



Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem
Gödöllői Campus
Gépészmérnök Szak

A DOLGOZAT CÍME:

Alumínium alkatrészhez öntőszerszám tervezése

Belső konzulens: Név: Dr. Pataki Tamás István
beosztás: Egyetemi docens

Külső konzulens: Név: Vilt Ádám
beosztás: Senior szerszámtervező mérnök

Készítette: Név: **Lendvai Dániel**
Neptun kód: F7WODI
tagozat: nappali

Intézet/Tanszék: Műszaki Intézet

Gödöllő
2024 tavasz

Feladatlap



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

MŰSZAKI INTÉZET
GÉPÉSZMÉRNÖK ALAPSZAK
Gépgyártó specializáció

SZAKDOLGOZAT
feladatlap

Lendvai Dániel (F7WODI)

részére

A szakdolgozat címe:

Alumínium alkatrészhez öntőszerszám tervezése

Feladatkiírás:

Bevezetés, cégbemutató, szakirodalom feldolgozása, probléma bemutatása, alkatrész választása, 3D modellezés; öntőszerszám tervezése, gazdasági számítás, összefoglalás

Közreműködő tanszék: Anyagtudományi- és Gépipari Folyamatok

Külső konzulens: *Vilt Ádám*; Senior szerszámtervező mérnök, FÉMALK ZRT.

Belső konzulens: *Dr. Pataki Tamás István*; egyetemi docens, Magyar Agrár és Élettudományi Egyetem

Beadási határidő: 2024. április 22

Gödöllő, 2024. február 12

Jóváhagyom

(tanszékvezető)

(szakfelelős)

Átvettem

(hallgató)

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

Gödöllő, 2024.

(külső konzulens)

Tartalom

1.	Bevezetés.....	5
1.1.	A téma jelentősége	5
1.2.	Célkitűzés.....	6
2.	Szakirodalom feldolgozása	6
2.1.	Az alumínium tulajdonságai, előállítása	6
2.2.	Az alumínium finomítása.....	9
2.3.	Az alumínium, mint öntészeti alapanyag:.....	9
2.4.	A legfontosabb öntészeti eljárások:	13
2.4.1.	Nyomásos öntés	13
2.4.2.	Homoköntés.....	14
2.4.3.	Centrifugál öntés.....	16
2.4.4.	Precíziós öntés	18
2.5.	Környezetvédelem az öntödékben	19
3.	Anyag és módszer	21
3.1.	A feladat és a módszer ismertetése	21
3.2.	Tervezési szempontok, öntvények vizsgálata:.....	22
3.3.	A tervezés előtti lépések	25
3.4.	A szerszám konstrukciós felépítése és tervezése	28
3.5.	A szerszám álló oldalának részei és tervezése	28
3.5.1.	Álló formalap.....	29
3.5.2.	Álló felfogólap.....	31
3.5.3.	Kamra	32
3.6.	A szerszám mozgó oldalának részei és tervezése	33
3.6.1.	Mozgó formalap	34

3.6.2.	Támaszlap.....	35
3.6.3.	Távtartó hasábok.....	36
3.6.4.	Mozgó felfogólap:	37
3.7.	A kilökő rendszer elemei	38
3.7.1.	Kilökő tartólap.....	38
3.7.2.	Kilökő lap	39
3.8.	Az egész öntőszerszámra vonatkozóan.....	41
4.	Gazdasági számítás	43
5.	Összefoglalás.....	45
6.	Summary	46
7.	Nyilatkozatok	47
8.	Irodalomjegyzék.....	50
9.	Mellékletek.....	54
9.1.	A tervezett szerszámmal kapcsolatos számítások.....	54
9.1.1.	A fémnyomás és a szerszám tartalék záróereje	54
9.1.2.	A szerszám hőmérsékleti viszonyai.....	55
9.1.3.	A hűtőcsatornával kapcsolatos számítások.....	56
9.2.	Műhelyrajzok	58

1. Bevezetés

A bevezető fejezetben szeretném bemutatni a szakdolgozatom témáját, illetve annak jelentőségét. Megfogalmazom a témával kapcsolatos célkitűzéseimet, amelyeket a szakdolgozat végén kiértékelek, elemzek. Első körben a témám iparban való elhelyezkedéséről és szerepéről szeretnék írni, valamint arról, hogy gazdasági szempontból milyen hatással van az iparra és a világ többi területére.

1.1. A téma jelentősége

Napjainkban, amikor több millió személyautót, motorkerékpárt gyártanak évente, és a környezetvédelmi előírások szigorítása a tervezőket komoly kihívások elé állítja, minden olyan téma rendkívül aktuális, mely járműipari öntvényekkel, illetve ezen öntvények gyártástechnológiájának felülvizsgálatával, fejlesztésével foglalkozik. A gyártástechnológia megalkotása során törekedni kell a költség- és környezethatékony megoldásokra. Az autóiipari beszállítóknak egyre inkább szembe kell nézniük azzal a ténnyel, hogy az autógyárak elsődleges célja a minél nagyobb teljesítményű, de minél kisebb tömegű alkatrészek kifejlesztése. Ebbe a körbe tartoznak a gépjárművek alumíniumöntvényből kokillába öntött, biztonsági szempontból fontos alkatrészei is, például a fékházak, főfékhengerek, lengőkarok, felfüggesztők, motoralkatrészek, de sok más területen is fontos szerepet játszik a tömegcsökkentés. Azonban ahhoz, hogy megfelelő öntvényeket tudjunk készíteni a megfelelő célra, elengedhetetlen a megfelelő öntési technológia kiválasztása, és az ehhez szükséges öntőszerszám elkészítése. A tervezés során egyszerre kell figyelembe venni a környezetvédelmi, gazdasági és energiahatékonysági szabályokat, de figyelni kell a műszakilag és technológiailag legmegfelelőbb érveket, valamint a minőségi és mennyiségi követelményeket. A tervezés során ezen szempontok figyelembevételével kell megalkotni egy olyan végeredményt, ami minden szempontot a legjobban kielégít. Sok esetben előfordul például, hogy ami gazdaságos, az műszakilag nem megfelelő és fordítva. Az ilyen esetekben kompromisszumot kell kötni a két szempont között, vagy ha valamelyik kiemelt prioritású, akkor azt kell jobban kielégíteni. A technológiai és gazdasági fejlődésnek köszönhetően egyre nagyobb szerepet kapnak a könnyűfémekből, vagy ezek ötvözetéből készült öntvények és ezek magukkal hozzák az öntőszerszámok tervezésének folyamatos növekedését és fejlesztési igényeit is.

1.2. Célkitűzés

A szakdolgozatom során szeretném feltárni az öntőszerszámok tervezése során felmerülő problémákat, nehézségeket, illetve azokat a technológiai lépéseket, amelyek szükségesek egy jól kivitelezett szerszám megtervezéséhez, és megfelel a termelési és gazdasági, valamint a környezetvédelmi előírásoknak egyaránt.

2. Szakirodalom feldolgoása

Ebben a fejezetben szeretnék kitérni az alumíniumra mint öntészetben használt alapanyagra, illetve az öntészeti iparágban jellemzően előforduló alumínium ötvözetekre és a fő ötvöző anyagokra. Szeretnék beszélni a követelményekről, amik szükségesek ahhoz, hogy alumínium öntvények készülhessenek. Szeretném felvázolni az alumíniumból készült öntvények jelentőségét, illetve előnyeit és hátrányait más alapanyagú öntvényekkel szemben.

2.1. Az alumínium tulajdonságai, előállítása

Elsőként szeretném bemutatni az alumíniumra jellemző tulajdonságokat, amelyek a műszaki életre vonatkozóan fontosak, valamint az alumínium előállítási folyamatát. Lássuk tehát az alumínium legfontosabb fizikai tulajdonságait:

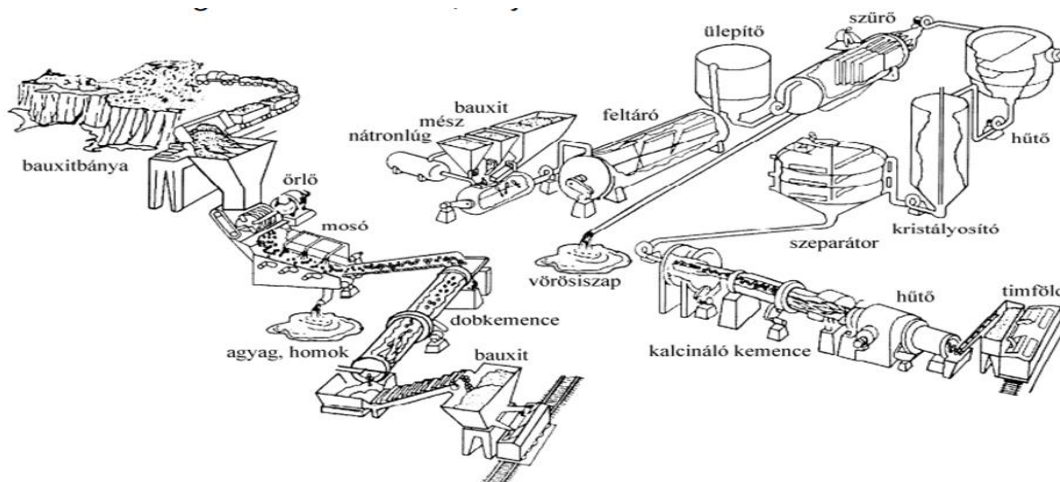
- kis sűrűség: $2,7 \text{ [kg/dm}^3\text{]}$;
- lapközepes köbös rácsszerkezet;
- kis keménység: 12 HBS;
- alacsony olvadáspont: 660°C ;
- kis folyáshatár: $R_{eH}=20 \text{ [N/mm}^2\text{]}$;
- jó korrózióállóság;
- kiváló hő- és villamos vezetőképesség.

A $4,5 \text{ [kg/dm}^3\text{]}$ sűrűség alatti fémeket könnyűfémeknek, az ezen érték feletti fémeket pedig nehézfémeknek nevezzük. Ez alapján az alumínium a könnyűfémek csoportjába tartozik. A fentiekből megállapítható, hogy a kedvező tulajdonságai miatt előnyösebb a felhasználása, mint más fémeknek, például az acélnak. Ugyanakkor a mechanikai jellemzői gyengébb értékűek, ami sok esetben korlátozza az alkalmazhatóságát, például az építőiparban.[1]

A következő, amit fontosnak tartok megemlíteni az alumíniummal kapcsolatban, az az előállítási folyamata. Az alumínium előállítási nyersanyaga a bauxit, aminek vörös színét a vas-

oxid adja. Az alumínium gyártásának első lépése az alumínium-oxid, más néven a timföld előállítása. A timföldgyártás során tulajdonképpen ércdúsítást alkalmaznak, amely számos más fém előállítási folyamatainál is alkalmazott. A folyamat során a bauxitot, amely már kiszáritott, nátronlúg vizes oldatához adják hozzá, mindezt hevítés közben teszik meg. Az alumínium oldódik, amelyhez a legmegfelelőbb a 180 és 230°C közötti hőmérséklet. Az oldási folyamat során nátrium-aluminát képződik az oldatban, valamint az alumínium is az oldatban marad. A megfelelő oldási hőmérsékletet vizes oldat esetében csak az atmoszférikus nyomásnál alacsonyabb nyomáson lehet biztosítani. Az oldás után leválasztják a keletkező mellékterméket, amely a vörösiszap. Ez igen veszélyes anyag, mert nagyon erős lúgos hatással rendelkezik. Az oldat megmaradt részét 100°C-ra hűtik vissza, majd átszűrik.

A túltelített oldat ezután a kristályosító berendezésbe kerül, ahol plusz hozaganyag hozzáadásával és megfelelő keveréssel az alumínium-hidroxid kikristályosodik. Ezután az oldatot ismét átszűrik, hogy a szilárd részt külön tudják választani, az oldat maradékát pedig, amely még sok alumínium-hidroxidot tartalmaz, visszaküldik a rendszerbe, így egy körfolyamatot hoznak létre. Az alumínium-hidroxidból úgynevezett kalcinálási folyamat során lesz alumínium-oxid, másik nevén timföld. Ez porszerű, fehér színű, nagyon finomszemés anyag, amely igen magas olvadásponttal rendelkezik. Ebből állítják elő elektrometallurgiai folyamat során az úgynevezett kohóalumíniumot. Ez a folyamat szintén fontos szerepet tölt be a gyakorlatban több másik fém előállítási folyamatában. A timföldgyártás folyamata, valamint előállítása során alkalmazott legfontosabb berendezések is láthatóak az alábbi ábrán. [2], [3]



1.ábra: A timföldgyártás folyamata és fontosabb berendezései [4]

Mint említettem, a timföld olvadáspontja nagyon magas (2045°C), ezért az olvasztása nem gazdaságos a magas energiaigény miatt. Ebből következik, hogy a timföldet nem olvasztják meg, hanem 7-8%-os olvadt kriolitban oldják fel, aminek csak 1010°C az olvadáspontja, és ezzel eléri az elektrolízist. Az elektrolízis hatására, az alumínium a katódon válik le, míg az oxigén az anódon.

A kohósító berendezés tulajdonképpen egy körülbelül 20-60 m² alapterületű és 1-1,5 méter mélységű kád. Kokszköpennyel van kibélelve, ami egyúttal a katód szerepét is betölti. Az elektrolitba pedig grafitból készült anód kerül. Az elektrolízis hatására hő termelődik a felszabaduló szén és oxigén reakciójaként, ezért a villamosenergia-igény csökken, de a grafit pótlásáról és a keletkező szén-dioxid elvezetéséről is gondoskodni kell. Mivel az alumínium elektrolízise egy állandóan zajló folyamat, ezért a timföldet meghatározott időközönként pótolni kell. A kád alján gyűlik össze az olvadt állapotú alumínium, amit aztán vákuum használatával egy-két naponta csapoló üstbe öntenek. A gyártási folyamat villamosenergia-igénye viszonylag magas. Az elektrolízis eléréséhez nagyságrendileg 50-250 kA erősségű áramra van szükség. A gazdaságosabb üzemeltetés céljából több kádat sorba kapcsolnak, és egy kádra 4-5 V nagyságú feszültséget adnak. A feszültségesés nagy része, ami körülbelül 33%, az alumínium-oxid bontásának hatására áll elő. További 28%-a hőtermelés, a maradék 38%-a pedig az áramkör átmeneti ellenállása miatt lép fel. Az elektrolízis során 1 kg nyers alumínium gyártásához körülbelül 18 kWh energia szükséges. Az anyagfelhasználási arányok szempontjából meghatározó, hogy 4 kg bauxitból nagyságrendileg 2 kg timföld állítható elő és ebből körülbelül 1 kg kohóalumínium lesz. A kohóalumínium nem szinalumínium, mert tisztasága csak 99-99,5%. Az alumínium vegyi összetétele az alábbi táblázatban látható. [4]

1.táblázat: Az alumínium vegyi összetétele [4]

Sorszám	Kohóalumíniumban található elemek	elemek mennyisége (tömeg %)
1.	Alumínium (Al)	98,6-99,3
2.	Vas (Fe)	0,2-0,6
3.	Szilícium (Si)	0,2-0,4
4.	Réz (Cu)	0,03-0,1
5.	Cink (Zn)	0,03-0,1
6.	Titán (Ti)	0,05-0,15

2.2. Az alumínium finomítása

A kohóalumínium önmagában nem sok mindenre hasznosítható a gyakorlatban, ezért ipari felhasználás előtt ötvözni és finomítani is kell. A gyakorlatban szinalumíniumról akkor beszélhetünk, ha eléri a 99,99%-os tisztaságot (ezt nevezik négykilences alumíniumnak). A tisztaság fokozásával nő a vezetőképesség, amely az elektronika területén nagyon fontos tulajdonság. Egyik lehetősége a kohóalumínium finomításának a háromréteges olvadék elektrolízis. Ennek egyik eszköze a timföld elektrolízisének is alkalmazott kádhoz hasonló berendezés, itt azonban fordított a szerep, mert a pozitív anód lesz kád alját képező grafittömb és a bemerülő grafitrúd a katód. A kádban három olvadékréteg helyezkedik el egymás felett elkülönülve. Legalul található a kohóalumínium olvadéka, amit melyet a nagyobb sűrűség elérése céljából rézzel ötvöznek. Felette egy báriumkloridban oldott kriolit és nátriumklorid elektrolit réteg található. Legfelül helyezkedik el az olvadt, finomított alumínium, ami egyben a katód is. Az alumínium szennyezői azok az anyagok, melyeknek az elektródpotenciáljuk nagyobb, mint az alumíniumnak. (C_u , F_e , S_n , S_i , C_r , Z_n , M_n), az olvadt anódfémekben maradnak, mert ezek nem oldódnak az elektrolitban. Amelyeknek kisebb az elektródpotenciáljuk (N_a , C_a , M_g , T_i), azok oldódnak, de a katódon nem tudnak leválni, így az elektrolitban maradnak, majd túltelítődés után részben kicsapódnak és üledéket képeznek. A szennyezők tehát az anód olvadékában gyűlnek össze, eltávolítani pedig az elektrolit frissítésével és az anód részleges cseréjével lehet. A finomított alumíniumot vákuumszivattyúval egy-két naponként eltávolítják. [5]

2.3. Az alumínium, mint öntészeti alapanyag:

Az alumíniumötvözetek fő ötvözői a lítium, szilícium, magnézium, réz és a nikkell. Az alumínium a szilíciummal eutektikumot képez, amelynek lényege, hogy legalább két elem keverékének létezik legalább egy olyan összetétele, amely a tiszta komponensek olvadáspontjánál alacsonyabb hőmérsékleten olvad meg. Az eutektikum olvadáspontja kisebb az alapféménél. Olvadt állapotban az ötvözet formakitöltő képessége kiváló, a szilícium a meleg-repedékenységet csökkenti, az ötvözet kopásállósága jó, az ötvöztől a szilárdsági és alakváltozási mérőszámok értékei javulnak. [6]

Az alumínium és az ötvözők fizikai tulajdonságait az alábbi táblázat tartalmazza:

2.táblázat: Az alumínium és a fő ötvözők fizikai tulajdonságai [4]

Vegyjel	Rend- szám	Elemi cella	Sűrűség szilárd állapotban	Sűrűség olvadt állapotban	Olvadáspont
			kg m ⁻³	kg m ⁻³	°C
Li	3	Köbös, tkk	535	512	180,5
Al	13	Köbös, fkk	2700	2375	660,4
Si	14	Gyémánt rács	2330	2570	1414,0
Mg	12	Hexagonális	1738	1584	650,0
Cu	29	Köbös, fkk	8960	8020	1084,6
Zn	30	Hexagonális	7140	6570	419,5

Hatásuk szerint az alumínium ötvözőit csoportokba soroljuk:

- szilárdságnövelő ötvözők: réz, magnézium, szilícium, cink;
- korrózióállóságot fokozó ötvözők: magnézium, mangán, antimon (Sb);
- szemcsefinomító ötvözők: titán, stroncium (Sr);
- melegszilárdságot növelő ötvöző: nikkell;
- forgácsolhatóságot javító ötvözők: magnézium, kobalt, bizmut (Bi);
- nyomásos öntészeti önthetőséget javító ötvöző: vas.

Az alumínium az ötvözői nagy részével kemény, rideg fémes vegyületet alkot, ezek poligonálisan kristályosodnak. Az ötvözők azonban egymással is képezhetnek vegyületeket, így egyes ötvözők bizonyos esetekben kerülendő szennyezők is lehetnek, az egymással alkotott vegyületeik kedvezőtlen hatást gyakorolhatnak. Kiváló példa erre a réz, amely a nagy szilárdságra hőkezelhető Al-Cu-Mg ötvözet fő ötvözője, de az Al-Mg korrózióálló ötvözetek veszélyes szennyezője. Az alumíniumötvözetek esetében hidrogén és az oxigén mindig szennyezőként van jelen. A vas megítélése alapvetően kedvezőtlen az alakítható ötvözetek esetén, szennyezőként tartják számon, azonban acél öntőszerszámok esetében jótékonyan is hathat, mert csökkenti az alumínium affinitását a szerszámacél felé. Napjainkban egyre inkább terjednek a vassal erősen ötvözött ötvözetek is, amelyek vastartalma 2–4 %.

források: [4], [7]

Az alumínium a legtöbb ötvözővel szilárd oldatot képez, ahol az oldás mértéke korlátos. A gyakorlatban leggyakrabban előforduló szilárd oldatok:

- cink: 32,4 %, az eutektikum olvadási hőmérséklete: 400 °C;
- magnézium: 17 %, az eutektikum olvadási hőmérséklete: 450 °C;
- réz: 5,7 %, az eutektikum olvadási hőmérséklete: 548 °C;
- szilícium: 1,65 %, az eutektikum olvadási hőmérséklete: 577 °C.

Az ötvözött alumíniumban előforduló ötvözők három csoportba sorolhatók.

- I. Főötvözők: a szilícium, a réz, a magnézium, a horgany és a mangán. Ezek döntően befolyásolják az Al mechanikai tulajdonságait.
- II. Másodrendű ötvözők: a nikkel, a kobalt, a króm és a vas. Ezekből az ötvözőkből az alumínium kevés mennyiséget tartalmaz, és nem változtatják meg lényegesen az alumínium tulajdonságait. A Ni és Co elsősorban a melegszilárdságot, a Cr és Fe pedig a forgácsolhatóságot javítja.
- III. Szemcsefinomító ötvözők: a titán, a cérium és a nátrium. Ezeket az ötvözőket egészen kis mennyiségben adagolják. Hatásuk elsősorban szemcse-finomítás, gáztalanítás. Megkülönböztetünk öntészeti és alakítható Al-ötvözeteket. Az öntészeti ötvözetek esetében az ötvözés célja a szilárdság növelésén túlmenően az öntészeti tulajdonságok javítása. A szinalumínium rosszul önthető; nagy a zsugorodása és kicsi a melegszilárdsága, ezért lehűlés közben repedésre hajlamos. Az alakítható ötvözetek esetében az ötvözők elsősorban a gyártmány szilárdsági tulajdonságait javítják hőkezeletlen és hőkezelt állapotban.

Az alumínium ötvözetek azon csoportját, amelyekből öntvények készülnek, öntészeti alumíniumoknak nevezzük. Az öntészeti alumínium-ötvözeteket négy csoportba osztjuk:

- szilíciumtartalmú ötvözetek,
- magnéziumtartalmú ötvözetek,
- réztartalmú ötvözetek,
- cinktartalmú ötvözetek.

A fent említett ötvözetekről szintén találtam információt, és ezeket fontosnak tartom bemutatni, így most ezekről szeretnék írni röviden.

Alumínium-szilícium csoport:

Az önthető alumínium-ötvözetek legnagyobb részét a szilíciummal ötvözöttek, más néven sziluminok teszik ki. A szilícium 12% Si-tartalomnál eutektikumot képez az alumíniummal, ami kitűnő önthetőségi tulajdonságokat eredményez. A sziluminoknak a legkisebb a zsugorodása (0,5 – 1,15%), az öntvények tömörek, korrózióállóak, de nehezen forgácsolhatók. Általában a 10 – 13% szilíciumtartalmúakat öntik, de durva szemcseszerkezettel dermed, ezért modifikálni kell. A modifikálás során fémnátriumot (0,1%) adnak 100-200°C-kal túlhevített fürdőbe, ami elősegíti a kristályosodási középpontok kialakulását. Dermedés során finomabb, gömb alakú krisztallitok alakulnak ki, amelyek nagyobb szilárdságot és kedvezőbb alakíthatóságot eredményeznek. A modifikált ömledéket egy bizonyos időtartamon belül fel kell használni, mert a Na folyamatosan csökken és így a hatása később már nem érvényesül. Homokformázással, kokilla- és nyomásos öntési eljárással feldolgozhatók. [8]

Alumínium-magnézium csoport:

Szilárd oldat típusú ötvözeit öntik, mert az eutektikus összetételűek nagyon ridegek. Nagy a szakítószilárdságuk, nyomásos öntésre alkalmasak. Rosszabbul önthetők, mint a sziluminok. Jó korrózióállóak, jól forgácsolhatók és fényezhetők. Felhasználásuk elsősorban a korróziónak kitett öntvényeknél jelentős.

Alumínium-réz csoport:

A legrégebben használt öntészeti alumíniumötvözet. Öntészeti tulajdonságai nem jók, mert nagy zsugorodása van, illetve formakitöltő képessége rossz, korrózióállósága sem jó és repedésképződésre hajlamos. Ezzel szemben előnye a nagyobb melegszilárdság és hogy nemesíthető, amellyel a szakítószilárdsága akár 400-450 [N/mm²] értékig is növelhető. Jellemzően kokillaöntéssel és homokformába történő öntéssel dolgozzák fel.

Alumínium-cink csoport:

Öntéssel a 7-12%-os cinktartalmú ötvözetek dolgozhatók fel. Önthetőségi tulajdonságaik nagyon kedvezőek, mert jó a formakitöltő képességük, kicsi a porozitási hajlamuk. A sziluminokhoz hasonlóan szintén hajlamosak durvaszemcsés dermedésre, ezért ugyanúgy fémnátriummal modifikálni kell. Az öntvények szilárdsági tulajdonságai szintén kedvezőek, ezért nagyobb szilárdságú öntvények gyártásához használatos ez az ötvözetcsoporthoz. [8], [9], [10]

2.4. A legfontosabb öntészeti eljárások:

A fejezetben röviden bemutatom a napjainkban leggyakrabban alkalmazott öntészeti eljárásokat. Minden eljárás különbözik valamilyen mértékben a többitől, ezért mindegyik más-más esetben használható gazdaságosan. Fontos szempont, hogy hány darab öntvényt kell legyártanunk, illetve, hogy az öntvény milyen feladatot lát majd el felhasználása során, és ennek megfelelően kell öntészeti módszert választanunk. Lássuk tehát a legjellemzőbb és legjelentősebb öntészeti eljárásokat.

