdsága, $R_m \left[\frac{N}{mm^2} \right]$	A szerszám anyaga			
	gyorsacél	keményfém		
		P10	P20	P30
490 –ig	3,2 : 1	6 : 1	5 : 1	4 : 1
490 – 590	4 : 1	8 : 1	6 : 1	5 : 1
590 – 680	5 : 1	10 : 1	8 : 1	6 : 1
680 – 830	6 : 1	12,5 : 1	10 : 1	8 : 1
830 – 980	8 : 1	16 : 1	12,5 : 1	10 : 1
980 - 1370	12,5 : 1		20 : 1	16 : 1

5.23. ábra Az af viszony nagysága acél forgácsolásakor

Az alkalmazott forgácsoló sebesség az alkatrészgyártó ajánlása alapján:

$$v_c = 100 \frac{m}{min} \quad (5.22. \text{ ábra})$$

Ebből a fordulatszám meghatározható:

$$n = \frac{1000 \cdot v_c}{D \cdot \pi} = \frac{1000 \cdot 100}{88 \cdot \pi} = 361,72 \text{ min}^{-1}$$

ahol:

- $D = 88 \text{ mm}$: a kiinduló átmérő

Az ehhez legközelebb eső, gépen beállítható fordulatszám: $n_{gépi} = 355 \text{ min}^{-1}$

Ez alapján ki kell számolni a megváltozott forgácsoló sebesség értékét:

$$v_{cm} = \frac{D \cdot \pi \cdot n_{gépi}}{1000} = \frac{88 \cdot \pi \cdot 355}{1000} = 98,14 \frac{m}{min}$$

A keletkező forgácsoló erő nagysága:

$$F_{fv} = k_c \cdot f \cdot a = 2280 \cdot 0,59 \cdot 2,5 = 3363 \text{ N}$$

ahol:

$$-k_c = 2280 \frac{N}{mm^2}: \text{ fajlagos forgácsolóerő (5.21. ábra)}$$

A forgácsolás teljesítményszükséglete:

$$P_c = \frac{F_{fv} \cdot v_{cm}}{60 \cdot 10^3} = \frac{3363 \cdot 98,14}{60 \cdot 10^3} = 5,5 \text{ kW}$$

Ebből adódóan a hajtáshoz szükséges teljesítmény:

$$P_h = \frac{P_c}{\eta} = \frac{5,5}{0,8} = 6,9 \text{ kW}$$

A TOS WH9 típusú vízszintes marógép 20 kW-os villanymotorja bőven kielégíti ezt a teljesítményigényt.

5.3.2 II. befogás – Marás II.

A második befogásban a csapágyház az előzőleg nagyolt homloklfelületére fektetve kerül rögzítésre és így alsó felületének, valamint oldalsó felületeinek nagyoló marása történik.

Szerszámgép: WHN-90B vízszintes marógép

A munkadarab befogása: szorítóvassal, felső felületnél ütköztetve

A II. befogásban elvégzendő nagyoló marás műveletelemek technológiai számításai a 6. számú mellékletben megtekinthetők, itt az 5.6. táblázatban foglalom össze a forgácsolási paramétereket.

5.6. táblázat Marás II. műveletelemeinek technológiai paraméterei

	Fogásvétel [mm]	Fogások száma [-]	Forgácsoló sebesség $\left[\frac{m}{min}\right]$	Fordulatszám [min ⁻¹]	Asztal előtolás $\left[\frac{mm}{min}\right]$	Teljesítményigény [kW]
Alsó felület nagyolása	3	1	17,59	112	60	0,9
Oldalsó felületek nagyolása	3,5	1	17,59	112	60	1

5.3.3 III. befogás – Marás III.

A harmadik befogásban a csapágyház a homloklfelületére fektetve kerül rögzítésre, csak az előző befogáshoz képest elforgatva, hogy a másik oldal, valamint a felső felület nagyoló marása, valamint az élettörés elvégezhető legyen. Ebben a befogásban szintén elkészíthetők a talp részen található átmenő furatok.

Szerszámgép: WHN-90B vízszintes marógép

A munkadarab befogása: szorítóvassal, alsó felületnél ütköztetve

A felső felület, valamint a másik oldalon található felületek nagyolásához pontosan ugyanazokat a forgácsolási paramétereket használjuk, mint a Marás II. műveletben, hiszen megegyeznek az alapadatok. A paraméterek az 5.7.táblázatban láthatók.

5.7. táblázat Marás III. műveletelemeinek technológiai paraméterei

	Fogásvétel [mm]	Fogások száma [-]	Forgácsoló sebesség $\left[\frac{m}{min}\right]$	Fordulatszám [min ⁻¹]	Asztal előtolás $\left[\frac{mm}{min}\right]$	Teljesítményigény [kW]
Felső felület nagyolása	3	1	17,59	112	60	0,9
Oldalsó felületek nagyolása	3,5	1	17,59	112	60	1

Élletörés:

Választott szerszám: Kaiser CKB3-RC064B-15

A legnagyobb fogásmélység az életörést alkotó háromszög magassága: $a = 21,21 \text{ mm}$

Az életörést kézi előtolással végezzük, az egyéb gépi paraméterek a Marás III. műveletelemmel megegyezőek.

2 x Ø10 átmenő furat fúrása:

Választott szerszám: Csigafúró 10 h8 HS18 0 1 MSZ3984

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

A fogások száma: $i = 1$

Előtolás: $f = 0,2 \frac{mm}{ford}$ (5.24. ábra)

A fűrésztávolság [mm]	Mégmunkálható anyag			
	Acél		Öntöttvas és színesfémek	
	$R_m \leq 900 \frac{N}{mm^2}$	$R_m \geq 900 \frac{N}{mm^2}$	$HB \leq 170$	$HB \geq 170$
2	0,025 – 0,055	0,010 – 0,028	0,05 – 0,07	0,03 – 0,05
4	0,060 – 0,11	0,025 – 0,05	0,06 – 0,10	0,055 – 0,095
6	0,090 – 0,16	0,045 – 0,09	0,10 – 0,20	0,08 – 0,13
8	0,12 – 0,20	0,08 – 0,12	0,15 – 0,25	0,10 – 0,18
10	0,14 – 0,22	0,09 – 0,15	0,18 – 0,27	0,14 – 0,21
12	0,16 – 0,26	0,12 – 0,16	0,25 – 0,30	0,19 – 0,25
16	0,20 – 0,30	0,12 – 0,20	0,26 – 0,37	0,22 – 0,29
20	0,22 – 0,32	0,14 – 0,24	0,29 – 0,40	0,25 – 0,32
24	0,25 – 0,35	0,15 – 0,25	0,30 – 0,44	0,26 – 0,34
28	0,27 – 0,37	0,15 – 0,28	0,32 – 0,46	0,29 – 0,35
30	0,28 – 0,40	0,16 – 0,30	0,35 – 0,48	0,30 – 0,38
35	0,30 – 0,41	0,18 – 0,32	0,38 – 0,50	0,33 – 0,41
40	0,31 – 0,42	0,23 – 0,34	0,35 – 0,55	0,36 – 0,45
50	0,32 – 0,50	0,25 – 0,35	0,40 – 0,60	0,38 – 0,48
60	0,35 – 0,55	0,27 – 0,37	0,50 – 0,65	0,42 – 0,55

5.24. ábra Előtolás értékei tömör anyagba fűrészkor

A fenti adatok alapján meghatározható a **forgácsoló sebesség**:

$$v_c = v_0 \cdot K_l \cdot K_{sz} \cdot K_a = 25,5 \cdot 0,85 \cdot 1 \cdot 0,91 = 19,72 \frac{m}{min}$$

ahol:

$$-v_0 = 25,5 \frac{m}{min}: \text{alapsebesség (5.25. ábra)}$$

Mégmunkálható anyag		Fűrésztávolság, d [mm]																	
		2	4	6	8	10	12	16	20	24	28	30	35	40	45	50	55	60	65
Ötvöztetlen acél	$R_m \leq 500 \frac{N}{mm^2}$	30	38	40	29	31	33	23,5	23,5	24	24,5	25	25	25,2	25,2	26,5	27	27,5	
	$R_m = 500 - 700 \frac{N}{mm^2}$	24,5	31	33	24,5	25,5	27	19,5	19,5	19,7	20	20	20,5	20,5	20,6	21	21,5	22	21,3
	$R_m \geq 700 \frac{N}{mm^2}$	20,5	26	27,5	20	21,5	23	16,2	16,2	16,5	17	17	17,2	17,2	17,4	17,5	18,3	18,5	18
Ötvözött acél	$R_m = 700 - 900 \frac{N}{mm^2}$	12,9	16,3	17,2	12,5	13,3	14,2	10	10	10,3	10,5	10,5	10,8	10,8	10,9	11	11,4	11,6	11,2
	$R_m = 900 - 1100 \frac{N}{mm^2}$	10	12,5	13,2	9,5	10,2	11	7,7	7,7	6,9	8,1	8,1	8,2	8,2	8,3	8,4	8,7	9	8,6
Öntöttvas	$HB \leq 200$	26	32,5	34,5	25	26,5	28,5	20,2	20,2	20,6	21	21	21,5	21,5	21,6	22	22,8	23,2	22,4
	$HB \geq 200$	17	21,5	23	16,5	17,5	17	13,4	13,4	13,7	14	14	14,2	14,2	14,3	14,5	15,1	15,4	14,8
Réz, vörösvözetek, bronz		47	60	63	45,5	49	52	37	37	37,7	38,5	38,5	39,3	39,3	39,6	40	41,5	42,5	41
Sárgaréz		43	54	57	41,5	44	47	38,6	38,6	34,2	35	35	35,8	35,8	36	36,5	38	38,6	37,2
Alumínium és ötvöztet		105	133	140	100	108	115	82,5	82,5	84	86	86	87,5	87,5	88	89,5	94,5	91	

5.25. ábra Alapsebesség értékek gyorsacél szerszámmal tömör anyagba fűrészkor

$-K_l = 0,85$: a furat hosszának és átmérőjének viszonyától függő módosító tényező (5.26. ábra)

Furatmélység	3d	4d	5d	6d	8d	10d
Módosító tényező, K_l	1,0	0,85	0,75	0,7	0,6	0,5

5.26. ábra A furat hosszának és átmérőjének viszonyától függő módosító tényező értékei

$-K_{sz} = 1$: szerszám anyagától függő módosító tényező (gyorsacél szerszámokra értéke: 1)

$-K_a = 0,91$: megmunkálandó anyagtól függő módosító tényező (5.19. ábra)

Ez alapján számolható a **fordulatszám**:

$$n = \frac{1000 \cdot v_c}{D \cdot \pi} = \frac{1000 \cdot 19,72}{10 \cdot \pi} = 627,7 \text{ min}^{-1}$$

ahol:

$-D = 10 \text{ mm}$: a fúrószerszám átmérője

Az ehhez legközelebb eső, **gépen beállítható fordulatszám**: $n_{g\acute{e}pi} = 560 \text{ min}^{-1}$

A fúrás vonatkozásában a fordulatszámot lefelé kerekítem, hiszen a furat így is elkészül, de a szerszám élettartama meghosszabbítható.

Ezt figyelembe véve ki kell számolni a **megváltozott forgácsoló sebesség** értékét:

$$v_{cm} = \frac{D \cdot \pi \cdot n_{g\acute{e}pi}}{1000} = \frac{10 \cdot \pi \cdot 560}{1000} = 17,59 \frac{m}{min}$$

Meghatározható a **forgácskeresztmetszet**:

$$A = \frac{D \cdot f}{4} = \frac{10 \cdot 0,2}{4} = 0,5 \text{ mm}^2$$

Ebből pedig az **egy élre ható főforgácsoló erő**:

$$F_1 = k_c \cdot A = 2040 \cdot 0,5 = 1020 \text{ N}$$

ahol:

$-k_c = 2040 \frac{N}{mm^2}$: fajlagos forgácsolóerő (5.21. ábra)

A fentiek alapján számolható a **fúrás nyomatékigénye**:

$$M = F_1 \cdot \frac{D}{2} = 1020 \cdot \frac{10}{2} = 5100 \text{ Nmm} = 5,1 \text{ Nm}$$

Ez alapján meghatározható a fúrás **teljesítményszükséglete**:

$$P_c = \frac{M \cdot 2 \cdot \pi \cdot n_{g\acute{e}pi}}{60 \cdot 10^3} = \frac{5,1 \cdot 2 \cdot \pi \cdot 560}{60 \cdot 10^3} = 0,3 \text{ kW}$$

Így a **hajtáshoz szükséges teljesítmény**:

$$P_h = \frac{P_c}{\eta} = \frac{0,3}{0,8} = 0,38 \text{ kW}$$

ahol:

$-\eta = 0,8$: a szerszám gép hatásfoka

A TOS WH9 típusú vízszintes marógép 20 kW-os villanymotorja bőven kielégíti ezt a teljesítményigényt.

A négy Ø13,5 furat forgácsolási paraméterei az 5.8. táblázatban láthatók, a részletes számítás a 6. számú mellékletben tekinthető meg.

5.8. táblázat Marás III. műveletelemeinek technológiai paraméterei

	Fogásvétel [mm]	Fogások száma [-]	Forgácsoló sebesség $\left[\frac{m}{min}\right]$	Fordulatszám [min ⁻¹]	Teljesítményigény [kW]
4 x Ø13,5 furat fúrása	6,75	1	19,09	450	0,69

5.3.4 IV. befogás – Marás IV.

A IV. befogásban a munkadarabot az alsó felületére visszaállítva a hátsó felülete is forgácsolható. A technológiai paraméterek megegyeznek a homlokfelület nagyolásához tartozó, Marás I. művelet értékeivel, hiszen az alapadatok megegyeznek, ezért a számításokat nem szükséges újra elvégezni. A paraméterek az 5.9. táblázatban láthatók.

5.9. táblázat Marás IV. műveletelemeinek technológiai paraméterei

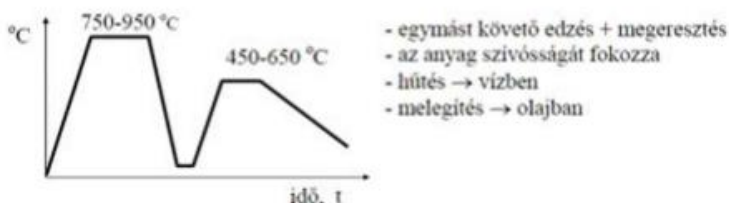
	Fogásvétel [mm]	Fogások száma [-]	Forgácsoló sebesség $\left[\frac{m}{min}\right]$	Fordulatszám [min ⁻¹]	Asztal előtolás $\left[\frac{mm}{min}\right]$	Teljesítményigény [kW]
Hátsó felület nagyolása	2,5	1	17,59	112	60	0,6

5.3.5 Hőkezelés

A nagyoló megmunkálások után az alapanyag tulajdonságainak javítása érdekében nemesítő hőkezelést alkalmazok.

A hőkezelés során a különböző anyagokból készült félkész- vagy készgyártmányokat meghatározott program szerint felhevítik, hőn tartják, majd lehűtik azzal a céllal, hogy az anyag mikroszerkezetét, feszültségállapotát és ezáltal tulajdonságait megváltoztassák, javítsák. Az anyagszerkezeti folyamatok többnyire a hőtartás és a lehűlés szakaszában mennek végbe. A hőkezelési eljárásoknál fontos paraméter, hogy milyen hőmérsékletre és milyen sebességgel hevítik, majd hűtik le az anyagot. Hevítés hatására a fémek tágulnak, ezért arra kell törekedni, hogy a felület lassan melegedjen, időt hagyva a hő áramlásának az anyag belseje felé. A gyors hevítés repedéseket okozhat, ugyanakkor a túl lassú is kerülendő, mert szemcsedurvulást idézhet elő. A hevítés sebességének meghatározásához az anyag összetételét és a darab méreteit kell elsősorban figyelembe venni. A hűtés lehet gyors és lassú lefolyású, ez nagymértékben függ az alkalmazott hűtőközegetől, ami általánosságban lehet a kemencében lekapcsolás után hűlő levegő, hideg víz, meleg víz, szabad levegő. A hűtőközeget és ezáltal a hűlés sebességét aszerint kell megválasztani, hogy mi a hőkezelés célja [3].

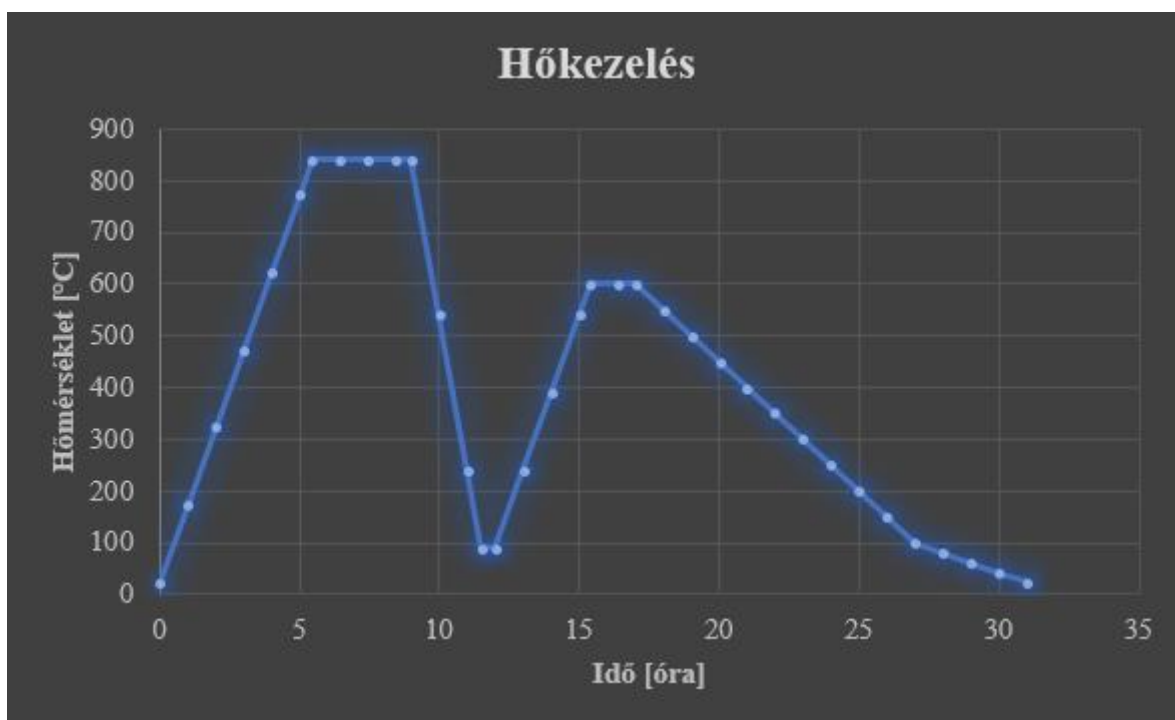
A nemesítést (5.27. ábra) 0,3% feletti szénttartalmú acéloknál alkalmazzák, tehát esetünkben is releváns, és a martenzites edzésre alapul, melynek lényege, hogy martenzites szerkezetet hozzanak létre az ausztenit gyors hűtésével. Ez a folyamat kiegészül egy magas hőmérsékletű megeresztéssel (edzett acél ismételt felmelegítése, hőn tartása és lehűtése). Ezzel az eljárással a megfelelő szilárdság-szívósság arány alakítható ki [3].



5.27. ábra Nemesítés folyamata

Esetünkben a hőkezelési eljárást egy külső cég végzi el. A megbízásban definiálom a hőkezelés pontos folyamatát. A csapágyház hevítését olajban, 150 °C/órában határozom meg, a cél hőmérséklet 840 °C, melyen körülbelül 3 órát szükséges eltöltenie a munkadaraboknak. A hőn

tartást követően a darabokat vízben szükséges lehűteni, 300 °C/óra sebességgel. Ha a munkadarabok 100 °C alá hűlnek, eltávolíthatók a vízből és a megeresztés elkezdéséig, rövid ideig szabad levegőn hagyhatók. A magas hőmérsékletű megeresztéshez a munkadarabot 150 °C/óra sebességgel, 600 °C-ra szükséges olajban hevíteni, nagyjából 2 órán keresztül hőn tartani, majd 50 °C/óra sebességgel vízben lehűteni. 100 °C hőmérséklet alatt a munkadarab kivethető a vízből és szabad levegőn tárolható a teljes lehűlésig. A hőkezelési folyamat diagramja az 5.28. ábrán látható.



5.28. ábra Hőkezelés diagramja

5.3.6 V. befogás – Marás V.

Az előírt felületi minőség és méretpontosság miatt az alsó felületet simítani kell. Ehhez a munkadarabot a hátfelületére fektetve fogjuk be.

