

Szakmai beszámoló

VEKOP 2.1.1-15-2016-00138 Kutatás Fejlesztési projekt, az EURO VII kibocsátási szabványnak megfelelő **turbófeltöltő alkatrészek** kifejlesztésére

A projekt során elérendő eredmény a következő volt

Egyedi MIM technológiával előállítani egy olyan félkész lapátot, amelyet egy egyedülálló megmunkálással befejezve előáll a végtermék, azaz egy innovatív turbófeltöltő alkatrész..

A kitűzött cél elérésez egy MIM fejlesztési folyamatot kell végrehajtani. Ehhez a folyamatot részfeladatokra bontjuk, és részletesen meghatározzuk a teendőket.

A részfolyamatok a következők lesznek...

1. Vevői igény alapján megvalósítandó speciális acél ötvözethez a MIM alapanyag előállítása, az alapanyag teszt szerszámmal történő előzetes elemzése
 2. Az előállított alapanyaggal a fröccsöntés végrehajtása-ahol a már előzetesen megtervezett és legyártott fröccsöntő szerszámot használva a folyamatban
 3. Az elkészült ZÖLD alkatrészek fizikai-kémia kezelése, a kötőanyag kioldása
 4. A kötőanyag kioldott termékek MIM szinter kemencében való kiégetése, a megmunkálás előtti fémalkatrészek elő állítása
 5. Az alkatrészek végleges formára hozása valamilyen fém megmunkálási folyamattal
- A megmunkált alkatrészek utólagos kezelése, tisztítása
Végső ellenőrzés

Szakmai beszámoló

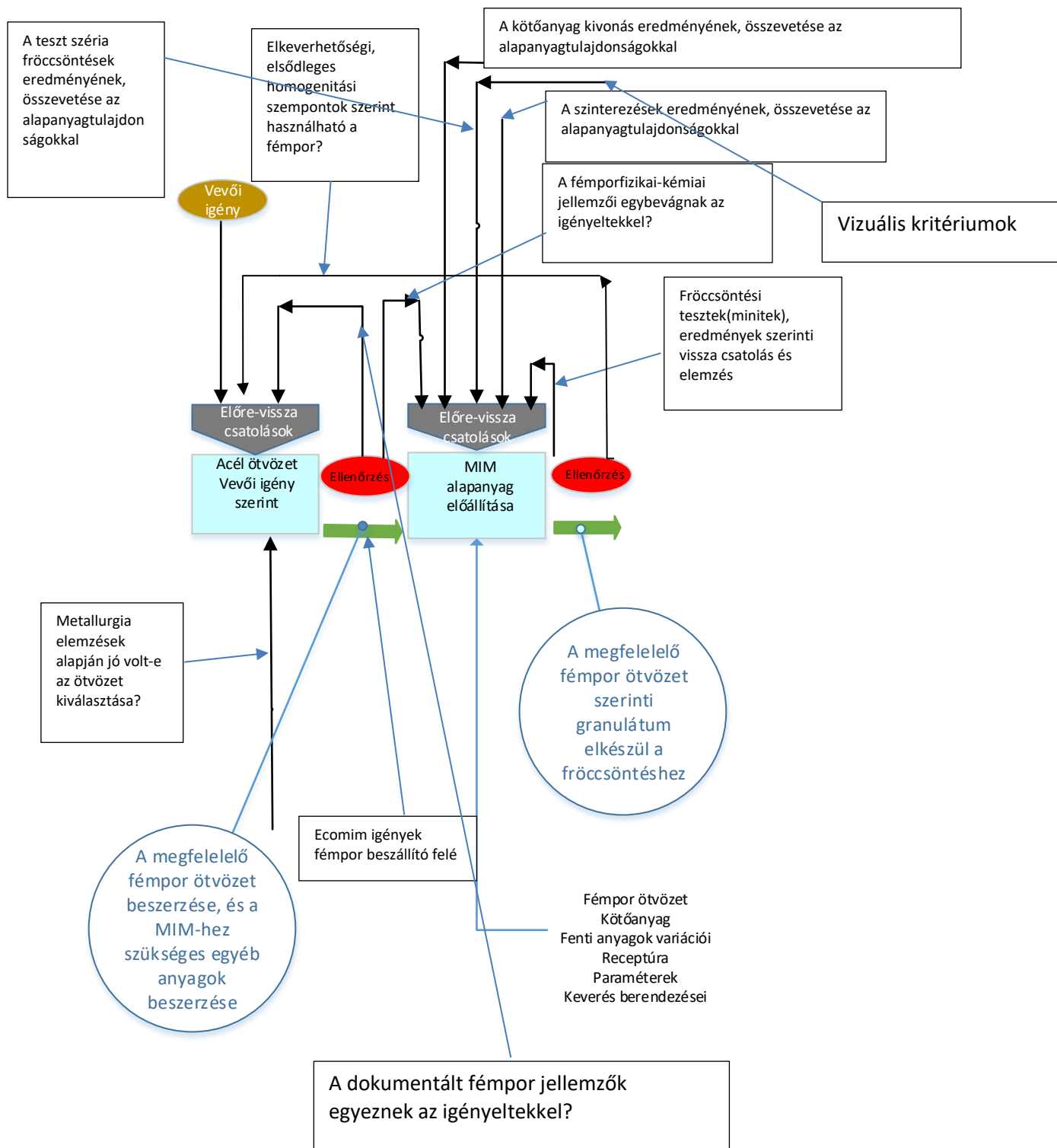
VEKOP 2.1.1-15-2016-00138 Kutatás Fejlesztési projekt, az EURO VII kibocsátási szabványnak megfelelő **turbófeltöltő alkatrészek** kifejlesztésére

1. Részfolyamat-alapanyag előállítás

A Mim alapanyag előállítás diagramja, alapanyagok beszerzése, alapanyag granulátum legyártása...A kezdő lépés a végső alkatrészhez alkalmas fémötvözet megállapítása. Ez elsősorban vevői igény alapján történik úgy, hogy az ötvözőben résztvevő elemi komponensek, kémiai összetétel, megfeleljenek valamelyik fémpor gyártó által kínálatának is. Amennyiben a vevő által elvárt ötvözet egy a piacon még nem létező termék, akkor egy speciális igény keletkezik ami erősen ár érzékeny, és a megszokott MiM teszt lépéseknél bővebb analízist igényel. A fémpor ötvözetet egy professzionális gyártóval le kell gyártatni, meg kell adni a gyártónak a kémiai összetétel, a fémpor szemcse eloszlásra vonatkozó statisztikai szemcseméret szórását, követelményként meg kell adni egy összedöngölt por sűrűsége vonatkozó adatot (tap density). Ez a sűrűség valamilyen szinten megmondja előre , hogy a fröccsönthetőség eléri-e majd az elégséges színvonalat, információt tartalmaz arról hogy a majdani keverék inkább szétválni fog az erős paraméterek hatására, vagy egyben maradnak a komponensek. A fröccsöntés alatt lejátszódó szétfiltereződés mennyire lesz jellemző, mennyire lesz paraméter érzékeny. A kötőanyag kivonásra is utal egy alacsony döngölt sűrűség, illetve egy kemencében való összeomlásra is. De önmagában ez a kíváncsi csak gyakorlati tesztek során igazolható vissza, hogy milyen mértékű sűrűség lesz folyamatképes. Ezek alapján meg kell valamilyen módon határozni azt is hogy milyen alakúak legyenek a szemcsék, gömb-gömb, csillag-csillag, gömb-csillag stb. Ezeket a tulajdonságokat az előzetes MIM elvárásaink alapján a fémpor beszállítójától követeljük meg. Ha az elvárt paraméterek szerinti a fémpor, még akkor is lehetnek zavarok a fröccsöntésben, ezért a legjobb módszer , hogy az I-re feltegyük a pontot , a próba fröccsöntés egy speciális próbaszerszámmal. A próbaszerszám olyan esetben tud ideális lenni , ha egyszerre a fröccsöntendő alkatrészben van vékony és vastag fal is, és van lehetőleg belső menetes felület kiképzésére is a próba alkatrészben. Egy minitek teszt szerszám erre kiválóan alkalmas, jelenlegi tapasztalataink szerint.

Szakmai beszámoló

VEKOP 2.1.1-15-2016-00138 Kutatás Fejlesztési projekt, az EURO VII kibocsátási szabványnak megfelelő **turbófeltöltő alkatrészek** kifejlesztésére



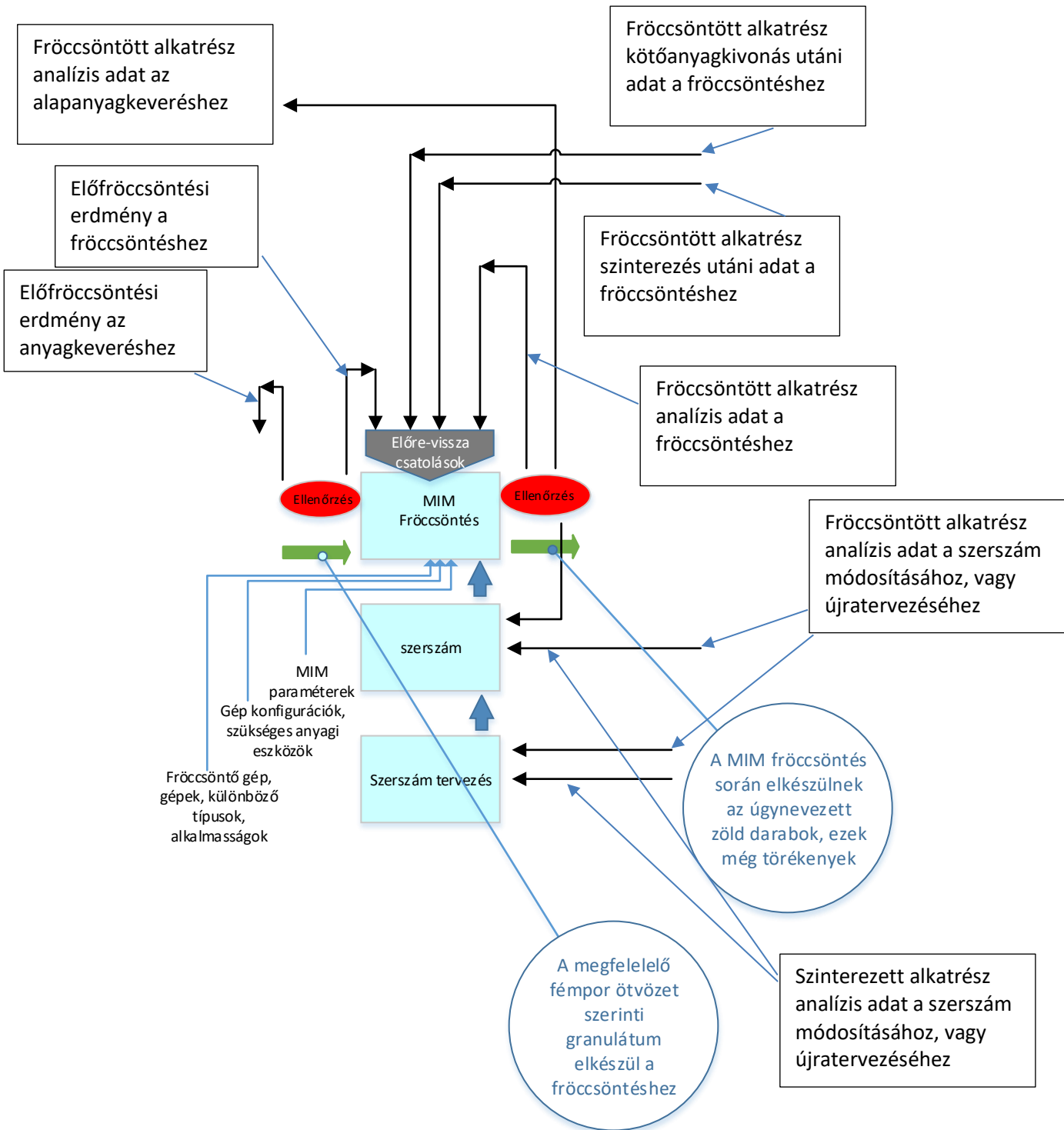
Szakmai beszámoló

VEKOP 2.1.1-15-2016-00138 Kutatás Fejlesztési projekt, az EURO VII kibocsátási szabványnak megfelelő **turbófeltöltő alkatrészek** kifejlesztésére

2.részfolyamat-MIM fröccsöntés

Az elkészült MIM alapanyag egy az elvárt ötvözet szerinti fémporral feldúsított granulátum féleség. Ez a granulátum fröccsönthető, a fröccsönthetőség fokát egy erre a célra készült fémfroccsöntő szerszámmal ellenőrizzük. Az ellenőrzés lényege, hogy a megolvadt ömledék fészek kitöltődését vizsgáljuk. Az olvadt anyag ki tudjon tölteni vastagabb falvastagságokat, ki tudjon tölteni filmszerűen vékony falakat is. Képes legyen elviselni egy menetesen forgó mag ki és betekeredését miközben nem reped szét. A beömlési pont nem lehet kráteres kiszakadású, a kiömlési nyomok ne utaljanak szétszeparálódásra, vagy kiégetés után ,azt visszaellenőrizve még elfogadható minőségű legyen. A vizuális kritériumoknak való megfelelés csak akkor biztosan elfogadható, ha a fröccsöntési paraméterek az 50%-os határt nem lépik túl, vagy csak elvétve. Miután az alapanyagot az előtesztek alapján alkalmasnak minősítettük a projekt végrehajtásához, a vélhetően végleges szerszámmal kell a fröccsöntést végrehajtani. A szerszám tervezése és gyártása egy külön procedúra amelyet később részletezünk . A két legfontosabb input a folyamathoz a szerszám, és annak megtervezése. A fröccsöntés paraméterei szintén a leglényegesebb inputok közé tartoznak. A fröccsöntő gépet többféle összeállításban lehet használni , a konfigurációk különböző alkatrész párosítások által jönnek létre. Ezek az alkatrészek a fejlesztés lényeges egyéb anyagi elemei. Maga a használandó fröccsöntőgép is egy kiválasztási folyamat eredményeként lesz meghatározva, a gép mint eszköz szintén a fejlesztés anyagi feltételei közé tartozik. Vannak előre és visszacsatolások a folyamatban mint szabályozási paraméterek amelyek befolyásolják a művelet irányát. Így a teszt fröccsöntés egy előzetes eredmény, ami beépül a folyamatba. A fröccsöntést követő ellenőrzésből olyan visszacsatolásokat kell figyelembe venni, mint geometriai méretek, sűrűség, repedések, ömlési nyomok, torzulások, vizuális kinézet, súlymérés stb. A követő ellenőrzésből olyan adatok is kinyerődnek amik a megelőző anyagkeverés számára fontos információk, pl homogenitási, fröccsönthetőségi jellemzők. A paraméterek megállapítása az optimális folyamathoz egy mérnöki-statisztikai módszer eredményeként történik, majd a későbbi általános következtetésekhez is ezek nyújtanak segítséget. (DOE= tervezett kísérleti elemzés) A fröccsöntést követő kötőanyag kivonás, szinterezés, megmunkálási folyamatokból is olyan visszacsatolások lesznek alkalmazva amelyek újra indíthatják a fröccsöntést, vagy csak módosítanak.

Szakmai beszámoló
VEKOP 2.1.1-15-2016-00138 Kutatás Fejlesztési projekt, az EURO VII kibocsátási szabványnak megfelelő **turbófeltöltő alkatrészek** kifejlesztésére



Szakmai beszámoló

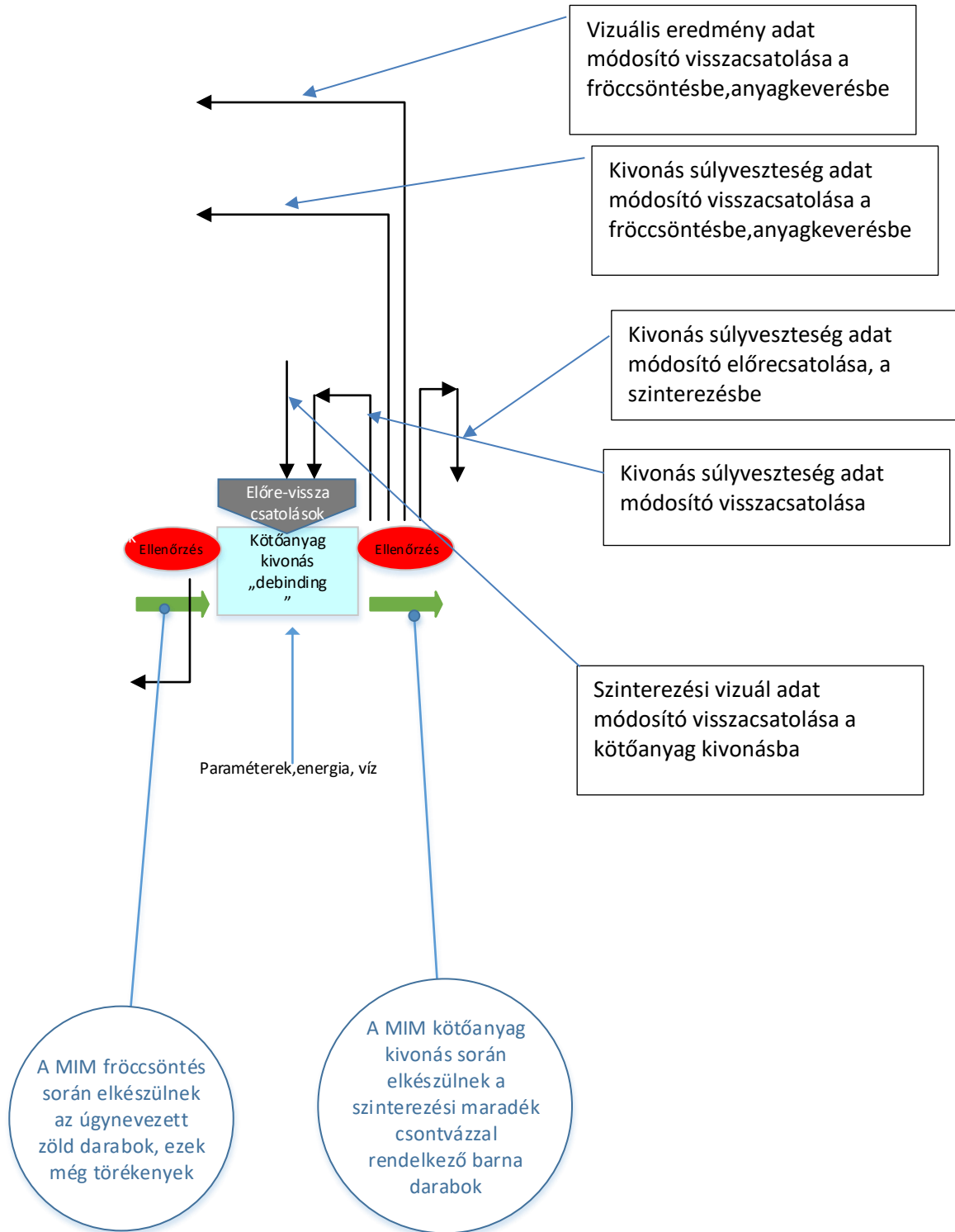
VEKOP 2.1.1-15-2016-00138 Kutatás Fejlesztési projekt, az EURO VII kibocsátási szabványnak megfelelő **turbófeltöltő alkatrészek** kifejlesztésére

3.részfolyamat-Kötőanyagkivonás

Az alkatrészek fröccsöntése azért lehetséges, mert az alkatrészt összetartó kötőanyag meg tud olvadni, nyomás és hő hatására megömlik, folyik, és kitölti a rendelkezésére álló forma üreget. Ahhoz, hogy majd a végleges alkatrészben a fémporé legyen a főszerep a kötő anyagot teljesen el kell távolítani több lépésen keresztül. A kötőanyag kivonás nevű folyamatunk egy fizikai-kémiai oldási folyamat, ahol ideális esetben a kötőanyagban azon része eltávozik az alkatrészről ami már sok lenne ahhoz, hogy szétrobbanás nélkül szintereződjön az alkatrész. Ennek az a feltétele, hogy csak a maradék csontvázként százalékosan meghatározott kötőanyag hányad maradjon hátra az alkatrészben. A kioldott kötőanyagot viszont úgy kell távozni az alkatrészről, hogy egyenletesen szétszórva a felületen kis mikro csatornácskák keletkezzenek, amelyek befelé állnak az alkatrészbe, és biztosítják a végső csontváz roncsolásmentes eltávozásának lehetőségét. A kivonódás határfokát egy súlyvesztés paraméterrel tartjuk kontroll alatt. A követő ellenőrzésnél ez az egyik visszacsatolási nyíl. Az alkatrész a kivonás után lehet sérült repedt, túlzottan széteső, így az ellenőrzésnél ez szintén egy visszacsatolási út lehet akár a fröccsöntésig, akár az anyagkeverésig, akár a fémpor kiválasztásig is. De magába a kötőanyagkivonási folyamatba is visszacsatolandó az alkatrész túlzott kivonási jelensége, mert lehet, hogy az áztatási paraméterek változtatása lesz szükséges. A szinterezés utáni ellenőrzésből is érkezik egy visszacsatolás, a szinterezett alkatrészben lévő repedések, leválások is származhatnak a kötőanyag kivonásból. Magát az áztatási folyamatot az optimális paraméterek meghatározása végett szintén egy DOE folyamattal kell végrehajtani. Így fogjuk megkapni az áztatási idő, áztatási hőmérséklet, szárítási idő és szárítási hőmérséklet paraméterek optimális mértékeit. Kutatási eredményként fel kell állnia a fenti paraméterek közötti összefüggések leírásának is.