2.4.1. Nyomásos öntés

A nyomásos öntés olyan fémalakítási technológia, amelynek során nagyon nagy sebességgel és nagyon rövid idő alatt juttatják az olvadt fémeket az osztott fémformába, más néven a szerszám formaüregébe. A formaüregbe kerülés után az olvadt fémre rendkívül nagy, akár több száz tonnának megfelelő nyomás is hathat. Ebből következik, hogy a kokilla- és homoköntéssel ellentétben a formakitöltés már nem függ a nehézségi erőtől, hanem a folyékony fémre ható nyomásenergia kinetikai energiává való alakításán alapszik. A formatöltés közben alkalmazott nagy fémsebesség bonyolult áramlási viszonyok kialakulását idézi elő, melynek következtében a folyékony fém a formaüregben lévő levegő jelentős részét magába zárja. A rendkívül nagy fémre ható nyomás a megszilárdulás közben a levegő-bezáródások összepréseléséhez szükséges. A nem megfelelően összepréselt levegő dermedés során az öntvényben repedéseket, zárványokat idézhet elő. [11]

Dr. Dúl Jenő így fogalmaz a Nyomásos öntészeti ismeretek c. művében: „A nyomásos öntést különösen a vékony falvastagságú, bonyolult geometriájú öntvények gyártásához alkalmazzák. A szerszám hőmérséklete lényegesen kisebb, mint a gravitációs öntés esetén, ezért a nyomásos öntvények jellemzője a rendkívül rövid dermedési (megszilárdulási) idő. A formaüreg megtöltéséhez tehát a dermedési időhöz képest sokkal rövidebb öntési idő szükséges, mely csak nagy fémáramlási sebesség alkalmazásával biztosítható. Napjainkban széles körben használják a nyomásos öntés különböző változatait, főleg gépkocsialkatrészek, elektromos motorok, számítógép-alkatrészek, háztartási gépalkatrészek és kéziszerszámok stb. gyártásánál. A nyomásos öntéssel készült öntvények súlytartománya néhány grammtól kb. 50 kg-ig terjed. Főleg alumínium-, magnézium-, horgany- és rézötvözetek öntésére használják. Korábban jelentős volt az ón- és az ólom-ötvözetek nyomásos öntése is.” Az alábbi táblázatban látható a

nyomásos öntés és más öntészeti eljárások fő jellemzőinek, az öntési (formaüreg-megtöltési) időnek, a fém bekötő csatornában (megvágásban) kialakuló áramlási sebességének és a megszilárdulás közben a fémre ható nyomásnak az összehasonlítása.

3.táblázat: Nyomásos öntészeti paraméterek összehasonlítása más öntészeti eljárásokkal [12]

Technológia / Paraméterek	Öntési idő (s)	Áramlási sebesség a bekötő csatornában (m/s)	Fémre ható nyomás a megszilárdulás közben (bar)
Gravitációs öntés homokformába	5...30	0,5...5	1
Gravitációs öntés kokillába	2...10	1...5	1
Alacsony nyomású öntés kokillába	2...10	0,5...2	1,4...2,5
Melegkamrás nyomásos öntés	$5...20 \cdot 10^{-3}$	50...120	200...400
Hidegkamrás nyomásos öntés	$10...50 \cdot 10^{-3}$	20...80	500...1500

A táblázatból jól megfigyelhető, hogy a nagynyomású öntésnél alkalmazott nyomás és a folyékony fém áramlási sebessége akár százszorosa is lehet például a kokillaöntéshez képest, ezzel szemben az öntési idő akár nagyságrendekkel is kisebb. A rövid öntési ciklusidő miatt kis időn belül nagyon magas darabszámú öntvény készíthető, ami a mai modern gazdasági helyzetben nagyon lényeges szempont. [12]

2.4.2. Homoköntés

Az öntési eljárásra vonatkozóan az Öntvények gyártástechnológiája c. könyvben a következő szövegrészletet találtam meg:

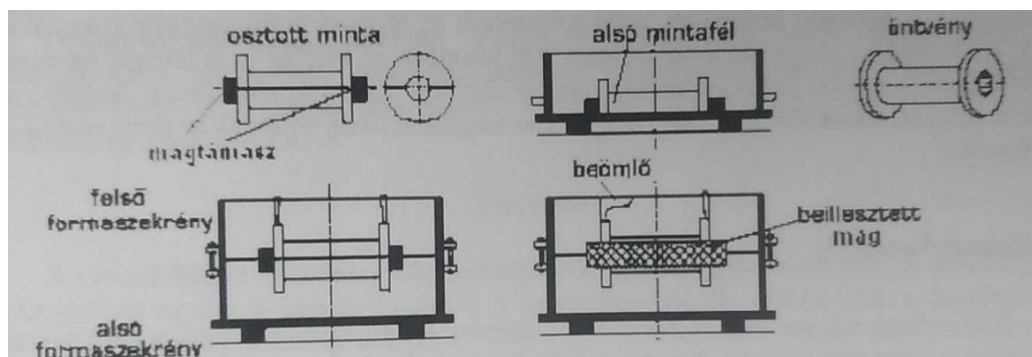
„A homokformába öntés lehetővé teszi a legváltozatosabb méretű és formájú alumínium öntvények előállítását és a legtöbb alumíniumötvözet felhasználását. Ezenkívül - a viszonylag kis felszerszámozási költség következtében - a kis sorozatú öntvények előállításának is ez a leggazdaságosabb formája, A formázási eljárások, a mintakészítés, a magkészítés, valamint a formák és magok készítéséhez használt berendezések lényegében megegyeznek a más fémek homokformába öntésekor alkalmazottakkal.

Az alumíniumötvözetek általában könnyebben önthetők homokformába, mint az acél- és vasötvözetek, mert rendszerint nincs formabeégés, nincs szükség forma- és magbevonatokra, a kisebb öntési hőmérsékletek következtében a formázóanyagból kevesebb gáz képződik.” [13]

Az öntészet alapelve, hogy a folyékony fémeket az öntvénynek megfelelő (negatív) formába öntjük. A fém felveszi a forma alakját, majd a megszilárdulás után eltávolíthatjuk a formából

az öntvényt. Vannak egyszer és többször használható formák is. Itt is igaz az, mint minden öntési eljárásnál, hogy a formát az öntvény méreténél kicsivel nagyobbba kell kialakítani, mert a fémek az öntési folyamat következtében, a dermedés során összezsugorodnak. A zsugorodás jellemző mértéke 1,5% alumínium és bronz esetében, acéloknál 2%, még szürkeöntvényeknél 1%. Azonban a zsugorodás az öntvény pontos összetételétől és méretétől is függ. Törekedni kell arra, hogy a minta minél kisebb osztósíkkal készüljön el. Az öntvény kisebb kiálló részeinél az osztósík szaporítása helyett lejáró mintarészt használnak, amit rögzítő csapokkal biztosítanak elmozdulás ellen. A minta oldalfalait 2-3°-os oldalferdeséggel készítik, hogy kivételkor az öntvény ne sérüljön meg. A homokformázás a legősibb, de napjainkban is az egyik legszéleskörűben alkalmazott öntési technológia. A különböző változatok a homok megkötéséhez használt anyagokban és technológiákban térnek el egymástól.

A homokformázás lehet kézi vagy gépi formázás. Kézi formázáskor a mintahomokot a mintára szítáljuk, majd a töltőhomokot lapáttal töltjük fel. Döngölését sűrített levegővel vagy kézi döngölővel végezhetjük el. A kézi formázás egyik fajtája a szekrényes formázás, ami az alábbi ábrán látható.

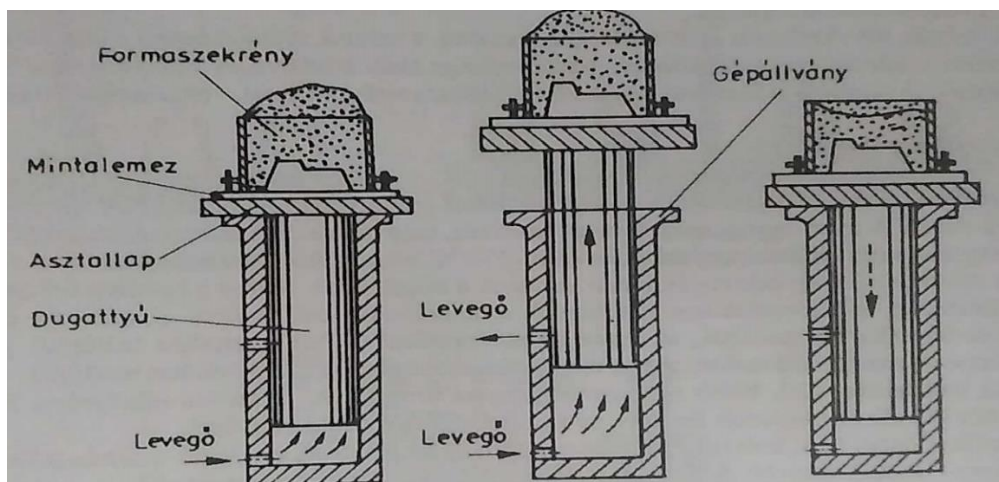


2.ábra: A szekrényformázás részei, folyamata [14]

A homokforma mindig osztott, és a formák az öntvény külső alakját, a magok pedig a belső kialakításokat, üregeket alakítják ki. A formához minden esetben tartozik egy beömlő rendszer, és a magok rögzítését biztosító magjelek. Gépi formázás esetében adagolóberendezésen és szállítószalagon keresztül jut a formázószekrénybe a formázóhomok. A formázógépek két műveletet végeznek:

- a homok tömörítését a formázószekrényben,
- a minta kiemelését a formából [14].

A gépi formázás az alábbi ábrán figyelhető meg.



3.ábra: A gépi formázás részei, folyamata [14]

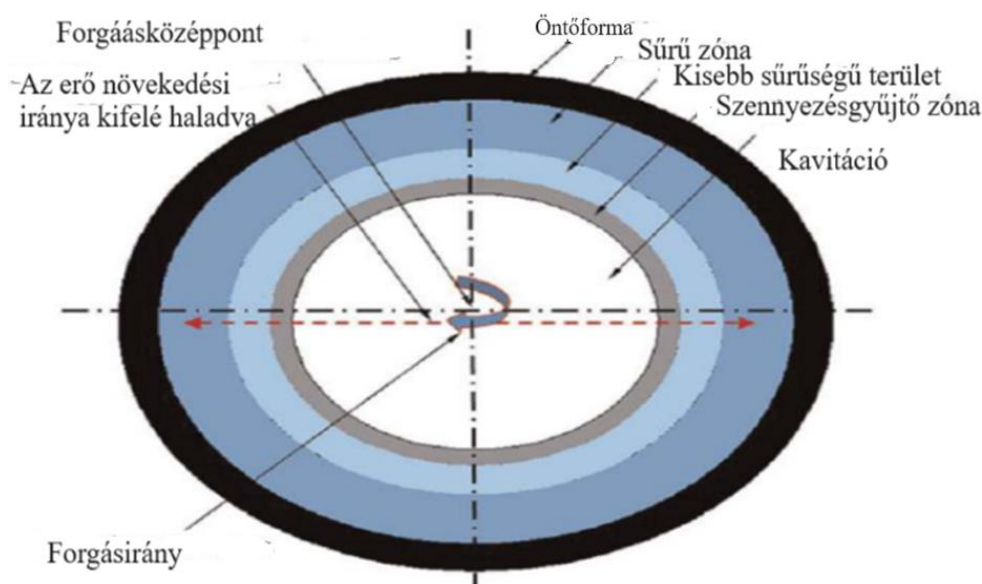
2.4.3. Centrifugál öntés

A centrifugál öntésről először nem találtam magyar nyelvű szakirodalmat, így egy, az interneten elérhető tanulmányból tudtam információt gyűjteni erről az eljárásról. Ez a tanulmány bemutatja a centrifugál öntés kategóriáit, fejlődését és a folyamat paramétereit.

A modern fejlődő világban egyre nagyobb szükség van könnyű, nagy korrózió- és kopásállóságú, szívósságú és szilárdságú, megmunkálható, nagy hőkapacitású anyagokra. A kereslet ezen anyagok iránt folyamatosan növekszik, és ennek következtében a jelentőségük és szerepük egyre nagyobb fontosságú. A centrifugális öntési eljárás számos potenciális előnnyel rendelkezik a hagyományos öntési módszerekkel szemben, valamint lehetővé teszi, hogy jó minőségű anyagokból különböző felhasználási területekre megfelelő minőségű és mennyiségű öntvényt készíthessünk.

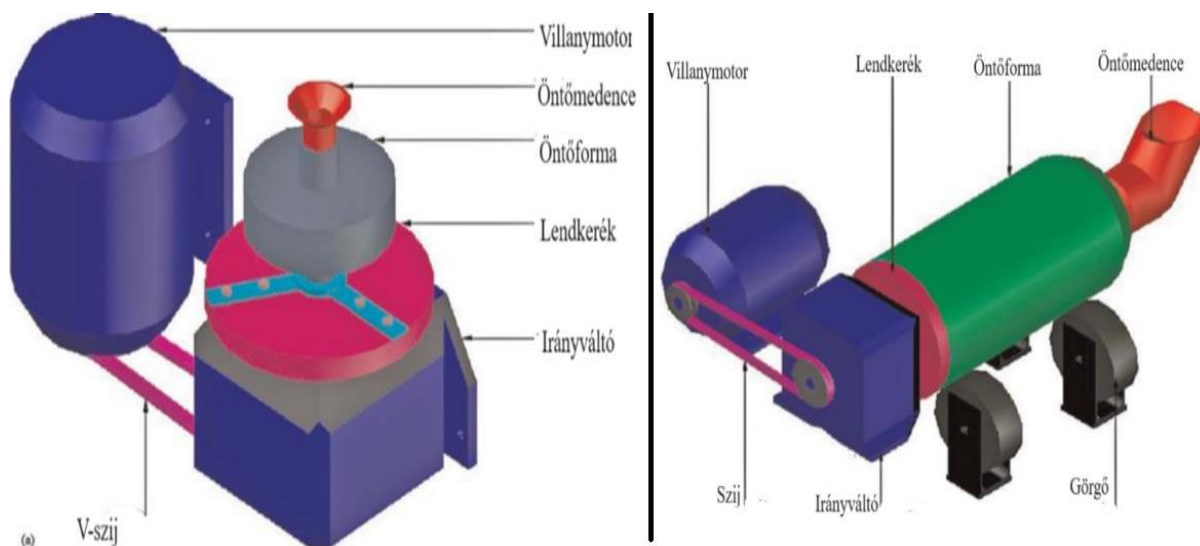
A centrifugál öntés alapelve a generált erők felhasználása. Az olvadt fémet egy forgó öntőformába öntik, és az öntvényt hagyják megszilárdulni, mielőtt a forgást leállítják. A forgó szerszám centripetális gyorsulásából eredő erőhatások segítségével oszlatják el az olvadt fémet a szerszámban. A centrifugális erők az öntés és a megszilárdulás fázisában játszanak nagy szerepet. Az erő a forgástengelytől távolodva, az öntvény külső régiója felé fokozatosan növekszik. Ez magasabb sűrűséget eredményez a külső felületen, mint a tengelyhez közelebb eső részekben. A jelenség az alábbi ábrán (4.ábra) megfigyelhető. A centrifugális erő a sűrűség, a fordulatszám és a sugár függvénye, és a körkörös forgási pályához képest érintőleges. Ez azt jelenti, hogy az erő az olvadékot forgás közben kifelé tolja, ahol a szerszám fala visszatartja. A

centrifugál öntési technológiát elsősorban a következő elemek gyártásakor alkalmazzák: csövek és csővezetékek, víz- és gázvezetékek, szennyvízcsövek, gyűrűk, perselyek, motorhengerbélések, dugattyúk, közvilágítási lámpaoszlopok, fékdobok stb. Az ábrán látható a centrifugál öntés vázlatja.



4.ábra: A centrifugális öntőrendszer vázlatja [15] (Szerkesztett ábra)

Az eljárással különböző anyagokból és ötvözetekből készíthetünk öntvényeket. Alkalmazzák fémek, például acélötvözetek, magnéziumötvözetek, alumíniumötvözetek, rézötvözetek stb.; nemfémek, például kerámiák, műanyagok, üvegek; kompozitok, például alumíniumötvözet-kerámia kompozitok, rézötvözet-kerámia kompozitok stb. öntésére. Gyakorlatilag a módszer minden olyan anyagra alkalmazható, amely folyadékká vagy iszappá olvasztható. Számos funkcionálisan vonzó fém-kerámia alapú kompozitot fejlesztettek ki a technika segítségével számos műszaki alkalmazáshoz, például autóiipari, repülőgépipari és űrtechnikai, általános gépipari stb. A centrifugál öntés esetében a tömeggyártás, illetve a kompozitok nagy mennyiségben és nagyméretű alkatrészek gyártásához még nem megbízhatóak és drágák. Az ismert öntészeti eljárások közül a centrifugál öntés a legvonzóbb és leggazdaságosabb. A centrifugális öntőgép fő alkotóelemei az alábbi ábrákon megtekinthetőek. Létezik függőleges és vízszintes elrendezésű öntőgép; előbbi a bal-, utóbbi a jobboldali ábrán látható.



5.ábra: A függőleges és vízszintes centrifugál öntőgép vázlata [15] (Szerkesztett ábra)

Kutatás után végül sikerült magyar nyelvű szakirodalmat is találnom az öntési eljárásról, amely megerősíti az idegen nyelvű forrás információit. [15], [16]

2.4.4. Precíziós öntés

Az öntési eljárás Marosi László írásában lelhető fel, aki a következőket írja: „Az öntési módszer alapelve szerint a viasz modellt (az öntendő tárgy formája, viaszból elkészítve) tűzálló anyagba formázzák, majd a formát melegítve az öntőnyíláson keresztül a viaszt eltávolítják. Ugyanezen a nyíláson keresztül a viasz helyére fémet lehet önteni. A speciális beágyazó massa lehetővé teszi a legapróbb részletek öntését is (akár ujjlenyomatot is). Gravitációnál nagyobb erő préseli az olvadt fémet a formába centrifugális erő, vákuum segítségével.

A következő lépésekből áll: öntőminta készítése közvetlenül viaszból, vagy egyéb anyagból. Ha nem viaszból van a minta (mesterdarab fémből), guminegatív készítése (besütés), majd viaszinjektálás a guminegatívba. A viaszok csokrosítása gumitalpra rögzítve, alulról felfelé építkezve. Beágyazás acélhengerral, vákuumozás, majd az öntőforma szárítása, a viasz kiolvasztása és kiégetése. Az öntőfém olvasztása után az öntési procedúra. Ezután az öntvény kiágyazása, tisztítása és a levágás, kidolgozás következik.

Öntőminta viaszból készülhet: keményviaszból;

- kézi - faragással/reszeléssel/csiszolással, hegesztéssel;
- gépi - esztergálással, marással, 3D nyomtatással;
- méhviasz mintázással;
- viaszinjektálással gumiformába.

Öntőminta (mesterdarab) egyéb anyagból: gumiformát kell készíteni róla, ami lehetőleg bírja a vulkanizálás hőmérsékletét. Ha a minta hőérzékeny, hideggumival kell mintát venni. A gumiforma kialakításakor elő kell készíteni a viasz injektálásához szükséges beömlőt az öntőmintára. Maga a vulkanizálás 150°C körül van. Ilyenkor az elasztikus nyersgumi rugalmas háromdimenziós térhálós gumivá alakul át, miközben a mesterdarabot hézagmentesen körbeöleli. A gumiformát szikével a felezővonalnál szét kell vágni, illesztő sarkok kialakításával, a mindenkor pontos összeállításuk miatt.

Öntvénykialakítási szempontok:

- A zsugorodás mértéke háromszoros. (A gumi is zsugorodik, a gumiba injektált viasz is zsugorodik és az öntvény is.)
- Ha a méret kritikus, akkor nagyobbra kell csinálni. Például a foglalatot.
- Az öntőforma üregét elképzelve kerülni kell a vékony, gyenge, leszakadásra hajlamos részeket. Például az öntvénybe fűrt furat az öntőformában vékony pálcikaként jelenik meg. A nagy sebességgel beömlő olvadt fém hajlamos ezt letörni.
- A vékony, lemezszerű részek nem biztos, hogy jól önthetőek. Például a 0,5 mm alatti vastagság már lehet gond, de az adott rész arányaitól függ.” [17],

Egy erről az eljárásról szóló könyvben pedig ugyanezek az információk fellelhetőek, így megerősítve azokat. [18]

2.5. Környezetvédelem az öntődékben

A fémalakítási technológiával foglalkozó létesítményekben, más néven öntődékben számos olyan folyamat és technológia zajlik, amely során a környezetre vagy az emberi egészségre káros vagy veszélyes anyagok keletkeznek, illetve az öntési technológiához is használnak fel ilyen anyagokat. Ilyen anyagok lehetnek például a formaleválasztó adalékanyagok, a gépek

mozgó elemeihez felhasznált kenőanyag, az öntési folyamatok során keletkező gázok, melléktermékek. Az öntődék feladata, hogy az üzemelés során a környezetvédelmi előírásokat megtartsák, és mindent, ami egészségre vagy környezetre káros, azt az előírásoknak megfelelően tárolják, kezeljék és használják fel. [19]

A környezetvédelmi előírásokról így írnak az általam felhasznált forrásban:

„Az öntvénygyártás technológiai folyamatához, relatíve magas energia- és relatíve magas anyagfelhasználás, anyagigények kapcsolódnak. Ezekkel a folyamatokkal együtt jár a relatíve magas kibocsátás levegő, illetve hulladék formában. A teljes folyamatot és annak vonatkozásait törvények, szabályok, előírások részletezik. Ezen vonatkozások a kibocsátási határokat, hulladékfajtákat és azok elhelyezését, további sorsát is egyértelműen szabályozzák. Az Európai Közösségben az öntvénygyártásra vonatkozó környezetvédelmi törvényeket a németországi szabványok kb. 90%-a alapján vezették be, 1996-97-ben. A szabályozás alapját a Szövetségi-emissziós-törvény képezi, melyhez további törvények csatlakoznak. Ilyen ezek közül pl. a hulladéktörvény. A törvény alapja, lényege az, hogy a környezet, emberek, állatok, a talaj, a víz, az atmoszféra, a kultúr- és az egyéb javak védelme megalósuljon, mindenféle károsodás, szennyeződés kivédése mellett. Bármilyen technológiánál, így az öntészetnél is az előbb említett szabályelv törvényekben, az üzemre vonatkozó előírásokban van megfogalmazva, aminek aztán különféle részterületekre lebontva (hulladék, levegő és egyéb) kell megfelelni. A szabályozást az öntvények életciklusának figyelembevételével kell megalkotni.” [19]

3. Anyag és módszer

A fejezetben bemutatom egy nyomásos öntőszerszám elemeit, részegységeit és ezek szerepét. Megtervezek egy kiválasztott öntvényhez tartozó öntőszerszámot, és bemutatom a tervezése során felmerülő nehézségeket, akadályokat.

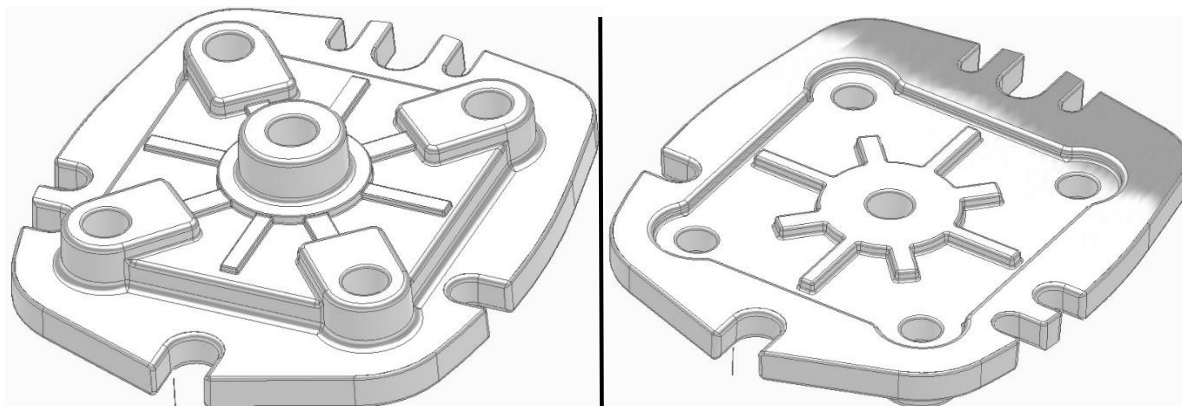
3.1. A feladat és a módszer ismertetése

A szakdolgozatom alapjául szolgáló, általam kiválasztott alkatrész egy motorkerékpárhoz tartozó hengerfejfedél. Ezt az alkatrészt a belső konzulenssel közösen választottuk, és ennek a gyártására kaptam megrendelést. A megrendelés darabszáma 65000 öntvény. A feladatom pedig az volt, hogy ehhez tervezzek egy megfelelő öntőszerszámot, amely leginkább kielégíti a mai modern gazdasági és műszaki igényeket, és hogy a szükséges mennyiségű és minőségű öntvényt le lehessen gyártani vele. Az említett szempontok figyelembevételével választottam ki a véleményem szerinti legalkalmasabb öntészeti eljárást a feladatra. A választás nyomásos, ezen belül pedig a nagynyomású hidegkamrás megoldásra esett. Napjainkban a nyomásos öntés egyre inkább kezd elterjedni az ipar számos területén, hiszen a gépjárműalkatrészekről kezdve a különböző burkolóelemekig, élelmiszeripari gépalkatrészekig még sok más területen alkalmazható, összességében bárhol, ahol alumínium öntvényekkel találkozhatunk. A modern világban alapkövetelmény a gazdasági szempontok figyelembevétele, bármilyen termelési folyamatról is legyen szó. A fémek közül az alumínium az acél után a második legtöbbször felhasznált elem, ám azzal szemben számos előnyös tulajdonsággal rendelkezik. Nyomásos öntési eljárást a gyakorlatban csak könnyűfémeknél és bizonyos ötvözetű nehézfémeknél (jellemzően rézötvözetek) alkalmaznak. Azt gondolom, hogy a nyomásos öntészet (ezzel együtt a könnyűfémek) széleskörű alkalmazása nem véletlen, hiszen egy olyan termelési folyamatról van szó, amely az összes öntési eljárást figyelembe véve a legtermelékenyebb, ugyanis rendkívül rövid időn belül nagy mennyiségű öntvényt állíthatunk elő.

A feladat elkészítésében segítséget kértem a külső konzulensemtől, aki a csokormodell megtervezésében és a szimulációs folyamatok lefuttatásában segített. Ezek a folyamatok ma már nélkülözhetetlenek egy öntőszerszám megtervezéséhez, és mindenképpen szerettem volna megemlíteni, mert a tervezési folyamat csak ezek után indulhat el. A csokormodellt és a szimulációt tehát csak említésként tettem a dolgozatomba. Minden erről készült ábra és

információ a külső konzulensemtől származik. A szerszám elemek modellje és összeállítása, konstrukciós felépítése, valamint az elemek bemutatása a saját munkám.

