

**DIPLOMADOLGOZAT /
SZAKDOLGOZAT /
ZÁRÓDOLGOZAT**

**Findt Ádám
Gépészmérnöki Szak**

**Gödöllő
2023**



Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem
Szent István Campus
Gépészmérnöki Szak

FRÖCCSÖNTŐ SZERSZÁM TERVEZÉSE
ADOTT ALKATRÉSZHEZ

Belső konzulens: Dr. Pataki Tamás István
Egyetemi docens

Külső konzulens: Kovács Péter
Sr. Project Manager Engineer

Készítette: **Findt Ádám**
IA0009
Levelező tagozat

Intézet/Tanszék: Műszaki intézet

Gödöllő
2023

MŰSZAKI INTÉZET
GÉPÉSZMÉRNÖK ALAPSZAK
Mérnök-informatika specializáció

SZAKDOLGOZAT

feladatlap

Findt Ádám (IA0009)

részére

A diplomadolgozat címe:

Fröccsöntő szerszám tervezése adott alkatrészhez

Feladatkiírás:

Bevezetés, cégbemutató, szakirodalom feldolgozás, probléma bemutatás, hagyományos és szuper gyors szerszámok összehasonlítása, termék kiválasztása, fröccsöntő gép kiválasztása, szerszámtervezés, gazdasági számítás, összefoglalás

Közreműködő tanszék: Anyagtudományi és Gépipari Folyamatok

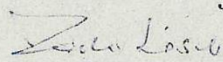
Külső konzulens: Kovács Péter, Sr. Project Manager Engineer, Tyco Electronics Hungary Termelő Kft.

Belső konzulens: Dr. Pataki Tamás István, egyetemi docens, MATE, Műszaki Intézet

Beadási határidő: 2023. november 06.

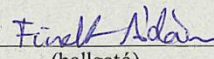
Gödöllő, 2023. szeptember 04.

Jóváhagyom



(tanszékvezető)

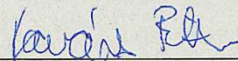
Átvettem



(hallgató)

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

Gödöllő, 2023. 11 hó 01 nap



(külső konzulens)

Tartalom

1.	Bevezetés.....	6
2.	Szakirodalom feldolgozása	7
2.1.	Műanyagok	7
2.1.1.	Műanyagok csoportosítása	7
2.1.2.	Műanyag piramis	8
2.2.	Fröccsöntés folyamata	10
2.2.1.	Szerszámzárás.....	11
2.2.2.	Fröccsegység előre mozgása	11
2.2.3.	Fröccsöntés	11
2.2.4.	Utónyomás.....	11
2.2.5.	Plasztikálás	12
2.2.6.	Fröccsegység hátra mozgása	12
2.2.7.	Hűtés.....	12
2.2.8.	Szerszámnyitás, kidobás.....	13
2.3.	Fröccsöntő szerszám felépítése.....	14
2.4.	Elosztócsatorna típusok	17
3.	Szerszámtervezés	20
3.1.	Fröccsöntendő alkatrész.....	20
3.1.1.	Alapanyag	20
3.1.2.	3D modell	21
3.1.3.	Zsugorkompenzálás	22
3.2.	Előkalkuláció	23
3.2.1.	Ciklusidő.....	23
3.2.2.	Fészekszám meghatározása	26
3.2.3.	Ellenőrzés fröccsegységre	26

3.3.	Fészek kialakítás	27
3.3.1.	Betétoztás	27
3.3.2.	Formabetétek kialakítása, összeállítása	30
3.3.3.	Fészekosztás	32
3.4.	Szerszámház kialakítása.....	34
3.4.1.	Szerszámlapok	35
3.4.2.	Formalapok.....	36
3.4.3.	Forró csatornás rendszer	37
3.4.4.	Felfogólapok.....	38
3.4.5.	Kilökőlap és kilökő tartólap	39
3.4.6.	Szerszámház	40
4.	Karbantartási leírás.....	41
5.	Összefoglalás.....	44
6.	Irodalomjegyzék.....	46
7.	Mellékletek.....	47

1. Bevezetés

A szakdolgozatom fő témája egy műanyag alkatrész fröccsöntéséhez szükséges szuper gyors szerszám tervezése. A tervezést megelőzően bemutatom a műanyagok csoportosítását, a műanyag fröccsöntés népszerű alapanyagait, a fröccsöntés folyamatát, egy átlagos fröccsöntő szerszám felépítését, illetve az előforduló elosztócsatorna típusokat. Ezt követően rátérek a fröccsöntő szerszám tervezésére. Ismertetem a fröccsöntendő alkatrészt, az azzal szemben támasztott elvárásokat, kritériumokat. Kalkulációt készítek a ciklusidő és a szükséges fészekszám meghatározásához. Bemutatom a szerszám tervezésének lépéseit, hogy milyen alapelveket és szabályokat kell követnünk, hogy a szerszámunk megfelelő legyen egy termék előállításához. Meghatározom a beömlési pontot és az osztósíkot, majd elkészítem a betéteket, a fészkeket és végül a szerszámházat.

2. Szakirodalom feldolgozása

2.1. Műanyagok

A műanyag az élet minden területén megtalálható szerkezeti anyag, felhasználása az utóbbi évtizedekben sokszorosára nőtt.

A műanyagok gyártásának és alkalmazásának fejlődési üteme néhány, a többi iparágat is érintő visszaesés ellenére változatlan. A világon gyártott műanyagok mennyisége térfogatra vetítve, ma már meghaladja a legtöbb szerkezeti anyagét. [1]

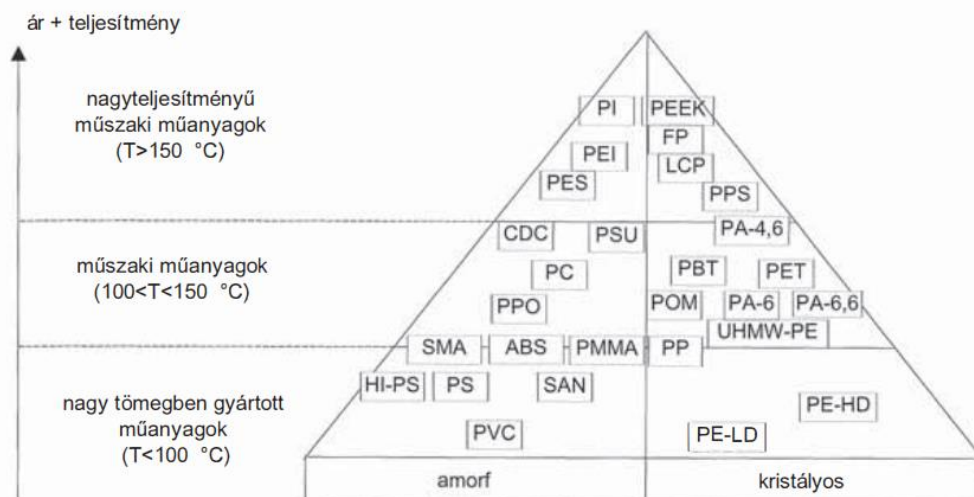
2.1.1. Műanyagok csoportosítása

A polimerek és műanyagok csoportosítása jellemző hőmérsékletük, tulajdonságaik, vagy szerkezetük alapján történhet. Az alábbi felsorolás azokat az anyagcsoportokat tartalmazza, amelyeket valamilyen szempont szerint gyakran megkülönböztetnek a többitől.

- a) **Elasztomerek:** Rugalmas, lineáris polimerek, melyek üvegesedési hőmérséklete szobahőmérséklet alatt található. Az elasztomerek kémiai térhálósításával kapjuk a gumikat.
- b) **Hőre lágyuló műanyagok:** Lineáris vagy elágazott molekulákból álló anyagok, amelyek üvegesedési és/vagy kristályosodási hőmérséklete szobahőmérséklet felett van. A hőmérséklet növelésével az anyag megolvad, ömledékállapotba megy át. Feldolgozásuk magas hőmérsékleten, külső erő hatására történik
- c) **Hőre keményedő anyagok, gyanták:** Szobahőmérséklet feletti üvegesedési hőmérséklettel rendelkező térhálós műanyagok. Általában merevek, nagy szilárdsággal rendelkeznek.
- d) **Műszaki műanyagok:** Általában kiegyenlített jó tulajdonságokkal (mechanikai, elektromos, termikus stb.), különösen nagy szilárdsággal és ütésállósággal rendelkező, hőre lágyuló műanyagok. Alkalmazási hőmérsékletük általában magas, >100-150 °C.
- e) **Kompozitok:** Tágabb értelemben véve ide tartozik minden töltő- és erősítő anyagot tartalmazó két vagy többkomponensű műanyag. A szemcsés töltőanyagot tartalmazó polimereket gyakran nem sorolják a kompozitok közé. Ezeket az anyagokat térhálós polimerek és gyakorlatilag végtelen üveg-, szén- vagy szerves szálak segítségével állítják elő. [1]

2.1.2. Műanyag piramis

A műanyagok sikerének egyik elsődleges oka az alkalmazásukkal elérhető, rendkívül előnyös teljesítmény/ár viszony. Ezek az anyagok gyakorlatilag minden igényt kielégítenek, vetekednek a hagyományos anyagokkal, esetenként pedig olyan tulajdonságokat vagy azok kombinációját kínálják, amelyek hagyományos anyagokkal nem is valósíthatók meg. Az 1. ábraán látható piramisban felfelé haladva nő a hőállóság (teljesítmény) és az ár, ugyanakkor csökken a gyártott és a felhasznált mennyiség. A piramis két csoportra osztja a jelölt műanyagokat: bal oldalon az amorf, jobb oldalon a kristályos anyagok jelennek meg. [1] [2]



1. ábra Műanyag piramis [2]

A műanyag fröccsöntés legnépszerűbb alapanyagai:

- ABS:

Kiváló ütésállósága és mechanikai szilárdsága miatt az ABS (akrilnitril-butadién-sztirol) számos iparágban és alkalmazásban alkalmazható az autóipartól a csővezetékig. Az ABS vegyszerekkel szemben nem ellenálló, és nem szabad használni olyan alkalmazásoknál, amelyek elektromos szigetelést vagy UV-ellenállást igényelnek.

- Polipropilén:

A rugalmasságáról híres csomagolóanyag, a polipropilén (PP) számos más területen is jól teljesít. Ilyen a folyadékkezelés és -feldolgozás, a háztartási cikkek gyártása, illetve az autóipar. Bár a legtöbb polipropilén gyúlékony, és érzékeny az UV-sugárzásra, a kémiai oldószerekkel szemben ellenálló.

- LDPE:

Az LDPE (alacsony sűrűségű polietilén) a polietilén legrugalmasabb változata. Vízálló és ütésálló. Az LDPE sokféle fogyasztási és háztartási cikkben, valamint orvosi termékekben és elektromos kábelekben is megtalálható. Hátránya, hogy nem használható magas hőmérsékletű alkalmazásokban, sem szélsőséges éghajlati körülmények között.

- Polisztirol:

Szintelen, üvegszerű, átlátszó, rideg anyag, nagyon jó elektromos szigetelő. A habosított, extrudált vagy expandált (pl. hungarocell) polisztirol a leggyakrabban használt hőszigetelő anyag az építőiparban, de alkalmazzák többek között hűtőtáskák, bukósisakok és védőeszközök anyagaként, illetve a csomagolástechnikában.

- PBT:

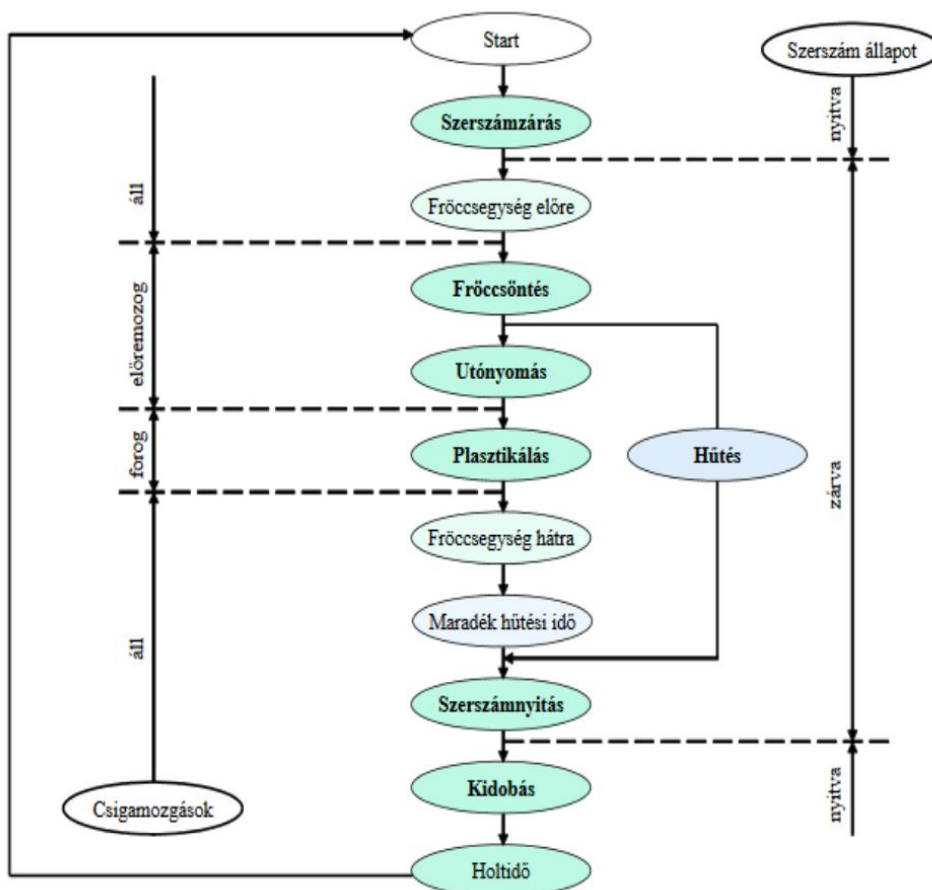
Különösen alkalmas az élelmiszertechnológiai alkalmazásokhoz, mivel kiválóan ellenáll a klóros és maró hatású tisztítóoldatoknak. Rendkívül jól alkalmazható az elektrotechnika területein, mivel a PBT (polibutilén-tereftalát) poliésztert hő hatására is nagy szilárdság, merevség, valamint nagy méretstabilitás és alacsony kúszási hajlam jellemzi. Kiváló súrlódási és kopási tulajdonságokkal rendelkezik. Alacsony hőmérséklet mellett is jó ütésállósággal rendelkezik.

- Poliamid:

A poliamidok (PA) magas olvadáspontú, kitűnő mechanikai tulajdonságú műanyagok, magas hőmérséklet stabilitással rendelkeznek, így viszonylag széles hőmérsékleti tartományban felhasználhatók. Jó kifáradási szilárdsággal, csillapítási képességgel, csúszási tulajdonsággal valamint kopásállósággal bírnak. [3] [4]

2.2. Fröccsöntés folyamata

A fröccsöntés szakaszos művelet. A ciklus egyes lépéseit a 2. ábra mutatja. A fröccsöntő ciklus a szerszámfelek zárásával kezdődik. Ezt követően a plasztikáló egység - ami a fröccsegység legfontosabb eleme – a zárt és hűtött szerszámba juttatja az előző ciklus alatt megömlesztett műanyagot. A műanyag kitölti a szerszám üregét, felveszi annak alakját, majd lehül és megszilárdul. A plasztikáló egység ezalatt előkészíti a következő ciklusra elegendő mennyiségű ömledéket. A műanyag megszilárdulása után a gép záróegysége kinyitja a szerszámot és a kilökök eltávolítják a terméket a szerszám fészkeből.



2. ábra Fröccsöntés folyamata [11]

2.2.1. Szerszámzárás

A szerszám egyik fele az álló, míg másik fele a mozgó szerszámfelfogó lapra van rögzítve. A mozgó szerszámfelfogó lapnak gyorsan kell zárnia, hogy minél rövidebb legyen a ciklusidő. Mielőtt a két szerszámfél találkozna, a zárás sebessége, valamint a szerszámfelfogó lapra ható nyomás is csökken, nehogy megsérüljön a szerszám egy esetleg el nem távolított termék, vagy egy kimozdult betét miatt. Miután a szerszám akadálytalanul összezárt, felépül a záróerő, ami a szerszámba fröccsöntött műanyag által létrehozott belső nyomást ellensúlyozza. [2]

2.2.2. Fröccsegység előre mozgása

Amint a szerszám összezárt, a fröccsegység előre mozog, amíg a plasztikáló henger végén lévő fúvóka fel nem fekszik az álló szerszámfelfogó lapra. A csigadugattyú az előző ciklusban végbement feltöltés következtében hátsó pozícióban van. A fröccsanyag a fúvókán keresztül jut a szerszámba. A fúvókában lévő furat átmérője kicsi, ezért az ömledék nagy sebességre gyorsul és a szerszámüreg legkisebb részeinek kitöltése is megvalósul. [2]

2.2.3. Fröccsöntés

Fröccsöntés során a csigadugattyú előre mozgatásával juttatjuk a megömlött műanyagot a szerszámba. A befröccsöntés során az ömledéknek teljes mértékben ki kell töltenie a szerszámüreget. A kitöltés mértékét a befröccsöntési sebesség és az adag pontos beállításával szabályozzák. A szerszámüreg feltöltése után a belső nyomás emelkedik, a beömlés közelében megközelíti a fröccsnyomás értékét. [2]

2.2.4. Utónyomás

Mivel a műanyagok fajtérfogata rendkívül hőmérsékletfüggő, a befröccsöntést és a hűlést követően az anyag térfogata jelentősen csökken. Ennek a jelenségnek az enyhítésére alkalmazzák az utónyomást. Az utónyomási szakaszban a csigadugattyú előre meghatározott nyomást fejt ki az ömledékre, ezáltal kompenzálja a fajtérfogat változásból eredő térfogat csökkenést. Az utónyomás hatékonysága addig tart, amíg az ömledék a beömlőcsatornában meg nem szilárdul. A beömlő csatorna ledermedését (megszilárdulását) lepecsételődésnek nevezzük. Lepecsételődést követően az utónyomás értelmetlen, már nem lehet több anyagot juttatni a formaüregbe. [2]

2.2.5. *Plasztikálás*

Az utónyomást követően a csigadugattyú forgatásával a fúvóka irányába szállítjuk a műanyag granulátumot. A szállítás közben a műanyag a nyíró hatásnak és a külső fűtőtestek által bejuttatott hőnek köszönhetően felmelegszik és megolvad. Mire a műanyag a csigacsúcs elé (gyűjtőtérbe) kerül már ömledék állapotban van. A gyűjtőtérbe juttatott ömledék nyomást fejt ki a csigára, így az nem csak forgó mozgást végez, hanem hátrafele el is mozdul. Amint a csiga elérte a beállított pozíciót, a forgása leáll. A csiga pozíciójával állítható a befröccsöntéshez szükséges adagsúly. Az ömledék minősége a plasztikálási folyamattal jelentősen befolyásolható. Az anyag homogenitását, egyenletes hőmérsékletét és az adalékanyagok egyenletes eloszlását is elősegítheti, ha a csiga forgás közbeni hátrafelé mozgását akadályozzuk, mivel így a műanyagra ható súrlódási erő megnő. [2]

2.2.6. *Fröccsegység hátra mozgása*

Hosszú hűlési idő esetén a kis tömegű fűtött fúvókát és a nagy tömegű hűtött szerszámot szét kell választani, nehogy ledermedjen a fúvókában lévő ömledék.