Szakmai beszámoló

VEKOP 2.1.1-15-2016-00138 Kutatás Fejlesztési projekt, az EURO VII kibocsátási szabványnak megfelelő **turbófeltöltő alkatrészek** kifejlesztésére



Szakmai beszámoló

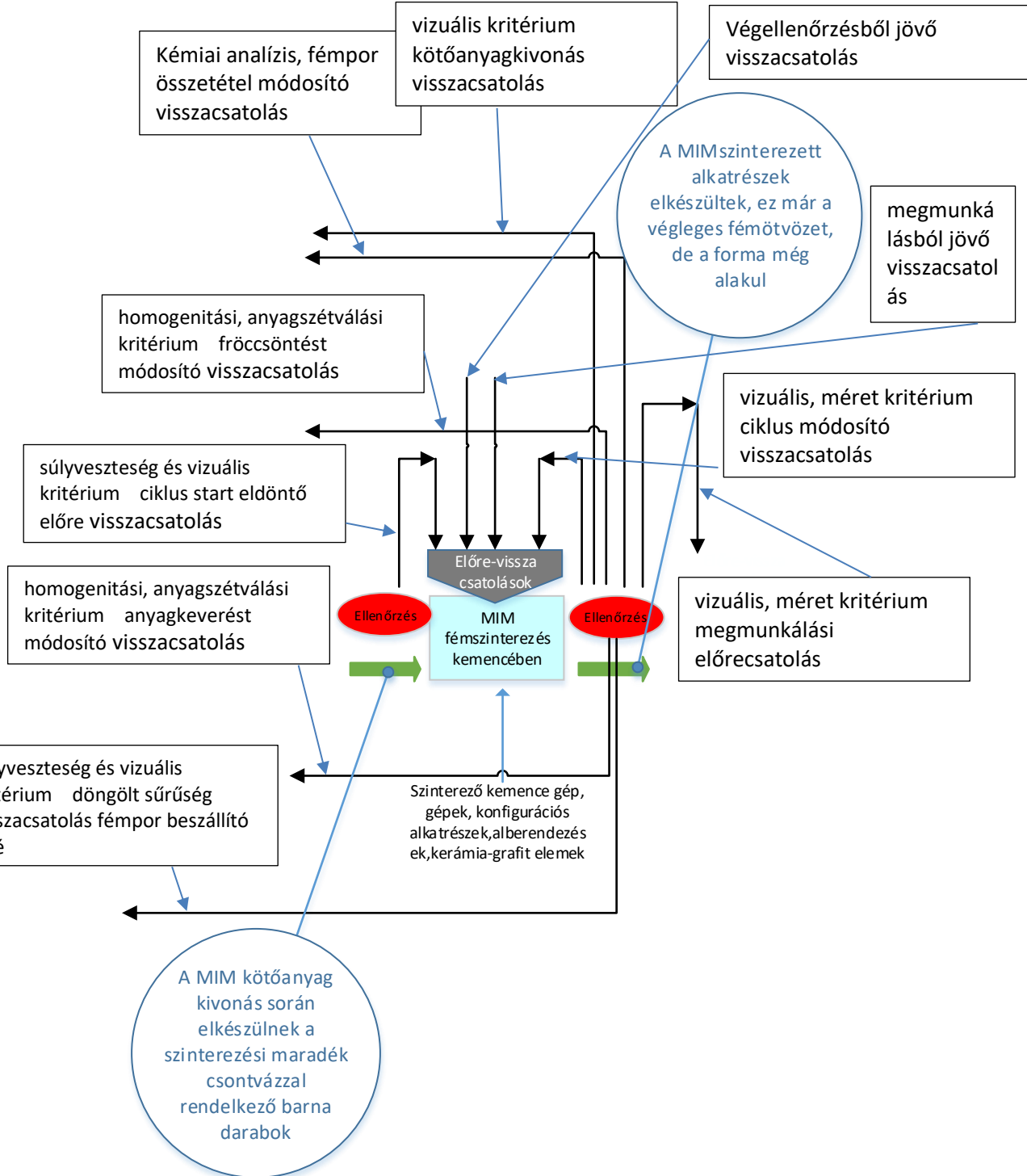
VEKOP 2.1.1-15-2016-00138 Kutatás Fejlesztési projekt, az EURO VII kibocsátási szabványnak megfelelő **turbófeltöltő alkatrészek** kifejlesztésére

4.részfolyamat-MIM fémszinterezés

A fémszinterezés egy rendkívüli porkohászati jelenség, ha formára zömített fémporból van egy szét nem hulló alkatrészünk, akkor azt ki lehet égetni szilárd darabbá úgy, hogy közben egy 20-30 százalékos zsugorodás is történik, és a porszemcsék között porozitás is marad. Ha MIM szinterezésről beszélünk, akkor a kötőanyag kivonáson átesett alkatrészünk a kiinduló állapot. A folyamat elején tehát még a kötőanyag kivonást kell folytatni, mert van még maradék csontváz kötőanyag az alkatrészben. Ez a kivonás viszont már vákuum, hőmérséklet, és semleges védőgáz jelenlétével valósul meg. Az elszívott védőgáz kötőanyag párából ki kell csapni a kötőanyagot, hogy az ne tegye tönkre a vákuum szivattyút. Az előbb leírt speciális folyamattal csakis a MIM szinterező kemencék bírnak, így alapvető berendezés igény a MIM technológiához a MIM kemence megléte. A kötőanyagkivonás 600 de legfeljebb 800 celsius fokon befejeződik. Ekkor kezdődik csak el az igazi fémporkohászati jellegű szinterezése, de MIM esetében nem hagyunk porozitást az alkatrészben, így teljes értékű alkatrészeket kapunk, ötvözetből függően 1200-1400 celsius fok környékén. A szinterezés utolsó fázisa a lehűtés, ami egy semleges gázbeengedésből áll, és egy gyorslehűtésből, amikor a gázt ventilátorral keringetjük. Az alkatrészeket a kemencében speciális kerámia tartókon kell pozícionálni, speciális hőálló grafit és molbdén elemet is kell használni. Mindezek speciális elemek amelyek a felhasznált egyéb anyagi szükségletek körét bővítik, nem beszélve a kemencéről, ami egy teljesen új tárgyeszköz megvásárlása-ként jöhet létre. A MIM szinterezés környezetét ha megnézzük, itt is fontos előre és visszacsatolások vannak a folyamatban. A folyamatot megelőző ellenőrzésből befolyásolja a kötőanyag kivonás súlyvesztése, vizuális kinézete. A folyamatot követő ellenőrzésből visszacsatolások indulnak a kötőanyag kivonáshoz, a fröccsöntéshez, és az anyagkeveréshez is. Esztétikai, és metallurgiai hibákat lehet befolyásolni ezekkel a visszacsatolásokkal. Egy önviszacsatolás lehet az alkatrész dimenziók adatai, ezek alapján a kemence ciklust kell esetleg átprogramozni, kompenzációkat beépíteni. A megmunkálás utáni ellenőrzésekből, mérteteket befolyásoló visszacsatolás érkezik. A végső ellenőrzésből metallurgiai igény is keletkezhet, amely ciklusmódosító visszacsatolás lesz.

Szakmai beszámoló

VEKOP 2.1.1-15-2016-00138 Kutatás Fejlesztési projekt, az EURO VII kibocsátási szabványnak megfelelő turbófeltöltő alkatrészek kifejlesztésére



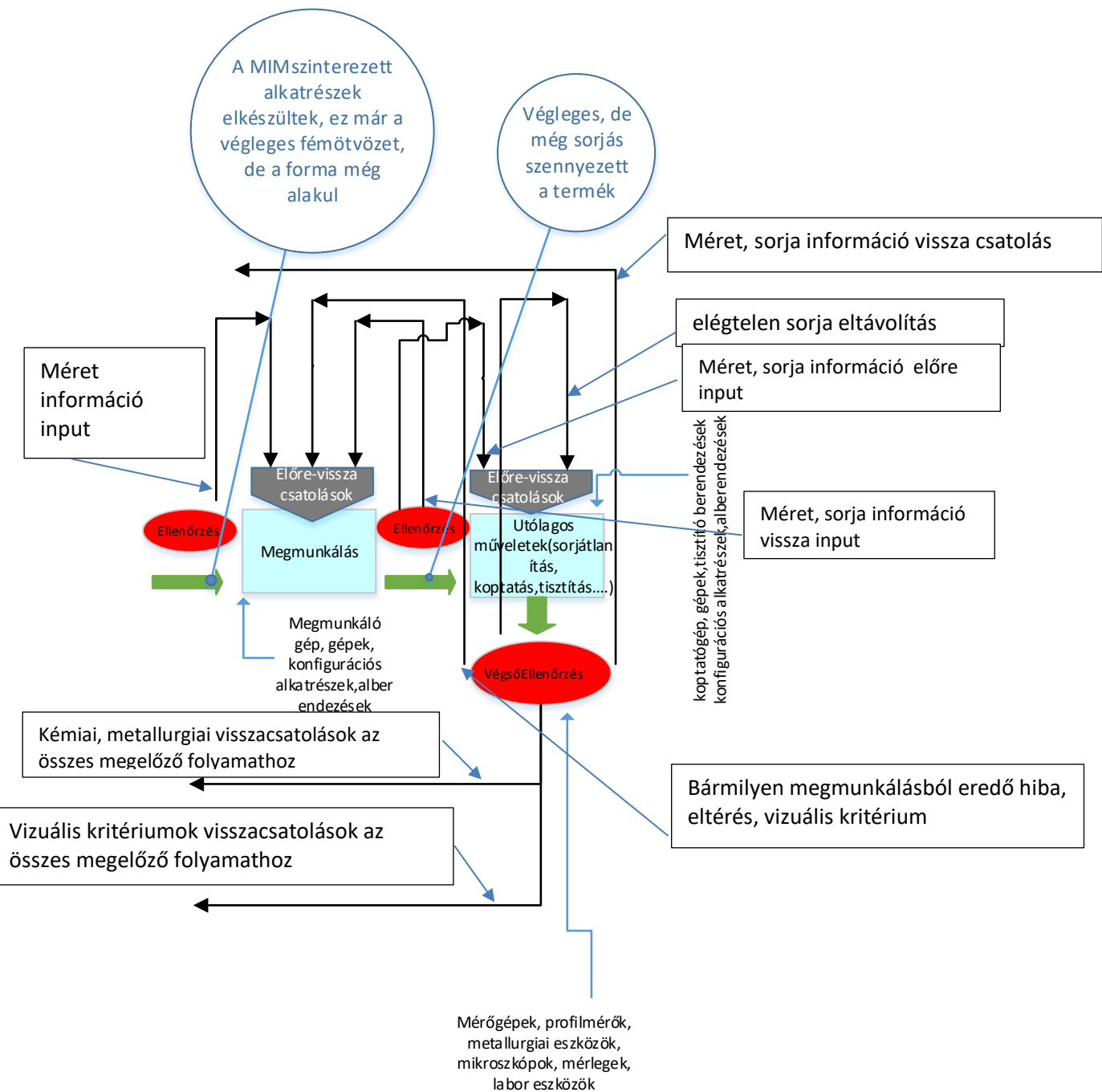
Szakmai beszámoló

VEKOP 2.1.1-15-2016-00138 Kutatás Fejlesztési projekt, az EURO VII kibocsátási szabványnak megfelelő **turbófeltöltő alkatrészek** kifejlesztésére

5.részfolyamat-megmunkálás

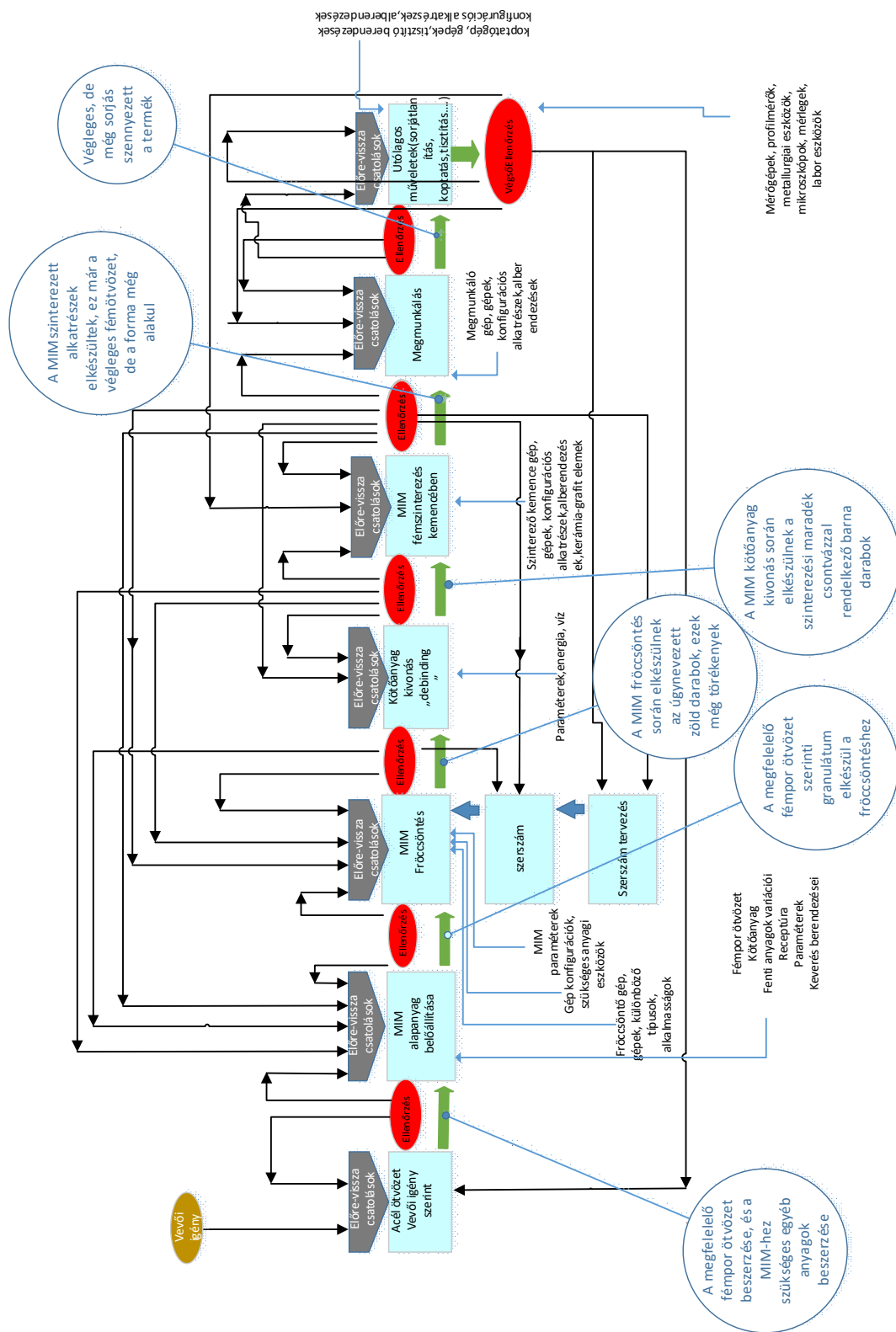
A megmunkálási , befejező folyamatban egyesítjük a várhatóan köszörülési folyamatot, az azt követő koptatási-sorja elápolítási lépésekkel és a végellenőrzéssel. Legalább háromféle megmunkálást tartunk hatásosnak, ezeket később kirészletezzük. A belső zsargonban ezek nevei lesznek a „Mapal” „Csúcs-v. Piramis” és „ Direkt köszörülés”. A választott technológiától függetlenül a folyamat végén elő kell állnia egy méretpontos , rajzszerinti darabnak. A szinterezés végeredménye a megmunkálási ráhagyás szempontjából a legfontosabb inputok egyike. Alapvetően meghatározza a sebességi paramétereket, a fogásvételi és előtolási paramétereket szintén. Egyéb lényeges szempont a hűtő kenő folyadék kiválasztására befolyásoló tényező a keletkezett alapanyag megmunkálhatósági foka. Milyenek lesznek az élrátét, sorjaképződés, felületi minőség érzékenységi faktorai, amelyek a hűtési kenési folyamatokon keresztül az egész megmunkáló gép fő felépítési elveit fogják befolyásolni. Így többféle gép beszerzése lenne szükséges, ezt megelőzendő minimál műhelyi kialakítású megmunkálási modelleket építünk fel, ennek a modellezésnek a segítségével választunk technológiát, és az arra képes gépet. A megmunkáláshoz kötődő koptatási eljárás szintén rendkívül fontos, a keletkezett sorját el kell távolítani, de úgy, hogy az alkatrész megmunkált mikronos méretei ne sérüljenek.