Az alábbi ábrákon látható az alkatrész kialakítása az első és a hátsó részen is.



6.a ábra: Az alkatrész eleje

6.b. ábra: Az alkatrész hátulja

[Saját képek]

3.2. Tervezési szempontok, öntvények vizsgálata:

Mielőtt elkezdnénk egy meglévő alkatrész-modellhez formaadó elemeket vagy szerszámot tervezni, meg kell vizsgálni az alkatrészt, hogy az önthetőségi szempontoknak megfelel-e. Bármilyen öntőszerszám tervezési folyamatnál ennek kell lennie az első lépésnek. Az alkatrész 3D modelljét a Solid Edge tervező programmal készítettem el. Már a tervezési folyamat során figyelembe vettem az önthetőségre vonatkozó szempontokat és feltételeket, és ennek megfelelően készítettem el a modellt. Az, hogy egy alkatrész öntésre megfelelő-e, azt a következők alapján kell meghatározni:

- amennyiben alkatrész éles sarkokat, éleket tartalmaz, abban az esetben valamilyen lekerekítési sugarat kell alkalmazni a lehetőségeknek megfelelően;
- a falaknak, oldalaknak ferdeséget kell adni szintén a lehetőségeknek megfelelően;
- amennyiben van erre lehetőség, kerülni kell az alámetszéseket nyitási irányban, mert ezek jelentősen bonyolítják a szerszám konstrukcióját, valamint a tervezési folyamat idejét és a szerszám beruházási költségeit is;
- törekedni kell arra, hogy a falvastagság sehol ne vékonyodjon el, és ezáltal stabil legyen maga az alkatrész.

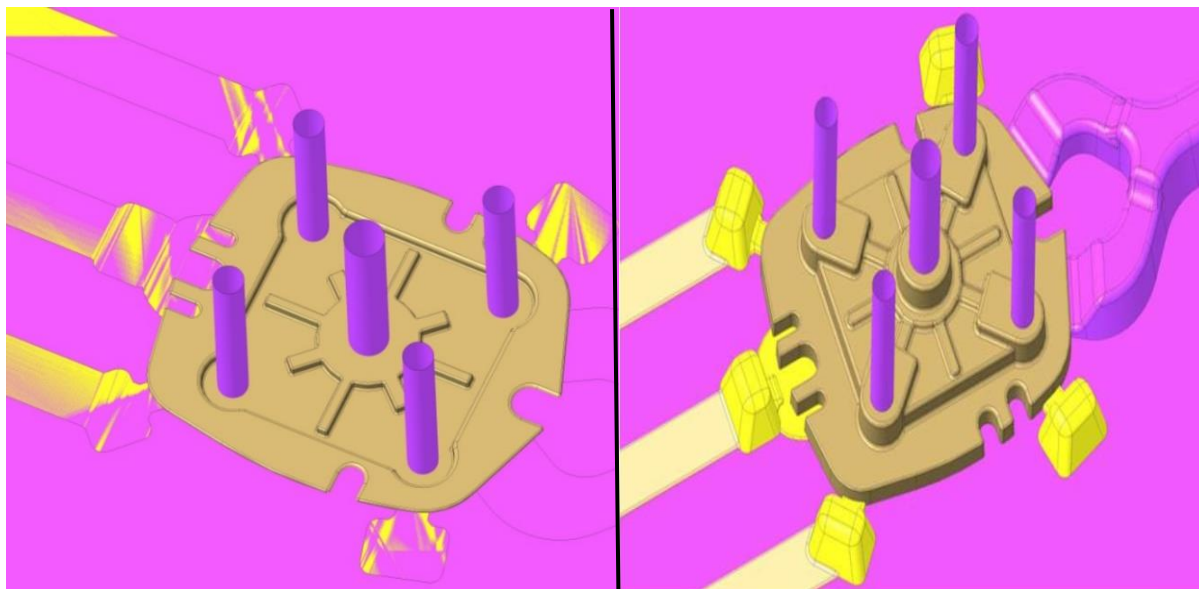
Az ok, amiért a leginkább szükség van lekerekítésekre, az az, hogy a lekerekítetlen éleket nehéz, sőt sok esetben nem is lehet megmunkálni. Másik ok, amiért szükség van rádiuszokra, az, hogy az élek potenciális feszültséggyűjtő helyek, és a lekerekítések elősegítik az öntvény kivehetőségét a formaüregből.

A falak ferdesége, döntése azért fontos, mert a teljesen sík, egyenes felületek szintén megnehezíthetik az öntvény kivehetőségét, mivel a ferdeség növelésével csökkenthetőek az öntvényen keletkező húzásnyomok a kivétel során. A falak döntési irányának meghatározásához szükségünk van az osztósíkra. Az osztósík osztja két részre az öntvényt, és ez alapján dől el, hogy az öntvény geometriájának mely részeit adja az álló és a mozgó formafél. Az osztósík mindkét felén a felületek döntési irányát úgy kell meghatározni, hogy az öntvény minden esetben kivehető legyen a formából, illetve ne sérüljön meg a szerszám nyitása és a kilökés során.

Az öntvényen lévő alámetszések szükség esetén megoldhatóak, de lehetőség szerint a nyitási irányban kerülendőek. Alámetszéseket általában oldalmagok vagy csúszkatestek alkalmazásával lehet kialakítani, ám ezek beszerzése, kialakítása és üzemeltetése, valamint a szerszámba történő beszerelése költséges és bonyolultabbá teszi a szerszám felépítését. A magoknak és csúszkatesteknek minden esetben mozgathatónak kell lennie, ami potenciális meghibásodást és plusz üzemelési költségeket eredményezhet. Jelen esetben, az általam választott és elkészített modellen nem található alámetszés, ezért az öntőszerszám tervezése során nem lesz szükség oldalmagokra vagy csúszkatestekre.

További fontos szempont, hogy az öntvény osztósíkját úgy választottam meg, hogy a szerszám nyitása után az öntvény minden esetben a mozgó oldali szerszámfélben maradjon. Ezt úgy érhetjük el, ha az öntvény tagoltabb geometriája a mozgó oldali formaüregben van, mert erre rázsugorodik az öntvény, így a mozgó oldalban marad. Ez azért lényeges, mert a mozgó oldali részben van a kilökő rendszer, amely a nyitás után az öntvényt kilöki a formaüregből. Az alkatrészemen 5 darab átmenő, ebből 4 darab 6 mm-es és 1 darab 8 mm-es furat található. A furatoknak mindkét irányból 2°-os falferdeséget adtam. Ez a lépés szintén az öntvény mozgó oldali szerszámfélben maradását és a formából való kivehetőséget segíti elő. Azonban ez azt is jelenti, hogy minden furathoz egyenként 2 darab, vagyis összesen 10 darab furatképzőre lesz

majd szükség az öntés során a furatok elkészítéséhez. A bal oldali ábrán az álló, a jobb oldalon pedig a mozgó oldalról látható a fő osztósík a furatképzők osztó síkjaival együtt.



7.a ábra: Az osztósík az álló oldalról nézve

7.b ábra: Az osztósík a mozgó oldalról nézve

[Saját ábrák]

A szerszám tervezésének megkezdése előtt el kell döntenünk, hogy hány fészkes szerszámot szeretnénk, illetve azt is, hogy formalapos, vagy formabetétes megoldást szeretnénk-e alkalmazni. A fészekszám adja meg, hogy egy öntési ciklus alatt hány darab öntvény készül el. Ennek meghatározása leginkább az öntvény méreteitől, geometriai kialakításától és attól függ, hogy egy adott darabszámot mennyire gyorsan szeretnénk elkészíteni. A nagyobb fészekszám jelentősen növeli a termelékenységet mennyiségi szempontból. Mivel a választott alkatrész méretei nem túl nagyok, ezért jelen esetben gazdaságilag a formalapos szerszám az előnyösebb.

Formalapos szerszám esetében a formaüreg közvetlenül az álló és a mozgó oldali formalapon kerül kialakításra, a formabetétes megoldás esetében külön betétek kerülnek beépítésre a formalapokba, és ezekbe kerül a formaüreg. Utóbbi megoldás előnye az, hogy ha a szerszám már elérte a maximális öntési ciklusát, akkor nem az egész szerszámot, csak a betétet kell kicserélni, ami gazdasági szempontból előnyös. Viszont a formabetétek bonyolítják a szerszám felépítését, ráadásul külön összevezető és rögzítő berendezést kell alkalmazni, ami a szerszám javítását és szerelését nehezíti. A formalapos megoldás nagy hátránya, hogy a teljes ciklusszám elérése után az egész formalapot cserélni kell, viszont egyszerűbb a felépítése és kevesebb

elemet is tartalmaz. Az, hogy melyik eljárás jobb, azt a legyártandó öntvények mennyisége és minősége határozza meg. A szerszám költségei jelentős hatást gyakorolnak az öntvények áraira, ezért is fontos, hogy mérlegeljünk és ennek megfelelően a költséghatékonyabb és gazdaságosabb megoldást válasszuk. Jelen esetben egy kétfészkés szerszámot szeretnék tervezni az öntvényhez, és a formalapos megoldást választom. Azért esett erre a választásom, mert jelen esetben nagyságrendileg akkora darabszámot kell gyártani, ami egy nyomásos öntőszerszám életciklusa. 65000 darab öntvényt kell gyártani, ami jelen esetben minimum 37500 lövést jelent. Egy nyomásos öntőszerszám élettartama pedig nagyságrendileg 50 és 120 ezer lövés közé esik, de ez nem minden esetben mérvadó. Azonban ennek megfelelően úgy gondolom, hogy gyorsabb és költséghatékonyabb a formalapos megoldás. A fészekszám esetében azért döntöttem a két fészék mellett, mert így nem túl nagy az egy ciklussal bevitt anyagmennyiség. A nagy anyagmennyiség nagyobb szétfeszítő erőt eredményez, amit a gépnek ellensúlyoznia kell, hogy idő előtt ne nyíljon szét a szerszám. A nagyobb összeszorító erő pedig energia hatékonysági és költség szempontjából nem kedvező.

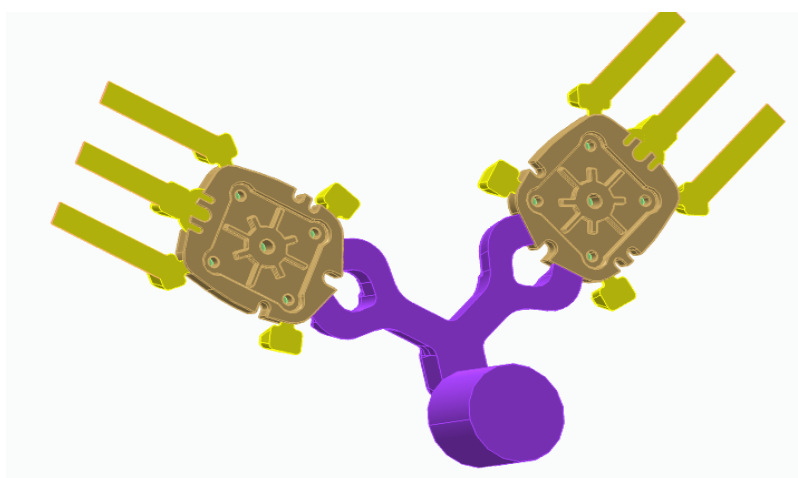
3.3. A tervezés előtti lépések

Ebben a fejezetben bemutatom azokat a technológiai lépéseket és folyamatokat, amiket a mai modern korban szükséges a tervezés megkezdése előtt elvégezni, ha öntőszerszámot szeretnénk tervezni. Ezek elvégzéséhez és megértéséhez a külső konzulensem segítségét kértem, mert én nem rendelkezem hozzáféréssel olyan programokhoz, amelyek szimulációs folyamatok futtatására képesek. Lássuk tehát a szerszám tervezése előtti elvégzendő lépéseket.

A szerszám tervezésének első lépése egy öntvénycsokor megtervezése. A csokor tulajdonképpen a formaüregben megkötött anyag geometriáját tartalmazza. A csokor részei a következők:

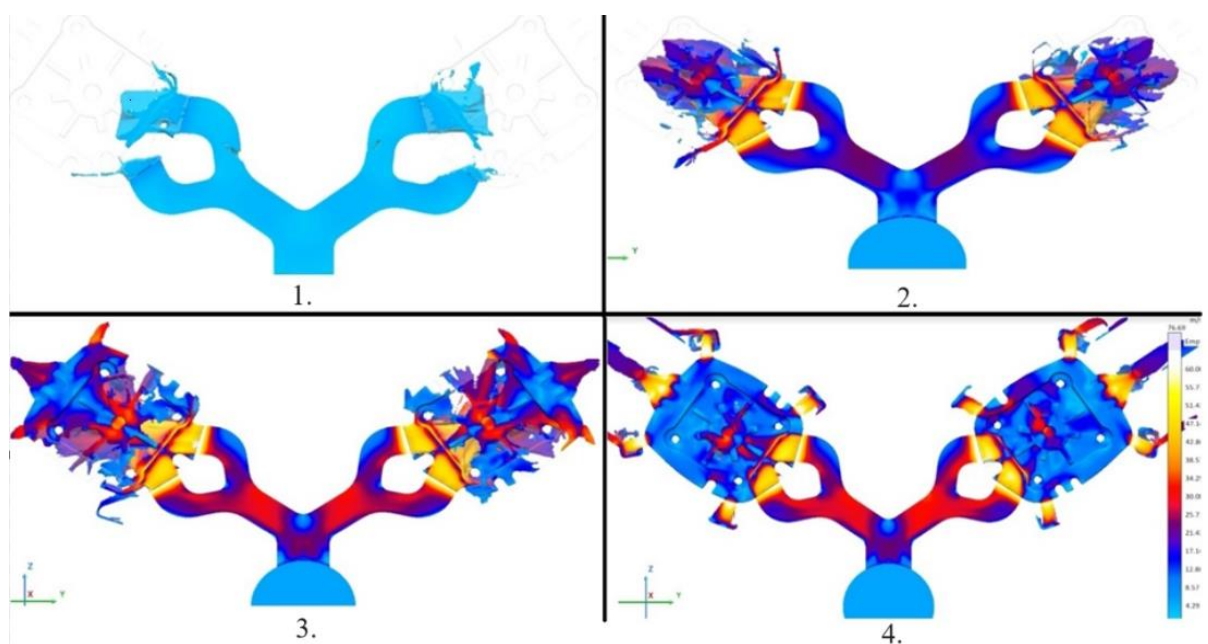
- A pogácsa, amely tulajdonképpen a kamrában maradó anyagtöbblet, és az öntvény anyagmennyiségére vonatkozóan ad információt. A vastagsága 20-30 mm közötti érték kell legyen. Ha kevesebb, akkor az öntvény anyagihiányos lesz, ha több, akkor pedig túl nagy az adagmennyiség egy öntési ciklusban.
- A csokor tartalmazza még a fészkek elhelyezkedését, és ezek helyén az öntvény geometriáját, valamint az öntvényen elhelyezett salakzsákokat és túlfolyókat, valamint a megvágásokat. Az előbbiek leginkább az öntés során az öntvénybe bezáródott nagynyomású levegő áramlásában

és kiszorításában játszanak szerepet. Megvágásnak azt a részt nevezzük, ahol a beömlő csatorna becsatlakozik az öntvény geometriájába. Jelen esetben a csokor szimmetrikus geometriai méretekben és térfogatban is. Ennek az az oka, hogy a csokor mindkét felében azonos legyen az anyagmennyiség, illetve minőség. Az öntési ciklus után az öntvényről levágásra kerül a beömlőrendszer, illetve a túlfolyók és salakzsákok egy kivágó-lyukasztó szerszámmal. Ezt a folyamatot stancolásnak nevezzük. Az alábbi ábrán látható a csokormodell kialakítása. [külső konzulens]



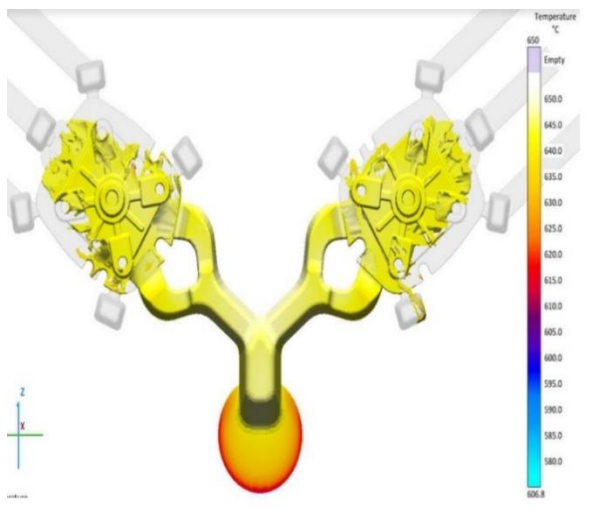
8.ábra: A csokormodell kialakítása

Mint említettem a bevezetésben is, az öntési szimulációk lefuttatása manapság már nélkülözhetetlen a szerszámtervezés megkezdése előtt, mert ezek elemzéséből alapvető paramétereket kapunk. (Például levegőbezáródások helyei, hőmérséklet- és nyomásviszonyok, formatöltési sebesség stb.) Ezek az információk későbbiekben a szerszám tervezésére és az öntőgépre vonatkozóan is nélkülözhetetlenek lesznek. A következő ábrákon látható a formaüreg töltődési folyamata.

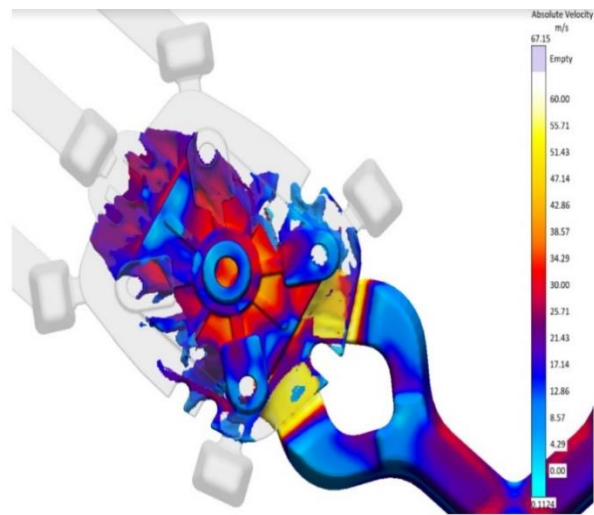


9. ábra: A formatöltés folyamata

A lent található bal oldali ábra szemlélteti a formaüreg töltődése közben kialakuló hőmérsékleti viszonyok alakulását, a jobb oldali pedig a formaüreg töltődési sebességét. Ezek a folyamatok alapvetően határozzák meg a szerszám méreteit, költségeit, kialakítását, az öntvény minőségét, valamint az öntőgépen beállítandó paramétereket, mint például az olvadék nyomása és hőmérséklete. A szimulációk iránymutatóak a levegőbezáródások helyeire is, így a salakzsákok és túlfolyók elhelyezése is ezek alapján zajlik.

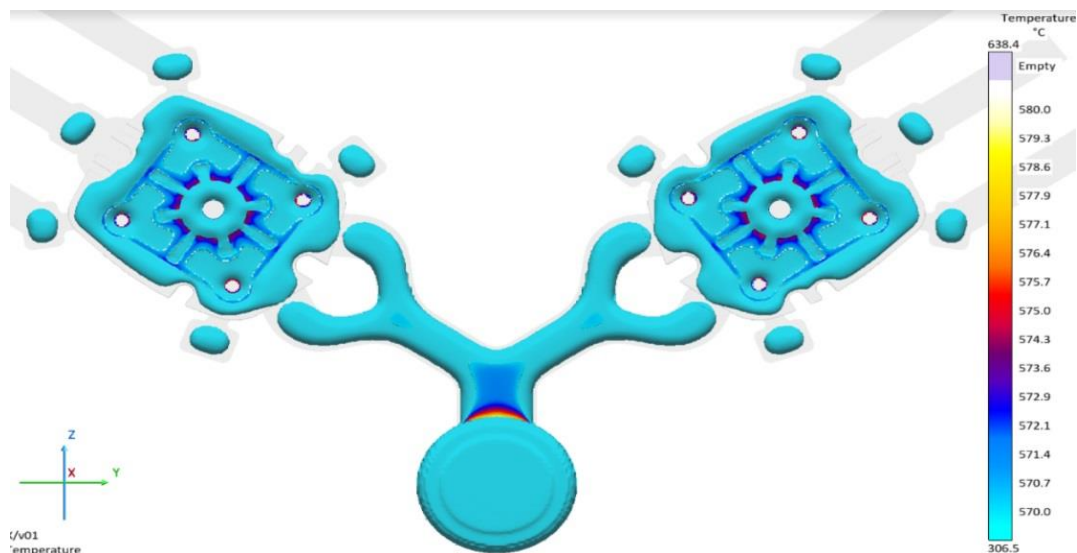


10.a ábra: A hőmérsékleti viszonyok töltéskor



10.b ábra: A formatöltési sebesség alakulása

Végül pedig látható egy szimulációs ábra az olvadt fém dermedéséről a formaüregben. Itt fontosnak tartom megjegyezni, hogy ez az ábra azért hasznos, mert az öntőgép által kifejtett utánnomásnak addig van csak hatása, ameddig a megvágásban meg nem dermed a fém.



11.ábra: Az olvadt fém dermedési folyamata

3.4. A szerszám konstrukciós felépítése és tervezése

Ebben a fejezetben bemutatom a nyomásos öntőszerszámok általános felépítését, illetve a tervezésem során felhasznált elveket és szabályokat, amelyek alapján összeállítottam a saját, a feladathoz tartozó szerszámot. A tervezésem során a Meusburger oldalán megtalálható, szabadon letölthető szabványos elemtárat hívtam segítségül. Amit csak lehetett, azt igyekeztem innen letölteni és a tervezés során felhasználni. Ezt hasznosnak találtam, mert a tervezést is jelentősen segíti, és időben rövidíti, ha nem kell saját magunknak egy-egy alkatrészt megtervezni, valamint a nem szabványos elemeket külön kell legyártani, ami plusz költségeket jelent, illetve bizonyos elemeket (például csavarokat), csak szabványos méretben lehet kapni. A szabványos elemtárból használtam fel vezetőoszlopokat, perselyeket, finom összevezetőket, csavarokat, emelőszemeket, ütközőtányérokat, hűtőcsatlakozókat és egyéb elemeket.

3.5. A szerszám álló oldalának részei és tervezése

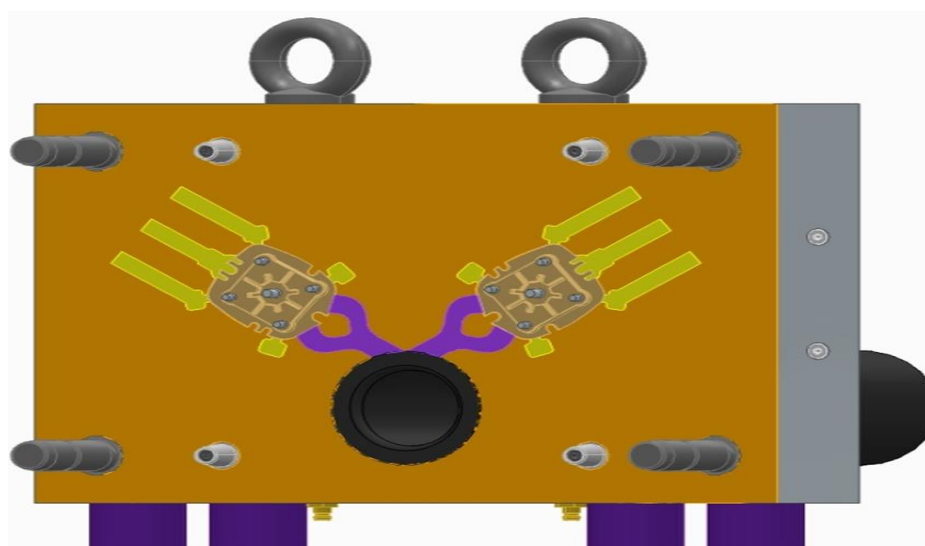
A tervezést a szerszám álló oldalával kezdtem el. Az álló oldal két fő részből, az álló oldali formalapból, és egy felfogólapból áll, ezek méretei szabványosak. Korábban említettem, hogy az öntvény geometriájának tagoltabb része a mozgó oldali formalapban kell, hogy legyen, ezért

az álló oldal formalapjában a geometria úgy került kialakításra, hogy minél kisebb eséllyel ragadhasson az álló oldalban az öntvény. Korábban említettem, hogy minden furathoz két darab furatképző csap tartozik, fele az álló, fele pedig a mozgó formalapban kapott helyet és mivel a szerszám két fészkes, így összesen tíz darab került az álló és ugyanennyi a mozgó oldalba. A furatképzőket úgynevezett mesterséges sorjával látom el a találkozásnál, amely 3-4 tized milliméter vastag. Ez egy anyagtechnológiai lépés és az öntés után stancolóval lesz eltávolítva. A szerszámelemekről, amiket nem tudtam a Meusburger oldaláról letölteni, elkészítettem a 3D modellt a Solidedge nevű programmal, végül egy összeállításban összeszereltem az elemeket. Lássuk tehát a szerszám részeit és felépítését.