Szerszámgép: WHN-90B vízszintes marógép

A munkadarab befogása: szorítóvassal, felső felületnél ütköztetve

A forgácsolási paraméterek számítása a 6. számú mellékletben található, az értékek az 5.10. táblázatban kerültek összefoglalásra.

5.10. táblázat Marás V. műveletelemeinek technológiai paraméterei

	Fogásvétel [mm]	Fogások száma [-]	Forgácsoló sebesség $\left[\frac{m}{min}\right]$	Fordulatszám [min ⁻¹]	Asztal előtolás $\left[\frac{mm}{min}\right]$	Teljesítményigény [kW]
Alsó felület simítása	1	1	17,59	112	60	0,2

5.3.7 VI. befogás – Marás VI.

Az előírt felületi minőség és méretpontosság miatt a homlokfelületet, valamint a furatot simítani kell. Ehhez a munkadarabot az alsó felületére állítva fogjuk be.

Szerszámgép: WHN-90B vízszintes marógép

A munkadarab befogása: szorítóvassal, hátfelületnél ütköztetve

A homlokfelületet illetően a forgácsolási paraméterek az alapadatok miatt megegyeznek a Marás V. művelet számításai alapján kapott értékkel, így azok az 5.10. táblázatban láthatók.

Furat simítása:

A forgácsolási paraméterek számítása a 6. számú mellékletben található, az értékek az 5.11. táblázatban láthatók.

5.11. táblázat Marás VI. műveletelemeinek technológiai paraméterei

	Fogásvétel [mm]	Fogások száma [-]	Forgácsoló sebesség $\left[\frac{m}{min}\right]$	Fordulatszám [min ⁻¹]	Előtolás $\left[\frac{mm}{min}\right]$	Teljesítményigény [kW]
Ø95 furat simítása	1	1	207,44	710	0,3	2,95

Furat élének letörése:

Választott szerszám: Kaiser CKB3-RC064B-15

Az élettörést kézi előtolással végezzük, az egyéb gépi paraméterek a Marás VI. műveletelemmel megegyezők.

5.3.8 VII. befogás – Fúrás I.


A homloklfelületen található 6 darab M8 menetes furat elkészítéséhez a munkadarab fúrókészülékbe kerül befogásra, mely a következő fejezetben leírtak szerint került megtervezésre.

Szerszámgép: WHN-90B vízszintes marógép

A munkadarab befogása: fúrókészülékbe

Magfuratok elkészítése:

Első lépésként el kell készíteni az Ø6,8 magfuratokat (5.30. ábra). Az ehhez tartozó számítás a 6. számú mellékletben található, a paramétereket az 5.12. táblázatban foglaltam össze.

D Ø	P mm	D ₁		 Ø mm
		min. mm	max. mm 5H/6H	
M1*	0,25	0,729	0,785	0,75
M1.1*	0,25	0,829	0,885	0,85
M1.2*	0,25	0,929	0,985	0,95
M1.4*	0,30	1,075	1,142	1,10
M1.6	0,35	1,221	1,321	1,25
M1.7	0,35	1,321	1,421	1,35
M1.8	0,35	1,421	1,521	1,45
M2	0,40	1,567	1,679	1,60
M2.2	0,45	1,713	1,838	1,75
M2.3	0,40	1,813	1,938	1,85
M2.5	0,45	2,013	2,138	2,05
M2.6	0,45	2,113	2,238	2,15
M3	0,50	2,459	2,599	2,50
M3.5	0,60	2,850	3,010	2,90
M4	0,70	3,242	3,422	3,30
M4.5	0,75	3,688	3,878	3,70
M5	0,80	4,134	4,334	4,20
M6	1,00	4,917	5,153	5,00
M7	1,00	5,917	6,153	6,00
M8	1,25	6,647	6,912	6,80
M9	1,25	7,647	7,912	7,80
M10	1,50	8,376	8,676	8,50

5.30. ábra Menetmag-furat átmérők

5.12. táblázat Fúrás I. műveletelemeinek technológiai paraméterei

	Fogásvétel [mm]	Fogások száma [-]	Forgácsoló sebesség $\left[\frac{m}{min}\right]$	Fordulatszám [min^{-1}]	Teljesítményigény [kW]
6 x Ø6,8 magfurat fúrása	3,4	1	21,36	1000	0,16

M8 menet fúrása:

Választott szerszám: Gépi menetfúró M8 K HS18 0 1 MSZ3920

Előtolás: $f = 0,3 \frac{mm}{ford}$

Forgácsoló sebesség: $v_c = 4 \frac{mm}{ford}$ (5.31. ábra)

Mégmunkálendő anyag		Forgácsolósebesség $\left[\frac{m}{min}\right]$
Acél	$R_m \leq 750 \frac{N}{mm^2}$	2,5 – 4,0
	$R_m \geq 750 \frac{N}{mm^2}$	2,0 – 3,0
Sárgaréz		5,0 – 8,0

5.31. ábra A forgácsolósebesség irányértéke menetmetszőkor

A forgácsoló sebesség alapján meghatározható a **fordulatszám**:

$$n = \frac{1000 \cdot v_c}{D \cdot \pi} = \frac{1000 \cdot 4}{8 \cdot \pi} = 159,15 \text{ min}^{-1}$$

ahol:

-D = 8 mm: a menetfúró átmérője

Az ehhez legközelebb eső, **gépen beállítható fordulatszám**: $n_{gépi} = 140 \text{ min}^{-1}$

A fúrás vonatkozásában a fordulatszámot lefelé kerekítem, hiszen a furat így is elkészül, de a szerszám élettartama meghosszabbítható.

Ez alapján ki kell számolni a **megváltozott forgácsoló sebesség** értékét:

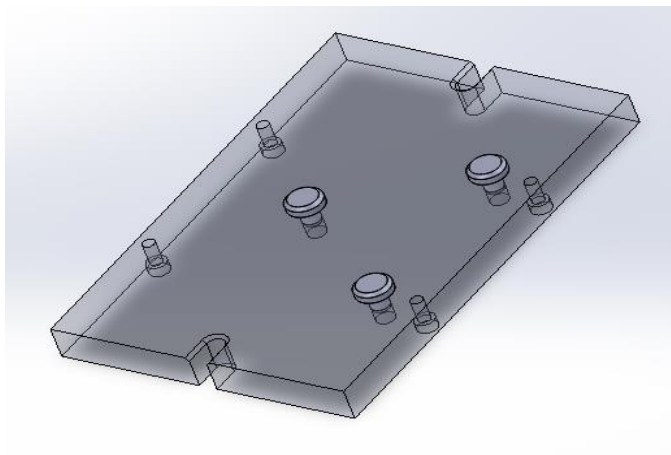
$$v_{cm} = \frac{D \cdot \pi \cdot n_{gépi}}{1000} = \frac{8 \cdot \pi \cdot 140}{1000} = 3,5 \frac{m}{min}$$

A műveletek sorrendjéről készült sorrendterv, valamint a műveleteket a fentiekben számított paraméterekkel összefüggő utasításlapok a 7. számú mellékletben tekinthetők meg.

5.4 Fúrókészülék tervezése

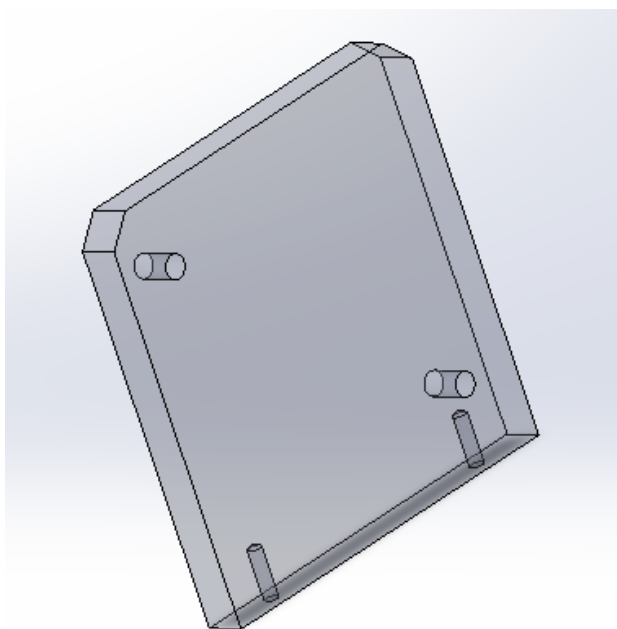
A tervezés első lépésében meghatározom a munkadarab helyzetének biztosításához szükséges készülékelemeket [54]. Mivel a furatokat a homlokfelületen kell elkészíteni, a munkadarab szabadságfokainak lekötéséhez felhasználok az alsó felületet, a hátfelületet, valamint a fúrósablon egyben helyzetmeghatározó szerepet is be fog tölteni, így a darab megmunkálás közben megfelelően stabil lesz.

A fúrókészülék alaplapjának (5.32. ábra) anyaga S235, mely egy ötvöztelen szerkezeti acél, könnyen megmunkálható. Az alaplapba kerülnek a helyzetmeghatározáshoz szükséges sík felületű csapos ülékek, melyek kereskedelemben beszerezhető, szabványos kivitelűek. A 3 darab üléket szoros illesztéssel, átmenő furatokba építem be az alaplapba, hogy később, ha cserére lenne szükség, eltávolíthatók legyenek. A készüléktest szerelt kivitelben készül, mivel ez később könnyen módosítható akár más munkadarabok megmunkálásához is – ezért az alaplaphoz 2-2 süllyesztett fejjű, belső kulcsnyílású csavarral kerül rögzítésre a hátlap és a fúrósablon, ezekhez a szükséges süllyesztett furatok kialakításra kerülnek. A készülék az alaplapon keresztül szorítóvasakkal lesz rögzítve a gépasztalra, így két oldalára bemélyedéseket helyezek el, melyekbe a T-hornyos csavarok bevezethetők. Az alaplap befoglaló mérete 250 x 175 mm, a munkadarab egyszerű behelyezésének és a készülék lefogatásához szükséges helyszükségletnek megfelelően. Az alaplap műhelyrajza az 5. számú mellékletben megtekinthető.



5.32. ábra Fúrókészülék alaplapja az ülékekkel

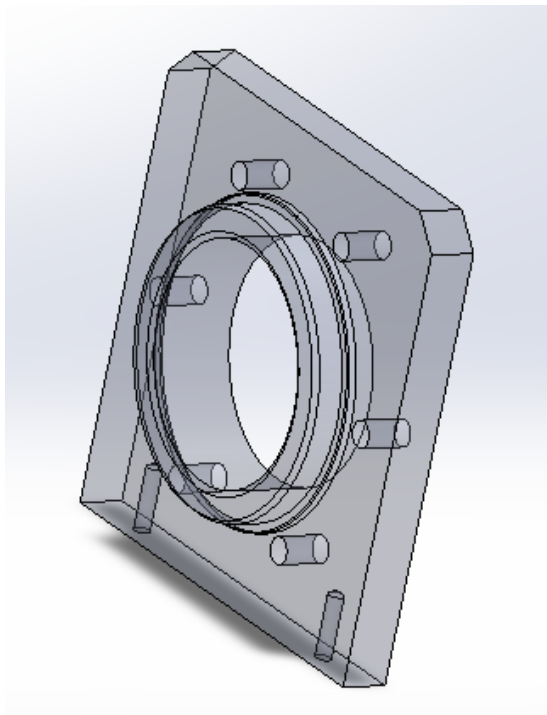
A fúrókészülék hátlapjának (5.33. ábra) anyaga szintén S235. Fő funkciója a munkadarab megmunkálás közbeni szorításának megvalósítása, 2 db szabványos, kereskedelemben könnyedén beszerezhető szorítócsavar segítségével. Mivel a munkadarabból 60 darab került megrendelésre, havi 10 darabos leosztással, így nem indokolt ennél bonyolultabb, drágább megoldást eszközölni a szorításhoz. Ennél a mennyiségnél a dolgozóknak sem lesz megterhelő a szorítócsavarok kezelése. A hátlapon kialakításra kerülnek a szorítócsavarokhoz, valamint az alaplaphoz való rögzítéshez szükséges furatok. A hátlap befoglaló mérete 145 x 145 mm, melyet a munkadarab megfelelő szorításához szükséges méretek határoztak meg. A hátlap műhelyrajza az 5. számú mellékletben található.



5.33. ábra Fúrókészülék hátlapja

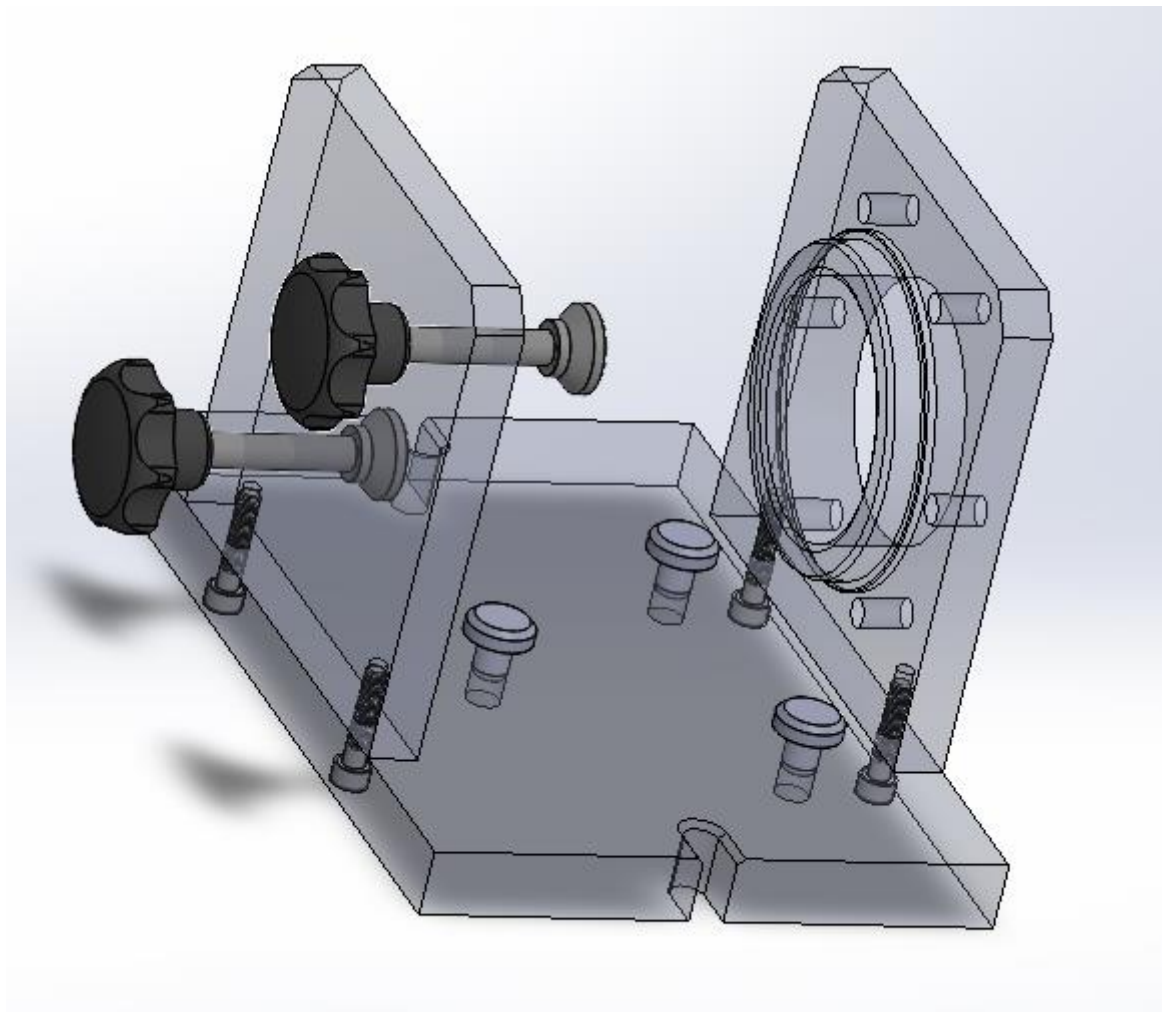
A fúrósablon (5.34. ábra) anyaga az előző elemekhez hasonlóan S235. A sablon úgy kerül kialakításra, hogy felhasználva a munkadarabon lévő Ø95 átmenő furatot, helyzetmeghatározó szerepet is betöltsön. Ezt, valamint a fúrósablon és a munkadarab közötti rés biztosítását lépcsős csappal valósítom meg, így a furatokból kiáramló forgács távozni tud. A sablonon 8,5 mm-es átmérővel kerülnek kialakításra a fúrószárat megvezető furatok, így biztosítva a magfurat elkészítéséhez használt csigafúró, valamint az M8 menetfúró megvezetését. A sablonon szintén elkészülnek az alaplaphoz való rögzítéshez szükséges furatok. A fúrósablon befoglaló mérete

145 x 148 mm, melyet a munkadarab, valamint a furatok elkészítéséhez szükséges méretek befolyásoltak. A fúrósablon műhelyrajza az 5. számú mellékletben tekinthető meg.

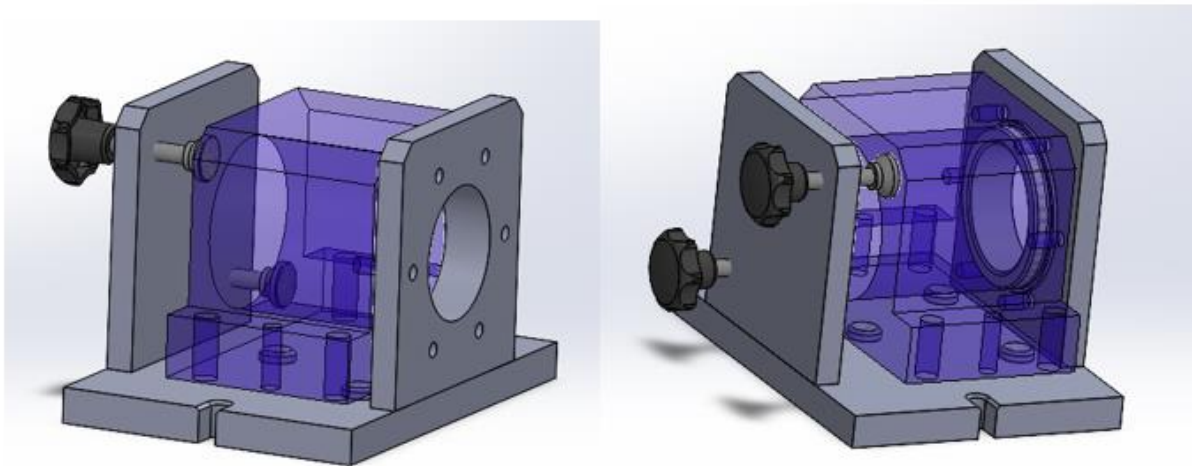


5.34. ábra Fúrósablon

Az összeállított készülék 3D modellje az 5.35. ábrán, a munkadarabbal együtt az 5.36. ábrán látható, összeállítási rajza, valamint a nem szabványos elemek műhelyrajza az 5. számú mellékletben megtekinthető.



5.35. ábra Fúrókészülék 3D modellje



5.36. ábra Fúrókészülék a munkadarabbal két nézetben

6. Gazdasági kalkuláció

Az alkatrész költségének meghatározása az árajánlat elkészítéséhez nélkülözhetetlen. Ehhez végig kell tekinteni a csapágyház teljes gyártási folyamatát és minden részletre kitérően, a beszállítók, valamint a Go-Metall Kft. jelenlegi áraival, egy darabra vetítve megadni az árat.

6.1 Tervezés mérnöki díja

A gyártás, valamint a gyártáshoz szükséges szerszámok tervezésének mérnöki ideje a 6.1. táblázatban látható módon kerül elszámolásra.

A mérnöki óradíj: 30.000 Ft + ÁFA

6.1. táblázat Tervezési költség

	Felhasznált órák	Költség
Szakirodalom áttekintése	7 óra	210.000 Ft
Süllyesztékes kovácsszerszám tervezése	8 óra	240.000 Ft
Technológiai számítások	6 óra	180.000 Ft
Fúrókészülék tervezése	8 óra	240.000 Ft
Műszaki dokumentáció elkészítése	8 óra	240.000 Ft

A fentiek alapján a teljes megrendelésre nézve a tervezés költsége: 1.110.000 Ft + ÁFA. Ez egy darabra vonatkoztatva **18.500 Ft + ÁFA**.