Amennyiben a fúvóka a szerszámon maradhat, akkor annak rászorítási nyomását még a szerszám nyitása előtt csökkenteni kell, nehogy lenyomja a fúvóka az ellentartás nélküli szerszámfelet a szerszámfelfogó lapról. [2]

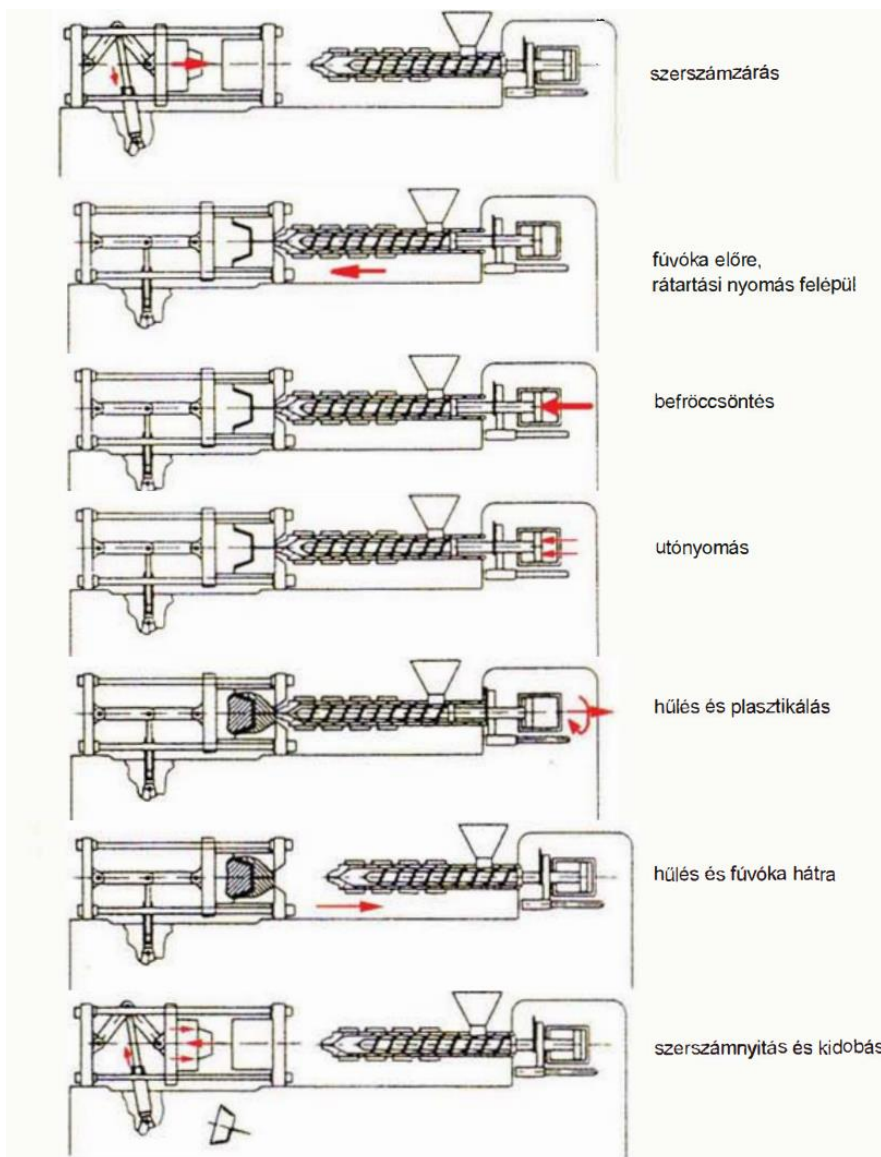
2.2.7. *Hűtés*

A szerszamba fröccsöntött műanyag hűtése már a fröccsöntés pillanatában megkezdődik, ám a hűlési időt csak az utónyomás befejeztétől a szerszám nyitásának pillanatáig számítjuk. A szerszám nyitásakor a szerszámiban lévő maradék nyomás a termékben feszültséget okoz, ami mikrorepedésekhez vezethet. Megfelelő a hűlési idő, ha a fröccsöntött termék megszilárdult, a szerszámából való eltávolítása során már nem sérül vagy deformálódik. A szükséges hűlési időt leginkább a fröccstermék falvastagsága határozza meg. [2]

2.2.8. Szerszámnyitás, kidobás

A hűlési idő lejártá után a mozgó szerszámfél lassan elválnak az álló szerszámféltől, majd a ciklusidő csökkentése érdekében gyorsan eltávolodik tőle. A szétnyílt szerszámfelek távolságát úgy kell beállítani, hogy a fröccstermékek eltávolítása megvalósulhasson.

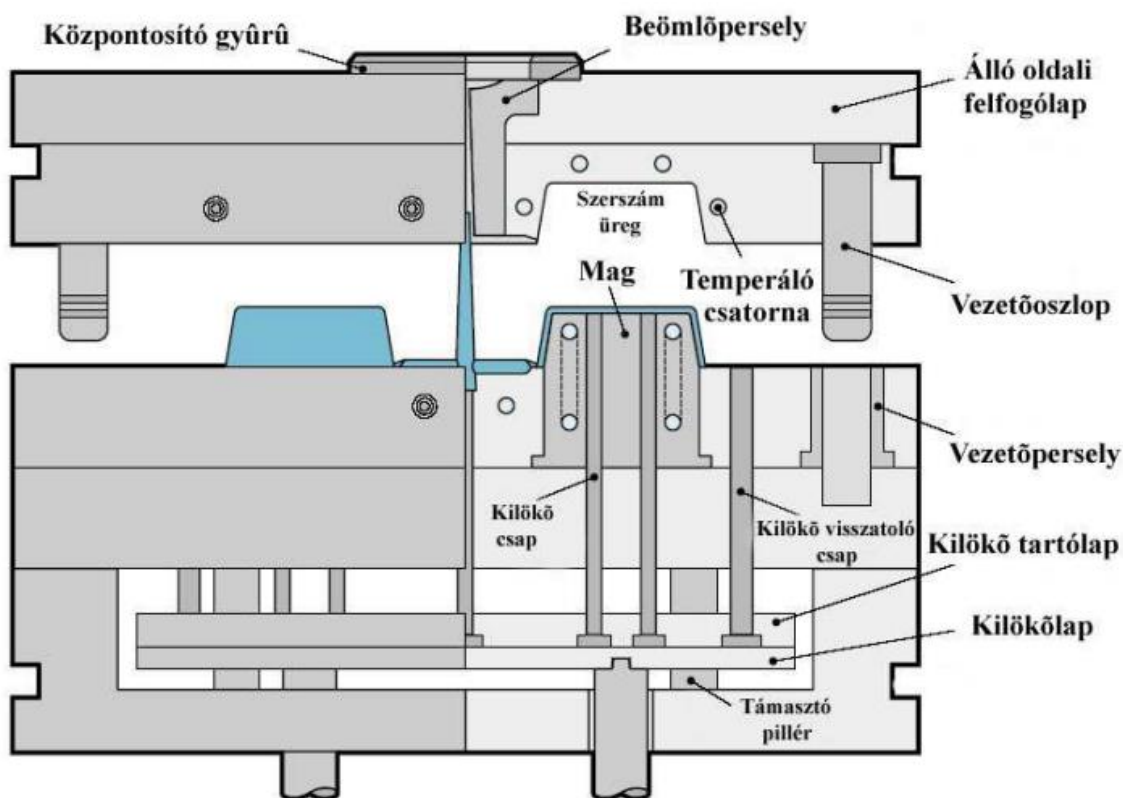
A fröccsöntött termékek kidobásáról a szerszám kilökő rendszere gondoskodik, melyet többnyire különálló hidraulikus vagy elektromechanikus meghajtás működtet. Kidobás után a késztermékek legtöbbször rekeszbe vagy csúszdába esnek, de gyakori a robottal történő termékeltávolítás is. Robotokkal könnyen elrendezhető a kiszedett darabok, ezáltal leegyszerűsödnek a későbbi megmunkálások, ellenőrzések és a csomagolás is. [2] [5]



3. ábra Fröccsöntési ciklus műveletei [2]

2.3. Fröccsöntő szerszám felépítése

A fröccsöntés legfontosabb gépszerkezeti eleme maga az alakadó szerszám. A fröccsöntő szerszám tartalmazza azt a zárt üreget, amibe a forró polimer ömledéket nagy nyomáson és nagy sebességgel befroccsöntjük. A fröccsöntő szerszám tehát nagyszilárdságú acélból készült, sokféle mozgó elemet tartalmazó, nyitható és igen pontos illesztéssel zárható üreges berendezés, célgép. A 4. ábra egy fröccsöntő szerszám általános felépítését szemlélteti, mely elemeit a következőkben ismertetem. [6]



4. ábra Hagyományos fröccsöntő szerszám elemei [7]

-
- Központosító gyűrű:

Feladata, hogy a fröccsöntő gép fúvókáját a beömlőperselyhez vezesse, és tökéletes illeszkedést biztosítson közöttük. Szerszám felrakásnál hozzájárul a pozicionáláshoz.

- Beömlőpersely:

A beömlőpersely a fröccsöntőgép fúvókájából az elosztócsatornába vezeti a polimer ömledéket. A szűk keresztmetszetnek köszönhetően az ömledék felgyorsul, így biztosítva a tökéletes kitöltést.

- Álló oldali felfogó lap:

Az álló oldali felfogólapba van bemunkálva a beömlőpersely és a központosító gyűrű helye. Erre fogjuk fel az álló oldali formalapot. A felfogólap méretének meghatározásánál figyelembe kell venni, hogy mekkora a fröccsöntő gép szerszámfelfogó lapja, azaz mekkora a maximálisan felszerelhető szerszám mérete, illetve, hogy mekkorák az adott gépen az oszloptávolságok.

- Álló oldali formalap:

Az álló és mozgó oldali formalapokban kerül kialakításra a szerszám formaadó része, a szerszámüreg. Ez többféle kivitelben elkészíthető. A szerszámüreg kialakítható közvetlenül a formalapból, vagy a formalapba illesztett betétekből. Az előbbi kialakítás többnyire az egyszerű, kisméretű, míg utóbbi a többfészkes, bonyolultabb szerszámokra jellemző. A betétes kialakítás nagy előnye, hogy a szerszám karbantartása, felújítása lényegesen egyszerűbb és olcsóbb.

A formalapok tartalmazzák a szerszám temperáló rendszerét. A temperáló rendszer gondoskodik arról, hogy a szerszám üzembehelyezéskor és üzemelés közben egyaránt optimális hőmérsékleten működjön, továbbá elősegíti a fröccsöntött termék hűlését.

- Mozgó oldali formalap:

Általában a mozgó oldali formalapból vannak kialakítva a magok, melyek a termék üreges részeit, furatait alakítják ki. Az álló oldali formalaphoz hasonlóan, ez is készülhet a formalapból történő kimunkálással, illetve különböző betétezésekkel is.

-
- Támasztó lap -vagy párnalap:

A mozgó oldali formalap alatt található a támasztólap. Feladata, hogy megfelelő merevséget biztosítson a formalapok számára. Vastagsága függ a fészekszámtól, azok elrendezésétől, illetve a szerszámüregben ébredő nyomástól.

- Támasztó pillér:

Feladata - a támasztó laphoz hasonlóan- a formalap merevítése.

- Vezetőoszlop, vezetőpersely:

A vezetőoszlop az álló oldali formalapban, a vezetőpersely pedig a mozgó oldali formalapban kap helyet. Mindkét elem feladata, hogy szerszámzárás során a két szerszámfelet összevezessék, és biztosítsák a megfelelő pozicionálást.

- Kilökő tartólap:

A kilökő tartólap a mozgó oldali felfogólap és a támasztólap között helyezkedik el. Ebben a lapban helyezkednek el a fröccstermék kidobásához szükséges kilökők, csökilökők, késkilökők.

- Kilökőlap:

A kilökőlap a kilökő tartólap alatt helyezkedik el, feladata a kilökők nyomása kilökéskor. Legtöbbször ütköző alátéteket helyeznek el a kilökőlapra, hogy a kilökőrendszer alaphelyzetbe állásakor ezek érintkezzenek a felfogólapal. Erre azért van szükség, mert így csökken a szennyeződések miatti pontatlan alaphelyzetbe állás lehetősége.

- Kilökőlap vezetőoszlop:

Feladata a kilökő lap vezetése, megakadályozza annak befeszülését.

- Kilökő szár:

A kilökő szár a kilökőrendszer mozgatásáért felel. Ez az alkatrész teremt kapcsolatot a fröccsöntő gép és a kilökőlapok között.

- Mozgó oldali felfogó lap:

Ezt a lapot rögzítik a fröccsöntő gép mozgó felfogólapjára, illetve erre a lapra kerülnek a távtartó lapok.

- Távtartó lap:

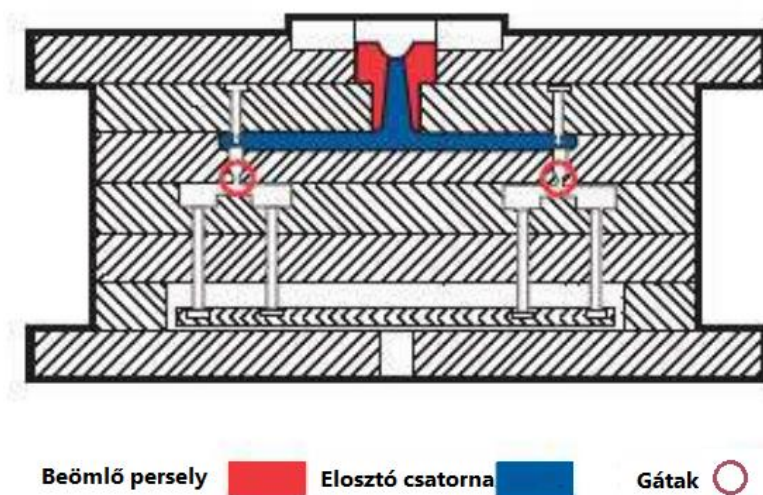
A távtartólapok a támasztó lap és a mozgó oldali felfogó lap közé kerülnek. Feladatuk, hogy elegendő helyet biztosítsanak a kilökörendszer mozgásához. [7] [8]

2.4. Elosztócsatorna típusok

Egy fröccsöntő szerszám elosztó csatornájának az a feladata, hogy a fröccsöntő gép által a beömlőperselybe juttatott ömledéket a szerszám formátüregébe vezesse. Erre a feladatra három különféle rendszert alkalmazhatunk.

- Hideg csatornás rendszer:

Hideg csatornás szerszámkialakítást általában az egyszerűbb, alacsonyabb költségvetésű szerszámoknál alkalmazunk. Lényege, hogy az elosztócsatornában lévő polimer ömledék megszilárdul, majd ezt követően kidobásra kerül a termékkel és a csatornamaradékkal együtt. Amennyiben a fröccsöntőgép meghibásodás, áramszünet, vagy bármi más okból kifolyólag leáll, az elosztócsatornában lévő ömledék beledermed. Eltávolítása csak a szerszám szétszedését követően lehetséges, mely termelés kiesést és plusz költségeket okoz. Az 5. ábraán egy hagyományos hidegcsatornás szerszámot láthatunk.



5. ábra Hideg csatornás szerszám felépítése [7]

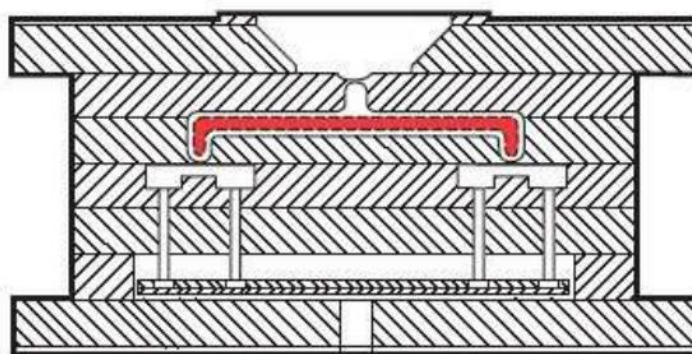
- Szigetelt csatornás rendszer:

Működése a hőre lágyuló műanyagok viszonylag kis hővezető-képességén alapul. A nagy átmérőjű körszelvényű beömlőcsatorna az első ciklusban megtelik polimer ömledékkel, melynek a kamra hideg falával érintkező rétege megdermed és hőszigetelő réteget alkotva meggátolja a további ciklusokban beáramló ömledék ledermedését a ciklusok között. Hogy a rendszer megbízhatóan működjön, a percnkénti munkaciklusok száma nem lehet kevesebb, mint 4-5 ciklus. A csatornában ömledék állapotban lévő anyag mennyiségének kisebbnek kell lennie, mint a formaüregek térfogatának összege, mivel csak így biztosítható a csatorna folyékony állományának teljes cserélődése. A szigetelt csatornás rendszer számos előnnyel rendelkezi, ezek közül néhány:

- kevésbé érzékeny az elosztócsatornák kiegyensúlyozottságára
- csökkenti az anyagra ható nyíróerőt
- tömörebb anyagtérfogat alkatrészenként
- gyorsabb ciklusok
- kiküszöböli az elosztócsatornában képződő hulladékot

Hátrányként megemlíthető:

- az általában bonyolultabb szerszámtervezés
- az általában magasabb szerszámköltség
- a magasabb karbantartási költségek
- hogy nehezebb a színek változtatása



Szigetelt csatorna



6. ábra Szigetelt csatornás szerszám felépítése [7]

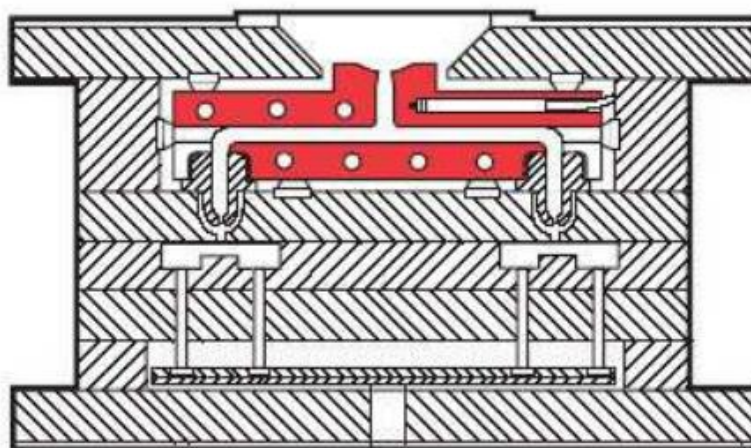
- Forró csatornás rendszer:

Napjainkban ezt tekinthetjük a leggyakrabban használt kialakításnak. Ez esetben az elosztócsatorna külön szerszámlapban van kialakítva, s elektromos fűtőbetétek végzik az annak adott hőmérsékleten tartását. Ez a megoldás nagy szabadságot biztosít a polimer ömledék hőmérsékletének beállításánál, – s ezzel együtt egyéb paraméterek megválasztásánál is- illetve a szerszám tervezésében is egyaránt, legfőképpen a nagyméretű, többfészkés szerszámok esetében. A forró csatornás rendszerek rendelkeznek a szigetelt csatornás rendszerrel említett előnyökkel, s az ott említett hátrányok közül néhányat kiküszöbölnek. A szerszám indítása kevésbé nehézkes, mint a szigetelt csatornás esetben.

A forró csatornás rendszer legfőbb hátrányai a hideg csatornással szemben:

- jóval bonyolultabb szerszámtervezés, gyártás és üzemeltetés
- lényegesen magasabb szerszám költségek

Ezt a megoldást alkalmazva nem kell tartanunk attól, hogy az ömledék beledermed az elosztócsatornába, hisz az mindvégig folyékony állapotban marad. A szerszámüregbe egy túszelepes fűvókán keresztül jut az ömledék. Ez a fűvóka hivatott megakadályozni az ömledék szivárgását a ciklusok között. [7] [9] [4]



Fűtőbetétek



7. ábra Forró csatornás szerszám felépítése [7]

3. Szerszámtervezés

Mint minden műszaki tevékenység, a szerszámtervezés is azzal kezdődik, hogy elemezzük a feladatot. Első lépésként bemutatom a fröccsöntendő terméket, majd fröccsönthetővé alakítom azt. Előkalkulációt végzek a fészekszám meghatározásához. Meghatározom az osztósíkot, oldalferdeséget és lekerekítéseket hozok létre, melyek elősegítik az alkatrész fröccsönthetőségét. Ezt követően kialakítom a szerszám formaadó elemeit, amiket később beépítek a szerszámházba.

Szaktervezésben Creo Parametric 7.0-át használom a modellek és az összeállítások elkészítéséhez, Moldex3D-t a szimulációk elvégzéséhez.

3.1. Fröccsöntendő alkatrész

A fröccsöntendő termékem egy elektronikai csatlakozó alkatrésze lesz. Funkciója a csatlakozó szerelt állapotban tartása, ebből adódóan fontos, hogy az alkatrészem merev és kellően szívós legyen. A kész csatlakozót gépjárművekbe fogják beszerezni, ezért relatív nagy hőmérséklettartományban kell majd helytállnia.

3.1.1. Alapanyag

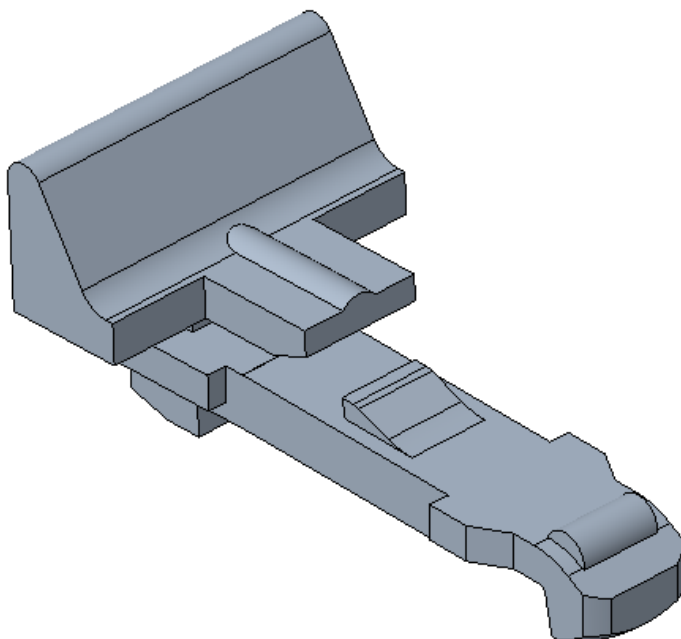
Az alkatrész alapanyaga PBT-GF33 lesz, ami megfelel az előbb felsorolt követelményeknek. Előnyös tulajdonságai miatt a PBT elterjedt alapanyag az elektronika minden területén. Alacsony hőtágulási tényezőjének köszönhetően nagy méretstabilitással rendelkezik, amit a 33% üvegszál tartalom még tovább fokoz.

A PBT-GF33 tulajdonságai:

- Nagy merevség és keménység
- Jó súrlódási tulajdonságok
- Nagy szilárdság
- Jó ellenállás az időjárás viszontagságaival szemben
- Kedvező ár
- Olvadáspont: 220-230 °C
- Sűrűség: 1,37 – 1,40 g/cm³
- Zsugorodás: 0,5-0,8%

3.1.2. 3D modell

A rendelkezésemre bocsátott termékmodellen csak a funkciója ellátásához szükséges elemek jelennek meg (8. ábra).

