



Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem
Kaposvári Campus
Gépészmérnök Szak

MŰANYAG SZEGECSELŐ SZERSZÁM
REKONSTRUKCIÓS TERVEZÉSE

Belső konzulens: Dr. Kári-Horváth Attila

Egyetemi docens

Külső konzulens: Bencsik Barnabás

Központi TMK vezető

Készítette: Ihárosi Dániel

CUNKVZ

Nappali

Intézet/Tanszék: Műszaki Intézet/

Anyagtudományi és Gépipari Folyamatok

Kaposvár
2025

MŰSZAKI INTÉZET
GÉPÉSZMÉRNÖK ALAPSZAK
Gégyártó specializáció

SZAKDOLGOZAT
feladatlap

Ihárosi Dániel (CUNKVZ)

részére

A szakdolgozat címe:

Műanyag szegecselő szerszám rekonstrukciós tervezése

Feladatkiírás:

Bevezetés, cégbemutató, szakirodalom feldolgozás, probléma bemutatása, a gyártósor rekonstrukciós tervezése, készülék tervezés, dokumentáció készítés, gazdasági számítás, összefoglalás.

Közreműködő tanszék: Anyagtudományi- és Gépipari Folyamatok

Külső konzulens: *Bencsik Barnabás, Központi TMK vezető, VIDEOTON Elektro-PLAST Kft.*

Belső konzulens: *Dr. Kári-Horváth Attila, egyetemi docens, Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem, Műszaki Intézet*

Beadási határidő: 2025. november 04

Gödöllő, 2025. szeptember 08

Jóváhagyom

Zsolt László

(tanszékvezető)

(szakfelelős)

Átvettem

Ihárosi Dániel

(hallgató)

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

Gödöllő, 2025.

Bencsik Barnabás

(külső konzulens)

Tartalom

1.	Bevezetés	5
2.	Cégbemutatós.....	6
3.	Szakirodalom feldolgozása.....	7
3.1.	Kötések	7
3.2.	A szegecs kötés általánosságban	8
3.3.	A műanyag szegecselés	9
3.4.	Műanyag szegecselés tervezésének alapjai	12
3.5.	A szegecs anyagminősége	14
4.	Probléma bemutatása	17
4.1.	A gyártás folyamatának és felépítésének áttekintése.....	17
4.1.1.	Gép szerkezeti felépítése	17
4.1.2.	Munkamenet felépítése.....	18
4.1.3.	A gyártósor meghibásodása	21
4.1.4.	Szükséges átervezések.....	22
5.	Tervezés/A probléma megoldása.....	23
5.1.	Régi konstrukciók bemutatása	23
5.2.	Új részegység tervezése	28
5.3.	Az új konstrukció tesztüzem dokumentálása.....	45
6.	Gazdasági számítás	47
6.1.	A részegység gyártásának költségei	47
6.2.	A részegység megtérülése.....	48
7.	Összefoglalás	49
8.	Summary.....	50
9.	Nyilatkozatok.....	51
10.	Irodalomjegyzék	58

11. Mellékletek jegyzéke	62
--------------------------------	----

1. Bevezetés

A korszerű gépipari gyártás és üzemeltetés egyik meghatározó eleme a gépek és berendezések állapotának nyomon követése, karbantartása, valamint szükség esetén azok felújítása, korszerűsítése vagy teljes körű rekonstrukciója. A mai világban, ahol az összes iparban, automatizált munkafolyamatok számának növelése a cél, ezzel együtt a gazdaságos üzemeltetés iránti igény egyre gyakrabban teszi szükségessé a régebbi típusú gépek áttervezését, alkatrészeinek újra gyártását vagy a már meglévő rendszerek ráncfelvarrását.

A gépészmérnöki gyakorlatban kiemelt szerepet kap a rekonstrukciós tervezés, amely nem csupán egy adott gép állapotának felmérését, hanem annak részletes műszaki dokumentációját, a géppel szemben felállított igényeket, működési folyamatának megértését és lépéseit is magában foglalja. Ez a munka különleges mérnöki szemléletet és precíz tervezői munkát igényel, hiszen a meglévő struktúrához illeszkedve kell olyan megoldásokat kidolgozni, amelyek megfelelnek a mai elvárásoknak, miközben gazdaságosan kivitelezhetők.

Szakedolgozatom célja, hogy az általam kiválasztott gép részegységét olyan módon újra tervezzem, hogy az minden olyan szempontból, ami kritikus pont volt az előző verzióban, az igényeknek megfelelően működjön és a konstrukciós hibákat teljes mértékben megszüntessem. A dolgozat során részletesen ismertetem a gép jelenlegi állapotát, működését a kellő részletességben, a fennálló problémát és annak következményeit, szükséges mérések és vizsgálatok eredményeit, valamint a tervezési folyamatom lépéseit a modellezéstől kezdve a tervezett megoldás műszaki dokumentációjáig. A hazai és nemzetközi szakirodalmat áttekintem a kapcsolódó témakörökben, ezek mellett, a választott anyagokat, technológiai szempontokat és a gyárthatósági szempontokat ismertetem, a szükséges gazdasági számításokat elvégzem.

A dolgozat célja nem csupán a rekonstrukció műszaki megoldásainak prezentálása, hanem annak igazolása is, hogy a gép vagy részegység tervezett módosítása hozzájárul a hatékonyabb, biztonságosabb és megbízhatóbb működéshez. Szakedolgozatom elkészítése során a „Solid Edge ST10” és „Inventor” tervező programot használtam alkatrészeim tervezéséhez és a műszaki rajzok elkészítéséhez.

2. Cégbemutató

A Videoton Elektro-Plast Kft. (2.1 ábra) a Videoton cégsoport tagjaként Magyarország legnagyobb, magyar magántulajdonban lévő ipari vállalatcsoportjához tartozik. A vállalat szolgáltatásai köre rendkívül sokrétű, többek között konyhai berendezések, kis háztartási gépek, szépségápolási és baba-mama termékek, ezek mellett, prémium audió eszközök, valamint mobilakkumulátoros szabadidős termékek gyártására specializálódott.

2.1. ábra A VIDEOTON Elektro-Plast Kft.



A gyártási folyamatokat a vállalat szigorú minőségirányítási elvek mentén szervezi, ennek érdekében folyamatos beruházásokat hajtanak végre a termelési kapacitás növelése és az automatizáció fejlesztése érdekében. Ennek támogatására egy online adatgyűjtő rendszert is bevezettek, amely segíti az üzemek közötti hatékony adatkezelést és folyamatoptimalizálást.

A Videoton Elektro-Plast Kft. gyártás mellett, hanem jelentős mérnöki szolgáltatásokat is nyújt partnerei számára. Ezek közé tartozik a termékfejlesztés, a kutatás-fejlesztés, a prototípusgyártás különös tekintettel a 3D nyomtatási technológiák alkalmazására, valamint célgépek tervezése és azok gyártásba való bevezetése is.

3. Szakirodalom feldolgozása

3.1. Kötések

A kötőgépelemek használatánál, két vagy több szerkezeti elemet összekötünk, ezek a kötések szerelhetőségi szempontból, lehetnek oldható és nem oldható kötések. [25] Az oldható kötésekkel összekapcsolt szerkezeti elemeket az a tulajdonság jellemzi, hogy a kötés megbontásakor nem keletkezik semmiféle negatív változás a szerkezeti elemeken, máshogy fogalmazva roncsolás nélkül megbontható az elemek közötti kapcsolat. [19] Ezzel ellentétben vannak olyan szerkezeti elemek melyeket olyan kötésekkel láttak el, hogy az elemek közötti kapcsolat nem, vagy csak roncsolással bontható meg, ezeket nem oldható kötéseknek nevezzük. [6.,25.]

Az 1. táblázat pár általánosságban is használt kötésfajtát tartalmaz, oldhatósági szempontból megközelítve:

1. táblázat: Kötésfajták

<i>Kötések oldhatóság szerinti csoportosítása</i>	
Oldható kötések	Nem oldható kötések
Csavarkötés	Szegecskötés
Ékkötés	Hegesztett kötés
Reteszkötés	Forrasztott kötés
Bordáskötés	Ragasztott kötés
Csapszegkötés	Zsugorkötés

A kötések megkülönböztethetőek típusaik szerint is, ezek a típusok az alakzáró, erőzáró anyagzáró kötések lehetnek. Az alakzáró kötési fajtánál az alkatrészek úgy illeszkednek egymásba, hogy azok nem tudnak elmozdulni, ezért a kötés fenntartásához nincs szükség külső erőre, ilyen kötés például a retesz kötés. Az erőzáró kötésnél olyan kapcsolat jön létre, amely az alkatrészek közötti szorítóerő és a súrlódás miatt alakul ki.

Itt az összekötött részek a közöttük ható nyomóerő által tapadnak össze, és ez akadályozza meg az elmozdulást, ilyen kötés például a csavar kötés. Az anyagzáró kötés során az alkatrészek anyaga molekulárisan egyesül, így jön létre a tartós kapcsolat. Ez a kötéstípus nem oldható, mivel a részek között tényleges anyagfolytonosság jön létre, ilyen kötés például a hegesztés, amely egy oldhatatlan kohéziós kötés. [3.,6.,19.,25]

Szakedolgozatom témájával kapcsolatban az én esetemben a szerkezeti elemek összekötéséhez egy nem oldható alakzáró kötést alkalmaznak, amely a szegecskötés, és annak is egy speciálisabb fajtája.

3.2. A szegecs kötés általánosságban

A szegecselés, mint technológia a mai világban kötések között, egyre kevesebb teret fed le, mivel más technológiák ideértve, a ragasztást és a hegesztést több szempontból is jobban teljesítettek. [7.,13.] A hegesztett szerkezetekkel szembe állítva a szegecselt szerkezeteket, a szegecselt előállítás sokkal költségesebb, munkaidő tekintetében több időt emészt fel az elkészítése, súlya és mérete is nagyobb a hegesztett szerkezeteknél, ezek mellett a szegecsfurat készítése gyengíti az anyagszerkezetet, és a furatok feszültséggyűjtő helyeket foglalnak magukban. [19.,23.]

A fentebb említett sok negatívum ellenére, a mai világban is vannak olyan ipari területek, ahol, még mindig a szegecskötést részesítik előnyben, mivel vannak olyan területek, ahol a hegesztési varratok készítése helyhiány miatt nem megoldható, vagy a hegesztés során keletkező hő olyan mértékben változtatja meg az anyag szerkezetét, hogy az kívül esik a megfelelő anyagminőségi tartományból, ilyen esetben nagy előnyt élvez a szegecselési technológia. [7.,10.,19.,23]

A szegecselést napjainkban is széles körben alkalmazzák. A repülőgépgyártásban például nagy szilárdságú alumíniumötvözetből készült alkatrészeket rögzítenek így a repülőgépek sárkányszerkezetéhez. A műszeripar is használja ezt a kötési módot a különböző műszerelemek összekapcsolására. A könnyűiparban pedig bőrből vagy műbőrből készült termékek például ruházati cikkek, cipők, illetve dísz tárgyak szegecselésére szolgál. A szegecselés tehát ma is elterjedt, kedvelt és tartós, nem oldható kötési eljárás a gépgyártás, javítás, szerelés és a könnyűipar területén. [7.,8.,12.,23]

A szegecsek anyagválasztásánál nagyon fontos szempont megvizsgálni elektrokémiai tekintetben a két anyag korrodálását, ha például két különböző fémeket szegeccselünk össze, például alumínium lemezt réz szegeccsel kötünk ezzel létrehozhatunk egy galváncellát, ebben az esetben a két fém közötti elektrokémiai potenciálkülönbség miatt galvánelemként viselkedne a két anyag ezzel korróziót előidézve gyengítené az anyagszerkezetet. A szegecsek anyaga döntő többségben acél, alumínium, vörös és sárgaréz szokott lenni, de mindig figyelni kell arra, hogy a szegeccselendő anyag és a maga a szegecs a lehető legnagyobb hasonlóságot hordozza magában az elektrokémiai korrózió tekintetében. [6.,9.,19.,20]

A 3.1. ábra néhány gyakran alkalmazott szegecsfej kialakítást szemléltet, amelyek az adott terheléshez vannak kialakítva, hogy a legmegfelelőbb kötést tudják biztosítani:

3.1. ábra Szegecskötések típusai



3.3. A műanyag szegeccselés

A műanyag szegeccselés egy olyan fajta mechanikus rögzítési módszer, melyet úgy alakítanak ki, hogy a szegecs szárára axiális erőhatást gyakorolva azt deformálják és ezzel a furatot/ lyukat kitöltve rögzíti az adott elemet egy szegecsfejet alkotva.

A fémek szegeccselési technológiája és a műanyag szegeccselési technológia között vannak kulcsfontosságú különbségek, mint például az, hogy a műanyag szegeccselésnél, nincs szükség külön szegecsre, vagy egyéb más segédanyagra a rögzítés elkészítéséhez. A technológia adta lehetőségek miatt így az alkatrésze, melyre rögzíteni szeretnénk más elemeket, különböző a testből kiálló hengereket (tűskéket) és bordákat alkalmaznak melyekből a szegecskötés keletkezik.

A műanyag szegecselést legtöbbször nyomtatott áramkörök, fémlemezek és egyéb kisebb részegységek műanyag alkatrészbe való rögzítésekor alkalmazzák, pár példa látható a 3.2 ábrán. [5.,11.,12.,13.,23.,24]

3.2 ábra Műanyag szegecselésnél előforduló anyagkapcsolatok



A műanyag szegecselés előnyei

A technológia előnyei közé sorolható a magas szintű megbízhatóság. Az eddigi tapasztalatok alapján a kötés nagyon minimális százalékban hibásodik meg, ezek mellett nagyon jól ellenáll a sok ideig tartó rezgő terheléseknek, és az ilyen fajta szélsőséges körülményeknek. Általánosságban ezeket a rögzítési fajtákat sorozatgyártásban szokták alkalmazni, mivel jellemzően egyszerre több ponton is lehet szegecskötést készíteni, ezzel a hatékonyságot nagyban javítva. Előnyeihez sorolható még az, hogy elkészítése egy gyors és energiatakarékos folyamat. A munka minőségének az ellenőrzését ideértve a szegecsfej kialakításának minőségét a kötés pontosságát, a legtöbb esetben egyszerűen meg lehet állapítani szemrevételezési módszerrel. [11.,12.,23.,24]

A műanyag szegecselés hátrányai

Hátrányaihoz sorolható az, hogy minden ilyen alkatrészhez, melyhez ilyen módon szeretnénk rögzíteni plusz elemeket, külön specifikusan kell szegecselő berendezéseket,

komplett szerszámokat tervezni és gyártani. Az egyik talán legfontosabb negatívuma a technológiának az, hogy javítani nagyon nehéz, több esetben nem is lehetséges. Ezek mellett fontos, hogy a tervezési fázisban nagy figyelmet kell fektetni a redundanciára, melynek lényege az, ha a konstrukcióban egy rögzítési pont meghibásodik, akkor egy másik tudja azt teljes értékűen pótolni azt úgy, hogy annak működésére ez a probléma ne legyen kihatással. [11.,13.,21.,24]

A műanyag szegecselési folyamatok típusai

A műanyag szegecselések típusai közül megkülönböztetünk külön fajta eljárásokat. Általánosságban a legtöbb esetben a forró olvadékos technológiát alkalmazzák, a konstrukció béli egyszerűsége miatt. Vannak olyan speciális esetek, amikor fontos, hogy a hevítés fizikai kontakt nélkül valósuljon meg, ilyenkor alkalmazzák a forró levegős szegecselési fajtát, ahol a technológia során az alkatrészből kiemelkedő csapot (tüskét) irányított forró levegő segítségével felhevítik, majd az alakítószerszám ezt a kellő formára alakítja. Olyan esetekben, ahol a hőátadás az előbb említett módszerekkel nem megengedett, mert roncsoláshoz vezethet az alkatrészeknél akkor alkalmazzák az ultrahangos szegecselési fajtát, melynél technológia során az alkatrészből kiemelkedő műanyag csapot egy ultrahangos szerszám rezgésbe hoz, és nagy nyomással hat az anyagra így kialakítva a szegecsfejet. [10.,16.,13.,21.,24]

A forró olvadékos szegecselés

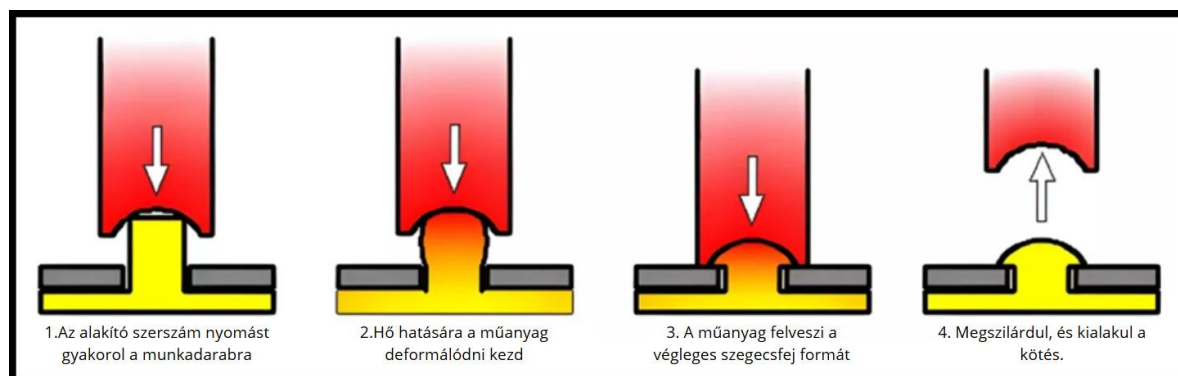
Olyan technológiai eljárásról beszélünk, amelynél elsősorban hőre lágyuló műanyag alkatrészeknél nem oldható kötéseket alakítanak ki. A módszer működése azon alapul, hogy a műanyag alkatrészből kiálló csapszerű részt (tüskét) hő hatására meglágyítják és ezután mechanikus úton axiális irányból nyomóerőt alkalmazva megfelelő formára alakítják. A kialakított fej lehűlése és megszilárdulása után stabil, tartós kötés jön létre a kapcsolt elemek között (3.3.árba). Az eljárás során nem alkalmazunk külső rögzítőelemet, mivel maga az alkatrész biztosítja a kötéshez szükséges anyagot.

A forró olvadékos szegecselés gyors, költséghatékony és jól automatizálható, így különösen előnyös nagy sorozatú ipari gyártási folyamatokban, mint például az autóiiparban, az

elektronikai eszközök burkolatainak rögzítésében, valamint háztartási műanyag termékek összeállításánál.