6.2 Kovácsolt előgyártmány ára

A kovácsolt előgyártmányt készítő cég kilónkénti árszabással dolgozik, ezek alapján egy munkadarab előgyártmányának ára:

Kovácsolt előgyártmány tömeg: 16,6 kg

A kovácsolt előgyártmány kilónkénti ára: 1.400 Ft + ÁFA

$$\text{tömeg} \cdot \text{kilónkénti ár} = 16,6 \cdot 1400 = \mathbf{23.240 Ft + ÁFA}$$

6.3 Üzemi költségek

Az egyes forgácsolási műveletek ciklusidejének számítása a 6. számú mellékletben található, melyek szerint összesen 22 perc aktív forgácsolás szükséges egy darab csapágyház elkészítéséhez. Ezt az értéket a szerszámcsere, mellékmozgások és pozicionálások miatt 20%-kal növelem meg, azaz 27 perccel számolok.

Mivel a Go-Metall Kft. 20.000 Ft/óra összegben határozta meg forgácsolási költségeit, ezért az üzemi költségek:

$$\text{óra} \cdot \text{óradij} = 0,45 \cdot 20000 = \mathbf{9.000 \text{ Ft} + \text{ÁFA}}$$

6.4 Hőkezelés ára

A hőkezelés kilónkénti ára: 195 Ft + ÁFA

A munkadarab tömege: 6,8 kg

$$\text{tömeg} \cdot \text{kilónkénti ár} = 6,8 \cdot 195 = \mathbf{1.326 \text{ Ft} + \text{ÁFA}}$$

6.5 Szállítási költségek

A munkadarabok szállítása a kovácsdarabot készítő cégtől a Go-Metall Kft-be 30.000 Ft-ba, valamint a hőkezelést végző céghez és onnan vissza 20.000 Ft-ba kerülnek. Ez az összeg az egyben legyártott 10 db-os mennyiségre vonatkozik, így egy darabra vetítve a szállítási költség **5.000 Ft**.

6.6 Csomagolási költségek

A kész munkadarabok raklapra csomagolva kerülnek kiszállításra a megrendelőhöz. A szállítást a megrendelő intézi, a csomagolás költsége a Go-Metall Kft-nek 10.000 Ft. Ez egy darabra vetítve **1.000 Ft** költséget jelent.

A fentiek alapján az összes költséget a 6.1. táblázatban összegzem.

6.2. táblázat *Költségek összesítése*

Tervezés költsége	18.500 Ft + ÁFA
Kovácsolt előgyártmány ára	23.240 Ft + ÁFA
Üzemi költségek	9.000 Ft + ÁFA
Hőkezelés ára	1.326 Ft + ÁFA
Szállítási költség/darab	5.000 Ft + ÁFA
Csomagolási költség/darab	1.000 Ft + ÁFA
Összesen:	58.066 Ft + ÁFA

A gazdasági kalkuláció alapján a munkadarab ára **58.000 Ft + ÁFA**.

7. Összefoglalás

Szakedolgozatom témája a Go-Metall Kft.-hez nyári, szakmai gyakorlatom ideje alatt beérkezett megrendelés kidolgozása, melyhez a WHN13 megmunkáló központ X tengelyű golyósorsójának egyik végén lévő csapágyház teljes gyártási dokumentációját kellett elkészítenem.

A tervezés első lépéseként áttekintettem a vonatkozó szakirodalmat. Ez magába foglalta az előgyártmány tervezést, ismertetve annak legfontosabb szempontjait; a kovácsolást, részletezve a gyártásnál alkalmazott süllyesztékes kovácsolást és annak szerszámait; a forgácsolást, összpontosítva a munkadarab legyártásához szükséges eljárásokra és a hozzájuk tartozó berendezésekre és szerszámokra; valamint a készüléktervezést, ahol szintén bemutattam a főbb iránymutatásokat.

A probléma részletes ismertetése után rátértem a tervezésre, melyhez elkészítettem a rendelkezésemre álló eredeti műhelyrajz alapján az alkatrész 3D modelljét. Az előgyártmány tervezés során számításokkal határoztam meg a süllyesztékes kovácsolással készülő darab méreteit, tűréseit, valamint főbb jellemzőit, majd felhasználva azokat megterveztem a süllyesztékszerszámot. A kovácsdarabról, valamint a süllyesztékszerszámról készült műhelyrajzokat mellékletként csatoltam dolgozatomhoz.

A forgácsolási eljárásokhoz elvégeztem a szükséges gyártástechnológiai számításokat, megadva a gyártás során alkalmazott technológiai paramétereket. Elkészítettem a műveleteket összegző műveleti sorrendtervet, valamint az egyes műveleteket részletező utasításlapokat, melyeket mellékletben helyeztem el. A nagyoló megmunkálás után hőkezelést írtam elő, melyhez meghatároztam a szükséges adatokat.

Az utolsó fűrési művelet elvégzéséhez készüléket kellett tervezni, melyet a gyártástervezés utolsó fázisában tettem meg. A készüléktervezés során meghatároztam a fűrőkészülék elemeit a munkadarab helyes befogása, helyzetmeghatározása és megmunkálás közbeni szorítása alapján. Az egyes készülékelemeket az alkatrész, a rögzítés és a művelet elvégzéséhez szükséges paraméterek alapján méreteztem, megneveztem a felhasznált kereskedelemben kapható, szabványos elemeket, majd ezek alapján elkészítettem a fűrőkészülék összeállítási rajzát, valamint nem szabványos elemeinek műhelyrajzát, melyeket mellékletként csatoltam.

A megrendelő számára készülő árajánlathoz elkészítettem a gazdasági kalkulációt, melyben összegeztem a csapágyház tervezésének, valamint gyártásának költségeit. Ez alapján a csapágyház ára 58.000 Ft + ÁFA.

A projekt kidolgozása során felhasználtam a tanulmányaim során elsajátított ismereteimet, valamint a gyakorlatom alatt szerzett szakmai tapasztalataimat. Úgy érzem, a feladatot kellő precizitással végeztem el és eleget tettem a megrendelő, valamint a Go-Metall Kft. elvárásainak is.

Summary

The topic of my thesis is the elaboration of an order which got in to Go-Metall Ltd. during my summer internship. The order had bearing on production of a WHN13 machine component, notably the bearing housing of the X axis ballscrew. To supply the conditions for mass production, I have to prepare the whole technological documentation.

As a first step of production planning I went through the relevant literature. It included the precast planning – describing its' most important aspects, forging – giving details about forge pressing and its' tools, cutting – focusing on methods connected to the production of the specific component and their equipments and tools, and last but not least process equipment design where I also pointed out the main guidelines.

After the detailed introduction of the issue I got on to planning which I started by the creation of the 3D model of the component based on an original shopdrawing. During the precast planning I determined the sizes, tolerances and main characteristics of the component by means of relevant calculations, and based on them I designed the forge pressing tool. The shopdrawing of the precast and the pressing tool can be found as an attachment.

As for the cutting methods I accomplished the necessary calculations in order to give the technological parameters for machining. I also completed the sequence plan and the instruction pages of the operations. After rough milling I prescribed heat treatment and in relation I determined the necessary datas and specifics.

To perform the last drilling operation I had to design a drilling equipment which was the closing step of the planning phase. As for the equipment planning I determined the elements of the equipment based on the proper draught, location and stabilizing pressure of the workpiece. I allocated the dimensions of the elements grounded on the component's characteristics, the setting and the operational parameters. I specified the applied units that are standardized and are available in commerce, and after that I prepared the assembly drawing of the complete equipment and the shopdrawings of the nonstandard parts which can be found attached

To finish the order by making a bid, I prepared an economic evaluation in which I summarized the bearing housing's planning and production costs. Based on this calculation the price of the specific component is 58.000 HUF + VAT.

Through the elaboration of the project I applied my skills and knowledge acquired during my university studies and the experiences I've gained in course of my internship. I believe I completed the task accurately and fulfilled the requirements of the procurer and the Go-Metall Ltd. as well.

1. Felhasznált irodalom jegyzéke

1. Ambrusné Alady, M.; Árva, J.; Nagy O., S. 2017. *Forgácsoló eljárások*. 14. kiadás. Budapest. Műszaki Könyvkiadó.
2. Andó, M. 2018. *Gépipari tűrések, illesztések*. Budapest: Gépész Tuning Kft.
3. Aschenbrenner, J. 2011. *Fémötvözetek tulajdonságainak megváltoztatása hőkezeléssel*. [online]
https://www.nive.hu/Downloads/Szakkepzesi_dokumentumok/Bemeneti_kompetencia_k_meresi_ertekelesi_eszkozrendszerenek_kialakitasa/5_0225_003_101215.pdf
2023.08.19.
4. Bagyinszki, G.; Borossay, B.; Kári-Hováth, A.; Kovács-Coskun, T.; Mucsi, A.; Németh, Á.; Pálinkás, I.; Szakál, Z.; Zsidai, L. 2012. *Anyagtechnológiák*. Typotex Kiadó.
5. Bakondi, K.; Kardos, Á. 1972. *A gépgyártás technológiája*. Budapest: Tankönyvkiadó.
6. Bali, J. 1985. *Forgácsolás*. Budapest: Tankönyvkiadó Vállalat.
7. Bálint, L. 1967. *A forgácsoló megmunkálás tervezése*. Budapest: Műszaki Könyvkiadó.
8. Barbasov, F. A. 1979. *Marás*. Budapest: Műszaki Könyvkiadó.
9. BIGKAISER. *Schnittdaten*. Bigkaiser.eu. [online]
<https://www.bigkaiser.eu/asset/Downloads/Haupt-Kataloge/BK%2520Schnittdatenkatalog%2520DE.pdf> 2023.09.23.
10. BIGKAISER. Volume 4: High performance tooling solutions. Bigkaiser.eu. [online]
https://flipbook.bigkaiser.eu/frontend/mvc/catalog/by-name/6055?catalogName=BKEN&lang=en#page_329 2023.09.23.
11. CNC Media. *A golyósorsós hajtásrendszerek áttekintése II*. CNC.hu. [online]
<https://www.cnc.hu/2015/01/a-golyosorsos-hajtasrendszerek-attekintese-ii-elofeszites-golyok-visszavezetese/> 2023.08.12.
12. Csizmazia, F. 2004. *Szerszáanyagok és kezelésük. Kézirat*. Győr: Széchenyi István Egyetem. [online] <https://docplayer.hu/3810716-Szerszamanyagok-es-kezelesuk.html>
2023.08.19.

13. DIN17200. 1987. *Steels for Quenching and Tempering*. [online] <https://www.fushunspecialsteel.com/wp-content/uploads/2015/09/DIN17200-Steels-for-Quenching-and-Tempering.pdf> 2023.08.14.
14. DIN7523. 1986. *Steel Forgings: Design of Drop and Press Forgings*.
15. DIN 7526. 1969. *Steel Forgings: Tolerances and Permissible Variations of Drop Forgings*. [online] <https://www.scribd.com/document/283926208/DIN-7526-1969#> 2023.08.17.
16. DIN7527. 1975. *Steel Forgings: Machining Allowances and Permissible Variations*. [online] <http://www.fushunspecialsteel.com/wp-content/uploads/2015/09/DIN7527-Steel-Forgings-Machining-Allowances-and-Permissible-Variations-for-Open-die-Forged-Bars.pdf> 2023.08.15.
17. Dobrzanski, T. 1977. *Munkadarabefogó készülékek a gépgyártásban*. Budapest: Műszaki Könyvkiadó.
18. Fenyvessy, T.; Fuchs, R.; Plósz, A. 2008. *Műszaki Táblázatok*. Budapest: Nemzeti Szakképzési és Felnőttképzési Intézet.
19. Filemon, J. 1979. *Gépgyártástechnológia, kézirat*. Budapest: Tankönyvkiadó.
20. Firstner, S. 2010. *Gyártástechnológia*. Dunaújvárosi Főiskola Kiadói Hivatala.
21. Fledrich, G.; Kári-Horváth, A.; Pataki, T. I.; Zsidai, L. 2017. *Mechanikai technológiák*. Gödöllő: Szent István Egyetem Gépészmérnöki Kar.
22. Fledrich, G.; Kakuk, Gy.; Kári-Horváth, A.; Zsidai, L. 2016. *Gépgyártástechnológia*. Gödöllő: Szent István Egyetem Gépészmérnöki Kar.
23. Grant, Hiram E. 1970. *Munkadarab-befogó készülékek. Példatár*. Budapest: Műszaki Könyvkiadó.
24. Gulyás, J.; Mecseki, I. 1991. *Kohászati alapismeretek II*. Budapest: Tankönyvkiadó.
25. Halbritter, E. 2002. *Gépipari technológiák*. [online] Győr: Széchenyi István Egyetem. <https://www.muszeroldal.hu/measurenotes/gepiparitechnologiak.pdf> 2023.08.14.
26. Halden Special Steel. *CK45 Carbon Steel*. [online] <https://www.round-bars.com/products/ck45-carbon-steel-din-1-1191-sew550/> 2023.08.15.
27. Hertelendi Művek. 2018. *C45 acél*. [online] <http://www.plasmatech.hu/c45-acel-fobb-tulajdonsagok-es-legfontosabb-elonyok.html> 2023.08.15.
28. Hornung, A. 1974. *Marás*. Budapest: Műszaki Könyvkiadó.

29. Jánossy, Gy.; Kakuk, Gy.; Kári-Horváth, A.; Keresztes, R.; Szakál, Z.; Zsidai, L. 2012. *Előgyártmány és képlékeny alakítási tervezési gyakorlat*. Budapest: Nemzeti Munkaügyi Hivatal Szak- és Felnőttképzési Igazgatóság.
30. Ju Feng Special Steel. *DIN-Ck45*. [online] <https://www.jfs-steel.com/hu/steelDetail/DIN-Ck45/DIN-Ck45-17200.html> 2023.08.15.
31. Kakuk, Gy.; Kári-Horváth, A.; Szakál, Z.; Zsidai, L. 2008. *Forgácsoló eljárások tervezése*. Budapest: Nemzeti Szakképzési és Felnőttképzési Intézet.
32. Kakuk, Gy.; Kári-Horváth, A.; Szakál, Z.; Zsidai, L. 2008. *Gyártástervezés*. Budapest: Nemzeti Szakképzési és Felnőttképzési Intézet.
33. Kalotai, T.; Kucher, J.; Szele, T.; Tihanyi, J. 1969. *Szerszámgéptartozékok és készülékek*. Budapest: Műszaki Könyvkiadó.
34. Kári-Horváth, A.; Pataki, T. I. 2020. *Analysis of temperature in different cooling methods*. [online] IOP Conf. Ser.: Mater. Sci. Eng. **749** 012017. <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1757-899X/749/1/012017/pdf>. 2023.08.11.
35. Kári-Horváth, A.; Pataki, T. I.; Sarankó, Á.; Szilágyi, N. 2022. *A forgácsolóüzemek emulziókezelési "kaputól-kapuig" technológiájának felülvizsgálata*. MEZŐGAZDASÁGI TECHNIKA LXIII. évfolyam: 2022. május pp. 29-31., 3 p.
36. Kári-Horváth, A.; Pellényi, L.; Szabó, L.; Zsidai, L. 2006. *Gépgyártástechnológia példatár és segédlet*. Gödöllő: Szent István Egyetem Gépészmérnöki Kar.
37. Kári-Horváth, A.; Valasek, I. 2012. *A minimálkenés jelentősége a forgácsolásban*. [online] <https://www.techmonitor.hu/piacmonitor/elemezes-velemenya-minimalkenes-jelentosege-a-forgacsolasban-20121112>. 2023.08.11.
38. Kiss, E. 1951. *Kovácsolás*. Budapest: Népszava Szakszervezetek Országos Tanácsa Lap- és Könyvkiadóvállalata.
39. Kun, K.; Liska, J., Nagy, J. 2019. *Készüléktervezés*. [online] Kecskemét: Neumann János Egyetem. 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 2023.08.14.
40. Makádi, A. 1955. *Marás*. Budapest: Műszaki Könyvkiadó.
41. Mikó, B. 2015. *Forgácsolástechnológia alapjai. Bázisok és készülékek*. Budapest: Óbudai Egyetem.
42. Molnár, J.; Szabó, S. 1995. *Készüléktervezés*. Miskolc: Miskolci Egyetemi Kiadó.

43. MSZ ISO 2768. 1991. *Jelöletlen tűrések.*
44. MSZ1290. 1968. *Oldalélű forgácsolókés gyorsacél forgácsolórészsel.*
45. MSZ3852. 1979. *Hosszirányú reteshornyos homlokmaró.*
46. MSZ3920. 1964. *Normál métermenetű gépi menetfűrő.*
47. MSZ3984. 1982. *Hengeres szárú, hosszú csigafűrő.*
48. MSZ5745. 1975 *Acél süllyesztékes kovácsolása. Hozzáadások, tűrések.*
49. Óvári, A. 1985. *Vaskohászati kézikönyv.* Budapest: Műszaki Könyvkiadó.
50. Pintér, J. *Különleges megmunkálási technológiák: Minimálkenés, szárazforgácsolás.*
[online] <https://docplayer.hu/6679742-Minimalkenes-szarazforgacsolas-kemenymegmunkalások.html>. 2023.08.11.
51. Pintér, J. 2002. *Forgácsoló megmunkálás I. (Szerszámgépek automatizálása).*
Budapest: Nemzeti Tankönyvkiadó.
52. Pintér, J. 2003. *Forgácsoló megmunkálás, új technológiák, kézirat.* Győr: Széchenyi István Egyetem.
53. Sipos, S.; Palásti-Kovács, B.; Horváth, R. 2015. *Forgácsoló technológiák és szerszámok.* Budapest: Óbudai Egyetem.
54. Stampfer, M. 2008. *Gépipari technológiák II. Készülékek. Gyártási folyamatok tervezése.* Pécs: Pollack Kiadó.
55. Szabó, L. 1997. *Süllyesztékes kovácsolás.* Miskolc.
56. Szabó, L. 2000. *Forgácsolás, hegesztés.* Miskolc.
57. Szegh, I. 1996. *Gyártástervezés.* Budapest: Műegyetemi Könyvkiadó.
58. Szilágyi, L. 1967. *Munkadarab-befogó készülékek.* Budapest: Műszaki Könyvkiadó.
59. Valasek, I.; Kári-Horváth, A. 2011. *The action mechanism of minimum lubrication and the increase of its efficiency.* TRIBOLOGIE UND SCHMIERUNGSTECHNIK 58: 3 pp. 34-47., 14 p.
60. Ziaja, Gy. *Alakítástechnika. Előadásjegyzet IV. rész: Tértfogatalakítás/Süllyesztékes kovácsolás.* [online] <https://www.scribd.com/document/444217631/Sullyesztekes-kovacsolas> 2023.08.18.

NYILATKOZAT

a szakdolgozat nyilvános hozzáféréséről és eredetiségéről

A hallgató neve: **Schild Eszter Tímea**
A Hallgató Neptun kódja: **GBGZ6B**
A dolgozat címe: **WHN13 megmunkálóközpont X tengelyű golyósorsó csapágházának gyártástervezése hagyományos szerszámgépekre**
A megjelenés éve: **2023.**
A tanszék neve: **Anyagtudományi és Gépipari Folyamatok**

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

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

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

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

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

Kelt: Gödöllő, 2023.10.13.




Hallgató aláírása

NYILATKOZAT

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

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

Kelt: Gödöllő, 2023. október 9.


Hallgató

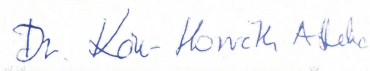
NYILATKOZAT

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

A Záródolgozatot/Szakdolgozatot/Diplomadolgozatot záróvizsgán történő védésre javaslom / nem javaslom*.

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

Kelt: Gödöllő 2023. év október hó 21 nap


Belső konzulens

*Kérjük a megfelelőt aláhúzni!

KONZULTÁCIÓS NYILATKOZAT

Schild Eszter Tímea (hallgató Neptun azonosítója: GBGZ6B) konzulenseként nyilatkozom arról, hogy a szakdolgozatot áttekintettem, a hallgatót az irodalmi források korrekt kezelésének követelményeiről, jogi és etikai szabályairól tájékoztattam.

A záródolgozatot/szakdolgozatot/diplomadolgozatot/portfóliót a záróvizsgán történő védeésre javaslom / nem javaslom¹.

A dolgozat állam- vagy szolgálati titkot tartalmaz: igen nem*²

Kelt: Gödöllő, 2023. október 21.

Dr. Kovács Anikó

Belső konzulens

¹ A megfelelő aláhúzendó.

² A megfelelő aláhúzendó.