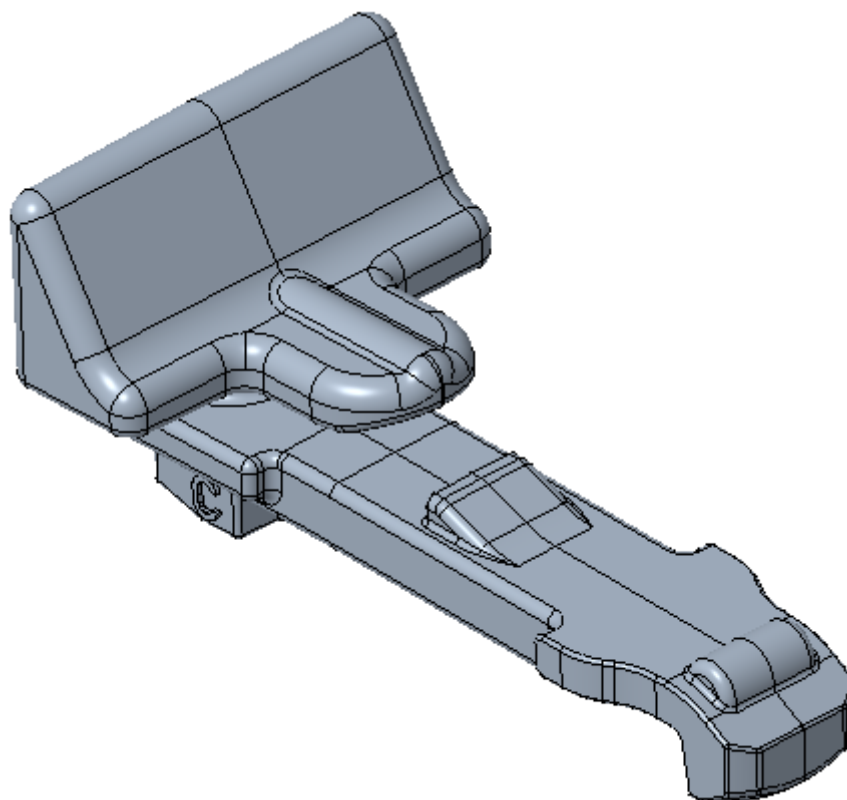


8. ábra Alap termékmodell

Ilyen állapotában gyárthatatlan lenne az alkatrész, ezért elvégzem rajta a szükséges módosításokat. Mivel gyorsjárású szerszámot tervezek, az osztósíkot úgy választom meg, hogy a formaüreg csúszkák nélkül is kialakítható legyen. Csúszkákkal rendelkező szerszámok esetében a szerszámfelek nyitása és zárása jóval lassabb folyamat, ezért a csúszka nélküli konstrukció feltétele a szuper gyors szerszámoknak. Az osztósík meghatározása után kialakítom a szükséges oldalferdeségeket és lekerekítetek minden élt. Az osztósík két oldalára különböző oldalferdeséget teszek. Az állóoldali részre nagyobbat, míg a mozgó oldali részre kisebbet, ezzel elősegítem az alkatrész mozgóoldali fészekben maradását. Az élek lekerekítésekor figyelembe veszem az egyes alakelemek funkcióit, illetve a lehetőségekhez mérten igyekszem az osztósíkkal párhuzamosan síkfelületeket hagyni a majdani kilöketést elősegítendő. Az alkatrész revízióját és a fészekszám helyét jelölöm, ezek a terméken szerepelni fognak.

3.1.3. Zsugorkompenzálás

Fröccsöntés során komoly problémát jelent, hogy a műanyagok fajtérfogata nagymértékben függ a hőmérséklettől. Befröccsöntés után a magas hőmérsékletű ömledék el kezd hűlni, és a hőmérsékletével együtt a térfogata is csökkenni fog, ezáltal a termék kisebb lesz, mint a szerszámüreg. Ahhoz, hogy a fröccsöntött termékünk méretpontos legyen, kompenzálnunk kell a termék zsugorodását a szerszámüreg növelésével. A zsugor értéke sok mindentől függ (hőmérséklet, falvastagág, utónyomás, száltartalom, stb.), ezért nehéz pontosan meghatározni a kompenzálás mértékét. Szerencsére az alkatrészem relatív kisméretű (14,3x8x7,2), tehát zsugorodni is relatív keveset fog, így elfogadom az alapanyaggyártó ajánlását és 0,8% kompenzálást állítok be. A zsugor megadásával elkészült a módosított termékmodell, a formaüreg negatívja (9. ábra).



9. ábra Módosított termékmodell

3.2. Előkalkuláció

3.2.1. Ciklusidő

A fröccsöntési ciklus idejének becslése alapján véve úgy történik, hogy a ciklus egyes műveleteihez tartozó időket összegezzük. Össze kell adni a szerszám zárásához, a befroccsöntéshez, a hűléshez, a fröccsegység mozgásához, a szerszám nyitásához és a darab kilökéséhez szükséges időket. Mivel a szerszám túszelepes direkt meglövéses lesz, a fröccsegység mozgatása történhet a hűléssel egyidőben, így azzal nem kell számolnom. A szerszámot egy Sumitomo DEMAG IntElect 100-110-es fröccsöntőgépre tervezem, melynek a számításokhoz szükséges adatait a 10. ábra tartalmazza. A ciklusidő minimalizálása érdekében a gépnek képesnek kell lennie gyors irányváltásokra, merev felépítéssel kell rendelkezzen. A termék méretéből kifolyólag a fröccsegység a lehető legkisebb csigamérettel lesz szerelve (18mm).

Injection unit		110			
Screw diameter	[mm]	18	22	25	30
L/D ratio OP0610 / OP0611	[mm]	20	20	20	20
L/D ratio OP0612 / OP0627 ¹⁾	[mm]	-	-	-	-
Injection pressure, max. (up to 400 °C) ²⁾	[bar]	2800	2800	2222	1543
Injection volume, max.	[cm ³]	23	40	51	73
Injection speed, max.: ²⁾					
>Standard OP0314	[mm/s]	200			
>Speed OP0315 - IntElect S	[mm/s]	350			
>High-Speed OP0316 - IntElect S	[mm/s]	500			
Injection rate, max.:					
>Standard OP0314	[cm ³ /s]	51	76	98	141
>Speed OP0315 - IntElect S	[cm ³ /s]	89	133	172	247
>High-Speed OP0316 - IntElect S	[cm ³ /s]	127	190	245	353
Plasticising rate, max. (PS): ³⁾					
>Standard OP0314	[g/s]	3,7	6,0	10,0	16,7
>OP0315 / OP0316 - IntElect S	[g/s]	5,0	8,3	13,8	22,9
Nozzle stroke, max. ⁴⁾	[mm]	380			
Nozzle sealing force / speed, max.:					
>Standard	[kN / mm/s]	30 / 23			
>Increased OP1336	[kN / mm/s]	30 / 120			
Ejector stroke / force / speed, max.:					
>Standard OP2196	[mm / kN / mm/s]	150 / 32 / 333			
General data		100-110			
Dry cycle time (Euromap 6):					
>Standard OP0215 ⁶⁾	[s-mm]	1,3 - 322			

10. ábra Fröccsöntőgép specifikációja

A „száraz ciklus idő” a szerszám nyitásához, és záráshoz szükséges időt jelzi, azonban ebben nincs benne a kilökés, sem a záróerő leépüléséhez szükséges idő. Ezekhez a gépnek 1,3 s-ra van szüksége, ha a nyitási út 322 mm. A fröccsöntendő alkatrészem leghosszabb mérete megközelítőleg 15 mm, így bőségesen elegendő egy 30 mm széles légcatorna, ahol az elkészült darabok lepotyoghatnak. A szerszám nyitásához és zárásához valószínűleg elegendő lesz 0,4 másodperc, a gyorsuláshoz és a lassuláshoz szükséges időt is beleszámolva.

A kilökés maximális sebessége 333mm/s, én 200mm/s-al számolok. A kilökési út oda-vissza 10mm, így a kilökéshez szükséges idő:

$$t_{\text{kilökés}} = \frac{10 \text{ mm}}{200 \frac{\text{mm}}{\text{s}}} = 0,05 \text{ s}$$

Tehát a gép mozgásaihoz szükséges idő összesen 0,45 másodperc.

A befroccsöntéshez szükséges időt a fröccsöntés térfogatáramából és a fröccstermék térfogatából határozhatjuk meg. A fröccsöntőgép által biztosított maximális térfogatáram (51 cm³/s) helyett 30 cm³/s-al számolok. A termék térfogata a 3D modell alapján 0,126 cm³.

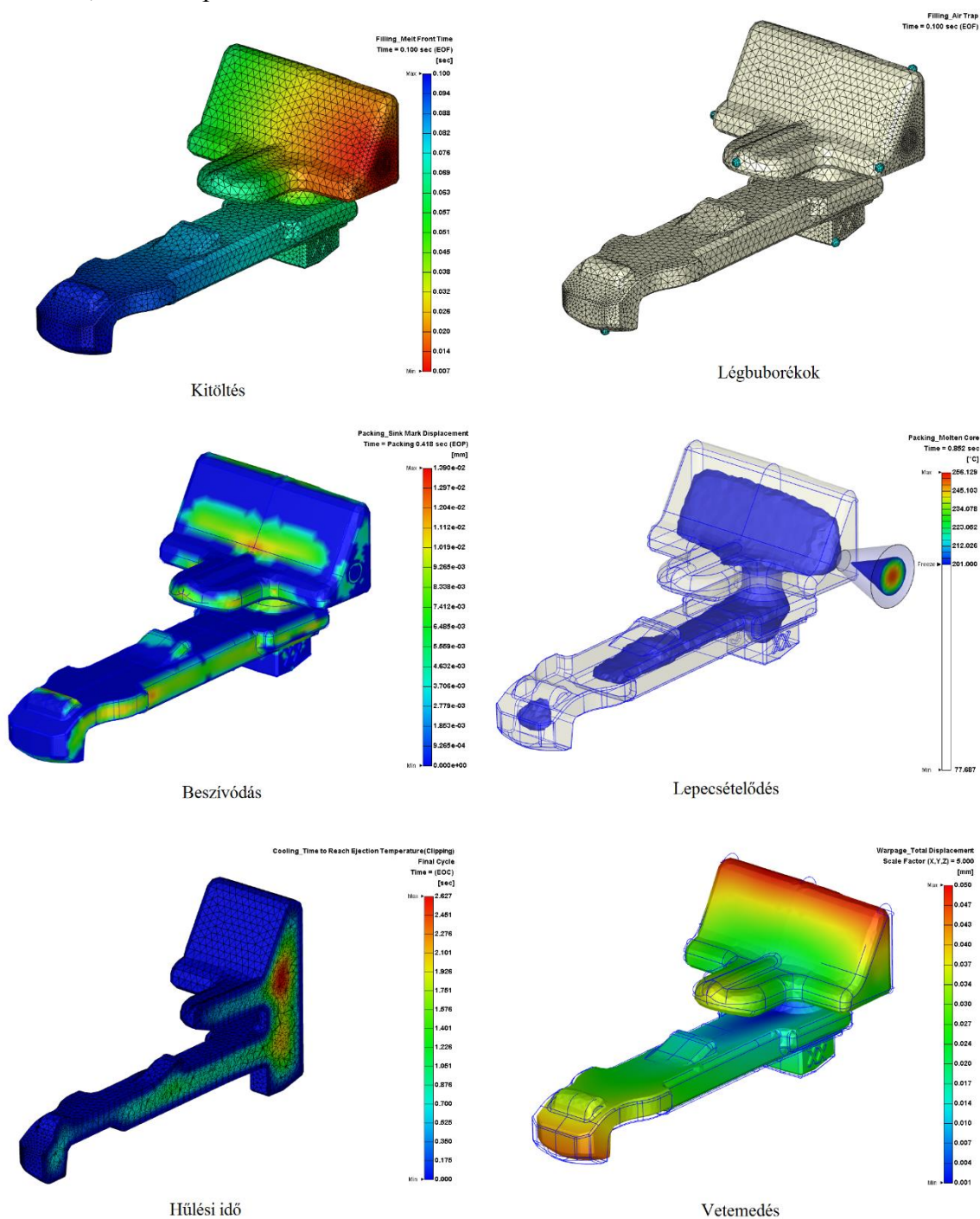
$$t_{\text{bf}} = \frac{0,126 \text{ cm}^3}{30 \frac{\text{cm}^3}{\text{s}}} \approx 0,004 \text{ s} \quad \text{Ez az idő teljes mértékben elhanyagolható.}$$

A hűlési idő meghatározásához szimulációt készíték a Moldex3D nevű szoftver segítségével. A termékmodell importálását és a peremfeltételek megadását követően a program elkészíti a fröccsöntés szimulációját. A peremfeltételek megadásához az eddig kiszámított értékek mellett a fröccsöntőgép és az alapanyaggyártó ajánlásait vettem alapul, melyeket a 11. ábra szemléltet.

Injection unit	110				
Injection pressure, max.	[bar]	2800	2800	2222	1543
Injection		VALOX™ 430 resin		Unit	
Processing (Melt) Temp		249 to 266		°C	
Mold Temperature		65.6 to 87.8		°C	

11. ábra Peremfeltételek

A szimuláció a hűlési idő meghatározásán túl rengeteg hasznos információval szolgál. Többek között képes megmutatni a légbuborékok és a beszívódások várható helyét, a lepecsételődés idejét, a termék vetemedését, kitöltését, stb. (12. ábra). A hűlési idő 2,6 s, így a várható ciklusidő 3,05 másodperc.



12. ábra Szimulációs eredmények

3.2.2. Fészekszám meghatározása

A ciklusidő meghatározása után megállapítható a szerszámba építendő fészkek száma. A szerszámnak egy év alatt 35 millió terméket kell fröccsöntenie. Habár a szerszám folyamatos üzemben fog dolgozni, a rendelkezésre álló időnek csak a 80%-ával számolok, így veszem figyelembe az esetleges karbantartás, emberhiány, áramszünet, stb. miatt kialakuló állásidőt. Egy év alapesetben $365 \cdot 24 \cdot 60 \cdot 60 = 31536000$ s-ból áll, ennek a 80%-a 25228800 s. Ezt az időt osztom el az egy ciklushoz szükséges idővel, így megkapom, hogy hány ciklust tud a szerszám egy év alatt elvégezni. $\frac{25228800 \text{ s}}{3,05 \text{ s}} \approx 8,3 \text{ millió}$

Ezt követően az éves darabszámot elosztom a ciklusok számával, így kijön a szükséges fészekszám. $\frac{35 \text{ millió}}{8,3 \text{ millió}} \approx 4,2 \Rightarrow \text{min } 5 \text{ db}$

3.2.3. Ellenőrzés fröccsegységre

A tapasztalat azt mutatja, hogy a fröccsöntési folyamat stabilitása érdekében, a fröccstérfogat nem lehet kevesebb, mint a gép maximális fröccstérfogatának 8%-a, és nem lehet több, mint a 80%-a. 5 fészekkel számolva a fröccstérfogat $5 \cdot 0,126 \text{ cm}^3 = 0,63 \text{ cm}^3$. Ez jóval kevesebb, mint a gép fröccstérfogatának 8%-a, így növelni kell a fészekszámon.

$$\frac{23 \text{ cm}^3 \cdot 0,08}{0,126 \text{ cm}^3} = 14,6 \Rightarrow 16 \text{ db}$$

Tehát a fröccsöntési folyamat stabilitása érdekében a fészekszámot 16-ra növelem. Így ugyan csökken a szerszám éves kihasználtsága, de jóval kevesebb lesz a selejt költség és kezelhetőbb, kiszámíthatóbban működő szerszámot kapunk.

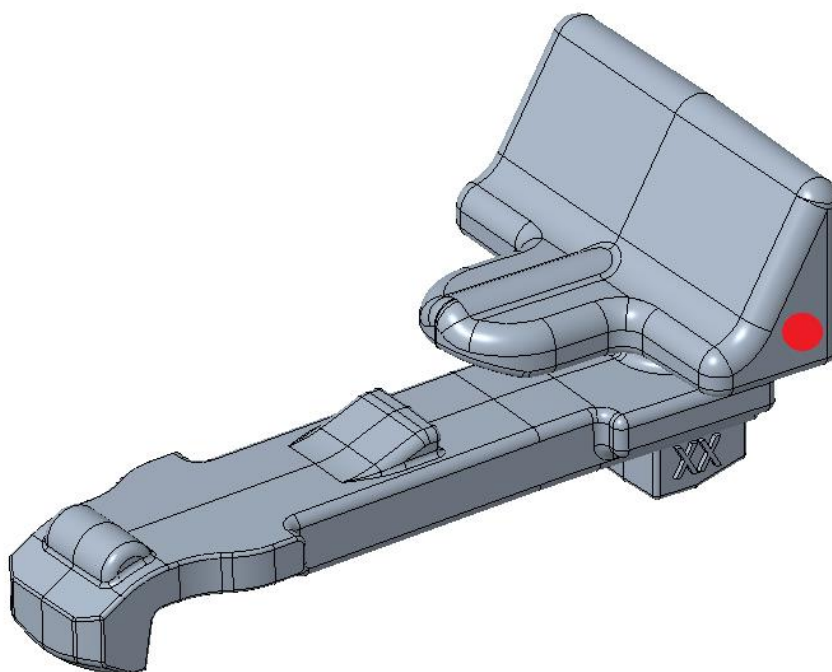
A módosított fészekszámmal az éves mennyiség $\frac{35000000}{16} \cdot 3,05 \cdot \frac{1}{0,8} = 8339844 \text{ s} \approx 3 \text{ hónap}$ alatt készül el.

3.3. Fészek kialakítás

Ebben a fejezetben el fogom készíteni a szerszám egy fészket az előbbieken módosított termékmodellt felhasználva. Meghatározom a két oldal betétsztását, kijelölöm a beömlési pont és a kilökök helyét. Létrehozom a formaadó betéteket, amikből külön összeállítást készítek, majd kialakítom a betétek lábait és a lehetőségekhez mérten lekerekítem, letöröm az éleiket.

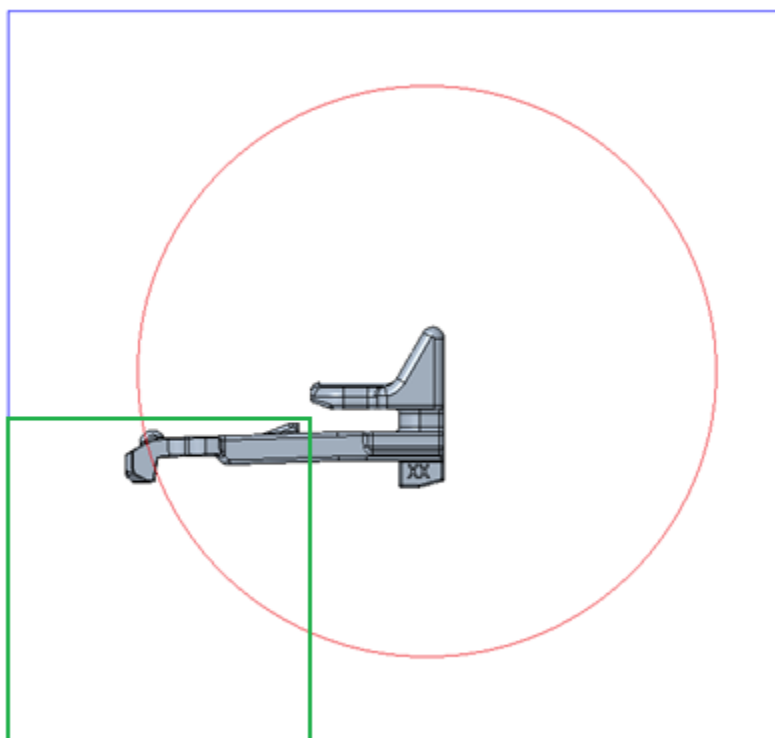
3.3.1. Betétsztás

Habár a fröccsöntendő alkatrészem szinte szimmetrikus az osztósíkra, a két oldal betétsztása jelentősen eltérő lesz. Mivel a szerszámban túszelepes direktmeglövést fogok alkalmazni -a ciklusidő minimalizálása érdekében-, úgy kell kialakítanom az állóoldali betétsztást, hogy a fúvóka furata közvetlenül a formaüregbe nyíljon. A termék méretéből és alakjából adódóan erre egyetlen ésszerű megoldás van: a meglövési pontot egy piros kör jelöli a *13. ábra*n.