Szakmai beszámoló
VEKOP 2.1.1-15-2016-00138 Kutatás Fejlesztési projekt, az EURO VII kibocsátási szabványnak megfelelő turbófeltöltő alkatrészek kifejlesztésére



Szakmai beszámoló
VEKOP 2.1.1-15-2016-00138 Kutatás Fejlesztési projekt, az EURO VII kibocsátási szabványnak megfelelő **turbófeltöltő alkatrészek** kifejlesztésére

Szakmai beszámoló
VEKOP 2.1.1-15-2016-00138 Kutatás Fejlesztési projekt, az EURO VII kibocsátási szabványnak megfelelő turbófeltöltő alkatrészek kifejlesztésére



Szakmai beszámoló

VEKOP 2.1.1-15-2016-00138 Kutatás Fejlesztési projekt, az EURO VII kibocsátási szabványnak megfelelő **turbófeltöltő alkatrészek** kifejlesztésére

A projekt során elért eredmények részletezése.....**1. MIM alapanyagok előállítása, előzetes elemzések a teszt szerszámokkal, miután tervezésük megtörtént....**

- a. Sikerült kidolgozni háromféle speciális ötvözetet.
 1. HK30 hőálló és korrózió álló acél ,ausztenites szövetszerkezet
 2. 17-4 PH korrózió álló acél ausztenites -martenzites szövetszerkezet
 3. Inconel 713 C nikkel alapú hőálló ötvözet
- b. Az előzetes megmunkálási feltételezéseknek és a vevői rajznak megfelelően a szerszámtervek elkészültek és az áramlási szimulációk végre lettek hajtva...A speciális kísérleti szerszámok meg lettek tervezve a menet kísérlethez, „vékony” fal analízishez, kis „d” nagy „D” arány elemzésekhez...

- 1.a.1.1.1 A HK30 anyag granulátum előállításának eredményei
A HK30 alapanyagot egy átlag 10 mikron szemcsenagyságú előre elkészített ötvözetporból készítettük el. A végső cél elérése egy fröccsöntésre alkalmas granulátum előállítása volt. A HK30-at két féle kötőanyaggal teszteltük Siliplast és Embe típusokkal. Az előkeverés után minden féle szuperötvözet granulátumát hengeres nyíró-keverő géppel állítottuk elő, amelynek hengerei fűthetőek, forgások változtatható, távolságuk beállítható. Ezek voltak a paraméterek amelyeket tanulmányoztunk, a kötőanyag százalékos arányán felül. Megvizsgáltuk a keverő gépen történő lejátszódást, ahol a 100%-os hengerre tapadás volt a cél
132-től 140 celsius fokig bezárólag. Mindezen tesztek különböző gép paramétereknél , hengertávolság 0,8mm-1,2mm-1,6mm) lettek elvégezve, és különböző recept arányokkal is. Így számos mennyiségű diagramm született amelyeken mindig a 100% os hengerre történő feltapadás mértékét vizsgáltuk. Az eredmények excel táblázatba rögzültek és ezekből beszédes diagrammok – tanulmányok születtek...A kísérletek sikeresen fröccsönthető granulátumokat eredményeztek. *A tudományos részletekért lásd a szakmai tanulmány 2. 15-26 oldalait.*

Olyan hőálló ötvözetet is vizsgáltunk ahol a szénttartalmat külön befolyásoltuk, legegyszerűbben különböző beszállítóktól más és más szénttartalmú ötvözeteket vásároltunk, vagy saját MIM

Szakmai beszámoló

VEKOP 2.1.1-15-2016-00138 Kutatás Fejlesztési projekt, az EURO VII kibocsátási szabványnak megfelelő **turbófeltöltő alkatrészek** kifejlesztésére

ötvözést végeztünk el karbonnal. Ugyanezeket a műveleteket megcsináltuk a nióbim nevű ötvözőre is. Így előállítottuk több verzióját is a HK30 nevű hő és korrózióálló acélnak, ezekből készítettünk granulátumot a kísérleti tesztelés-termelés céljából.

1.a.1.1.2 A 17-4 PH anyag granulátum előállításának eredményei
Alapvetően 3 féle ötvözet családra végeztük el a tanulmányokat, használtunk egy duplex korrózióálló acélfajtát, amely vagy ausztenites vagy martenzites tulajdonságokkal rendelkezik attól függően, hogy a réz tartalom kicsapátása milyen mértékű a hőkezelésektől függően. Ezt az ötvözetet tisztán fémpor formájában használtuk ismertebb nevén 17-4PH néven. Ennél a fémnél sem használtunk saját ötvözést, úgynevezett porkohászati ötvözést. Különböző kötőanyagokkal csak granulátum alapanyagot állítottunk elő, és fröccsöntési tesztek végeztünk az előzőleg bemutatott szerszámok bizonyos típusain. A granulálás során minden paraméterben kicsit más beállítással sikerült granulátumokat előállítani, Siliplast és Embe kötőanyagra is elvégeztük a kísérleteket, használható granulátumokat kaptunk. A használhatóság bebizonyosodott a fröccsöntések során. Ezt az anyagot elsősorban a különleges szerszámok fröccsöntési tanulmányai elvégzésekor használtuk ("menet-vékonyfal-kisd/nagyD) *A tudományos részletekért lásd a szakmai tanulmány 2. 15-26 oldalait. (szt2/15-26old)*

1.a.1.1.3 Az Inconel 713 C anyag granulátum előállításának eredményei
Harmadik ötvözet típusunk az Inconel 713, ennek teszteltük a keverhetőségét, véletlenszerű ötvözési jelenséget karbonnal. (egy káros jelenség amely a kemence grafit fűtőelemeiből, carbon bedifundálást okoz az alkatrészben, akár a megengedett mennyiség 10szerese is lehet) Ez az ötvözet típus alig tartalmaz vasat a fő összetevője a nikkel, izzó állapotának közelében a hőszilárdsága kimagasló, ezért kifejezetten alkalmas turbófeltöltő lapát alkatrész alapanyagául. Az "elvárásoknak" megfelelően ez az

Szakmai beszámoló

VEKOP 2.1.1-15-2016-00138 Kutatás Fejlesztési projekt, az EURO VII kibocsátási szabványnak megfelelő **turbófeltöltő alkatrészek** kifejlesztésére

ötvözet annyira különbözik a vas alapúaktól, hogy a granulálási viselkedése ismás utakat járt. Egyik tanulság volt, hogy a Siliplast kötőanyaggal nem lehetett megnyugtatóan stabil működésű granulátumot elérni, így csak az EMBE kötőanyag jöhetett szóba. Itt viszont kissé technikailag korlátozottak voltunk a nagy hőmérsékletű keverés megvalósítása tekintetében. Annak ellenére, hogy vadonat új rendszer temperálókat vásároltunk a kísérletekhez. Végezetül nehézségek árán, de sikerült használható granulátumot előállítani ebből a termékből is. *(sz2 20,23 old)*

Keverési tesztek tanulságai.....

Mind a három ötvözetünk valamelyik kötőanyagtípussal keverhető, granulálható volt

Az Inconel anyagunk csak az Embe kötőanyaggal volt keverhető

A hengertávolságok rendkívül befolyásolták a keveredés létrejöttét, azaz a keverés érzékeny az elégtelen nyírófeszültségre-nyomásra és a túlzott nyomásra is, mert el nem keveredés történik vagy újra szétválasztás játszódik le (szegregáció) A kísérletek alatt az 1,2mm távolság mint arany középút volt a helyes..

A hőfokok...A siliplast anyag 130 foktól már jó keverhetőséget mutatnak 140 fok környékén látszottak a kiégés jelei. Az embe anyagnak inkább a 140 Celsius fok volt az ideális hőmérséklet, de jelenleg nincs eszközünk ezt bővebben tanulmányozni...

A keverési százalékok.... Létezett a kiszáradás jelensége kis % nagy hőfok környékén, ugyanakkor a kötőanyag százalék emelése egy idő után szintén bajt okozott, mert könnyebbé vált a szétválasztódás. Ezért egy szélsőségek közötti % arányt érdemes tartani.

Az Inconel anyag mint kifejezetten nikkel bázisú ötvözet, keverési tulajdonságaiban is eltér a többi vas alapú hőálló ötvözetektől. Csak egy kicsi hőmérséklet tartományban keveredik, és főleg az alacsonyabb keverési aránynál, a magasabb hőfokú tartományokban valószínűleg szélesíteni lehetne a keverési tartományt, de ehhez további berendezések beszerzése szükséges...Az Inconel anyagnál a fröccsöntéseknél, érdemes felkészülni a magasabb hőfokú fröccsöntési ciklusokra.

1.b.1.1 A háromféle turbólapát típusú szerszám tervezésének végrehajtása
Ahogyan feltételeztünk háromféle megmunkálási módszert, így azoknak megfelelően 3-féle szerszámot kellett megterveznünk. A

Szakmai beszámoló

VEKOP 2.1.1-15-2016-00138 Kutatás Fejlesztési projekt, az EURO VII kibocsátási szabványnak megfelelő **turbófeltöltő alkatrészek** kifejlesztésére

tervezésekhez 3D tervező szoftver használtunk. Az alapot a vevő által részünkre bocsátott rajz szolgáltatotta(szt1-14old).Az alkatrészek szárközépre meglőtt, szárközére meglőtt kúpos, és a szár aljáról meglőtt típusúak lettek, a megmunkálási tervek szerint.(szt1-15old 1,2,3 pontok) A szerszám mozgások ezekből a megmunkálási tervekből eredően 3 féle dizájnt eredményeztek (szt1-21old.30old.)

- Oldal meglövéses szerszám kúpok nélkül (csúszka)
- Oldal meglövéses szerszám kúppal(csúszka)
- Alsó meglövéses szerszám(nyit-zár)

A szerszám tervekből konvertált képek a tanulmányban láthatóak.(szt1-24old,25old,32old.,33old.,38-39old)A szerszám tervek a későbbiek során fizikailag el is készültek alapjai lettek az összes többi tanulmánynak.

1.b.1.1.1 A legalább háromféle típusú szerszám terveknek megfelelően a szimulációk el lettek készítve .

1.b.1.2 Speciális öntési kísérletek szerszám tevei is el lettek készítve

1.b.1.3

Egyedi MIM technológiával történő félkész turbófeltöltő lapát kifejlesztése a konkrét vevői igényből kiindulva, és végig az előzetesen bemutatott MIM fejlesztési folyamat logikai lépéseinek véghezvitele, indulván a koncepció tervezéssel.....

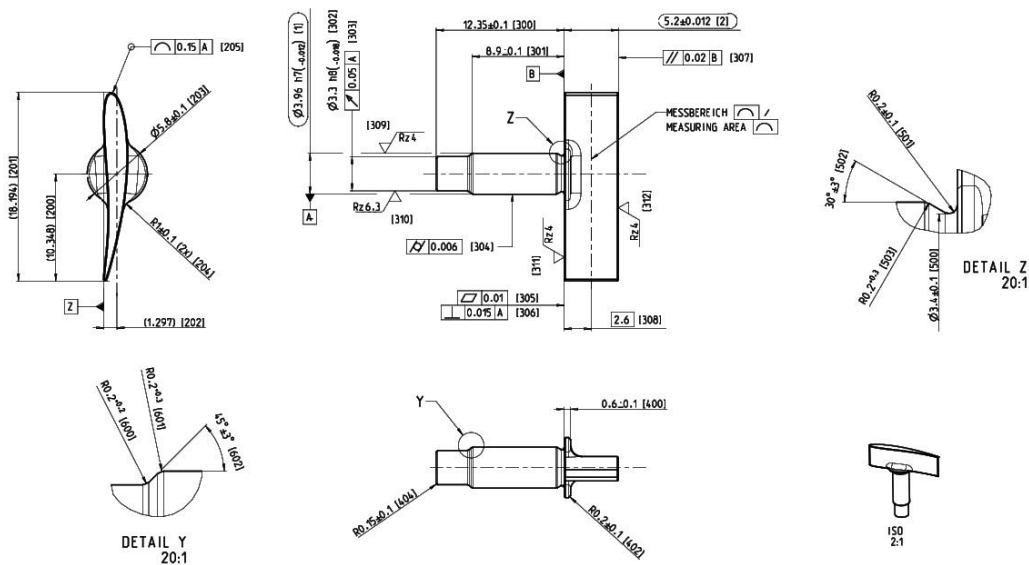
Furcsa módon az előzetesen bemutatott folyamat közepén kezdünk neki a projekt megtervezéséhez, hogy koncepció szinten már legyen egy elképzelt legyártandó alkatrészünk. Ezt majd a folyamat elején lévő lépésekkel kell azután elindítani megvalósítani.

Alkatrész design létrehozása - megegyezés , a majdani alkatrész végső formájában, a végső megmunkálás figyelembevételével, szerszámtervezési lehetőségekkel, a végső szériagyártást is figyelembe véve Prototípus szerszám megtervezése - megegyezés a majdani alkatrész végső formájában, a végső megmunkálás figyelembevételével, szerszámtervezési lehetőségekkel, a végső szériagyártást is figyelembe véve Protoszerszám legyártása - leggyorsabb és legpontosabb szerszámgyártó kiválasztása, előtte angol nyelvű dokumentáció elkészítése a kivitelezőnek. Amennyiben rendelkezésre áll a szerszám, a fröccsöntési kísérleteket el kell végezni hogy fizikailag is létrejöjjenek az alkatrészek. A **megtervezett kísérlet** angolul **DOE** módszerrel az alap paraméterek elemzésével folyamatosan történik. Az összes technológia lépésekre is a DOE módszerrel megkapott statisztikai eredményeket alkalmazzuk . Az elemzések alapján eljutunk a végső elfogadott alkatrészhez.

A vevő által kommunikált rajz, amelyből a műszaki igényeket származtatjuk.

Szakmai beszámoló

VEKOP 2.1.1-15-2016-00138 Kutatás Fejlesztési projekt, az EURO VII kibocsátási szabványnak megfelelő **turbófeltöltő alkatrészek** kifejlesztésére



Megegyezés az elő koncepciókban

Legelőször is egy létező vevői igény alapján indítjuk a fejlesztést, Euro VII kibocsátási szabványnak megfelelő turbó feltöltő lapát gyártására kapott megbízás szerint.

Az igényelt alkatrész rendelői rajza alapján az alábbi kulcsparaméterek vezérik a fejlesztést.

- A megkívánt alapanyag HK30 hő és korrózió álló ausztenites krómacél speciális igény szerint, módosított széntartalommal C 0.25-0,35 , a normál szabványos 02-05 helyett. Nióbium tartalom 1,5 % minimum a szokásos 1,3 helyett
- A felületi minőségi követelmény Rz 6,3 az öntvény felületen, amit egyéb esetekben megmunkálással tudnak csak elérni.
- A megmunkált felületeken a felületi minőség előírás Rz4, ami egy finom köszörülést jelent.
- A fő funkcionális átmérőn a hengerességi eltérés maximum 6 mikron lehet
- Előírt síklapúság 10 mikron
- Előírt merőlegesség 15 mikron
- Főátmérő tűrés mezeje 12 mikron

A fenti előírások csupán a mikronos jellegű tűrések amelyeket a koncepciók kiválasztásához a végső megmunkálási lehetőségek figyelembe vételével kell szem előtt tartani. Mérnökiileg a megmunkálásra csak a köszörülési technológia alkalmas. A lehetőségek a következők.....

1. Harang szerszám megmunkálás
2. Csúcsok közötti köszörülés
3. Direkt köszörülés
4. Mángorlás

Szakmai beszámoló

VEKOP 2.1.1-15-2016-00138 Kutatás Fejlesztési projekt, az EURO VII kibocsátási szabványnak megfelelő **turbófeltöltő alkatrészek** kifejlesztésére

Harangszerszám megmunkálás várható előnyei

- Egyszerű CNC gépi dörzsárazás a fő átmérő megmunkálásának a művelete
- A beállított átmérő értékek fixek, csak a gyártási folyamat paramétereinek változása esetén kell állítást végezni
- A művelet ideje a leggyorsabb, az egyéb köszörülésekhez képest

Harangszerszám megmunkálás várható hátrányai

- A fő művelet csak a száron lévő két átmérőre ad méret megoldást
- A nagy átmérő és gallér közötti alámetszéses rádiusz részen marad az öntvény felület, nem lesz megmunkálva. Ehhez az kell, hogy az öntött felület minőség elérje az Rz 4-et, és az alak rajzhelyes legyen (tehát összecsapás nyomból származó éleltolódás, vagy sorja nem lesz megengedve)
- A lapát szárny profil alját külön művelettel meg kell még munkálni (vagy az ecomim által kifejlesztett mikron pontosságú fej méret préselést kell alkalmazni)
- A fej teteje is megmunkálatlan marad, így azt is a préselésnek kell méretre állítania
- A lapátszár alja megmunkálatlan marad szintén, a méret az előzetes zsugor kalkuláció szerint kell, hogy megvalósuljon.
- A meg nem munkált lapátszár alja lézeres hegesztésnek lesz kitéve, így nem tudjuk előre a hegesztési tesztekben eredő esetleges panaszokat..

Direkt köszörülés várható előnyei

- Az alkatrész nem igényel speciálisan mikronnyi köszörülési ráhagyásokat, „krumpliból kockát” lehet köszörülni
- A gép viszonylag egyszerű CNC köszörűgép lehet, amelyet az alkatrészhez kell optimalizálni, a zászlon kell megfogni a darabot a forgatáshoz a köszörülés alatt, és ehhez egy okos befogójú, okos tengelyre is szükség van, a gépen belül kialakítva. Így lesz a vevői igényre kialakított a gép.
- A gép termelékeny, ennél a módszernél összesen két köszörülési művelet lesz, a szár-szárvég-lapátalj kialakítása egy műveletből, a fej kialakítása egy másik megfogásból történik úgynevezett sík köszörülési eljárással.

Direkt köszörülés hátrányai

- A „krumpliból kockát” elv miatt, a nagy ráhagyások nagy sorjákat okoznak, aminek az eltüntetése egy újabb koptatási művelet kifejlesztését fogja igényelni.
- Az alkatrész megfogási bázisa egy repülőgép szárnyprofil- szerű elem, ami egyáltalán nem forgás szimmetrikus a köszörülendő tengelyre, így az öntésből eredő pontatlanságok miatt

Szakmai beszámoló

VEKOP 2.1.1-15-2016-00138 Kutatás Fejlesztési projekt, az EURO VII kibocsátási szabványnak megfelelő **turbófeltöltő alkatrészek** kifejlesztésére

nagy ráhagyásokat kell alkalmazni, hogy az alkatrész majdani felületei teljesen köszörültek legyenek. Ezért hívjuk a módszert „krumpliból kockát”, köszörülésnek.

- A nagy ráhagyások veszteséget okoznak mert nő a köszörülés ciklus ideje, többlet anyag felhasználás keletkezik.
- Nő a köszörűkőre eső koptatási terhelés, így gyakrabban kel a követ újra szabályozni. Az újra szabályzások ideje veszteség.
- A nagy kopási terhelés miatt a szükséges minimálisnál nagyobb abrazív köszörűkő por keletkezik, amit a gépből el kell távolítani valamilyen módszerrel.
- Ha az eltávolítás nem sikeres, akkor a gép belső megvezetéseinek fokozott kopásával kell számolni, ami gépjavítást igényel majd, ez szintén termelés kieséssel jár.

Csúcsok közötti köszörülés várható előnyei

- A megrendelői lapátjára rátervezett két speciális kúp között forog az alkatrész a köszörülés alatt, ez esetben nem „krumpliból kockát”-elven köszörülünk mert a MIM technológia pontosságából eredően létrehozunk egy elméleti forgás tengelyt, amely a végleges alkatrész tengelyének bázisa is lesz. Ez esetben nincs kalimpálás, így a köszörülési ráhagyás nem kell, hogy nagyobb legyen 50 mikronnál. Ez egy gazdasági kérdés, és folyamat stabilitást is támogat.
- Az alapkísérleteket viszonylag könnyű elvégezni egy egyszerű CNC gép segítségével, de egy ötödik tengely mindenképpen létre kell hozni a gép belsejében. Ez a „tengely” egy hidraulikus forgató készülék, ami a gép belső munkaterében a köszörülés alatt tartja és forgatja az alkatrész.