2. Mellékletek jegyzéke

1. számú melléklet:

Csapágház eredeti műhelyrajza

2. számú melléklet:

Csapágház digitalizált műhelyrajza

3. számú melléklet:

Süllyesztékszerszám műhelyrajza

4. számú melléklet:

Kovácsdarab műhelyrajza

5. számú melléklet:

Fúrókészülék összeállítási- és műhelyrajza

6. számú melléklet:

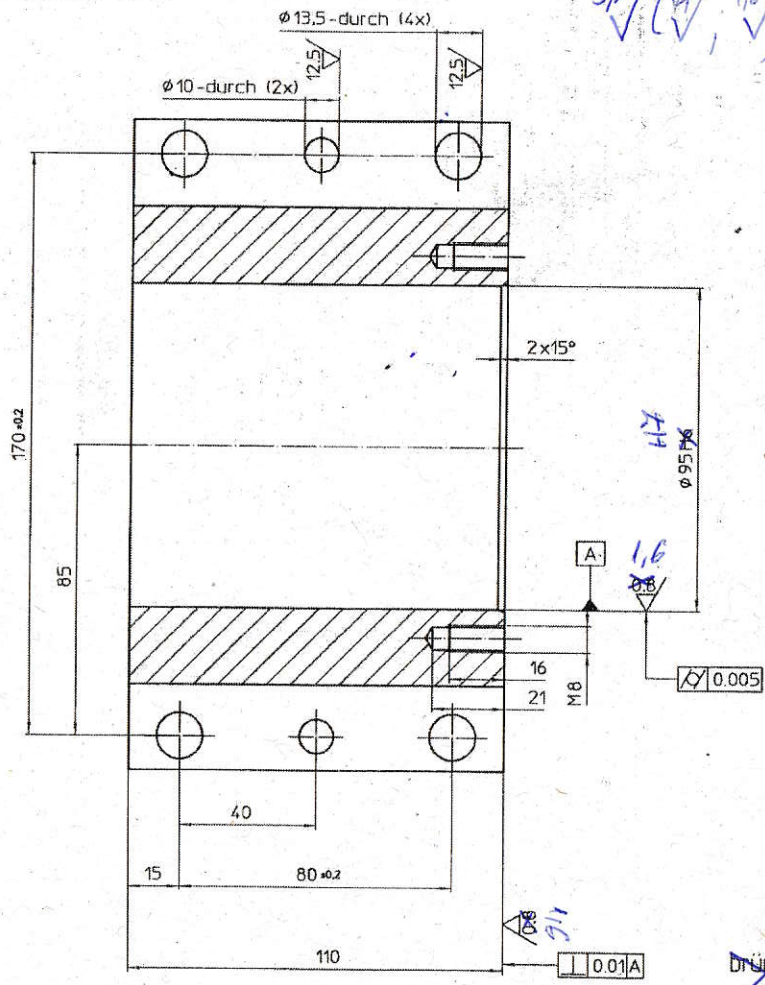
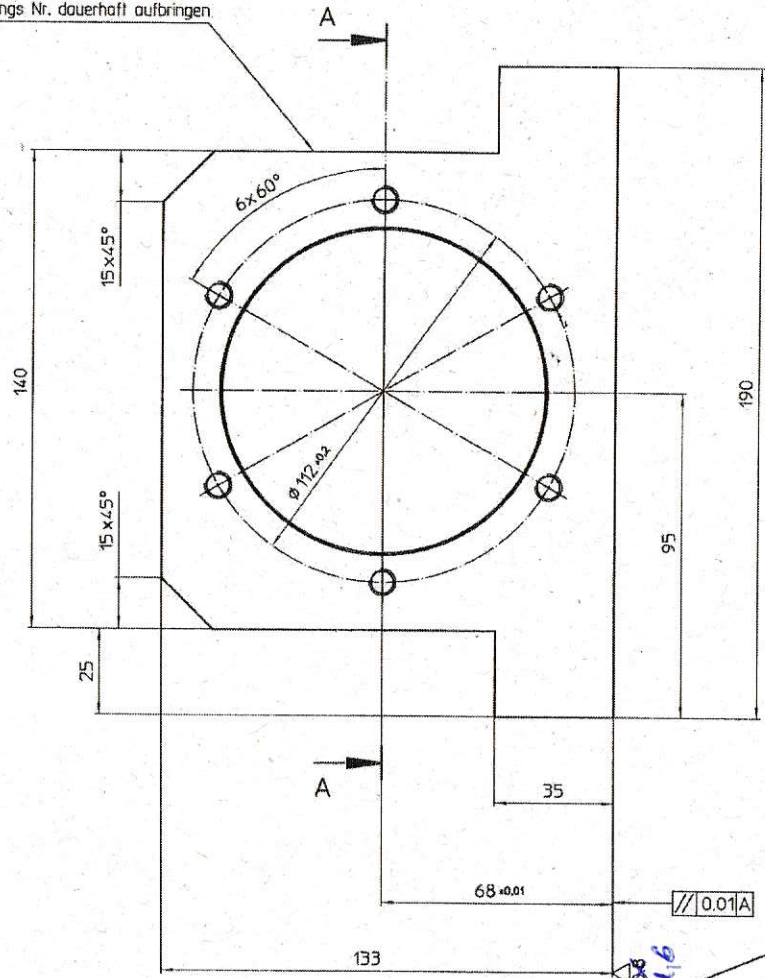
Gyártástechnológiai számítások

7. számú melléklet:

Műveleti sorrend és műveleti utasításlapok

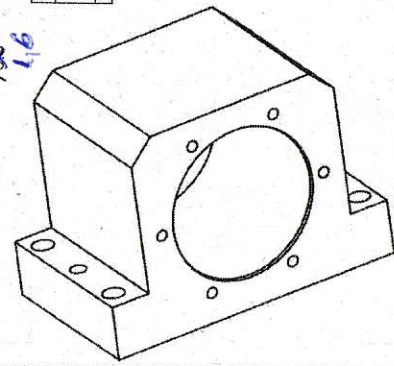
Schnitt A-A

Zeichnungs Nr. dauerhaft aufbringen



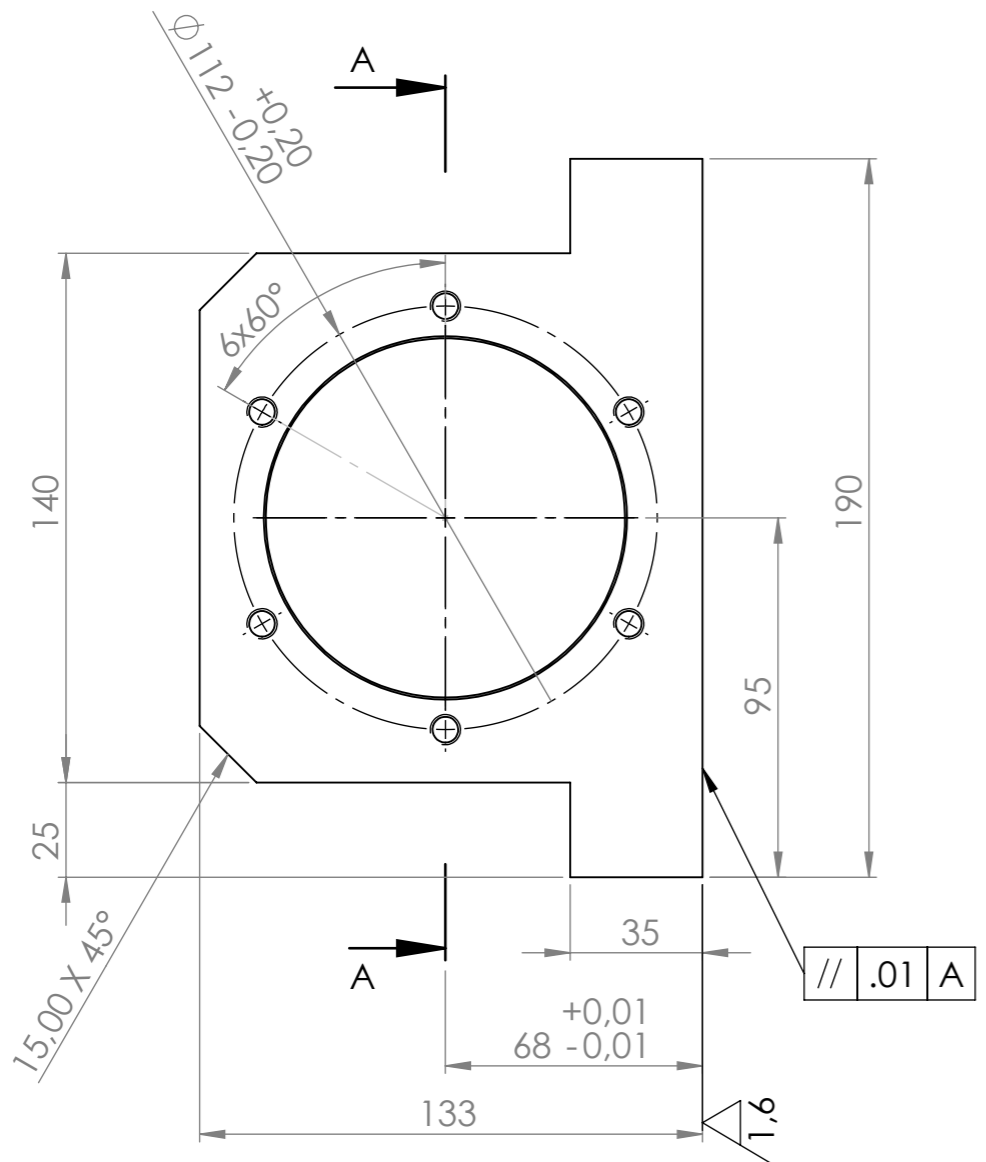
3,2 (1,5, 1,6)

Magneveser's: Lagergehäuse
Anzahl 2
Stück 6,8kg

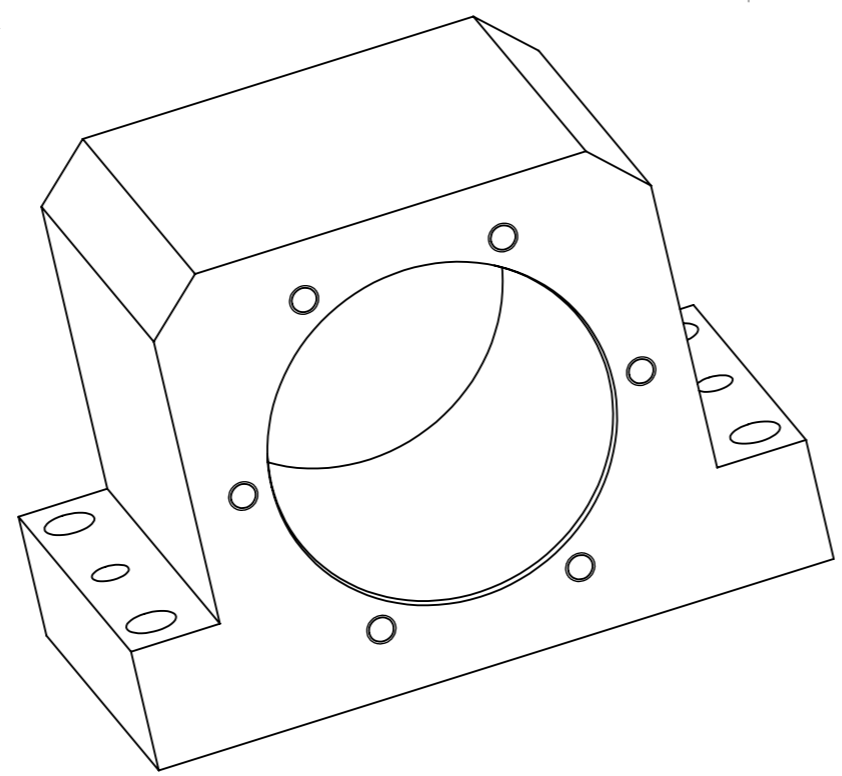
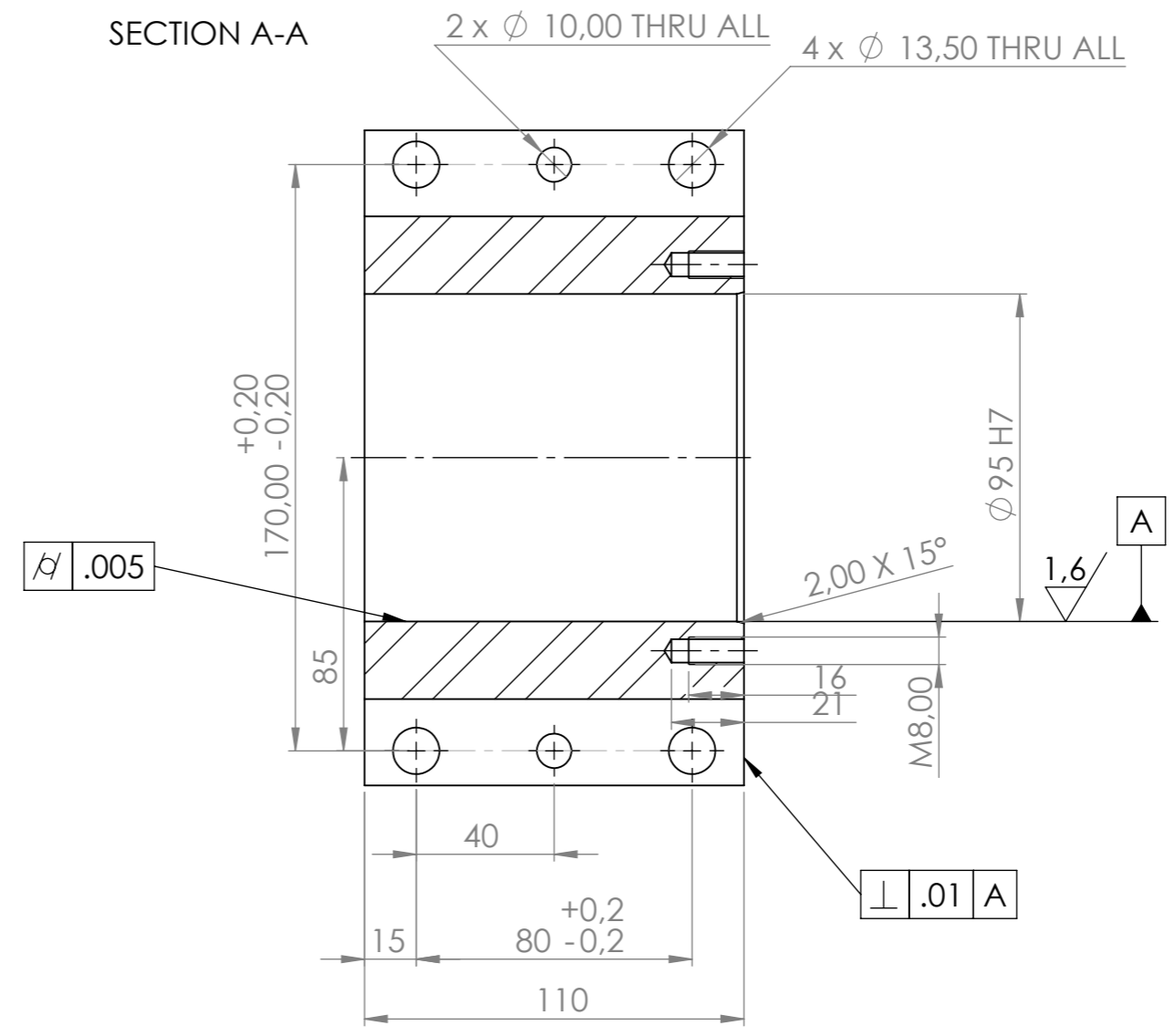


2023.08.15

Druckert



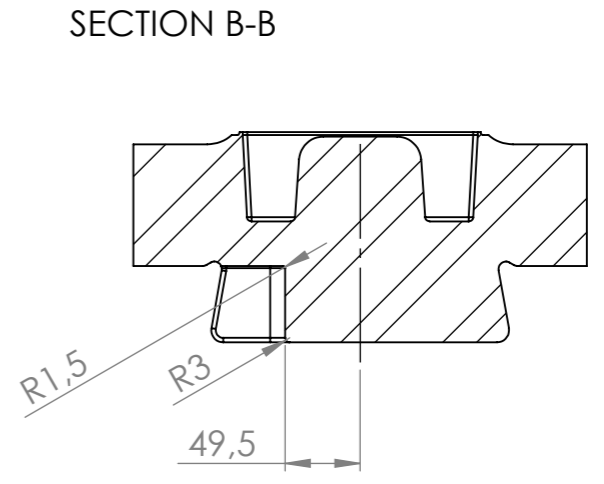
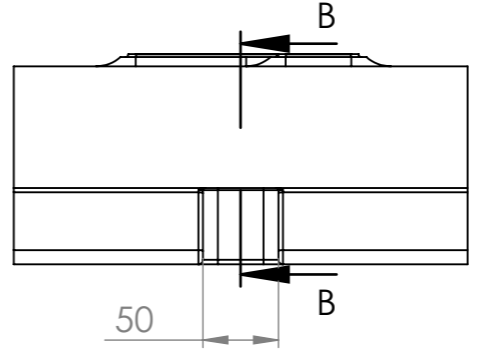
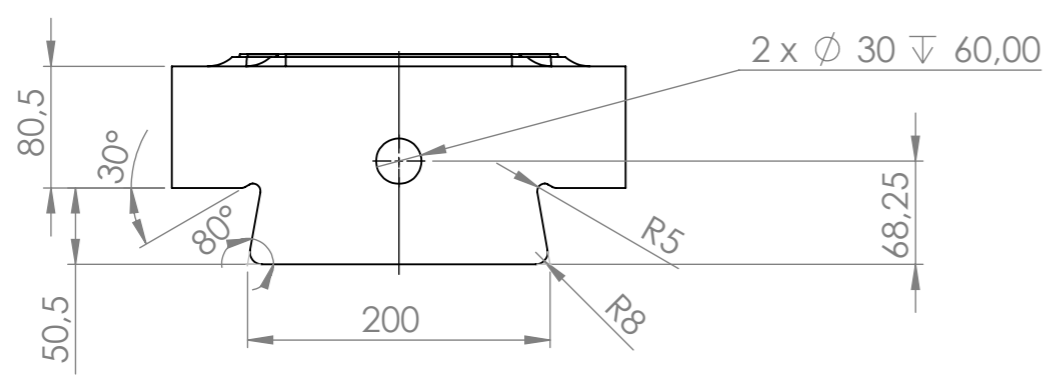
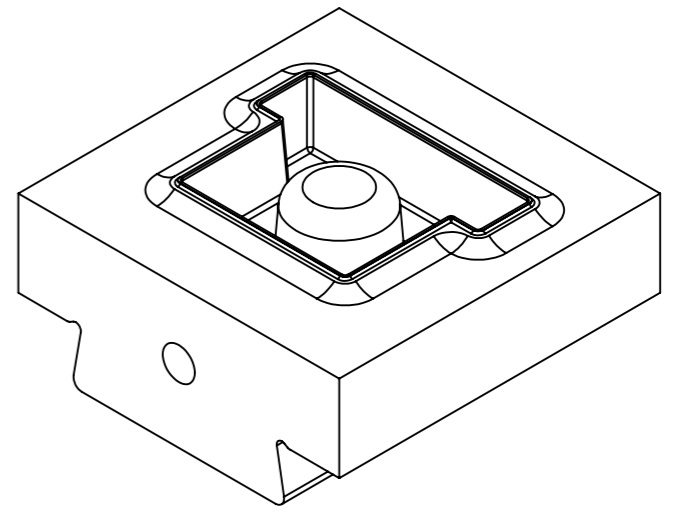
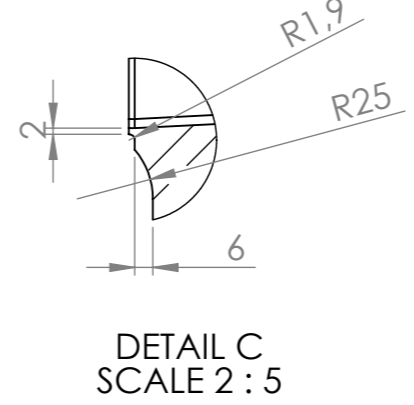
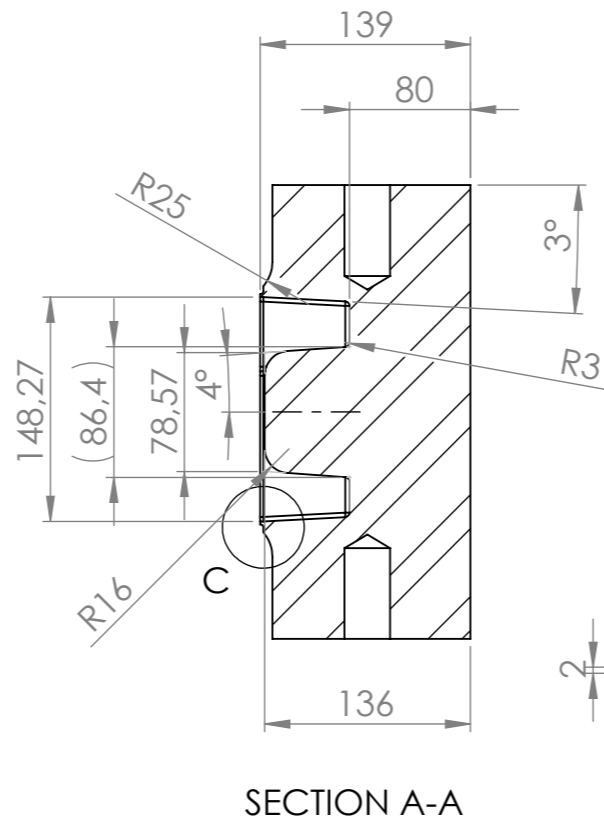
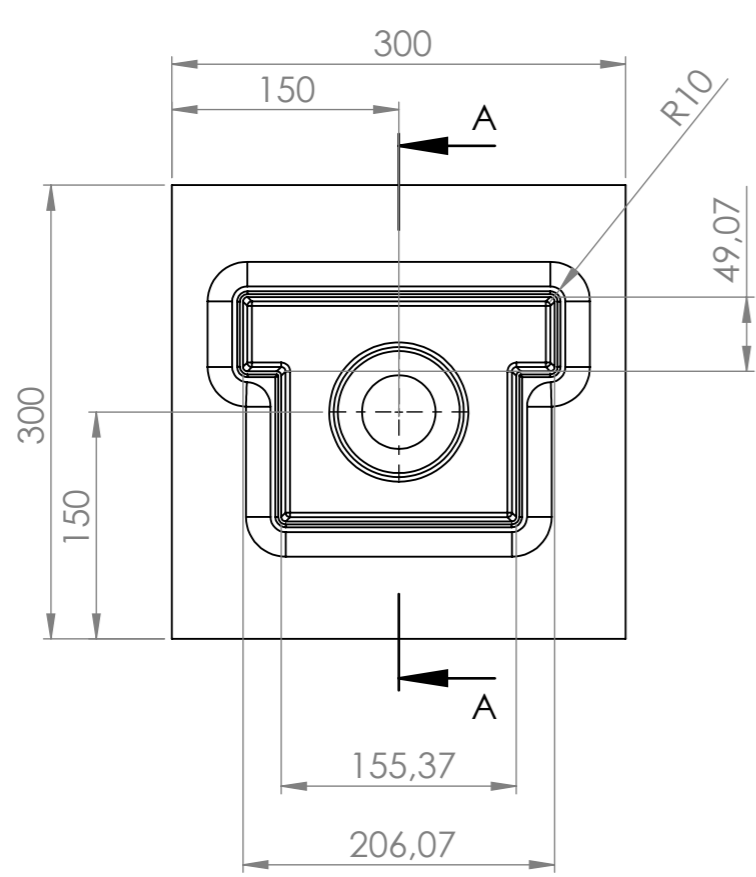
SECTION A-A