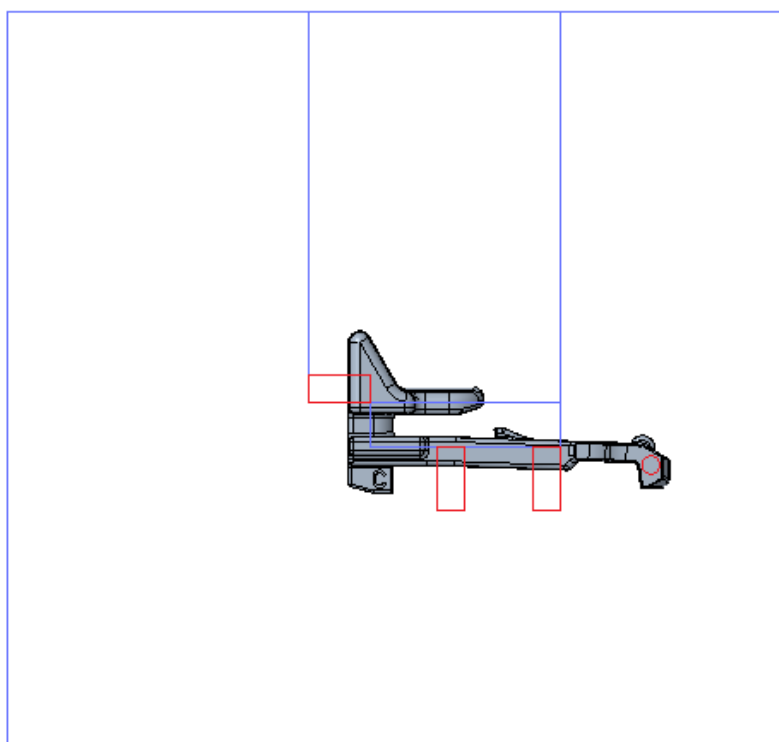
13. ábra Meglövési pont

Az állóoldali formaüreget célszerű lenne egyetlen betétből kialakítani, mivel a fúvóka külső átmérője nagyobb, mint az egész termék, ám ez problémákat vonna maga után. A dűzniben lévő túszelep minden ciklusban ki-be fog járni a beömlő betét furatában, ezzel csiszolva azt. Számítva a beömlőfurat kopására, érdemes azt külön betétbe tervezni, így olcsóbb lesz a szerszám karbantartási költsége. A másik probléma az, hogy mivel a termék majdhogynem szimmetrikus az osztósíkra, a különböző oldalferdeség nem feltétlen garantálja, hogy a termék a mozgóoldali formaüregben fog maradni szerszámnyitáskor. Ennek a problémának a kiküszöbölésére egy rugóval működtetett betétet tervezek a szerszámba, ami szerszámnyitáskor ott tartja majd az alkatrészt a kilökő oldalon. Az állóoldali betétsztás terveit a *14. ábra* szemlélteti, pirossal a beömlő betét, zölddel a letoló betét körvonalai vannak jelölve.



14. ábra Állóoldali betétsztás

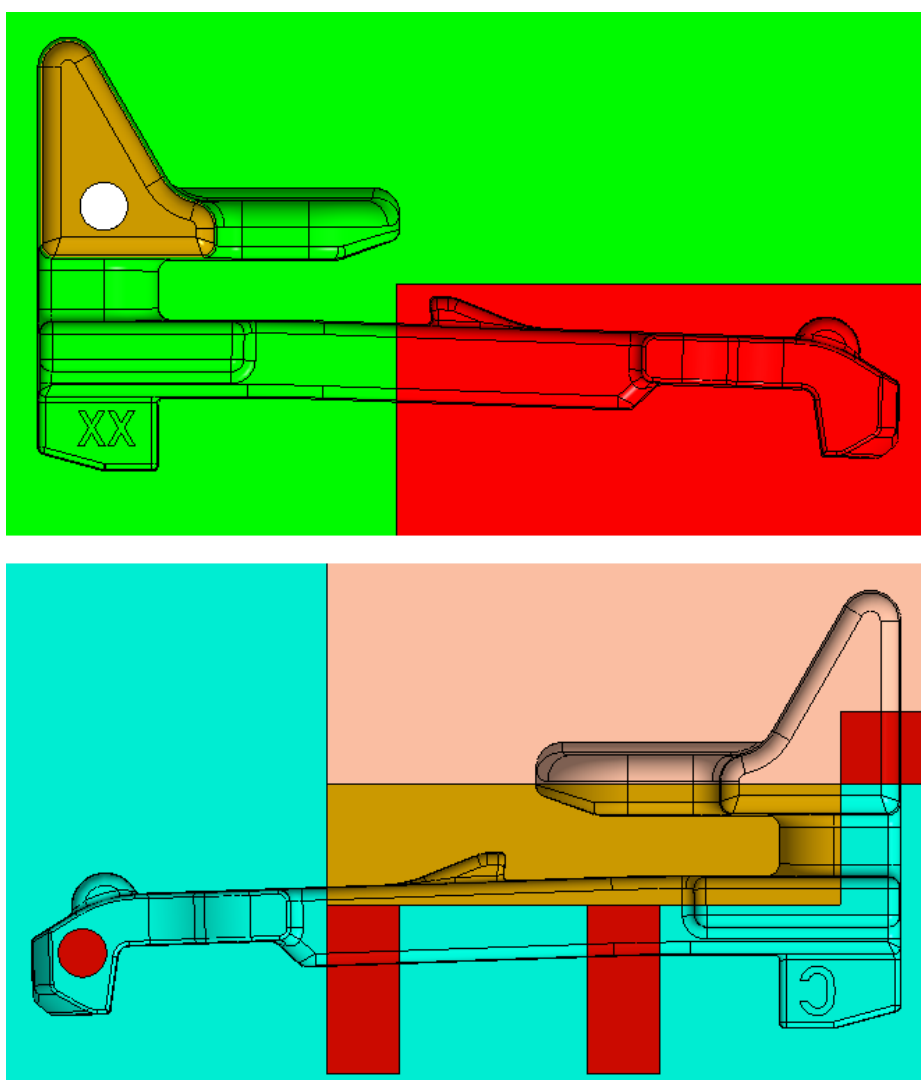
A mozgóoldali betétoztást a termék kis mérete miatt a kilőkők elhelyezésével kezdem. A kilőkőket úgy kell elhelyezni, hogy kilökés során a munkadarab ne sérüljön, ne vetemedjen el és megbízható legyen a kilökés folyamata. Mivel nincs elegendő síkfelület az alkatrészen, kénytelen leszek formaadó kilőkőket is alkalmazni. A kilőkők elhelyezését követően a többi betétet úgy próbálom kialakítani, hogy ne keletkezzen rajtuk túlságosan éles, sérülékeny él, továbbá igyekszem a formaüreg levegőzését is biztosítani. A mozgóoldali betétoztás terveit a 15. ábra szemlélteti, a kilőkők helyét piros színnel jelöltem.



15. ábra Mozgóoldali betétoztás

3.3.2. Formabetétek kialakítása, összeállítása

A betéosztások megtervezését követően kezdetét veszi a formaadó betétek létrehozása. Az elkészült vázlatokat kihúzom és az így kapott elemekből kivágom a termékmodell geometriáját. A keletkezett térfogati elemekből alkatrészeket generálok, ezek lesznek a szerszám formaadó betétei. Ezeket a betéteket egy külön összeállításban összeszerelem, majd az egyes betétek színét megváltoztatom, a könnyebb átláthatóság érdekében. Ezzel el is készült a szerszám formaürege (16. ábra).

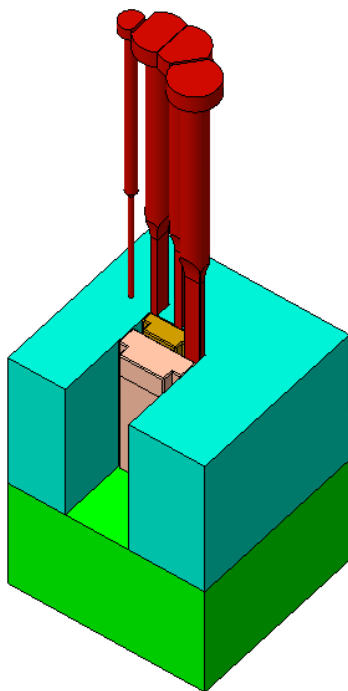


16. ábra Álló- és mozgóoldali formaüreg

Mivel egyetlen forgácsoló eljárással sem tudunk éles belső sarkokat kialakítani, technológiai lekerekítéseket tervezek az érintett betétekre. Így remélhetőleg gyártást követően utómunka nélkül összeállítható lesz a fészek.

A betétek lábainak kialakításakor figyelembe veszem azok gyárthatóságát. A záró/illeszkedő felületeket igyekszem úgy megtervezni, hogy azok huzalszikraforgácsolással vagy köszörüléssel kialakíthatók legyenek, mivel ezek a rendelkezésünkre álló legpontosabb megmunkálási módok. A lábazást követően éltompításokat rakok minden olyan élre, ami nem része a formaüregnek. Az éles sarkok nagyon könnyen megsérülhetnek, és ezek a sérülések szerelési nehézségeket eredményeznek.

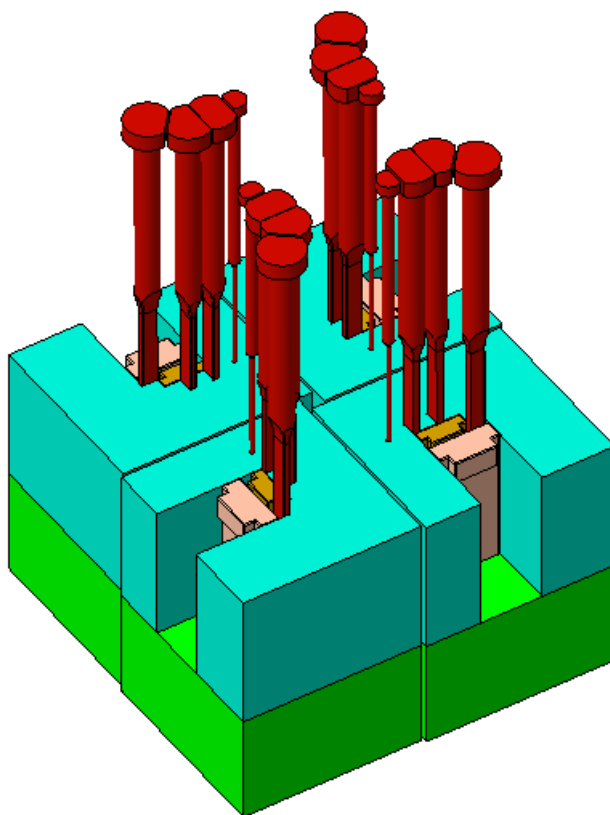
A fészek befejezéséhez még a kilőkők szárait be kell építenem az összeállításba. Ezt a műveletet úgy oldom meg, hogy egy kilőkő gyártó által forgalmazott kilőkő 3D modelljét hozzáépítem az általam létrehozott kilőkő betétekhez. Mivel a kilőkők meglehetősen közel vannak egymáshoz, a lábuk egymásba lógásának elkerülése érdekében lelapolom őket. A kilőkők közül háromnak ugyanakkora férőhelye van, ezért a lapolásuk kialakítását úgy oldom meg, hogy ne lehessen őket felcserélni. A kilőkők beépítésével befejeződött a fészek kialakítása (17. ábra).



17. ábra Fészek kialakítása

3.3.3. Fészekosztás

A fészek elkészítése után a fészekosztás kialakítása a feladatom. Mivel a szerszámnak 16 fészket kell tartalmaznia, a legkézenfekvőbb megoldásnak a 4x4-es elrendezés tűnik. Az osztás létrehozásához csinálok egy újabb összeállítást, ahová beillesztem az előbbieken elkészített fészket négyszer. Beállítom közöttük a megfelelő távolságot, és 90°-onként elforgatom őket (18. ábra).

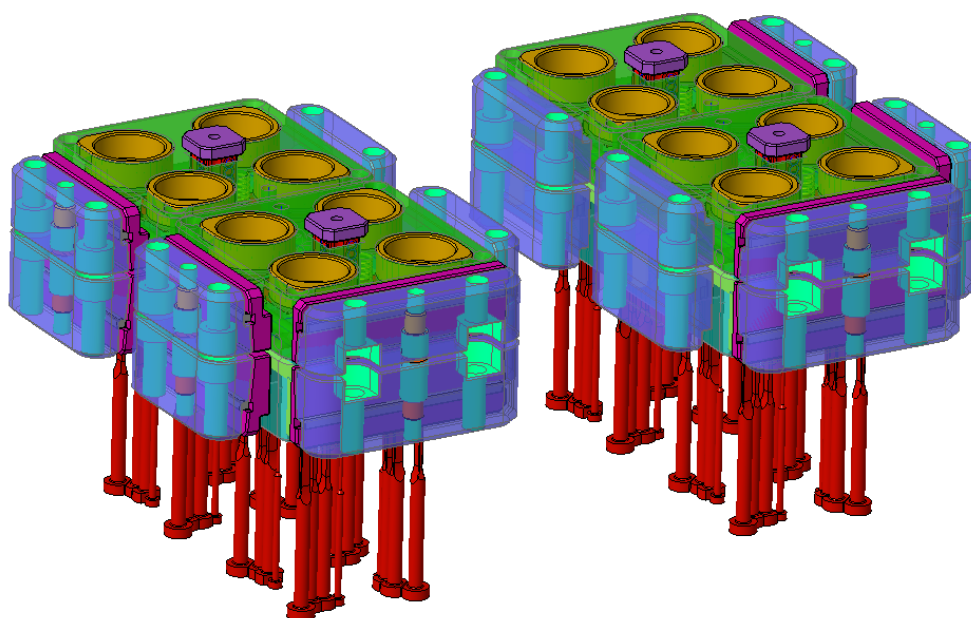


18. ábra Fészekosztás

Összevonom a 4db világoskék betétet -ez alkotja majd a mozgóoldali keretbetétet-, és a 4 db zöld betétet -ez alkotja majd az állóoldali keretbetétet-. Elkészítem a láb férőhelyeket mind a két keretbetétben, majd a betétférőhelyekre bevezető oldalferdeséget rakok. Az oldalferdeségekre azért van szükség, hogy a betéteket könnyebben be lehessen csúsztatni a helyükre, ezáltal kevésbé sérülnek meg szereléskor.

Ezt követően a letoló betéteket vonom össze. Ez az összevonás azért szükséges, mert a fűvóka miatt nincs elég hely egy hagyományos betét kialakításához. Létrehozok az összevont letolóbetéten egy szár részt, amire csavarral rögzített láb kerül majd. Beépítem az összeállításba a letolólapot működtető rugókat, majd a két betétből kivágom a rugók férőhelyeit. Habár a betét a fröccsöntési ciklus folyamán nem fogja teljes egészében elhagyni a férőhelyét, a záró felületeire szintén bevezető oldalferdeség kerül a könnyebb szerelhetőség érdekében.

A keretbetétek és a letolóbetét elkészülte után létrehozok egy újabb összeállítást, amiben a szerszámházba kerülő mind a 16 fészek helyet kap, illetve a lezorító ékeket is ebbe az összeállításba építem be. Ezt az összeállítást (19. ábra) fogom később kivágni a szerszámház két formalapjából.

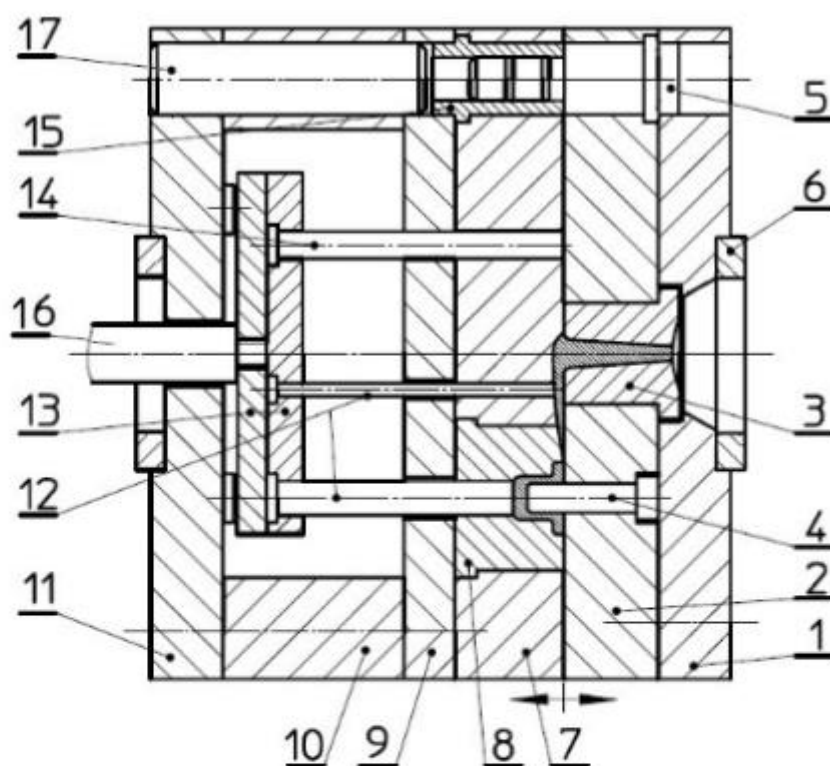


19. ábra Szerszám fészkek

3.4. Szerszámház kialakítása

A szerszámház elkészítéséhez a Creo Expert Moldbase Extension (EMX) modulját használtam. Ez a modul lehetővé teszi, hogy különböző normália gyártók katalógus termékeit közvetlenül építhessük be az összeállításunkba. Egyszerű és kézenfekvő lehetőséget kínál a szerszámház hűtőrendszerének kialakítására, illetve az egyes alkatrészek csavározását is lényegesen megkönnyíti.

Egy átlagos szerszám felépítését mutatja be a 20. ábra Fröccsöntő szerszámok felépítése²⁰.



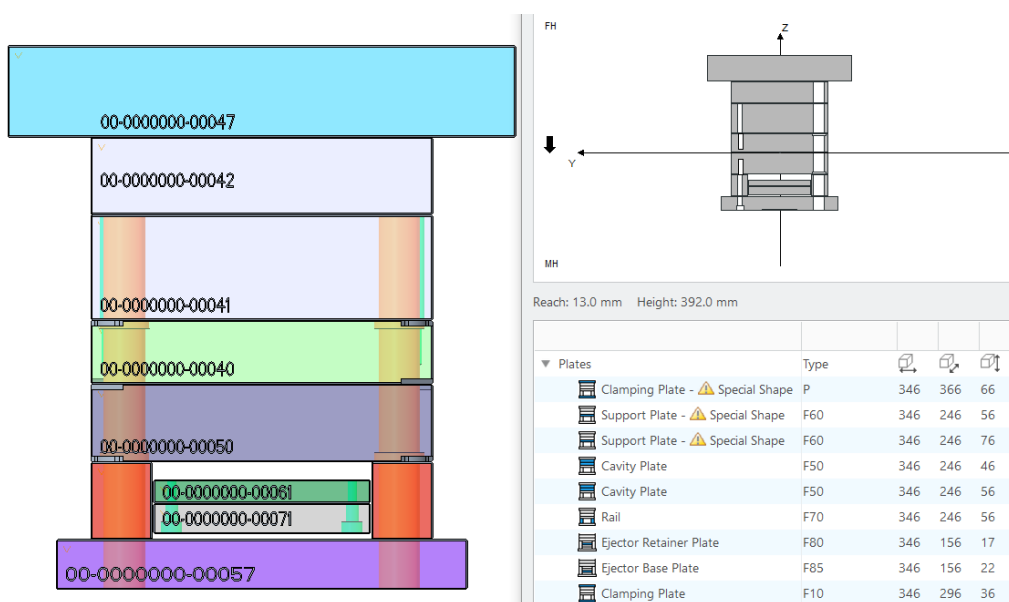
- | | |
|--|----------------------------------|
| 1 állórész felfogó lap | 10 támasztó lécs |
| 2 formalap (betét tartó) az álló részben | 11 mozgórész felfogó lap |
| 3 beömlő csatorna-persely | 12 kidobó csapok |
| 4 mag (betét) | 13 kidobó lap |
| 5 vezetőcsap | 14 visszatoló csap |
| 6 központosító gyűrű | 15 vezetőhüvely |
| 7 formalap (betét tartó) a mozgó részben | 16 kidobórúd |
| 8 szerszámcsésze (betét) | 17 központosító csap vagy hüvely |
| 9 betéttámasztó lap | |

20. ábra Fröccsöntő szerszámok felépítése [6]

ábra. [6]

3.4.1. Szerszámlapok

A szerszámlapok kiválasztásakor a befoglaló méreteket felülről a gép, alulról a fészkek és azok elrendezése korlátozza. A kiválasztás katalógusból történik, de igény esetén bármely lap bármely mérete szabadon változtatható. A kiválasztott szerszámlapokat vagy azok méreteit a későbbiekben akár mikor módosíthatjuk, így azok kiválasztásakor nincs szükség nagy odafigyelésre. Az általam tervezett szerszám a szerszámlapok tekintetében szinte csak annyiban tér el a 20. ábra szereplőtől, hogy az állóoldali betéttámasztó lap és a felfogó lap közé bekerült még két lap. Ezekre azért volt szükség, mert a direkt meglövéshez szükséges forrócsatorna rendszernek helyet kellett biztosítanom. A kiválasztott szerszámlapok automatikusan összeépítésre kerülnek, azok befoglaló méreteit táblázatos formában nyomon követhetjük (21. ábra).