Csúcsok közötti köszörülés várható hátrányai

- A nagy kérdőjel, a tengely köszörülés szempontjából előnyös forgatási kúpok utólagos levétele egy –vagy két plusz műveletet fog igényelni, hogyan befolyásolja ez a gazdaságossági számításokat?
- Előzetesen, vízbázisú olajadalékolt hűtő-kenő anyagot tervezünk a technológiához, később az olaj is szóba jöhet. De a köszörű kő kopásos típusú alumínium oxid bázisú lesz. Nem tudjuk előre a kő kopásból eredő gazdaságosságot érintő hátrányokat, nem látszik a kő felszabályozó rendszer hatékony avagy hatékonyatlansága.

A köszörülés és megmunkálási komplex alapján az alábbi prototípusok előállítására szükséges szerszámot tervezni. A fröccsöntési szerszám gyártandó alkatrészének méretezéséhez kell tudnunk legalább a 3 féle megmunkálási koncepció előzetes három dimenziós gyártsái cella szintű modell terveit, ezek következnek.

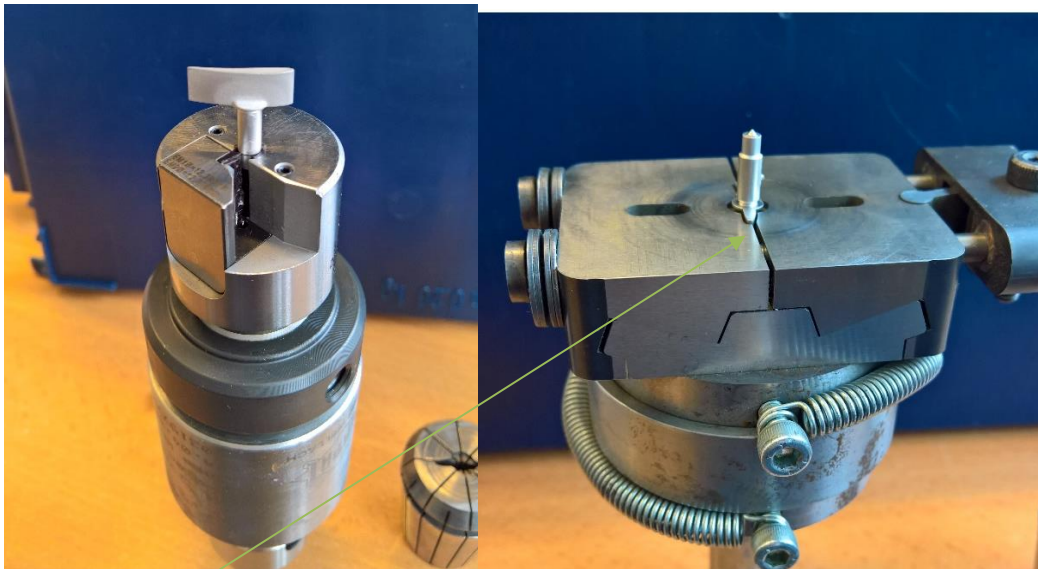
Szakmai beszámoló

VEKOP 2.1.1-15-2016-00138 Kutatás Fejlesztési projekt, az EURO VII kibocsátási szabványnak megfelelő **turbófeltöltő alkatrészek** kifejlesztésére

Harang szerszám cella elméleti modellje

A harang szerszám egy kifordított dörzsár, azaz furat helyett hengert munkál meg, köszörülési finomságú felületre, egy darab profilos vágóélt használva. A szerszámban a vágó él teljesen egyedi módon beállítható, az anyaga kerámia-gyémánt polikrisztalin kompozit szinter kompozit. Ez egy új technológia, senki nem használta még turbófeltöltő lapátok száranak mikronos megmunkálására. Ami előzetesen kétségeket támaszt az az, hogy a harang szerszámban a vágóélen felül még támasztó lécek is vannak, amelyek folyamatosan érintkeznek a frissen megmunkált szárral. Korábbi tapasztalataink alapján tudtuk hogy a dörzsöléses súrlódás még igen kifinomult kenéstechnikai megoldás esetén is egy megmunkálási felületi rizikó faktor. Ezért már a projekt csírájában, annak születésénél is az olajos megmunkálásra képes alapgépek (CNC marók, CNC köszörűk, CNC esztergák) voltak a célbavett tárgyi eszközök, amelyek a projekthez szükségesek.

Az alábbi képeken látható az alap szerszám, ami a harang. A gyártmánya MAPAL, később csak ezt a frázist fogjuk használni erre a megmunkálásra. Az alkatrész hegyes végéről támad a szerszám, látszik a támasztó él amelykről korábban beszéltünk. A vágó él is látszik ami elvégzi a forgácsolást.



A lapátnak a zászlós végét kell megfogni, „meneszteni”, azaz nyomatékot ellen tartani. Ezek a befogók legalább két megoldásban elkészültek, A két pofás befogó egy olyan platformon csípi meg a darabot, hogy megfogás után X, Y irányban a tengelyirányú eltéréseket kompenzálóképes a

Szakmai beszámoló

VEKOP 2.1.1-15-2016-00138 Kutatás Fejlesztési projekt, az EURO VII kibocsátási szabványnak megfelelő **turbófeltöltő alkatrészek** kifejlesztésére megfelelő elmozdulásra, így a MAPAL egy álló darabot forgácsol, de a darab beáll a legkedvezőbb



pozícióba.

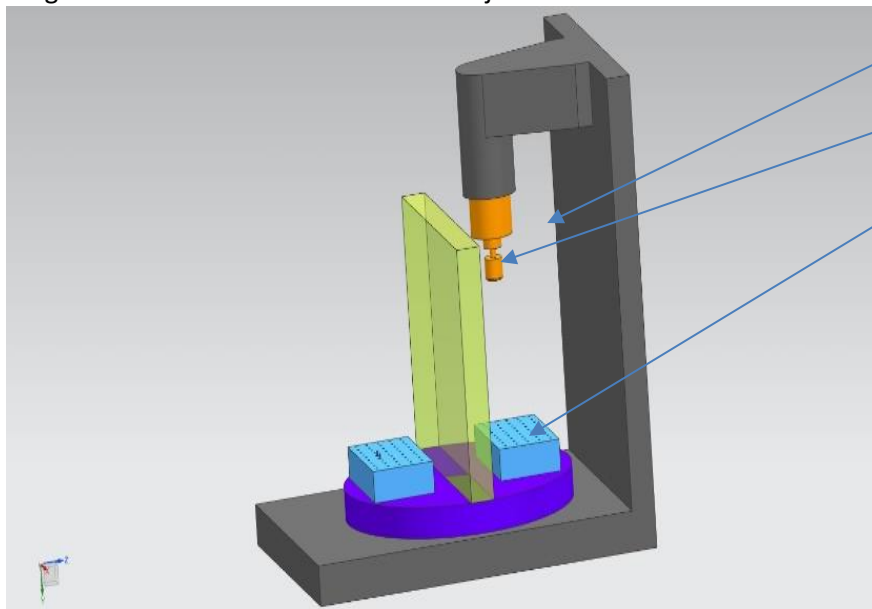
Speciálisan kialakított patronra is bízhatjuk a lapátprofil megfogását, de ez esetben az X,Y kompenzációról le kell mondanunk.

Az előzőekben bemutatott hardverekkel fel lehet építeni több igénynek is megfelelő megmunkáló cella modeljét. Legelső megközelítésben, egy forgó asztalos extra nagy gyorsaságú CNC maró gép lehet az alapgép. Ilyenek a tipikus TAPING CENTER-ek. A gépasztal befordul és a belső térben egymás után 2-3 másodperces ciklusidővel a gép elkészíti az előre betárazott alkatrészeket. A tároló paletta, ugyanolyan „okos” és vezérelt legyen, mint a fotókon feljebb bemutatott elképzeléseink. Tehát vagy valamilyen rejtett pótfás megszorító készülék van a palettába beépítve, vagy a már bemutatott patronos megfogáshoz hasonló. A kifordult szabadon lévő palettából a dolgozó kitarazza az elkészült darabokat, a nyers darabokat pedig behelyezi, az újra szabad helyekbe. Munka végeztével a gép a hidraulikus vagy pneumatikus portjáról vezérelve megszorítja a darabokat, befordítja az asztalt 180 fokkal, és elkezd automatikusan a MAPALOZÁST.

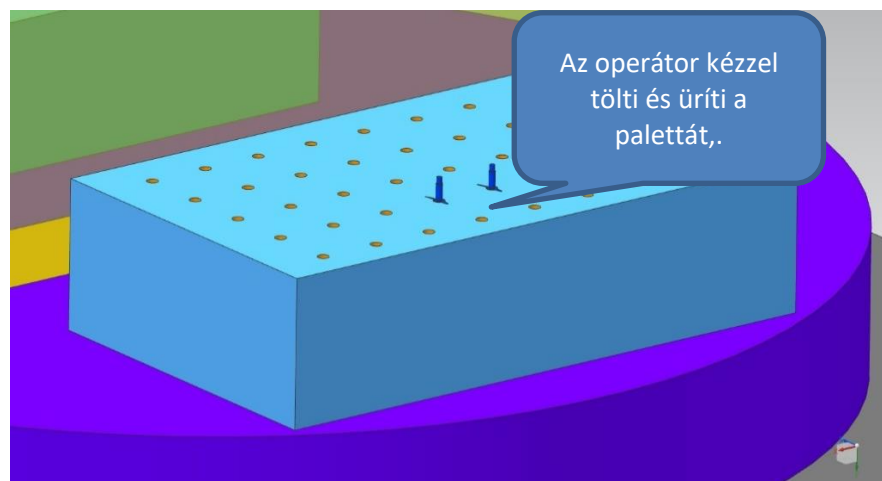
Ennek a gépnek szuper gyorsnak kell lennie, olaj hűtés el kell viselnie, főorsón keresztüli hűtéssel rendelkezzen, legyenek szabad portjai az okos kiegészítők CNC vezérléséhez, és forgó asztalos kivitelű legyen....Ezeknek a követelményeknek legjobban a **Brother R650 X1** gép felel meg jelenlegi tudásunk szerint.

Szakmai beszámoló

VEKOP 2.1.1-15-2016-00138 Kutatás Fejlesztési projekt, az EURO VII kibocsátási szabványnak megfelelő **turbófeltöltő alkatrészek** kifejlesztésére



Munkatérben folyik a megmunkálás.
 Mapal
 Befordult helyzetben lévő okos paletta



Az operátor kézzel
 tölti és üríti a
 palettát.

A megoldás egyik hiányossága, hogy ezzel még csak a lapátszára van megmunkálva, a lapát fejmagasságát is mikron pontosan meg kell munkálni ahogy a rajzból is következik. Az ecoMIM-nek erre van egy unikális megoldása..Ha az öntött alkatrész fejmagassága 20 mikron és maximum 60 mikron szórással nagyobb csak a végső mérettől, ez esetben az ecomim a saját fejlesztésű préselést tudja alkalmazni.

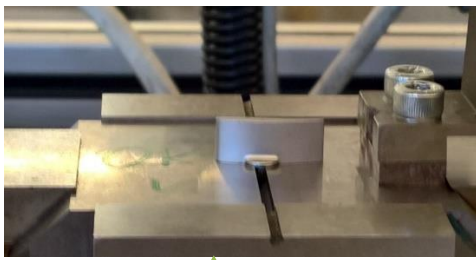
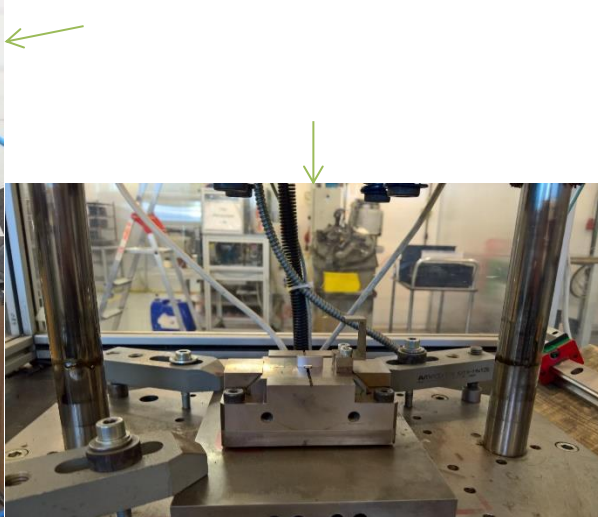
Az alábbi fotókon látható pneumatikus lapátfej méret beállító prés az alábbi tulajdonságokkal rendelkezik.

- Plusz/mínusz 1 mikron pontossággal beállítható az elvárt méret 2 mm tartományon belül.
- Rendelkezik útmérő szenzorral, a szenzor plc vezérlésen keresztül a nyomás szabályozásával kontrolálja a lapát megfelelő méretét
- A nyomás szabályzó elektromotoros működtetésű aktív szabályzó
- A préselő szerszám speciális, különböző tőrésű lapátszárakat is ugyanazzal a szorító erővel képes megfogni egy rugós szerkezet segítségével, miközben a fejmagasságot elkészíti.

A komplett présgép
 A présgépbe beszerelt
 prészerszám

Szakmai beszámoló

VEKOP 2.1.1-15-2016-00138 Kutatás Fejlesztési projekt, az EURO VII kibocsátási szabványnak megfelelő **turbófeltöltő alkatrészek** kifejlesztésére



A prészerszámba behelyezett turbó feltöltő lapát , mielőtt a préselés elindulna

Ez a PLC vezérelt présgép az ecomim által kifejlesztett egyik köszörülési megmunkálást helyettesítő berendezés. Egy hideg kovácsolásos zömítés történik, a „ megtámadott” felület a lapát teteje, és a kívánt méret eléréséig utazik. Ha a ráhagyás túl nagy . akkor az alkatrész formája is torzul, ha túl kevés a ráhagyás akkor visszarugózás történhet, nem jön létre a maradó alakváltozás. Ezért szükséges a MiM precizitása ehhez a művelethez mert ha a szűk tartomány betartása megvalósul, akkor egy nagyon hatékony mikronos méretet beállító művelet történik, nincs forgács leválasztás a termék belső struktúrája hasonlóan nemesedik mint a kovácsolásnál.

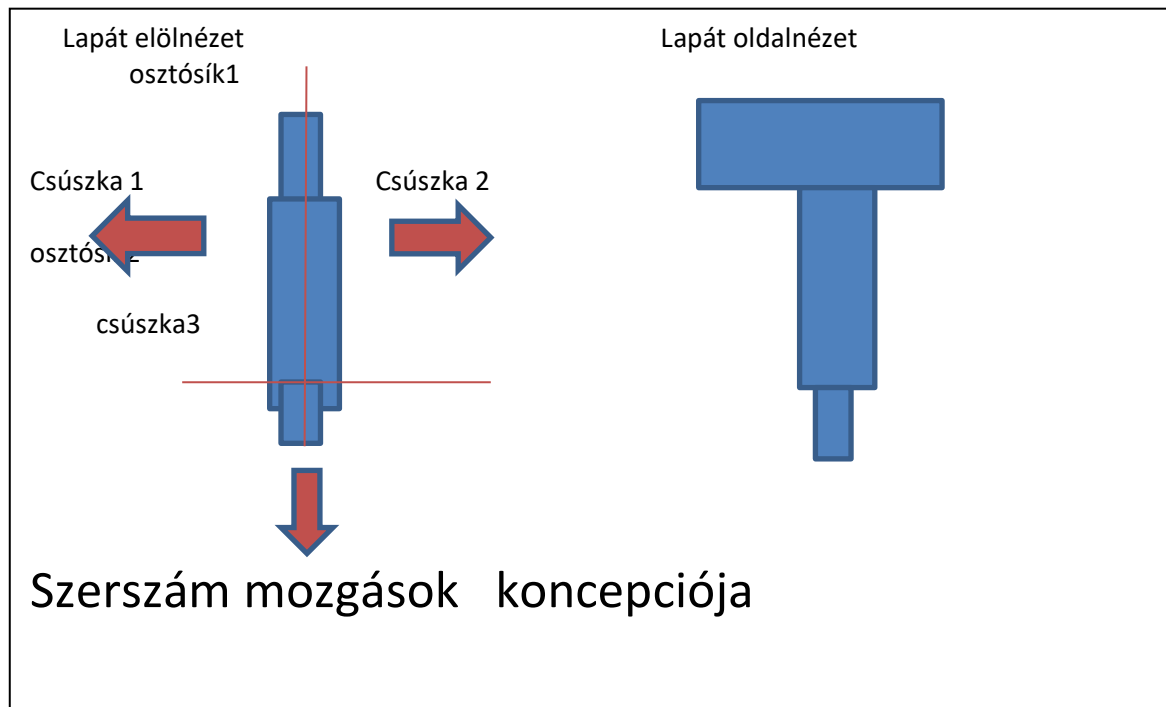
A harangszerszám megmunkálás (MAPAL)teoretikus erotanománya alapján kialakítanak azok a megmunkálási ráhagyási paraméterek amiket figyelembe kell venni a fröccsöntő szerszám. A mapal lapát modell az alábbiak szerint alakul.

- A két dimenziós gyártói rajz alapján ,CAD tervező szoftver segítségével el kell készíteni az alkatrész rajzi méretű modelljét.
- A modellen el kell végezni a ráhagyási kívánalmaknak való átalakítást
 - A Mapal által megadott 80 mikronos átmérő növelést átmérőkön(D1,D2)
 - A fejmagasságához hozzá kell adni azt a méretet amivel ideális a préselési folyamat, maximum 60 mikront
 - A lapát eredeti szárát úgy kell megrövidíteni, hogy tudván azt, hogy a fej préselése alatt egy szár nyúlás is létre jön(utazik a szár a készülékben). Az eredeti szárhosszt csökkenteni kell.
 - A szár végén a végleges méretű rádiuszra kell tervezni, mivel a Mapal koncepció egyáltalán nem számol sík köszörüléssel a lapát alján.
 - A lapát aljának tervezett megmunkálatlansága , magával hozza, hogy a D2 hengeren ne legyen szerszám osztásból származó lenyomat.

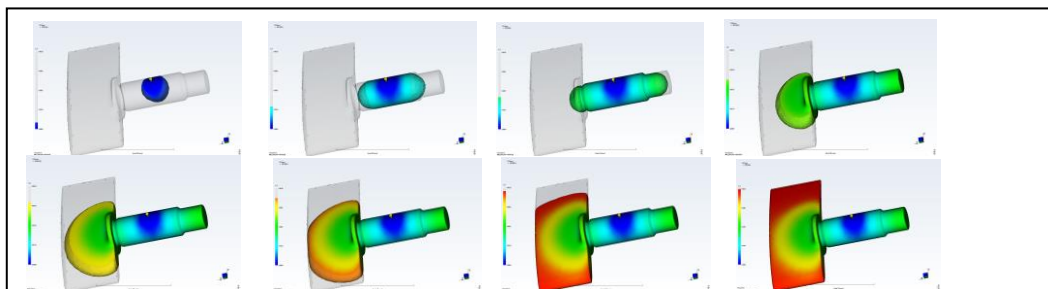
Szakmai beszámoló

VEKOP 2.1.1-15-2016-00138 Kutatás Fejlesztési projekt, az EURO VII kibocsátási szabványnak megfelelő **turbófeltöltő alkatrészek** kifejlesztésére

- Az elkészült modellre a MIM zsugort fel kell vezetni



- A feltételezett beömlési pontot, fészek kitöltési szimulációval kell leellenőrizni. Ez nagyon fontos, mert a tervezendő szerszám gyakorlatilag az elképzelt beömlési hely köré lesz megtervezve. Az alábbi képsorozat segít a szimuláció értelmezésében.