A technológia előnyei közé tartozik a megbízható kötési szilárdság, a jó esztétikai megjelenés, valamint a gazdaságosság anyagfelhasználás tekintetében, amelyek együttesen indokolják széleskörű alkalmazását. [4.,14.,15.,24.,26]

3.3 ábra Forró olvadékos szegecselés folyamata



3.4. Műanyag szegecselés tervezésének alapjai

Redudancia

A szegecskötések tervezésénél a redudancia fogalma alatt azt a tervezési formát értjük, ahol a kötést nem egyetlen szegecselési pont biztosítja, hanem több egymástól független szegecspont található egy szerkezeti összeköttetés folyamán ezzel biztosítva a kötés stabilitását. Az ok amiért erős szeretettel alkalmazzuk az ilyen kötések alkalmával az az, hogy ha valamelyik kötési pontnál egy szegecshiba lép fel, (beszélhetünk itt anyaghibáról, kiluzulásról, vagy akár külső hatás okozta deformációról) ami hatására az adott pontban lévő kötés elveszíti stabilitását, akkor a többi kötési pont továbbra is képes ellátni az eredetileg elvárt tartófunkciót. Ez a fajta megközelítés nem csak a fémes kötéseknel nagyon fontos, hanem műanyag szegecselés során is különösen akkor, ha az adott szerkezetet dinamikusan terheljük. [7.,11.,13.,19.,21.,24.,25.]

A nagy profilú félkör alakú szegecsfejek méretezése

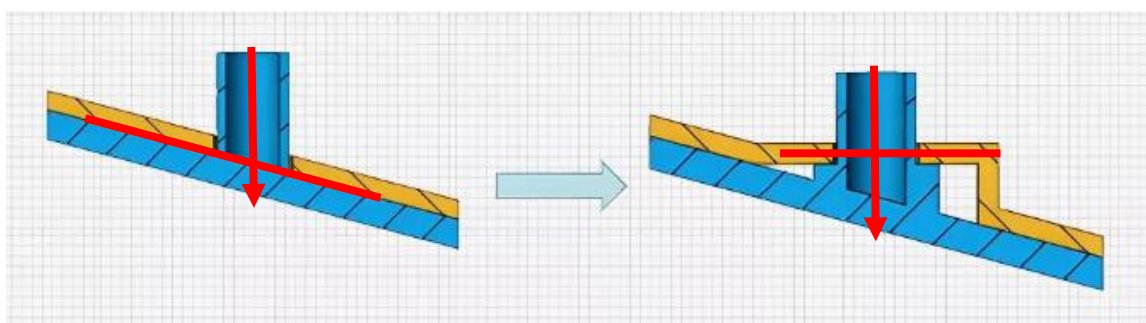
A nagy profilú félkör alakú szegecsfejek méretezésénél az alábbi irányelveket célszerű alkalmazni. A tüske átmérője ($D1$) legyen kisebb három milliméternél, viszont, a törés elkerülése miatt, a lehetőségek szerint legyen nagyobb, mint egy milliméter. A tüske kilógását ($H1$) egy képlet segítségével határozzuk meg, $1,5 \times D1$, vagy pedig $1,75 \times D1$. A szegecs fejének átmérőjét ($D2$) általában a tüske átmérőjének kétszeresével ($D1$) kell egyenlővé tenni, a szegecsfej magassága, pedig körülbelül a tüske átmérőjének ($D1$) 75 %-a szokott lenni. [11.,21.,22.,24]

Szegecsoszlopok tervezése ferde felületen

A szegecsoszlopok tervezésénél, vannak olyan helyzetek, amikor a megfelelő felfekvés minden ponton nem érhető el, csak akkor, ha különböző segédelemeket tervezünk bele az adott konstrukcióba (3.4.ábra).

Ilyen eset az, amikor a rögzítés pontja nem síkfelületre esik, hanem egy ferde felületen helyezkedik el. A megmunkálás során fontos figyelni arra, hogy a szerszám, amely a szegecsfej készítését végzi, mindenképp párhuzamos vonalon mozogjon a tüske tengelyével, és azzal egy síkban is legyen, így elérhető a megfelelő kötés készítése. [11.,12.,21.,24]

3.4. ábra Szegecsoszlopok ferde felületen

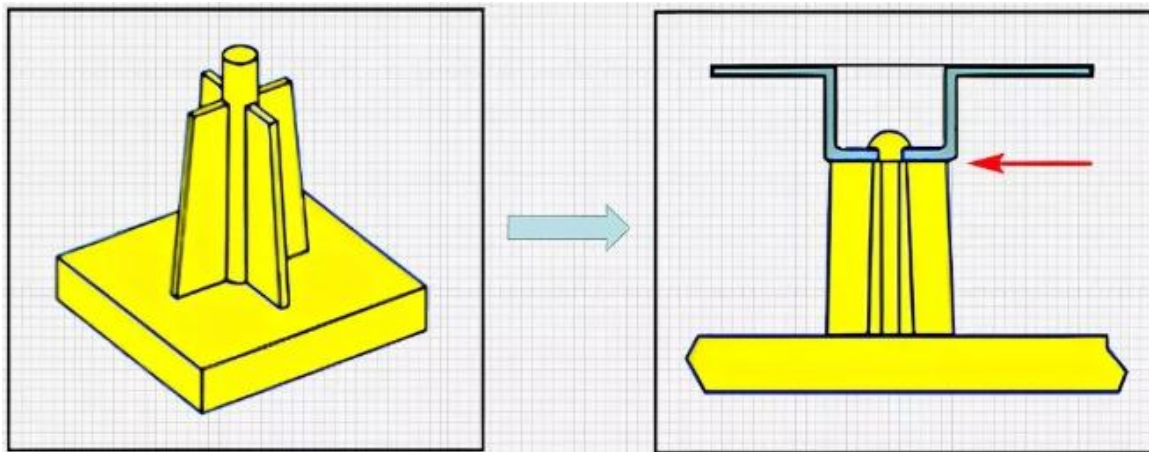


Szegecsoszlopok tervezése messze az alap testtől

Sok olyan esettel is találkozunk amikor műanyag szegecseléssel szeretnénk rögzíteni alkatrészeket, hogy az alkatrész és a rögzíteni kívánt elem között a rögzítési helyen nagy távolság található és a rögzítési pozíció eltolásával nem megoldható a probléma. (3.5. ábra) Ilyen helyzetben szokták alkalmazni a magasított oszlopszerkezeteket.

A konstrukció lényege, hogy egy magasabb felvevési pontot alkosson, aminek segítségével a szegecskötést el tudjuk készíteni. [12.,21.,22.,24]

3.5 ábra Merevített szegecsoszlop

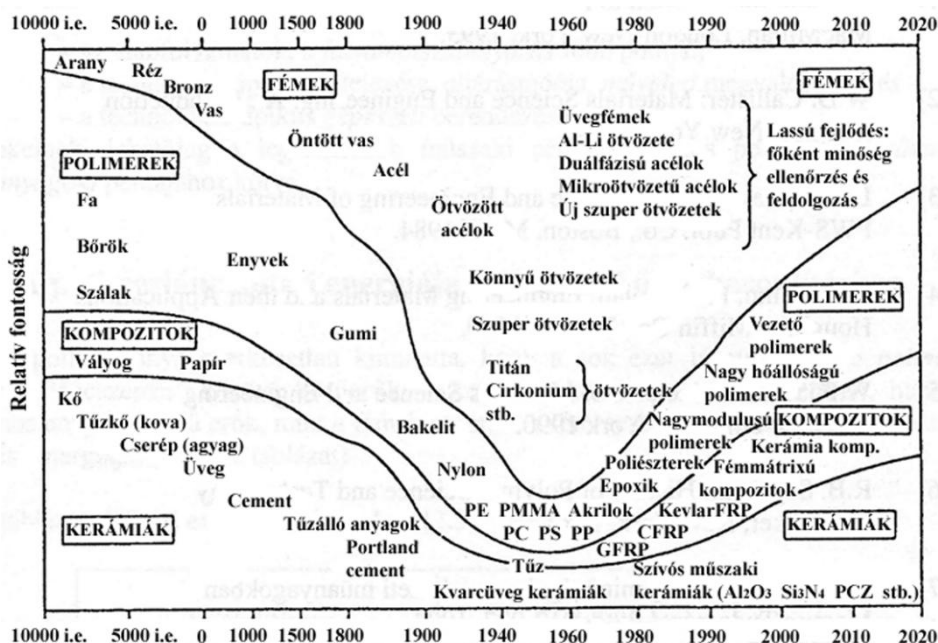


3.5. A szegecs anyagminősége

Alkalmazott alapanyagok áttekintése

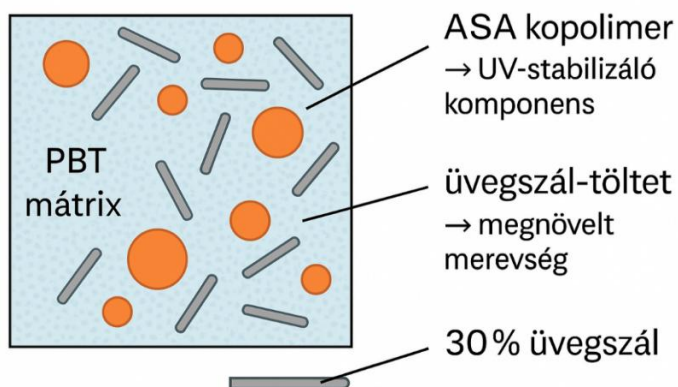
A fröccsöntéssel gyártott műanyag alkatrészek esetében, a megfelelő alapanyag kiválasztása, egy nagyon meghatározó szempont, főleg akkor, ha a későbbiek folyamán az alkatrészen szegecskötést is alkalmazunk, mivel ez nagyban befolyásolja a kötés tartósságát, minőségét és mechanikai viselkedését. [3.,9.,26] Az egyik leggyakrabban alkalmazott műanyag a polioximetilén (POM), melynek kiváló mérettartása alacsony súrlódása nagy előnyt jelent akkor, ha az adott területen precíz illesztések találhatóak. [3.,9] A polikarbonát (PC) magas ütésállóképességével, és hőtűrésével, különösen alkalmas mechanikai igénybevételnek kitett alkatrésznél. [3.,6.,9] A polibutilén-tereftalát (PBT) jelenleg az egyik legmegbízhatóbb műszaki polimer, ami önmagában is nagyon magas szilárdságú és magas hőállóságú, melyet üvegszállal is tovább lehet erősíteni, így kapva egy olyan műszaki polimert, ami alacsony vetemedésű és merev anyagszerkezetű. [1.,2.,17.,18] (3.6 ábra)

3.6 ábra A fémek, polimerek, kerámiák és kompozitok viszonylagos szerepének, fontosságának változása a történelem során (szabálytalan időskála)



Szakdolgozatom témájához kapcsolódóan az én esetemben a szegecskötés PBT+ASA-GF30 jelölésű műszaki polimerből készül, amely összetételét tekintve polibutilén-tereftalát, akrilnitril-sztirol-aklirát, és üvegszál komponensekből tevődik össze. (3.7 ábra) [2.,7.,18]

3.7 ábra PBT ASA-GF30 anyagszerkezeti felépítése



PBT ASA-GF30 tulajdonságai és alkalmazhatósága

A polibutilén-tereftalát ASA kopolimer és 30% üvegszál összetételű kompozit anyag kiváló mechanikai és hőállósági tulajdonságokkal rendelkezik. [1.,2.,17.,18] A „BASF Ultradur S 4090 G6X”, ami egy fröccsöntéshez használatos granulátum, szakítószilárdsága

eléri a 128 MPa-t, ezek mellett a rugalmassági modulusa 9600 MPa körüli értékre esik. [2.,18] Ezen tulajdonságok alapján ez a fajta polimer teljesen alkalmas olyan funkciók ellátására, ahol szegecskötéseket alkalmazunk és felléphetnek mechanikai terhelések. [3.,6]

Hőterhelés szempontjából a hődeformációs hőmérséklet (HDT) 205-220 celsius fok közé esik, amely elegendő stabilitást biztosít a forró olvadékos szegecselési folyamat közben fellépő hőmérséklet fellépésekor. [3.,6]

A polimer ezek mellett tartalmaz üvegszálat 30 %-ban amely nem csak a szilárdság növelésében játszik nagy szerepet, hanem az anyag zsugorodási tulajdonságát is számottevően csökkenti (a zsugorodás irányától függően 0,5 és 0,8%), ez a tulajdonság nagyban javítja a méretstabilitást fröccsöntés esetén, ezek mellett a szegecselésnél is különösen fontos, mivel az illeszkedés pontossága meghatározza a kötés megbízhatóságát. [1.,2.,6.,18]

Az ASA (akrilnitril-szilrol-akrilát) az ütésállósági tulajdonság javítása mellett nagy szerepet játszik az UV sugárzás, és az időjárásbéli viszontagságokkal szembeni ellenállásban. [2.,7] A fentiek alapján a PBT+ASA–GF30 egy jól kiegyensúlyozott, hőre lágyuló műszaki polimer, amely a szegecskötés során felmerülő termikus, mechanikai és geometriai követelményeknek egyaránt eleget tesz. (3.8 ábra) [1.,2.,18.,24.,26] A magas rugalmassági modulus és szakítószilárdság biztosítja a kötés szerkezeti stabilitását, az alacsony zsugorodás révén pedig a fröccsöntött alkatrészek illesztési pontossága is garantálható. [1.,2.,18.,22] Az ASA komponens jelenléte továbbá olyan alkalmazásoknál is lehetővé teszi a használatot, ahol az UV-sugárzás vagy egyéb kültéri hatás tartósan fennáll. [2.,17] Mindezek alapján az anyag kiválasztása a forró olvadékos szegecselési technológia szempontjából megalapozott és hosszú távon is megbízható megoldást kínál. [3.,6.,24.,26]

3.8 ábra A fröccsöntött alkatrész



4. Probléma bemutatása

4.1. A gyártás folyamatának és felépítésének áttekintése

4.1.1. Gép szerkezeti felépítése

Amikor a gyártási folyamat ahhoz az állapothoz érkezik, hogy a fröccsöntött alkatrész elkészül akkor egy robot kar segítségével a futószalagra kerül. Innen kezdődik meg a szegecselési munkafolyamat előkészítése, amely egy kidolgozott, komplex gyártósoron halad végig. (4.1 ábra) A gyártósor több fő elemből épül fel, ami egy láncos conveyor pályán halad végig ehhez tartozó fordító egységek segítségével, robotkarok, amelyek elhelyezik a rögzítendő fémlemezt a műanyag alkatrészre, illetve hevítő fejhez csatlakoztatott alakító tüskék, amik a szegecselési folyamatot végzik.

A gyártás folyamatosan operátorok és egy műszak vezető felügyelete alatt zajlik, azért, hogy a munkafolyamat a lehető legkevesebb hibával valósuljon meg.

4.1 ábra A gyártósor felépítése



4.1.2. Munkamenet felépítése

A munkamenet első lépéseként a fröccsöntő szerszám kinyílása után, egy robotkar a szerszámtérből kielemezi a műanyag alkatrészt és egy futószalagra helyezi. A futószalagról egy operátor leveszi, és a conveyor pályán található palettára helyezi. (4.2 ábra)

4.2 ábra a gyártósor indító állomása

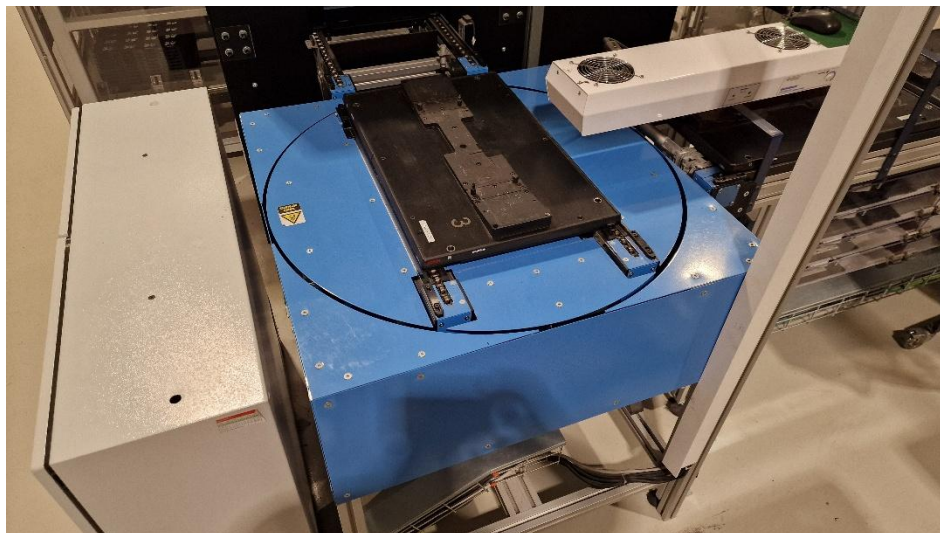


A pályán haladva először egy fordító állomáson áll meg az alkatrész, ahol egy forgó tálca megtöri a conveyor útját, annak érdekében, hogy a gyártósor egy „körpályán” tudjon haladni. (4.4 ábra) Miután az irányváltás megtörténik a lézerező állomáshoz ér az alkatrész, ahol megkapja az azonosításhoz szükséges QR kódot. (4.3 ábra)

4.3 ábra A lézerező állomás

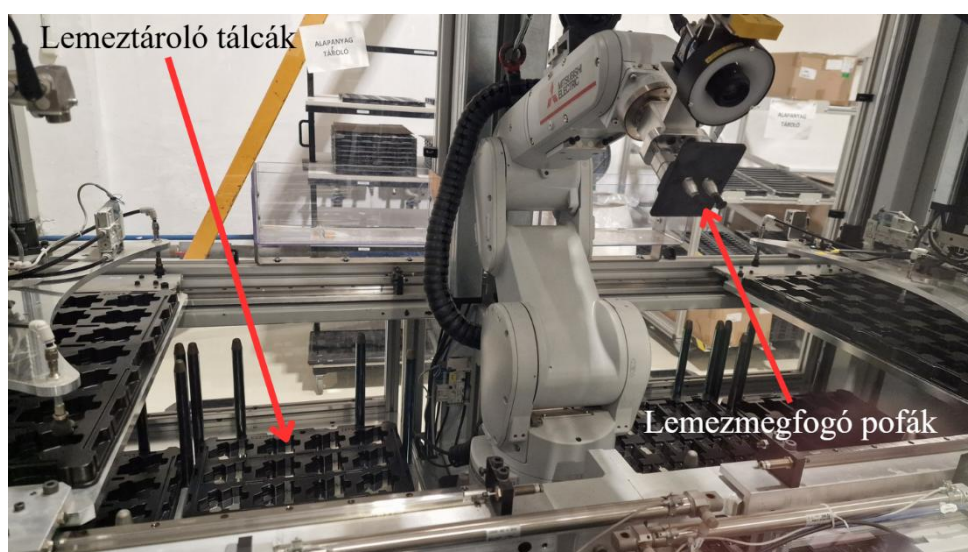


4.4 ábra a fordító állomás



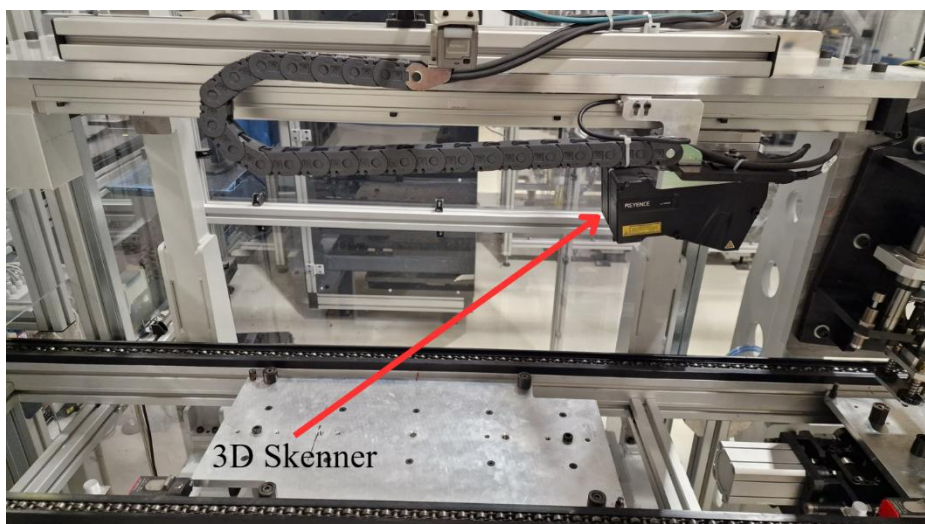
Az elfordulást követően az alkatrész megérkezik az első lemezfelhelyező állomásra. Itt első lépésként egy kamera fényképet készít az alkatrészről, miközben feldolgozza az elemen található QR kódot. A beolvasás után a kamera jelet küld a robotkarnak, amely kiveszi a tálcából a típushoz tartozó fémlmezt, amit egy másik kamera elé tartva ellenőrzi a lemezt, és ha megfelel felhelyezi az aktuális pozícióra. (4.5 ábra)