21. ábra Szerszámház

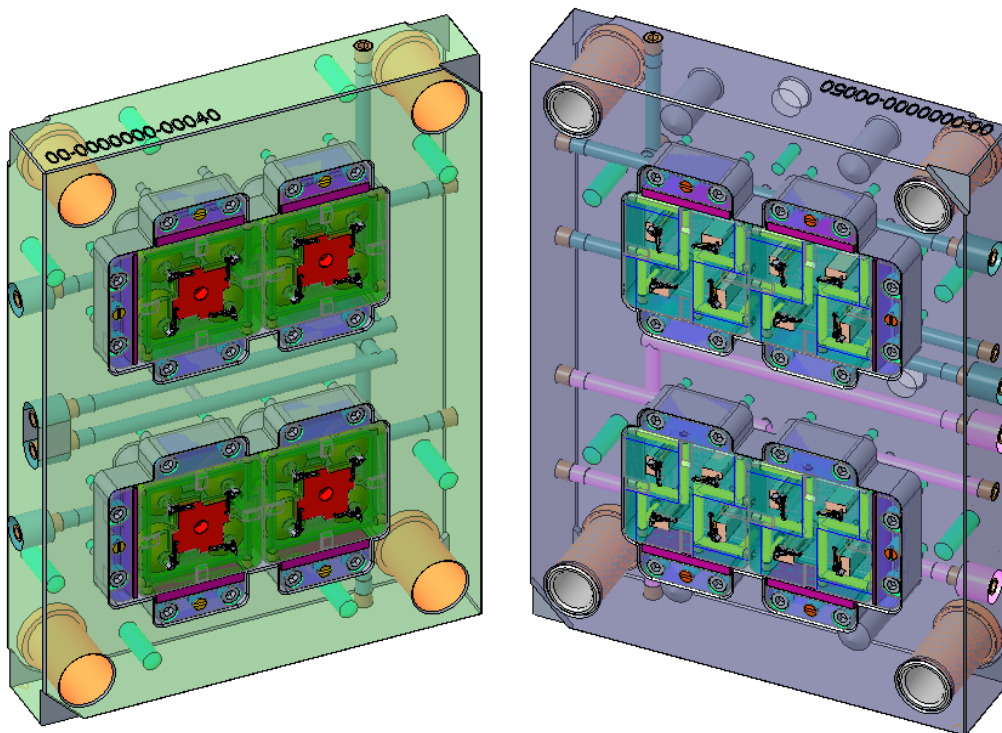
3.4.2. Formalapok

A szerszámlapok összeállítása után a formalapok kialakításával folytattam. A formalapok fő feladata a betétek megfelelő pozícióban történő rögzítése, illetve a fröccsöntőgép által kifejtett záróerőt is a formalapok adják át a betéteknek.

A betéteket tartalmazó összeállítás beépítése után kivágtam azok befoglaló térfogatát a lapokból, így elkészültek a betétek férőhelyei.

A formalapokban kerül kialakításra a temperáló rendszer is. A temperáló folyadék a szerszám oldalán elhelyezett gyorscsatlakozókon keresztül jut be a szerszámba, keringetését speciális, zártrendszerű temperáló- keringető rendszer végzi.

A hűtőcsatornák kialakítását szintén az EMX modullal végeztem, így elegendő volt a furatok pályáját megrajzolni, majd a megfelelő csatlakozók, záródugók kiválasztása után a szoftver automatikusan kialakította a csatornákat és beépítette az alkatrészeket. A csatornák kialakítása közben az elsődleges szempont a könnyen gyárthatóság, ezzel együtt a gazdaságosság volt. A termék méretéből adódóan a szerszámba juttatott hő meglehetősen kevés, így annak elvezetése nem jelent nagy kihívást.



22. ábra Formalapok

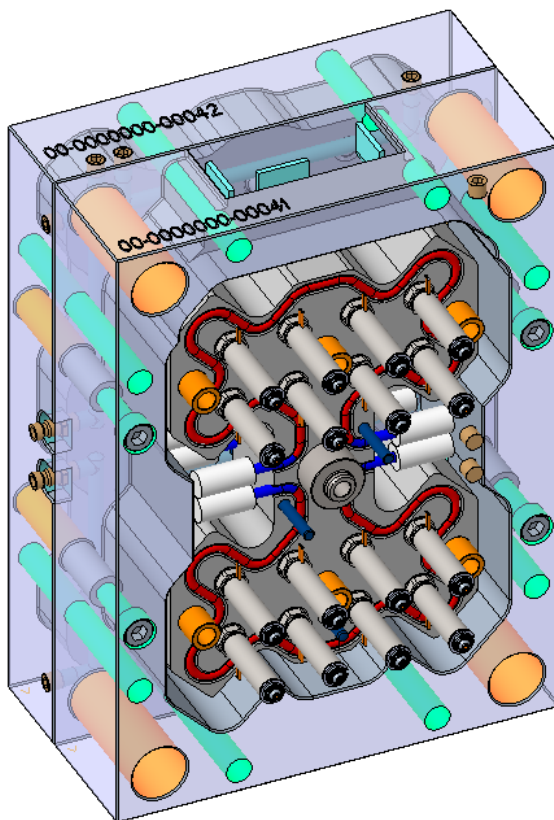
3.4.3. Forró csatornás rendszer

Forró csatornás rendszer esetében az elosztócsatorna külön szerszámlapban van kialakítva, és elektromos fűtőbetétek végzik annak adott hőmérsékleten tartását. A forró csatornás rendszer csökkenti a ciklusidőt és az anyagra ható nyíróerőt. A túszelepes kialakítás hulladék nélküli gyártást biztosít, illetve tömörebb készterméket eredményez.

A forró csatornás rendszereket a beszállítók készen, szerszámszámra szabva biztosítják. Dolgozatomban egy hasonló fészek elrendezésű szerszám rendszerét használtam fel, apróbb módosításokat követően.

A rendszert beépítettem a szerszámházba, majd kivágtam a férőhelyét. Maga a forrócsatorna közvetlenül nem érintkezik egy lappal sem, körülötte levegő van, így a szerszámház –aminek relatív hidegnek kell lennie- nem melegszik fel, és az sem hűti feleslegesen a forrócsatornát.

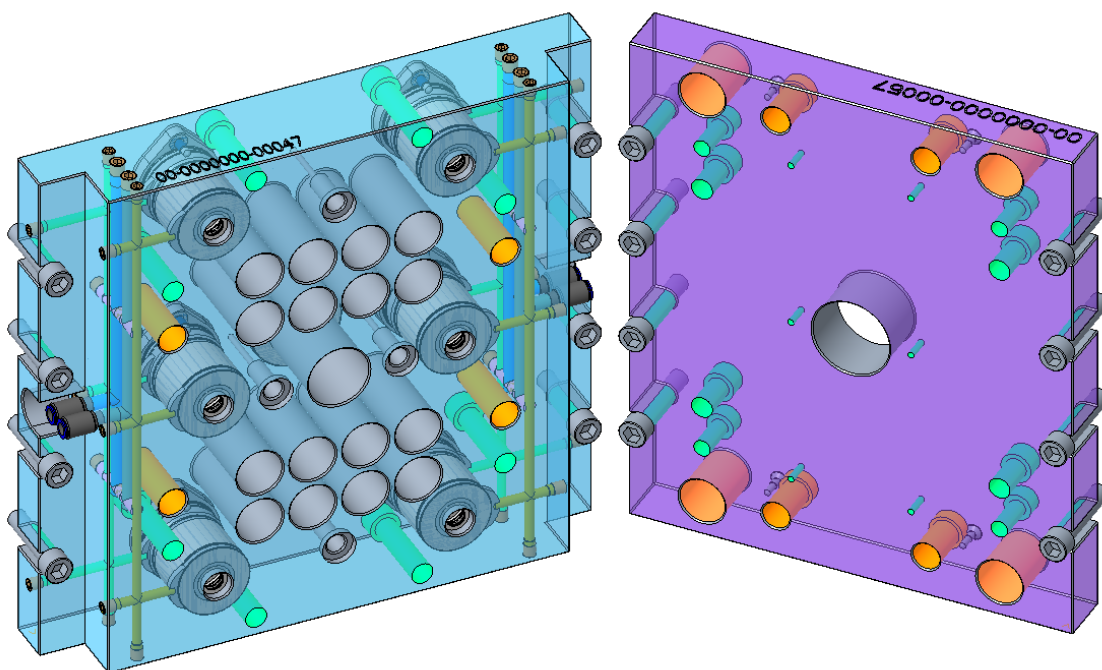
A rendszer részét képezi még egy mozgató lap, ami a túszelepek mozgatásáért felel. Ezt a lapot egy külön lapba építettem, mert így jelentősen egyszerűsödik azok megmunkálhatósága.



23. ábra Forró csatornás rendszer

3.4.4. Felfogólapok

A felfogólapok feladata a szerszámfelek rögzítése a fröccsöntő gépre. Az állóoldali felfogólapba kerül egy központosító gyűrű, ami segíti a pozicionálást szerszám felrakáskor, illetve a beömlőperselyhez vezeti a fröccsöntő gép fűvókáját. Ebben a felfogólapban helyezkednek el a forró csatornás rendszer pneumatikus munkahengerei, amik a túszelepeket mozgató lapot mozgatják. A munkahengerek működéséhez levegő csatornák kialakítása szükséges, melyek tervezésekor törekedni kell arra, hogy a munkahengerekben fellépő nyomás azonos mértékű legyen, ezzel elősegítve a túszelepek egyidejű mozgását. A felfogólapok befejező műveleteként elkészítettem a felfogatásukhoz szükséges csavarférőhelyeket a fröccsöntőgép asztalához illeszkedően.



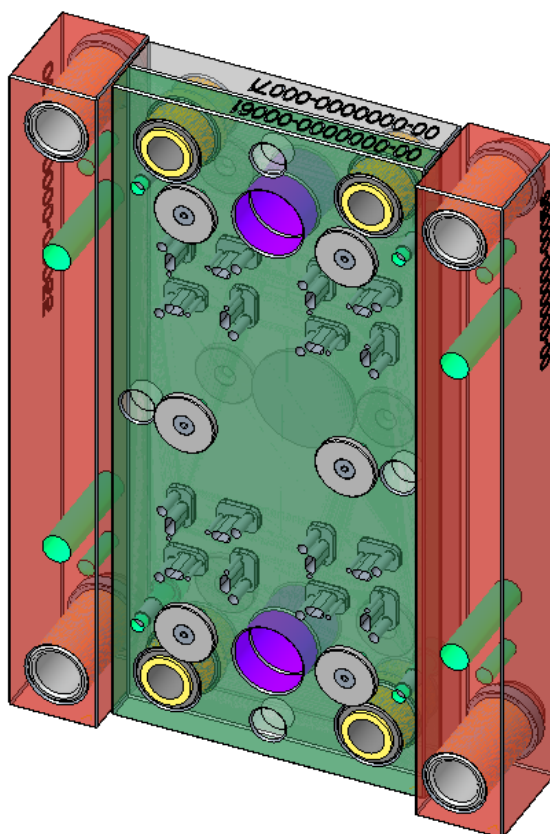
24. ábra Felfogólapok

3.4.5. Kilökőlap és kilökő tartólap

A kilökőlapok feladata a kilökők mozgatása szerszámnyitáskor. A kilökő tartólap a kilökők pozícióban tartásáért felel, míg a kilökőlap feladata a kilökők nyomása kilökéskor. A két lapot csavarral rögzítik egymáshoz, és mivel a mozgó szerszámfélen belül külön mozgást végeznek, külön vezetőoszlopra van szükségük. A kilökőlap nagyobb igénybevételnek van kitéve, ezért az mindig vastagabb, mint a kilökő tartólap.

A lapok visszajárását rugók biztosítják majd, így azok férőhelyeit is ki kellett alakítani. A mozgóoldali felfogólap és a formalap közé támasztó pilléreket helyeztem, melyek merevítik a formalapot, segítik az erőátvitelt.

A kilökőlapok két oldalára távtartó lapok kerülnek, ezek biztosítják a kilökőlapok mozgásához szükséges teret.

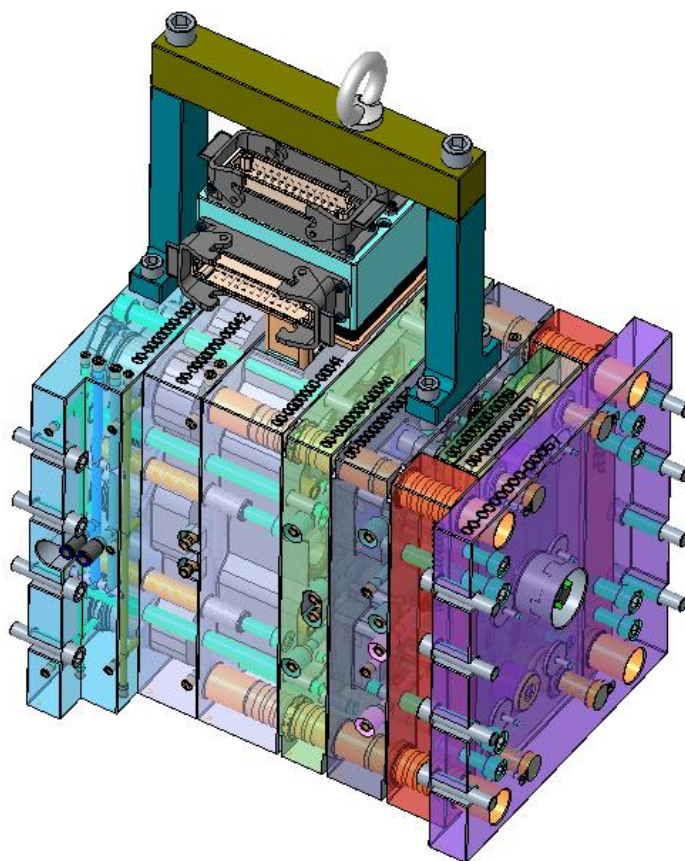


25. ábra Kilökő- és távtartólapok

3.4.6. Szerszámház

A szerszámlapok egyenkénti kialakítása után a szerszámot, mint egészet vizsgáltam meg. Ahhoz, hogy a két szerszámfél megfelelően zárjon, gondoskodni kell azok összevezetéséről. Erre a feladatra görgőskosaras perselyeket választottam, hogy minél kevesebb legyen a vezetésből származó súrlódóerő. Mivel a szerszám rövid ciklusidővel fog üzemelni, fontos, hogy a szerszám nyitása és zárása minél rövidebb idő alatt megvalósulhasson.

A szerszám tervezésének befejező művelete a lapokat összekötő csavarok beépítése, illetve a szerszám emelésére szolgáló konzol kialakítása volt. A konzol azért kell a szerszám tetejére, mert enélkül a forrócsatorna rendszer csatlakozói nagyon könnyen megsérülhetnének a szerszám daruzása közben. A szerszám fröccsöntő gépre rögzítését követően, az üzembehelyezését megelőzően a konzolt el kell távolítani.



26. ábra A kész szerszám

4. Karbantartási leírás

A szerszám műszaki adatai

- Befoglaló méretek: 366x346x392 mm (konzollal: 366x346x653 mm)
- Tömeg: 300 kg
- Fészekszám: 16 db
- Alapanyag: PBT-GF33
- Meglövés típusa: közös lapmozgatású, túszelepes direktmeglövés

Napi karbantartás

- Tárjuk fel a szerszám esetleges sérüléseit szemrevételezéssel!
- Ellenőrizzük a hidraulikus tömlőket, hűtő csöveket, elektromos kábeleket, végállás kapcsolókat!
- Tisztítsuk meg a szerszám osztósíkját!
- Tisztítsuk meg és lássuk el kenőanyaggal a mozgó alkatrészeket!
- Ellenőrizzük a terméket szemrevételezéssel (sorja, vetemedés, égés)!
- Ellenőrizzük a formaüregt korrózióra, kifényesedett foltokra, kopásra, sérülésre!
- Ellenőrizzük a fészek felfekvő, illeszkedő felületeit!
- Vizsgáljuk meg a szerszám gázelvezetését, szükség esetén tisztítsuk ki ronggyal vagy levegőpisztolyos befúvással!

Gyártás utáni karbantartás

- Víztelenítsük a temperáló köröket!
- Fúvassuk ki levegővel, tisztítsuk ki, majd zárjuk le légmentesen a hűtőköröket!
- Vizsgáljuk meg a csavarozás, az emelő konzol és a külső hűtőcsatlakozók állapotát, szükség esetén cseréljük azokat!
- Konzerváljuk a szerszámot annak minőségét megőrzendő!

Szerszám karbantartása 25.000 lövés, vagy 1 év után

- Vizsgáljuk meg a forrócsatorna elektromos és mechanikus részeit (csatlakozók, túszelepek), ellenőrizzük a tömítettségét!
- Vizsgáljuk meg a hűtőkörök átfolyását és tömítettségét, cseréljünk minden O-gyűrűt és ellenőrizzük a záródugók állapotát!
- Ellenőrizzük a vezető elemeket (vezetőoszlopok, -perselyek, központosítók), szükség esetén cseréljük őket!
- Ellenőrizzük a pneumatikus rendszer tömítettségét!
- Vegyük szemügyre a szerszám mozgó alkatrészeit (letoló betétek, kilőkők, kilőkő lapok)! Rozsdásodás, kopás, sérülés esetén javítás vagy alkatrész csere szükséges!
- Vizsgáljuk meg a szerszám beömlő perselyét, rozsdásodás vagy kopás észlelése esetén cseréljük azt!
- Ellenőrizzük a szerszámban található rugók (letolóbetétek alatt, kilökőrendszer) állapotát, amennyiben szükséges, cseréljük őket!

NYILATKOZAT

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

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

Kelt: 2023 év 11 hó 02 nap

Findt Adám
Hallgató

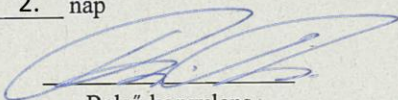
NYILATKOZAT

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

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

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

Kelt: 2023. év november hó 2. nap


Belső konzulens

*Kérjük a megfelelőt aláhúzni!

5. Összefoglalás

Szakedolgozatom fő témája egy elektromos csatlakozó alkatrészéhez szükséges szuper gyors fröccsöntő szerszám tervezése volt. A dolgozat első részében a műanyagok csoportosítását tárgyalom. Bemutatom a műanyag fröccsöntés legnépszerűbb alapanyagait, azok legfőbb tulajdonságait, előnyeit és hátrányait. Ezek után bepillantást engedek a fröccsöntés folyamataiba. Kitérek a fröccsöntő szerszámok felépítésére és a különböző elosztó csatornák típusaira.

A dolgozat második felében bemutatom a termékkel szemben támasztott elvárásokat, hogy milyen tulajdonságokkal kell rendelkeznie a fröccsönthetőség érdekében. Előkalkulációt végzek a szerszámfészkek számának meghatározásához, közben ismertetem a fröccsöntő gép jellemzőit. Ezek után meghatározom a meglövési pontot, kialakítom a betétosztást és elkészítem a szerszámba kerülő fészkeket. Bemutatom a szerszámlapok kiválasztásának módját és ismertetem az egyes lapok feladatait. Legvégül a szerszám összevezető és összekötő elemeinek beépítésére keríték sort.

6. Summary

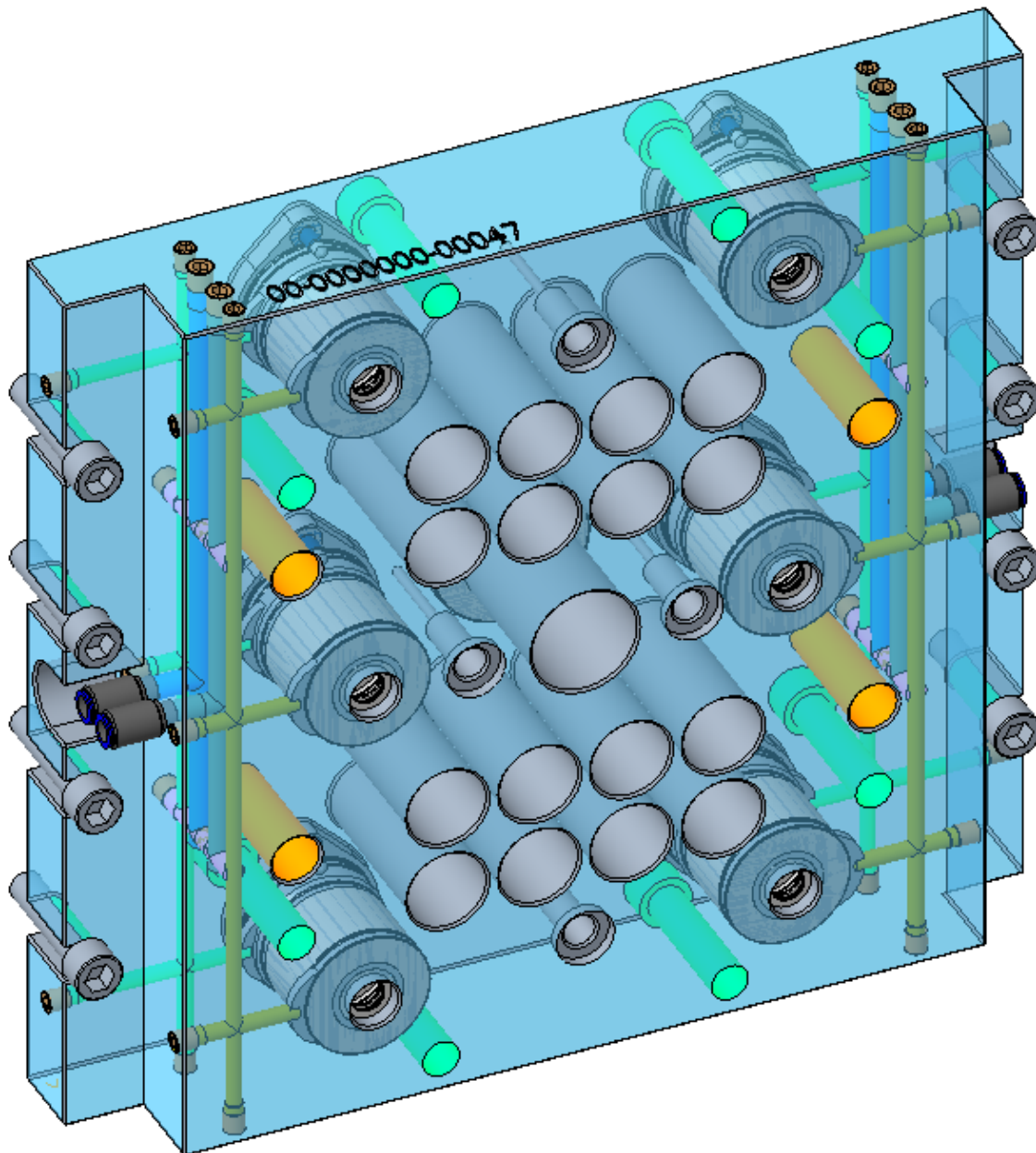
The main topic of my thesis was the design of a super fast injection molding tool for an electrical connector component. In the first part of the thesis, I discuss the grouping of plastics. I present the most popular raw materials of plastic injection molding, their main properties, advantages and disadvantages. After that, I present the injection molding process. I cover the construction of injection molding tools and the different types of manifolds.