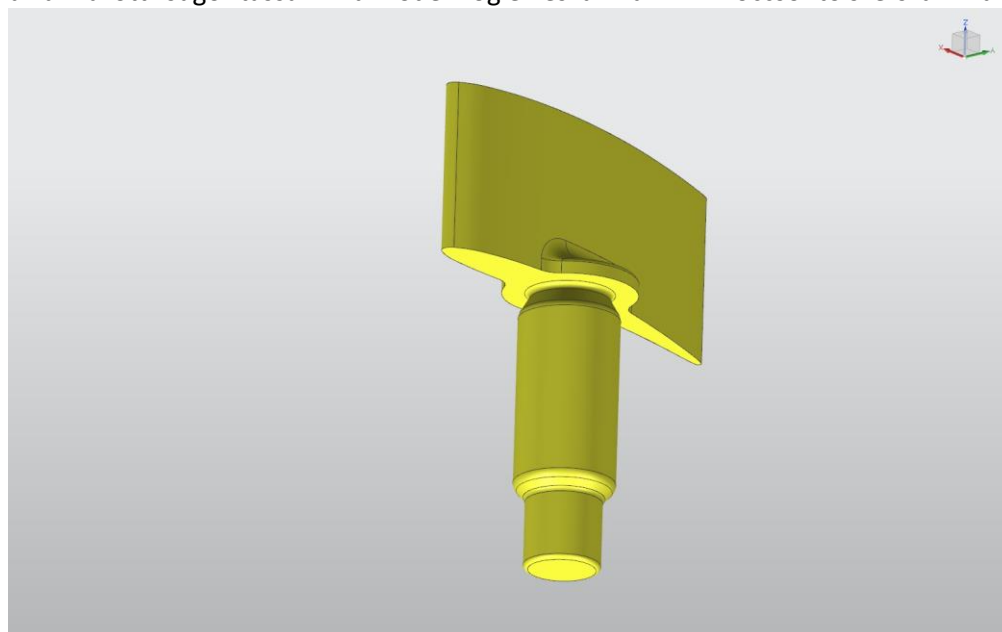


A fenti képsorozat mutatja a fészek kitöltődésének dinamikáját. A kis sárga pont a tervezett beömlőnek a helye, amennyiben ez nem megfelelő, akkor egy extrém hosszú feltöltődési idő eredményt fog adni a szimuláció. Az elméleti befröccsöntési idő 6 század másodperc is lehetne, ez igen kiváló előzetes eredmény, tehát a szerszám tervezésénél ez a beömlő geometria megfelelő lesz.

A másik szempont a fészekben lezajló elméleti nyomásesés, itt a fröccsöntés alatt fellépő átlagos fröccsnyomáshoz viszonyítunk. Ez az érték a fészekben 300-800 bar között van MIM fémröccsöntés esetén. Ehhez az értékhez képest egy tízes értékrendű nyomásesés megengedhető. A képen 3,5 Mpa nyomásesés látható ez 35

Szakmai beszámoló
VEKOP 2.1.1-15-2016-00138 Kutatás Fejlesztési projekt, az EURO VII kibocsátási szabványnak megfelelő **turbófeltöltő alkatrészek** kifejlesztésére

A megtervezett lapát , a meghatározott méret módosításokkal, és a fröccsöntéshez alkalmazott zsugorítással. Ez a modell fog elkészülni a MIM fröccsöntő szerszámmal.

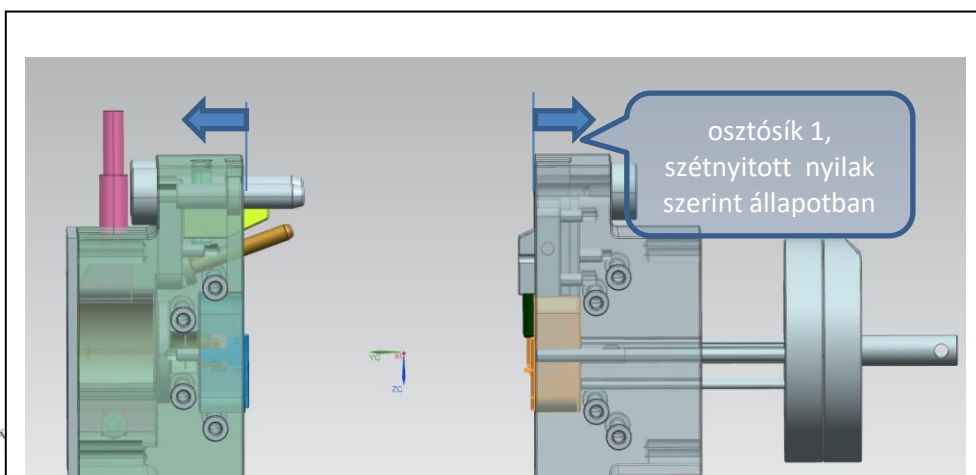
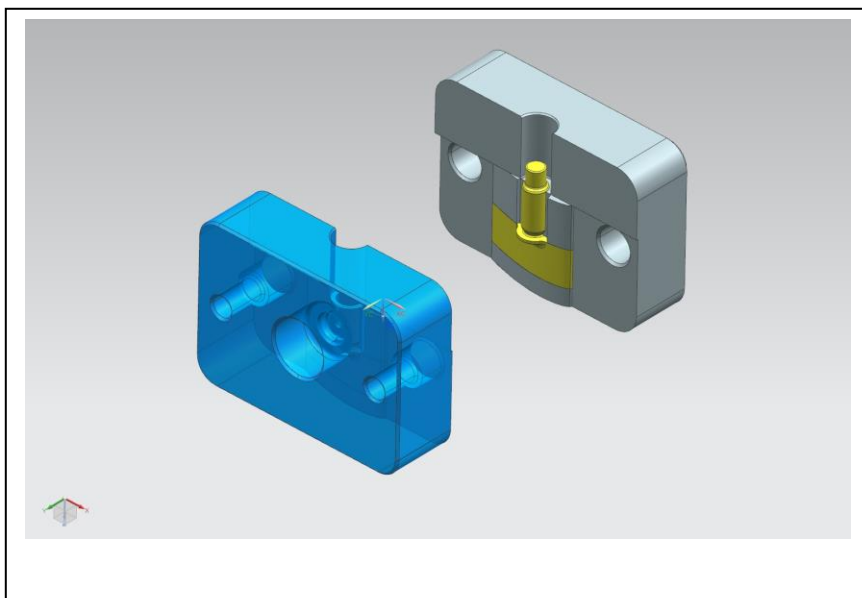


Szakmai beszámoló

VEKOP 2.1.1-15-2016-00138 Kutatás Fejlesztési projekt, az EURO VII kibocsátási szabványnak megfelelő **turbófeltöltő alkatrészek** kifejlesztésére

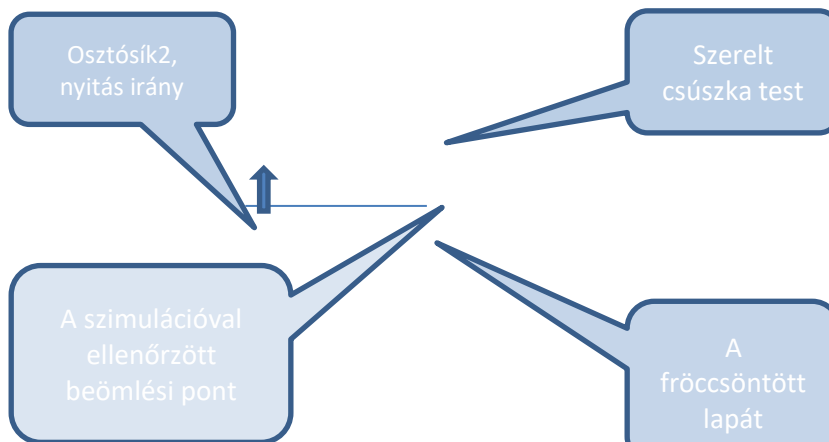
A Mapal koncepció modellje a következő módon néz ki

A fenti modellt kell behelyezni a leendő fröccsöntő szerszám fészkeibe , az előzetesen meghatározott osztó síkokat figyelembe véve. Ez a művelet akár úgy is történhet , hogy az alkalmazott lapát modell köré a CAD rendszer segítségével megépítjük a szerszám betéteket. Az alábbi képen ez látszik.



Szakmai beszámoló

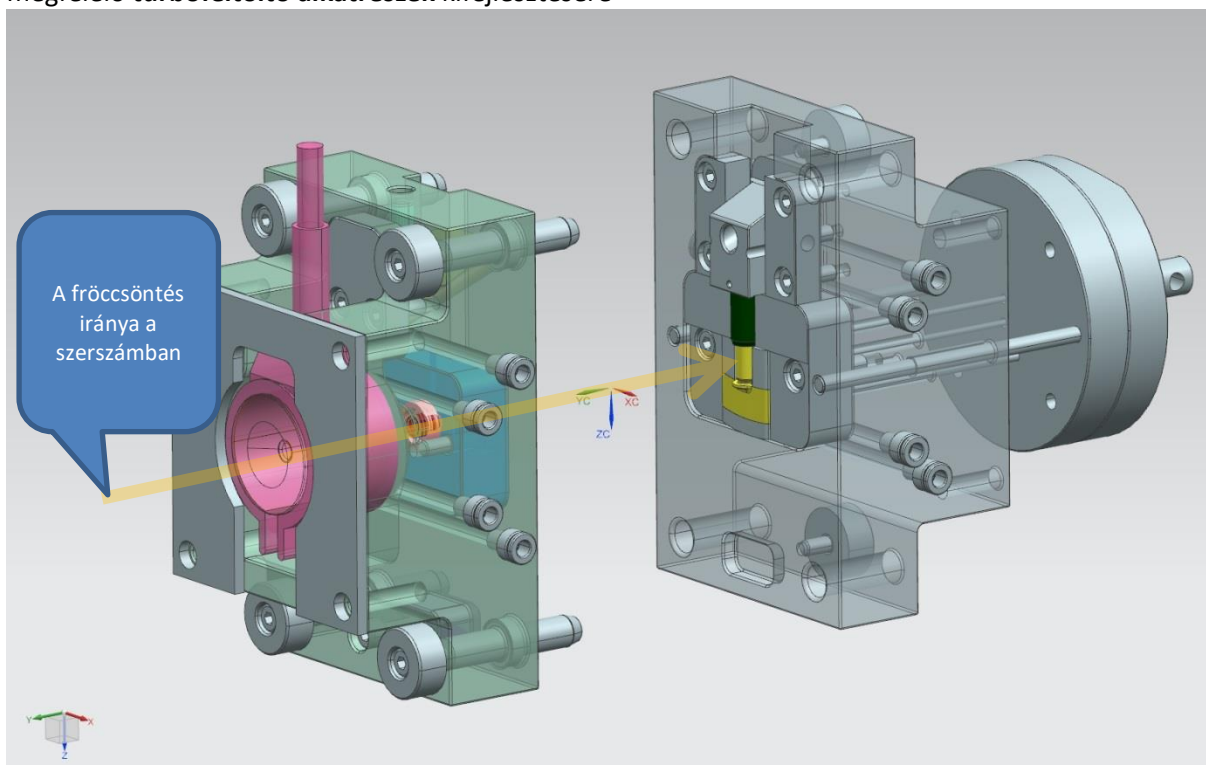
VEKOP 2.1.1-15-2016-00138 Kutatás Fejlesztési projekt, az EURO VII kibocsátási szabványnak megfelelő **turbófeltöltő alkatrészek** kifejlesztésére



A kész szerszámterv 3 dimenziós ábrázolása. A szerszám külső méretét a fröccsöntéshez használandó Babyplast precíziós mikro fröccsöntő gép befogadó dimenziói határozták meg. A képen látszik a kidobórendszer, amely hozzá lesz illesztve a Babyplast-hoz, látszik a fröccsöntési meglövési hely a forrócsatornán keresztül.

Szakmai beszámoló

VEKOP 2.1.1-15-2016-00138 Kutatás Fejlesztési projekt, az EURO VII kibocsátási szabványnak megfelelő **turbófeltöltő alkatrészek** kifejlesztésére

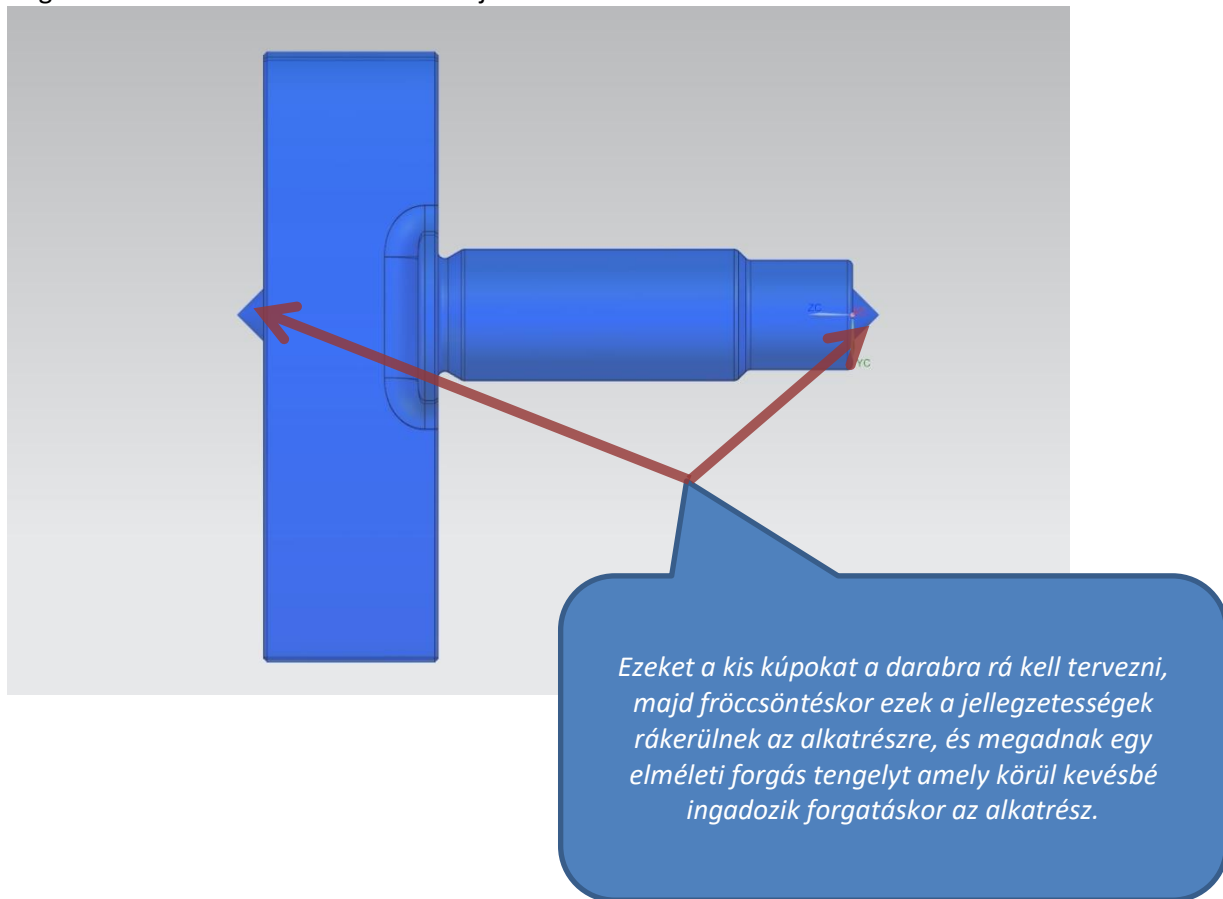


A csúcsok közötti köszörülés cella modellje

A feltételezett teoretikus alkatrész

A MAPAL módszer egyik alternatívája a csúcsok közötti köszörülés lehet. Ez esetben az alkatrészre rámodellezett pozitív csúcsok, vagy „piramisok” egy mindkét végen megfogott forgástestet biztosítanak a megmunkáláshoz. Ez esetben legkisebb a várható kalimpálási jelenség a megmunkálás alatt. Ez biztosítja, hogy a köszörülési ráhagyást a minimálisra optimalizáljuk, így elérhetünk egy maximális gyártási gazdaságossági mutatót. A feltételezett modellünk a következőképpen néz ki.