4.5 ábra a lemezfelhelyező állomás



A folyamat befejeztével a paletta tovább halad a következő fordító állomásig, ahol az irányváltás megtörténte után a következő fémlemez felhelyező állomáshoz érkeznek, itt kettő darab 6 tengelyes robot a fentebb említett módszerrel felhelyezi a még szükséges lemezeket. (4.5 ábra) Ezen az állomáson a fémlemezek pozicionálása két lépcsőben történik, mivel a két robotkar külön részállomásnak tekinthető, viszont a folyamatot tekintve ez egy fő állomást tesz ki. A második lemezelő állomás után egy újabb operátori állomás következik. Az itt dolgozó operátor előtt megáll a már lemezekkel ellátott paletta, viszont vannak olyan speciális elemek, ahol szükséges még plusz lemezek felhelyezése. Mivel nagyon kevés ezekből a megrendelési darabszám, ezért a robot állomások programozása helyett, az itt jelenlévő operátor végzi el a feladatot. Miután a plusz lemezek felkerültek, vagy az alkatrész nem igényel plusz lemez felhelyezést, az operátor tovább engedi a palettát a gyártósoron, ami egy következő vizuális vizsgálati állomást tartalmaz. A plusz lemezzel ellátott alkatrésznek itt egy kamera ismételt ellenőrzi a rajta található lemezek pozícióit, hogy a szegecselési eljárás a megfelelő legyen. Következő lépésként a paletta egy újabb fordítóhoz érkezik, és az alkatrészt, a szegecsfej alakító állomáshoz irányítja, ahol a szegecselés 2 lépcsőben meg végbe. A folyamat hasonlóképpen egy fénykép készítésével kezdődik, ahol a QR kód beolvasása után a pneumatikus munkahenger által mozgatott egység a szegecsalakító szerszámokat a megfelelő pozícióig lenyomja, ezzel kialakítva a szegecsfejet. (4.7 ábra) A szegecskötések elkészítése után, a gyártósoron tovább haladva, az utolsó munkafolyamathoz érkezik a műanyag alkatrész, itt egy 3D szkennelő vizsgálja az alkatrészt, és a rajta található szegecskötéseket ellenőrzi. (4.6 ábra)

4.6 ábra a szkennelő állomás

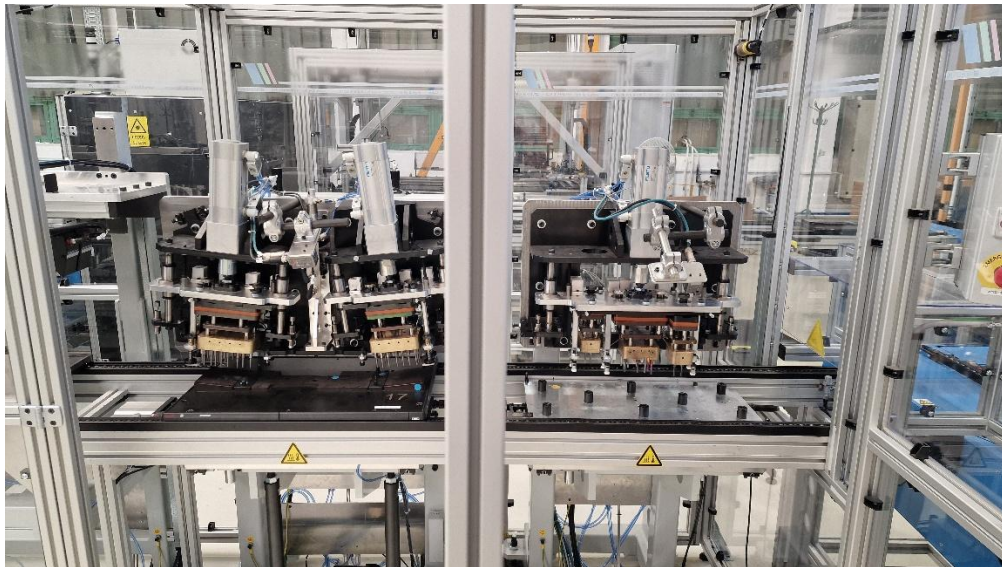


Az alkatrész ezután a kiinduló állomásra ér, ahol az operátor látja egy monitor segítségével, a szegecskötések milyenségét amely alapján megállapítja, hogy megfelelt-e a munkadarab, vagy pedig selejt keletkezett. A pályán egyszerre 10-12 paletta van jelen, ezzel biztosítva az alkatrészek párhuzamos készülését.

4.1.3. A gyártósor meghibásodása

A gyártósor működését tekintve hatékonyan végzi el az alkatrész szerelését, viszont a folyamat során fellépnek pontatlansági, esztétikai hibák, ami miatt a karbantartási feladatokat az elvártnál sűrűbben és hosszabb ideig kell végezni, ez viszont nagy veszteségekkel jár. A hiba, ami miatt ez a fajta probléma keletkezik visszavezethető az elnyomó fejekhez, melyek a szegecsfej kialakításáért felelősek a szegecselési munkaállomáson. (4.7 ábra)

4.7 ábra Szegecsalakító munkaállomás



A gépnek ezen része, mint szegecsalakító szerszám, mind konstrukciójában, mind anyaghasználatában is felelős a felmerülő hibák sűrűségéért. A hiba konkrétan a szegecsfejen jelentkezik olyan módon, hogy a kialakító szerszám leereszkedése némelyik kötési pontban nem az előírt méret, így a fémlap nem fekszik fel megfelelően a felületre, illetve a hevítő tűskébe munkált negatív forma, ami a szegecsfej alakjáért felelős, rosszul lett méretezve, ez

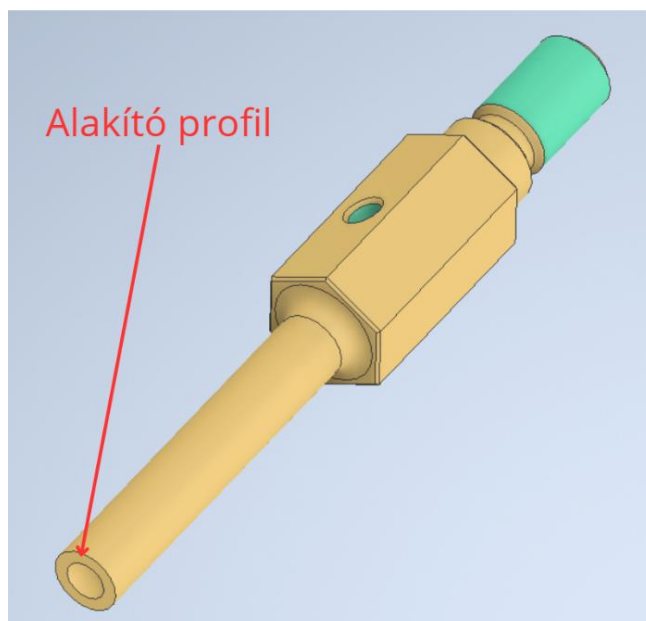
miatt a szegecsfej alakját, sem munkálja megfelelőre. (4. ábra) A magasságbeli problémák két fő indokra oszthatóak, az egyik indok, hogy a szerkezet a kellőnél több alkatrészt tartalmaz, ami miatt a tűréslánc adta méreteket a megmunkált alkatrészek összeszerelés után nem tudják betartani. A másik indok, hogy a szerszámban van egy hőszigetelő elem, ami azért felelős, hogy a réz tömbből sugárzó hő ne terjedjen a szerkezetben felfelé, melynek anyaga textilbakelit, ami hosszú távon nem képes elviselni statikusan azt a hőmérsékletet, ami éri őt, ez miatt egy idő után megég, amivel a magassági méretek is változni fognak. A textilbakelit elhasználódása miatt, két garnitúra szerszámra van szükség, és mivel ezek méretei mind más és más a felszerelésük és beállításuk sok időt vesz ki a munkaciklusból.

4.1.4. Szükséges áttervezések

A problémát megszüntetni úgy lehet, hogy a szerszám teljes részét egy egyszerűbb konstrukcióvá kell alakítani, amely kevesebb alkatrészt tartalmaz, amivel megfelelő méreteket kapunk összeszerelés után.

Ezek mellett a hőszigetelő anyagot, egy sokkal szívósabb és jobb hőszigetelő anyagra kell cserélni, amivel növeljük az élettartamot, ezzel csökkentve a karbantartási és szerszámcserelési beavatkozások számát és idejét. A szegecsfej formájáért felelős alakítótüske bevonatát módosítani kell, ez mellett a kialakító profilt, is át tervezés alá kell vonni, hogy a vizuális minőség béli problémákat is megoldjuk.

4. ábra Szegecsfej alakító szerszám, és profilja

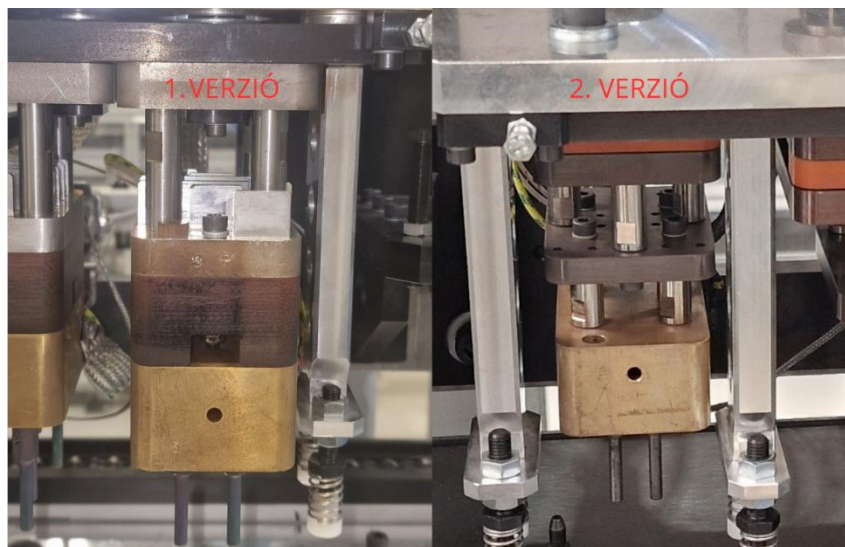


5. Tervezés/A probléma megoldása

5.1. Régi konstrukciók bemutatása

A folyamat első lépéseként szükséges áttekinteni az előző konstrukciók felépítését és működését. Az eddigi megoldások több, egymással bonyolult kapcsolatban álló alkatrészből épültek fel, ami a szerelhetőség szempontjából sok nehézséget okozott. (10.melléklet) A szerkezetek alkatrészeit hiába munkálták pontosra, sok volt az olyan alkatrész, amely egyben látott el illesztési és rögzítési funkciót, ebből kifolyólag a felfogatás és a megmunkáló végpontok közötti eltérés nagyobb volt az elvártnál, ezek pedig megmunkálási pontatlansághoz vezettek. (2.melléklet) Emellett a kialakítás hőszigetelési tulajdonságai sem voltak megfelelőek, így a konstrukciók több szempontból is fejlesztésre szorultak. (5.1 ábra)

5.1 ábra előző konstrukciók felépítése



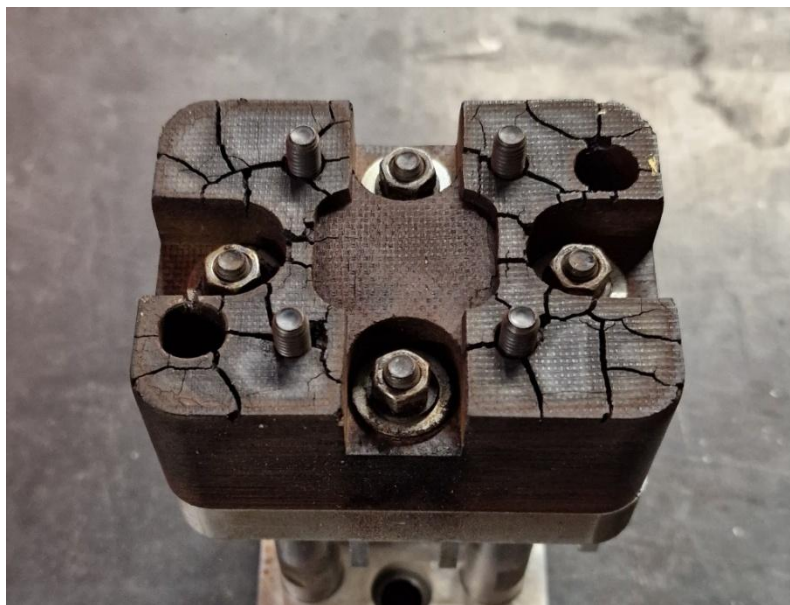
Szigetelő lap anyagminősége

Az első verzióban a hőszigetelést, textilbakelit szigetelőlappal próbálták megoldani, viszont a tesztek során nem bizonyult meggyőzőnek a megoldás. A magas hőmérséklet, amely statikusan 215 Celsius-fok, és a magas üzemóraszám miatt a szigetelőlap rövid időn belül deformálódni kezdett, repedések keletkeztek rajta. A textilbakelit egy réteges kompozit anyag, amely textilszövetből és fenol-formaldehid alapú, hőre keményedő műgyantából áll. A cégnél használt textilbakelitre eső hőmérséklet sokkal nagyobb, mint a katalógusban

feltüntetett, maximális alkalmazási hőmérséklet, ezen együttes nem teljesülő feltételeknek köszönhetően kezdődhetett el az anyagszerkezeti roncsolódás.

A vizsgálatok során a következő eredményekre jutottam: A megengedettnél magasabb hőmérséklet miatt a fenolgyanta hőbomlása megindult, csökkentve így a rétegek közötti kohéziós erőt, és az anyag szívósságát. A különböző alkotóelemeknek, (gondolva itt a textilszövetre és a gyantára) különböző hőtágulási együtthatója miatt, a szigetelő lapban mechanikai feszültségek keletkeztek, amelyeket már a ridegülő gyanta nem tudott rugalmasan kompenzálni. Ennek következtében megjelentek a repedések, amik a hőbomlás és az oxidáció miatt tovább terjedtek. A probléma lefolyása során ezek mellett, részleges elszenesedés is bekövetkezett. (5.2 ábra)

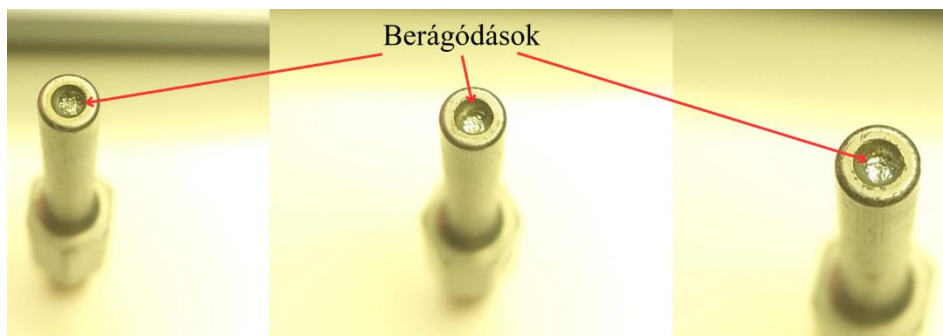
5.2 ábra textilbakelit szigetelőlap eldeformálódása



Szegecsfej kialakító túske bevonat elemzése

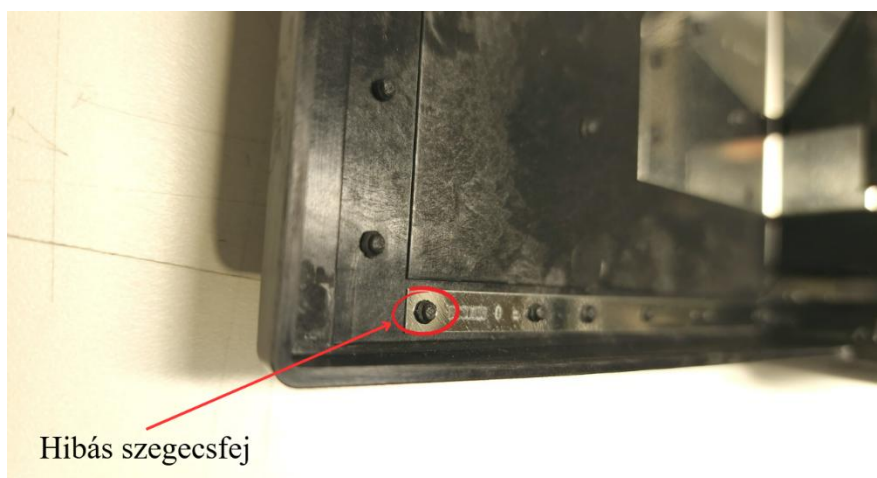
Minőség béli problémákat okozott a szegecsfej kialakító túske roncsolódása. Eleinte a kialakító túskek felületét króm-nitrid bevonattal látták el, viszont a gyártás során megállapítható volt, hogy ez a bevonattípus nem megfelelő a hosszútávú működtetéshez. A szegecsfej kialakítása során a megmunkáló felületen tapadási és berágódási jelenségek léptek fel, amik akadályozták a műanyag megfelelő áramlását és alakfelvételét. (5.3 ábra)

5.3 ábra szegecsfej kialakító profilok roncsolódása



Ennek következményeként a szegecsfej geometriai kialakítása nem volt reprodukálható és a kötés mechanikai szilárdsága is csökkent. (5.4 ábra) A problémák elkerülése miatt a bevonat cseréje szükségessé vált, egy kedvezőbb tipológiai tulajdonságokkal rendelkező réteg alkalmazására.