In the second half of the thesis, I present the expectations placed on the product, which properties it must have in order to be able to be molded. I perform pre-calculations to determine the number of tool nests, while explaining the characteristics of the injection molding machine. After that, I determine the gate position, create the insert division and make ready the nests that fit into the tool. I present the method of selecting the plates and explain the tasks of each plate. Finally, I install the guide components and fasteners of the tool.

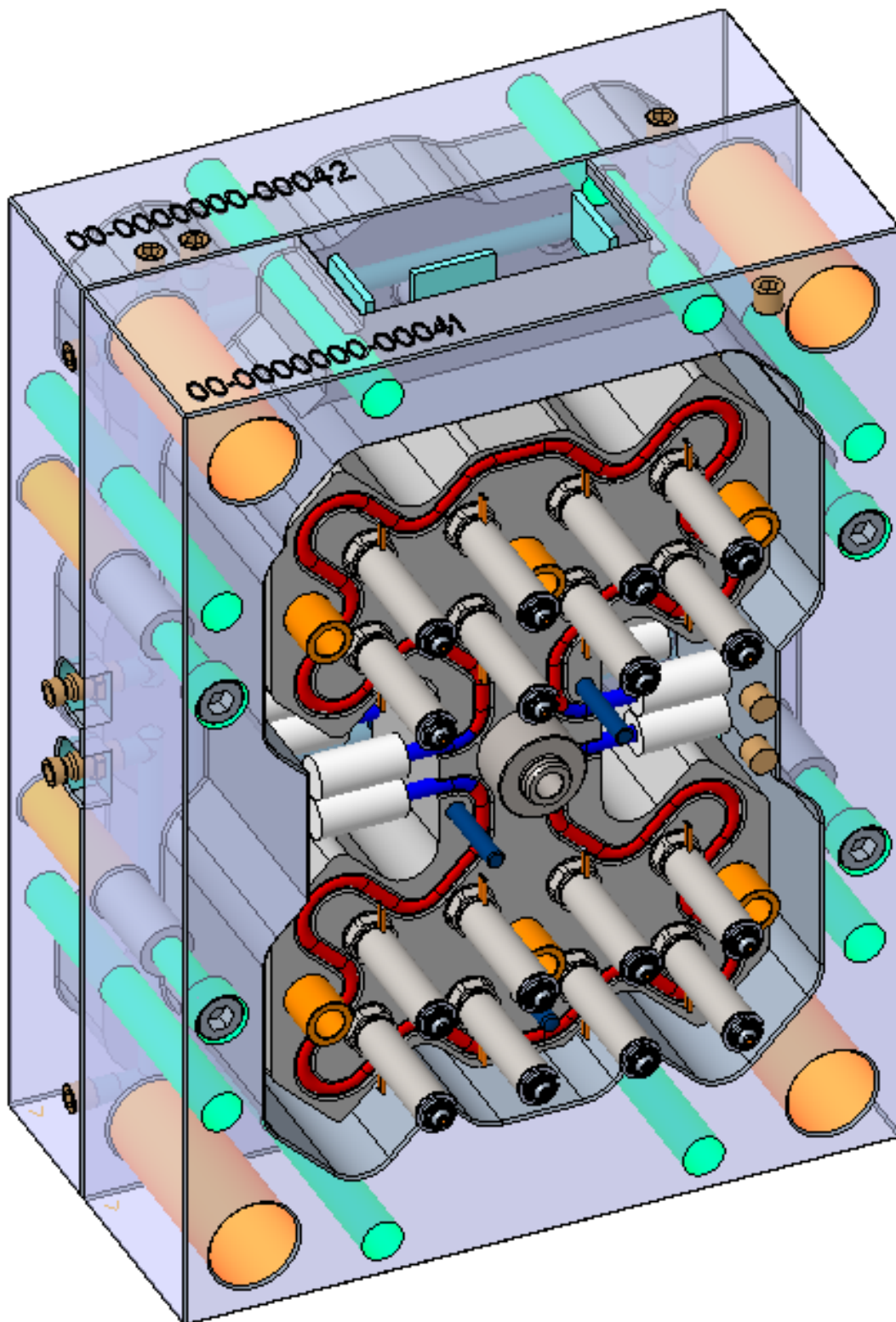
7. Irodalomjegyzék

- [1] M. J. Pukánszky Béla, *Műanyagok*, Budapest: Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem, 2011.
- [2] D. M. L. Dunai Antal, *Műanyagok fröccsöntése*, Budapest: Lexica Kft., 2003.
- [3] M. Kft.. [Online]. Available: <http://www.mould.hu/hirek/mit-vegyen-figyelembe-a-froccsontes-alapanyaganak-kivalasztasahoz.html>.
- [4] C. A. HARPER, *HANDBOOK OF PLASTIC PROCESSES*, Timonium, Maryland: A JOHN WILEY & SONS, INC., 2006 .
- [5] V. Goodship, *Practical Guide to Injection Moulding*, Shawbury, Shrewsbury, Shropshire, SY4 4NR, UK : Rapra Technology Limited, 2004.
- [6] M. Zoltán, Szerző, *Polimer technológiák*. [Performance].
- [7] D. M. Balázs, Szerző, *Műanyagfröccsöntő szerszámok tervezése és gyártása*. [Performance]. 2006.
- [8] R. G. W. Pye, *Injection Mould Design*, New Delhi: Affiliated East-West Press Pvt. Ltd., 1989.
- [9] R. Dangel, *Injection Moulds for Beginners*, Munich: Carl Hanser Verlag, 2016.
- [10] Miskolczi Norbert, *Műanyagok feldolgozása*, Veszprém: Pannon Egyetem, 2012.
- [11] „Tankönyvtar,” [Online]. Available: https://www.tankonyvtar.hu/hu/tartalom/tamop412A/2011-0006_polimertechnika/page104.html.
- [12] R. A. Malloy, *Plastic part design for injection molding*, Munich: Hanser Publishers, 1994.
- [13] D. V. R. M. G. R. Dominick V. Rosato, *Injection molding handbook*, New York: Springer Science+Business Media, 2000.