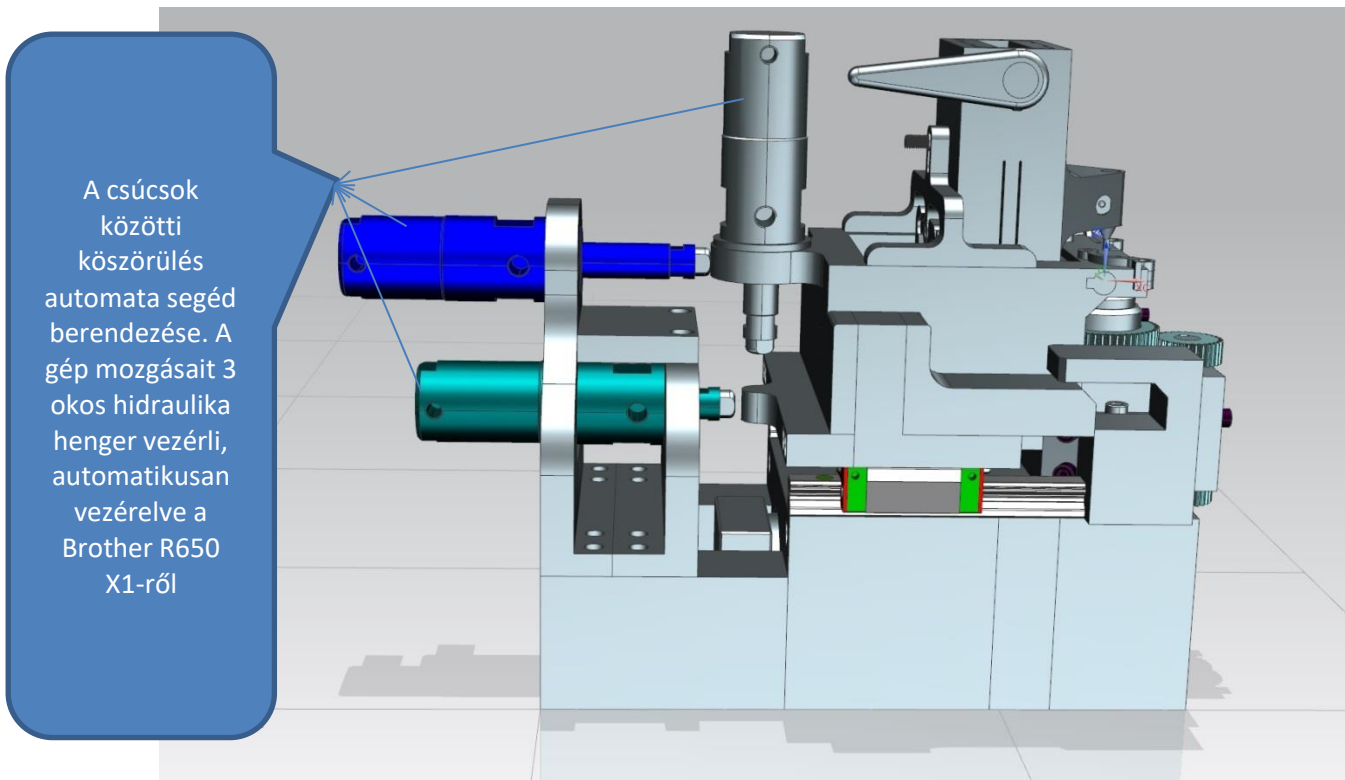
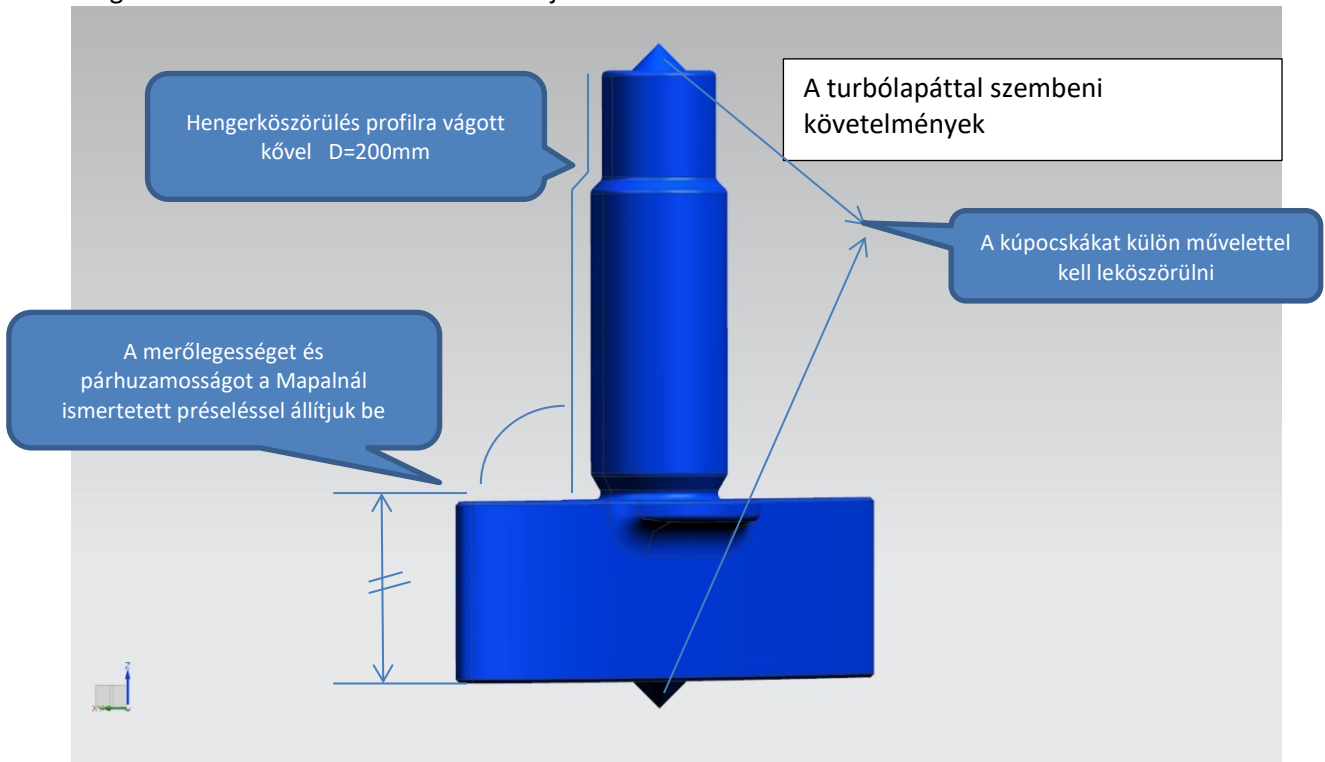
Szakmai beszámoló
VEKOP 2.1.1-15-2016-00138 Kutatás Fejlesztési projekt, az EURO VII kibocsátási szabványnak megfelelő **turbófeltöltő alkatrészek** kifejlesztésére



A köszörülés modellezett környezete

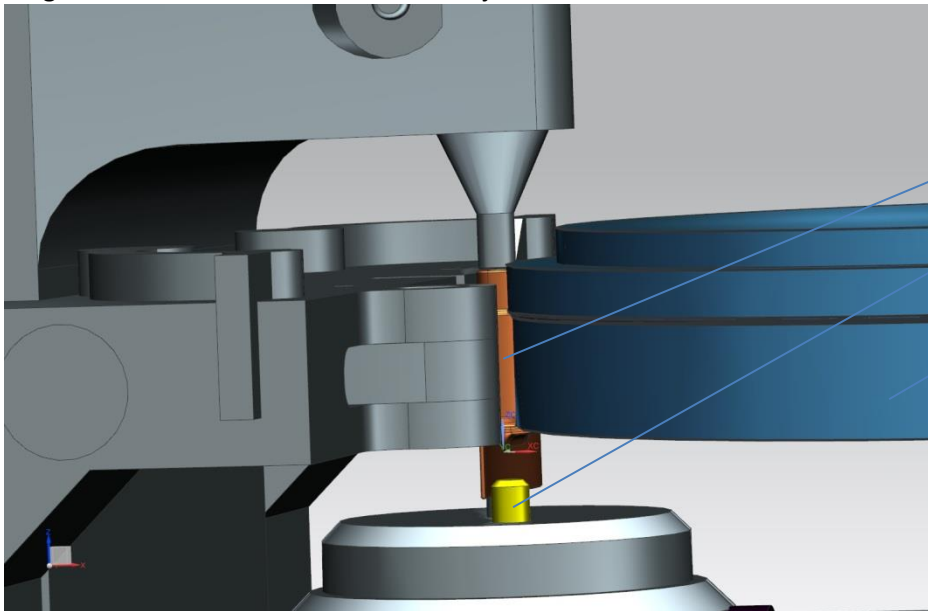
Szakmai beszámoló

VEKOP 2.1.1-15-2016-00138 Kutatás Fejlesztési projekt, az EURO VII kibocsátási szabványnak megfelelő **turbófeltöltő alkatrészek** kifejlesztésére

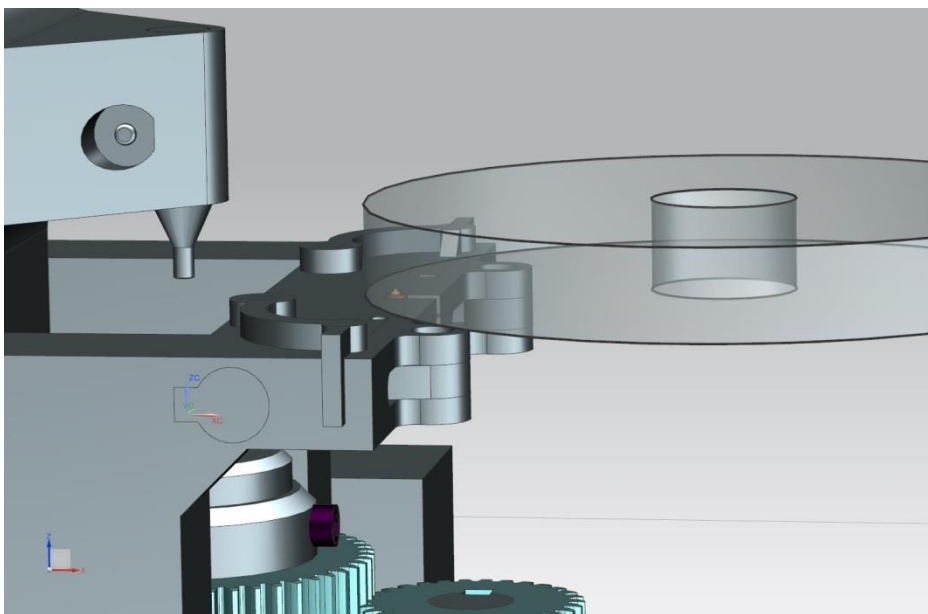


Szakmai beszámoló

VEKOP 2.1.1-15-2016-00138 Kutatás Fejlesztési projekt, az EURO VII kibocsátási szabványnak megfelelő **turbófeltöltő alkatrészek** kifejlesztésére



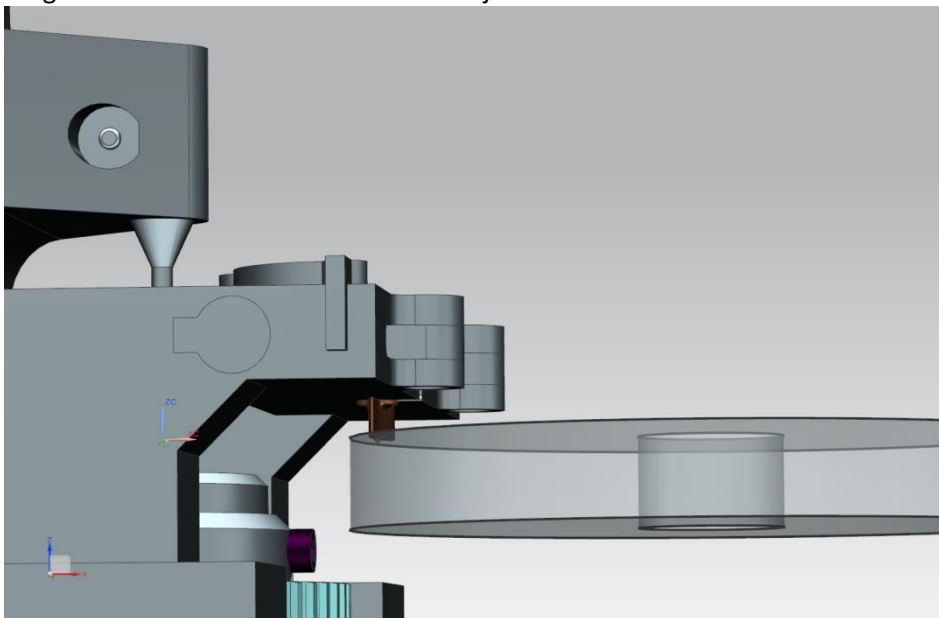
Az alkatrész a csúcsok között, a sárga színű menesztő csap forgat, a sötétkék profilos köszörűkő végzi a lapát hengerköszörülését. A hidraulika hengerek jelenleg ezt az üzemmódot preferálják.



A vezérelt lapát megfogó szerkezet, a hengerköszörülés után kihozza az alkatrészt a pozícióból a kúpleköszörülési pozícióba. A főorsó szerszámot cserél és egy fazék koronggal leköszörüli a szár alján lévő kúpot.

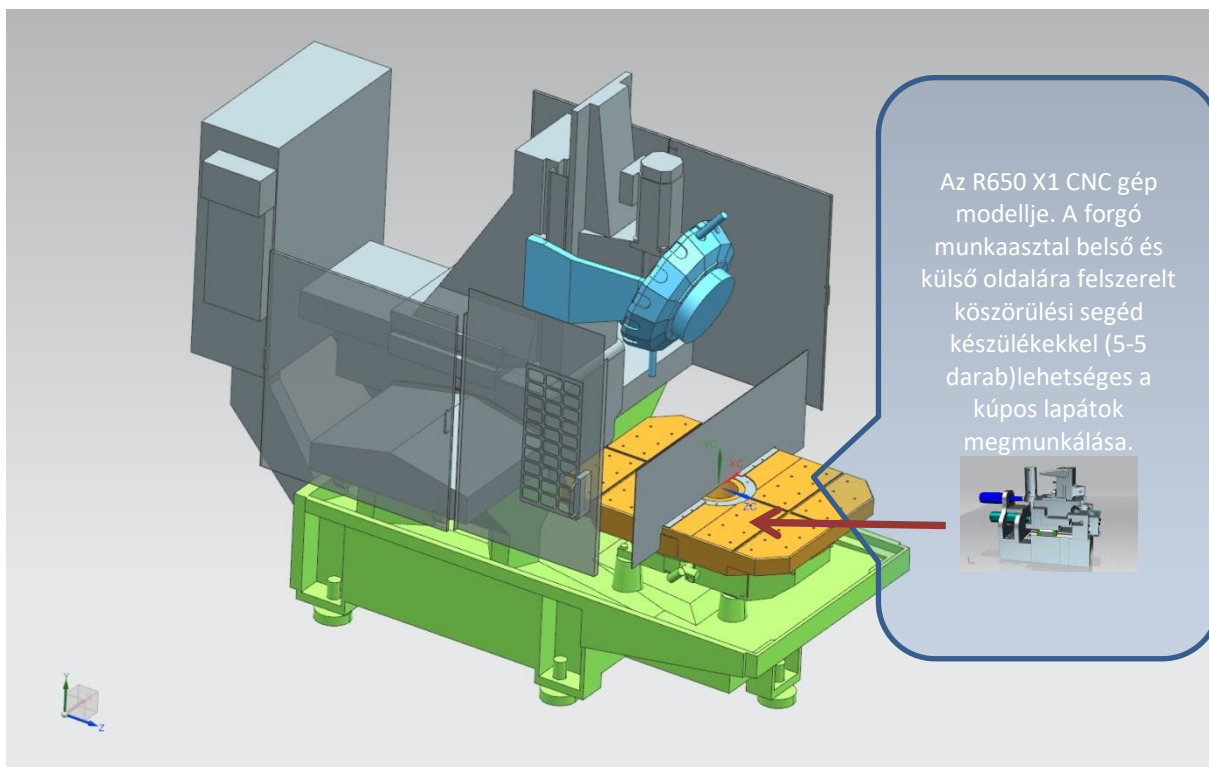
Szakmai beszámoló

VEKOP 2.1.1-15-2016-00138 Kutatás Fejlesztési projekt, az EURO VII kibocsátási szabványnak megfelelő **turbófeltöltő alkatrészek** kifejlesztésére



Ugyanaz a köszörűkő a másik oldalával elvégzi a lapát tetején lévő kúp leköszörülését. A kő ezután eltávolodik a kezdő pozícióba, a paletta kifordul és az operátor kézzel kiveszi a kész lapátot.

Mindezeket a mozgásokat a Brother-ral egybeintegrált szerszám végzi el a CNC géptől kapott parancsok alapján. A megmunkálási modellezés alapján el tudjuk dönteni a fröccsöntéshez szükséges szerszám tervezésének kritériumait.



Az R650 X1 CNC gép modellje. A forgó munkaasztal belső és külső oldalára felszerelt köszörülési segéd készülékekkel (5-5 darab) lehetséges a kúpos lapátok megmunkálása.

Szakmai beszámoló

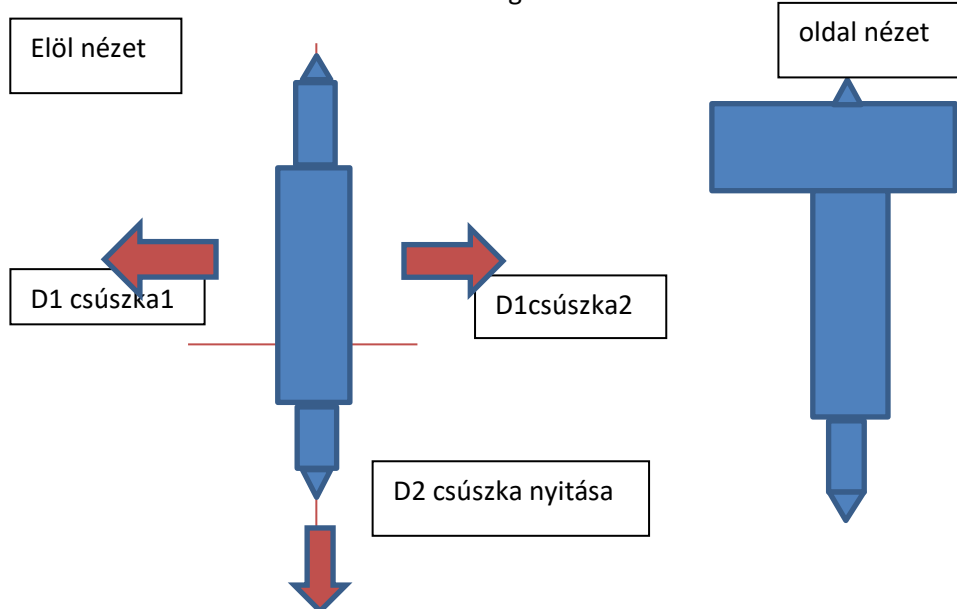
VEKOP 2.1.1-15-2016-00138 Kutatás Fejlesztési projekt, az EURO VII kibocsátási szabványnak megfelelő **turbófeltöltő alkatrészek** kifejlesztésére

A csúcsköszörülés megmunkálás teoretikus előtanulmánya alapján kialakulnak azok a megmunkálási ráhagyási paraméterek, amiket figyelembe kell venni a fröccsöntő szerszámnál. A csúcsköszörülési lapát modell az alábbiak szerint alakul.

- A két dimenziós gyártói rajz alapján ,CAD tervező szoftver segítségével el kell készíteni az alkatrész rajzi méretű modelljét.
- A modellen el kell végezni a ráhagyási kívánalmaknak való átalakítást
 - A csúcsos köszörülés 50 mikronos átmérő növelést kíván meg az átmérőkön átmérőkön(D1,D2)
 - A fejmagasságához hozzá kell adni azt a méretet amivel ideális a préselési folyamat,és tisztán leveszi a kúpot is a köszörű, maximum 60 mikront tervezünk
 - A lapát eredeti szárát úgy kell megrövidíteni, hogy tudván azt, hogy a fej préselése alatt egy szár nyúlás is létre jön(utazik a szár a készülékben). Az eredeti szárhosszt csökkenteni kell, de kevesebbel mint a harangszerszámnál, mert a szár végén lévő kúp leszedésnél tiszta felületet tervezünk köszörülni.
 - A szár végét a végleges méretű rádiuszra kell tervezni, mivel a csúcsköszörű koncepció nem csinál köszörült végrádiuszt , ezért ezt a fröccsöntő szerszámba kell beletervezni.

A majdani forgatási pontosság, „semmi kalimpálás” , magával hozza, hogy a D2 hengeren ne legyen szerszám osztásból származó lenyomat, egy osztatlan henger forma adja meg az alakot.

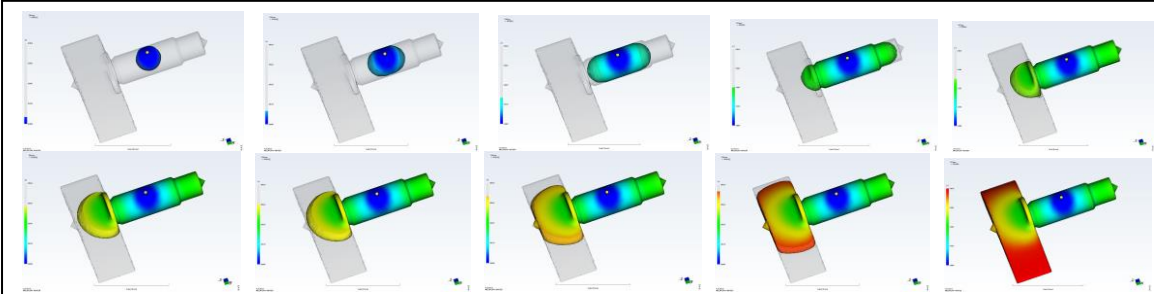
- Az elkészült modellre a MIM zslugort fel kell vezetni



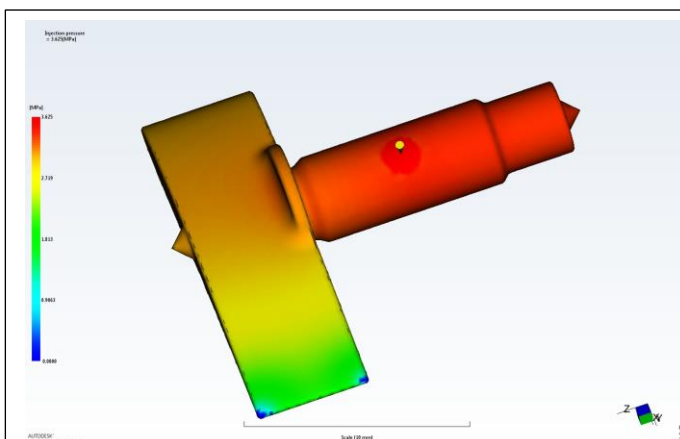
Szakmai beszámoló

VEKOP 2.1.1-15-2016-00138 Kutatás Fejlesztési projekt, az EURO VII kibocsátási szabványnak megfelelő **turbófeltöltő alkatrészek** kifejlesztésére

A szerszámtervezést megelőző fröccsöntési szimuláció segítségével ellenőrizzük a meglövési pont helyességét.