5.4 ábra Hibás szegecsfej



Hővezetési problémák

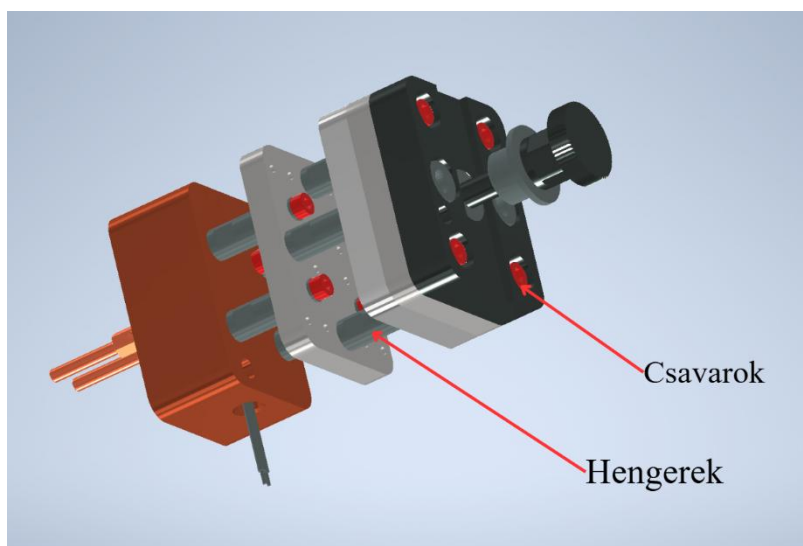
A gyártósor kivitelezése folyamán fontos kritérium a hevítő fejből származó hő elvezetése. A részegység által létrehozott hőmennyiséget meg kell akadályozni abban, hogy az alkatrészeken keresztül felfelé terjedve melegítse az egész állomást. Ezt a problémát a második verzióban légrésekkel próbálták megoldani, viszont a kapcsolat az elemek között acél volt, és a hevítő fej által közvetített hőmennyiség ebben az esetben is terjedt felfelé, ezzel változatlanul roncsolva a textilbakelit szigetelőlapot. (5.5 ábra)

5.5 ábra hőmérsékleti értékek (celsius-fok) a részegységben



Az alkatrészek távtartó hengerekkel csatlakoztak egymáshoz, amikben menet található, és csavarkötés segítségével voltak egymáshoz rögzítve, (5.6 ábra) viszont a hőmérséklet a csavarokon keresztül, ugyanúgy feljutott a szerszámfelfogató lapig, a szigetelő lap ami ebben az esetben is textilbakelit, vékonynak bizonyult, ezzel szerelési és szervizelési gondokat okozva, mivel a meleg miatt hozzáférhetlenné váltak az esetleges szerelési pontok.

5.6 ábra részegység (2. verzió) rögzítési módja

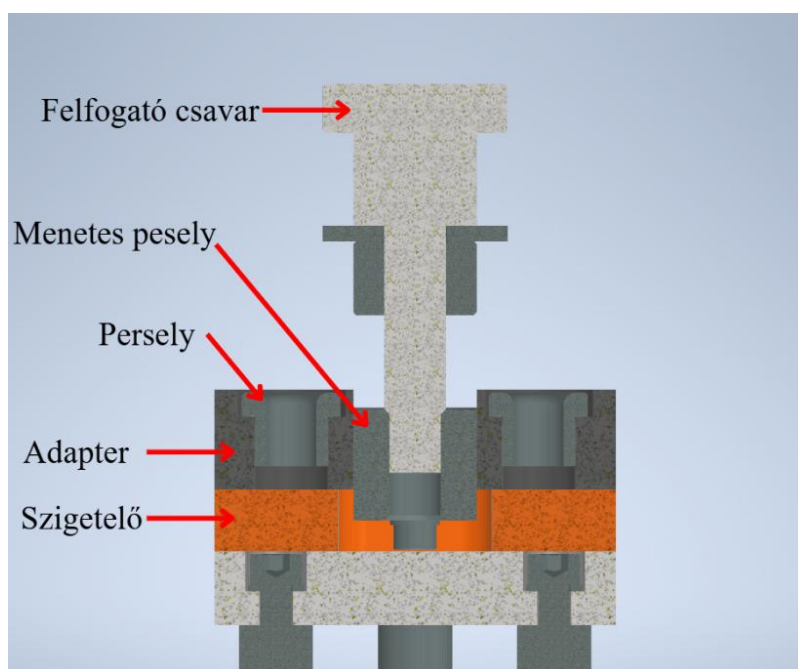


Részegység szervizelése

A vizsgált részegység szerelhetőségi szempontból összetett felépítésű. (5.6 ábra) A konstrukció több, egymásra épülő elemből áll, így egyes alkatrészek eléréséhez elengedhetetlen az előző szerkezeti egységek részleges vagy teljes bontása. Ez a megoldás a karbantartási és javítási műveletek során jelentős időráfordítással jár, és csökkenti a beavatkozások hatékonyságát. Az elnyomó fejek kialakítása ezzel szemben kedvező, mivel könnyen hozzáférhetők és gyorsan cserélhetők, azonban a többi komponens esetében a hozzáférés korlátozott. A konstrukció nagyszámú alkatrésze és bonyolult szerelési sorrendje az összeszerelési folyamat során is nehézséget okoz a gépkarbantartók számára, ami növelheti a szerelési időt és a hibalehetőségek számát.

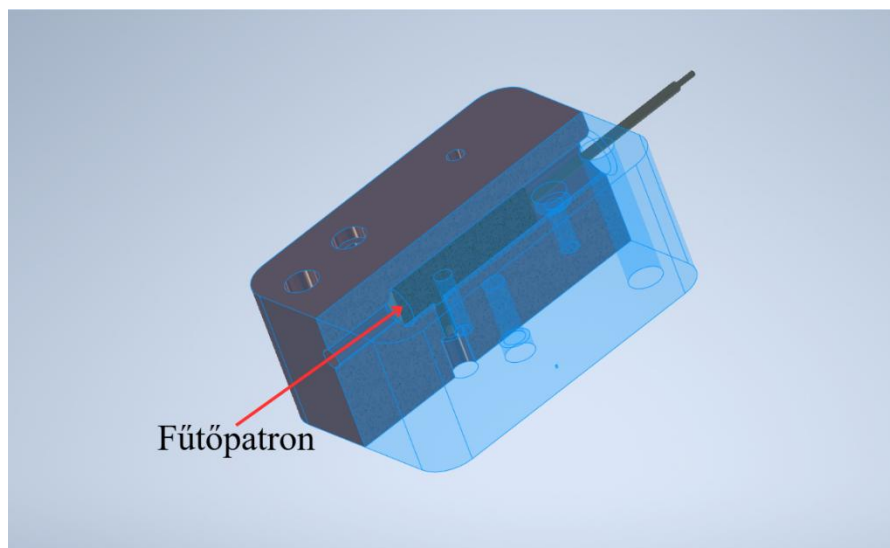
Voltak viszont olyan alkatrészek és rögzítési módok, amin nem szabadott változtatni, a megrendelő, és a gyártósor tulajdonosai ragaszkodtak hozzá. Ide sorolható a részegység felfogatási módja, amely kettő vezető perselyből, és egy felszorító menetes szárból állt. Alapvetően, ez a megoldás megfelelt az igényeknek, probléma nem volt vele a folyamat során, tehát ehhez alkalmazkodva kellett az új részegységet megtervezni. (5.7 ábra)

5.7 ábra részegység felfogatási módja (2.verzió)



Ezen kívül egy alkatrész van, amit kialakításban és befoglaló méretben tartani kellett, az pedig a réz hasáb, amely a tűskék hőmérsékleten tartásáért felelős. Mivel a gyártósor ezen részén mindegyik hevítő fejben ugyanolyan fűtőpatron szolgáltatja a hőmérsékletet, ezért, hogy ne keljen a rendszert megbontani ilyen téren fontos volt megtartani a formát, ez mellett, a gyártósor tervezői ezt a jelenlegi befoglaló méretet állapították meg az előre kívánt hőmérsékleten tartási energiaszükséglet végett, ez a befoglaló méret pedig 80x55x33 milliméter. (5.8 ábra)

5.8 ábra réz hasáb metszete, fűtőpatronnal



5.2. Új részegység tervezése

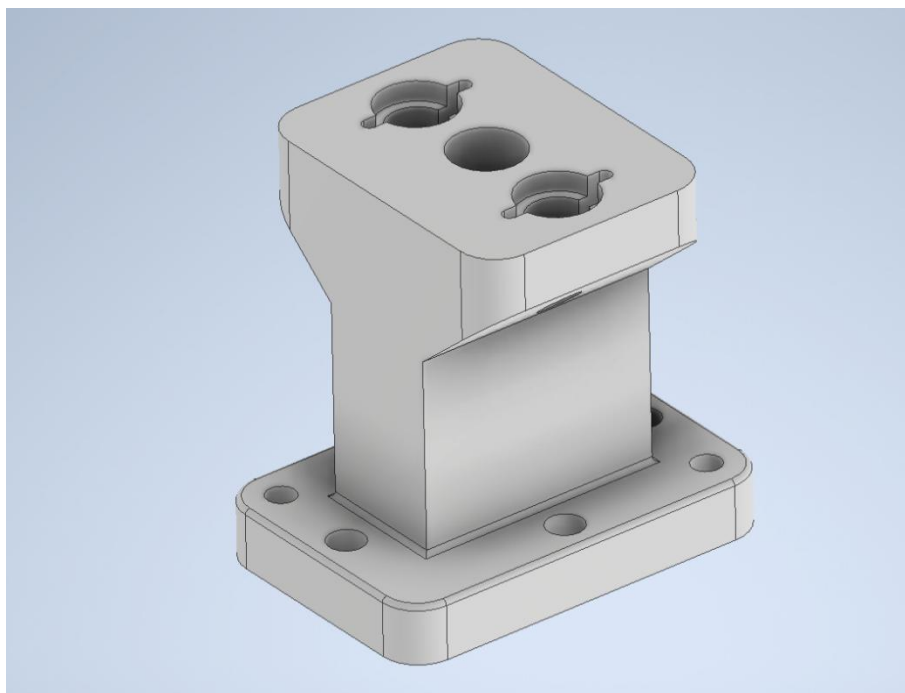
Az új részegység tervezése során a legfontosabb cél az volt, hogy a korábban tapasztalt problémákat és konstrukciós nehézségeket teljes mértékben kiküszöböljem. Emellett kiemelt szempontként kezeltem, hogy az alkatrészek kialakítása olyan módon történjen, amely lehetővé teszi azok gazdaságos és egyszerű gyártását, elsősorban a vállalatban belül rendelkezésre álló megmunkálási technológiák alkalmazásával. A gyárthatóság optimalizálása mellett fontos volt a költséghatékonyság is, ezért törekedtem arra, hogy a konstrukcióban felhasznált, cégen belül nem előállítható elemeket olyan beszállítóktól szerezzem be, akikkel a cég már korábban is együttműködött. Ez nemcsak az ellátási lánc megbízhatóságát növeli, hanem a beszerzési folyamatot is egyszerűsíti, hiszen a meglévő partnerek esetében a műszaki követelmények, minőségi elvárások és szállítási feltételek már

jól ismertek és beváltak. Ezeknek a szempontoknak az együttes figyelembevételével a tervezés során sikerült egy olyan konstrukciót kialakítani, amely mind műszaki, mind gazdasági szempontból megfelel a felállított elvárásoknak.

Felfogató konzol tervezése

A tervezett részegység legnagyobb méretű és egyben legösszetettebb alkatrésze a felfogató konzol (5.9. ábra). A konzol a konstrukció egyik meghatározó eleme, amely a szigetelőlapra szerelt hevítőfej és a központi szerszámfelfogató lap közötti kapcsolatot biztosítja. Tervezése során elsődleges célom volt egy olyan konstrukció kialakítása, amely megfelelő szerkezeti merevséget, pontos illeszkedést, valamint könnyű szervizelhetőséget biztosít a meglévő megmunkálási technológiákkal. (6.melléklet)

5.9 ábra felfogató konzol modellje



A konzol geometriai kialakítása során több, a korábbi konstrukcióból már bevált megoldás is átörökítésre került. Ilyen például az illesztőperselyek alkalmazása, amelyek a szerszámfelfogató laphoz viszonyított pontos pozicionálást biztosítják. Ezek a korábbi

verzióban is megfelelően működtek, ezért megtartásuk indokolt volt. Az illesztőperselyek fészke úgy lett kialakítva, hogy kopás esetén könnyen lehessen cserélni. (5.10 ábra)

5.10 ábra illesztőpersely fészke



Ezek mellett az alkatrész tartalmaz a két illesztőszeg-furatot, a négy átmenő csavarfuratot, valamint a menetes betét számára kialakított zsebet. (5.9 ábra) A menetes betét alkalmazása és annak fészkének kialakítása saját fejlesztési javaslatként került be a tervbe. A megoldás célja az volt, hogy a szerszámfelfogató laphoz történő rögzítés során a szorítóerő eloszlása kedvezőbb legyen, valamint a karbantarthatóság és a szerelhetőség is javuljon.

Az anyagválasztás során a legfontosabb szempont a tömegcsökkentés volt, mivel a felfogató konzol egyetlen egységként több mint tíz korábbi alkatrész funkcióját váltja ki. Az alumínium alkalmazásával jelentős tömegcsökkenés volt elérhető az acélhoz képest, miközben az anyag bőven elegendő szilárdsági és merevségi tulajdonságokat biztosít az elhanyagolható, részegységre ható mechanikai igénybevételekkel szemben. Az alumínium kedvező hővezető képessége révén a hevítőfej által termelt hő egyenesen oszlik el. (2 táblázat) Ez a megoldás hozzájárul az alkatrészek élettartamának növeléséhez és a hő okozta deformációk csökkentéséhez.

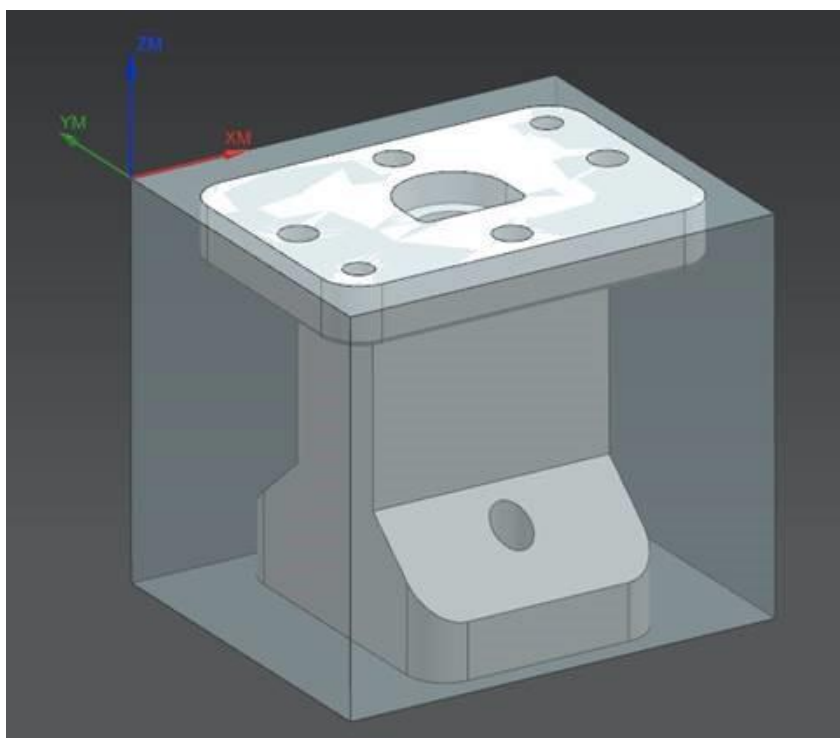
2. táblázat: Az alumínium hőtani tulajdonságai

Az anyag neve	Fajhő	Olvadáshő	Forráshő	Olvadáspont	Forráspont	Sűrűség	
$\text{kJ/kg}^\circ\text{C}$	kJ/kg	kJ/kg	$^\circ\text{C}$	$^\circ\text{C}$	kg/m^3	g/cm^3	
Alkohol	2,4	110	900	-114	78	790	0,79
Alumínium	0,9	390	10900	660	2060	2700	2,7
Arany	0,1	65	1759	1063	2970	19300	19,3
Cink	0,4	120	1800	419	906	7140	7,14

A felfogató konzol megmunkálása

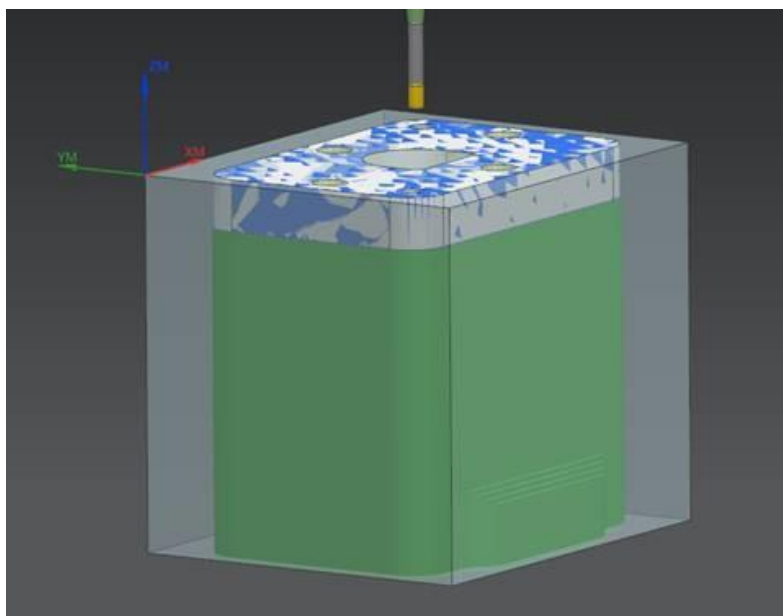
A felfogató konzol gyártása több lépésben, CNC-marógépen két megfogásból, majd huzalszikraforgácsoló gépen egy megfogásból valósult meg. A megmunkálás négyzet keresztmetszetű alumínium előgyártmányból indult, amely méretben a kész alkatrésznél nagyobb volt, hogy a megfogáshoz és a megmunkálási ráhagyásokhoz elegendő anyag álljon rendelkezésre. (5.11 ábra)

5.11 ábra kiinduló állapot előgyártmánnyal



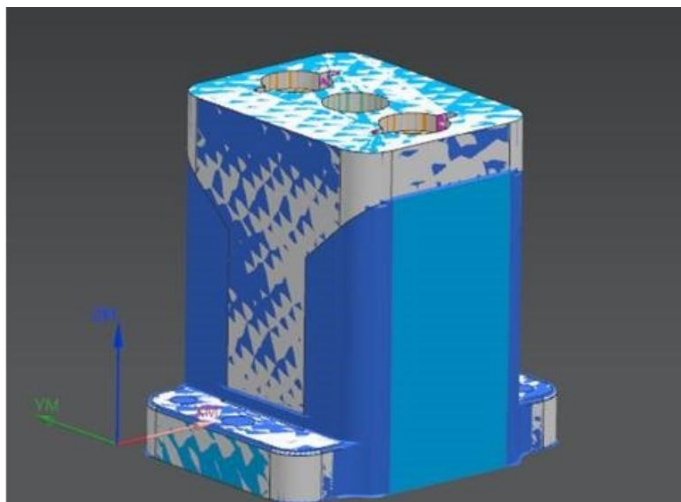
Az első megfogás során a palást kontúrjának és a felső sík elsődleges felületeinek kialakítása történt meg. A marószerszámmal elérési határáig eltávolították a felesleges anyagot, így létrejött az alkatrész külső alakjának nagy része. Ezt követően besimították a szigetelőlaphoz csatlakozó síkot, majd elkészítették a menetes betét átmenő furatát, a csapszeg illesztett furatait, és az összefogató csavarok átmenő furatait. Végül kialakításra került a menetes betét fészke, melynek funkciója, hogy a részegység felszerelésekor, amikor a rögzítés történik, a rögzítést biztosító menetes betét ne forduljon el a felfogató konzolban. (5.12 ábra)

