



Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem
Gödöllői Campus
Gépgyártó specializáció

**Főtengely technológia tervezése korszerű
szerszámgépre**

Belső konzulens: Dr. Kári-Horváth Attila Lajos

Anyagtudományi és Gépipari
Folyamatok tanszék, Egyetemi docens

Külső konzulens: Takács Péter

Projektmérnök és senior folyamatmérnök

Készítette: **Dimény Dominik**

YH880V

Nappali tagozat

Intézet/Tanszék:

Szent István Campus
Gödöllő
2024

Kitöltött feladatlap

MŰSZAKI INTÉZET
GÉPÉSZMÉRNÖK ALAPSZAK
Gépgyártó specializáció

SZAKDOLGOZAT
feladatlap

Dimény Dominik (YH880V)

részére

A szakdolgozat címe:

Főtengely technológia tervezése korszerű szerszámgépre

Feladatkiírás:

Bevezetés, cégbemutató, szakirodalom feldolgozás, probléma bemutatás, a tengely gyártástechnológiájának elkészítése, fűrészkészülék tervezés, gazdasági számítás, összefoglalás.

Közreműködő tanszék: Anyagtudományi- és Gépipari Folyamatok

Külső konzulens: *Takács Péter*, Projektmérnök és senior folyamatmérnök

Belső konzulens: *Dr. Kári-Horváth Attila Lajos* egyetemi docens


Beadási határidő: 2024. április 22

Gödöllő, 2024. február 12

Jóváhagyom



(tanszékvezető)



(szakfelelős)

Átvettem



(hallgató)

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

Gödöllő, 2024.



(külső konzulens)

Tartalom

1.	Bevezetés.....	5
2.	Cégbemutató 6	6
3.	Szakirodalom feldolgozása 7	7
3.1.	A gazdaságosság figyelembevételével az elő-gyártmány kiválasztása..... 7	7
3.1.1.	Az előgyártmány-kiválasztásának szempontjai 7	7
3.1.2.	A ráhagyás (megmunkálási és technológiai hozzáadás) fogalma és meghatározása 8	8
3.1.3.	Ráhagyások típusai..... 9	9
3.2.	A gyártástervezés során figyelembe vett megmunkáló gépek eljárásonként választott főbb anyagválasztó eljárások 10	10
3.2.1.	Fogazás..... 11	11
3.2.2.	Lefejtő eljárások 12	12
3.2.3.	Fogazás metszőkerékkel..... 12	12
3.2.4.	Fogazás lefejtő maróval 13	13
3.3.	Hőkezelés 15	15
3.3.1.	Cementálás 16	16
3.3.2.	Alkalmazási terület..... 16	16
3.4.	Hűtő-kenő anyagok kiválasztása, vizsgálata 17	17
3.4.1.	A hűtő-kenő anyagok osztályozása 17	17
3.5.	Köszörlés 18	18
3.5.1.	Köszörűszerszámok:..... 18	18
4.	Probléma bemutatása..... 20	20
5.	Tervezés 22	22
5.1.	Lágyoldali megmunkálások 22	22
5.1.1.	Lefejtő fogvésés – kapcsoló fogazatok 22	22
5.1.2.	Lefejtő fogmarás – futó fogazat 26	26

5.2.Fúrás – tájolt olajzófurat a futófog fogárkában	29
5.3. Mosás	31
5.4. Hőkezelés	32
5.4.1. A kamráskemce hőkezelési folyamata:	33
5.5. Sörétezés.....	34
5.6. Egyengetés	35
5.7. Köszörülés	37
5.8. Mosás	45
5.9. Idomszeres ellenőrzés	46
5.10. Előgyártmány rajz tervezése:	47
5.11. Fúrókészülék tervezése	48
5.11.1. A fúrókészülék szerkezeti felépítése	49
6. Forgácsolási számítás a V4-fogazathoz:	55
7. Gazdasági számítás	57
8. Összefoglalás.....	59
9. Summary	61
10. Nyilatkozat	63
11. Irodalomjegyzék.....	67
12. Melléletek.....	69

1. Bevezetés

A sebességváltó olyan hajtómű, mely a behajtó tengelyen mérhető nyomatékot és fordulatszámot fokozatonként vagy fokozatmentesen képes megváltoztatni az erőforrás és a hajtott gép lehetőségeinek és igényének megfelelően.

Sebességváltókat különböző célokból használnak. A belsőégésű motorok gazdaságos teljesítményüket csak viszonylag kis fordulatszám-tartományban képesek szolgáltatni. A sebességváltó lehet fogaskerekes, hidrodinamikus vagy hidrosztatikus. Ritkábban használnak szíjhajtású vagy lánchajtású, illetve dörzshajtású sebességváltót.

Nyári hat hetes gyakorlatomat Egerben a ZF Hungária Kft.-nél töltöttem. PPS (Production System and Production Planning – Gyártási Folyamatok és Gyártási Rendszerek) osztályon. Feladataim adatok feldolgozása, csoportosítása, fordítás, egy projekt kivitelézése volt. A projekt témája a gyártási csarnokban gyártott munkadarabok helyének feltüntetése volt. Táblák szerkesztése volt a feladat legnagyobb része, ahol a munkadarab rajzát, mennyiségét kellett feltüntetni.