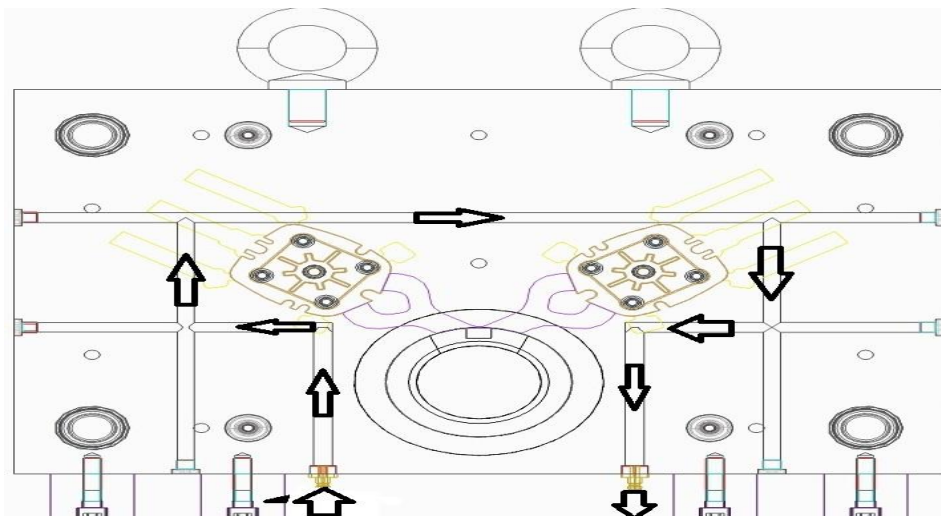
3.5.1. Álló formalap

A furatképző csapokat a formalapba építettem be annak megfelelően, hogy a csokor kilökésekor ne legyenek útban. A fejkialakításuk a formalap hátuljában van, a végén lévő kialakítás pedig megegyezzen az öntvény arra a részre eső geometriájával. Fontos, hogy a furatképzők sérülés vagy törés esetén könnyen cserélhetőek legyenek, ezért csak a fejtől számított 20 mm-en vannak illesztve a furatokba, a többi részen plusz 1 mm-rel megnöveltem a furatok átmérőjét. A végén lévő süllyesztett furatátmérők szintén nagyobbak, mint a furatképzőké, viszont a vastagságuk a pozíciók megtartása és stabilitása miatt pontosan vannak illesztve. Az álló oldali formalapban a hűtőkört úgy alakítottam ki, hogy minden fontos részt megfelelően tudjon majd temperálni, de megfelelő távolságra legyen a darab geometriájától is. Optimális távolságra, mert akkor már nem érné el a hatását. A hűtőkörhöz D12-es furatokat, valamint a beömlőrendszer melletti két kivezetésen egy-egy ki- és bemenő hűtőcsatlakozót alkalmaztam. A többi kivezetésen záródugókkal zártam le a furatok végeit, amelyek G3/8-os menetes kapcsolattal csatlakoznak és a szerszám síkjáig vannak süllyesztve, azért, hogy ne lógjanak ki a formalap síkjából. A záródugók csak technológiailag szükségesek, hiszen csak a formalap belsejében nem lehet furatot létrehozni. A szerszámlapok durva összetájolása vezetőoszlopokkal és perselyekkel történik. Mindezek mellett alkalmaztam egy finom összevezető rendszert is, amely a szerszám pontos összevezetését teszi lehetővé. Az összevezető helye a formalap négy sarkának közelében kapott helyet, mert így tudja legjobban elérni a vezető hatást. A furatok 42 mm-es átmérővel rendelkeznek, ezekbe vezetőoszlopokat helyeztem be. Itt is alkalmaztam azt az elvet, hogy az osztósíktól számolva nagyjából 30 mm-en illeszkedik pontosan a vezetőoszlop, a többi részen plusz 1 mm-el nagyobb a furatátmérő.

A finom összevezető rendszer feladata tehát a szerszámfelek pontos összetájolása és az álló oldali eleme mindig kúpos végű, amely ezt a célt szolgálja. Ezek nem átmenő 30 mm-es H7-es furatban kaptak helyet, és csavarral vannak rögzítve a formalaphoz. A csavarok alá tájoló alátétek kerültek, vastagságuk jelen esetben 3 mm. Ezek szerepe abban mutatkozik meg, hogy a vastagságuk megválasztásával állítható a kúpok zárása és ezzel a szerszám tájolója. Az, hogy mekkora vastagságú alátétet alkalmazunk, azt elsősorban a szerszám méretei határozzák meg. A gyakorlatban a szabványos méretű alátétet köszörülük a megfelelő méretre. Az álló oldalnak rendelkeznie kell legalább két darab emelőszemmel és négy darab lábbal. Az emelőszem menetes kapcsolattal csatlakozik a lap tetejébe, jelen esetben az álló formalap esetében M24-es menetet használtam. A szerepe a szerszám mozgatása során jelentkezik, mert az egész szerszámot egyszerre emelik meg. A szerszám méretei és súlya alapján határoztam meg a megfelelő menetes kapcsolatot, amely méret elbírja a szerszámot. A lábak szerepe pedig az, hogy ha leveszik a gépről a szerszámlapokat, akkor ne billegjen és stabilan álljon meg. Ezzel elkerülhető a talajjal való érintkezés és a különféle sérülések, de a szerszámelemek, például a hűtőcsatlakozók védelme is fontos szempont. A lábak M12-es csavarral vannak rögzítve a szerszámlapok alsó felére. Az álló formalap az alábbi ábrán látható a hozzá csatlakozó elemekkel együtt. Az alatta lévő ábra pedig szemből szemlélteti az álló formalapot drótváz nézetben. Ebben látható például a hűtőrendszer elhelyezkedése a formalapon belül.



12.ábra: Az álló formalap a hozzá csatlakozó elemekkel [saját kép]

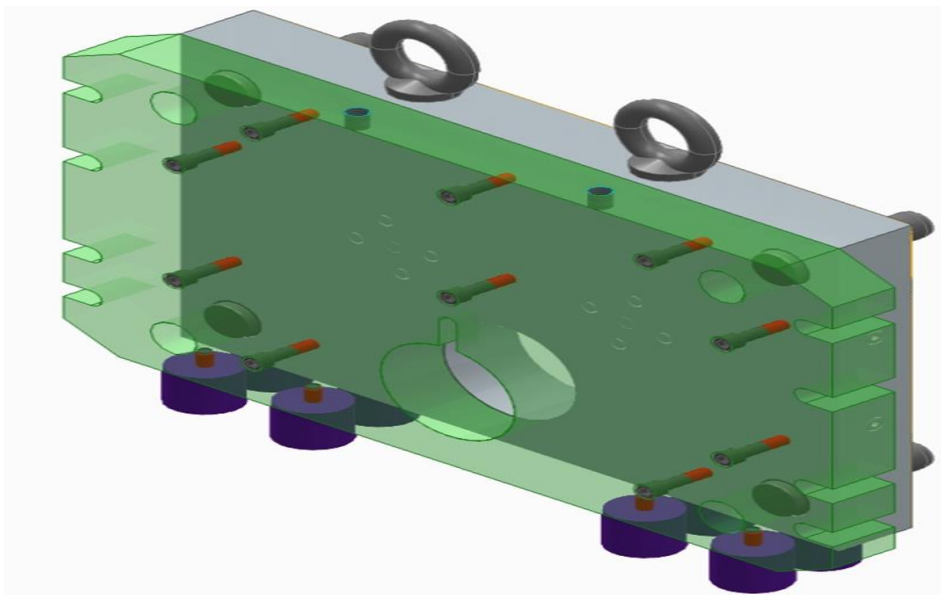


13.ábra: Az álló formalap drótváza és a hűtőközeg áramlási iránya [saját kép]

3.5.2. Álló felfogólap

Az álló formalap mögött helyezkedik el a felfogólap, amelynek szerepe, hogy a szerszámot a gépre lehessen fogni, valamint merevíti és stabilizálja a formalapot. Mind az álló, mind a mozgó oldali felfogólapra igaz, hogy 100 mm-rel nagyobb oldalanként, mert oldalanként 50-50 mm elég a gépre való felfogáshoz. Az oldalán felfogóhornyok helyezkednek el, ezek segítségével lehet rögzíteni a felfogólapot a géphez, ami csavarokkal vagy papucsokkal lehetséges. A felfogólap feladata továbbá, hogy rögzítse és megtámassza az álló oldali formalap furatképzőit és vezetőoszlopait. Utóbbi furata itt is átmenő furat, a központosító utáni fennmaradó rész ebben illeszkedik. A felfogólapot és a felfogólapot M12-es csavarokkal rögzítettem egymáshoz.

A kamra elfordulás elleni biztosításához szükség van egy illesztőszegre, ennek kibontását a felfogólap hátuljában alakítottam ki, ügyelve arra, hogy a sarkok kapjanak megfelelő lekerekítést, mert belső felületen nem lehetnek sarkos felületek. A lenti ábrán látható a felfogólap elhelyezkedése, mögötte az álló formalap látható hátulról. Az egyszerűség és átláthatóság miatt az elemeket különböző színűre festettem és amit lehetett, átlátszóvá tettem.

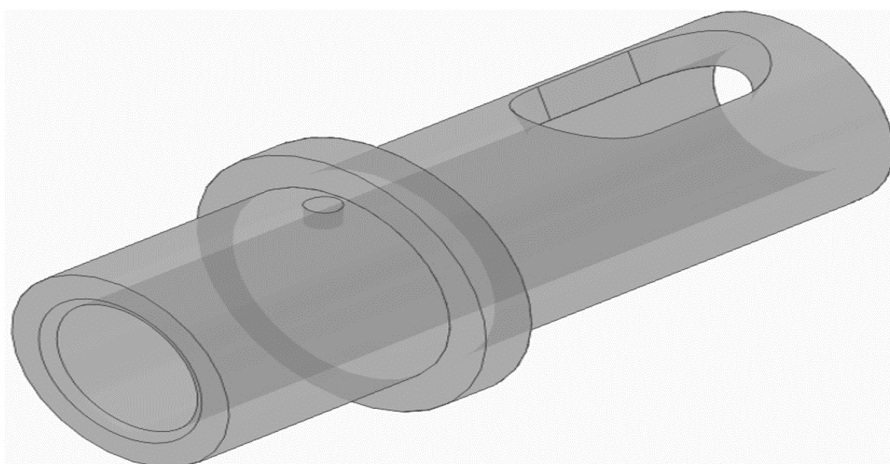


14.ábra: Az álló felfogólap elhelyezkedése [saját kép]

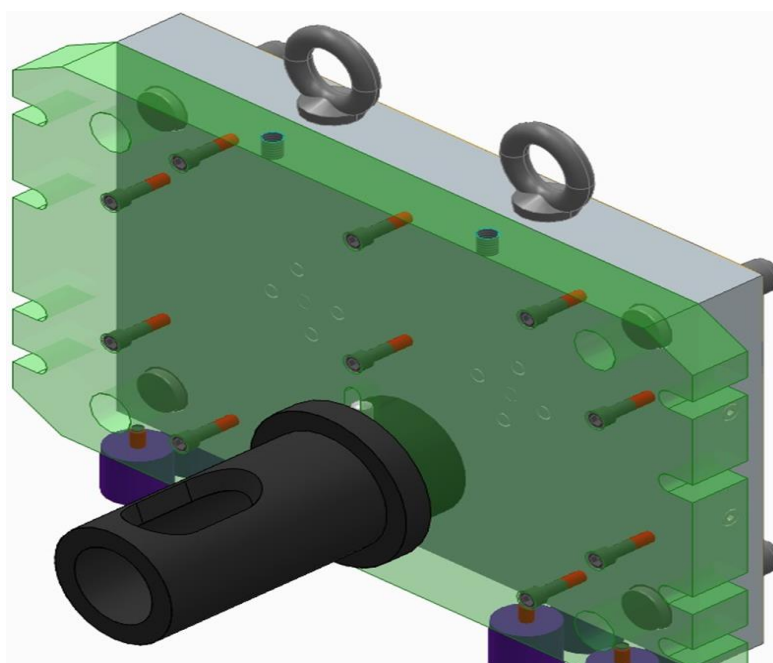
3.5.3. Kamra

Az álló oldalsó oldalon helyeztem el a beömlőkamrát, amin keresztül a hűtőtartó kemencéből a formaüregbe kerül az olvadt fém. Az öntési ciklus elején a szerszám zárása után az öntvényhez szükséges anyagmennyiség bekerül a kamrába a beömlő nyíláson keresztül, majd az öntődugattyú benyomja a formaüregbe az olvadt fémet, majd a dermedés ideje alatt nyomás alatt tartja azt. A beömlőnyílás esetében fontos az oldalferdeség, hogy az olvadt fém könnyebben bejuthasson a kamra belsejébe. Az öntődugattyú nem tartozik szorosan a szerszám elemei közé, ezért ezt nem terveztem meg, de a csokor a dugattyú átmérőjéhez igazodik, így ezt figyelembe vettem annak tervezésekor. A kamra esetében is csak az osztósíktól számított 30 mm-en használtam pontos illesztést, a fennmaradó hossz 2 mm-rel nagyobb a furat átmérő a formalap és a felfogólap esetében is, és itt is a könnyebb szerelhetőség miatt tettem ezt. A formalap hátulján a kamra furatára tettem egy 5x45°-os letörést, hogy ne éltalálkozás legyen. A kamrán egy külső gyűrű is van, ennek segítségével támaszkodik a felfogólap felületéhez. Elfordulás elleni biztosításra is szükség van, ezért erre a célra egy 16 mm átmérőjű illesztőszegetet tettem be a felfogólapon kialakított kibontásba. A kamráról az öntőgép paramétereit, a géprajzot és számításokat, valamint, szerszámméreteket figyelembe véve egy szabványos 3D modellt készítettem róla. Az első ábrán a beömlőkamra

kialakítása látható, alatta pedig a teljes álló szerszámfél és a kamra beszerelt állapotában. A kamra műhelyrajza látható a mellékletek között.



15.ábra: A kamra kialakítása [saját kép]



16.ábra: A kamra beszerelt állapotban, és az álló oldal felépítése [saját kép]

3.6. A szerszám mozgó oldalának részei és tervezése

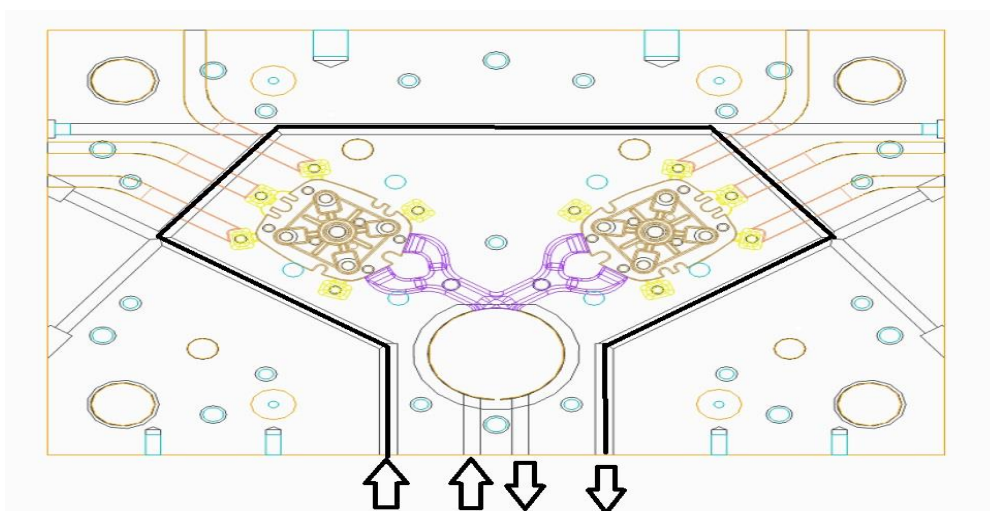
Összességében elmondható, hogy a szerszám mozgó oldala jóval több alkatrészt és elemet tartalmaz elsősorban a kilökő rendszernek köszönhetően. Korábban már említettem, hogy az öntvénynek a szerszám nyitása után a mozgó szerszámfélben kell maradnia, ahonnan aztán a

kilökő rendszer tolja ki, hogy kivehető legyen. Ennek megfelelően az öntvény geometriai kialakítása eltér az álló oldali formalaptól.

3.6.1. Mozgó formalap

Hasonlóság az álló oldali formalaphoz képest a furatképzők beépítése és elhelyezkedése, mindössze a hosszuk változott meg, mert az álló és mozgó formalap nem egyforma vastagok. Mint említettem, a formalapok méretei szabványosak, azonban a nagyobb vastagsághoz hosszabb furatképző csapokra van szükség, valamint a fej kialakítása is hosszabb lett, hiszen ez az oldal nagyobb geometriai méreteket tartalmaz a formaüregen belül, mint az álló oldal. Mivel a beömlő rendszerrel van az öntési ciklus során a szerszám legforróbb része, ezért a mozgó oldalba tettem egy terelőbetétet, amelybe egy külön hűtőbetét is került. A hűtőbetétet a terelőbetéthez négy darab M6-os csavarral rögzítettem, így egyszerűen megoldható a cserélése szükség esetén. A terelő- és hűtőbetét feladata a szerszám legforróbb részének megfelelő temperálása. Itt beépítésre került egy második hűtőkör, amelynek tömítése egy viton gyűrűvel történt, amelynek vastagsága 3 mm. A tömítő hatás a terelőbetétekben lévő csavarok összehúzásával érhető el. Ennek kibontása azonban csak 2 mm, mert a csavarok meghúzásával összenyomódik, és így éri el a hatását. Nem megfelelő hűtés esetén a nagy nyomás és hőmérséklet következtében a szerszám ezen részén pogácsarobbanás is bekövetkezhet, ezért van szükség mindenképpen hűtésre ezen a részen, a hűtőkörök mellett. A hűtőköröket az álló oldal mintájára helyeztem el optimálisan kb. 20 mm-re az öntvény geometriától, és D12-es furatokat használtam. Itt is figyelembe vettem az elhelyezés során, hogy a lehetőségek tekintetében a fontosabb hűtendő helyek közelében haladjon a hűtőcsatorna. Az összevezető rendszer másik fele, a vezetőpersely szintén a mozgó formalapban helyezkedik el, a vezetőoszloppal megegyező méretű és elhelyezkedésű furatban. Hasonlóan az álló oldalhoz, a vezetőpersely központosító egysége a formalap hátuljában van, amit a támaszlap rögzít és tart pozícióban a formalap mögött. A finom összevezető perselyeit szintén az álló oldal mintájára szereltem be és M8-as csavarral rögzítettem a mozgó formalaphoz. A mozgó formalapra eső öntvényrész geometriája alapján meghatároztam a kilökő csapok méreteit és pozícióit. Itt azt az elvet követtem, hogy a kilököket úgy kell pozicionálni, hogy az öntvény minden része egyformán elváljon a formától, és ne ragadjon be egyik részen sem. A salakzsákok alá is kilököket tettem, hogy ne maradjon a formában, ha letörik a kilökéskor. A méret pedig azért játszik fontos szerepet, mert a túl kicsi átmérőjű csap könnyen eltörhet vagy megsérülhet egy

nagyobb tömegű öntvény kilökésénél. A kilökő csapok, amik az öntvény geometriájának adott síkjában végződnek, 6 mm átmérőjűek. A megvágásban elhelyezett kilökő csapok átmérője 10 mm. Ezen elemek szintén szabványos méretűek, és a Meusburger katalógusból töltöttem le a CAD modelljüket. A mozgó formalap is rendelkezik lábakkal és emelőszemekkel, utóbbi esetében szintén az M24-es menetes kapcsolatot használtam a rögzítésre. A lábak esetében, mivel vastagabb az álló, mint a mozgó formalap, megnőveltem az átmérőt, hogy arányos legyen, és M12-es csavarral rögzítettem őket a formalap alsó részéhez. Itt is fontos, hogy stabilan megálljon és ne billegjen a mozgatáskor. Az első ábrán a mozgó formalap látható, alatta pedig a drótváz szemből nézve, itt a hűtőrendszer kibontása is látható.

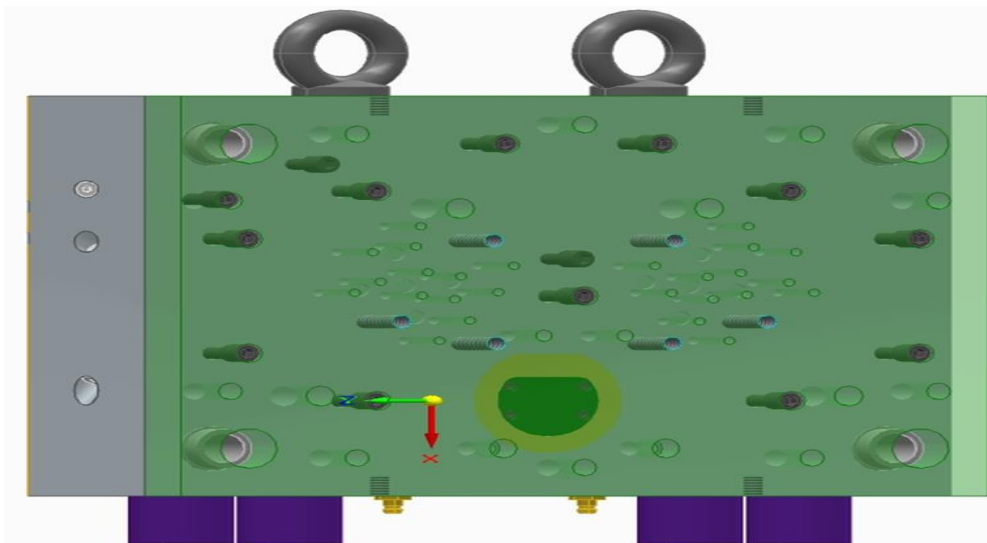


17.ábra: A mozgó formalap szemből nézett drótváza és a hűtőközegek áramlási iránya

[saját kép]

3.6.2. Támaszlap

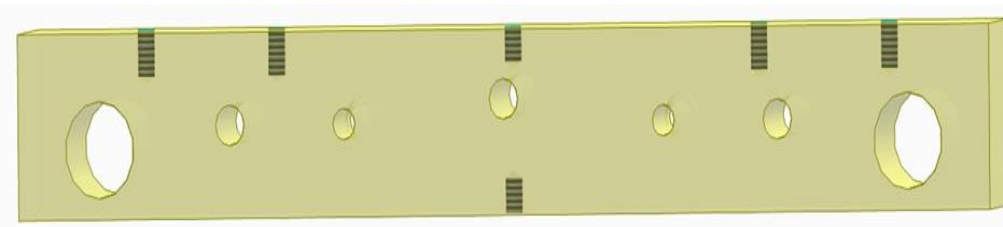
Feladata a mozgó formalap stabilizálása, ennek megfelelően a formalap mögött helyezkedik el. Rögzítését a formalaphoz M12-es csavarokkal oldottam meg, a lap vastagsága szabványos 27 milliméter. A formalapban elhelyezett vezetősely a támaszlapban folytatódik, ezért itt is megvan a négy sarokhoz közeli, 42 mm átmérőjű átmenő furat. A lenti ábrán zöld átlátszó elemként látható a támaszlap elhelyezkedése a szerszámban, és rögzítési módja a mozgó formalaphoz. A támaszlap támasztja meg hátulról a kilökőcsapokat és a terelőbetétet.



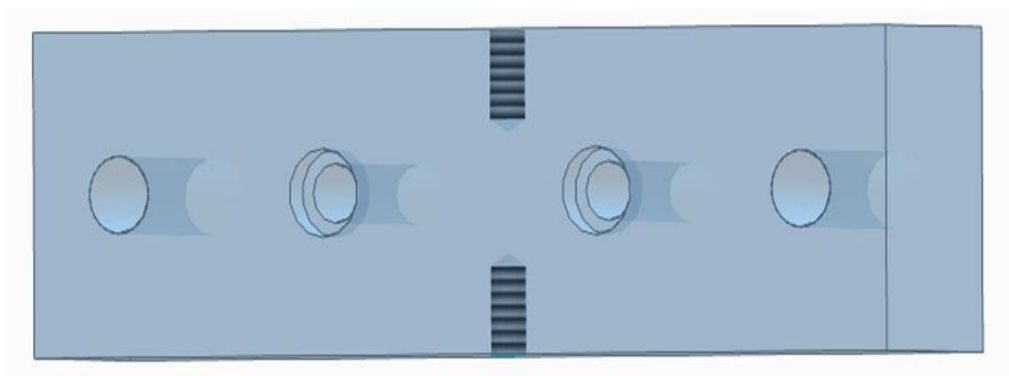
18.ábra: A támaszlap elhelyezkedése és szerelése [saját kép]

3.6.3. Távtartó hasábok

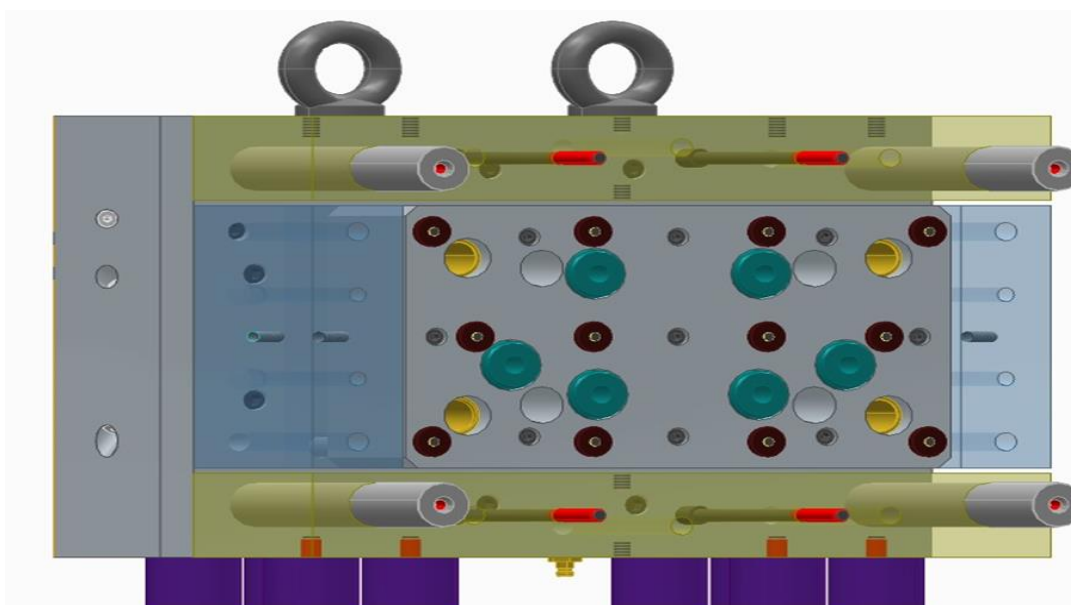
Nevéből adódóan a feladata a megfelelő távolságtartás a támaszlap, és a felfogólap között, ezzel helyet biztosítva a kilökörendszernek. Két-két darab függőleges, illetve vízszintes hasábot készítettem el. Ezeket egyenként 2 darab M12-es csavarral rögzítettem a mozgó felfogólaphoz. A vízszintes hasábokon kialakítottam a formalapokat összevezető rendszer „folytatásaként” funkcionáló furatot, amelybe egy összevezető hüvelyt szereltem be, mert a formalapokhoz hasonlóan itt is szükséges a lapok megfelelő összevezetése. A távtartó hasábok műhelyrajza megtekinthető a mellékletek között. Az első két ábrán a vízszintes és függőleges távtartó hasábok modellje látható, alattuk pedig a hasábok és a kilökö lapok elhelyezkedése a szerszámban.