3,2/

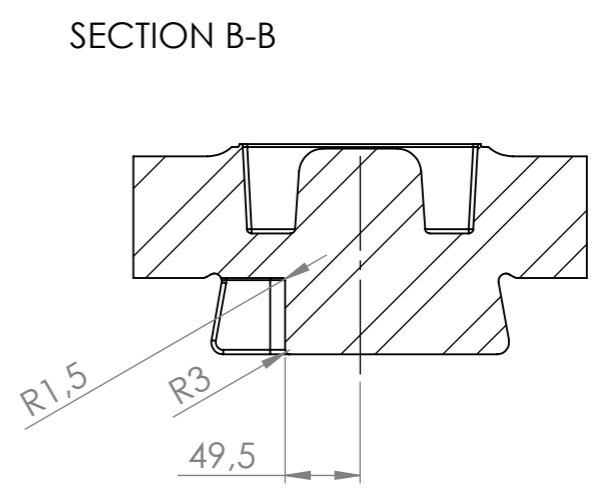
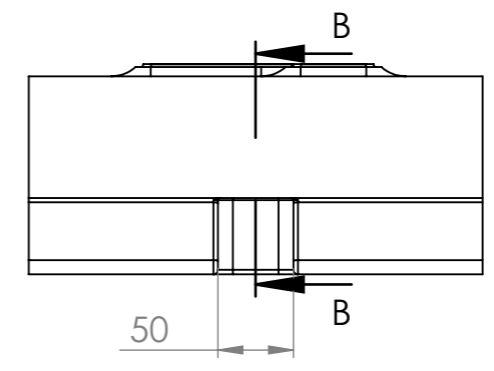
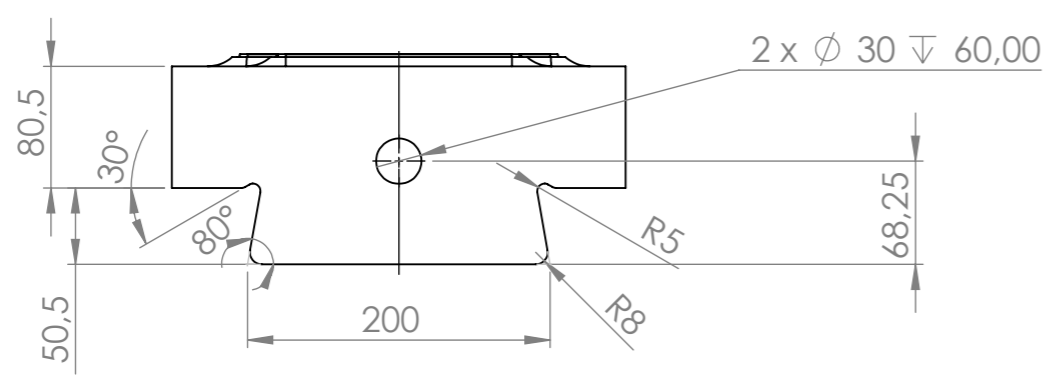
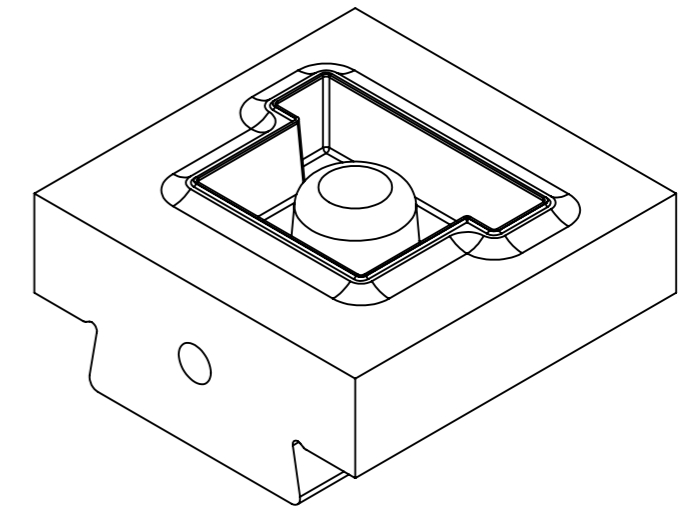
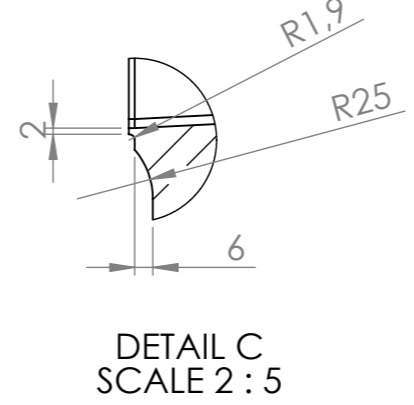
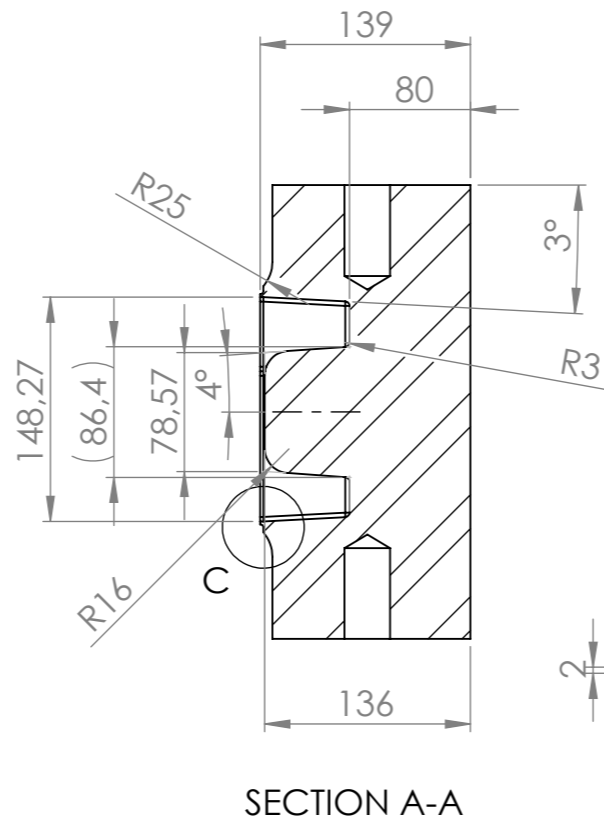
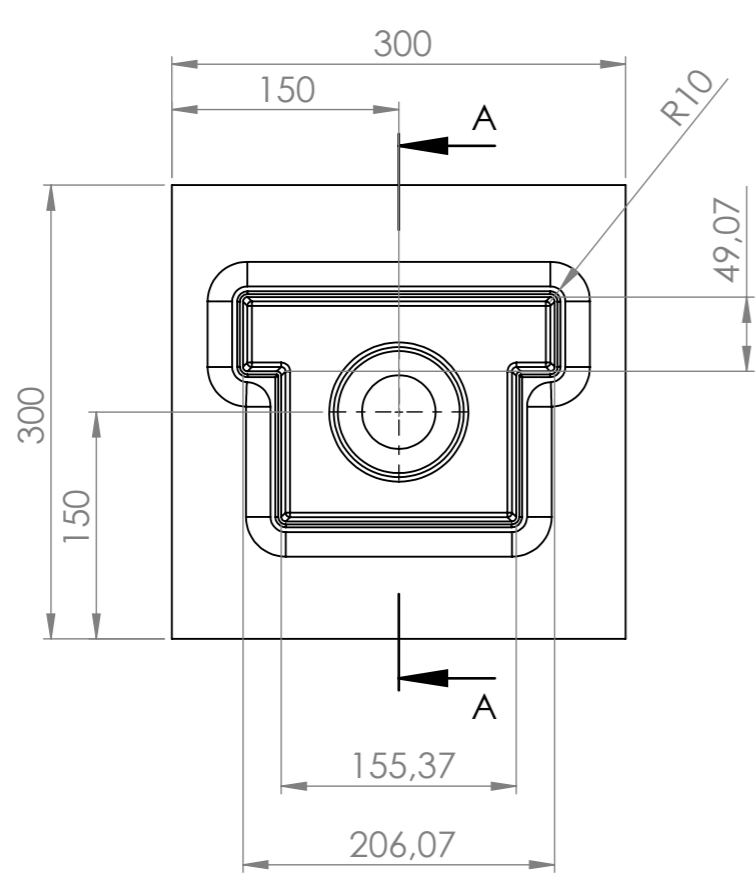
Jelöletlen tűrések az MSZ ISO 2768 szerint.

Készítő: Schild Eszter Tímea	Melléklet: 2. számú melléklet	Rajzzám: MD-1-MH
Ellenőrző:	Megnevezés: Csapágyház	Intézmény: MATE
Dátum: 2023.08.22.	Anyag: Ck45	Súly: 6,8 kg
	Méretarány: 1 : 2	Lapszám: 1/1



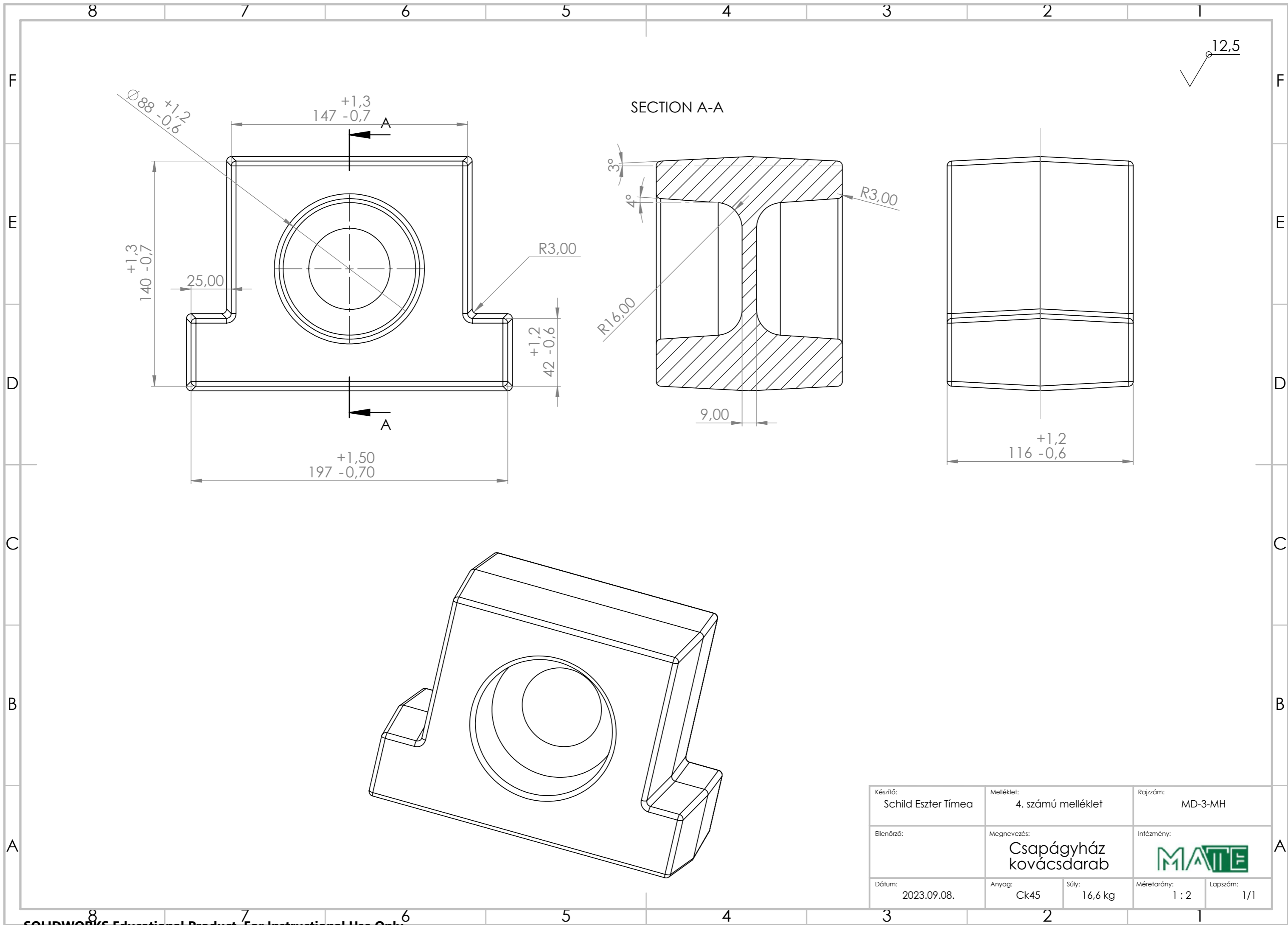
Jelöletlen tűrések az MSZ ISO 2768 szerint.

Készítő: Schild Eszter Tímea	Melléklet: 3. számú melléklet	Rajzzám: MD-2-MH
Ellenőrző:	Megnevezés: Süllyesztékszerszám alsó fél	Intézmény: MATE
Dátum: 2023.09.01.	Anyag: 55CrNiMoV7	Méretarány: 1 : 5
		Lapszám: 2/1

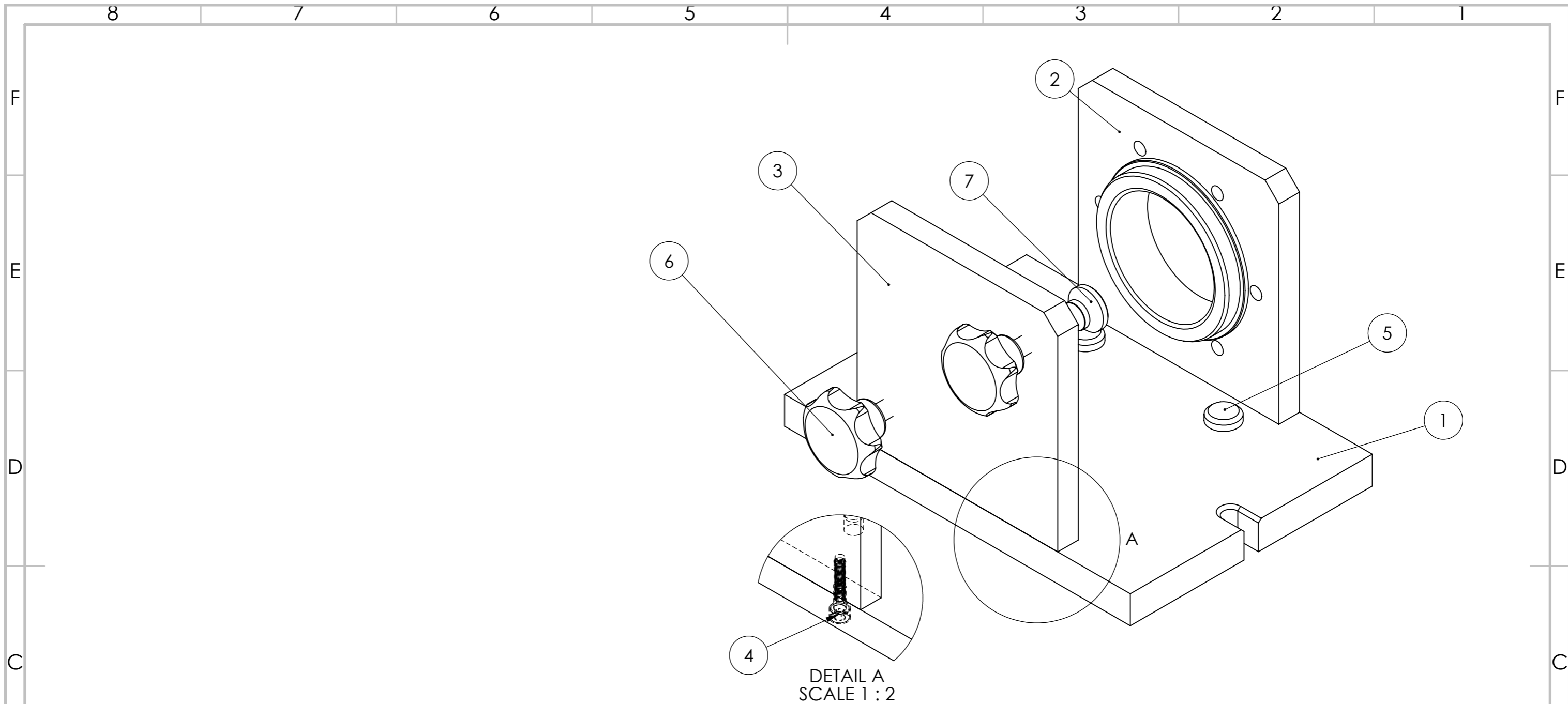


Jelöletlen tűrések az MSZ ISO 2768 szerint.