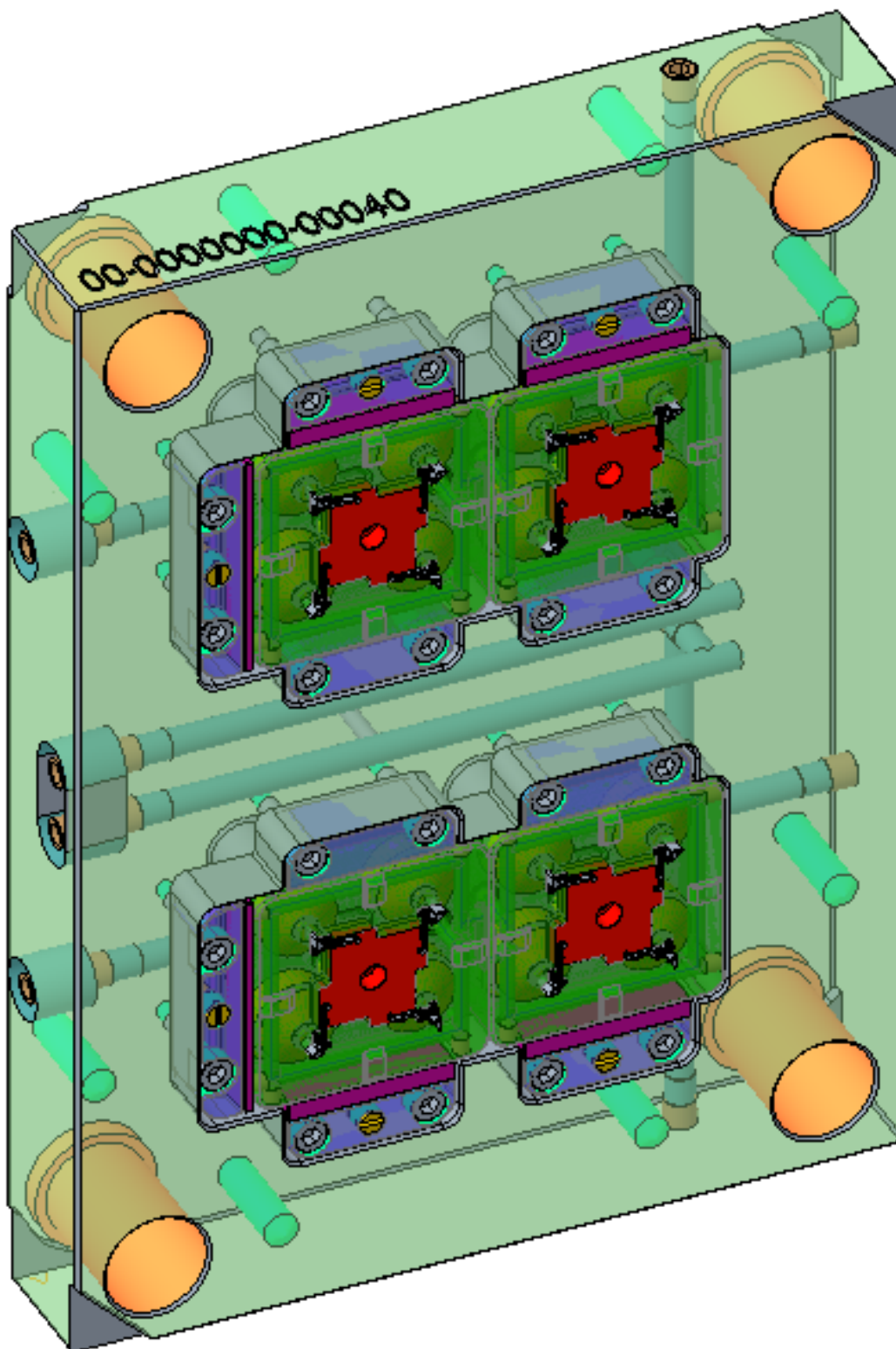
8. Mellékletek



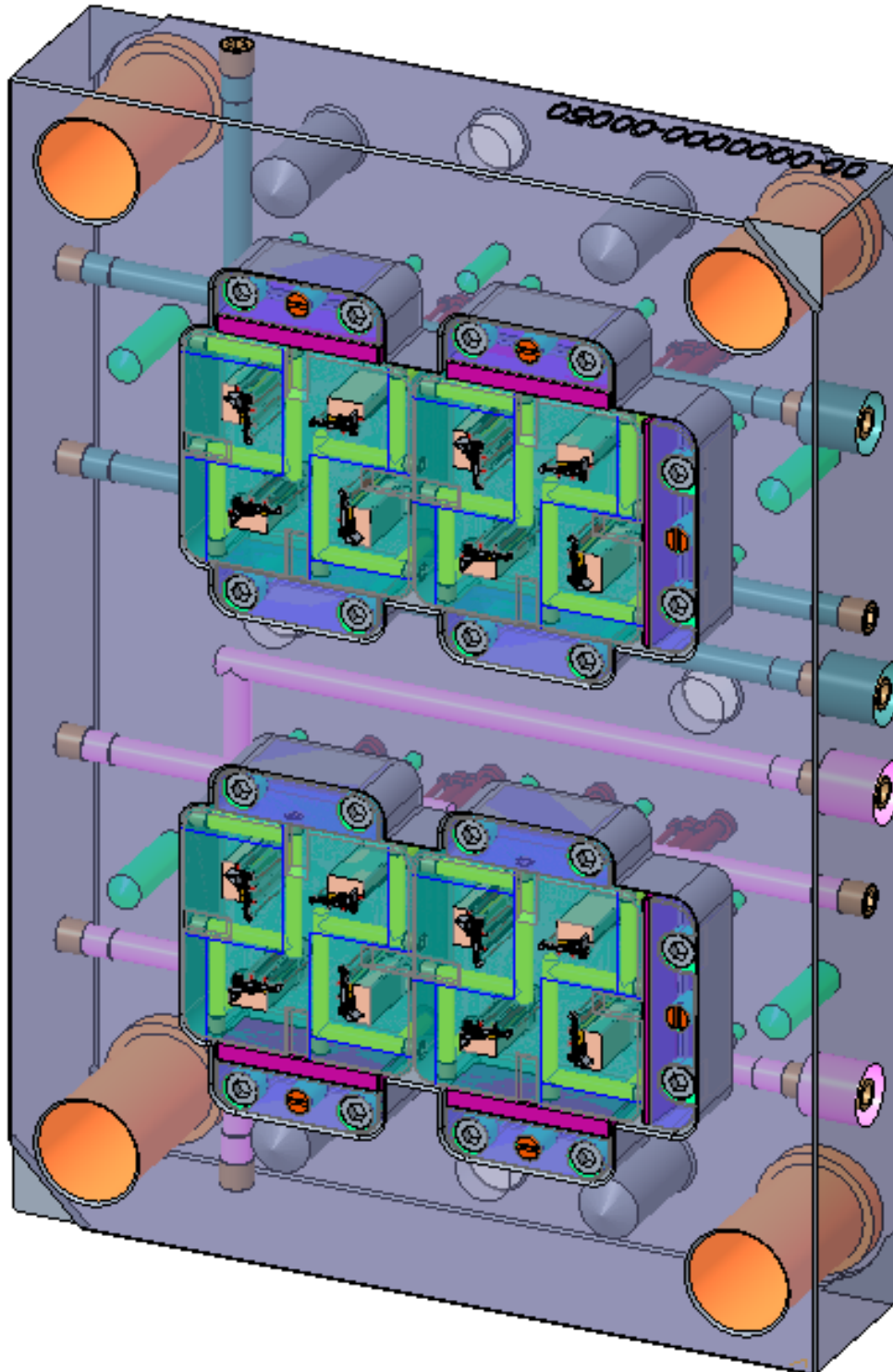
1. melléklet Álló oldali felfogólap



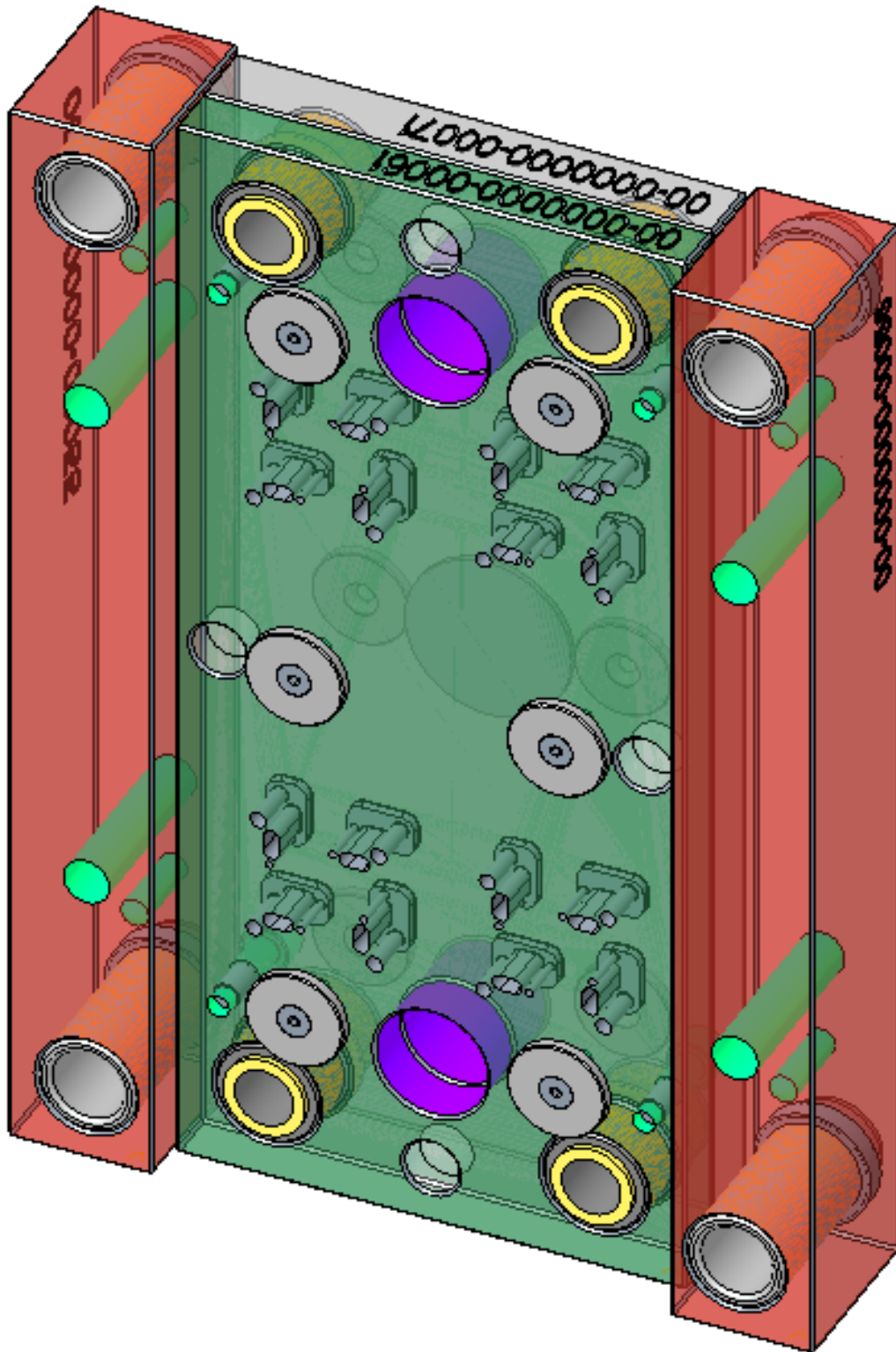
2. melléklet Forró csatornás rendszer



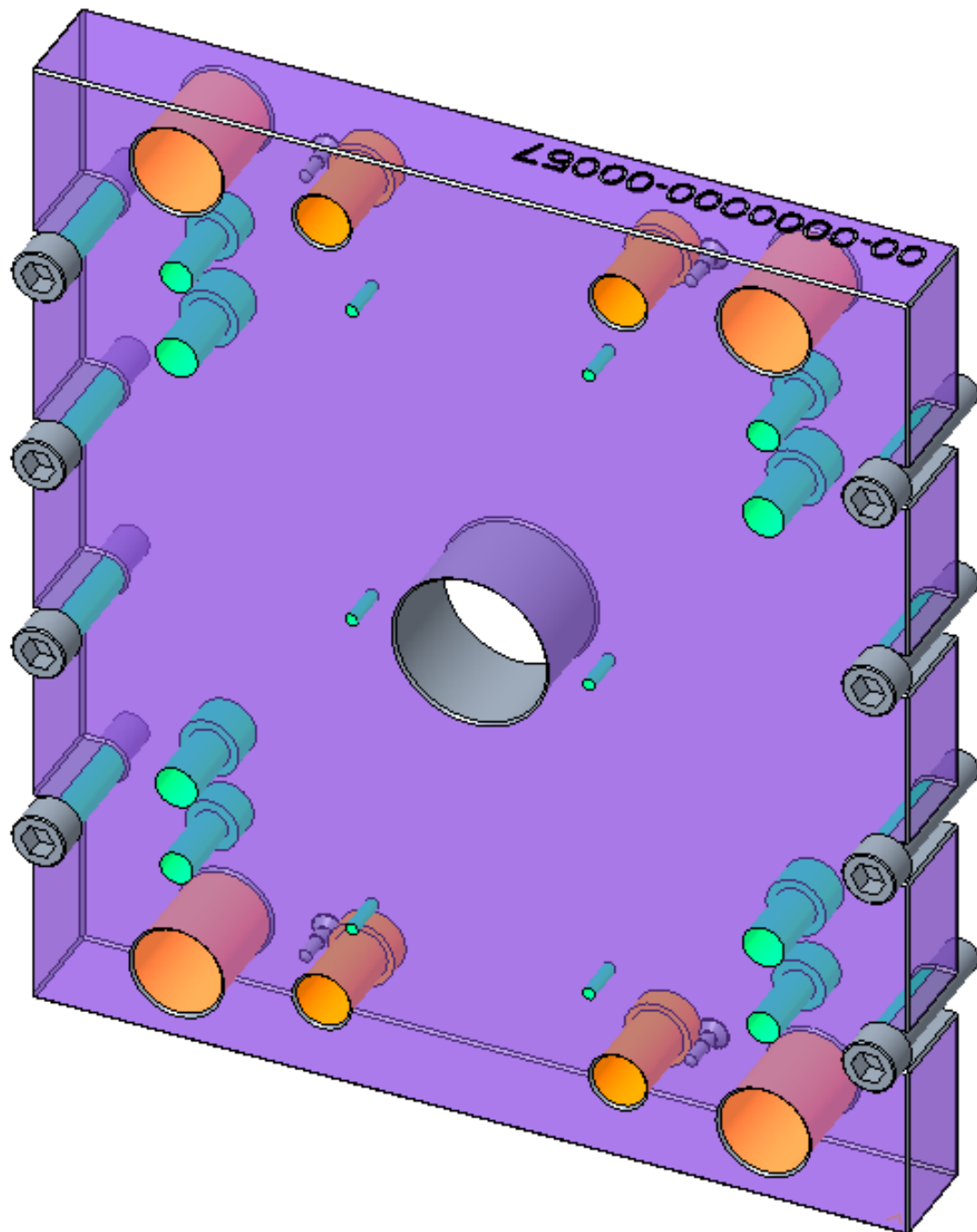
3. melléklet Álló oldali formalap



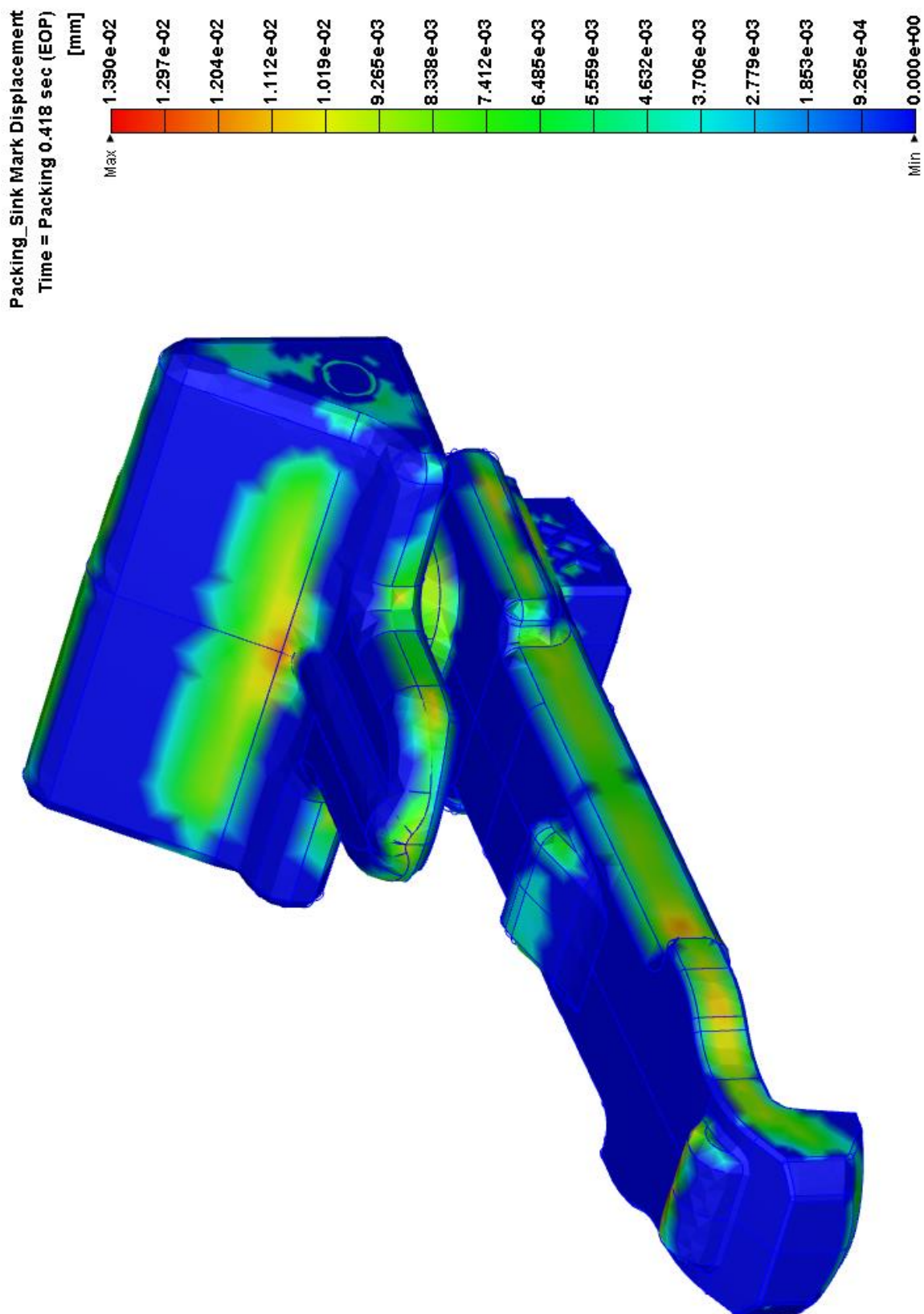
4. melléklet Mozgó oldali formalap



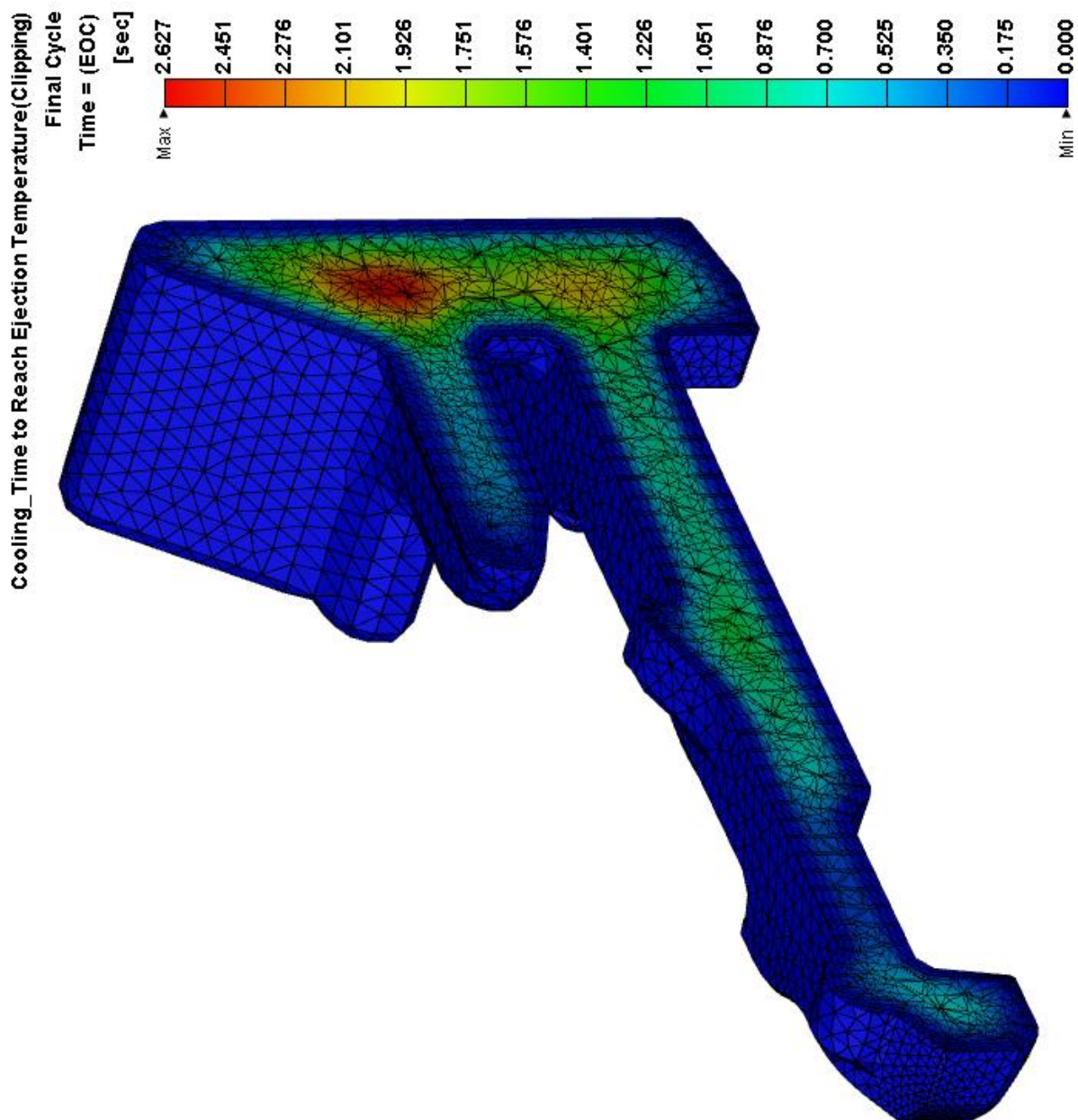
5. melléklet Kilökő lapok



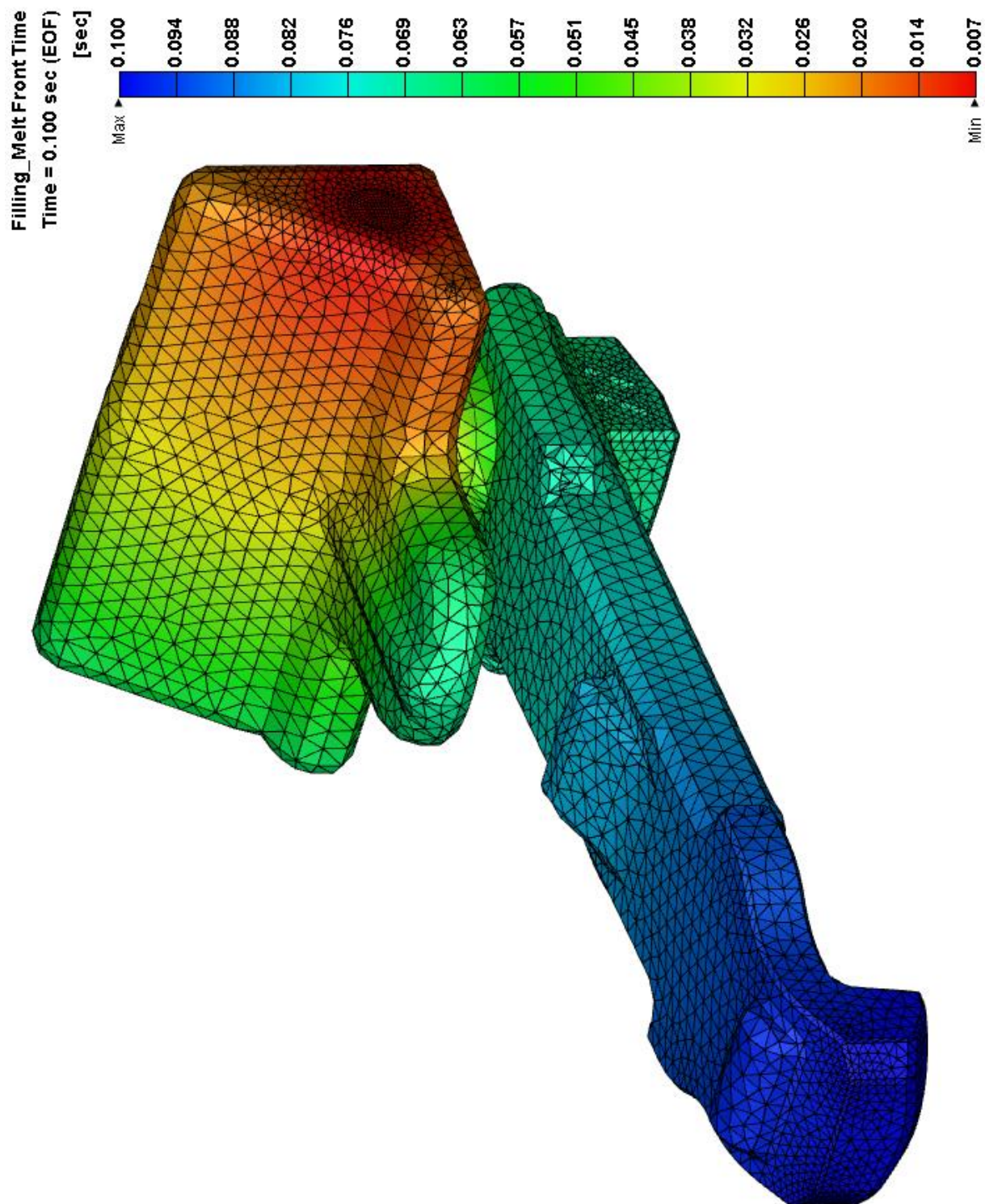
6. melléklet Mozgó oldali felfogólap



7. melléklet Beszívódás analízis

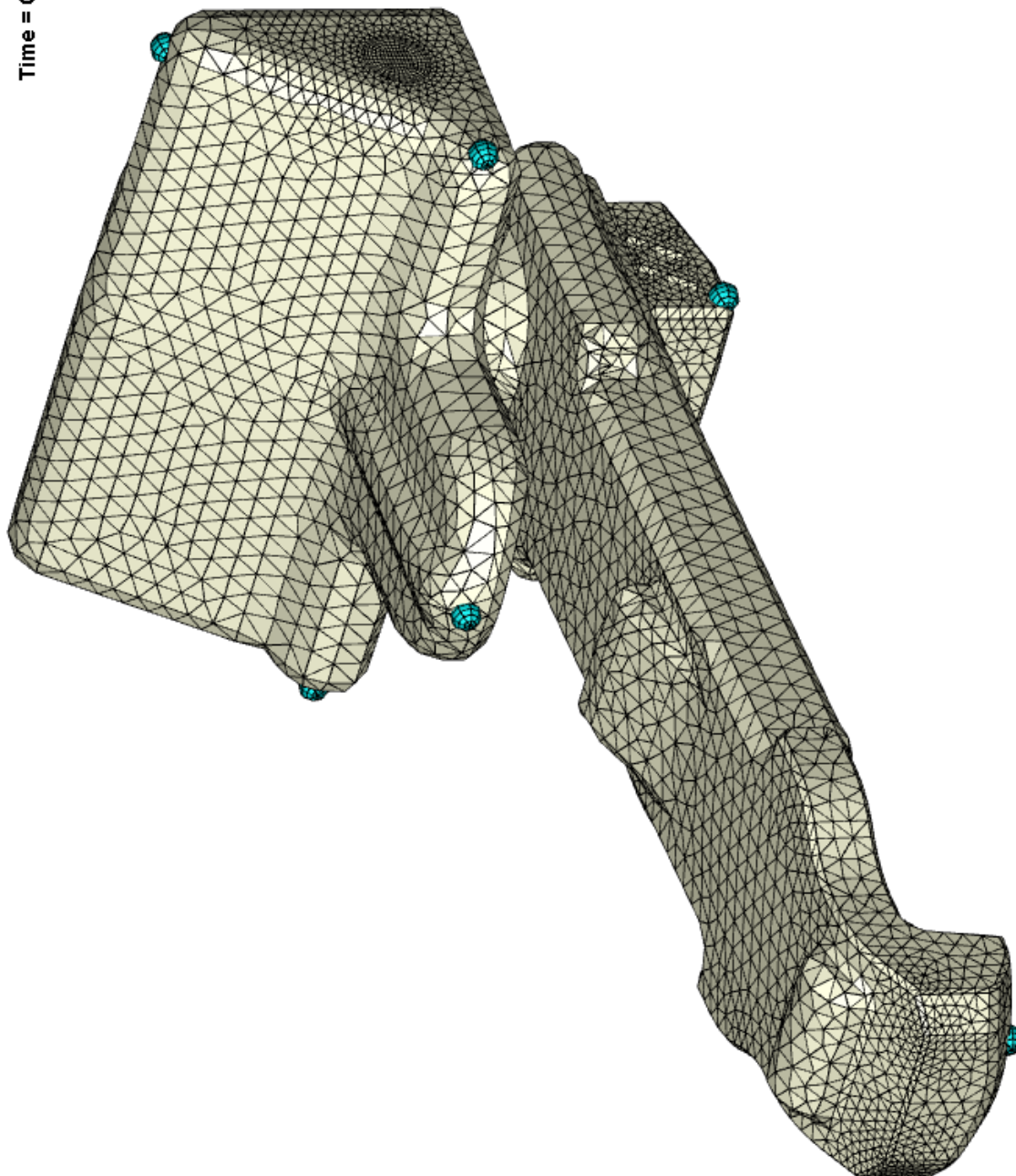


8. melléklet Hűlési idő analízis

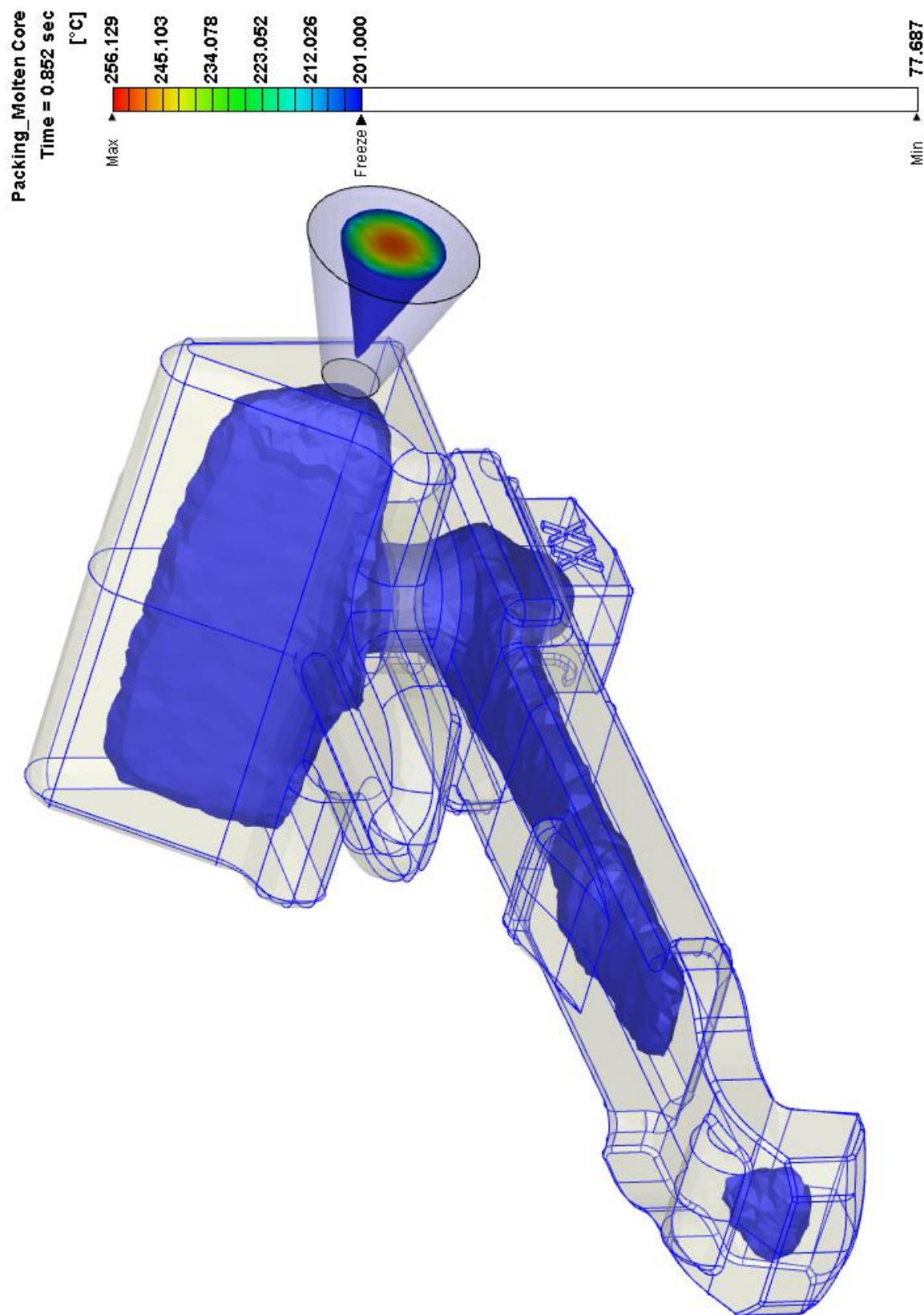


9. melléklet Kitöltés analízis

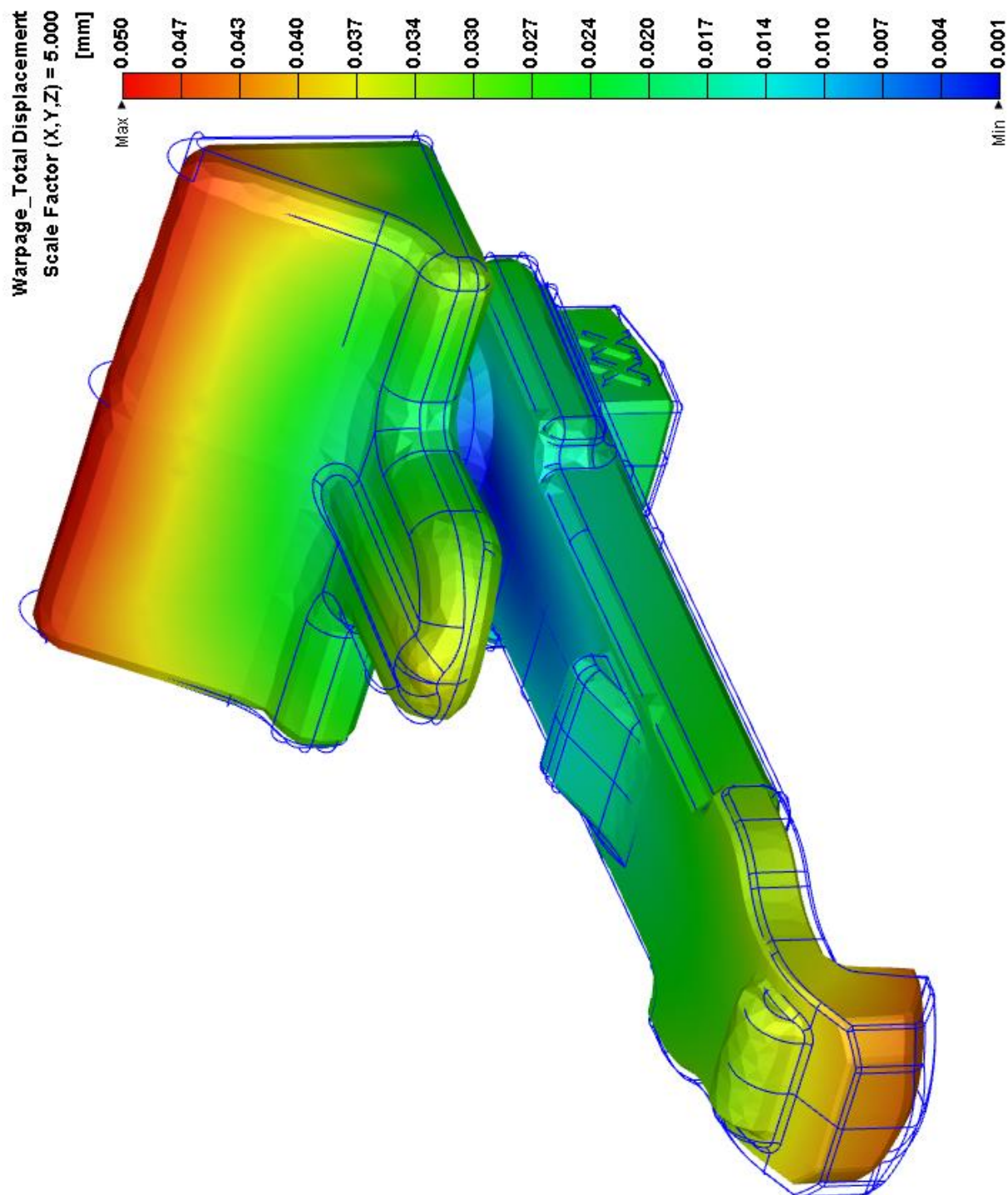
Filling_Air Trap
Time = 0.100 sec (EOF)