19.ábra: A vízszintes távtartó hasáb modellje [saját kép]



20.ábra: A függőleges távtartó hasáb modellje [saját kép]

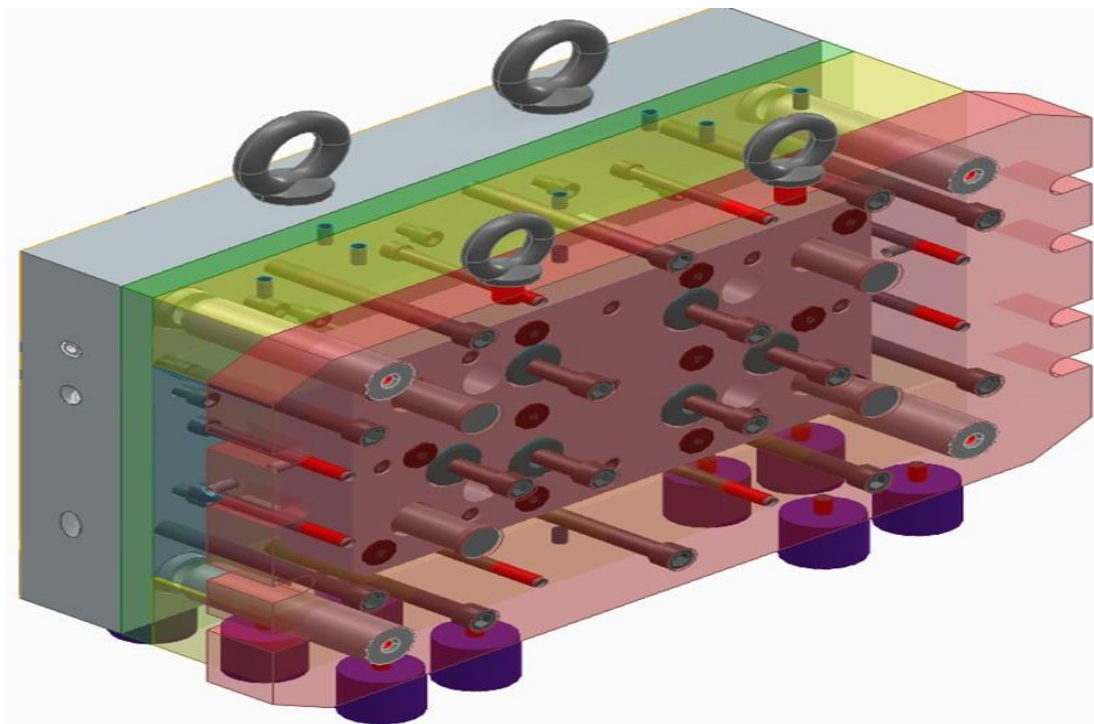


21.ábra: A hasábok és a kilökő lapok elhelyezkedése a szerszámban [saját kép]

3.6.4. Mozgó felfogólap:

Ez a lap tartja a mozgó oldali szerszámfél összes többi elemét, ennek megfelelően a mozgó oldali szerszámfél legvégén helyezkedik el. Ennél lapnál fogva lehet a szerszámot a gépre felfogtatni, ezért az oldalán ennek is kialakítottam a felfogató hornyokat, hasonlóan az álló oldalhoz. A lap hátuljában van kialakítva a csavarfejek süllyesztése. A távtartó tuskók M16-os csavarjai indulnak innen és tartanak egészen a formalapig. A távtartó hasábok esetében a vízszintes elemeknél egyenként 3 darab, a függőlegeseknél egyenként 2 darab, szintén M16-os hosszúszerű csavart használtam, amely szintén a felfogólaptól a formalapig tart. Azért van szükség ezekre, hogy rögzítse a hasábokat és az összes szerszámelemet egymáshoz. A lapon

kialakítottam a lábak és az emelőszemek furatait, amik a korábban már említett módon csavarral és menetes kapcsolattal kerül rögzítésre a felfogólap megfelelő felületére. Az ábrán a piros átlátszó elem a mozgó felfogólap. Megfigyelhető a beépítése és a szerszámban való elhelyezkedése. Az egész mozgó oldali szerszámrész látható az alábbi ábrán.



22.ábra: A mozgó oldal felépítése, és a felfogólap elhelyezkedése [saját kép]

3.7. A kilökő rendszer elemei

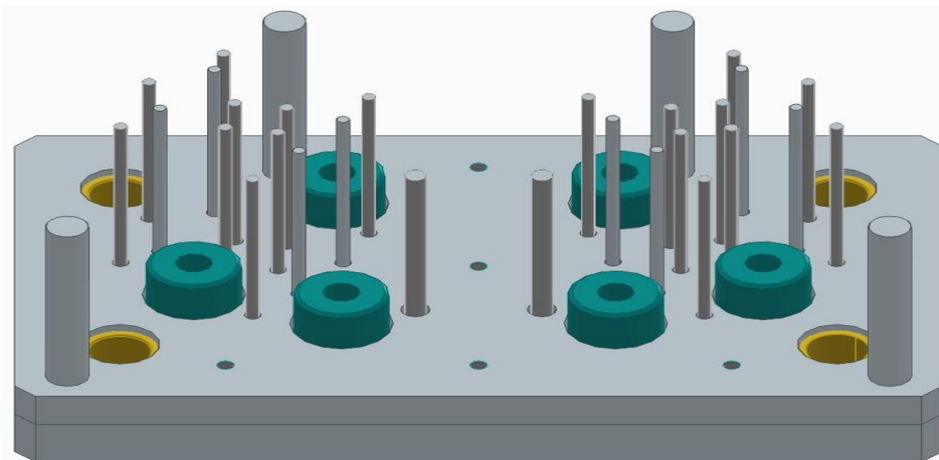
3.7.1. Kilökő tartólap

Szerepe és feladata a kilökő csapok pozícióban tartása és rögzítése. Ebben végződnek a kilökő csapok, amelyek fejkialakítása a lap hátulján kapott helyet. A fejek vastagsága és a furatok süllyesztése megegyezik, azonban a furatátmérő 1 mm-el nagyobb a fej átmérőnél. Pontosam csak a formalapban illesztjük, mert ellenkező esetben fennáll a berágódás veszélye. A kilökő tartólapot és a kilökőlapot szintén csavarokkal rögzítettem egymáshoz, ami azért volt szükséges, mert a két lap együtt mozgatja a kilökő csapokat a kezdő és a végállás között. A szerszám összeállításban a kilökő rendszert a kezdő pozícióba állítva építettem be.

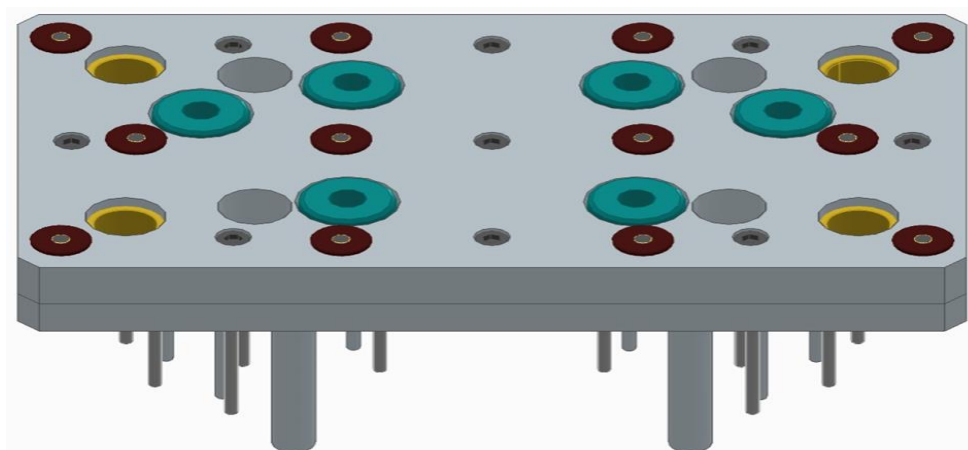
3.7.2. Kilökő lap

A kilökő tartólap mögött helyezkedik el, és mint említettem, a két lap csavarokkal kapcsolódik egymáshoz. A hátsó felén M4-es süllyesztett fejű csavarokkal rögzített 28 mm külső átmérőjű ütköző tányérokat helyeztem el, amik a kilökőrendszer visszatolásakor kapnak fontos szerepet. Egyrészt távolságot tartanak a mozgó felfogólap és a kilökőlap között, másrészt visszatolásakor a kilökőlap a tányérokkal ütközik neki a felfogólapnak. Az ütközők szerepe abban jelentkezik, hogy általuk sokkal jobban felfekszik a kilökőlap a mozgó felfogólap felületére. A rendszer mozgása a formalapokhoz hasonló vezető rendszer segítségével biztosítható. Ennek megfelelően a kilökőlapon és a tartólapon is kialakítottam ezek furatait, és itt is a sarkok közelében helyeztem el őket, mert így adja a rendszer a legstabilabb vezetést. A furatokba grafitos vezetőperselyt tettem, ami azért előnyös, mert külön kenőanyagot már nem kell a rendszerhez adni, hiszen a grafit biztosítja a rendszer kenését. A két lapon belül távtartó tuskók vannak, amiknek szerepe megegyezik a távtartó hasábokkal, csak ezek hengeres alkatrészek, szerepük, hogy a kilökőcsapok közelében támasztják a szerszámot. Összesen hat darab távtartó tuskót építettem be, a fennmaradó helyet figyelembe véve. Fontos szerepük az is, hogy a kilökőrendszer számára biztosítsák a megfelelő kilökési úthosszt, hogy elkerüljük a munkadarab fészekben ragadását. A távtartó tuskók hosszával szabályozható a kilökési úthossz, ez azért fontos, hogy a csokor legmélyebb pontjától is meglegyen a megfelelő kilökési távolság. Ezek rögzítését M16-os hosszúszerű csavarral oldottam meg, amely a felfogólapból indulva egészen a mozgó formalapig tart, ezzel rögzítve a tuskókat, és összefogva az elemeket. A szerelhetőségre ezúttal is gondosan figyeltem.

Az alábbi két ábrán láthatóak a kilökő rendszer elemei. Az első képen látható a kilökő csapok és a távtartó hasábok elhelyezkedése, valamint a perselyek beszerelése. A második képen pedig láthatóak a kilökő lap hátulján elhelyezett ütközőtányérok és a csavarok elhelyezkedése, amelyek egymáshoz rögzítik a kilökő lapot és a kilökő tartólapot.

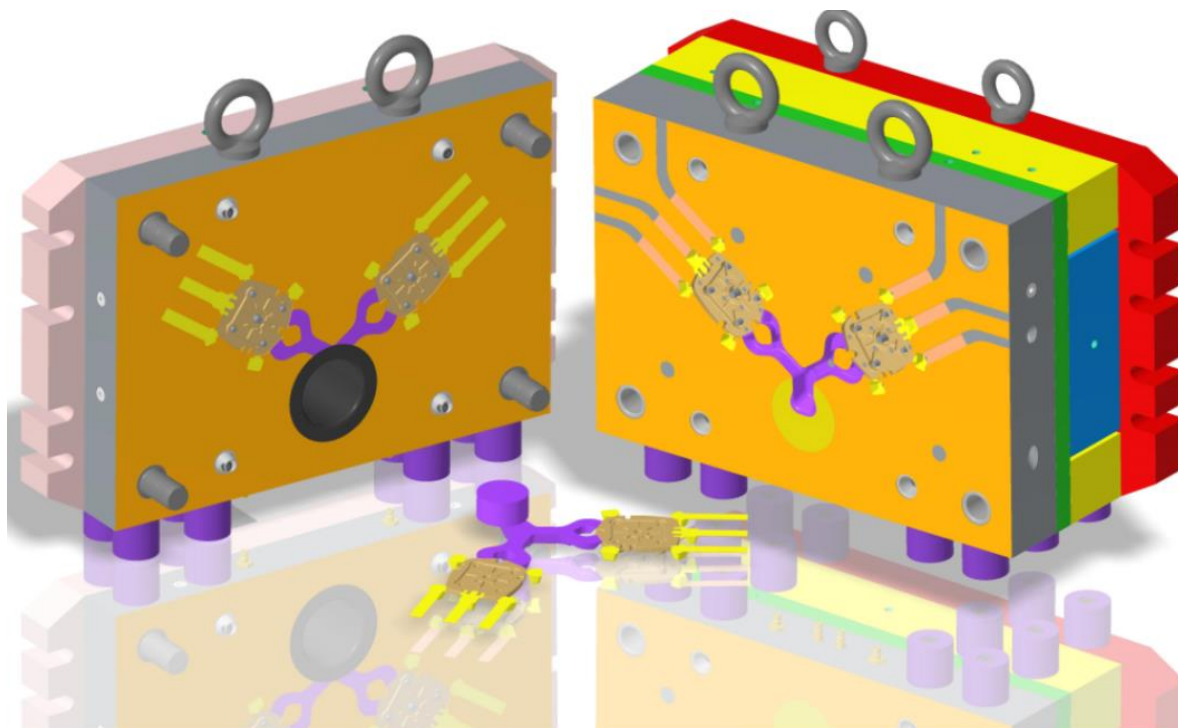


23.ábra: A kilökő rendszer előlről nézve [saját kép]



24.ábra: A kilökő rendszer hátulról nézve [saját kép]

Végül pedig az egész öntőszerszám látható, bal oldalon az álló, jobb oldalon a mozgó oldal, középen pedig a csokormodell.



25.ábra: A tervezett szerszám az öntvénnel [forrás: saját kép]

A konstrukció és az elemek bemutatása során alkalmaztam a nyomásos öntészettről szóló forrást. [12]

3.8. Az egész öntőszerszámra vonatkozóan

Ebben a részben bemutatom azokat az elveket, amelyeket a szerszám egészére vonatkozóan vettem figyelembe, illetve kiegészítés a szerszám felépítésén túlmenően. Ez kiterjed a szerszám szerelhetőségére, mozgathatóságára és működésére.

A szerszám tervezése során elsődleges nézőpontom az volt, hogy a konstrukció a lehető legegyszerűbb legyen, és minél kevesebb alkotóelemből álljon, vagyis minden lehetséges módszerrel próbáltam az egyszerűsége és átláthatóságra törekedni. A szerszámot úgy terveztem meg, hogy csak egyfajta csavart használtam fel hozzá, így a szerszám össze- és szét szerelése rendkívül egyszerűen kivitelezhető. Minden csavar egy hatszög alakú, belső kulcsnyílással rendelkezik a fején, ami azt jelenti, hogy egyetlen imbuszkulcskészlettel az egész szerszám részére szedhető, illetve a részekből teljesen összeszerelhető. Ezt fontosnak tartottam abból a szempontból, hogy a könnyű szerelhetőség mellett a szerelési idő is jelentősen csökkenthető. Továbbá a szerszám szerelhetőségével kapcsolatos az is, hogy az álló és mozgó

oldali szerszám is csak egyben vehető le, illetve rakható fel a gépre, és a gépre felszerelt állapotban nem lehet szerelni, mert egyes helyeken mindkét irányból van csavarozás. A szerszám szerelhetőségére vonatkozik az is, hogy mindkét szerszámfél hátulról előre a formalapok felé haladva szerelhető csak szét. Ennek, és a könnyű szerelhetőségnek az az oka, hogy így egyszerűen lehet az időnként eltörő vagy sérülő elemeket cserélni. Például gyakori jelenség a kilőkő csapok és furatképző csapok törése. Másik oka pedig az, hogy a formalapok a szerszám legnehezebb elemei, így előnyös, ha ezeket minél kevesebbet kell mozgatni a szerelés során.

A szerszám mozgatására vonatkozóan figyelembe vettem azt, hogy az egész szerszámfél biztonságosan megemelhető legyen egy emelőszerkezettel. Fontos, hogy stabilan és biztonságosan lehessen az emelést és mozgatást végrehajtani. Az emelési pontokat úgy kell meghatározni, hogy a szerszám ne lengjen ki, és az emelés után, mozgatás közben is a legközelebb maradjon a statikus állapothoz. Ugyanezt az elvet követtem a lábak elhelyezésénél is. Fontos, hogy a szerszámot biztonságosan le lehessen tenni úgy, hogy aztán stabilan megálljon.

Kenéstechnikai, vagyis tribológiai szempontból fontos, hogy a szerszámon belül vannak mozgó elemek, amelyek működés közben összeérnek, súrlódnak és ezáltal kopnak. Ezen felületek és elemek esetében gondoskodni kell a megfelelő kenőanyagról, és azok megfelelő időközönként történő feltöltéséről, utánpótlásáról. A szerszámban ilyen elem a vezetőoszlop és a kilőkő csapok illesztett részei. A kilőkő rendszernél alkalmazott perselyek grafitral béleltek, így külön kenőanyagot ezen berendezés nem igényel. A többi elem esetében, mivel külön tömítések nincsenek a szerszámban, ezért a kenés csak megfelelő minőségű és összetételű kenőzsír alkalmazásával biztosítható. A vezetőoszlopok el vannak látva kenőhornyokkal, amik lehetővé teszik a rendszer kenési folyamatát. A kenőanyag grafitos gépzsír, amely időszakos karbantartást igényel, legkésőbb szériagyártásonként cserélni kell.

A bonyolultabb elemekről (formalapok, támaszlap, felfogólapok, kilőkőlapok) nem készítettem műhelyrajzot, mert ezeket az elemeket a szerszámmodell alapján fogják legyártani.

4. Gazdasági számítás

Ahhoz, hogy egyáltalán elkezdhessünk bármilyen tervezési folyamatot, szükségünk van a költségek megbecslésére, hogy megtudjuk, mekkora a teljes kiadás és a várható bevétel. Ezt kell alapul venni a tervezés során, mert a költségvetésbe mindenképpen bele kell férni, ellenkező esetben veszteséges lesz a projekt, amibe belevágunk.

A modern korban már léteznek olyan szoftverek a műszaki gyakorlatban, amibe beírják a folyamat legfontosabb paramétereit, és ezek alapján becslést ad a paramétereket befolyásoló tényezők kiadásaira. (Jelen esetben elsősorban a szerszámra).

4. táblázat: Ismert és meghatározott adatok [saját táblázat]

Az előzetesen ismert és általam meghatározott adatok:	
A legyártandó öntvények száma	65000 darab
A ciklusidő	60 másodperc
Az öntvény (csokor) teljes tömege	1,3 kg
Alkalmazott alumínium ötvözet és átlagára	AISI9Cu3(Fe) ára átlagosan: 750 forint /kg
A minimum szükséges lövésszám	37500

A ciklusidő ismeretében meghatározzuk a teljes alkatrészmennyiség legyártásához szükséges időt, és mellé valamekkora idővesztésedet is figyelembe veszünk. Én 25% idővesztéssel számoltam és így a teljes lövésszám eléréséhez 8 órás műszakkal számolva megközelítőleg 66 napra van szükség. Ez az érték 448 munkaórával egyenlő.

5.táblázat: A szerszám beruházási és üzemeltetési költségei [saját táblázat]

Kiadás megnevezése	Felhasznált mennyiség	Kiadás értéke	Megjegyzés
Öntőszerszám	1 darab	24,48 millió Ft	Szerszám beszerzési költségei kalkulátorral számolva
Munkadíj	-	4,14 millió Ft	Emberek munkadíja [Mérnöki kamara alapján]
Gyártástervezés	-	1,5 millió Ft	Tervezés folyamán felmerülő költségek
Alapanyag	48750 kilogramm	36,563 millió Ft	Felhasznált alumínium ötvözet
Egyéb	-	6,5 millió Ft	Logisztika, adminisztráció, energiafelhasználás, marketing, egyéb szolgáltatások.
Összesen		73,183 millió Ft	

A szerszám beszerzési áránál figyelembe vettem, hogy sima formalapos szerszámot alkalmaztam, amely beszerzési ára lényegesen kedvezőbb, mint a formabetétes szerszámoké. Költség szempontjából szintén kedvező, hogy a szerszám befoglaló méretei viszonylag kicsik. Az egyéb költségek meghatározásához a teljes költség 8%-át alkalmaztam.

6.táblázat: Bevétel [saját táblázat]

Bevételi forrás	Bevétel értéke
Egy alkatrész értékesítési átlagára	1800 Forint
A teljes mennyiségű alkatrész értékesítése	117 millió Forint

A kiszámolt beruházási és értékesítési költségek alapján elmondható, hogy a projekt nyereséges, ami jelen esetben nagyjából 44 millió forint profitot jelent.

5. Összefoglalás

Szakedolgozatomban egy nyomásos öntőszerszám tervezését végeztem el, amely során leginkább a nyomásos öntészeti technológiai elveket követtem és hogy a konstrukciója a lehetőségekhez mérten a lehető legegyszerűbb legyen. Mivel egy viszonylag egyszerű geometriával rendelkező alkatrészhez terveztem öntőszerszámot, ezért akadtak olyan szerszámelemek, amikre nem volt szükség a tervezés során (például oldalmagok, csúszkatestek stb). A tervezés előtt megvizsgáltam az alkatrészt önthetőségi szempontból, valamint megemlítettem a szerszámtervezés előtti lépéseket is. A tervezett öntőszerszám egy sima formalapos szerszám, amely a viszonylag kis méretével közösen kedvezőbb beruházási költséget jelent, mint egy formabetétes szerszám esetében. A szerszámhoz egyfajta csavartípust alkalmaztam, amely a könnyű szerelhetőség miatt fontos. Gyakorlatilag egy imbuszkulcs készlettel az egész szerszám össze- és szétszerelhető. A szakedolgozatomban bemutattam a szerszámhoz általam használt fontosabb elemeket, azok szerepét, működését és beépítését is. A kis méretek miatt a szerszámot elegendő egy kisebb gépre felszerelni, illetve mozgatni is, mindez energiafelhasználás szempontjából kedvező. A megfelelő temperálás érdekében az álló oldali formalap egy, a mozgó oldali formalap pedig két hűtőkörrel rendelkezik. Az álló és mozgó formalap hűtőköre olajjal, a terelőbetétben lévő hűtőkör pedig vízhűtéssel van ellátva, így biztosítva a szerszám minden fontos részén a megfelelő temperálást. A szerszám felépítése és üzemeltetése is viszonylag egyszerű, a gépre szerelve a gép folyamatosan működtetni tudja, a gépen pedig tetszőlegesen állíthatóak a legfontosabb öntési paraméterek. (Például: dugattyú sebessége, szerszám záróereje, anyagmennyiség, utánnyomás, ciklusidő stb). Továbbá rendszeres karbantartást csak a kenőanyagok és a hűtőközegek időszakos cseréje igényel. Egy-egy furatképző vagy kilökő csap törése esetén azokat könnyen lehet cserélni, ezért is fontos az egyszerű felépítés és szerelhetőség. Összességében az a fontos, hogy a tervezett szerszámmal legyártható legyen a szükséges mennyiségű öntvény a megfelelő minőségben. Mindeközben törekedve a legkisebb beruházási költségekre, valamint a gazdasági, környezetvédelmi és műszaki igények kielégítésére.

6. Summary

In my thesis I designed a die casting tool, following the technological principles of pressure casting and keeping the construction as simple as possible. Since I designed a die for a part with a relatively simple geometry, there were some tooling elements that were not required in the design (e.g. side cores, slip bodies, etc.). Before the design, I examined the part from a castability point of view and also discussed the steps before the die design. The designed mould is a plain mould, which, together with its relatively small size, means a lower investment cost than for a mould insert. A screw type was used for the mould, which is important for ease of assembly. With practically an allen key set, the whole tool can be assembled and disassembled. In my thesis I have also described the main components I used for the tool, their role, function and installation. Due to its small dimensions, the tool can be mounted and moved on a small machine, which is advantageous in terms of energy consumption. For proper tempering, the stationary side mould base has one cooling circuit and the moving side mould base has two cooling circuits. The cooling circuit of the stationary and moving mould base is oil-cooled and the cooling circuit in the spreader insert is water-cooled, ensuring the correct temperature control in all important parts of the mould. The design and operation of the mould is also relatively simple, with the machine mounted on the mould and capable of continuous operation, and the machine can be set to any desired setting of the most important moulding parameters (e.g.: piston speed, mould clamping force, material quantity, holding pressure, cycle time, etc.). Furthermore, only the periodic change of lubricants and thermal fluids requires regular maintenance. In the event of the breakage of a bore forming or ejector pin, they can be easily replaced, which is why simple construction and ease of installation are important. Overall, it is important to be able to produce the required quantity of castings in the right quality with the designed tool. At the same time, the aim is to keep investment costs to a minimum and to meet economic, environmental and technical requirements.

7. Nyilatkozatok

NYILATKOZAT

Alulírott Lendvai Dániel, a Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem, Gödöllői 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 2024 év április hó 24 nap

Lendvai Dániel
Hallgató

NYILATKOZAT

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

A Záródolgozatos/Szakdolgozatos/Diplomadolgozatos záróvizsgán történő védésre javaslom / nem javaslom*.

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

Kelt: Gödöllő 2024 év április hó 24 nap

[Signature]
Belső konzulens

*Kérjük a megfelelőt aláhúzni!

NYILATKOZAT

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

A hallgató neve: Lendvai Dániel
A Hallgató Neptun kódja: F7WODI
A dolgozat címe: Alumínium alkatrészhez öntőszerszám tervezése
A megjelenés éve: 2024. Tavasz
A tanszék neve: Anyagtudományi és Gépipari folyamatok Tanszék

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

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

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

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

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

Kelt: 2024. év 04. hó 24 nap

Lendvai Dániel
Hallgató aláírása

¹ A megfelelő dolgozattípus meghagyása mellett a többi típus törlendő.

² A megfelelő dolgozattípus meghagyása mellett a többi típus törlendő.

KONZULTÁCIÓS NYILATKOZAT

A Lendvai Dániel (név) (hallgató Neptun azonosítója: F7WODI) konzulenseként nyilatkozom arról, hogy a szakdolgozatot¹ áttekintettem, a hallgatót az irodalmi források korrekt kezelésének követelményeiről, jogi és etikai szabályairól tájékoztattam.

A záródolgozatot/szakdolgozatot/diplomadolgozatot/portfóliót a záróvizsgán történő védelemre javaslom / nem javaslom².