5.12 ábra alkatrész megmunkálása CNC marógépen 1 irányból



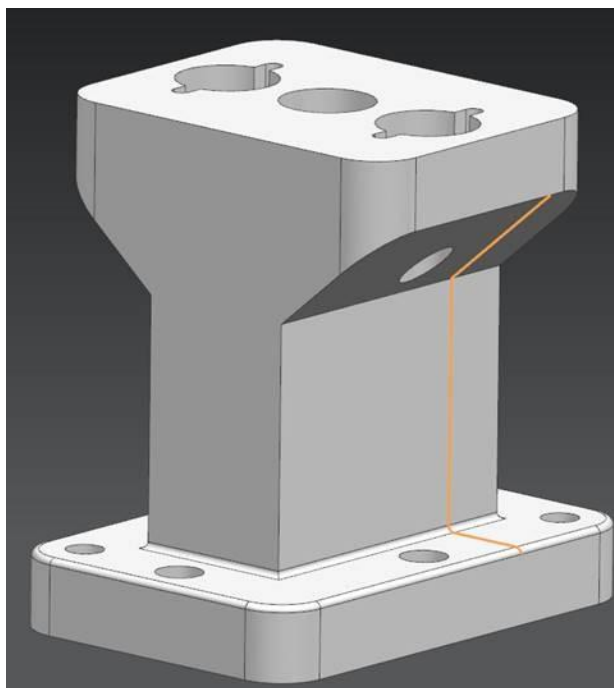
A második megfogásban a munkadarabot átfordították, és az előzőleg megmunkált felületre támasztva újra befogták. Ebben a lépésben a szerszámfelfogató laphoz csatlakozó sík lett besimítva, valamint elkészültek a két illesztőpersely fészkei. Ezzel a konzol minden funkcionális felülete megmunkálásra került, és az alkatrész méretpontos, befejezett állapotba jutott a marási folyamat szempontjából. (5.13 ábra)

5.13 ábra alkatrész megmunkálása CNC marógépen 2 irányból



A végső alak és kontúr eléréséhez a megmaradt belső sarkok, kivágások és átmeneti rádiuszok eltávolítása huzalszikraforgácsoló gépen történt. Ez a művelet tette lehetővé a rögzítő csavarok furatának könnyű hozzáférését, valamint biztosította, hogy a szerelés során minden belsőkulcsnyílású csavarhoz akadálytalan hozzáférés legyen imbuszkulccsal. A huzalszikraforgácsolás nagy pontossága garantálta a végső méret és alakpontosságot, miközben a felületi érdességben foglalt követelményeknek is megfelelt. (5.14 ábra)

5.14 ábra maradék anyag eltávolítása huzalszikra forgácsoló gépen



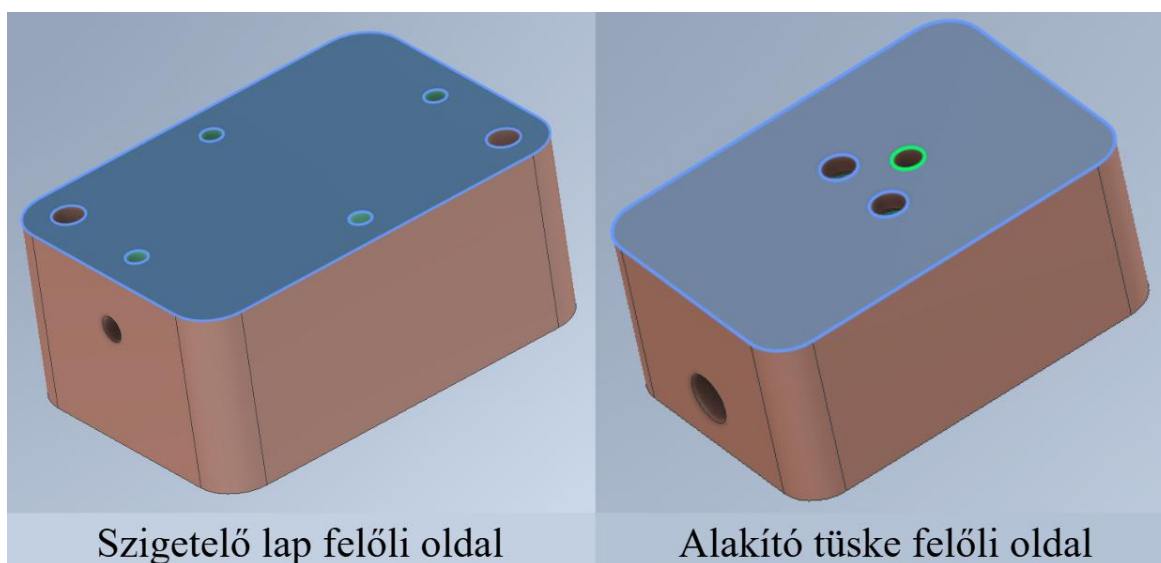
Hevítő fej megmunkálása

Mivel a hevítő fej anyaga eddig réz volt, ezért az általam tervezett, alkatrésznél, a költséghatékonyság volt a döntő szempont. A réz alapanyag megtartásának fő indoka volt a gazdaságosság, ez mellett, a cégnél rendelkezésre álló raktárkészletből biztosítható volt, így nem volt szükség további beszerzésre, vagy egyéb más alapanyag kutatására.

A hevítő fej megmunkálása során, az előző verzióban elkészített méreteket, vettem alapul. A hevítő fejben kapnak helyet, a teljes részegységet, összefogató csavarok menetei, a hevítő patron, amely a hőmennyiséget szolgáltatja, illetve a megmunkálást végző alakító tuskék is. Ezek mellett, az alkatrész tartalmaz kettő darab illesztő furatot, melyben a csapszegek helyezkednek el. (5.15 ábra)

Az alkatrész megmunkálása során 3 fogásra volt szükség, a hevítő patron furata miatt. Az előző megmunkáláshoz hasonlóan, az első fogásnál elkészítették a palást felületet, illetve a szigetelő laphoz csatlakozó síkot, a rögzítő menetekkel. A második fogásnál a megmunkálás során elkészült a megmunkáló tüske felőli oldal, annak rögzítő menetei, illetve az illesztőszegek furatai. A harmadik fogásnál elkészült, a hevítő patron rögzítését biztosító furat. (7.melléklet)

5.15 ábra hevítő fej megmunkált állapota



Szigetelő lap tervezése

A szigetelő lap a konstrukció egyik kulcsfontosságú alkatrésze, melynek funkciója, hogy a réz hasáiban keletkező hőmennyiséget, ne engedje feljebb terjedni, ezzel további pontatlanságokat, és műszaki meghibásodásokat megakadályozva. (8.melléklet) Amennyiben a hőszigetelés sikertelen, abban az esetben az a hőmennyiség, amelyet a réz hevítő fej hordoz magában, felfelé fog terjedni, aminek a következménye, hogy az elnyomást végző részegységek mozgatásáért felelős pneumatikus munkahengerek, szelepek és a hozzá tartozó elektronikus szenzorok meghibásodnak, ezzel rontva a ciklusidőt és az alkatrész minőséget. (5.17 ábra)

Ezeknek a problémáknak kiküszöbölése érdekében, egy olyan polimert kellett alkalmazni, melynek hőtani tulajdonságai lehetővé teszik azt, hogy ilyen extrém körülmények mellett kellőképpen tudjon működni a munkaállomás, ezért a nagy teljesítményű műszaki polimerek bizonyultak a megfelelő alternatívának. A termikus körülmények okozta extrém környezetben fontos volt az, hogy az alkatrész mechanikai tulajdonságai megfelelőek legyenek, ahhoz, hogy a részegység méretpontos legyen hőtágulási szempontból.

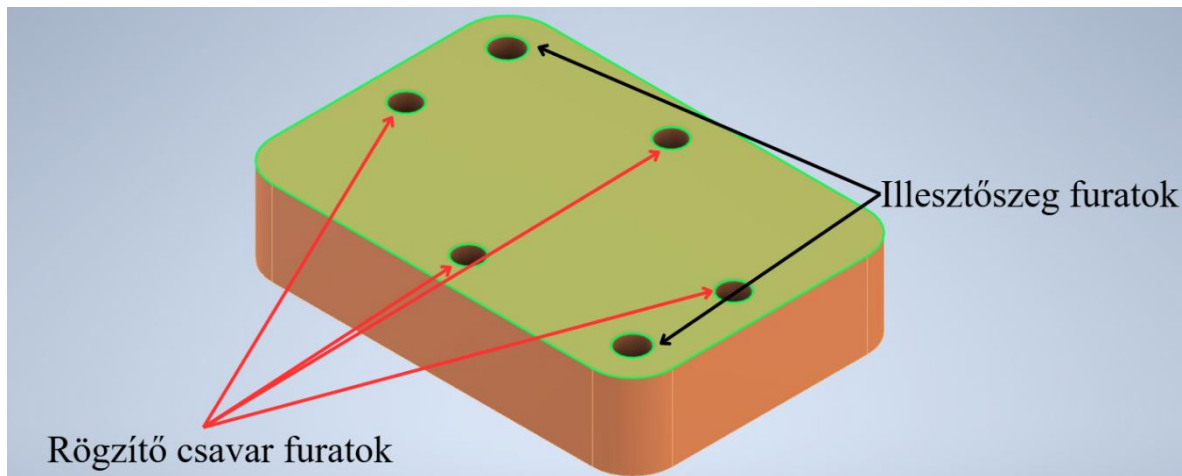
Az eddigi tapasztalatok alapján egyértelművé vált, hogy a szigetelő lap anyagának hőállóságának növelése nélkül a konstrukció élettartama nem javítható. Az anyagválasztás során több polimer is vizsgálatra került, ezek közül a két legmeggyőzőbb a poliimid (PI) és a poliéter-éter-keton 30%-os üvegszál erősítéssel (PEEK GF30) volt. A két említett anyag hőtani és szilárdsági tulajdonságainak összehasonlítását a Quattroplast hivatalos műszaki adatlapjai alapján végeztem el az alábbi táblázat szerint. (1. melléklet)

A táblázat adataiból jól látható, hogy a két polimer mechanikai és hőtani tulajdonságai nem térnek el nagyban egymástól, viszont a poliimid alapanyagára a PEEK GF30 árának négyszerese, és ezek mellett a megmunkálási technológiája is bonyolultabb. (5.16 Ábra)

5.16 ábra poliimid megmunkálásához erősen ajánlott marószerszám



5.17 ábra A szigetelő lap készre munkált állapota.



Összegezve az adatokat, valamint a műszaki és gazdasági szempontokat együttesen figyelembe véve, a PEEK GF30 anyag választása jelentette a legjobb kompromisszumot a hőállóság, a mechanikai szilárdság és a költséghatékonyság között. Alkalmazásával a szigetelőlap üzemi stabilitása javult, a mérettartása megfelelő, és a korábbi anyaghibákból eredő problémák is megszűntek. A PEEK GF30 tehát nemcsak a korábbi hibák kiküszöbölését tette lehetővé, hanem gazdaságos és tartós megoldást is nyújtott a szigetelőlap anyagával szemben támasztott követelményekre.

Alakító tüske tervezése

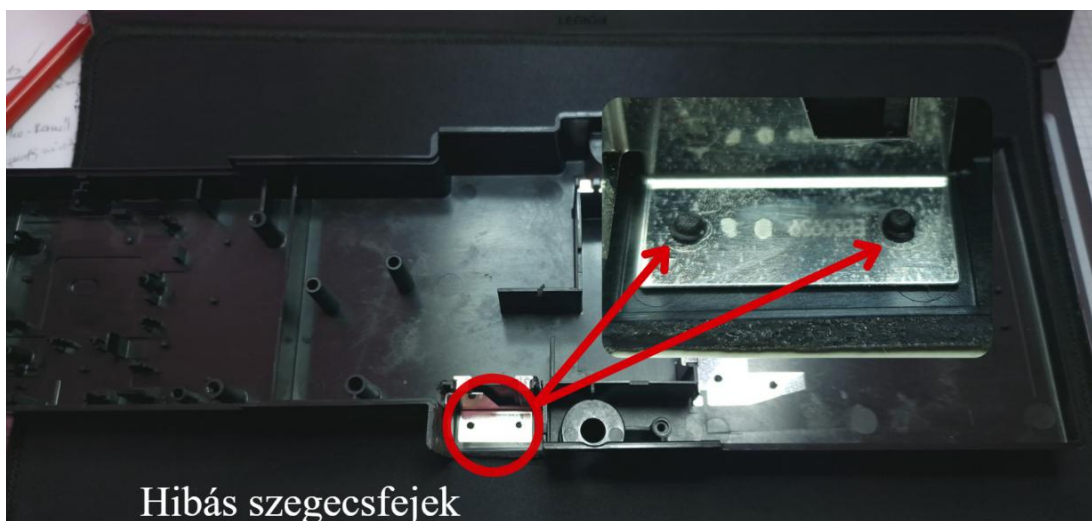
A konstrukció egyik legmeghatározóbb alkatrésze, a szegecsfejet kialakító tüske, amely rézből készül esztergáló megmunkálással. (9.melléklet) A réz önmagában a lág és kenődő anyagok közé tartozik, mint megmunkálás, mint gépészeti igénybevétel szempontjából ezért, hogy ellássa funkcióját, bevonatot kell képezni a munkát végző felületre. A tesztüzem során az előző verzióknál a tüskék króm-nitrid (CrN/CrON) bevonattal voltak ellátva, itt különböző berágódási és kopásbéli problémák voltak, ezért az alakító tüske, mint méretbeli, mint konstrukcióbéli átalakításokra szorult. (5.18 ábra) A cég ragaszkodott a réz alapú tüskék alkalmazására, ezért a bevonatolási technológiában kellett megoldást találni a problémára.

5.18 ábra Az alakító tüske berágódása 500 üzemóra után (CrN bevonattal)



A műanyag alkatrész melyet az alakító tüske megmunkál egy autó iparban gyakran alkalmazott üvegszál erősítéses félkristályos polimer (PBT+ASA GF30), melynek szűk feldolgozási hőmérséklet tartománya, gyors visszakristályosodása, és magas viszkozitása miatt melegalakító megmunkálása rendkívül nehéz. (5.19 ábra) Kristályos szerkezete és üvegszál tartalma miatt, az alakító szerszám az átlagnál sokkal agresszívan roncsolódik, ami a nem megfelelő bevonatnak köszönhető.

5.19 ábra alakító szerszám kopásából eredő szegecsfej hiba



A probléma kiküszöbölése érdekében felvettem a kapcsolatot az alkatrészt gyártó fröccsöntő szerszám tervezéséért felelős céggel, mivel az öntőszerszámban a szerszámra ható körülmények nagyban megegyeznek a szegecsalakító tüske munkakörülményeivel.

A konzultáció során a bevonatolási megoldásokról egyeztetve a következő döntésre jutottam:

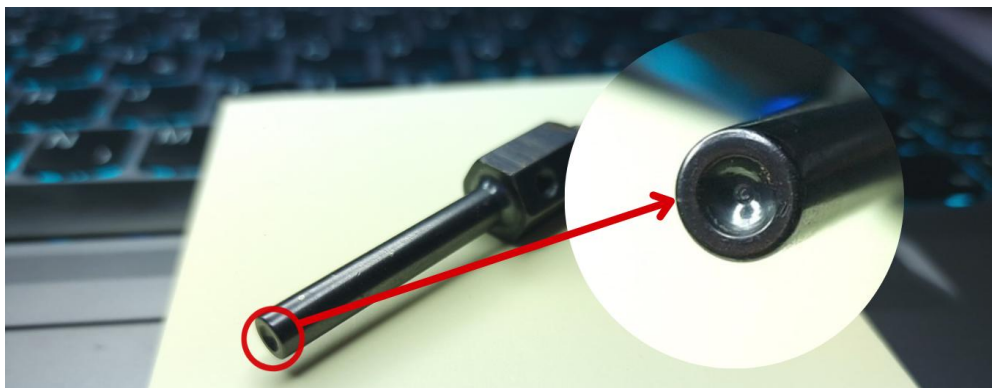
Az alakító tüske bevonatát a fröccsöntő szerszám bevonatához hasonlóan króm-nitrid (CrN) alapú balinit moldena bevonatra változtattam. Ez a bevonat kifejezetten az abrazív és üvegszál erősítésű polimerek megmunkálására lett kifejlesztve, amely erősebb az eddigi összes ilyen célra használt bevonatnál. (5.20 ábra) Keménysége eléri a 2800 HV-értéket, így lényegesen nagyobb kopásállósággal rendelkezik, mint a hagyományos króm-nitrid (CrN) bevonat. Szerkezete, sokkal sűrűbb és zártabb réteget képez, ennek köszönhetően sokkal nagyobb ellenállással rendelkezik a kopással szemben, illetve csökkenti a tapadási hajlamot a munkafelületen.

5.20 ábra moldena bevonattal ellátott alkatrész



A teszt üzem során az ilyen fajta bevonattal ellátott alakító tuskék, sokkal jobb eredményeket értek el, kopás és minőségbeli szempontból is. (5.21 ábra)

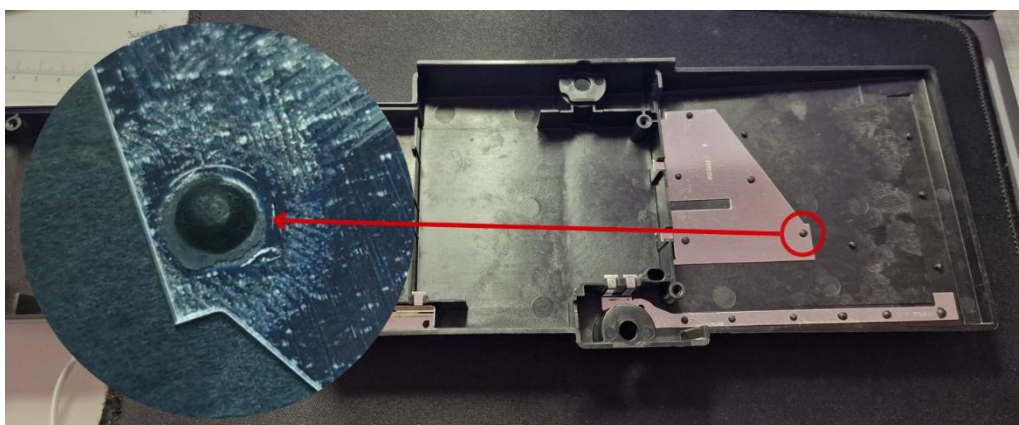
5.21 ábra moldena bevonattal ellátott alakító túske 1700 üzemóra után



Ahogy a kép is jól szemlélteti (5.21 ábra) az alakító profil háromszor több üzemóra után is megfelelő állapotban van a megmunkáláshoz. A berágódási problémákat sikerült megszüntetni, és a szegecskötés minősége megfelel a fennálló kritériumoknak.