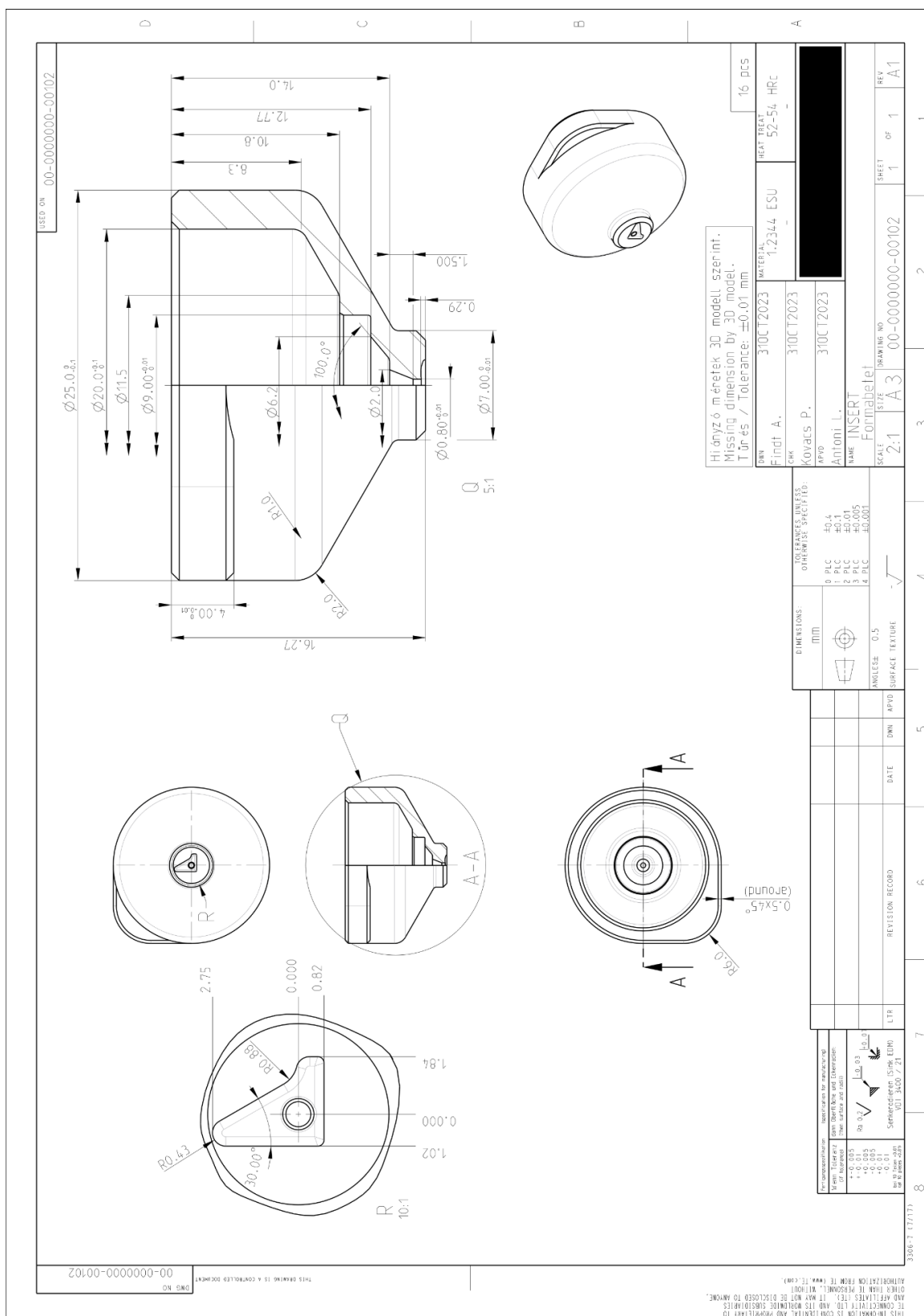
10. melléklet Légbuborék analízis



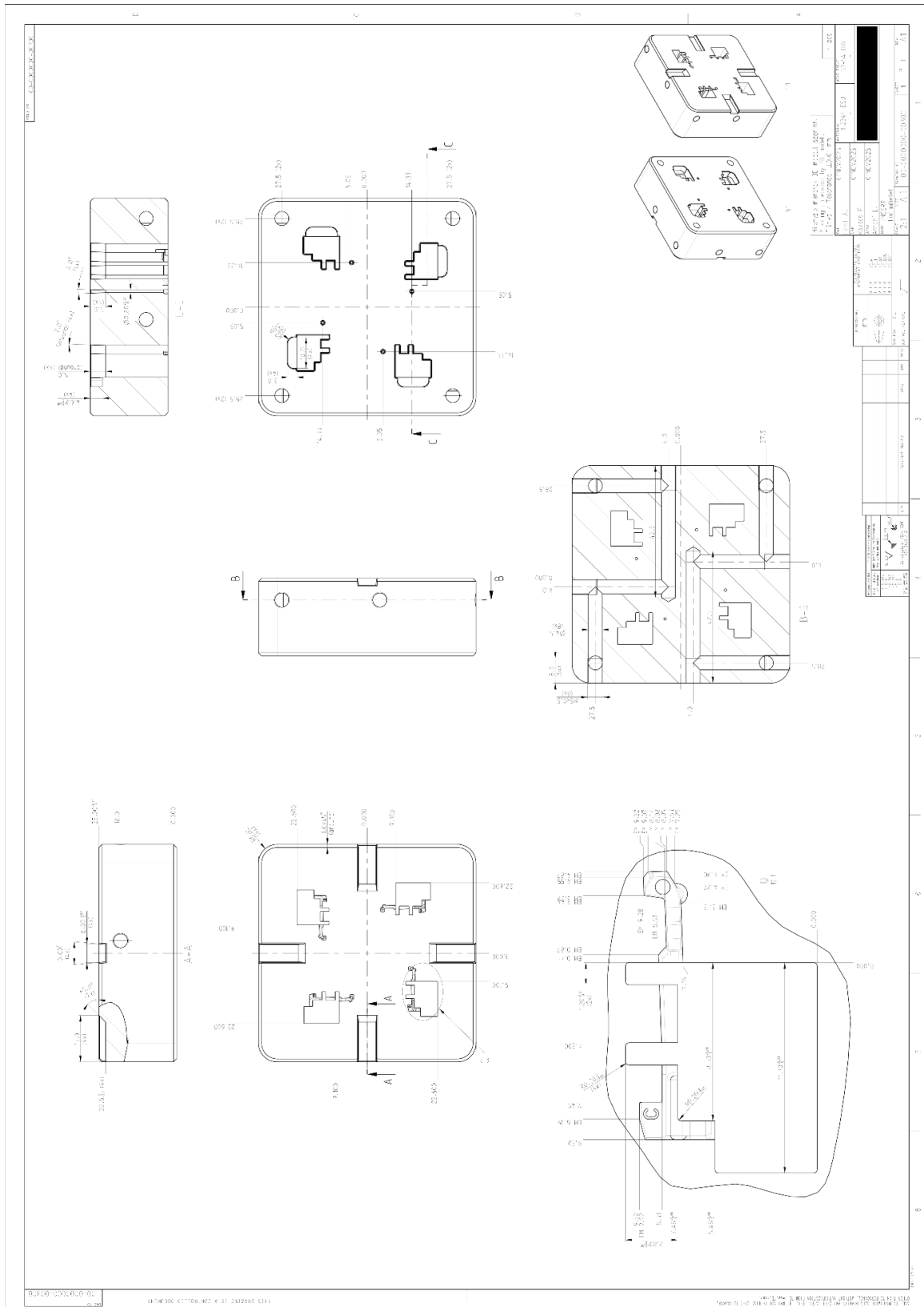
11. melléklet Lepecsételődés analízis



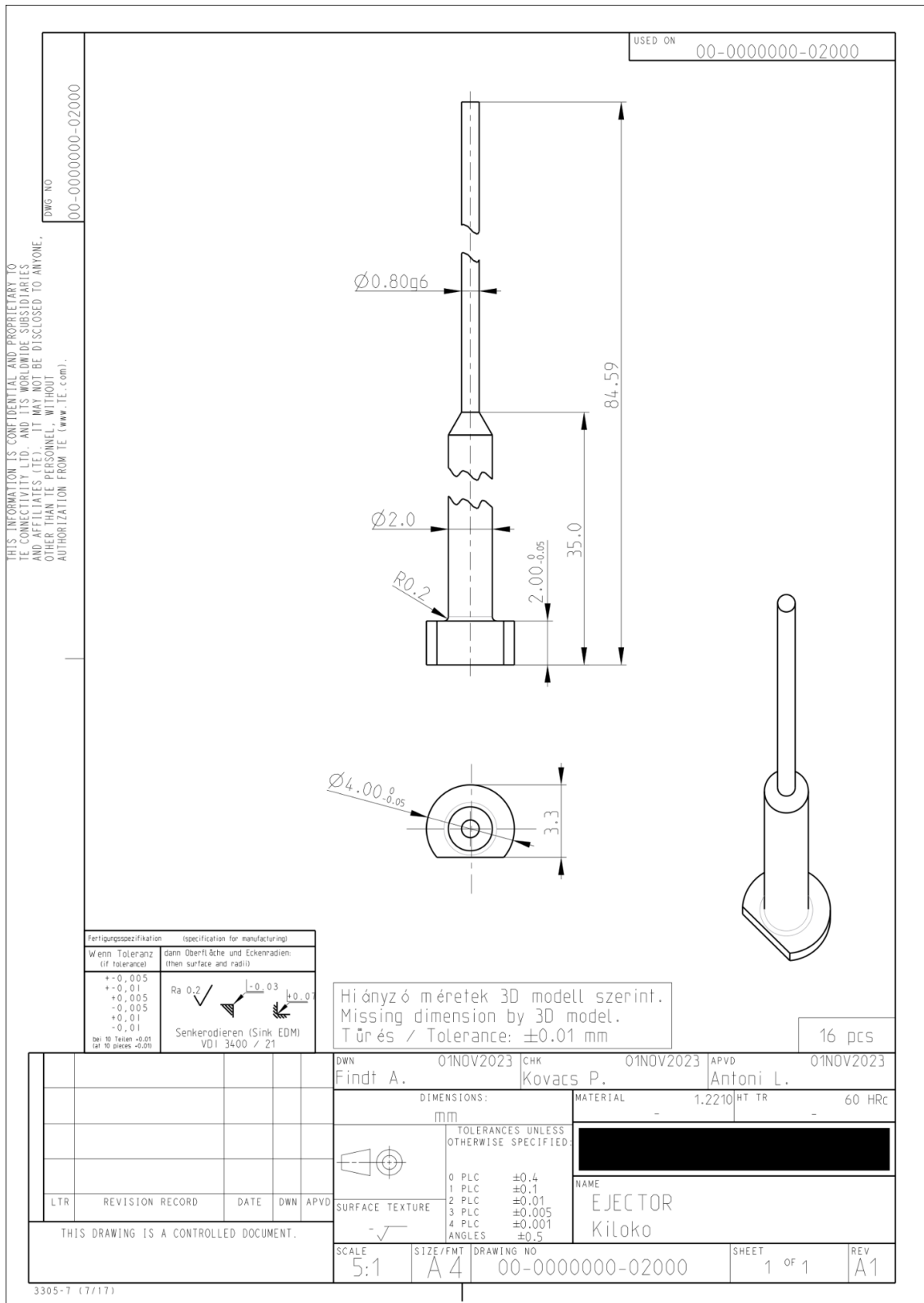
12. melléklet Vetemedés analízis



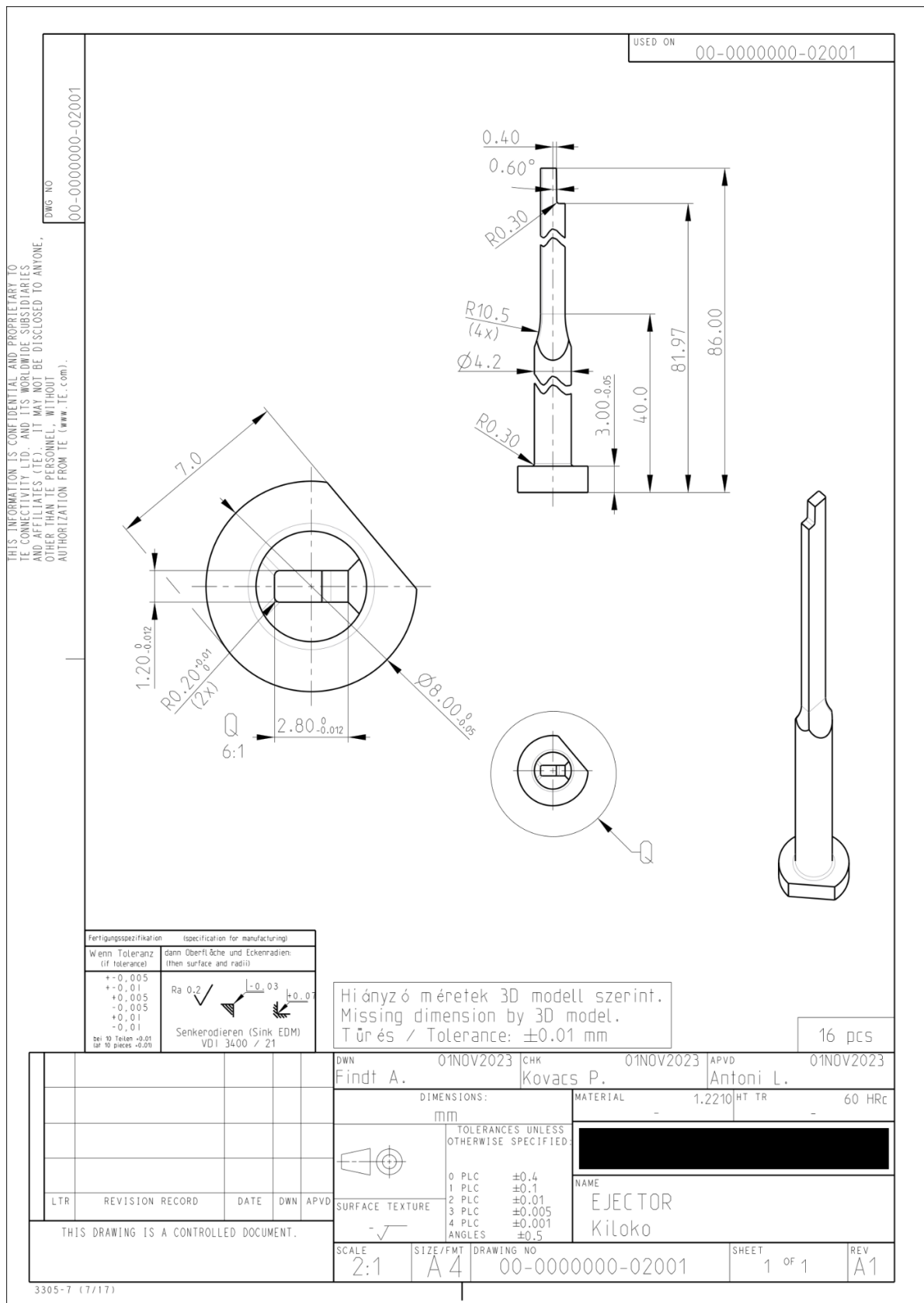
15. melléklet Műhelyrajz (102-es formabetét)



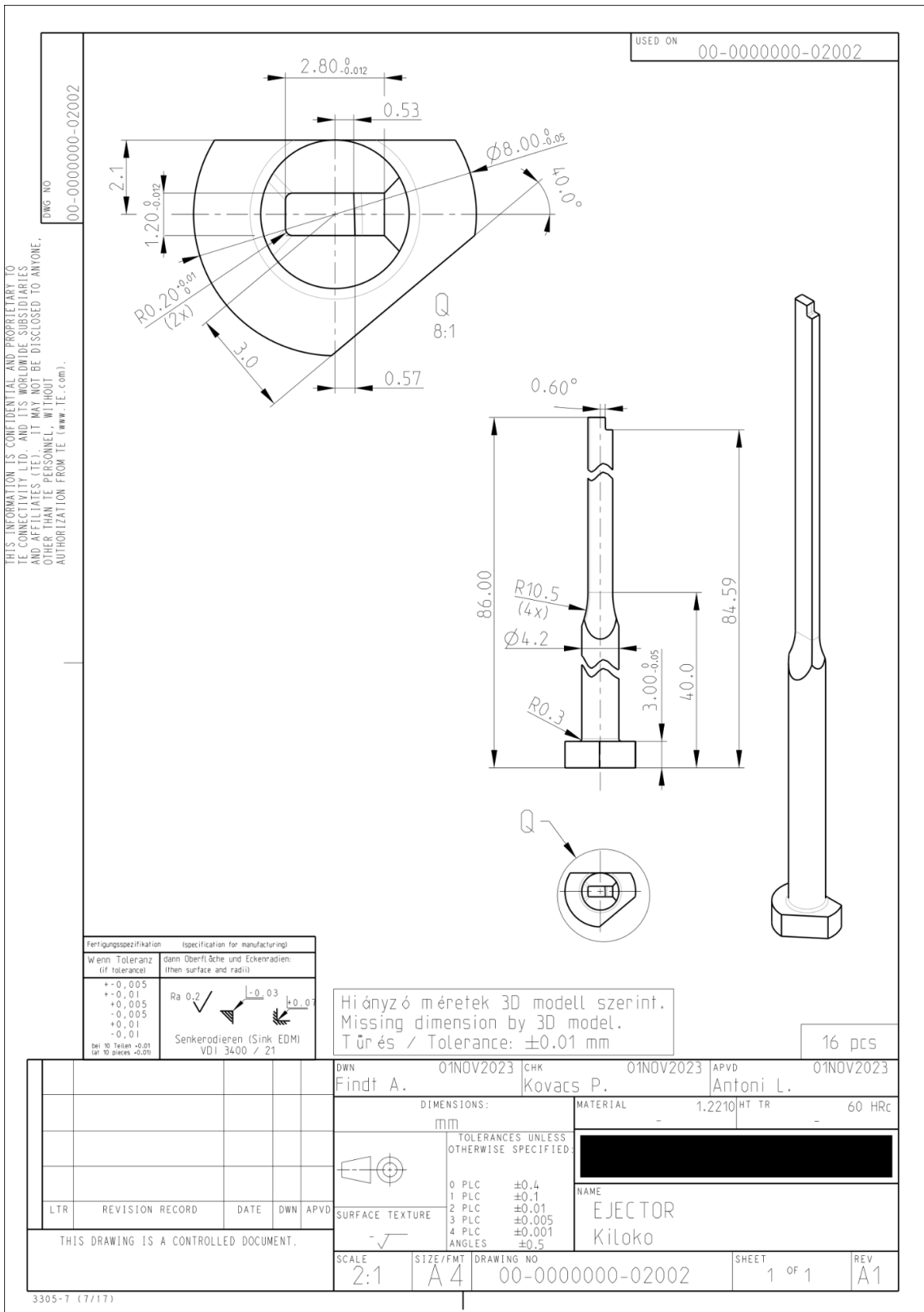
16. melléklet Műhelyrajz (300-as formabetét)



19. melléklet Műhelyrajz (2000-es kilökő)



20. melléklet Műhelyrajz (2001-es kilökő)



21. melléklet Műhelyrajz (2002-es kilökő)