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

Kelt: 2024 év aprilis hó 24. nap



Belső konzulens

¹ A megfelelő dolgozattípus meghagyása mellett a többi típus törlendő.
² A megfelelő aláhúzendő.
³ A megfelelő aláhúzendő.

8. Irodalomjegyzék

- [1] Guy, A. G.: Fémfizika, Műszaki Kiadó, Budapest, 1978.
- [2] Hugo F. Lopez: „Aluminium Production Process, Challenges and Opportunities
Houshang, Alamdari Aluminium Research Centre,,
letöltés dátuma: 2024.03.30, Elérhetőség: <https://www.mdpi.com/2075-4701/7/4/133>
- [3] Domony András: Alumínium Kézikönyv, Kiadó Weiss Manfréd
Acél- és Fémművei R. T., Budapest, 1942
- [4] Dr. Pék Lajos: Anyagszerkezettan és anyagvizsgálat, Nyugat- magyarországi
Egyetemi Kiadó, 2015 letöltés dátuma: 2024.03.26,
Elérhetőség:
[https://www.volfram.hu/wpcontent/uploads/2023/11/Anyagszerkezettan_es
_anyagvizsgalat.pdf](https://www.volfram.hu/wpcontent/uploads/2023/11/Anyagszerkezettan_es_anyagvizsgalat.pdf).
- [5] Kocsis János: Könnyűfémek, Szabványkiadó, Budapest, 1989
- [6] Roland Irmann: Alumínium öntés, Kiadó: Nehézipari Könyv- és Folyóiratkiadó
Vállalat, Budapest, 1954
- [7] Dr. Zsoldos Ibolya, Dr. Hargitai Hajnalka: Járműszerkezeti anyagok, Széchenyi Kiadó
2012, letöltés dátuma: 2024.03.19.
Elérhetőség:[https://adoc.pub/queue/jarmszerkezeti-anyagok-keszitetten-dr-zsoldos-
ibolya-dr-hargi.html](https://adoc.pub/queue/jarmszerkezeti-anyagok-keszitetten-dr-zsoldos-ibolya-dr-hargi.html)
- [8] Szombatfalvy Anna: Járműipari Öntészeti ALSI-Ötvözetek tulajdonságainak vizsgálata,
Miskolc, 2012, letöltés dátuma: 2024.03.26,

Elérhetőség:<https://docplayer.hu/110038253-Jarmuipari-onteszeti-alsi-otvozetek-tulajdonsagainak-vizsgalata.html>

[9] Balla Sándor, Dr. Bán Krisztián, Dr. Dömötör Ferenc, Dr. Kiss Gyula,

Dr. Markovits Tamás, Vehovszky Balázs, Dr. Pál Zoltán, Weltsch Zoltán:

Járműszerkezeti anyagok és technológiák I. Budapest, 2011;

Letöltés dátuma:2024.03.26

Elérhetőség:

file:///D:/felhaszn%C3%A1lt%20irodalom/Balla_etal_Jarmusz_any_techn_I.pdf

[10] Danyi József - Végvári Ferenc: Gépjárműgyártás, Fenntartás; Kecskeméti Főiskola

Gépipari és Automatizálási Műszaki Főiskolai Kar, 2011

[11] Lukács Sándor: A szerszám hőegyensúlyának vizsgálata alumínium és magnézium

nyomásos öntésnél, Kiadó: Miskolci Egyetem Műszaki Anyagtudományi Kar

Metallurgiai és Öntészeti Tanszék, Miskolc, 2007

[12] Dr. Dúl Jenő: Nyomásos öntészeti ismeretek; Nemzeti Tankönyvkiadó;

letöltés dátuma: 2024.03.12 Elérhetőség:

<https://www.bing.com/ck/a?!&&p=da3cf5d2e05df0a0JmltdHM9MTcxNDAwMzIwM CZpZ3VpZD0yZGFjOTA4My0zOTgwLTZINDYtMTY0My04MzA4Mzg1OTZmYmE maW5zaWQ9NTI5OA&pnt=3&ver=2&hsh=3&fclid=2dac9083-3980-6e46-1643-830838596fba&psq=nyom% c3% a1 sos+% c3% b6 nt% c3% a9 szet&u=a1 aHR0cHM6Ly9k dGsudGFua29ueXZ0YXlualHUveG1sdWkvYml0c3RyZW FtL2hhbmRsZS8xMjM0NT Y3ODkvNzUyOC9BNF8wNV9ueW9tYXNvc19vbnRlc3pldGlfaXNtZXJldGVrLnBkZj 9zZXF1ZW5jZT0x&ntb=1>

-
- [13] Dr. Szabó Zsolt, Sándor József, Szíj Zoltán: Öntvények Gyártástechnológiája
Műszaki Könyvkiadó. Budapest, 1986
- [14] Fledrich Gellért, Kári-Horváth Attila, Pataki Tamás István, Zsidai László:
Mechanikai Technológiák; Szent István Egyetem Gépészmérnöki kar; 2017
- [15] W. S. Ebhota: "Centrifugal casting technique baselineknowledge, applications, and
processing parameters: overview", Discipline of Mechanical Engineering,
Howard College, letöltés dátuma: 2024.03.31
Elérhetőség:
[https://www.researchgate.net/publication/305895988Centrifugal_casting_technique
_baseline_knowledge_applications_and_processing_parameters_Overview](https://www.researchgate.net/publication/305895988Centrifugal_casting_technique_baseline_knowledge_applications_and_processing_parameters_Overview)
- [16] Bihari Sándor: Kokilla-, fröccs- és centrifugális öntés, Kiadó: Népszava Kiadó
Vállalat, Budapest (a kiadás éve nincs feltüntetve a könyvön)
- [17] Marosi László; Ötvös Mestervizsgára Felkészítő Jegyzet, Budapest, 2021
Letöltés dátuma: 2024.03.24; Elérhetőség:
[file:///D:/szakirodalmi%20forr%C3%A1sok%20\(%20k%C3%B6nyvek\)/oetvoes-
mester- oktatasi-jegyzet.pdf](file:///D:/szakirodalmi%20forr%C3%A1sok%20(%20k%C3%B6nyvek)/oetvoes-mester-oktatasi-jegyzet.pdf)
- [18] Lupták Ernő: Precíziós öntés, Kiadó: Műszaki Könyvkiadó, Budapest, 1962
- [19] Dr. Tóth Levente: Környezetvédelem az öntészetben, öntödei hulladékok,
Nemzeti Tankönyvkiadó Letöltés dátuma: 2024.03.24,
- [20] Dr. Molnár Dániel: Öntészeti szimuláció, elméleti alapok és megoldások, Nemzeti
Tankönyvkiadó. Letöltés dátuma: 2024.03.07.
Elérhetőség:
[https://dtk.tankonyvtar.hu/bitstream/handle/123456789/7547/A4_03_onteszeti_szimulac
io_elmeleti_alapok_es_megoldasok.pdf](https://dtk.tankonyvtar.hu/bitstream/handle/123456789/7547/A4_03_onteszeti_szimulacio_elmeleti_alapok_es_megoldasok.pdf)

[21] Polgár Dénes: Nyomásos öntvény gyártástechnológiájának tervezése,

Miskolci Egyetem, Műszaki Anyagtudományi Kar, 2019.

Letöltés dátuma: 2024.03.07

Elérhetőség: https://www.femmuvek.hu/documents/Szakedolgozat_Polgar_Denes.pdf

9. Mellékletek

9.1. A tervezett szerszámmal kapcsolatos számítások

9.1.1. A fémnyomás és a szerszám tartalék záróereje

Az előzetesen ismert paraméterek:

C_{23} : A gép lövőhenger-átmérője: $D = 130$ mm

C_{22} : Az öntődugattyú átmérője: $d = 60$ mm

C_{24} : Multinyomás: 200 bar (az öntőgép által kifejtett nyomás, választott érték)

C_{19} : A csokormodell felülete nyitási irányban: 300 cm²

B^{47} : Az öntőgép által kifejtett záróerő: 420 tonna

Ezekből az adatokból meghatározható a fémnyomás értéke a multinyomással, ami azt mutatja meg, hogy az öntési folyamat során a formaüregben lévő fém mekkora nyomást fejt ki nyitási irányban a szerszámra. Ennek meghatározása a következő összefüggéssel lehetséges:

$$C_{44} = \frac{C_{23}^2 \cdot 0,785}{\frac{C_{22}^2 \cdot \pi}{4}} \cdot C_{24} = \frac{130^2 \cdot 0,785}{\frac{60^2 \cdot \pi}{4}} \cdot 200 = 938,42 \text{ bar}$$

Az öntőgép tartalék záróerő kapacitása (X) a következő módon számolható:

$$X = \left(1 - \left(\frac{\frac{C_{19}}{10^6} \cdot C_{44} \cdot 10}{B_{47}} \right) \cdot 100 \right) \cdot 100 = \left(1 - \left(\frac{\frac{300}{10^6} \cdot 938,42 \cdot 10}{420} \right) \cdot 100 \right) \cdot 100$$

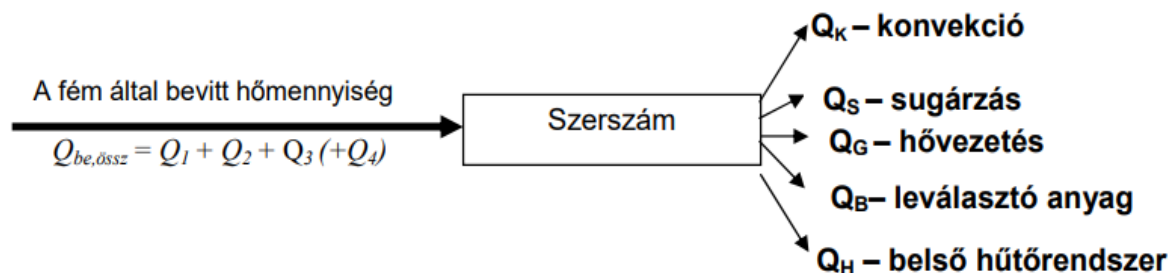
$$= 32,97 \% \approx 33\%$$

A tartalék záróerő kapacitásnál a minimum értéknek legalább 20%-nak kell lennie, de ennél törekszünk ennél kicsivel magasabb érték elérésére. Jelen esetben a beállított paraméterek mellett az öntőgép tartalék záróereje tehát 33%.

9.1.2. A szerszám hőmérsékleti viszonyai.

A szerszám hőstabilitása érdekében teljesülnie kell annak a feltételnek, hogy a bevitt hőmennyiségnek és az elvezetett hőmennyiségnek meg kell egyezniük. $Q_{be} = Q_{elvezetett}$

A nyomásos öntőszerszám hőtranszport-folyamatát az alábbi ábra szemlélteti.



26.ábra: A nyomásos öntőszerszám hőtranszport-folyamata

Az olvadt fém által a szerszámba bevitt hőmennyiség négy részre osztható fel.

$$Q_{be,össz} = Q_1 + Q_2 + Q_3 + (Q_4)$$

$Q_{be,össz}$ = A szerszámba bejuttatott összes hőmennyiség

Q_1 = Folyékony állapotban, a dermedés kezdetéig átadott hő mennyisége

Q_2 = Megszilárdulás közben felszabaduló dermedési hő

Q_3 = Az öntvény kilökéséig szilárd állapotban átadott hő mennyisége

Q_4 = Sűrűlódással bevitt hő → Nagysága elhanyagolható

Ezek az értékek a következőképpen számíthatóak ki:

$$Q_1 = c_{pf} \cdot m \cdot (T_{öntési} - T_{dermedési})$$

$$Q_2 = L \cdot m$$

$$Q_3 = c_{psz} \cdot m \cdot (T_{öntési} - T_{kidobási})$$

Ahol:

$T_{öntési}$ = Az olvadék hőmérséklete a szerzsámba jutáskor = 913 K

$T_{dermedési}$ = A dermedési hőmérséklet 643 K

$T_{kidobási}$ = Az öntvény kidobási hőmérséklete 608 K

L = A dermedési látenshő = 46,5 J/kg

m = A formába öntött fém tömege = 1,3 kg

$c_{pf}, c_{psz} =$ Az ötvözet folyékony és szilárd fajhője = 0,91; 0,94

A szerszámba bevitt teljes hőmennyiség tehát:

$$Q_{be\ összes} = c_{pf} \cdot m \cdot (T_{öntési} - T_{dermedési}) + L \cdot m + c_{psz} \cdot m \cdot (T_{öntési} - T_{kidobási})$$

Behelyettesítve:

$$Q_{be\ összes} = 0,91 \cdot 1,3 \cdot (913 - 643) + 46,5 \cdot 1,3 + 0,94 \cdot 1,3 \cdot (913 - 608) = 752,57 \text{ [J]}$$

Ugyanezen hőmennyiség megegyezik a szerszámból elvezetett hőmennyiséggel. Az elvezetett hő a következőkből áll össze:

- belső hűtőrendszerrel elvezetett hő;
- nyomásos öntőgépek átadott hő;
- sugárzással távozó hő;
- szerszámbevonó anyag párolgása során távozó hő;
- konvekció által távozó hő.

9.1.3. A hűtőcsatornával kapcsolatos számítások

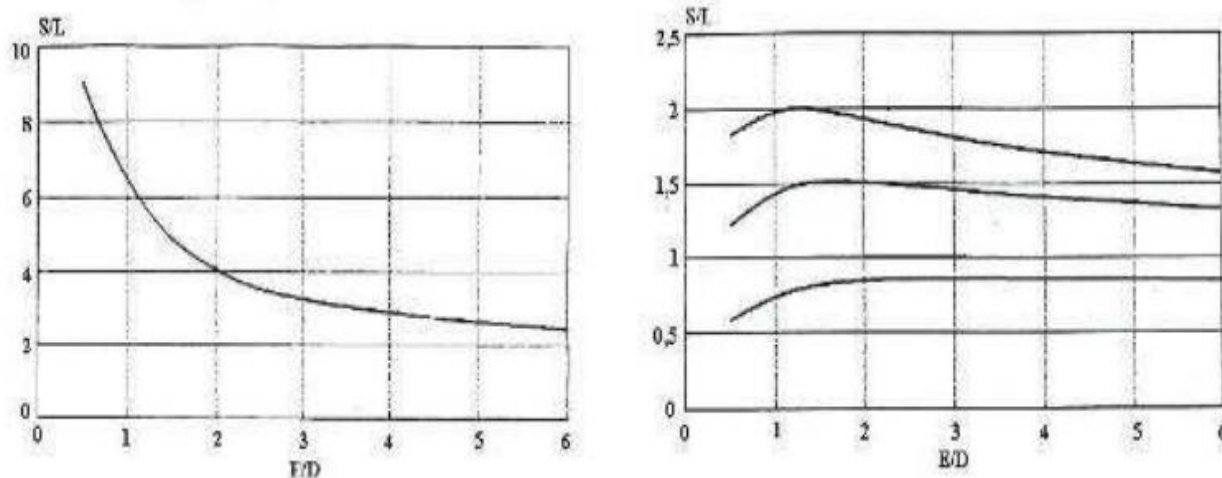
A legkisebb térfogatáram, amivel turbulens áramlás érhető el, tehát ezen érték alatti térfogatáramnál lamináris az áramlás, felette pedig turbulens.

$$V = \frac{1}{4} \cdot \pi \cdot d^2 \cdot v = \frac{1}{4} \cdot \pi \cdot 12^2 \cdot 2,5 = 280,27 \left[\frac{l}{h} \right]$$

A hűtőcsatorna hatásos hossza:

$$A = D \cdot L \cdot \pi = 300 \cdot 10^3 = 12 \cdot L \cdot \pi \rightarrow L = \frac{A}{D \cdot \pi} = \frac{300 \cdot 10^2}{12 \cdot \pi} = \sim 800 \text{ mm}$$

A szövegben már említettem, hogy a hűtőfuratokat a formakontúrtól optimálisan, ahol lehetett, 20 mm-re helyeztem el. Így nem áll fenn a közelség miatt annak a veszélye, hogy átreped a furat, de távol sincs, hogy ne érje el a megfelelő hűtőhatást.



27.ábra: A hűtőcsatorna geometriai viszonyainak kapcsolata [12]

Említettem, hogy a formalapok hűtőkörében szintetikus olaj a hűtőközeg, ennek fizikai tulajdonságait tartalmazza az alábbi táblázat.

7.táblázat: A szintetikus olaj fizikai tulajdonságai [12]

Hőmérséklet	[°C]	50	100	150	200	250
Sűrűség	[kg/m ³]	1009	974	939	904	869
Fajlagos hőkapacitás	[J/kgK]	1,67	1,84	2,03	2,21	2,38
Hővezető-képesség	[W/mK]	0,128	0,123	0,118	0,113	0,108
Prandtl-szám	[-]	125	43	25	17	13

Az alábbi táblázatok különböző hűtőkör paraméter-változatokat tartalmaznak különböző hűtőközegek esetében:

8.táblázat: Hűtőkörök paraméter változatai, ha a hűtőközeg olaj [12]

hűtőkörök átmérője	[m]	0,008	0,01	0,012	0,014	0,016
kontúrfelülettől való távolság	[m]	0,01	0,0125	0,015	0,0175	0,02
hűtőközeg hűtőcsatornába lépő hőmérséklete	[°C]	100	125	150	175	200
hűtőközeg térfogatárama a hűtőcsatornában	[l/h]	600	900	1200	1500	1800

9.táblázat: Hűtőkörök paraméter változatai, ha a hűtőközeg hidegvíz [12]

hűtőkörök átmérője	[m]	0,008	0,01	0,012	0,014	0,016
kontúrfelülettől való távolság	[m]	0,02	0,025	0,03	0,035	0,04
hűtőközeg hűtőcsatornába lépő hőmérséklete	[°C]	20	30	40	50	60
hűtőközeg térfogatárama a hűtőcsatornában	[l/h]	120	180	240	300	360

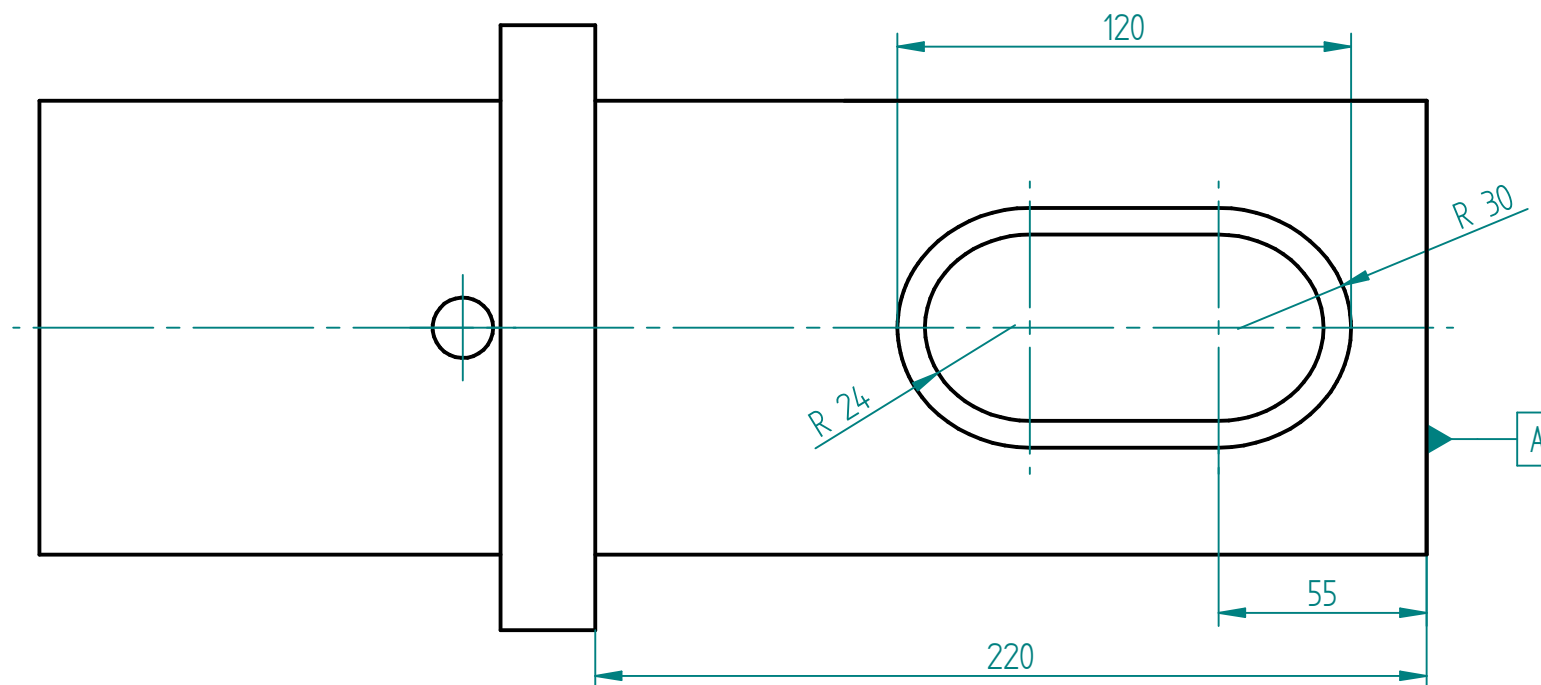
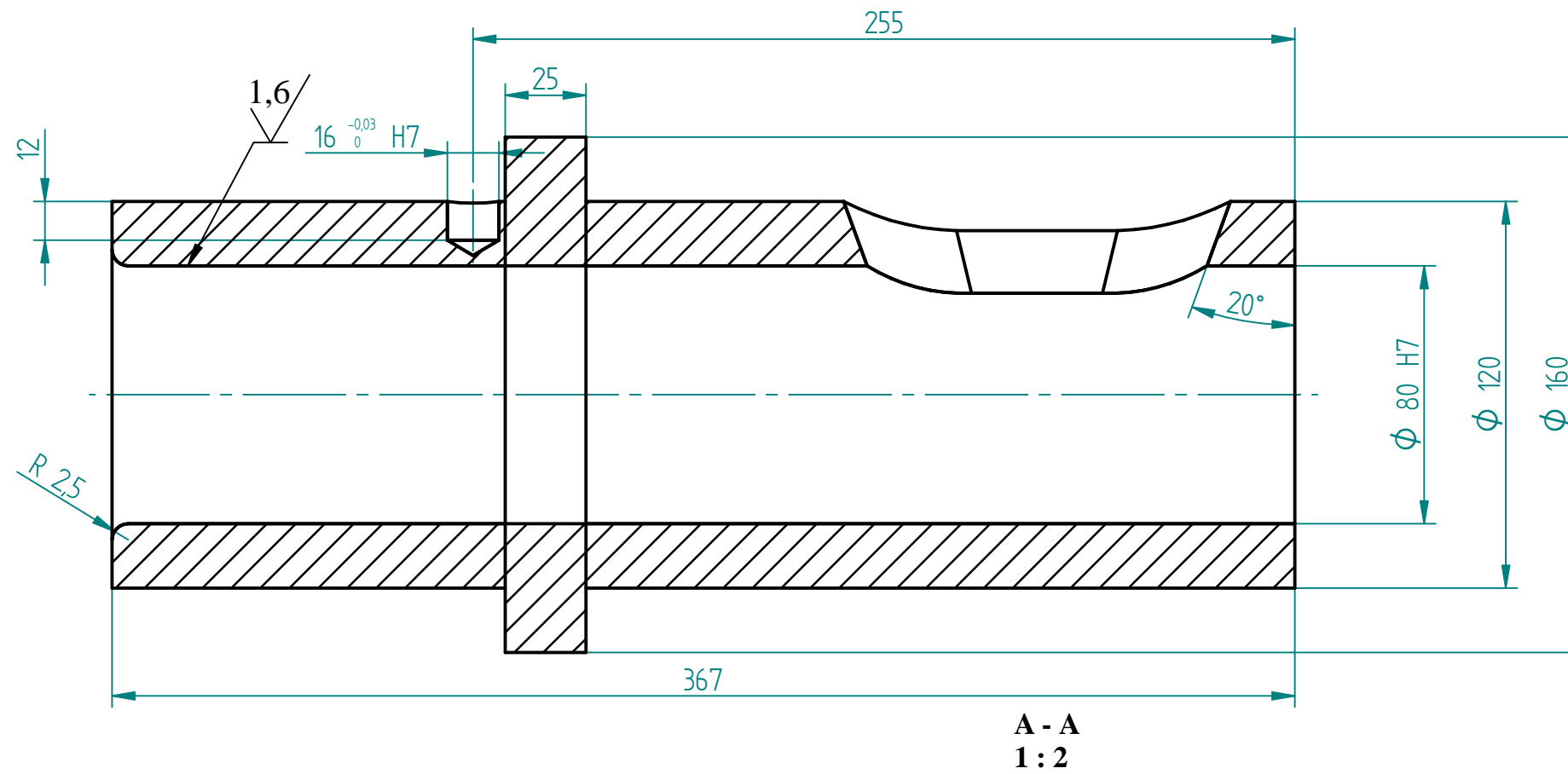
10.táblázat: Hűtőkörök paraméter változatai, ha a hűtőközeg forróvíz [12]

hűtőkörök átmérője	[m]	0,008	0,01	0,012	0,014	0,016
kontúrfelülettől való távolság	[m]	0,01	0,0125	0,015	0,0175	0,02
hűtőközeg hűtőcsatornába lépő hőmérséklete	[°C]	100	110	120	130	140
hűtőközeg térfogatárama a hűtőcsatornában	[l/h]	900	1200	1500	1800	2100

11.táblázat: A hűtőcsatorna hosszának számításához szükséges adatok a gyakorlatban [12]