Készítő: Schild Eszter Tímea	Melléklet: 3. számú melléklet	Rajzzám: MD-2-MH
Ellenőrző:	Megnevezés: Süllyesztékszerszám felső fél	Intézmény: MATE
Dátum: 2023.09.01.	Anyag: 55CrNiMoV7	Méretarány: 1 : 5
		Lapszám: 2/2



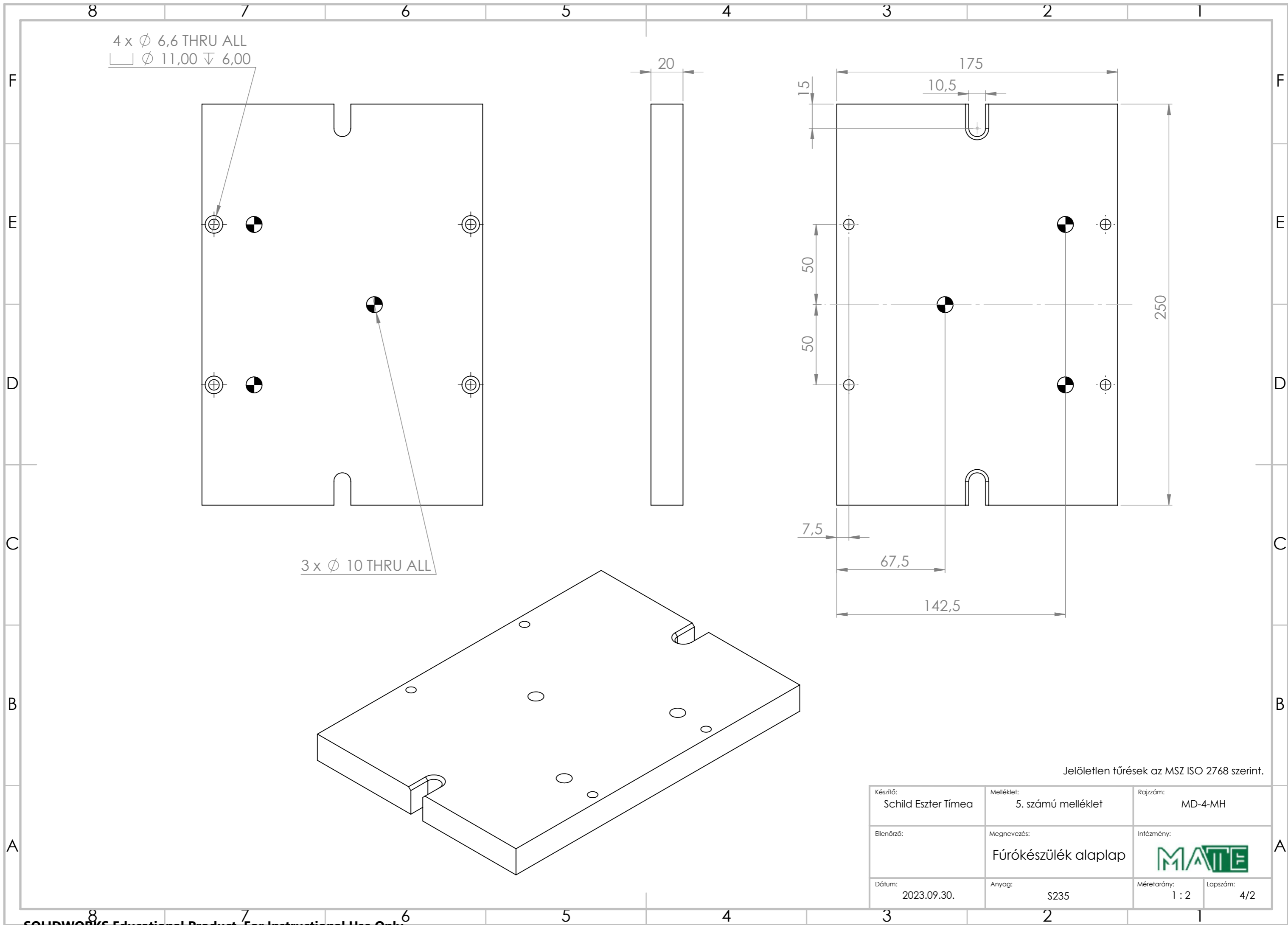
Készítő: Schild Eszter Tímea	Melléklet: 4. számú melléklet	Rajzzám: MD-3-MH
Ellenőrző:	Megnevezés: Csapágyház kovácsdarab	Intézmény: MATE
Dátum: 2023.09.08.	Anyag: Ck45	Súly: 16,6 kg
	Méretarány: 1 : 2	Lapszám: 1/1



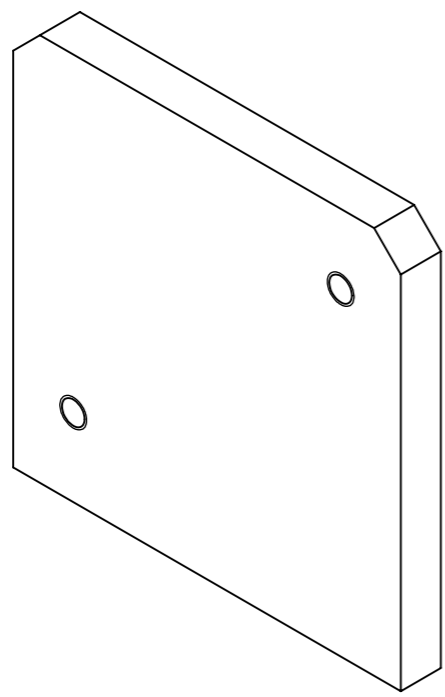
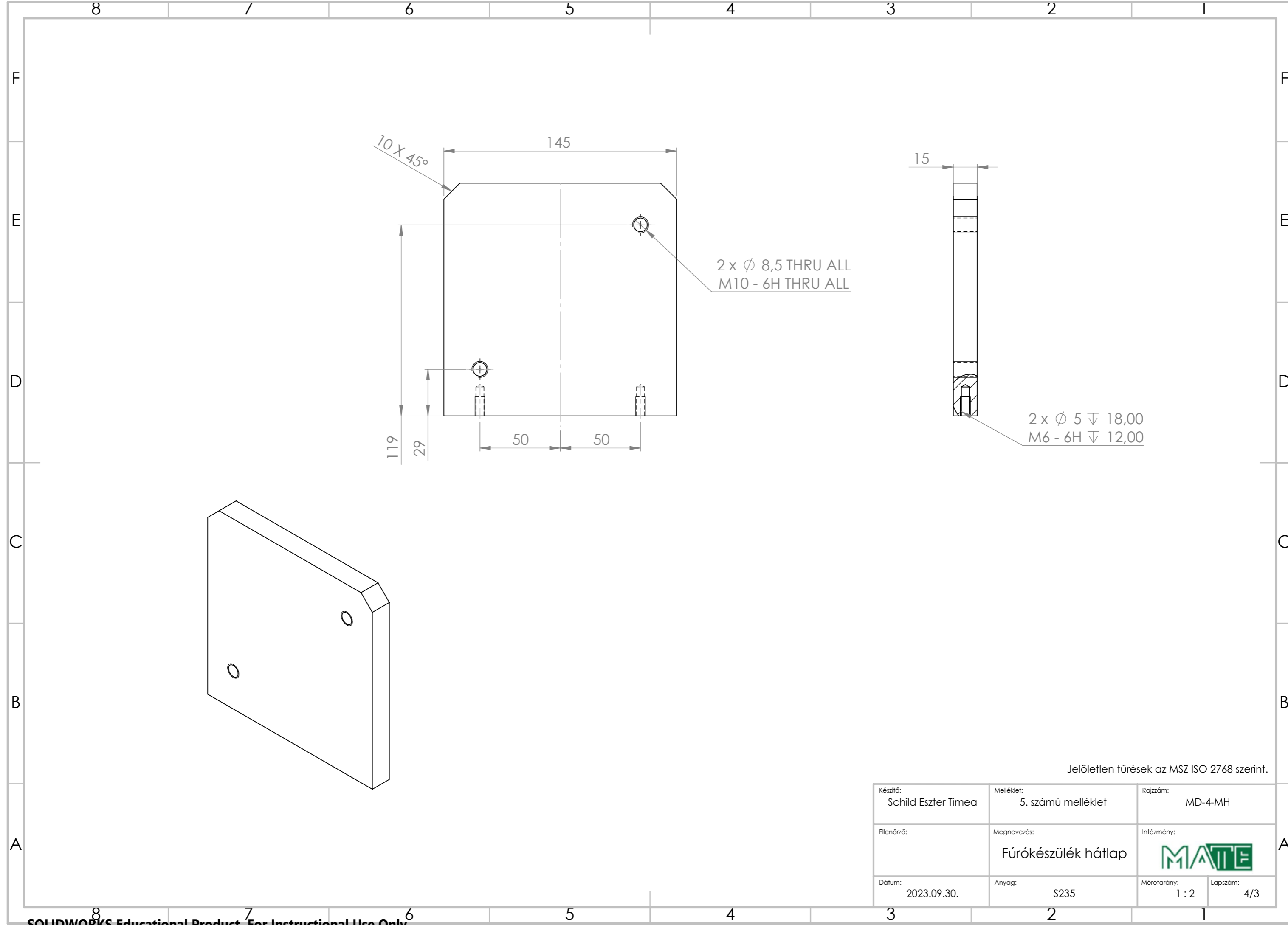
ALKATRÉSZ SZÁM	NÉV	LEÍRÁS	MENNYISÉG
1	Alaplap		1
2	Fúrósablon		1
3	Hátlap		1
4	Csavar	Süllyesztett fejű, belső kulcsnyílású csavar	4
5	Üléc		3
6	Szorítócsavar	Csillagfogantyús szorítócsavar, gömb csatlakozóval beállító csaphoz	2
7	Beállító csap		2

Jelöletlen tűrések az MSZ ISO 2768 szerint.

Készítő: Schild Eszter Tímea	Melléklet: 5. számú melléklet	Rajzzám: MD-4-MH
Ellenőrző:	Megnevezés: Fúrókészülék	Intézmény: MATE
Dátum: 2023.09.30.	Anyag: S235	Méretarány: 1 : 2
		Lapszám: 4/1

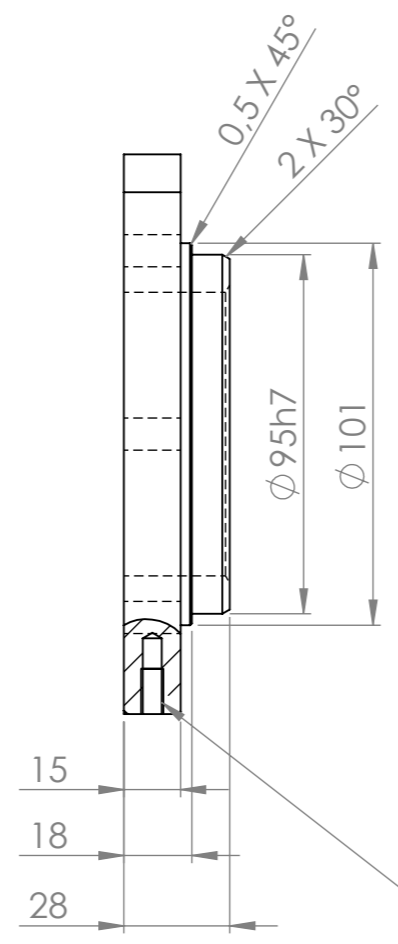


Készítő: Schild Eszter Tímea	Melléklet: 5. számú melléklet	Rajzzám: MD-4-MH
Ellenőrző:	Megnevezés: Fúrókészülék alaplapp	Intézmény: MATE
Dátum: 2023.09.30.	Anyag: S235	Méretarány: 1 : 2
		Lapszám: 4/2

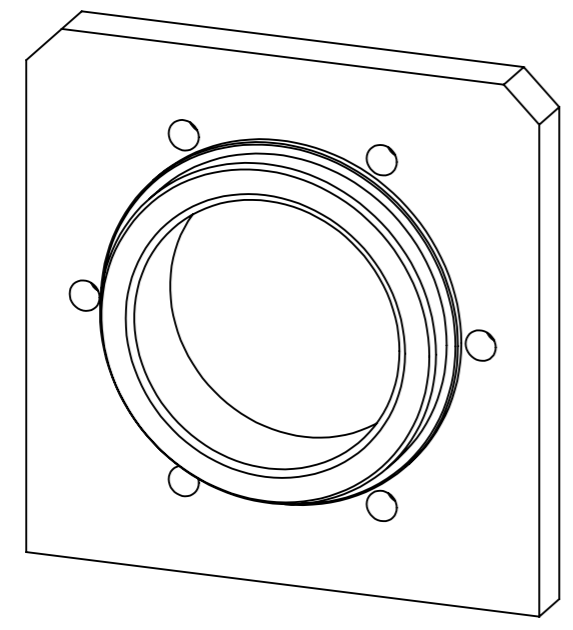
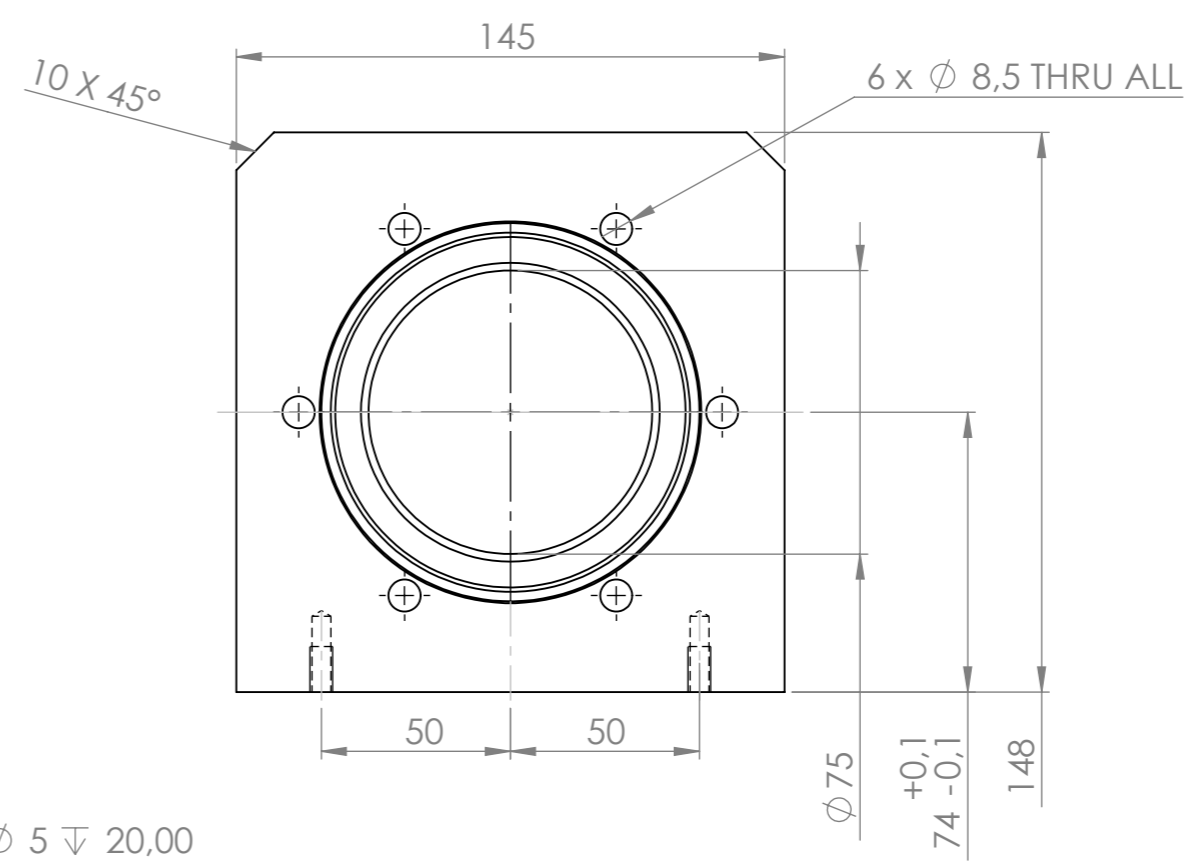


Jelöletlen tűrések az MSZ ISO 2768 szerint.

Készítő: Schild Eszter Tímea	Melléklet: 5. számú melléklet	Rajzszám: MD-4-MH
Ellenőrző:	Megnevezés: Fúrókészülék hátlap	Intézmény: MATE
Dátum: 2023.09.30.	Anyag: S235	Méretarány: 1 : 2
		Lapszám: 4/3



2 x Ø 5 ∇ 20,00
M6 - 6H ∇ 12,00



Jelöletlen tűrések az MSZ ISO 2768 szerint.

Készítő: Schild Eszter Tímea	Melléklet: 5. számú melléklet	Rajzzám: MD-4-MH
Ellenőrző:	Megnevezés: Fúrósablon	Intézmény: MATE
Dátum: 2023.09.30.	Anyag: S235	Méretarány: 1 : 2
		Lapszám: 4/4

6. számú melléklet

Gyártástechnológiai számítások

6.1 II. befogás – Marás II.

Alsó felület nagyolása:

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

Fogszám: $z = 10$

Fogankénti előtolás: $f_z = 0,20 \frac{mm}{fog}$ (5.16. ábra)

Fogásmélység ráhagyás alapján: $a = 3 mm$

Fogások száma: $i = 1$

A szerszám gép, a szerszám és a fogásmélység meghatározását követően számítható a **forgácsoló sebesség:**

$$v_c = v_0 \cdot K_\kappa \cdot K_a \cdot K_k = 25 \cdot 0,77 \cdot 0,91 \cdot 1 = 17,52 \frac{m}{min}$$

ahol:

- $v_0 = 25 \frac{m}{min}$: alapsebesség (5.17. ábra)

- $K_\kappa = 0,77$: élszögtől függő módosító tényező (5.18. ábra)

- $K_a = 0,91$: munkadarab anyagától függő módosító tényező (5.19. ábra)

- $K_k = 1$: munkadarab felületétől függő módosító tényező (5.20. ábra)

A forgácsoló sebesség alapján meghatározható a **fordulatszám:**

$$n = \frac{1000 \cdot v_c}{D \cdot \pi} = \frac{1000 \cdot 17,52}{50 \cdot \pi} = 111,54 min^{-1}$$

ahol:

- $D = 50 mm$: a marószerszám átmérője

Az ehhez legközelebb eső, **gépen beállítható fordulatszám:** $n_{gépi} = 112 min^{-1}$

Ez alapján ki kell számolni a **megváltozott forgácsoló sebesség** értékét:

$$v_{cm} = \frac{D \cdot \pi \cdot n_{g\acute{e}pi}}{1000} = \frac{50 \cdot \pi \cdot 112}{1000} = 17,59 \frac{m}{min}$$

Az **asztal elótolás** értékét a következőképpen számítjuk:

$$v_f = s = f_z \cdot z \cdot n_{g\acute{e}pi} = 0,2 \cdot 10 \cdot 112 = 224 \frac{mm}{min}$$

Technológia okok miatt a **beállított asztal elótolás** értéke: $s_{g\acute{e}pi} = 60 \frac{mm}{min}$

A **közepes forgácsvastagság** is meg kell határoznunk:

$$e_k = f_z \cdot \sqrt{\frac{a}{D}} = 0,2 \cdot \sqrt{\frac{3}{50}} = 0,05 \frac{mm}{fog}$$

A **kapcsolószám** a következőképpen számítható:

$$\psi = \frac{\varphi}{\delta} = \frac{6,89}{36} = 0,19$$

ahol:

$$-\sin \frac{\varphi}{2} = \sqrt{\frac{f_z}{D}} = \sqrt{\frac{0,2}{50}} = 0,06 \rightarrow \varphi = 6,89^\circ: \text{ forgácsívszög,}$$

$$-\delta = \frac{360^\circ}{z} = \frac{360^\circ}{10} = 36^\circ: \text{ a maró két foga által bezárt szög}$$

Ezek alapján megtudhatjuk a **maróra ható közepes kerületi erőt**:

$$F_k = \psi \cdot k_c \cdot e_k \cdot a = 0,19 \cdot 1450 \cdot 0,05 \cdot 3 = 41,33 N$$

ahol:

$$-k_c = 1450 \frac{N}{mm^2}: \text{ fajlagos forgácsolóerő (5.21. ábra)}$$

Így a **forgácsoló teljesítmény**:

$$P_c = F_k \cdot v_{cm} = 41,33 \cdot 17,59 = 727 W$$

Ebből meghatározható a **hajtáshoz szükséges teljesítmény**:

$$P_h = \frac{P_c}{\eta} = \frac{727}{0,8} = 908,75 W = 0,9 kW$$

ahol:

$-\eta = 0,8$: a szerszám gép hatásfoka

A TOS WH9 típusú vízszintes marógép 20 kW-os villanymotorja bőven kielégíti ezt a teljesítményigényt.