Az új tuskék tesztelése során jelentkezett a következő probléma, ami a méretezésre vezethető vissza. Az alakító túske megmunkálási térfogata kisebb volt a kellenénél, ezért anyag többlet keletkezése volt megfigyelhető sorja formájában. (5.22 ábra)

5.22 ábra anyag többlet miatt keletkező sorja



A megoldást az alakító szerszám forma adó felületén található gömbcikk megnövelése jelentette. A műszaki rajz alapján és a műanyag alkatrész modellje segítségével sikerült megállapítani az akkor aktuális térfogatokat, melyeket a következőképp állapítottam meg.

A műanyag pin térfogata

$V = r^2 * \pi * h$, mivel a fémlemez vastagsága 0,25 [mm] – így:

$$V = \left(\frac{1,46}{2}\right)^2 * \pi * 2,65 = 3,934 \text{ [mm}^3\text{]}$$

Alakító tüske formaadó profiljának térfogata

$V = \frac{\pi}{3} * m^2 * (3r - m)$, mivel a gömbcikk magassága 0,7 [mm³], ezért:

$$V = \frac{\pi}{3} * 0,7^2 * (3 * 1,78 - 0,7) = 2,381 \text{ [mm}^3\text{]}$$

A számításokból jól látszik, hogy az alakító tüske formaadó profiljának térfogata 1,553[mm³]-el nagyobb.

térfogatbeli különbség: $3,934 - 2,381 = 1,553 \text{ [mm}^3\text{]}$

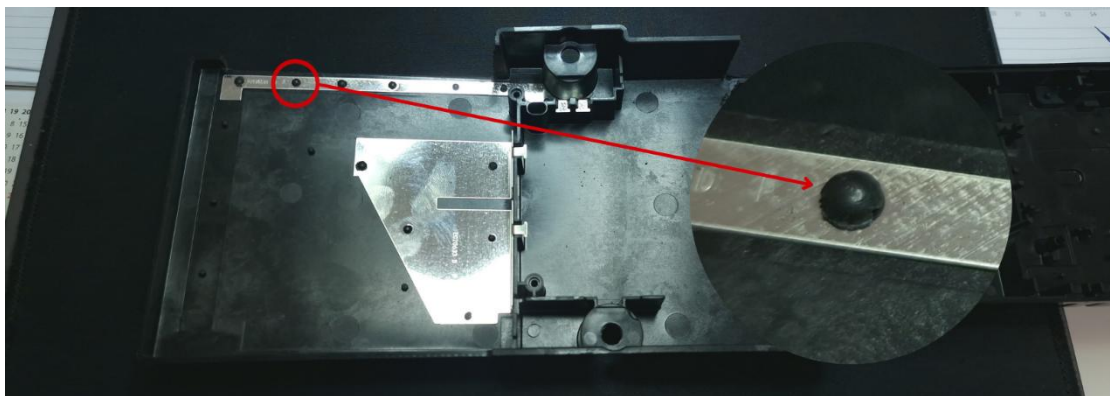
A konstrukció előző tervezőivel konzultálva arra a döntésre jutottunk, hogy a térfogatot meg kell növelni 1 [mm³]-el, viszont az alakító profil gömbcikk sugara nem változhat, így a kialakítási mélységen kell növelni.

$$3,4 = \frac{\pi}{3} * m^2 * (3 * 1,78 - m) \rightarrow m = 0,85 \text{ [mm]}$$

Az alakító gömbcikk mélysége az alakító szerszámban 0,85 mm.

A módosított szegecsfej alakító tuskét, ezután tesztüzembe helyeztük, ahol azt tapasztaltuk, hogy a sorjásodási probléma megszűnt. (5.23 ábra)

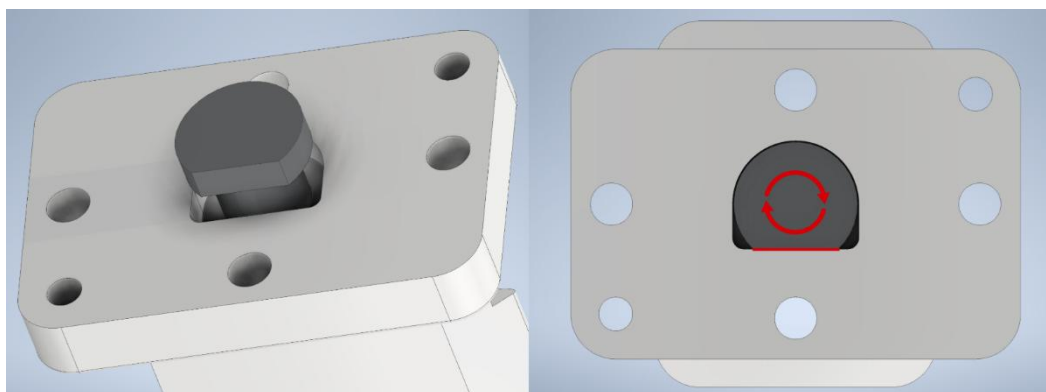
5.23 ábra az elkészített szegecsfej az új alakító profillal



Menetes betét tervezése

A menetes betét a részegység azon alkatrésze, melynek segítségével az elnyomáshoz szükséges mozgást végző szerszámlaphoz tudjuk rögzíteni a konstrukciót. A menetes betét az alumíniumból készült felfogató konzolban került elhelyezésre, ezért külön helyigénnyel nem rendelkezik. (12. melléklet) A betét úgy lett kialakítva, hogy a rögzítő menetes szár leszorításakor ébredő erő hatására ne forduljon el a számára kialakított fészekben, illetve a menetes betét feje minimálisan a csatlakoztatási sík alá essen annak érdekében, hogy ne okozzon összeillesztési nehézséget ezzel együtt méretbeli pontatlanságot a konstrukcióban. (5.24 ábra)

5.24 ábra a menetes betét elhelyezkedése és az elfordulást meggátoló kialakítás



A különböző fajta fizikai hatásokból eredő károsodás miatt, a menetes betét anyagának rozsdamentes acélt választottam, így az ebből eredő problémák kialakulási lehetőségét a minimumra sikerült csökkenteni.

A betét megmunkálásánál mind marási mind pedig esztergálási lépésekre is szükség volt. Egyetemes esztergagépen elkészültek a forgástengelyen elkészíthető méretek, átmérők letörések és a menet. Az esztergálási lépések után, CNC marógépen elkészült az elfordulást megakadályozó lapolás.

Ami a menetes betét felfogató konzolba való rögzítését illeti, az alkatrészek azon részét, ahol ezen két elem találkozik H7/p6 tűréssel láttam el. Ez a tűrés kellően szoros illesztést tesz lehetővé ahhoz, hogy a két elem megfelelően csatlakozzon egymásba. Szerelés szempontjából az alkatrészek összeépítésénél illesztőkalapács használata szükséges, ahogy az elemek szétszereléséhez is.

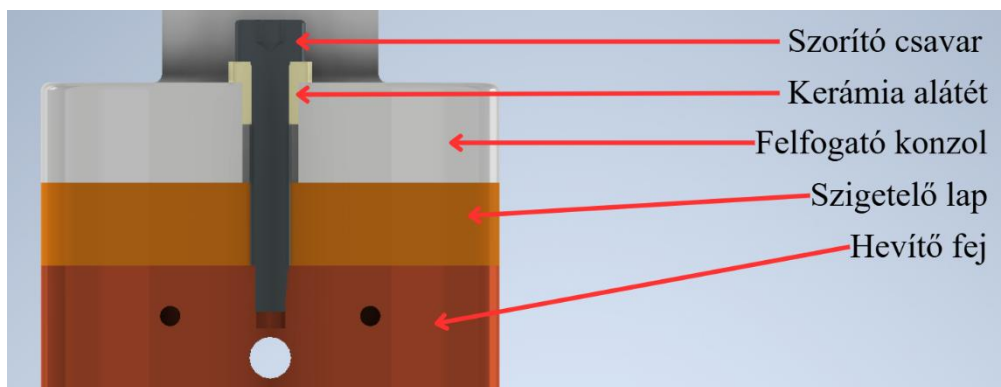
A részegység összeszerelése

A komplett szegecselő szerszám konstrukciójában az egyik legfontosabb kritérium az egymáshoz méretláncban csatlakozó alkatrészek lecsökkentése volt. Erre a méretbeli pontosság miatt volt szükség, mivel minél kevesebb az alkatrész annál pontosabban lehet tartani a tűrt méretet, ami esetünkben függőleges irányban $179,2 \text{ [mm]} \pm 0,05 \text{ [mm]}$ volt.

A második, de ugyanolyan fontos kritérium a szegecselő szerszám konstrukciójában, a hevítő fej által hordozott hőmennyiség leszigetelése, amennyire csak a körülmények engedik.

A konstrukciót 4 darab M5-ös csavar fogja össze, melynek rögzítő menete a réz hevítő fejben található. Mivel a csavarok közvetetten kapják a hőmennyiséget, ezért az érintkezési pontokat szigetelni kellett. A szigetelést kerámia alátétekkel orvosoltuk, melyeknek segítségével a csavaron keresztül nem terjed felfelé a hőmennyiség. (5.25 ábra)

5.25 ábra a szorítócsavarok elhelyezkedése



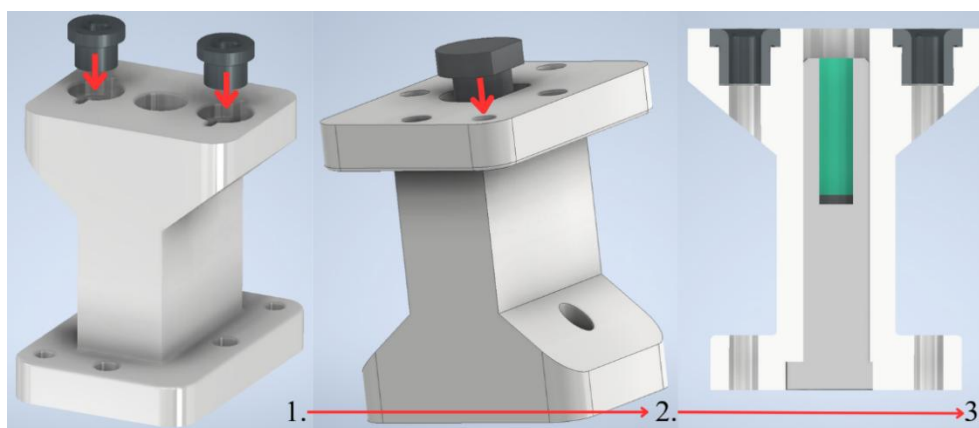
Egy külsős beszállítóval konzultálva palettájukban megtalálható legalacsonyabb hővezetésű kerámiából sikerült legyártatni az alkatrészt cirkónium dioxidból (ZrO_2), melynek méretei a következő ábrán láthatóak. (5.26 ábra)

5.26 ábra a kerámia alátét méretei

Alátét méret	Csavar méret	D1	D2
	M4	6.5	9
	M5	7.5	10
	M6	8.5	13
	M8	10.5	16
	M10	12.5	20

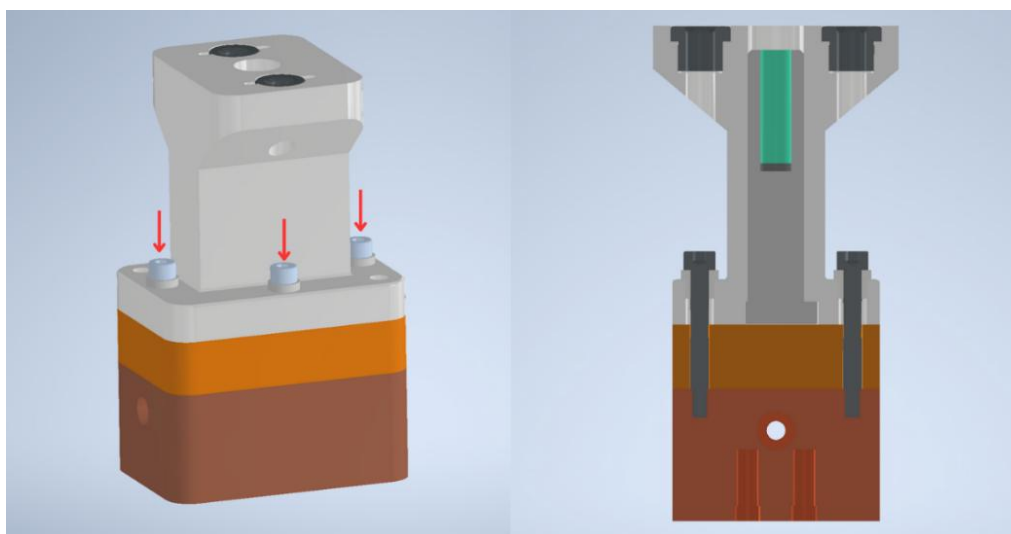
A részegység összeszerelése több lépésből áll össze, melyet úgy állítottam össze, hogy az esetleges szervizelés a gépkarbantartók számára kézenfekvő és egyszerű legyen. Első lépésként a felfogató konzolt, és a bele csatlakozó alkatrészeket kell összeszerelni. A szerszámlap felőli oldalba préselő szerszám segítségével a két illesztő perselyt a foglatba helyezük. Miután az illesztő perselyek a helyükre kerültek, ütőszerszám segítségével (illesztő kalapács) a menetes betétet a fészekbe helyezük. (5.27 ábra)

5.27 ábra a szerelésre kész felfogató konzol, és a szerelés lépései



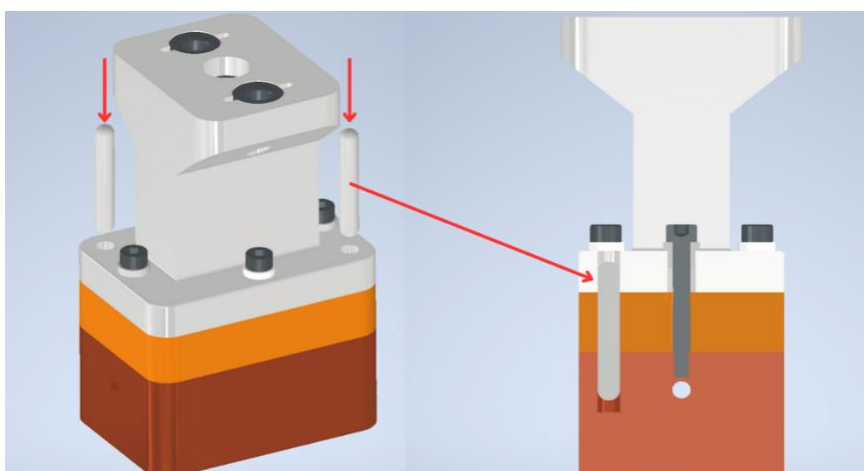
Miután a felfogató konzolba beépítésre kerültek az illesztő perselyek és a menetes betét, következő lépésként a szigetelő lapot és a hevítő fejet rögzítjük a csavarokkal, a csavarok alá pedig behelyezzük a kerámia alátéteket. (5.28 ábra)

5.28 ábra a részegység összefogatása



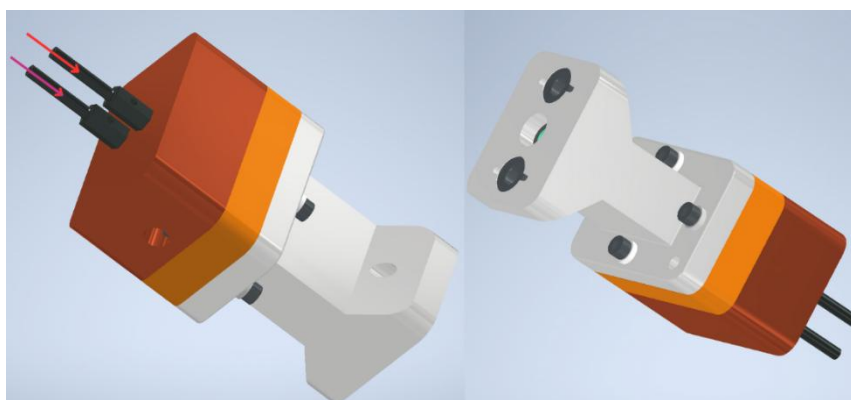
Miután a csavarokat behajtottuk a menetbe, és ügyeltünk arra, hogy az elemek még enyhén mozogjanak egymáson, a kerámia illesztőszegek behelyezése következik. A kerámia illesztőszegek hasonlóan a csavar alátétekhez cirkónium-dioxidból készültek (ZrO_2) a megfelelő hőszigetelés céljából. Az illesztőszegeket illesztőszerszámmal ütőmunka segítségével illesztőkalapáccsal igazítjuk a helyére. A csavarkötéseket azért fontos ennél a folyamatnál még lazán hagyni, mivel az illesztőszeg feladata az elemek egytengelyűségét szolgáltatni, és kúpos kialakítása miatt, így könnyedén a helyére lehet illeszteni ezzel meghatározva az elemek egytengelyűségét. (5.29 ábra)

5.29 ábra az illesztőszegek pozíciója a konstrukcióban



Az illesztőszegek behelyezése után a csavarkötéseket leszorítjuk a csavarfej méretéhez tartozó imbuszkulccsal. Az utolsó lépés ezután következik, ami a szegecsfej alakjáért felelős alakítótüske. A szerelés semmilyen komolyabb előkészítést nem igényel, a hozzá tartozó kulcs segítségével leszorítjuk a foglalatba, ezzel befejezve az összeszerelést. (5.30 ábra)

5.30 ábra a kész részegység



5.3. Az új konstrukció tesztüzem dokumentálása

A konstrukció tesztelése a hőtani szempontok vizsgálatával kezdődött, melyet szimulációval támasztottunk alá. A szimuláció végbemenetele után bebizonyosodott, hogy a szigetelő lap, mint anyagi szilárdságban, mind pedig hőszigetelésben ellátta feladatát. A szimulációs adatokat a cég nem tudta kibocsátani részemre, ezért az eredményt a tesztüzem során készített képeimmel és méréseimmel igazolom. Összehasonlításképpen, többlépcsős méréseket végeztem a részegységen, amivel a hőmérséklet felfelé terjedését vizsgáltam. (melléklet) A gyűjtött adatokból tökéletesen látszik, hogy a hevítő fejtől azonos távolságra eső ponton, a hőmérséklet számottevően alacsonyabb, így megállapítható, hogy a gyakorlatban is javult a hőszigetelés az új konstrukció bevezetésével. (5.31 ábra)

5.31 ábra a felfogató konzol hőmérsékletei



Az első tesztek folyamán még a régebbi alakító tűskékkel volt használva a részegység, és a munkafolyamat során pontatlanságbéli hibák léptek fel a munkadarabon. Olyan jelek mutatkoztak, mintha az elnyomások pozíciói nem lettek volna a megfelelő pozícióban. A részegységet a hibák észlelése után elküldtük a cégnél található mérőszobába. (5.32 ábra) (3.melléklet) A mérési eredmények tökéletesen megmutatták, hogy miből ered a probléma. A régebbi alakítótűskéket egy cégen kívüli gyártó szállította a számunkra, amely a műszaki rajzban feltüntetett tűréseket nem tartotta, és a tűskében görbületek voltak megtalálhatóak.

Ennek eredményeként keletkezett a nem megfelelő pozíció a szegecsfej kialakításakor, ami az új tűskék legyártása, és azt követő használata meg is szüntetett.