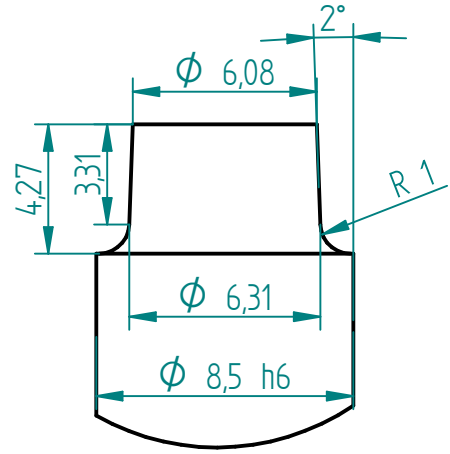
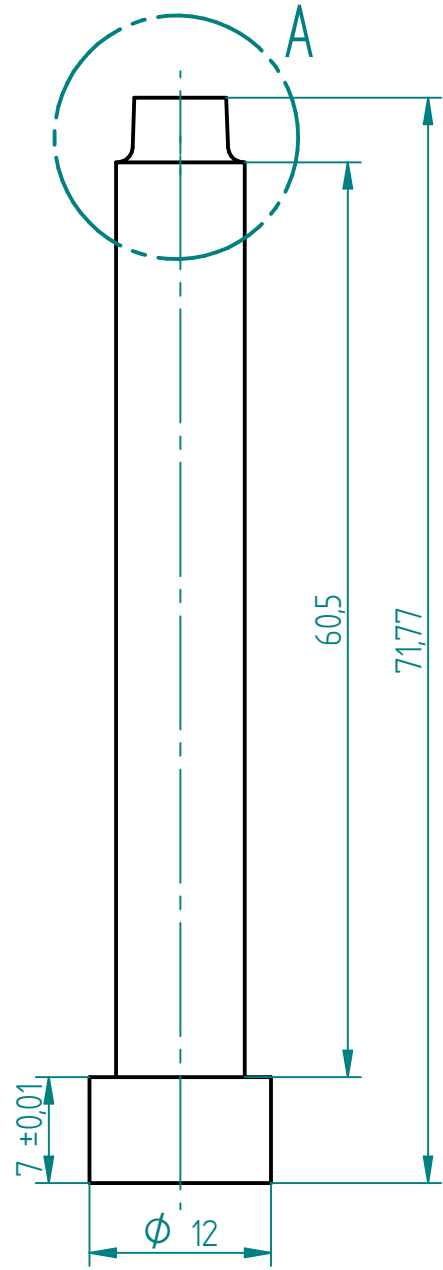
Szerszám adatok	egység
Szerszám anyaga	
Szerszám magassága	[m]
Szerszám szélessége	[m]
Álló szerszámfél vastagsága	[m]
Mozgó szerszámfél vastagsága	[m]
Öntvény adatok	
Ötvözet	226
Öntvények száma a szerszámban	
Nyersöntvény tömege	[kg]
Öntési paraméterek (választott)	
Ciklusidő	[s]
Öntési hőmérséklet	[°C]
Kidobási hőmérséklet	[°C]
Szerszám hőmérséklete	[°C]
Szerszám hőmérlege (számított)	
Ciklusonként elvezetendő hőmennyiség	[J]
Konvektív- és sugárzási hőveszteség ciklusonként	[J]
Hűtőrendszeren keresztül elvezetendő hőmennyiség	[J]
Összes szükséges hűtési teljesítmény	[W]
Hűtőcsatorna tervezés	
Az álló szerszámfélre jutó hőmennyiség aránya	[%]
Szükséges hűtőteliesség	[W]
Hűtőközeg	
Hűtési paraméterek (választott)	
Hűtőkörök átmérője	[m]
Kontúrfelülettől való távolság	[m]
Hűtőközeg hűtőcsatornába belépő hőmérséklete	[°C]
Hűtőközeg térfogatárama a hűtőcsatornában	[l/h]
Számított eredmények	
Hűtőcsatorna hossza	[m]
Hűtőközeg kilépő hőmérséklete	[°C]
Szerszám hőmérséklete a hűtőkör falánál	[°C]

9.2. Műhelyrajzok



		Név	Dátum	Solid Edge	
TERVEZŐ	Lendvai Dániel	2024.04.20			
Ellenőrizte					
Projekt	Ontószerszám tervezés			Megnevezés	
Megrendelő	MATE			Beömlőkamra	
Eltérő rendelkezés hiányában a méretek milliméterben értendők.			Lap m.: A3	Tételszám Tsz-017	Anyag min.: C15E
			Darabszám : 1 darab		
Méret: 1 : 2		Tömeg: 16,59 kg	Lapok 1 / 1		

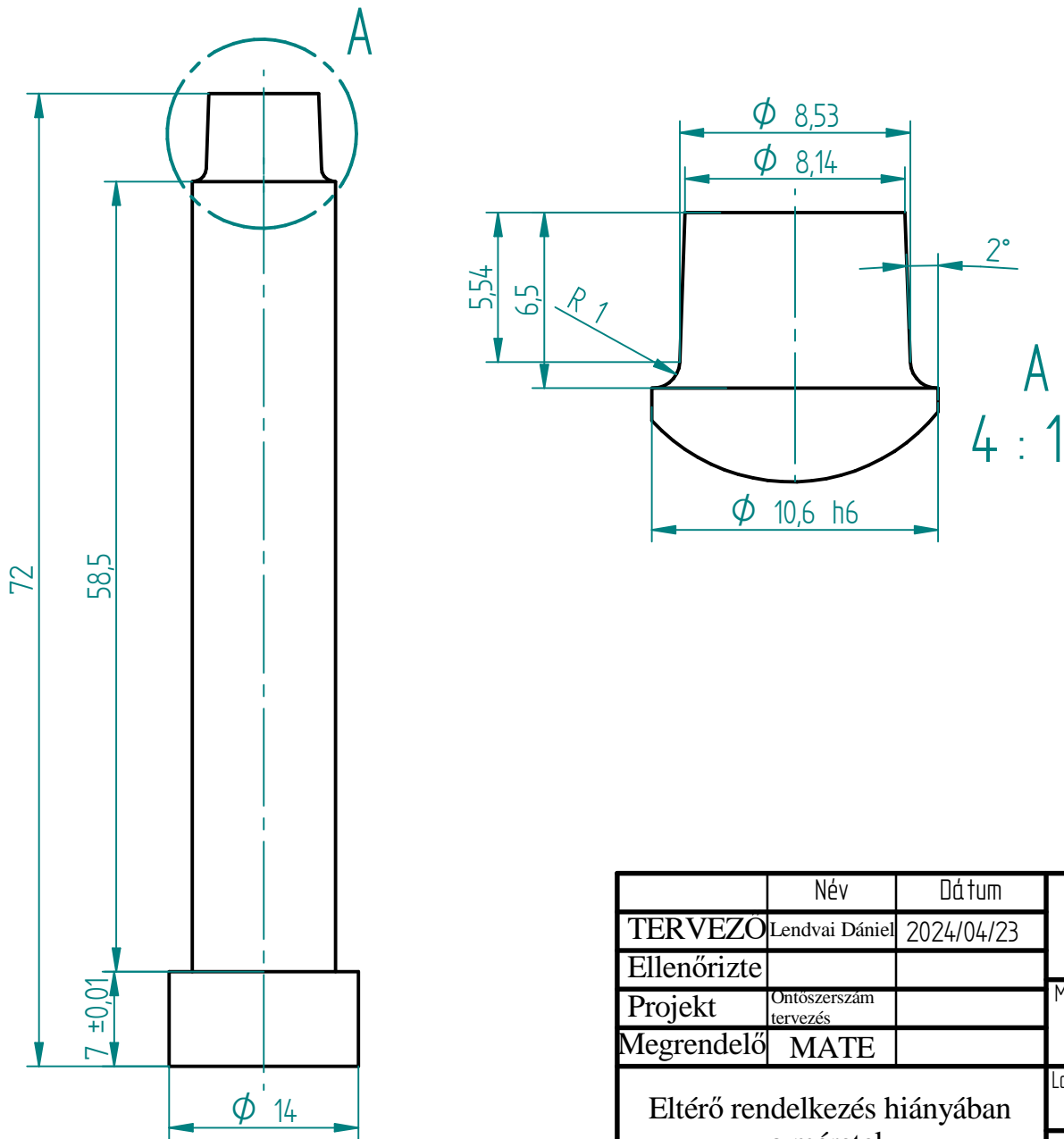
0,8



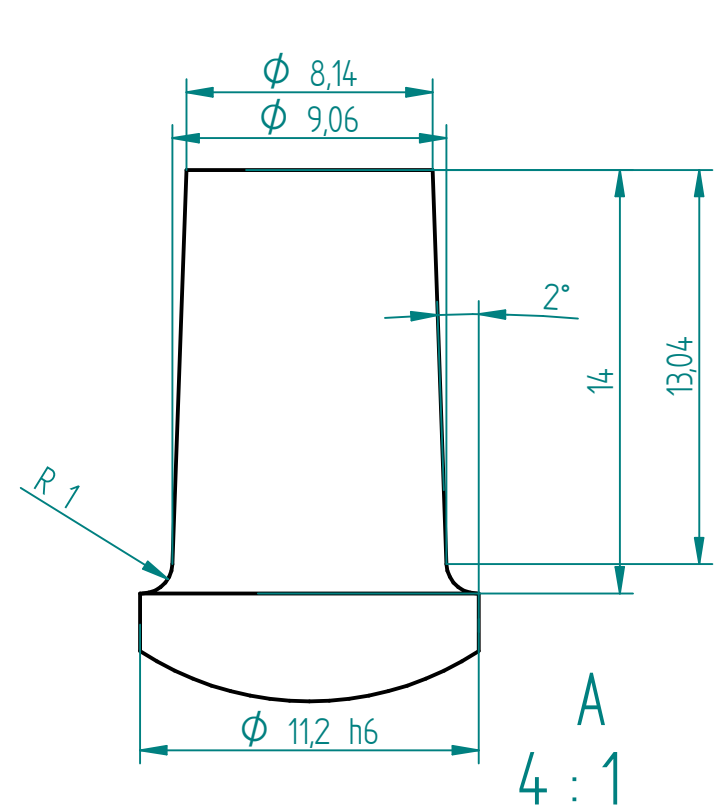
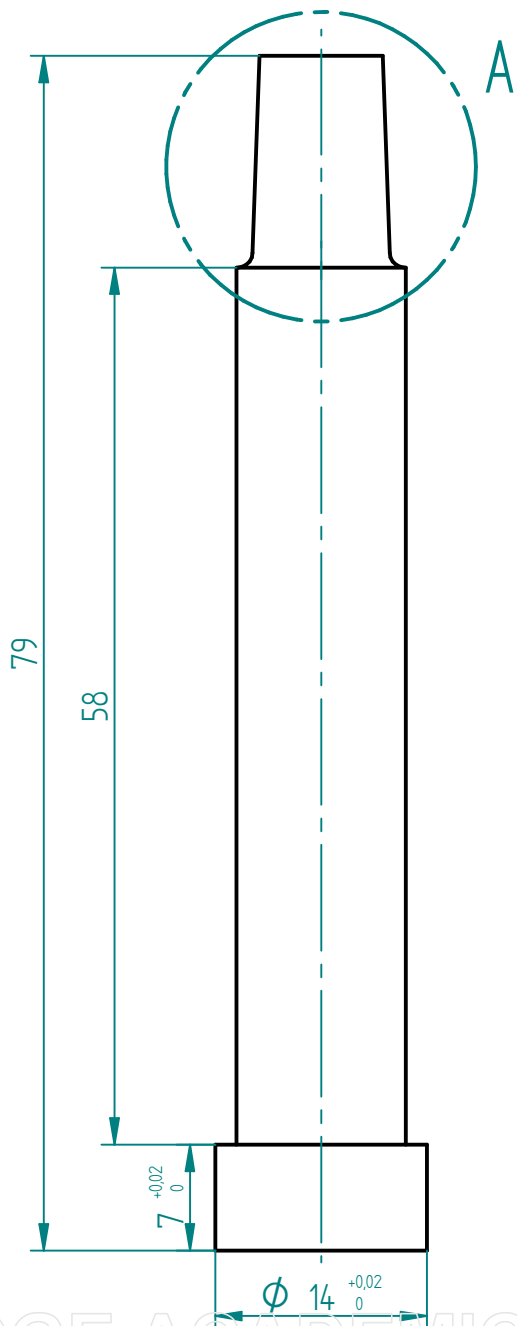
A
4 : 1

	Név	Dátum	Solid Edge		
TERVEZO	Lendvai Dániel	2024. 04. 23			
Ellenőrizte					
Projekt	Ontószerszám tervezés		Megnevezés		
Megrendelő	MATE		Furatképző csap		
Eltérő rendelkezés hiányában a méretek milliméterben értendők			Lap m.: A4	Tételszám Tsz-018	anyag min.: 1.2344
			Darabszám : 8 darab		
Méreta: 2 : 1		Tömeg: 0,121 kg	Lapok 1 / 1		

0,8

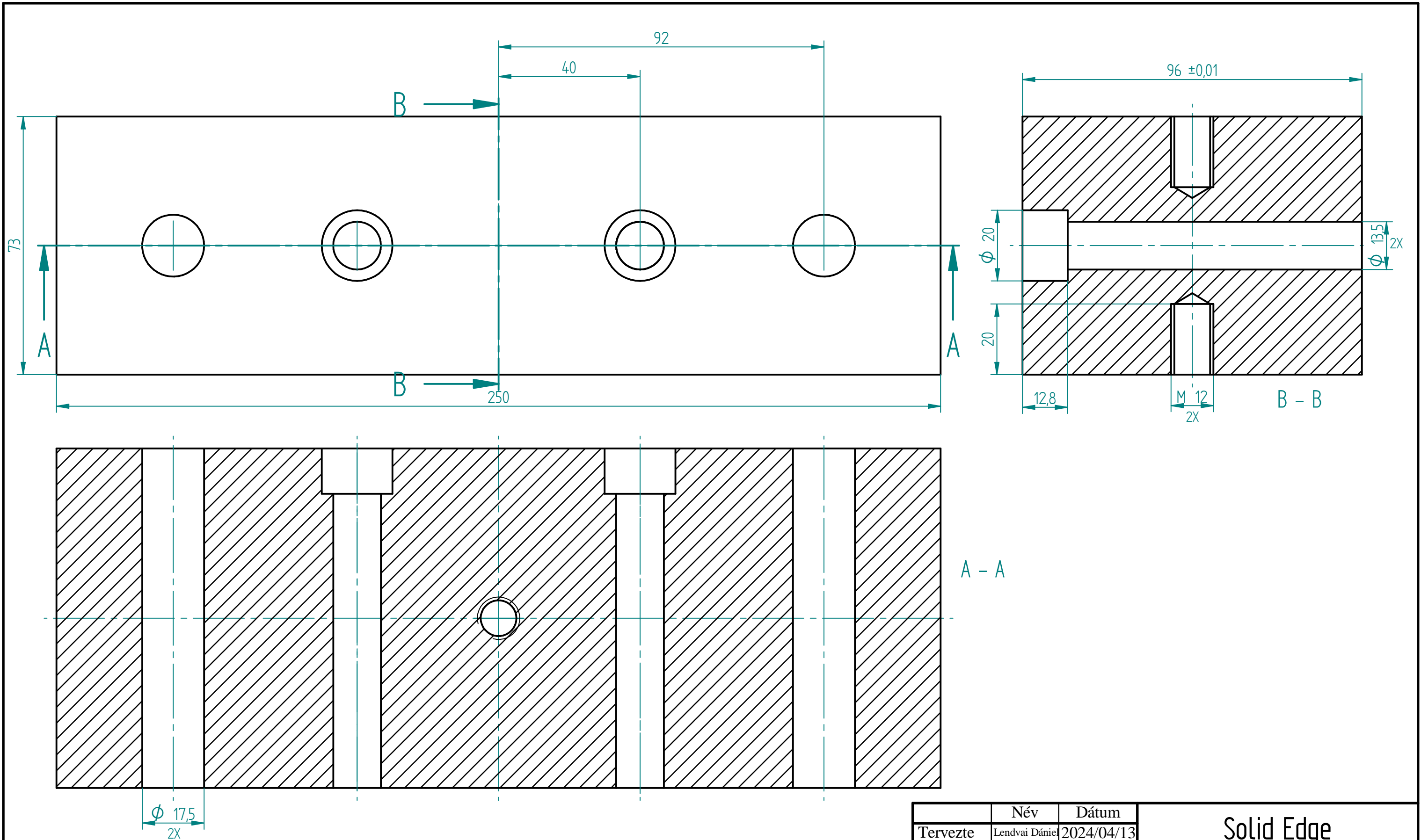


	Név	Dátum	Solid Edge		
TERVEZO	Lendvai Dániel	2024/04/23	Megnevezés		
Ellenőrizte			Furatképző csap		
Projekt	Ontószerszám tervezés		Lap m.: A4	Tételszám Tsz - 019	Anyag min.: 1.234
Megrendelő	MATE		Darabszám : 2 darab		
Eltérő rendelkezés hiányában a méretek milliméterben értendők.			Méreta: 2 : 1	Tömeg: 0,157 kg	Lapok 1 / 1



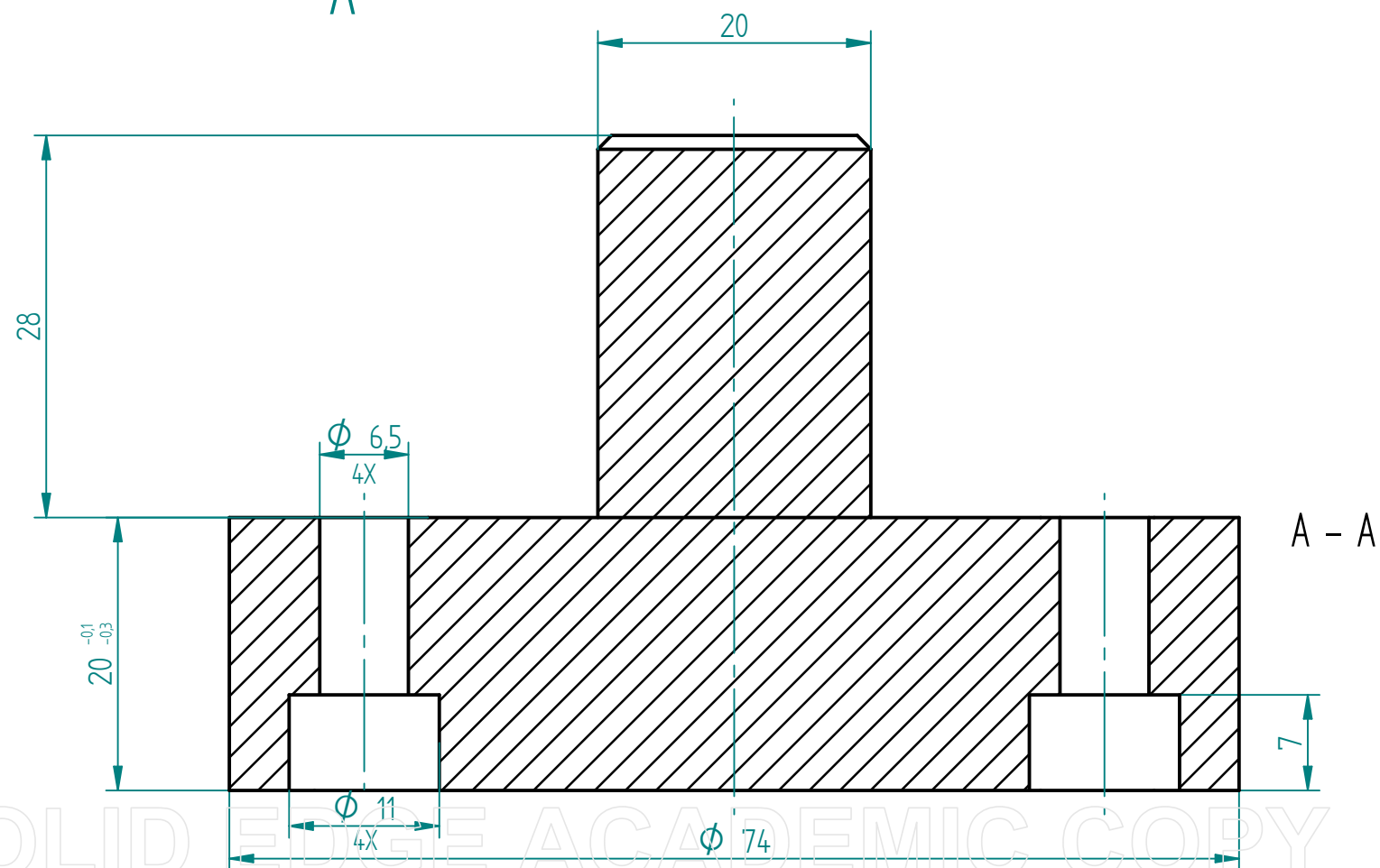
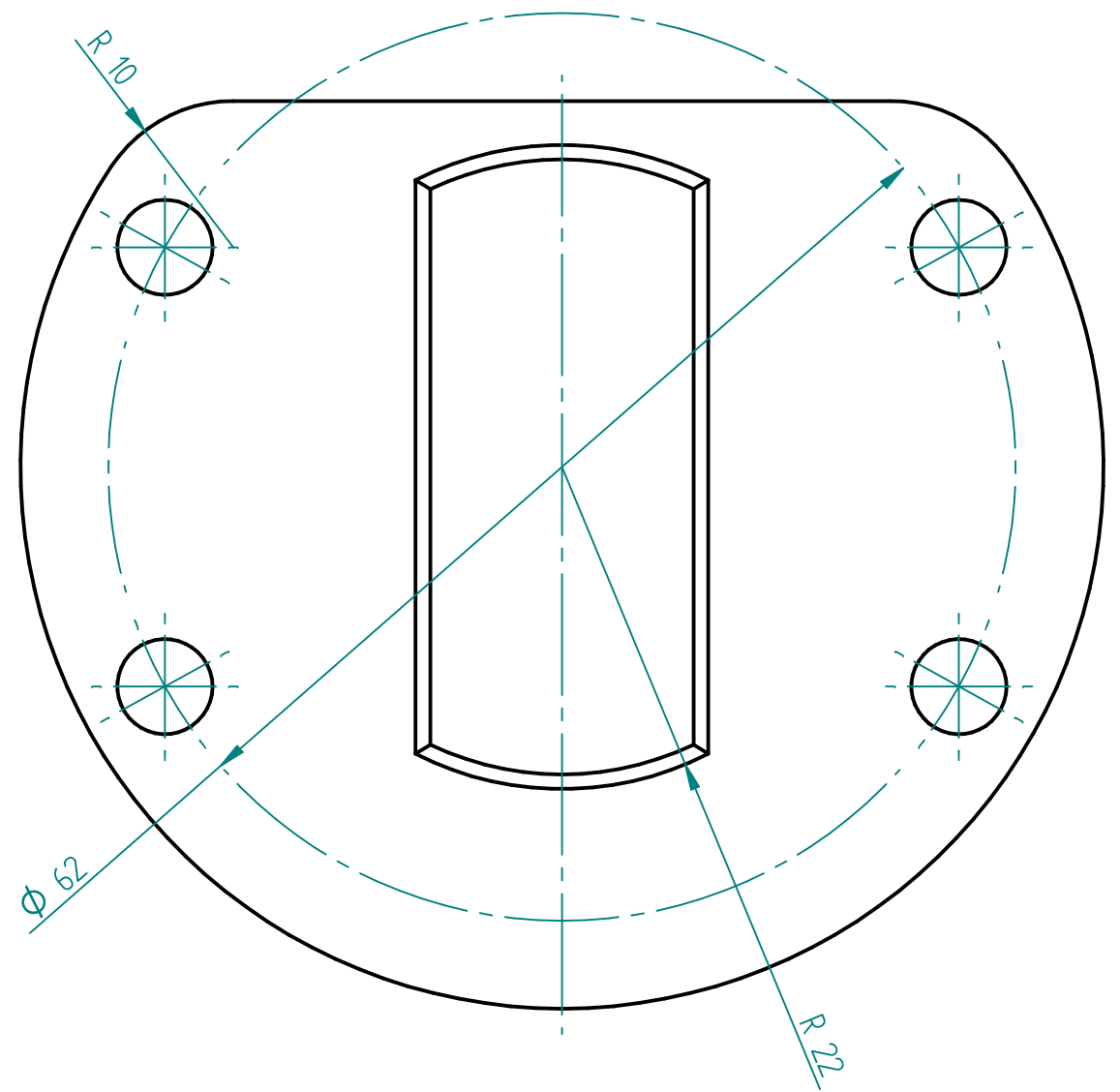
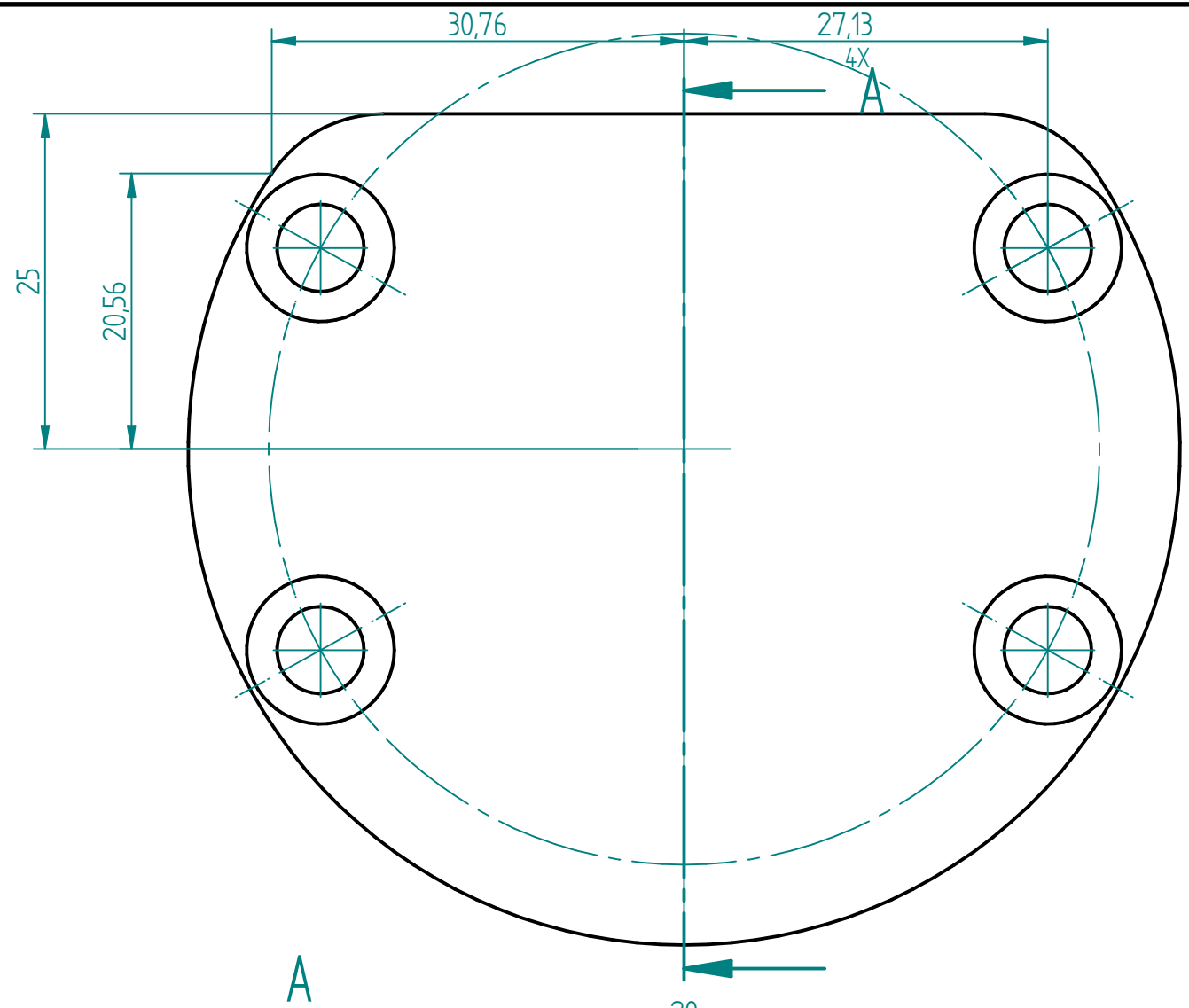
0,8