A fenti képsorozat mutatja a fészek kitöltődésének dinamikáját. A kis sárga pont a tervezett beömlőnek a helye, amennyiben ez nem megfelelő, akkor egy extrém hosszú feltöltődési idő eredményt fog adni a szimuláció. Az elméleti befroccsöntési idő 6 század másodperc is lehetne, ez igen kiváló előzetes eredmény, tehát a szerszám tervezésénél ez a beömlő geometria megfelelő lesz.

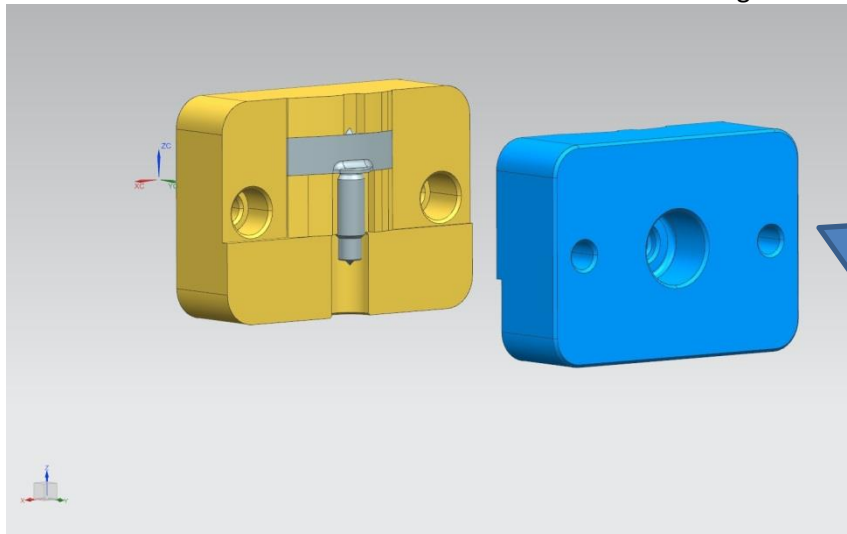


A másik szempont a fészekben lezajló elméleti nyomásesés, itt a fröccsöntés alatt fellépő átlagos fröccsnyomáshoz viszonyítunk. Ez az érték a fészekben 300-800 bar között van MIM fémfröccsöntés esetén. Ehhez az értékhez képest egy tízes értékrendű nyomásesés megengedhető. A képen 3,6 Mpa nyomásesés látható ez 3bar Bar értéknek felel meg, tehát a beömlő elhelyezés megfelelő lesz.

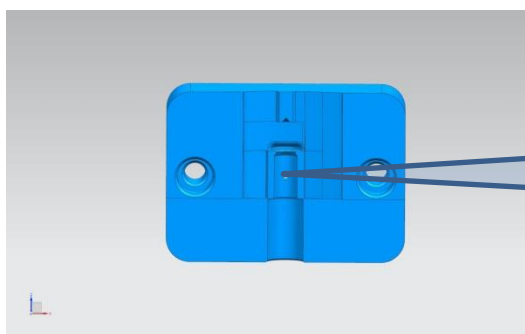
Szakmai beszámoló

VEKOP 2.1.1-15-2016-00138 Kutatás Fejlesztési projekt, az EURO VII kibocsátási szabványnak megfelelő **turbófeltöltő alkatrészek** kifejlesztésére

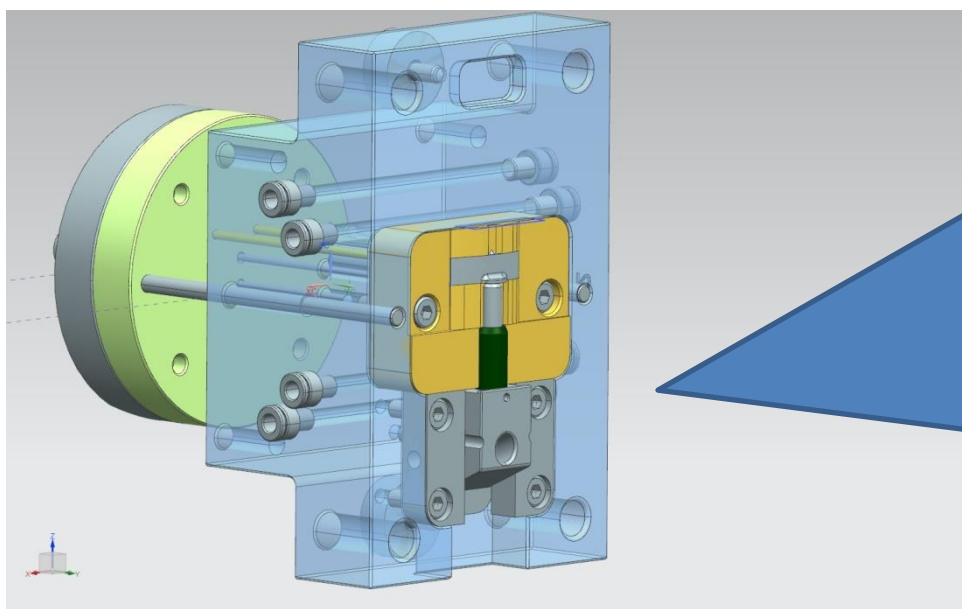
Szerszám tervek a csúcok közötti köszörülés módszernek megfelelően.



A megtervezett csúcsos turbólapát a „köré tervezett” álló és mozgó oldali formabetétekkel.



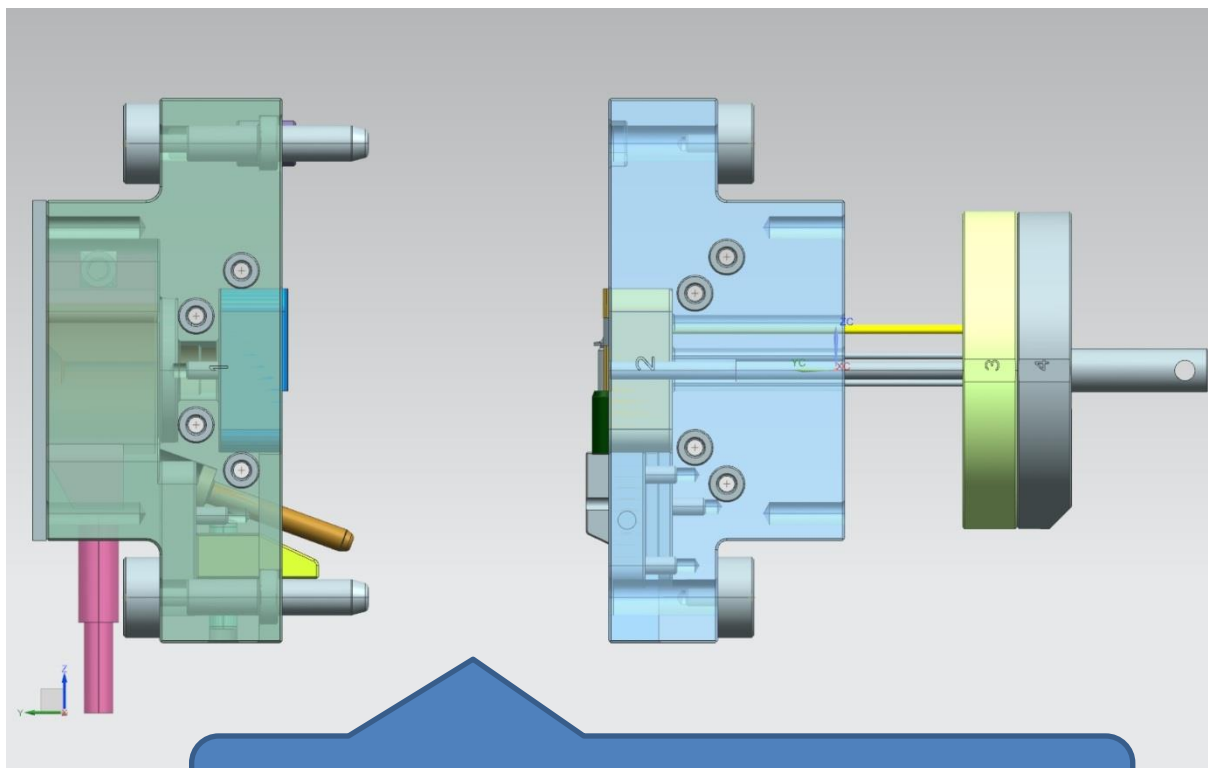
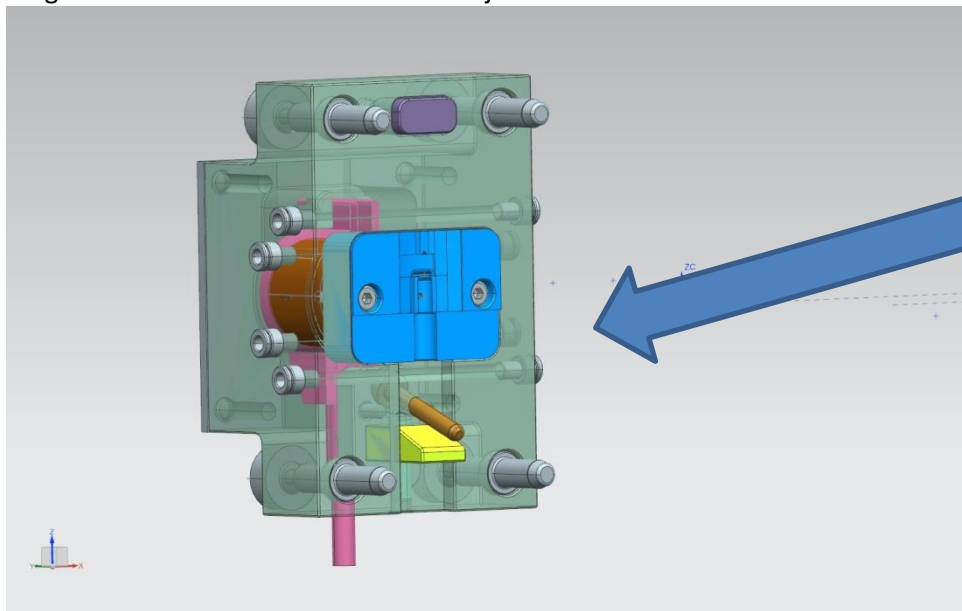
A beömlő oldali betét, közepén a beömlési ponttal. Ez a tulajdonság volt leellenőrizve a kitöltési szimulációval



A kilövő oldali szerszámfél, a kifröccsöntött darabbal együtt, az alkatrész a betétben látszik, a zöld színű elem takarja az alsó kúpot. Az előzetes koncepcióban ez az a csúszka elem ami egy osztatlan hengerből áll.
A beömlő oldali szerszám fél a beszerelt álló oldali formabetéttel.

Szakmai beszámoló

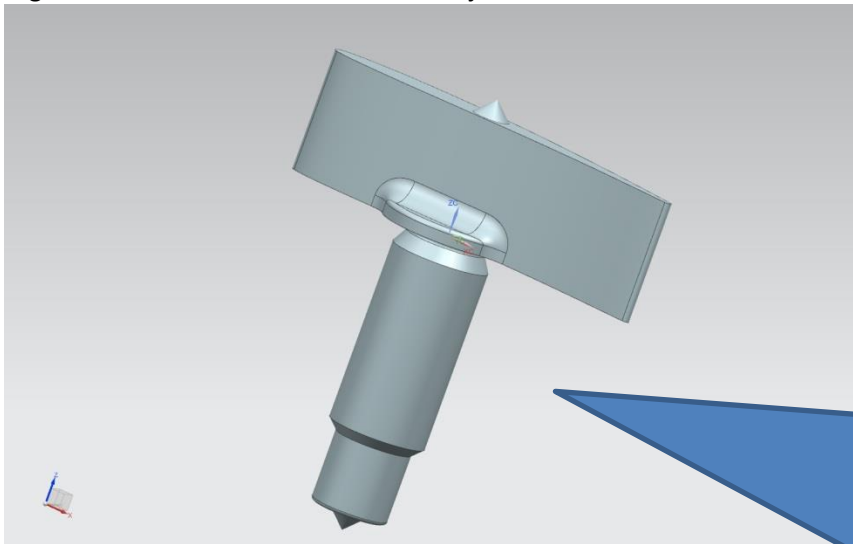
VEKOP 2.1.1-15-2016-00138 Kutatás Fejlesztési projekt, az EURO VII kibocsátási szabványnak megfelelő **turbófeltöltő alkatrészek** kifejlesztésére



A BABYPLAST mikro fröccsöntő gépre megtervezett szerszám kész modellje

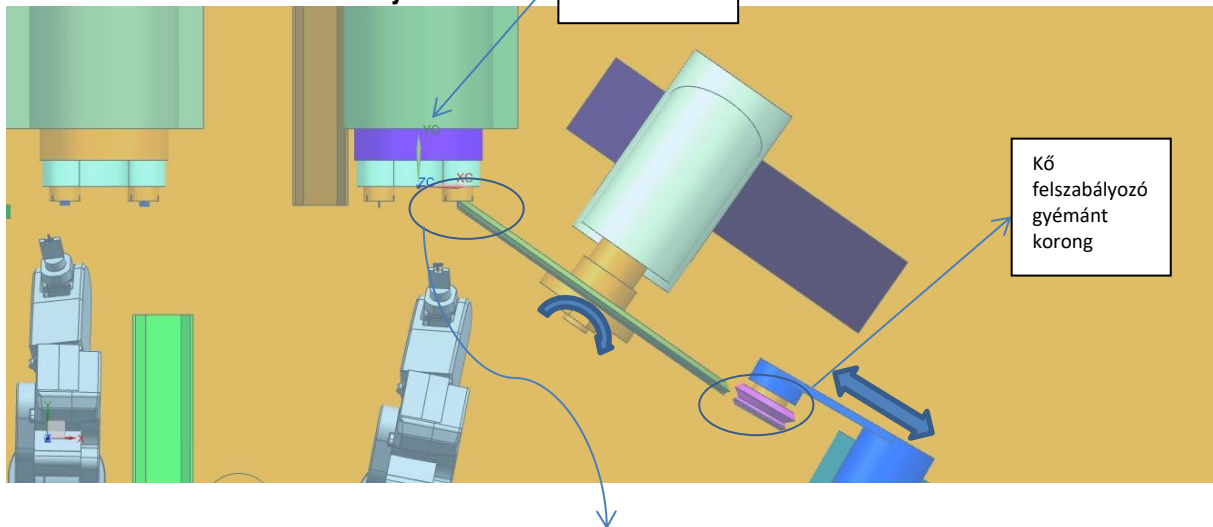
Szakmai beszámoló

VEKOP 2.1.1-15-2016-00138 Kutatás Fejlesztési projekt, az EURO VII kibocsátási szabványnak megfelelő **turbófeltöltő alkatrészek** kifejlesztésére



A fröccsöntő szerszámmal gyártandó termék, lapát 3 dimenziós modellje. Mind a szár alján, mind a tetején jól látszik a csúcsok közötti forgatáshoz elengedhetetlen kúp.

A direkt köszörülés cella modellje

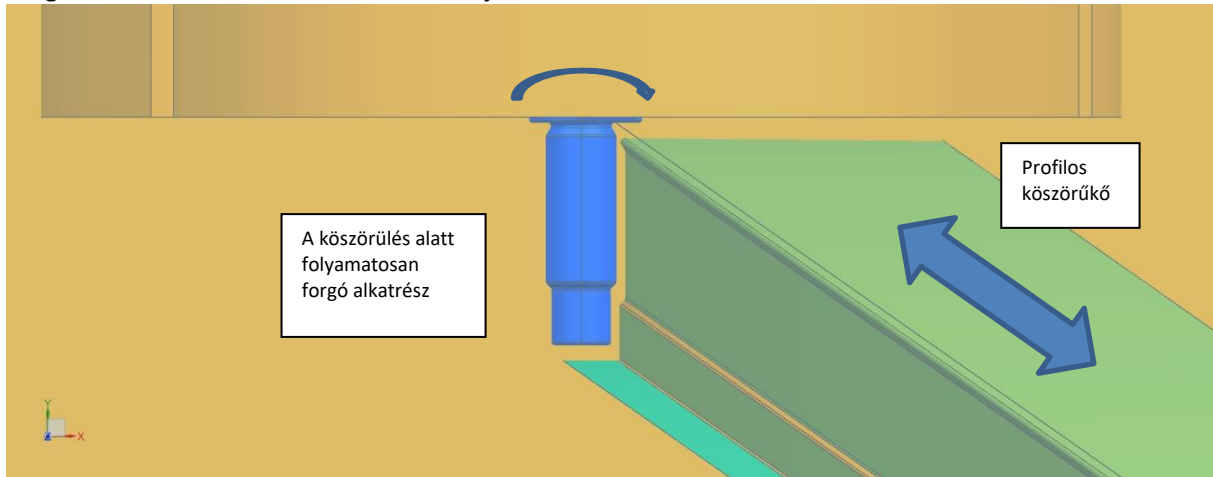


Iker befogók, a lapátprofilot fogják meg

Kő felszabályozó gyémánt korong

Szakmai beszámoló

VEKOP 2.1.1-15-2016-00138 Kutatás Fejlesztési projekt, az EURO VII kibocsátási szabványnak megfelelő **turbófeltöltő alkatrészek** kifejlesztésére



Egy nagy átmérőjű 600 mm-es profilra vágott koronggal, egy a zászló profilt megfogó forgó befogóhoz közelítünk, érintés után köszörülünk. A lapátszár végét is a kőre vágott profil készíti el. A köszörű korong anyaga alumínium oxid, a korong folyamatosan kopik, ezért egy gyémánt koronggal minden egyes ciklusban fel kell szabályozni a profilt. Ez a kopás elég nagy mértékű az alkatrész kalimpálása miatt, és a többi módszerhez hasonlítva nagyobb köszörülési ráhagyás miatt. A felszabályzó gyémánt által megtett utat a gép méri, és kiszámolja a szabályozás utáni új kőátmérőt. A csökkenő kőátmérőt, a folyamatban egy új kiindulási pozíció kalkulációjával veszi figyelembe. Az elkészült lapátok egy iker befogóban vannak, ez egyik befogó forog, és ott folyik a köszörülés, a másik befogó áll, és a kész darabot a robot manipulátor átrakja a következő műveletbe. A másik iker befogó a még megmunkálatlan lapát tető síkköszörülésében segít, egy külön robot a kitérőzéstől gondoskodik. A rendszer hűtő-kenő folyadék a vízbázisú emulzió.