5.32 ábra Wenzel 3-D LH65 mérőgép



A már általunk legyártott módosított és új bevonattal ellátott alakító tűskével felszerelt részegység a mérőszobában, már megfelelt, méretei a tűrésmezőn belül helyezkedtek el.

(4., 5., 11.melléklet)

Az első tesztfázis időben 2 hétig tartott, amelyben a munkanapokon hétfőtől egészen péntekig, két műszakban ment az alkatrészek legyártása a gyártósoron. Minden akkor készült munkadarabot, szigorúbb szempontok alapján vizsgáltunk, a szemrevételezéstől kezdve, egészen a kialakított szegecsfejek beméréséig.

Az összegyűjtött adatokat továbbítottuk a megrendelő számára, aki elemezte azokat, és kis várakozási idő után lehetséges opcióként rögzítette a fejlesztést.

A következő gyártósor indításra, a céghez látogatva a megrendelők is megérkeztek, ahol bizonyosságot szereztek az ötlet valóságáról és saját kiküldetésük vizsgálatai elvégzése után véglegesítették a fejlesztési javaslatot.

6. Gazdasági számítás

6.1. A részegység gyártásának költségei

A táblázatok tartalmazzák a részegység gyártásakor felmerülő költségek összességét.

3. táblázat gyártási költségek

Műanyag szegecselő szerszám alkatrészeinek	munkaóra	Belső Ktg. (Ft)
Tervezés;NC.prog.	2	20000
CNCMarás	19	190000
NCEszterga	2	20000
Huzal	6	60000
Tömb	0	0
Laser	0	0
Köszörülés	0	0
Szerel,illetzt,polír	0	0
Bemérés/Scan Reverse Eng.	0	0
alapanyag		62900
Bevonatolás		5070
Össz:	29	357 970 Ft

4. táblázat megmunkálási módok és gépidők

Műanyag szegecselő szerszám alkatrészeinek gyártása											
Gépi idők	Db	CNC-Marás Σ idő		Tömbszikra Σ idő		Huzal Σ idő		Köszörű Σ idő		Eszterga Σ idő	
		Óra/db	19	Óra/db	0	Óra/db	6	Óra/db	0	Óra/db	2
Felfogató konzol	1	7	7	0	0	6	6	0	0	0	0
Hevítő fej	1	9	9	0	0	0	0	0	0	0	0
Szigetelő lap	1	2	2	0	0	0	0	0	0	0	0
Alakító túske	2	0,5	1	0	0	0	0	0	0	1	2

A táblázat adatai mutatják a részegység tervezésénél keletkező megmunkálási időt, és a gyártáskor felmerülő bekerülési költségeket. (3. és 4. táblázat) A konstrukció legyártása időben 29 óra, amely gyártási műszakra vetítve körülbelül, 4 műszak, amely két munkanapnak felel meg. (5. táblázat) A másfél hét gyártási idő a gépek leterhelése miatt keletkezik. A konstrukció gyártásával párhuzamosan más gyártási folyamatok is zajlottak,

melyek elvégzése elengedhetetlen volt. Az alkatrész bekerülési költsége összegezve a munkafolyamatokat, a gépidőt és a tervezés idejét 357 970 forint.

6.2. A részegység megtérülése

5. táblázat gyártási adatok a régi és új konstrukcióval

Mutató	Régi konstrukció	Új konstrukció	Különbség
Állásidő (óra/műszak)	1,86	0,2	1,66
Állásidő költsége (Ft/műszak)	257 740 Ft	27 615 Ft	230 125 Ft
Munkadarab anyagköltség (Ft/db)	1 315 Ft		-
Darabszám (db/műszak)	844		-
Megfelelő (db/műszak)	588	693	105
Selejtarány (%)	16%	1%	15%-os javulás
Selejt (db/műszak)	135db	9 db	
Selejt költsége (Ft/műszak)	177 525 Ft	11 835 Ft	73500 Ft- javulás

A táblázat adataiból látható (5 táblázat), hogy az új konstrukció bevezetése jelentősen javította a gyártósor termelékenységét. A korábbi konstrukcióval való munkafolyamatok során keletkező állásidő, a folyamatos utánállítások miatt, és a túskecserek miatt 1,86 óra volt műszakonként. Az új konstrukcióval az állásidőt sikerült 0,2 órára csökkenteni, ami hatalmas előrelépésként kezelte a karbantartási vezetőséget. Az állásidő csökkenése összességében a könnyebb szervizelhetőség, és a kisebb karbantartási igények köszönhető. Az állásidő csökkenése mellett nagyban javult a műszakonként legyártott alkatrészekből keletkező selejtek aránya. Az előző konstrukcióval az elkészült alkatrészek 16%-a volt selejt, amit az új konstrukcióval sikerült 1%-ra csökkenteni, ezzel 73500 Ft-ot takarított meg a gyártósor műszakonként, ezzel ez lett a második legnagyobb tényező a költségcsökkentésben. A legnagyobb megtakarítást az állásidő csökkentése okozta, amellyel műszakonként 230 125 forintot takarított meg a cég.

A fejlesztés bekerülési költsége 357970 Ft, amely belátható időn belül körülbelül 1 nap alatt meg is térül. A számítások alapján ez 1,56 műszak, kevesebb mint 12,48 óra üzemidő.

Az új konstrukció bevezetésével a gyártási folyamat egyszerűsödött, ezek mellett csökkent az állásidő és a selejtarány. A következő évi gyártási tervvel számolva a gyártósor 250 munkanapon dolgozna két műszakban, ezzel nagyjából éves szinten 57,5 millió forintot takarítana meg a cég.

7. Összefoglalás

Szakterdolgozaton készítésének célja egy műanyag szegecselő szerszám részegységének rekonstrukciós tervezése volt. A korábbi konstrukció bonyolult összeállítását egy egyszerűbb megoldásokat tartalmazó egységgel orvosoljam, ezek mellett a konstrukció hőterhelési, szerelhetőségi, kopási és minőségbéli problémáit megoldjam. A kitűzött célok teljesültek, az új konstrukcióval a vizsgált minőségügyi, gazdasági mutatók, is egyaránt javulást mutattak, a fejlesztés végleges bevezetését pedig a megrendelő is elfogadta és támogatta.

A kiinduló állapot elemzése során megállapítottam, hogy a konstrukció több alkatrészből épült fel, mint ami szükséges, aminek hatására a tűrésláncban feltüntetett méretek tartása leheltelenné vált, és ez pozícióbéli problémákat okozott. A hőmennyiség szigetelését végző szigetelő lap tartósan nem bírta a hőterhelést, és az alkatrészen repedések keletkeztek, és égési elszénesezési problémák is felléptek. Az alakító tűskék, amik a szegecsfej kialakításáért felelős alkatrészek, bevonata nem volt megfelelő a terheléssel szemben, berágódások keletkeztek az alakító profilon, aminek hatására a szegecsfejek sem esztétikailag sem pedig szilárdságtanilag nem voltak megfelelőek, lineárisan egyre jobban romlottak a minőségek az idő elteltével, ezzel növelve az állásidőt a selejtek arányát, és a karbantartási igényt.

A szigetelő lap anyagának megváltoztatásával, sikerült egy jobb hőszigetelési formát találni, a konstrukció leegyszerűsítésével csökkentettem a szerelési időt és eleget tudtam tenni a mértetekben megfogalmazott tűréseknek, és az új alakító tűske bevonat használatával pedig, a szegecsfejek minőségi javulását tudtam stabilizálni.

A konstrukcióban eszközölt alakítások a gyártási folyamatot megbízhatóbbá tették, ezzel pedig a selejtek aránya jelentősen csökkent, ami meghatározó tőkét takarított meg a cég számára.

Összességében a konstrukcióba fektetett idő és tőke, nagyságrendileg gyorsan megtérülve segíti a jövőben is használt gyártósor működést, ezzel egy biztos működő és termelő anyagi forrást biztosítva a cégnek, melyre lehet építeni vállalati szinten a továbbiakban.

8. Summary

The aim of the thesis was to redesign a plastic riveting tool component. I wanted to replace the complicated assembly of the previous design with a simpler solution, while also solving the problems of heat load, assembly, wear, and quality. The objectives were achieved, with the new design showing improvements in both the quality and economic indicators examined, and the final implementation of the development was accepted and supported by the customer.

During the analysis of the initial condition, I determined that the structure was built from more components than necessary, which made it impossible to maintain the dimensions specified in the tolerance chain and caused positioning problems. The insulating sheet used to insulate the heat load could not withstand the heat load in the long term, causing cracks to form on the component and leading to carbonization problems. The coating of the forming pins, which are the components responsible for forming the rivet heads, was not suitable for the load, causing indentations to form on the forming profile, which meant that the rivet heads were neither aesthetically nor structurally adequate. Quality deteriorated linearly over time, increasing downtime, the proportion of rejects, and maintenance requirements.

By changing the material of the insulating sheet, I managed to find a better form of thermal insulation. By simplifying the design, I reduced the assembly time and was able to meet the tolerances specified in the dimensions. By using the new forming pin coating, I was able to stabilize the improvement in the quality of the rivet heads.

The changes made to the design made the manufacturing process more reliable, significantly reducing the scrap rate and saving the company a considerable amount of capital.

Overall, the time and capital invested in the design will quickly pay for itself, helping to keep the production line running in the future and providing the company with a reliable source of income that it can build on at the corporate level.

9. Nyilatkozatok

NYILATKOZAT

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

A hallgató neve: IHÁROSI DÁNIEL
A Hallgató Neptun kódja: CUNKVZ
A dolgozat címe: MŰANYAG SZEGECSELŐ SZEDÉSÉNEK REKONSTRUKCIÓS TERVÉSE
A megjelenés éve: 2025
A tanszék neve: ANYAGTUDOMÁNYI ÉS GÉPIPARI FOLYAMOK

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

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

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

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

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

Kelt: 2025 év NOVEMBER hó 2 nap


Hallgató aláírása

¹ A megfelelő dolgozattípus meghagyása mellett a többi típus törlendő.

² A megfelelő dolgozattípus meghagyása mellett a többi típus törlendő.

NYILATKOZAT

Alulírott IHÁROSI DÁVID, a Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem, KAROSVÁRI Campus, GEPESSZEMELVŐK 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: 2025 év NOVEMBER hó 2 nap


Hallgató

NYILATKOZAT

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

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

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

Kelt: Gödöllő 2025. év november hó 06. nap


Belső konzulens

*Kérjük a megfelelőt aláhúzni!

MATE Szervezeti és Működési Szabályzat
III. Hallgatói Követelményrendszer
III.1. Tanulmányi és Vizsgaszabályzat
6.13. sz. függeléke: A MATE egységes szakdolgozat /
diplomadolgozat / záródolgozat / portfólió készítési útmutatója
7. sz. melléklete: Műszaki Intézet külső konzulensi nyilatkozat

KÜLSŐ KONZULENSI NYILATKOZAT

IHÁRCSI DÁVID (név) (hallgató Neptun azonosítója: CUUKVZ)

külső konzulenseként nyilatkozom arról, hogy a hallgató az előre egyeztetett konzultációkon rendszeresen megjelent.

Kelt: 2025 év NOVEMBER hó 2 nap


külső konzulens

Hallgatók, doktoranduszok nyilatkozata mesterséges intelligencia (MI) alkalmazásáról

1. Általános adatok

Hallgató neve:	Ihárosi Dániel
Neptun-kódja:	CUNKVZ
Képzési szint (a megfelelőt jelölje X-szel):	<input checked="" type="checkbox"/> BSc/BA <input type="checkbox"/> MSc/MA <input type="checkbox"/> Doktori (PhD) <input type="checkbox"/> Egyéb:
Tantárgy neve/kódja*:	Szakdolgozat készítés 1. 2024/2025év MUSZK336N
A munka címe:	Műanyag szegecselő szerszám rekonstrukciós tervezése

* doktori értekezés esetén nem kitöltendő

2. Nyilatkozat az MI használatáról

Alulírott, etikai felelősségem teljes tudatában az alábbi nyilatkozatot teszem:

(Kérjük, válasszon egyet az alábbi lehetőségek közül!)

A) Nem alkalmaztam mesterséges intelligencia rendszert vagy szolgáltatást.

(Amennyiben ezt jelölte, a további táblázatok kitöltése nem szükséges.)

B) Alkalmaztam mesterséges intelligencia rendszert vagy szolgáltatást.

(Kérjük, töltsse ki a vonatkozó táblázatokat!)

3. A mesterséges intelligencia használatának részletezése

I. TÁBLÁZAT: Asszisztensi vagy kisebb mértékű felhasználás (pl. fordítás, nyelvi korrektúra, ötletelés stb.)

(Ezen felhasználások esetében a konkrét promptok és válaszok csatolása nem szükséges.)

A felhasználás célja	Alkalmazott MI-eszköz neve és verziója	Érintett rész (ha nem a szöveg egészére vonatkozik)
Szakirodalmak keresése, műszaki dokumentációk keresése, műszaki adatok keresése.	ChatGPT PRO	

II. TÁBLÁZAT: Jelentős tartalmi hozzájárulás (pl. egy teljes ábra vagy egy hosszabb szövegrész generálása)

(Ezekben az esetekben a felhasznált kulcsfontosságú promptok és az MI által adott nyers válaszok dokumentálása és a munka mellékletében való csatolása szükséges.)

A felhasználás célja	Alkalmazott eszköz verziója, elérhetősége	MI-neve,	Az érintett fejezet / ábra / táblázat pontos sorszáma	A prompt-naplót tartalmazó melléklet bejegyzésének sorszáma

3/A. Oktató által előírt kiegészítő szabályok (ha vannak)

Amennyiben az adott tantárgy oktatója vagy témavezetője az MI-eszközök használatára vonatkozóan külön szabályokat vagy elvárásokat határozott meg, kérjük, az alábbi mezőben foglalja össze ezeket:

Pl. az MI használatának tilalma bizonyos feladattípusokra; csak konkrét eszköz használata engedélyezett; eltérő hivatkozási elvárások; dokumentációs forma stb.


Oktató vagy témavezető által előírt szabályok:

A MATE-K/13-12/2025 iktatószámú 11/2025 (VIII. 29.) számú rektori utasítás: a **MESTERSÉGES INTELLIGENCIA HASZNÁLATÁRÓL SZÓLÓ SZABÁLYZAT** hatályba lépése előtt 2025. szeptember 1. előtt az MI használata engedélyezett.

4. Minden hallgatóra vonatkozó nyilatkozat:

Kijelentem, hogy az MI által esetlegesen generált tartalmakat minden esetben kritikailag felülvizsgáltam, szerkesztettem és a munkába illesztettem. A leadott munka minden eleméért, annak eredetiségéért és tudományos helytállóságáért teljes körű felelősséget vállalok. Tudomásul veszem, hogy a Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem a benyújtott munkát mesterséges intelligencia detektorral ellenőrizheti, és eljárást kezdeményezhet, amennyiben a nyilatkozatom valótlan vagy hiányos.

Kelt: Kaposvár, 2025. augusztus hó 12 nap



Hallgató aláírása



Konzulens/Témavezető aláírása

Hallgatók, doktoranduszok nyilatkozata mesterséges intelligencia (MI) alkalmazásáról

1. Általános adatok

Hallgató neve:	Ihárosi Dániel
Neptun-kódja:	CUNKVZ
Képzési szint (a megfelelőt jelölje X-szel):	<input checked="" type="checkbox"/> BSc/BA <input type="checkbox"/> MSc/MA <input type="checkbox"/> Doktori (PhD) <input type="checkbox"/> Egyéb:
Tantárgy neve/kódja*:	Szakdolgozat készítés 2. 2025/2026év MUSZK340N
A munka címe:	Műanyag szegecselő szerszám rekonstrukciós tervezése

* doktori értekezés esetén nem kitöltendő

2. Nyilatkozat az MI használatáról

Alulírott, etikai felelősségem teljes tudatában az alábbi nyilatkozatot teszem:

(Kérjük, válasszon egyet az alábbi lehetőségek közül!)

A) Nem alkalmaztam mesterséges intelligencia rendszert vagy szolgáltatást.

(Amennyiben ezt jelölte, a további táblázatok kitöltése nem szükséges.)

B) Alkalmaztam mesterséges intelligencia rendszert vagy szolgáltatást.

(Kérjük, töltsse ki a vonatkozó táblázatokat!)

3. A mesterséges intelligencia használatának részletezése

I. TÁBLÁZAT: Asszisztensi vagy kisebb mértékű felhasználás (pl. fordítás, nyelvi korrektúra, ötletelés stb.)

(Ezen felhasználások esetében a konkrét promptok és válaszok csatolása nem szükséges.)

A felhasználás célja	Alkalmazott MI-eszköz neve és verziója	Érintett rész (ha nem a szöveg egészére vonatkozik)

II. TÁBLÁZAT: Jelentős tartalmi hozzájárulás (pl. egy teljes ábra vagy egy hosszabb szövegrész generálása)

(Ezekben az esetekben a felhasznált kulcsfontosságú promptok és az MI által adott nyers válaszok dokumentálása és a munka mellékletében való csatolása szükséges.)

A felhasználás célja	Alkalmazott eszköz verziója, elérhetősége	MI-neve,	Az érintett fejezet / ábra / táblázat pontos sorszáma	A prompt-naplót tartalmazó melléklet bejegyzésének sorszáma

3/A. Oktató által előírt kiegészítő szabályok (ha vannak)

Amennyiben az adott tantárgy oktatója vagy témavezetője az MI-eszközök használatára vonatkozóan külön szabályokat vagy elvárásokat határozott meg, kérjük, az alábbi mezőben foglalja össze ezeket:

Pl. az MI használatának tilalma bizonyos feladattípusokra; csak konkrét eszköz használata engedélyezett; eltérő hivatkozási elvárások; dokumentációs forma stb.

Oktató vagy témavezető által előírt szabályok:

A MATE-K/13-12/2025 iktatószámú 11/2025 (VII. 29.) számú rektori utasítás: a **MESTERSÉGES INTELLIGENCIA HASZNÁLATÁRÓL SZÓLÓ SZABÁLYZAT** hatályba lépése előtt 2025. szeptember 1. előtt az MI használata engedélyezett.

4. Minden hallgatóra vonatkozó nyilatkozat:

Kijelentem, hogy az MI által esetlegesen generált tartalmakat minden esetben kritikailag felülvizsgáltam, szerkesztettem és a munkába illesztettem. A leadott munka minden eleméért, annak eredetiségéért és tudományos helytállóságáért teljes körű felelősséget vállalok. Tudomásul veszem, hogy a Magyar Agrár- és Élettudományi Egylet a benyújtott munkát mesterséges intelligencia detektorral ellenőrizheti, és eljárást kezdeményezhet, amennyiben a nyilatkozatom valótlan vagy hiányos.

Kelt: Kaposvár....., 2025. október..... hó 19. nap


.....

Hallgató aláírása


.....