Oldalsó felületek nagyolása:

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

Fogszám: $z = 10$

Fogankénti előtolás: $f_z = 0,20 \frac{mm}{fog}$ (5.16. ábra)

Fogásmélység ráhagyás alapján: $a = 3,5 mm$

Fogások száma: $i = 1$

A szerszám gép, a szerszám és a fogásmélység meghatározását követően számítható a **forgácsoló sebesség**:

$$v_c = v_0 \cdot K_k \cdot K_a \cdot K_k = 25 \cdot 0,77 \cdot 0,91 \cdot 1 = 17,52 \frac{m}{min}$$

ahol:

$-v_0 = 25 \frac{m}{min}$: alapsebesség (5.17. ábra)

$-K_k = 0,77$: élszögtől függő módosító tényező (5.18. ábra)

$-K_a = 0,91$: munkadarab anyagától függő módosító tényező (5.19. ábra)

$-K_k = 1$: munkadarab felületétől függő módosító tényező (5.20. ábra)

A forgácsoló sebesség alapján meghatározható a **fordulatszám**:

$$n = \frac{1000 \cdot v_c}{D \cdot \pi} = \frac{1000 \cdot 17,52}{50 \cdot \pi} = 111,54 min^{-1}$$

ahol:

$-D = 50 mm$: a marószerszám átmérője

Az ehhez legközelebb eső, **gépen beállítható fordulatszám**: $n_{gépi} = 112 min^{-1}$

Ez alapján ki kell számolni a **megváltozott forgácsoló sebesség** értékét:

$$v_{cm} = \frac{D \cdot \pi \cdot n_{g\acute{e}pi}}{1000} = \frac{50 \cdot \pi \cdot 112}{1000} = 17,59 \frac{m}{min}$$

Az **asztal előtolás** értékét a következőképpen számítjuk:

$$v_f = s = f_z \cdot z \cdot n_{g\acute{e}pi} = 0,2 \cdot 10 \cdot 112 = 224 \frac{mm}{min}$$

Technológia okok miatt a **beállított asztal előtolás** értéke: $s_{g\acute{e}pi} = 60 \frac{mm}{min}$

A **közepes forgácsvastagság** is meg kell határoznunk:

$$e_k = f_z \cdot \sqrt{\frac{a}{D}} = 0,2 \cdot \sqrt{\frac{3,5}{50}} = 0,05 \frac{mm}{fog}$$

A **kapcsolószám** a következőképpen számítható:

$$\psi = \frac{\varphi}{\delta} = \frac{6,89}{36} = 0,19$$

ahol:

$$-\sin \frac{\varphi}{2} = \sqrt{\frac{f_z}{D}} = \sqrt{\frac{0,2}{50}} = 0,06 \rightarrow \varphi = 6,89^\circ: \text{forgácsívszög,}$$

$$-\delta = \frac{360^\circ}{z} = \frac{360^\circ}{10} = 36^\circ: \text{a maró két foga által bezárt szög}$$

Ezek alapján megtudhatjuk a **maróra ható közepes kerületi erőt**:

$$F_k = \psi \cdot k_c \cdot e_k \cdot a = 0,19 \cdot 1450 \cdot 0,05 \cdot 3,5 = 48,21 N$$

ahol:

$$-k_c = 1450 \frac{N}{mm^2}: \text{fajlagos forgácsolóerő (5.21. ábra)}$$

Így a **forgácsoló teljesítmény**:

$$P_c = F_k \cdot v_{cm} = 48,21 \cdot 17,59 = 848,01 W$$

Ebből meghatározható a **hajtáshoz szükséges teljesítmény**:

$$P_h = \frac{P_c}{\eta} = \frac{848,01}{0,8} = 1060,01 \text{ W} = 1 \text{ kW}$$

ahol:

- $\eta = 0,8$: a szerszámgép hatásfoka

A TOS WH9 típusú vízszintes marógép 20 kW-os villanymotorja bőven kielégíti ezt a teljesítményigényt.

6.2 III. befogás – Marás III.

4 x Ø13,5 átmenő furat fúrása:

Választott szerszám: Csiga fűrő 13,5 h8 HS18 0 1 MSZ3984

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

A fogások száma: $i = 1$

$$\text{Előtolás: } f = 0,25 \frac{\text{mm}}{\text{ford}} \text{ (5.24. ábra)}$$

A fenti adatok alapján meghatározható a **forgácsoló sebesség**:

$$v_c = v_0 \cdot K_l \cdot K_{sz} \cdot K_a = 24 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 0,91 = 21,84 \frac{\text{m}}{\text{min}}$$

ahol:

$$-v_0 = 24 \frac{\text{m}}{\text{min}}: \text{alapsebesség (5.25. ábra)}$$

- $K_l = 1$: a furat hosszának és átmérőjének viszonyától függő módosító tényező (5.26. ábra)

- $K_{sz} = 1$: szerszám anyagától függő módosító tényező (gyorsacél szerszámokra értéke: 1)

- $K_a = 0,91$: megmunkálandó anyagtól függő módosító tényező (5.19. ábra)

Ez alapján számolható a **fordulatszám**:

$$n = \frac{1000 \cdot v_c}{D \cdot \pi} = \frac{1000 \cdot 21,84}{13,5 \cdot \pi} = 514,95 \text{ min}^{-1}$$

ahol:

- $D = 13,5 \text{ mm}$: a fűrőszerszám átmérője

Az ehhez legközelebb eső, **gépen beállítható fordulatszám**: $n_{g\acute{e}pi} = 450 \text{ min}^{-1}$

A fúrás vonatkozásában a fordulatszámot lefelé kerekítem, hiszen a furat így is elkészül, de a szerszám élettartama meghosszabbítható.

Ezt figyelembe véve ki kell számolni a **megváltozott forgácsoló sebesség** értékét:

$$v_{cm} = \frac{D \cdot \pi \cdot n_{g\acute{e}pi}}{1000} = \frac{13,5 \cdot \pi \cdot 450}{1000} = 19,09 \frac{m}{min}$$

Meghatározható a **forgácskeresztmetszet**:

$$A = \frac{D \cdot f}{4} = \frac{13,5 \cdot 0,25}{4} = 0,84 \text{ mm}^2$$

Ebből pedig az **egy élre ható főforgácsoló erő**:

$$F_1 = k_c \cdot A = 2040 \cdot 0,84 = 1713,6 \text{ N}$$

ahol:

$$-k_c = 2040 \frac{N}{mm^2}: \text{ fajlagos forgácsolóerő (5.21. ábra)}$$

A fentiek alapján számolható a **fúrás nyomatékigénye**:

$$M = F_1 \cdot \frac{D}{2} = 1713,6 \cdot \frac{13,5}{2} = 11566,8 \text{ Nmm} = 11,57 \text{ Nm}$$

Ez alapján meghatározható a fúrás **teljesítményszükséglete**:

$$P_c = \frac{M \cdot 2 \cdot \pi \cdot n_{g\acute{e}pi}}{60 \cdot 10^3} = \frac{11,57 \cdot 2 \cdot \pi \cdot 450}{60 \cdot 10^3} = 0,55 \text{ kW}$$

Így a **hajtáshoz szükséges teljesítmény**:

$$P_h = \frac{P_c}{\eta} = \frac{0,55}{0,8} = 0,69 \text{ kW}$$

ahol:

$$-\eta = 0,8: \text{ a szerszám gép hatásfoka}$$

A TOS WH9 típusú vízszintes marógép 20 kW-os villanymotorja bőven kielégíti ezt a teljesítményigényt.

6.3 V. befogás – Marás V.

Alsó felület simítása:

A munkadarab befogása: két oldalon szorítóvassal, felső felületnél ütköztetve

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

Fogszám: $z = 10$

Fogankénti előtolás: $f_z = 0,20 \frac{mm}{fog}$ (5.16.ábra)

Fogásmélység ráhagyás alapján: $a = 1 mm$

Fogások száma: $i = 1$

A szerszámgep, a szerszám és a fogásmélység meghatározását követően számítható a **forgácsoló sebesség:**

$$v_c = v_0 \cdot K_k \cdot K_a \cdot K_f = 25 \cdot 0,77 \cdot 0,91 \cdot 1 = 17,52 \frac{m}{min}$$

ahol:

$-v_0 = 25 \frac{m}{min}$: alapsebesség (5.17. ábra)

$-K_k = 0,77$: élszögtől függő módosító tényező (5.18. ábra)

$-K_a = 0,91$: munkadarab anyagától függő módosító tényező (5.19. ábra)

$-K_f = 1$: munkadarab felületétől függő módosító tényező (5.20. ábra)

A forgácsoló sebesség alapján meghatározható a **fordulatszám:**

$$n = \frac{1000 \cdot v_c}{D \cdot \pi} = \frac{1000 \cdot 17,52}{50 \cdot \pi} = 111,54 min^{-1}$$

ahol:

$-D = 50 mm$: a marószerszám átmérője

Az ehhez legközelebb eső, **gépen beállítható fordulatszám:** $n_{gépi} = 112 min^{-1}$

Ez alapján ki kell számolni a **megváltozott forgácsoló sebesség** értékét:

$$v_{cm} = \frac{D \cdot \pi \cdot n_{gépi}}{1000} = \frac{50 \cdot \pi \cdot 112}{1000} = 17,59 \frac{m}{min}$$

Az **asztal előtolás** értékét a következőképpen számítjuk:

$$v_f = s = f_z \cdot z \cdot n_{g\acute{e}pi} = 0,2 \cdot 10 \cdot 112 = 224 \frac{mm}{min}$$

Technológia okok miatt a **beállított asztal előtolás** értéke: $s_{g\acute{e}pi} = 60 \frac{mm}{min}$

A **közepes forgácsvastagság** is meg kell határoznunk:

$$e_k = f_z \cdot \sqrt{\frac{a}{D}} = 0,2 \cdot \sqrt{\frac{1}{50}} = 0,03 \frac{mm}{fog}$$

A **kapcsolószám** a következőképpen számítható:

$$\psi = \frac{\varphi}{\delta} = \frac{6,89}{36} = 0,19$$

ahol:

$$-\sin \frac{\varphi}{2} = \sqrt{\frac{f_z}{D}} = \sqrt{\frac{0,2}{50}} = 0,06 \rightarrow \varphi = 6,89^\circ: \text{forgácsívszög,}$$

$$-\delta = \frac{360^\circ}{z} = \frac{360^\circ}{10} = 36^\circ: \text{a maró két foga által bezárt szög}$$

Ezek alapján megtudhatjuk a **maróra ható közepes kerületi erőt**:

$$F_k = \psi \cdot k_c \cdot e_k \cdot a = 0,19 \cdot 1450 \cdot 0,03 \cdot 1 = 8,27 N$$

ahol:

$$-k_c = 1450 \frac{N}{mm^2}: \text{fajlagos forgácsolóerő (5.21. ábra)}$$

Így a **forgácsoló teljesítmény**:

$$P_c = F_k \cdot v_{cm} = 8,27 \cdot 17,59 = 145,47 W$$

Ebből meghatározható a **hajtáshoz szükséges teljesítmény**:

$$P_h = \frac{P_c}{\eta} = \frac{145,47}{0,8} = 181,84 W = 0,2 kW$$

ahol:

$$-\eta = 0,8: \text{a szerszámgép hatásfoka}$$

A TOS WH9 típusú vízszintes marógép 20 kW-os villanymotorja bőven kielégíti ezt a teljesítményigényt.

6.4 VI. befogás – Marás VI.

Furat simítása:

Választott szerszám: Kaiser EWN68-150CKB6

Fogásmélység ráhagyás alapján: $a = 1 \text{ mm}$

Fogások száma: $i = 1$

A szerszámra megengedett forgácsoló erő nagysága a gyártó katalógusában megadott számítási mód szerint:

$$F_f = \frac{0,63 \cdot f_n \cdot D \cdot k_c}{2} = \frac{0,63 \cdot 0,01 \cdot 95 \cdot 2280}{2} = 682,29 \text{ N}$$

ahol,

$-f_n = 0,01 \frac{\text{mm}}{\text{perc}}$: legkisebb ajánlott előtolás érték (5.29. ábra),

Anyag	Vc m/min	fn mm/U
Szerkezeti- és nemesíthető acélok:	120 - 200	0.01 - 0.03
Rozsdamentes acélok:	60 - 120	0.01 - 0.02
Öntvények:	80 - 160	0.02 - 0.04
Alumínium:	200 - 400	0.02 - 0.04
Szinesfémek:		

5.29. ábra Ajánlott forgácsolási alapadatok a Kaiser simító kiesztergáló szerszámhoz

$-D = 95 \text{ mm}$: szerszám átmérő,

$-k_c = 2280 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$: fajlagos forgácsolóerő (5.21. ábra)

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

$$f = \frac{F_f}{k_c \cdot a} = \frac{682,29}{2280 \cdot 1} = 0,3 \frac{\text{mm}}{\text{perc}}$$

Az $\frac{a}{f} = \frac{1}{0,3}$ viszony: 3,33:1

Az ideális $\frac{a}{f}$ viszony a szakítószilárdság és a szerszámanyag függvényében 8:1 (5.23. ábra), tehát a fogást nem kell megosztani.

Az **alkalmazott forgácsoló sebesség** az alkatrészgyártó ajánlása és a forgácsoló cégnél bevett gyakorlat alapján:

$$v_c = 200 \frac{m}{min} \text{ (5.29. ábra)}$$

Ebből a **fordulatszám** meghatározható:

$$n = \frac{1000 \cdot v_c}{D \cdot \pi} = \frac{1000 \cdot 200}{93 \cdot \pi} = 684,54 \text{ min}^{-1}$$

ahol:

$-D = 93 \text{ mm}$: a kiinduló átmérő

Az ehhez legközelebb eső, **gépen beállítható fordulatszám**: $n_{g\acute{e}pi} = 710 \text{ min}^{-1}$

Ez alapján ki kell számolni a **megváltozott forgácsoló sebesség** értékét:

$$v_{cm} = \frac{D \cdot \pi \cdot n_{g\acute{e}pi}}{1000} = \frac{93 \cdot \pi \cdot 710}{1000} = 207,44 \frac{m}{min}$$

A keletkező **forgácsoló erő** nagysága:

$$F_{fv} = k_c \cdot f \cdot a = 2280 \cdot 0,3 \cdot 1 = 684 \text{ N}$$

ahol:

$-k_c = 2280 \frac{N}{mm^2}$: fajlagos forgácsolóerő (5.21. ábra)

A forgácsolás **teljesítményszükséglete**:

$$P_c = \frac{F_{fv} \cdot v_{cm}}{60 \cdot 10^3} = \frac{684 \cdot 207,44}{60 \cdot 10^3} = 2,36 \text{ kW}$$

Ebből adódóan a **hajtáshoz szükséges teljesítmény**:

$$P_h = \frac{P_c}{\eta} = \frac{2,36}{0,8} = 2,95 \text{ kW}$$

A TOS WH9 típusú vízszintes marógép 20 kW-os villanymotorja bőven kielégíti ezt a teljesítményigényt.

6.5 VII. befogás – Fúrás I.

6 x Ø6,8 magfurat fúrása:

Választott szerszám: Csigafúró 6,8 h8 HS18 0 1 MSZ3984

$$\text{A fogásmélység: } a = \frac{D}{2} = \frac{6,8}{2} = 3,4 \text{ mm}$$

A fogások száma: $i = 1$

$$\text{Előtolás: } f = 0,15 \frac{\text{mm}}{\text{ford}} \text{ (5.24. ábra)}$$

A fenti adatok alapján meghatározható a **forgácsoló sebesség**:

$$v_c = v_0 \cdot K_l \cdot K_{sz} \cdot K_a = 28 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 0,91 = 25,48 \frac{\text{m}}{\text{min}}$$

ahol:

$$-v_0 = 28 \frac{\text{m}}{\text{min}}: \text{ alapsebesség (5.25. ábra)}$$

$$-K_l = 1: \text{ a furat hosszának és átmérőjének viszonyától függő módosító tényező (5.26. ábra)}$$

$$-K_{sz} = 1: \text{ szerszám anyagától függő módosító tényező (gyorsacél szerszámokra értéke: 1)}$$

$$-K_a = 0,91: \text{ megmunkálandó anyagtól függő módosító tényező (5.19. ábra)}$$

Ez alapján számolható a **fordulatszám**:

$$n = \frac{1000 \cdot v_c}{D \cdot \pi} = \frac{1000 \cdot 25,48}{6,8 \cdot \pi} = 1192,73 \text{ min}^{-1}$$

ahol:

$$-D = 6,8 \text{ mm}: \text{ a fúrószerszám átmérője}$$

Az ehhez legközelebb eső, **gépen beállítható fordulatszám**: $n_{gépi} = 1000 \text{ min}^{-1}$

Ezt figyelembe véve ki kell számolni a **megváltozott forgácsoló sebesség** értékét:

$$v_{cm} = \frac{D \cdot \pi \cdot n_{gépi}}{1000} = \frac{6,8 \cdot \pi \cdot 1000}{1000} = 21,36 \frac{\text{m}}{\text{min}}$$

Meghatározható a **forgácskeresztmetszet**:

$$A = \frac{D \cdot f}{4} = \frac{6,8 \cdot 0,15}{4} = 0,26 \text{ mm}^2$$

Ebből pedig az **egy élre ható főforgácsoló erő**:

$$F_1 = k_c \cdot A = 2280 \cdot 0,26 = 592,8 \text{ N}$$

ahol:

$$-k_c = 2280 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}: \text{ fajlagos forgácsolóerő (5.21. ábra)}$$

A fentiek alapján számolható a **fúrás nyomatékigénye**:

$$M = F_1 \cdot \frac{D}{2} = 592,8 \cdot \frac{6,8}{2} = 2015,52 \text{ Nmm} = 2,02 \text{ Nm}$$

Ez alapján meghatározható a fúrás **teljesítményszükséglete**:

$$P_c = \frac{M \cdot 2 \cdot \pi \cdot n_{g\acute{e}pi}}{60 \cdot 10^3} = \frac{2,02 \cdot 2 \cdot \pi \cdot 1000}{60 \cdot 10^3} = 0,21 \text{ kW}$$

Így a **hajtáshoz szükséges teljesítmény**:

$$P_h = \frac{P_c}{\eta} = \frac{0,21}{0,8} = 0,26 \text{ kW}$$

ahol:

$$-\eta = 0,8: \text{ a szerszám gép hatásfoka}$$

A TOS WH9 típusú vízszintes marógép 20 kW-os villanymotorja bőven kielégíti ezt a teljesítményigényt.

6.6 Műveletek ciklusidejének számítása

Marás I.

Homlokfelület nagyolása:

A választott Ø50 mm maróval háromszor kell végighaladni a felületen, hogy mindenhol nagyolásra kerüljön, emiatt három időből fog kiadódni a teljes idő. Az egyes szakaszoknál 3 mm-es rá- és túlfutással (l_1 és l_2) számolok.

$$t_1 = \frac{i \cdot (l_1 + l + l_2)}{f_z \cdot z \cdot n_{g\acute{e}pi}} = \frac{1 \cdot (3 + 190 + 3)}{0,2 \cdot 10 \cdot 112} = 0,88 \text{ min}$$

$$t_2 = \frac{i \cdot (l_1 + l + l_2)}{f_z \cdot z \cdot n_{g\acute{e}pi}} = \frac{1 \cdot (3 + 140 + 3)}{0,2 \cdot 10 \cdot 112} = 0,65 \text{ min}$$

$$t_3 = \frac{i \cdot (l_1 + l + l_2)}{f_z \cdot z \cdot n_{g\acute{e}pi}} = \frac{1 \cdot (3 + 140 + 3)}{0,2 \cdot 10 \cdot 112} = 0,65 \text{ min}$$

$$t = t_1 + t_2 + t_3 = 0,88 + 0,65 + 0,65 = 2,18 \text{ min}$$

Furat késztergálása:

$$t = \frac{i \cdot (l_1 + l + l_2)}{f \cdot n_{g\acute{e}pi}} = \frac{1 \cdot (3 + 110 + 3)}{0,59 \cdot 355} = 0,55 \text{ min}$$

Marás I. teljes műveleti idő:

$$t = 2,18 + 0,55 = 2,73 \text{ min}$$

Marás II.

Alsó felület nagyolása:

A választott Ø50 mm maróval háromszor kell végighaladni a felületen, hogy mindenhol nagyolásra kerüljön, emiatt vezettem be a képletbe a 3-as szorzót.

$$t_1 = 3 \cdot \frac{i \cdot (l_1 + l + l_2)}{f_z \cdot z \cdot n_{g\acute{e}pi}} = 3 \cdot \frac{1 \cdot (3 + 190 + 3)}{0,2 \cdot 10 \cdot 112} = 2,63 \text{ min}$$

Oldalsó felületek nagyolása:

A választott Ø50 mm maróval háromszor kell végighaladni a felületen, hogy mindenhol nagyolásra kerüljön, emiatt vezettem be a képletbe a 3-as szorzót.

$$t_2 = 3 \cdot \frac{i \cdot (l_1 + l + l_2)}{f_z \cdot z \cdot n_{g\acute{e}pi}} = 3 \cdot \frac{1 \cdot (3 + 110 + 3)}{0,2 \cdot 10 \cdot 112} = 1,55 \text{ min}$$

Marás II. teljes műveleti idő:

$$t = 2,63 + 1,55 = 4,18 \text{ min}$$

Marás III.