	Név	Dátum	Solid Edge	
TERVEZO	Lendvai Dániel	2024/04/23		
Ellenőrizte			Megnevezés Furatképző csap	
Projekt	Ontoszerszám tervezés			
Megrendelő	MATE		Lap m.: A4	
Eltérő rendelkezés hiányában a méretek milliméterben értendők.				
			Tsz - 020	1.2344
			Darabszám : 2 darab	
Méreta: 2 : 1		Tömeg: 0,167 kg	Lapok 1 / 1	



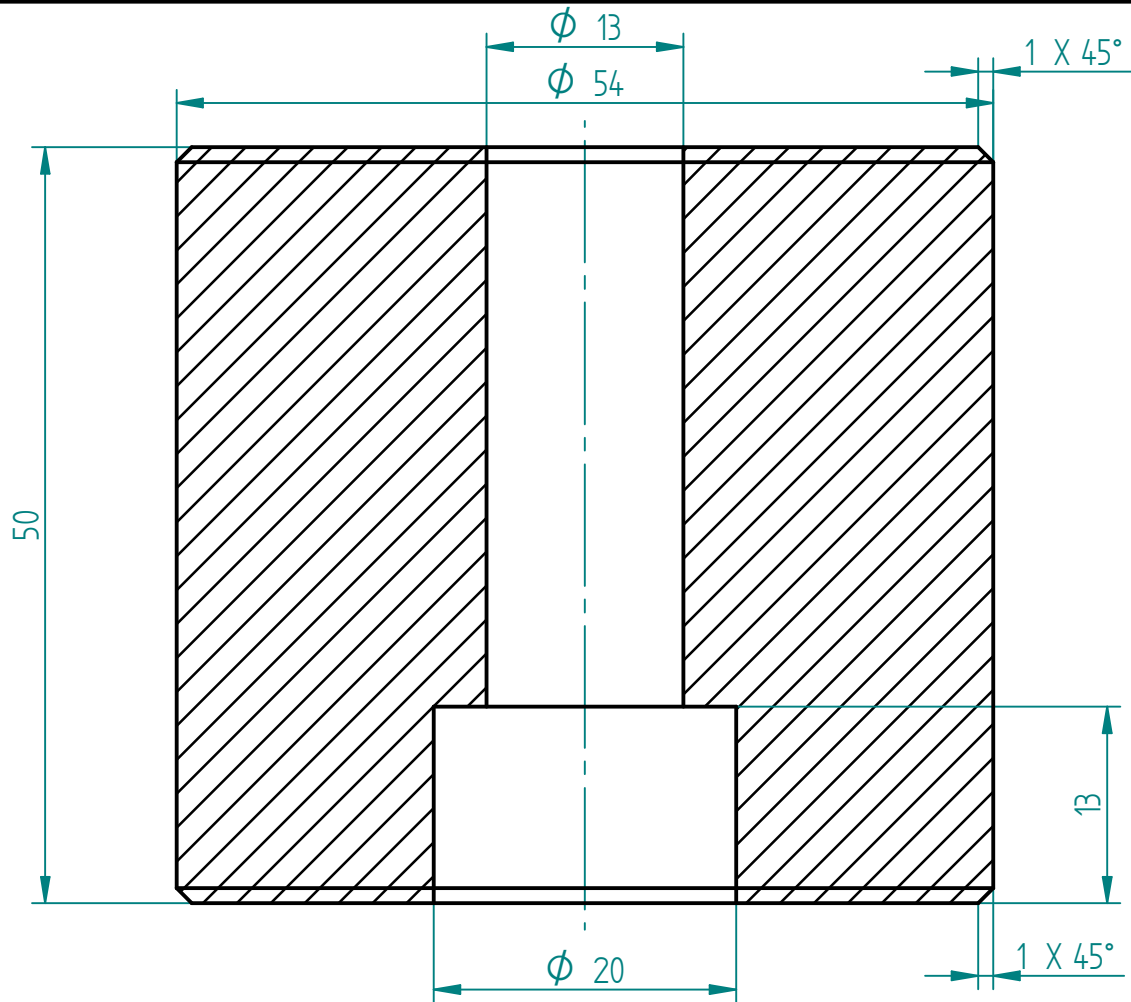
	Név	Dátum	Solid Edge		
Tervezte	Lendvai Dániel	2024/04/13			
Ellenőrizte			Megnevezés Függőleges távtartó hasáb		
Projekt	Ontoszerszam tervezés				
Megrendelő	MATE		Lap m.: A3	Tételszám Tsz-015	anyag min.: C45
A rajzon szereplő mértékek külön jelölés hiányában mindig milliméterben értendők.			Darabszám : 2 darab		
			M.a.: 1 : 1	Tömeg: 23,686 kg	Lapok 1 / 1

SOLID EDGE ACADEMIC COPY

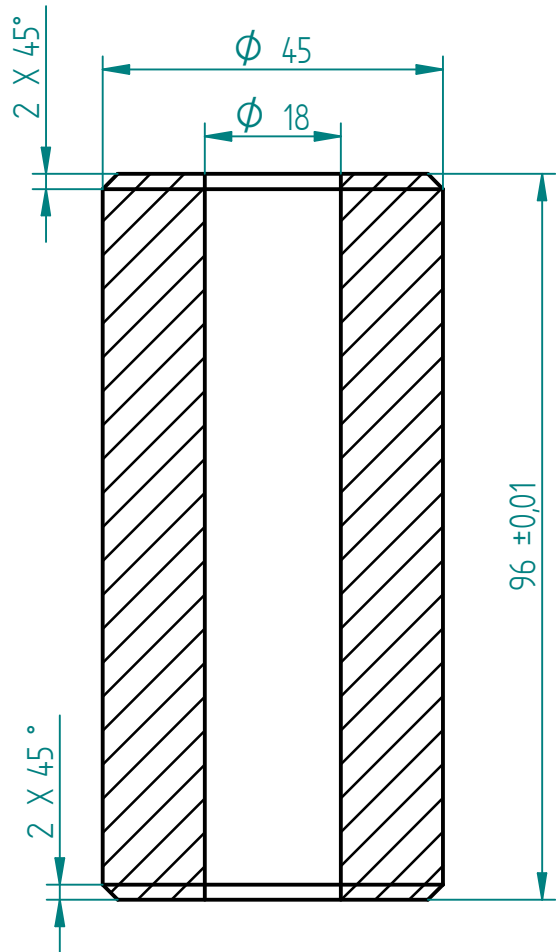


	Név	Dátum	Solid Edge	
Tervező	Lendvai Dániel	2024.04.17.		
Ellenőrizte			Megnevezés	
Projekt	Ontoszerszam tervezés		Hűtőbetét	
Megrendelő	MATE		Lap m.: A3	Tételszám Tsz-013
Eltérő rendelkezés hiányában a méretek milliméterben értendők			Darabszám: 1 darab	
			M.a.: 1 : 2	Tömeg: 0,753 kg
			Lapok 1 / 1	

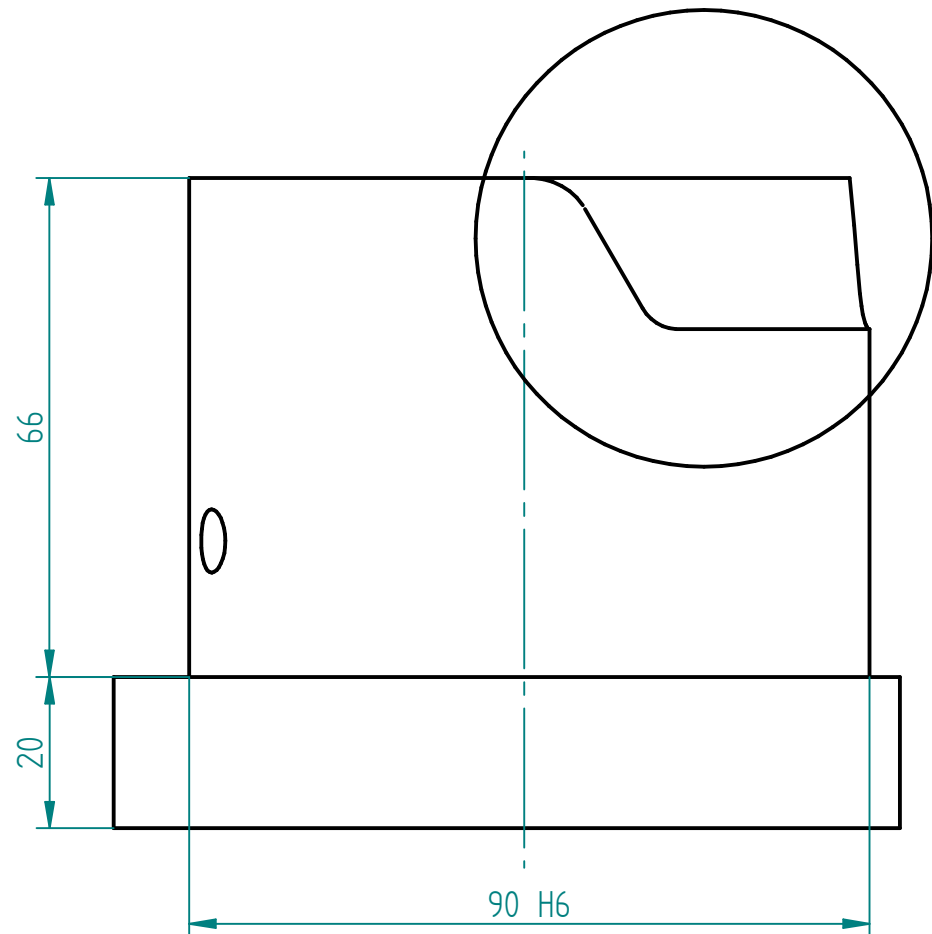
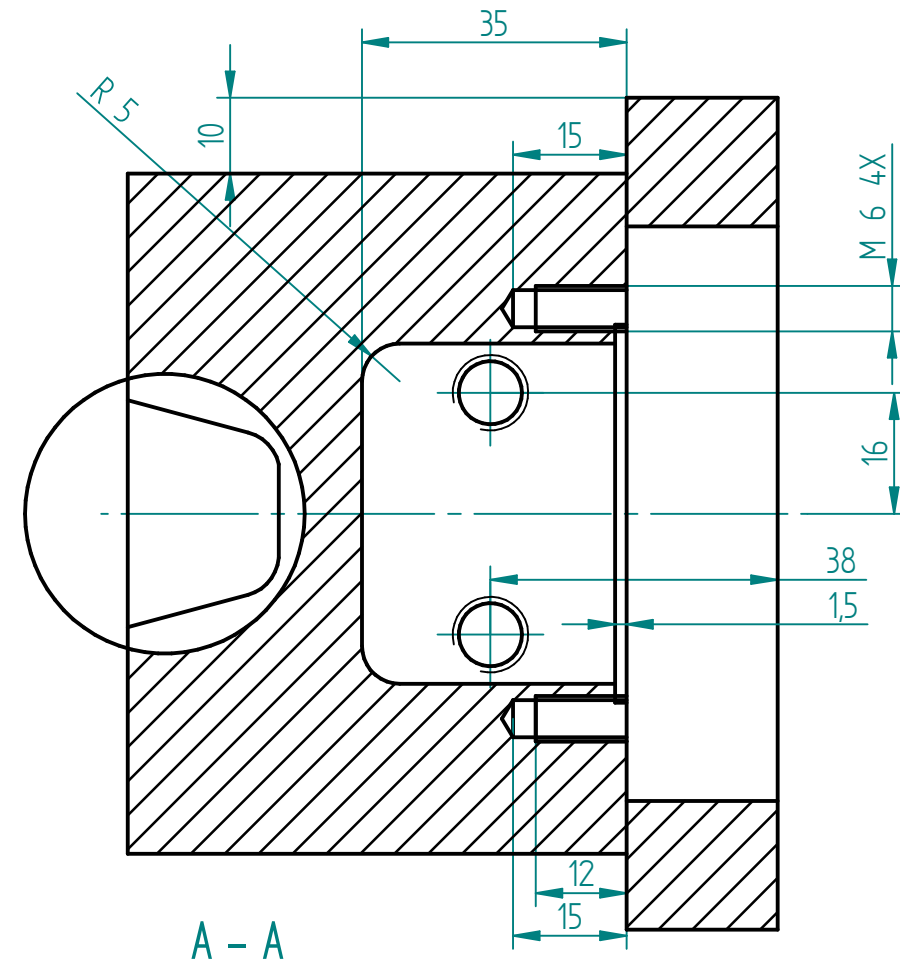
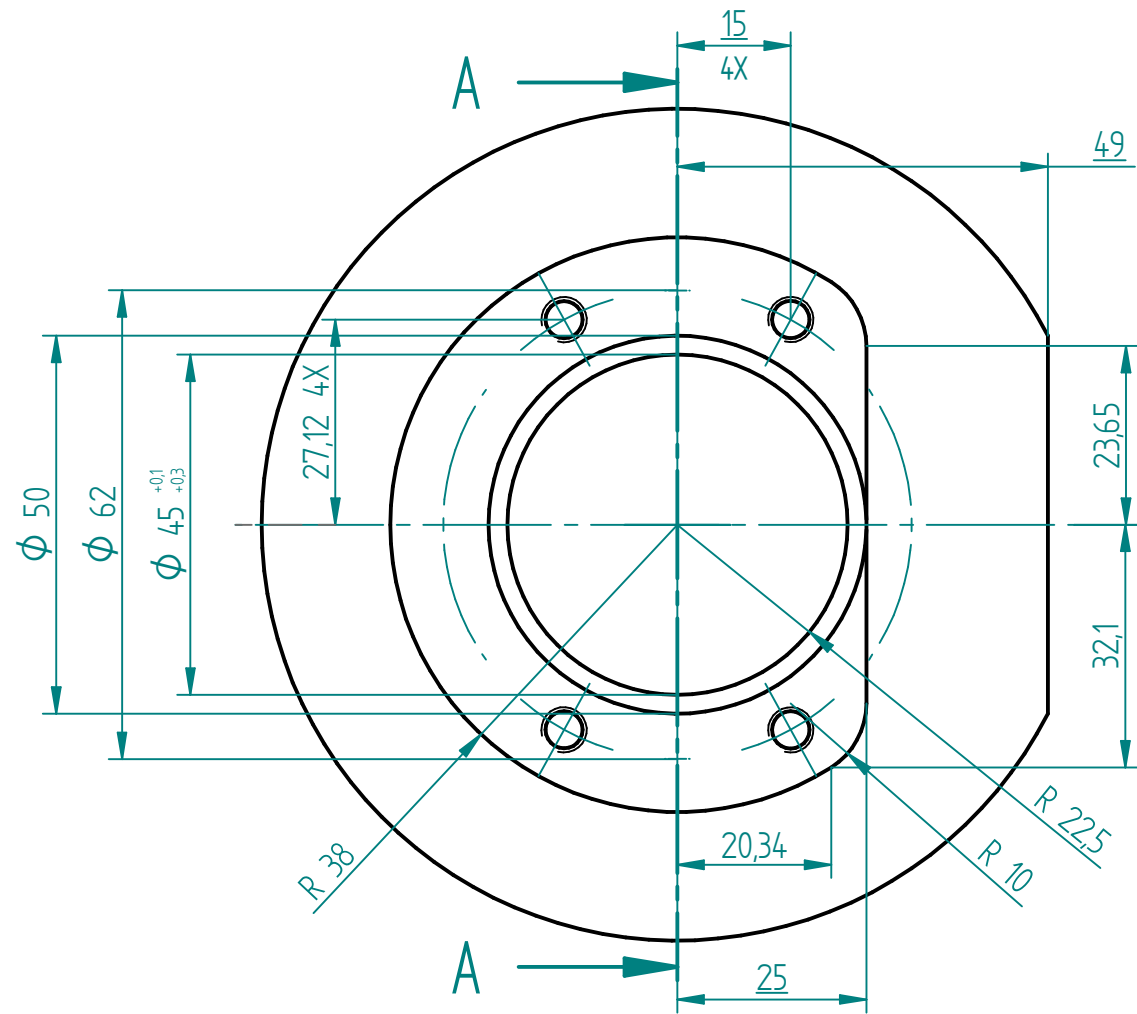
SOLID EDGE ACADEMIC COPY



	Név	Dátum	Solid Edge		
Tervező	Lendvai Dániel	2024/04/11			
Elleőrizte			Megnevezés Szerszámláb		
Projekt	Ontószerszám tervezés				
Megrendelő	MATE				
Eltérő rendelkezés hiányában a méretek milliméterben értendők.			Lap m.: A4	RAJZSZÁM Tsz-012	anyag min.: C 45
			Darabszám: 10 darab		
M.a.: 2 : 1		Tömeg: 0,838 kg	Lapok 1 / 1		

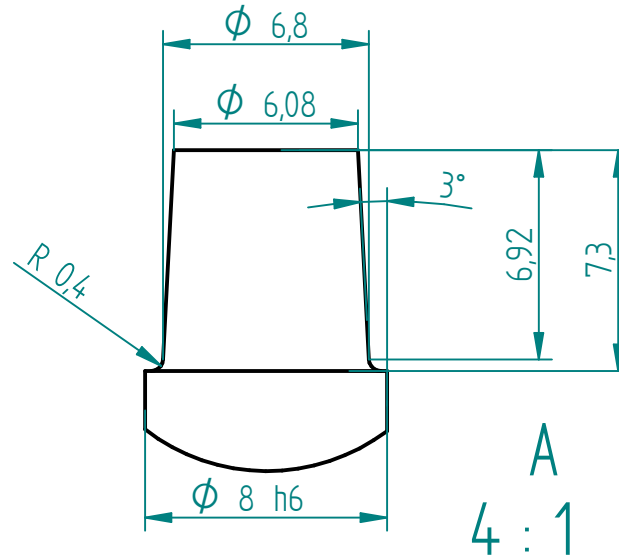
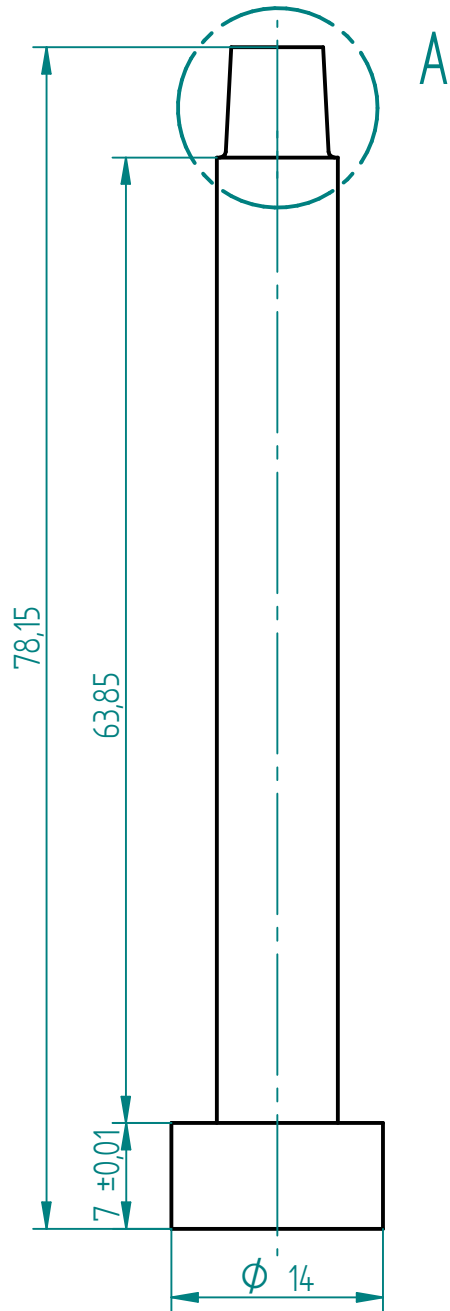


	Név	Dátum	Solid Edge		
TERVEZO	Lendvai Dániel	2024/04/26			
Ellenőrizte			Megnevezés Távtartó tuskó		
Projekt	Ontoszerszam tervezés				
Megrendelő	MATE		Lap m.: Tételszám A4 Tsz - 010 Anyag min.: C 25 E		
Eltérő rendelkezés hiányában a méretek milliméterben értendőek					
			Méret: 1 : 1	Tömeg: 0,216 kg	Lapok 1 / 1



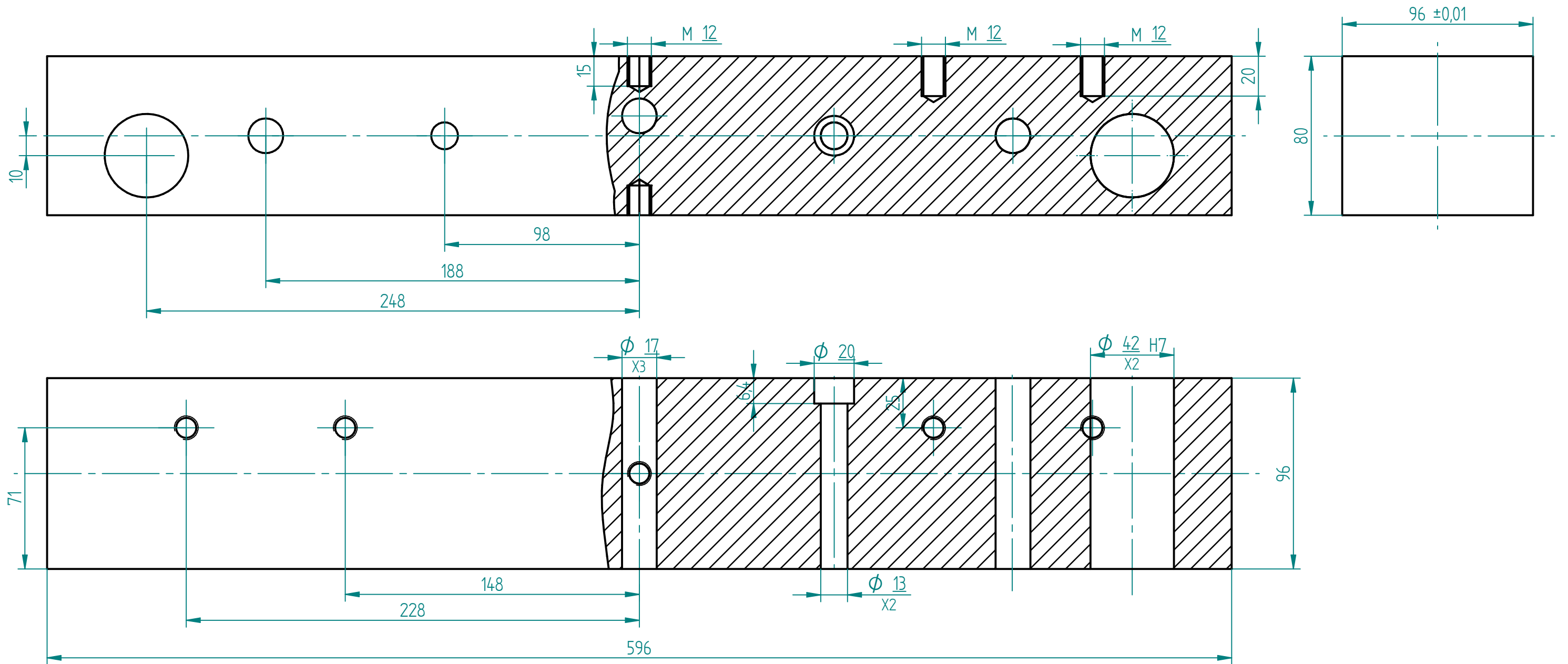
Megjegyzés: A bejelölt rész CNC program alapján

	Név	Dátum	Solid Edge	
Tervező	Lendvai Dániel	2024/04/14		
Ellenőrizte			Megnevezés Terelőbetét	
Projekt	Ontószerszám tervezés			
Megrendelő	MATE		Lap m.: Tételszám A3 Tsz-016 anyag min.: C25E	
Jelölés hiányában a megadott méretek milliméterben értendők				
			M.a: 1 : 1	Tömeg: 3,602 kg



0,8

	Név	Dátum	Solid Edge		
TERVEZO	Lendvai Dániel	2024/04/23			
Ellenőrizte			Megnevezés Furatképző csap		
Projekt	Ontoszerszám tervezés				
Megrendelő	MATE				
Eltérő rendelkezés hiányában a méretek milliméterben értendők.			Lap m.: A4	Tételszám Tsz - 021	anyag min.: 1.2344
			Darabszám : 8 darab		
Méreta: 2 : 1		Tömeg: 0,133 kg	Lapok 1 / 1		



	Név	Dátum	Solid Edge		
TERVEZŐ	Lendvai Dániel	2024/04/13			
Ellenőrizte			Megnevezés Vízszintes távtartó hasáb		
Projekt	Ontoszerszám tervezés				
Megrendelő	MATE		Lap m.: A3	Tételszám Tsz-014	anyag min.: C 45
Eltérő rendelkezés hiányában a méretek milliméterben értendők.			Fájlnév: vízszintes távtartó hasáb.dft		
			M.a.: 1 : 2	Tömeg: 32.915 kg	Lapok 1 / 1

SOLID EDGE ACADEMIC COPY