Konzulens/Témavezető aláírása

10. Irodalomjegyzék

1. Akro-Plastic. *PRECITE V GF 30/2 black 7724 – datasheet*. [Online]
Elérhető: www.akro-plastic.com/en/product/precite-v-gf-30-2-black-7724-en
2. ALBIS. *Ultradur® S 4090 G6X (PBT+ASA)-GF30 datasheet*. [Online]
Elérhető: www.albis.com/en/products/download/doc/en/SI/basf/UltradurS4090G6X.pdf
3. Ashby, M. F., Jones, D. R. H. *Engineering Materials I: An Introduction to Properties, Applications and Design*. Elsevier, 2012.
4. BASF. *Plastics for injection molding – Performance polymers*. [Online]
Elérhető: https://www.plastics-rubber.basf.com/global/en/performance_polymers
5. Bubble formation in thermal joining of plastics with metals. *Scientific Journal of the Faculty of Mechanical Engineering*, 74(4), 2018, 518–523. [Online]
Elérhető: www.db-thueringen.de/servlets/MCRFileNodeServlet/dbt_derivate_00065057/2212-8271_74_2018_518-523.pdf
6. Callister, W. D., Rethwisch, D. G. *Materials Science and Engineering: An Introduction*. Wiley, 2020.
7. Costa, A. P., Rezende, M. C., Botelho, E. C. *A Review of Welding Technologies for Thermoplastic Composites in Aerospace Applications*. *Journal of Aerospace Technology*

and Management, 4(3), 2012, 255–265. [Online]

Elérhető: <https://www.jatm.com.br/jatm/article/download/166/240/710>

8. CSBXX. *塑料铆接产品 [Plastic riveting products]*. [Online]

Elérhető: www.csbxx.com/gongying/366.html

9. Czvikovszky Tibor, Nagy Péter Gaál János A polimertechnológia alapjai Elérhető:

http://glink.hu/hallgatoi_segedletek/files/bde4423321fe07d2333eeb116272c9a2.pdf

10. Fernandes, F. A. O., et al. *Laser Welding of Transmitting High-Performance Thermoplastic Materials. Polymers*, 12(2), 2020, 402. [Online]

Elérhető: www.mdpi.com/2073-4360/12/2/402

11. FirstMold. *Plastic parts riveting: Tips and best practices*. [Online]

Elérhető: firstmold.com/tips/plastic-parts-riveting

12. GREFEE Mold. *Common riveting applications of plastic parts*. [Online]

Elérhető: www.grefeemold.com/common-riveting-applications-of-plastic-parts.html

13. Grewell, D. A., Benatar, A. *Welding of Plastics: Fundamentals and New Developments*. Iowa State University, 2011. [Online]

Elérhető: www.abe.iastate.edu/files/2011/11/David-Grewells-Welding-Review.pdf

14. Holman, J. P. *Heat Transfer (10th Edition)*. McGraw-Hill, 2010.

-
15. Incropera, F. P., DeWitt, D. P., Bergman, T. L., Lavine, A. S. *Fundamentals of Heat and Mass Transfer (8th Edition)*. Wiley, 2017.
16. JETIR. *Interrelationships Between Welding Parameters of Hot-Gas Welding of Thermoplastics*. *JETIR Journal*, 3(6), 2016, 20–26. [Online]
Elérhető: www.jetir.org/papers/JETIR1606004.pdf
17. LOXIM. *LOXIRENE® PBT+ASA GF30 datasheet*. [Online]
Elérhető: www.loxim.com/wp-content/uploads/2019/01/LOXIRENE-PBT-ASA-GF30-12001.pdf
18. MatWeb. *BASF Ultradur® PBT+ASA GF30 datasheet*. [Online]
Elérhető:
www.matweb.com/search/datasheet.aspx?matguid=44abb702c11484b901da8bb105e5ebd
19. NASA. *Fastener Design Manual (NASA RP-1228)*. 1990. [Online]
Elérhető: ntrs.nasa.gov/api/citations/19900009424/downloads/19900009424.pdf
20. NASA Kennedy Space Center. *Forms of corrosion*. 2001. [Online]
Elérhető: public.ksc.nasa.gov/corrosion/forms-of-corrosion
21. PHASA. *Stake design guide (Hot Air Cold Punch)*. [Online]
Elérhető: www.agaria.se/wp-content/uploads/2014/09/PHASA-Stake-Design-Guide.pdf

22. RTP Company. *Part design guidelines for injection molded thermoplastics*. [Online]

Elérhető: www.rtpcompany.com/technical-info/molding-guidelines

23. Team-MFG. *Riveting for plastic parts*. [Online]

Elérhető: www.team-mfg.com/hu/blog/riveting-for-plastic-parts.html

24. Thermal Press. *Understanding the heat staking process – A comprehensive guide*. [Online]

Elérhető: <https://thermalpress.com/understanding-the-heat-staking-process-a-comprehensive-guide>

25. Varga-Simon Erika Adjunktus Szegedi Tudományegyetem Mérnöki Kar Műszaki Intézet Gépelemek 1. Kötések Biztosítások. Elérhető:

<https://www.studocu.com/hu/document/szegedi-tudomanyegyetem/kornyezetfizikai-meresek/gepelemek/108489552>

26. Xometry. *Plastic injection molding materials overview*. [Online]

Elérhető: www.xometry.com/resources/injection-molding/plastic-injection-molding-materials

11. Mellékletek jegyzéke

1. sz. melléklet: Poliimid Poliéter-éter-keton GF30% összehasonlító táblázat
2. sz. melléklet: Előző konstrukció geometriai mérései
3. sz. melléklet: Régi alakító tüskék geometriai mérése
4. sz. melléklet: Új konstrukció geometriai mérései
5. sz. melléklet: Új alakító tüskék geometriai mérései
6. sz. melléklet: Felfogató konzol műszaki rajz
7. sz. melléklet: Hevítő fej műszaki rajz
8. sz. melléklet: Szigetelő lap műszaki rajz
9. sz. melléklet: Alakító túske műszaki rajz
10. sz. melléklet: Régi konstrukció összeállítási rajz
11. sz. melléklet: Méréskor felvett koordináta-rendszer
12. sz. melléklet: Menetes betét műszaki rajza

Mellékletek

1. melléklet a poliimid és poliéter-éter-keton GF30% összehasonlító táblázat

Jellemző	Poliimid (TECASINT 1011)	PEEK GF30 (DOCAPEEK GF30)
Sűrűség [g/cm ³]	1,34	1,53
Húzószilárdság [MPa]	116	105
Húzórugalmassági modulus [MPa]	360	6400
Szakadási nyúlás [%]	9	3
Hajlítószilárdság [MPa]	170	164
Nyomószilárdság [MPa]	450	29 / 52 (1% / 2% deformáció)
Shore D keménység	90	92
Üvegesedési hőmérséklet T _g [°C]	383	147
Hőalaktartósság HDT (A) [°C]	368	315
Hosszú távú max. üzemi hőmérséklet [°C]	280	260
Rövid távú max. hőmérséklet [°C]	-	300
Hővezetési tényező λ [W/(m·K)]	0,22	0,35
Lineáris hőtágulás (CLTE) [$\times 10^{-5}$ 1/K]	4,3 (23–60 °C) / 5,3 (23–100 °C)	4,0 (23–60 °C és 23–100 °C)

2. melléklet az előző konstrukció geometriai mérései

FCFHÉLY1 Méret		MM	Ø 5 +/- 0.05			ALAPÉRT	ISO 1101	
Elem	NÉVLEGES	+TŰR	-TŰR	MÉRÉS	ELT	TŰRTŰL		
KÖR6 - MIN	5.000	0.050	0.050	4.945	-0.055	0.005		
KÖR6 - MAX	5.000	0.050	0.050	4.953	-0.047	0.000		
FCFHÉLY1		MM	⊕ Ø 0.1 A B C			ALAPÉRT	ISO 1101	
Elem	TENG	NÉVLEGES	+TŰR	-TŰR	MÉRÉS	ELT	TŰRTŰL	BÓNUSZ
	Y	-12.500			-12.410	0.090		
	Z	-0.000			0.304	0.304		
KÖR6	TP	0.000	0.100	0.000	0.634	0.634	0.534	0.000
FCFHÉLY2 Méret		MM	Ø 5 +/- 0.05			ALAPÉRT	ISO 1101	
Elem	NÉVLEGES	+TŰR	-TŰR	MÉRÉS	ELT	TŰRTŰL		
KÖR7 - MIN	5.000	0.050	0.050	4.946	-0.054	0.004		
KÖR7 - MAX	5.000	0.050	0.050	4.954	-0.046	0.000		
FCFHÉLY2		MM	⊕ Ø 0.1 A B C			ALAPÉRT	ISO 1101	
Elem	TENG	NÉVLEGES	+TŰR	-TŰR	MÉRÉS	ELT	TŰRTŰL	BÓNUSZ
	Y	-27.500			-27.466	0.034		
	Z	-0.000			0.482	0.482		
KÖR7	TP	0.000	0.100	0.000	0.967	0.967	0.867	0.000
MM		TÁV1 - SÍK3 EDDIG SÍKA (XTENGELY)						
TENG	NÉVLEGES	+TŰR	-TŰR	MÉRÉS	ELT	TŰRTŰL		
M	179.200	0.050	0.050	177.293	-1.907	1.857		
MM		TÁV2 - SÍK4 EDDIG SÍKA (XTENGELY)						
TENG	NÉVLEGES	+TŰR	-TŰR	MÉRÉS	ELT	TŰRTŰL		
M	179.200	0.050	0.050	177.283	-1.917	1.867		
MM		TÁV3 - KÖR6 EDDIG KÖR7 (YTENGELY)						
TENG	NÉVLEGES	+TŰR	-TŰR	MÉRÉS	ELT	TŰRTŰL		
M	15.000	0.200	0.200	15.056	0.056	0.050		

3. melléklet a régi alakító tuskék geometriai mérése

FCFHELY1 Méret		MM	Ø 7 +/- 0.05				ALAPÉRT	ISO 1101
Elem	NÉVLEGES	+TŰR	-TŰR	MÉRÉS	ELT	TŰRTŰL		
KÖR6 - MIN	7.000	0.050	0.050	7.050	0.050	0.000		
KÖR6 - MAX	7.000	0.050	0.050	7.068	0.068	0.018		
FCFHELY1		MM	⊕ Ø 0.1 A B C				ALAPÉRT	ISO 1101
Elem	TENG	NÉVLEGES	+TŰR	-TŰR	MÉRÉS	ELT	TŰRTŰL	BÓNUSZ
	Y	-12.500			-12.466	0.034		
	Z	-0.000			0.019	0.019		
KÖR6	TP	0.000	0.100	0.000	0.079	0.079	0.000	0.000
FCFHELY2 Méret		MM	Ø 7 +/- 0.05				ALAPÉRT	ISO 1101
Elem	NÉVLEGES	+TŰR	-TŰR	MÉRÉS	ELT	TŰRTŰL		
KÖR7 - MIN	7.000	0.050	0.050	7.052	0.052	0.002		
KÖR7 - MAX	7.000	0.050	0.050	7.065	0.065	0.015		
FCFHELY2		MM	⊕ Ø 0.1 A B C				ALAPÉRT	ISO 1101
Elem	TENG	NÉVLEGES	+TŰR	-TŰR	MÉRÉS	ELT	TŰRTŰL	BÓNUSZ
	Y	-27.500			-27.467	0.033		
	Z	-0.000			-0.033	-0.033		
KÖR7	TP	0.000	0.100	0.000	0.093	0.093	0.000	0.000
←→		MM	TÁV3 - KÖR6 EDDIG KÖR7 (YTENGELY)					
TENG	NÉVLEGES	+TŰR	-TŰR	MÉRÉS	ELT	TŰRTŰL		
M	15.000	0.200	0.200	15.001	0.001	0.000		

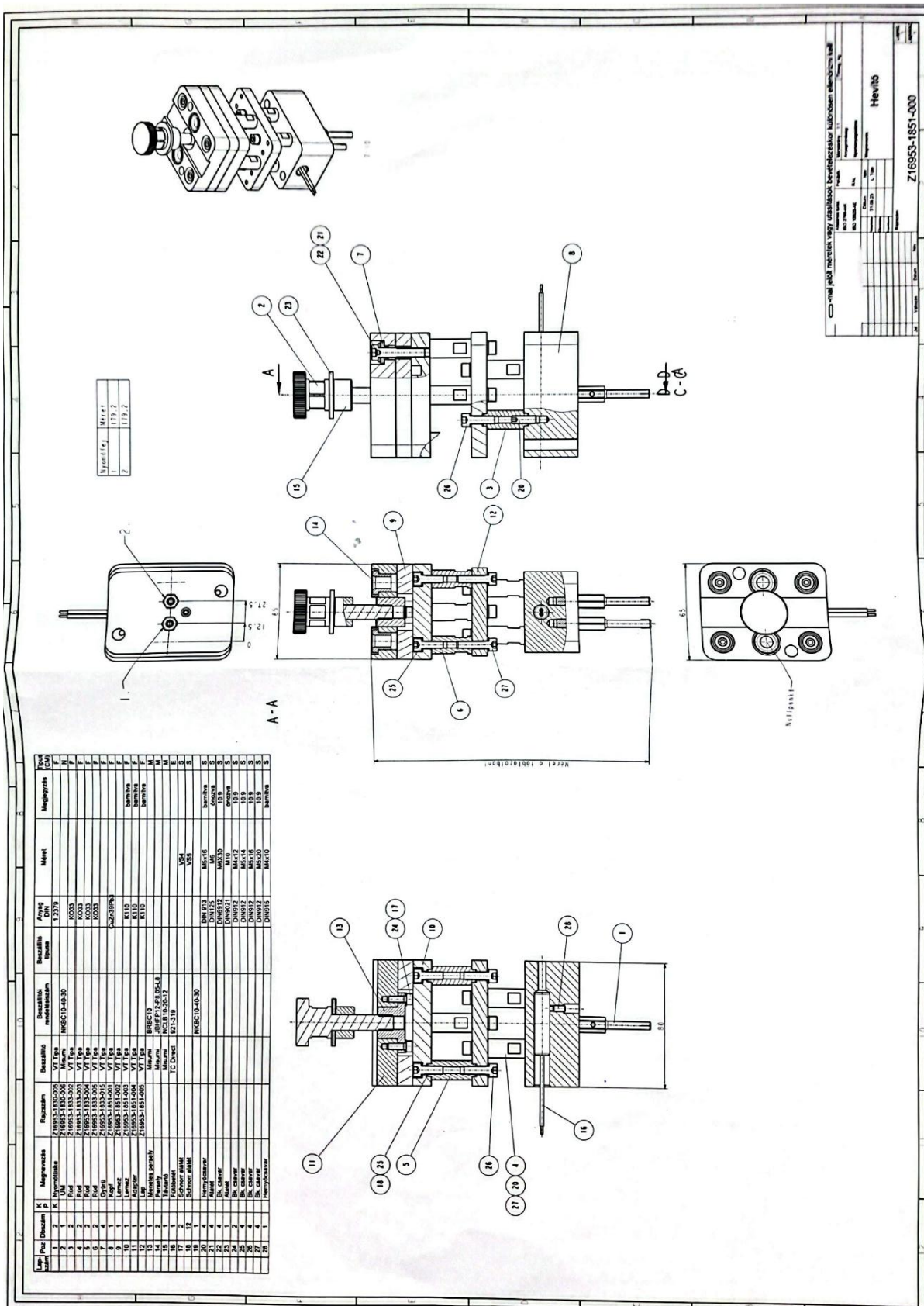
4. melléklet az új konstrukció geometriai mérései

Alkatrész neve: z16953-1851-000			09.aug.25	10:47
			STAT:	2
ELEM	NÉVLEGES MÉRET [mm]	MÉRÉS [mm]	MEFELELT [mm]	ISO 1101
FCFHELY1 MÉRET				
KÖR6-MIN	5.000	4.982	OK	TÜRTÚL 0
KÖR6-MAX	5.000	4.981	OK	TÜRTÚL 0
ELEM	NÉVLEGES MÉRET [mm]	MÉRÉS [mm]	MEFELELT [mm]	ISO 1101
FCFHELY1				
Y TENG	-12.500	-12.530	OK	TÜRTÚL 0
Z TENG	0	0.006	OK	TÜRTÚL 0
KÖR6	0	0.098	OK	TÜRTÚL 0
ELEM	NÉVLEGES MÉRET [mm]	MÉRÉS [mm]	MEFELELT [mm]	ISO 1101
FCFHELY2 MÉRET				
KÖR6-MIN	5.000	4.980	OK	TÜRTÚL 0
KÖR6-MAX	5.000	4.977	OK	TÜRTÚL 0
ELEM	NÉVLEGES MÉRET [mm]	MÉRÉS [mm]	MEFELELT [mm]	ISO 1101
FCFHELY2				
Y TENG	-27.500	-27.444	OK	TÜRTÚL 0
Z TENG	0	0.036	OK	TÜRTÚL 0
KÖR7	0	0.037	OK	TÜRTÚL 0
ELEM	NÉVLEGES MÉRET [mm]	MÉRÉS [mm]	MEFELELT [mm]	ISO 1101
TÁV1-SÍK3 EDDIG SÍKA (X TENGYELY)				
M	179.200	179.169	OK	TÜRTÚL 0
ELEM	NÉVLEGES MÉRET [mm]	MÉRÉS [mm]	MEFELELT [mm]	ISO 1101
TÁV2-SÍK4 EDDIG SÍKA (X TENGYELY)				
M	179.200	179.233	OK	TÜRTÚL 0
ELEM	NÉVLEGES MÉRET [mm]	MÉRÉS [mm]	MEFELELT [mm]	ISO 1101
TÁV3-KÖR6 EDDIG KÖR7 (Y TENGYELY)				
M	15.000	15.056	OK	TÜRTÚL 0

5. melléklet az új alakító tuskék geometriai mérései

Alkatrész neve: z16953-1850-000			28.júl.25	9:11
			STAT:	4
ELEM	NÉVLEGES MÉRET [mm]	MÉRÉS [mm]	MEFELELT [mm]	ISO 1101
FCFHELY1 MÉRET				
KÖR6-MIN	7.000	7.009	OK	TÜRTÚL 0
KÖR6-MAX	7.000	6.998	OK	TÜRTÚL 0
ELEM	NÉVLEGES MÉRET [mm]	MÉRÉS [mm]	MEFELELT [mm]	ISO 1101
FCFHELY1				
YTENG	-12.500	-12.467	OK	TÜRTÚL 0
ZTENG	0	0.016	OK	TÜRTÚL 0
KÖR6	0	0.088	OK	TÜRTÚL 0
ELEM	NÉVLEGES MÉRET [mm]	MÉRÉS [mm]	MEFELELT [mm]	ISO 1101
FCFHELY2 MÉRET				
KÖR7-MIN	7.000	6.975	OK	TÜRTÚL 0
KÖR7-MAX	7.000	6.991	OK	TÜRTÚL 0
ELEM	NÉVLEGES MÉRET [mm]	MÉRÉS [mm]	MEFELELT [mm]	ISO 1101
FCFHELY2				
YTENG	-27.500	-27.4466	OK	TÜRTÚL 0
ZTENG	0	0.031	OK	TÜRTÚL 0
KÖR7	0	0.081	OK	TÜRTÚL 0
ELEM	NÉVLEGES MÉRET [mm]	MÉRÉS [mm]	MEFELELT [mm]	ISO 1101
TÁV1-SÍK3 EDDIG SÍKA (X TENGELEK)				
M	15.000	15.003	OK	TÜRTÚL 0

10. melléklet a régi konstrukció összeállítási rajza



11. melléklet a méréskor felvett koordinátarendszer