Felső felület nagyolása:

A választott Ø50 mm maróval háromszor kell végighaladni a felületen, hogy mindenhol nagyolásra kerüljön, emiatt vezettem be a képletbe a 3-as szorzót.

$$t_1 = 3 \cdot \frac{i \cdot (l_1 + l + l_2)}{f_z \cdot z \cdot n_{g\acute{e}pi}} = 3 \cdot \frac{1 \cdot (3 + 140 + 3)}{0,2 \cdot 10 \cdot 112} = 1,96 \text{ min}$$

Oldalsó felületek nagyolása:

A választott Ø50 mm maróval háromszor kell végighaladni a felületen, hogy mindenhol nagyolásra kerüljön, emiatt vezettem be a képletbe a 3-as szorzót.

$$t_2 = 3 \cdot \frac{i \cdot (l_1 + l + l_2)}{f_z \cdot z \cdot n_{g\acute{e}pi}} = 3 \cdot \frac{1 \cdot (3 + 110 + 3)}{0,2 \cdot 10 \cdot 112} = 1,55 \text{ min}$$

Átmenő furatok fúrása:

A két Ø10 furat fúrásának ciklusideje:

$$t_3 = 2 \cdot \frac{l_1 + l + l_2}{f \cdot n_{g\acute{e}pi}} = 2 \cdot \frac{(3 + 35 + 3)}{0,2 \cdot 560} = 0,73 \text{ min}$$

A négy Ø13,5 furat fúrásának ciklusideje:

$$t_4 = 4 \cdot \frac{l_1 + l + l_2}{f \cdot n_{g\acute{e}pi}} = 4 \cdot \frac{(3 + 35 + 3)}{0,25 \cdot 450} = 1,46 \text{ min}$$

Marás III. teljes műveleti idő:

$$t = 1,96 + 1,55 + 0,73 + 1,46 = 5,7 \text{ min}$$

Marás IV.

Hátsó felület nagyolása:

A választott Ø50 mm maróval háromszor kell végighaladni a felületen, hogy mindenhol nagyolásra kerüljön.

$$t_1 = \frac{i \cdot (l_1 + l + l_2)}{f_z \cdot z \cdot n_{g\acute{e}pi}} = \frac{1 \cdot (3 + 190 + 3)}{0,2 \cdot 10 \cdot 112} = 0,88 \text{ min}$$

$$t_2 = \frac{i \cdot (l_1 + l + l_2)}{f_z \cdot z \cdot n_{g\acute{e}pi}} = \frac{1 \cdot (3 + 140 + 3)}{0,2 \cdot 10 \cdot 112} = 0,65 \text{ min}$$

$$t_3 = \frac{i \cdot (l_1 + l + l_2)}{f_z \cdot z \cdot n_{g\acute{e}pi}} = \frac{1 \cdot (3 + 140 + 3)}{0,2 \cdot 10 \cdot 112} = 0,65 \text{ min}$$

Marás IV. teljes műveleti idő:

$$t = t_1 + t_2 + t_3 = 0,88 + 0,65 + 0,65 = \mathbf{2,18 \text{ min}}$$

Marás V.

Alsó felület simítása:

A választott Ø50 mm maróval háromszor kell végighaladni a felületen, hogy mindenhol simításra kerüljön.

$$t = 3 \cdot \frac{i \cdot (l_1 + l + l_2)}{f_z \cdot z \cdot n_{g\acute{e}pi}} = 3 \cdot \frac{1 \cdot (3 + 190 + 3)}{0,2 \cdot 10 \cdot 112} = 2,63 \text{ min}$$

Marás V. teljes műveleti idő:

$$t = \mathbf{2,63 \text{ min}}$$

Marás VI.

Furat simítása:

$$t = \frac{i \cdot (l_1 + l + l_2)}{f \cdot n_{g\acute{e}pi}} = \frac{1 \cdot (3 + 110 + 3)}{0,3 \cdot 710} = 0,55 \text{ min}$$

Marás VI. teljes műveleti idő:

$$t = \mathbf{0,55 \text{ min}}$$

Fúrás I.

6 x Ø6,8 magfurat fúrása:

$$t_1 = 6 \cdot \frac{l_1 + l}{f \cdot n_{g\acute{e}pi}} = 6 \cdot \frac{(3 + 21)}{0,15 \cdot 1000} = 0,96 \text{ min}$$

M8 menet fúrása:

$$t_1 = 6 \cdot \frac{l_1 + l}{f \cdot n_{g\acute{e}pi}} = 6 \cdot \frac{(3 + 16)}{0,3 \cdot 140} = 2,7 \text{ min}$$

Fúrás I. teljes műveleti idő:

$$t = \mathbf{0,96 + 2,7 = 3,66 \text{ min}}$$

Összes forgácsolási megmunkálás ideje:

$$t = 21,63 \text{ min} \approx 22 \text{ min}$$

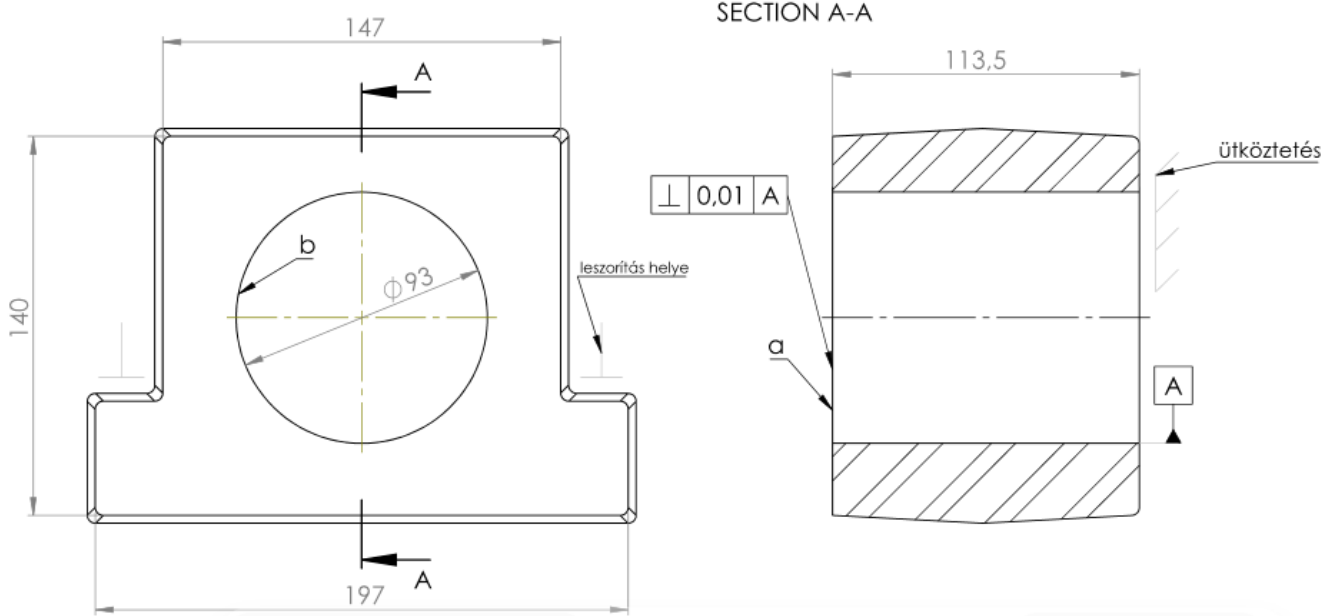
7. számú melléklet

Műveleti sorrend és műveleti utasításlapok

MATE, Anyagtudományi és Gépipari Folyamatok Tanszék					Művelet és műveletelőzési sorrend				Induló típus			
Rajzszám: MD-1-MH					Munkadarab megnevezése: Csapágyház							
v. k.h.	Anyag kódex				Anyagmegnevezés, méret, minőség				ME.	Bruttó 1000 db	Nettó 1000 db	
					Anyag: C45E							
					Előgyártmány: sülllesztékes kovácsolt							
					Nyersméret: L ₁ *B ₁ *H=197*140*116							
Műv. sorr.	Lap sz.	Költs hely	Hom. ker	Mű v. sz.	Művelet megnevezése				Nor. t.	Norm. 1000 db perc	Norm. 1000 db Ft	
1.					Kovácsolás							
2.					MEO							
3.	1.				Marás I.							
4.	2.				Marás II.							
5.	3.				Marás III.							
6.	4.				Marás IV.							
7.					MEO							
8.					Hőkezelés							
9.	5.				Marás V.							
10.	6.				Marás VI.							
11.					MEO							
12.	7.				Fúrás I.							
13.					MEO, Végellenőrzés							
Kiállította	Kelt		Ellenőrizte	Kelt		Főtechnológus	Kelt		Anyagnormás	Kelt	Időelemző	Kelt
Schild Eszter Timea	2023.09.11.											
Jel	Javította		Kelt	Ellenőrizte		Kelt	Jel	Javította		Kelt	Ellenőrizte	Kelt

MATE, Anyagtudományi és Gépipari Folyamatok Tanszék	MŰVELETI UTASÍTÁS forgácsolásra		Lapszám: 7/1.
Rajzsám: MD-10-MH	Munkadarab megnevezése: Csapágyház		Művelet száma: 1.
Anyag: C45E	Nyersméret: L ₁ *B ₁ *H=197*140*116	Művelet megnevezése: Marás I.	Műveleti ut. száma: 01

Vázlat:

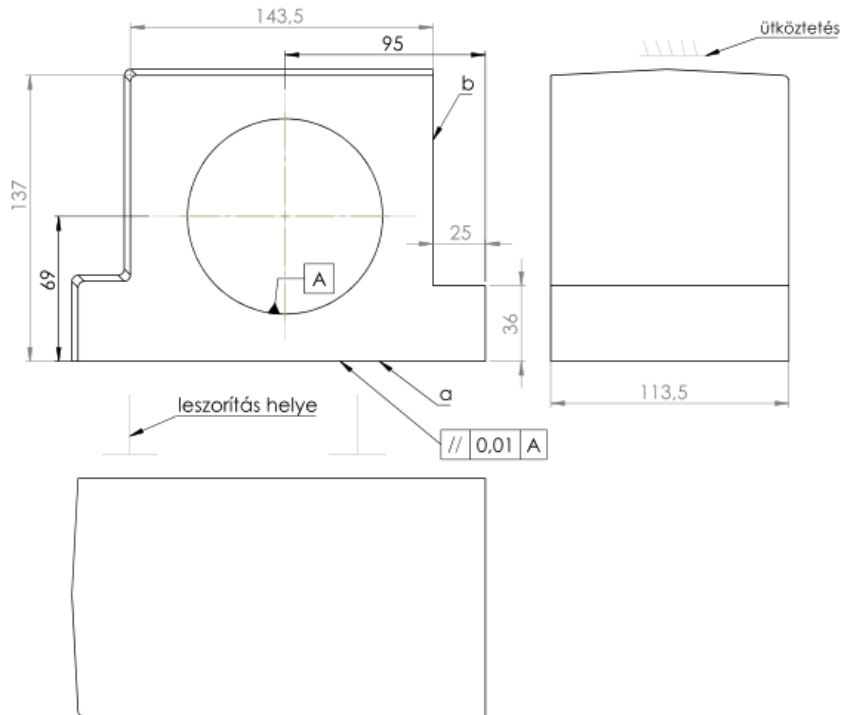


Sorsz	Művelet tagozódása	Megm. felület	Szerszám, mérőeszköz., készülék	v m/min	n ford/p	f mm/p	a mm.	i
	Befog szorítóvassal, ütköztetve							
1.	Homloklapfelületet nagyol	a	Homlokmáró HS 18 0 1 Ø50x35j III. MSZ 3852	17,59	112	60	2,5	1
2.	Furatot kiesztergál Ø93 mm-re	b	Kaiser CKB6-SW68DP-245	98,14	355	0,59	2,5	1
			Hűtés: 5%-os emulzió					
			Fervi 200 mm/0,01mm tolómérő					

Kiállította:	Kelte:	Ellenőrizte:	Kelte:	Darabidő:	Elkészülési idő:	Érv.darabszámra:
Schild Eszter Tímea	2023.09.11.			norm. i. pótidő	norm. i. pótidő	-tól -ig
Javítások						
Jel	Javította:	Kelte:	Ellenőr.:	Kelte:	Műhely:	Csoport:
					Forgácsoló	Maró
Kapja: péld oszt:						Géptípus
						norm. a WHN-90B
						szükség szerinti változat b
						c
						d

MATE, Anyagtudományi és Gépipari Folyamatok Tanszék	MŰVELETI UTASÍTÁS forgácsolásra	Lapszám: 7/2.
Rajzszám: MD-20-MH	Munkadarab megnevezése: Csapágyház	Művelet száma: 2.
Anyag: C45E	Nyersméret: L ₁ *B ₁ *H=197*140*116	Művelet megnevezése: Marás II.
		Műveleti ut. száma: 02

Vázlat:

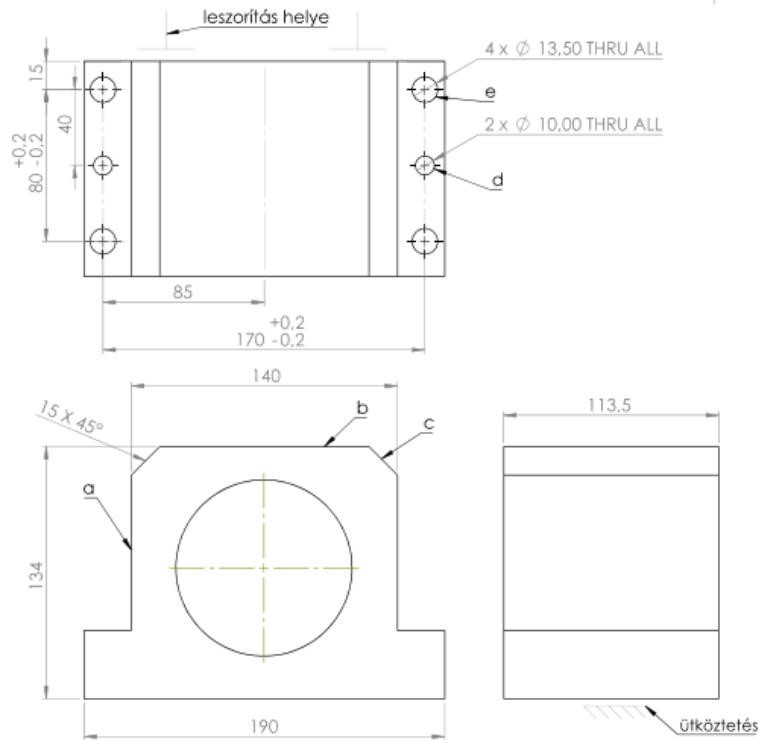


Sorsz.	Művelet tagozódása	Megm. felület	Szerszám, mérőeszköz., készülék	v m/min	n ford/p	f mm/p	a mm.	i
	Befog szorítóvassal, ütköztetve							
1.	Alsó felületet nagyol	a	Homlokmaró HS 18 0 1 Ø50x35j III. MSZ 3852	17,59	112	60	3	1
2.	Oldalsó felületeket nagyol	b	Homlokmaró HS 18 0 1 Ø50x35j III. MSZ 3852	17,59	112	60	3,5	1
			Hűtés: 5%-os emulzió					
			Fervi 200 mm/0,01mm tolmérő					

Kiállította:	Kelte:	Ellenőrizte:	Kelte:	Darabidő:	Elkészülési idő:	Érv.darabszámra:
Schild Eszter Tímea	2023.09.11.			norm. i. pótidő	norm. i. pótidő	-tól -ig
Javítások						
Jel	Javította:	Kelte:	Ellenőr.:	Kelte:	Műhely:	Csoport:
					Forgácsoló	Maró
				Géptípus		gép l.sz.
				norm.	a	WHN-90B
				szükség szerinti változat	b	
					c	
					d	
Kapja: péld oszt:						

MATE, Anyagtudományi és Gépipari Folyamatok Tanszék	MŰVELETI UTASÍTÁS forgácsolásra		Lapszám: 7/3.
Rajzszám: MD-30-MH	Munkadarab megnevezése: Csapágyház		Művelet száma: 3.
Anyag: C45E	Nyersméret: L ₁ *B ₁ *H=197*140*116	Művelet megnevezése: Marás III.	Műveleti ut. száma: 03

Vázlat:

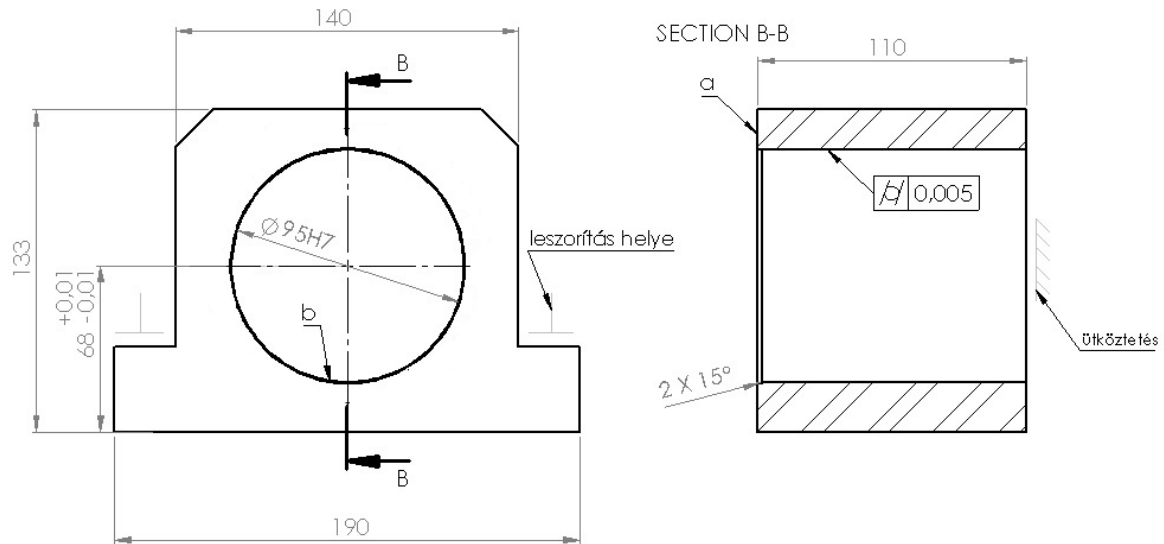


Sorsz	Művelet tagozódása	Megm. felület	Szerszám, mérőeszköz., készülék	v m/min	n ford/p	f mm/p	a mm.	i
	Befog szorítóvassal, ütköztetve							
1.	Oldalsó felületeket nagyol	a	Homlokmaró HS 18 0 1 Ø50x35j III. MSZ 3852	17,59	112	60	3,5	1
2.	Felső felületet nagyol	b	Homlokmaró HS 18 0 1 Ø50x35j III. MSZ 3852	17,59	112	60	3	1
3.	Éleket letör	c	Kaiser CKB3-RC064B-15		112	kézi	21,21	1
4.	2 db Ø10 átmenő furatot fúr	d	Csigafúró 10 h8 HS18 0 1 MSZ3984	17,59	560	0,2	5	1
5.	4 db Ø13,5 átmenő furatot fúr	e	Csigafúró 13,5 h8 HS18 0 1 MSZ3984	19,09	450	0,25	6,75	1
			Hűtés: 5%-os emulzió					
			Fervi 200 mm/0,01mm tolómérő					
			Diatest furatmérő dugó					

Kiállította:	Kelte:	Ellenőrizte:	Kelte:	Darabidő:	Elkészülési idő:	Érv.darabszámra:
Schild Eszter Tímea	2023.09.11.			norm. i. pótidő	norm. i. pótidő	-tól -ig
Javítások						
Jel	Javította:	Kelte:	Ellenőr.:	Kelte:	Műhely:	Csoport:
					Forgácsoló	Maró
Kapja: péld						Géptípus
oszt:						norm. a WHN-90B
						szükség szerinti változat b
						c
						d

MATE, Anyagtudományi és Gépipari Folyamatok Tanszék	MŰVELETI UTASÍTÁS forgácsolásra		Lapszám: 7/6.
Rajzsám: MD-60-MH	Munkadarab megnevezése: Csapágház		Művelet száma: 6.
Anyag: C45E	Nyersmért: L ₁ *B ₁ *H=197*140*116	Művelet megnevezése: Marás VI.	Műveleti ut. száma: 06

Vázlat:



Sorsz	Művelet tagozódása	Megm. felület	Szerszám, mérőeszköz., készülék	v m/min	n ford/p	f mm/p	a mm.	i	
	Befog szorítóvassal, ütköztetve								
1.	Homlokfelületet simít	a	Homlokmaró HS 18 0 1 Ø50x35j III. MSZ 3852	17,59	112	60	1	1	
2.	Furatot simít Ø95 mm-re	b	Kaiser EWN68-150CKB6	207,44	710	0,3	1	1	
3.	Furatélt letör	b	Kaiser CKB3-RC064B-15	17,59	112	kézi			
			Hűtés: 5%-os emulzió						
			Fervi 200 mm/0,01mm tolómérő						
Kiállította:		Kelte:	Ellenőrizte:	Kelte:	Darabidő:	Elkészülési idő:	Érv.darabszámra:		
Schild Eszter Tímea		2023.09.11.			norm. i. pótidő	norm. i. pótidő	-tól	-ig	
Javítások									
Jel	Javította:	Kelte:	Ellenőr.:	Kelte:	Műhely:	Csoport:	Géptípus		
					Forgácsoló	Maró	norm.	a	WHN-90B
							szükség szerinti változat	b	
							c		
							d		
Kapja: péld oszt:									