Várható előnyök

- A csúcsok közötti megfogáshoz képest egyszerűbb a megfogás, csak a szárnyprofilra kell ráfogni.
- A hegesztendő vég egyszerre készül el a szárral
- Teljesen automatizálható a rendszer.
- Automata kőszabályzás lehetséges

Várható hátrányok

- Túl nagy ráhagyás a darabon, erős kőkopás.
- Nagyon drága hardver, a gépezet összetettsége miatt, árban elérheti az 1 Millió eurót is.
- Kis mintás kísérleti modell kialakítható az előzetes elemzésekhez
- A fröccsszszám, itt lesz a legkevésbé bonyolult.

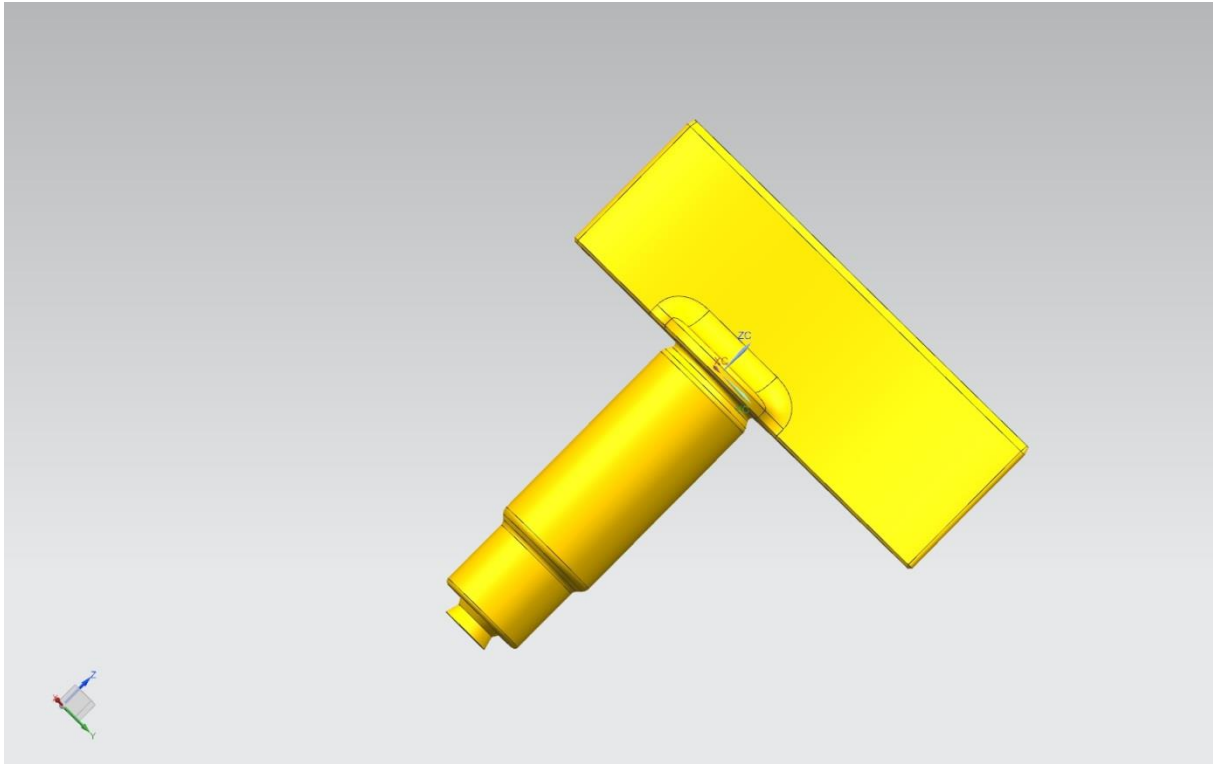
A fröccsöntő szerszám megtervezéséhez az alkatrész modellen az előzetes átalakítások a következők lesznek

- A D1, D2 átmérőre 300 mikron növekedést hozzá kell adni
- A fejmagassághoz 400-500 mikron fejnövekedést kell hozzáadni
- A galléron vastagítani kell, mivel a szárköszörülés után, az egy megmaradó méret lesz, így erre előre oda kell figyelni.
- A szárnyprofil előre meg kell csinálni a zsugor anomáliák elkerülése végett.
- A szárhosszon növelni kell és végbeömlővel kell ellátni.
- Szimulációval le kell ellenőrizni a modell meglövési pozíció jóságát

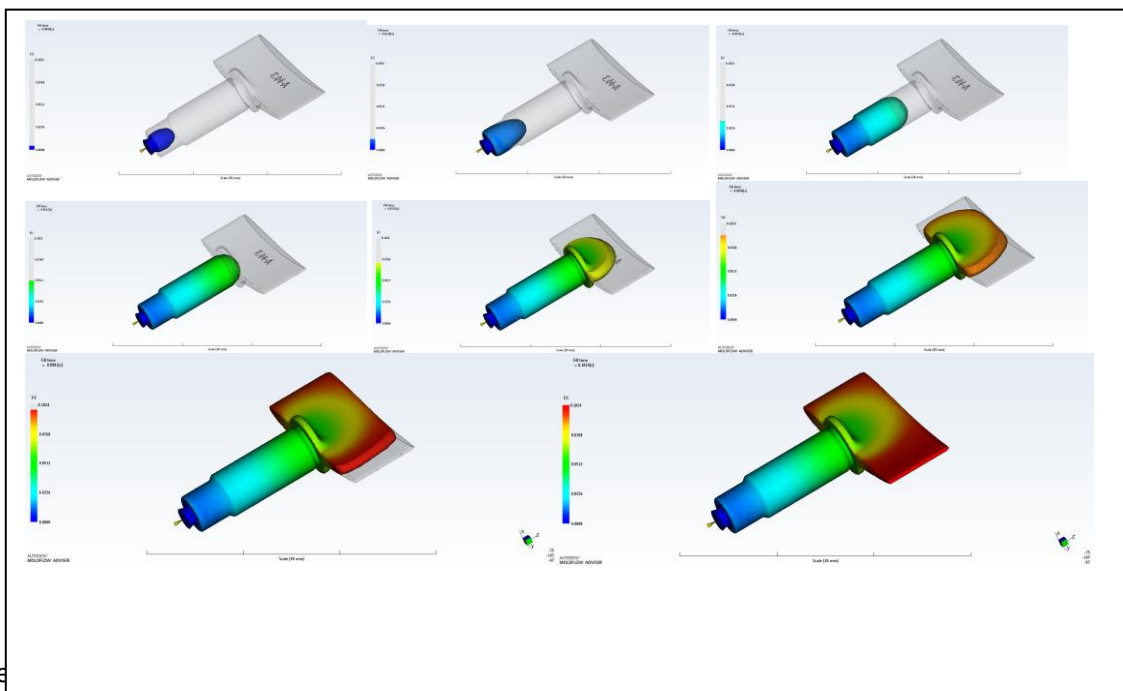
Szakmai beszámoló

VEKOP 2.1.1-15-2016-00138 Kutatás Fejlesztési projekt, az EURO VII kibocsátási szabványnak megfelelő **turbófeltöltő alkatrészek** kifejlesztésére

- A zsugor tényezőt rá kell adni a modellre



A szimulációk

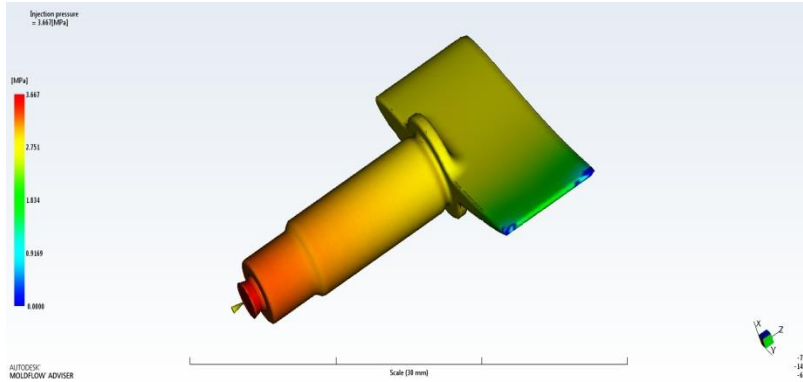


A fe...
 beomlonek a helye, ami jelen esetben a lapat alján van. Azert lehet most idetenni a beomliesi pontot, mert a kis kúpocska geometria ennél a megmunkálásnál nem létezik. Ha az elhelyezés nem megfelelő, akkor egy extrém hosszú feltöltődési idő eredményt fog adni a szimuláció. Az elméleti

Szakmai beszámoló

VEKOP 2.1.1-15-2016-00138 Kutatás Fejlesztési projekt, az EURO VII kibocsátási szabványnak megfelelő **turbófeltöltő alkatrészek** kifejlesztésére
befröccsöntési idő 1 tized másodperc is lehetne, ez szintén igen jó előzetes eredmény, tehát a szerszám tervezésénél ez a beömlő geometria megfelelő lesz.

A fészekben lezajló nyomások szimulációja

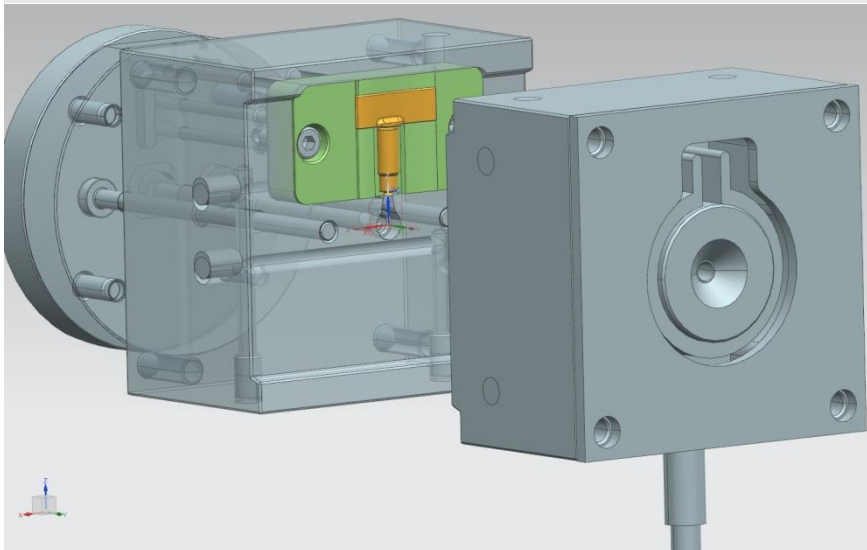
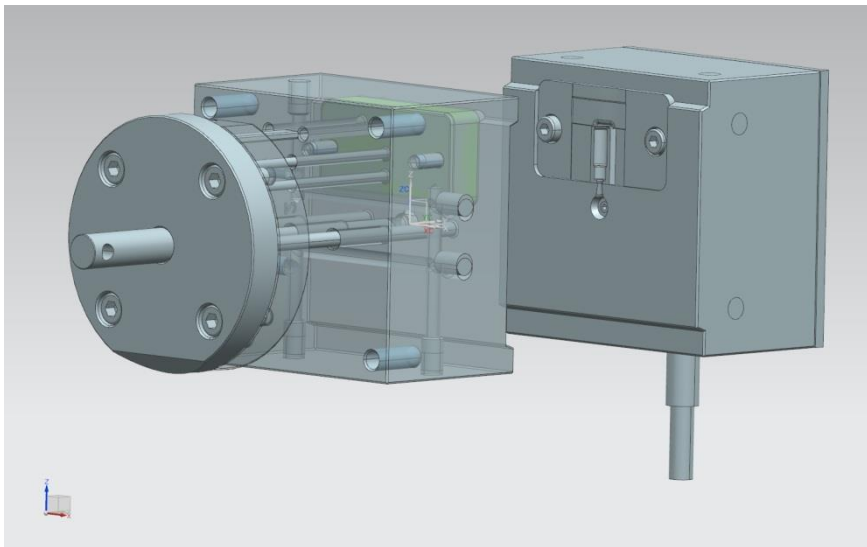
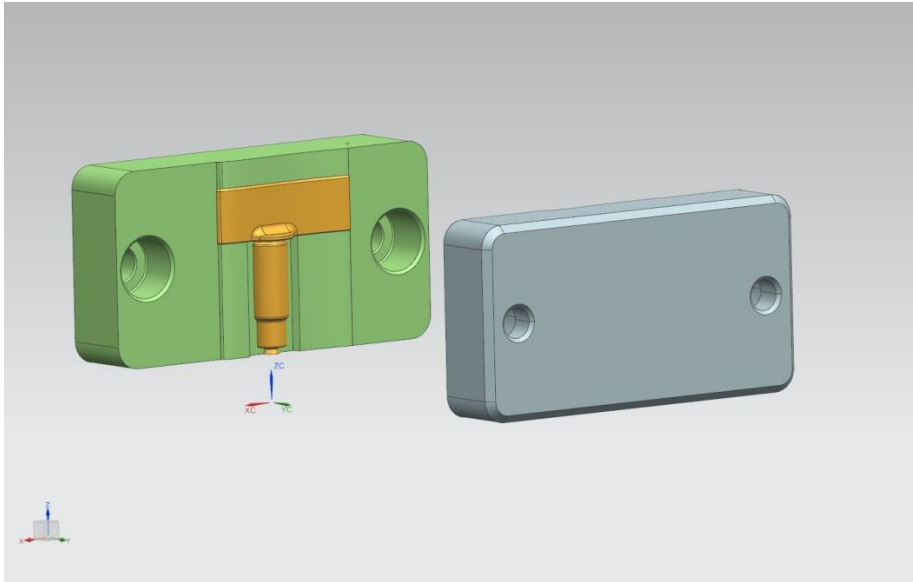


Az előző képen látszik a fészekben lezajló elméleti nyomásesés, itt a fröccsöntés alatt fellépő átlagos fröccsnyomáshoz viszonyítunk. Ez az érték a fészekben 300-800 bar között van MIM fémfröccsöntés esetén. Ehhez az értékhez képest egy tízes értékrendű nyomásesés megengedhető. A képen 3,6 Mpa nyomásesés látható ez 36 bar értéknek felel meg, tehát a beömlő elhelyezés megfelelő lesz.

A szerszámot, a szimulációnak megfelelő lapát alkatrész köré tervezzük, így a szár alján lesz a meglövés, minimális angusz beömlőn keresztül. Csúszka nem lesz a szerszámban, egyszerű zár-nyit konstrukciót kell készíteni.

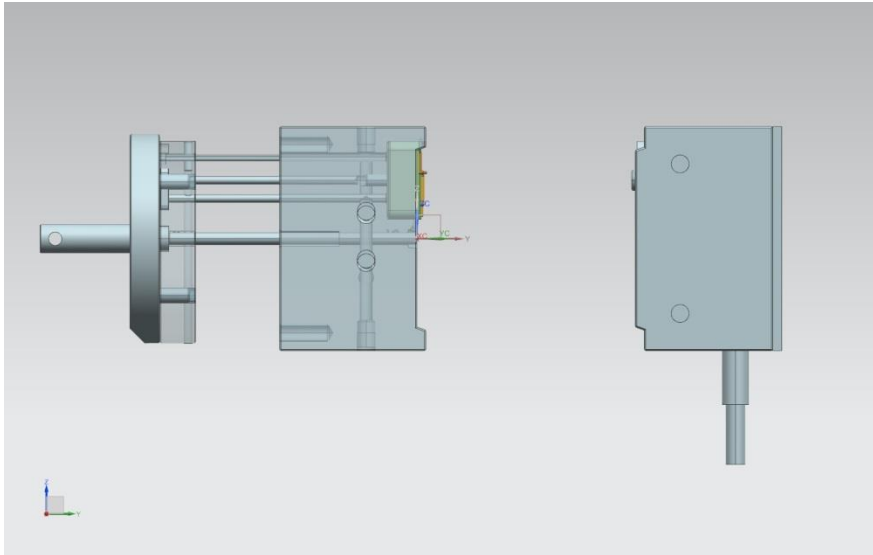
- A két dimenziós gyártói rajz alapján ,CAD tervező szoftver segítségével el kell készíteni az alkatrész rajzi méretű modelljét.
- A modellen el kell végezni a ráhagyási kívánalmaknak való átalakítást
 - A direkt köszörülés 300 mikronos átmérő növelést kíván meg az átmérőkön átmérőkön(D1,D2)
 - A fejmagasságához hozzá kell adni azt a méretet amivel ideális a fejköszörülési folyamat,és tisztán leveszi a síkot a köszörű, maximum 300 mikront tervezünk
 - A lapát eredeti szárát úgy kell beállítani, hogy foltmentesre lehessen a véget is köszörülni.
 - a végletekig nem lehet növelni a ráhagyásokat mert növeljük a kő terhelését

Szakmai beszámoló
VEKOP 2.1.1-15-2016-00138 Kutatás Fejlesztési projekt, az EURO VII kibocsátási szabványnak megfelelő **turbófeltöltő alkatrészek** kifejlesztésére



Szakmai beszámoló

VEKOP 2.1.1-15-2016-00138 Kutatás Fejlesztési projekt, az EURO VII kibocsátási szabványnak megfelelő **turbófeltöltő alkatrészek** kifejlesztésére



Az eddigiek összefoglalása

- Az bemutatott teóriák alapján, eldöntöttünk háromféle lehetséges megmunkálási módot.
- A három féle megmunkáláshoz három különböző geometriájú, de ugyanazt a várható végeredményt adó alkatrészekre lesz szükségünk.
- A három féle alkatrészhöz három különböző fröccs szerszámot kell tervezni, és gyártatni
- A folyamatok elindításához kitöltési szimulációkkal bizonyítottuk a háromféle prototípus megvalósíthatóságát.

További tennivalók

- A szerszámok megléte után, fémfröccsöntéssel darabokat kell előállítani. három verzióban.
- A fröccsöntéshez különböző paraméterű alapanyag keverékeket használhatunk, a majdani optimális kiválasztása érdekében.
- A fröccsöntéshez a gyártás alatti optimalizálási tesztekkel kell végrehajtani. Meg kell kapni az ideális paramétereket amik a kötőanyag kivonás és szinterezés szempontjából is alkalmasak....DOE kísérletek
- A kötőanyag kivonási paramétereket is meg kell határozni, az optimális súlyvesztés, áztatási idő, áztatási hőfok, hogyan befolyásolnak.....

A tevékenységek időrendi elvégzésének naplózása, gant diagramm, mentén kell haladni.....2017 szept 1-től indulunk.....Kimit csinál....Alátámasztó dokumentumok, egy halommal....

A fentiek alapján a fejlesztéshez szükséges legalább három darab fröccsöntő szerszámok megrendelése gyártatása.

Szakmai beszámoló
VEKOP 2.1.1-15-2016-00138 Kutatás Fejlesztési projekt, az EURO VII kibocsátási szabványnak megfelelő **turbófeltöltő alkatrészek** kifejlesztésére

A fröccsöntés végrehajtása, a zöld darabok elkészítése.

A fröccsöntéshez szükséges egyéb anyag igények....

A fröccsöntési paraméterek megállapítása DOE kísérletekkel.....

A kötő anyag kivonás DOE kísérletei-----

A szinterezés.....

Egyedi köszörülési tesztek , megmunkálások prototípus környezetben.

A megmunkálási kísérletek konklúziói

A végleges dizájn meghatározása, a projekt befejezése.....

kémia analízis
szövetszerkezet
keménység vizsgálat
mérési eredmények

Szakmai beszámoló
VEKOP 2.1.1-15-2016-00138 Kutatás Fejlesztési projekt, az EURO VII kibocsátási szabványnak megfelelő **turbófeltöltő alkatrészek** kifejlesztésére