A szakdolgozatomban, áttekintem a témakörre jellemző hazai és nemzetközi szakirodalmat. A témakörök a következők, fogazat vésés, -marás, fúrás, mosás, hőkezelés, sörétezés, egyengetés, köszörülés, mosás. Ezt követően bemutatom a problémát. A tervezési részben elkészítem a technológiai számításokat, műveleti utasítás lapokat, a teljes rajzdokumentációt, feladatom még egy fúrókészülék megtervezése is. A dolgozat végén gazdasági számítást készítek. A dolgozat elkészítéséhez Solid Edge, Excel, Paint, Word, Képkimetsző programokat használok.

2. Cégbemutató

A ZF Hungária anyacégének elődjét a német Ferdinand Zeppelin gróf alapította a kormányozható léghajók alkatrészeinek gyártására. Folyamatos fejlődésének köszönhetően a ZF a világ legnagyobb járműipari vállalatai közé tartozik, több termékcsaládjával is a globális értékesítési lista első helyét foglalja el. A ZF 1995-ben vásárolta meg a Csepel Autógyár egri üzemét. A ZF Hungária Kft. 1996. január 1-jén kezdte meg működését.

Ahogy az egész konzern, úgy a ZF Hungária is látványosan fejlődik. Hogy vevőink növekvő minőségi és mennyiségi igényeinek eleget tehesünk, folyamatosan bővítjük termelési kapacitásainkat és modernizáljuk gyártástechnológiánkat.

A haszonjármű termelési területen az alkatrészgyártást szigetrendszerben, modern félautomata megmunkáló központokkal végezzük. A Liebherr, Samputensili, Junker, Kapp, Pfauter, és az EMAG nagyteljesítményű berendezéseit használjuk elsősorban. Az alkatrészek edzése nagy kapacitású hőkezelő üzemünkben, Aichelin automata kemencékben történik. A különféle váltótípusokat saját tervezésű sorainkon szereljük össze. Kártyás azonosító rendszerrel biztosítjuk, hogy próbapaddal egybeépített szerelősorainkon az egyes szerelési folyamatokat csak az arra kiképzett dolgozók végezhesék. Világszínvonalú termékeinket a járműipar kulcsfontosságú nemzetközi gyártói, márkái számára értékesítjük. Az alkatrészek raktározása, a produktív területek kiszolgálása robotizált logisztikai központunkból történik.

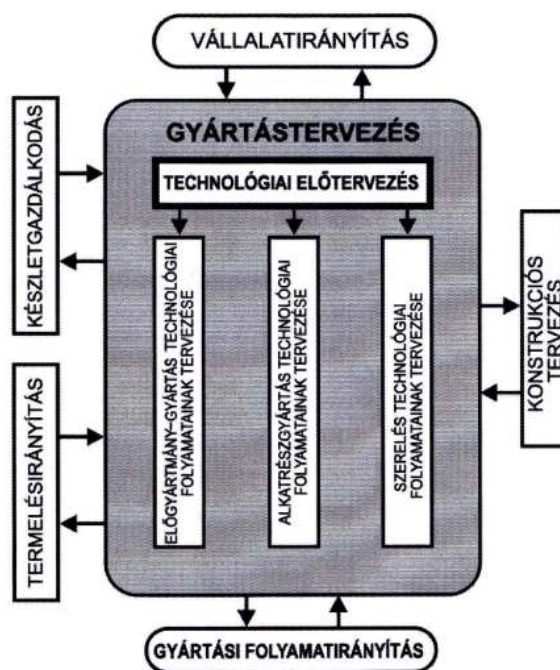
A személygépkocsi termelési terület új, modern gyártóbázisán 2018 októberében kezdődött meg a ZF 8HP automataváltók összeszerelése. 2019-ben újabb modern, komplex szerelősort helyeztünk üzembe, ami további jelentős kapacitásbővülést és forgalomnövekedést biztosít a ZF Hungária számára. A világpiacon nagyon keresett, élenjáró technológiájú termék prémiumkategóriás járművekbe kerül beépítésre. Az új üzletágnak köszönhetően több mint nyolcszáz új munkahelyet teremtett a vállalat, a termelés felfutásához igazítva a létszámot. A régióban élőknek pedig ismét több száz új munkahelyet, versenyképes fizetésekkel és széleskörű juttatásokkal. 2022-től újabb nagy vevő számára gyártjuk a négykerékajtásra alkalmassá tett ZF 8HP típusváltozatot. 2023. december 1-jén elkészült az egymilliomodik 8HP automataváltó Egerben.

3. Szakirodalom feldolgozása

3.1. A gazdaságosság figyelembevételével az elő-gyártmány kiválasztása

3.1.1. Az előgyártmány-kiválasztásának szempontjai

A gyártási folyamatok tervezésének főbb területeit és a gyártástervezéssel kapcsolatban lévő további tevékenységét a (3.1. ábra) mutatja. Az előgyártmány gyártástechnológiai folyamatának tervezése akkor kerül előtérbe, ha a forgácsoló megmunkálás előgyártmányaként nem a kereskedelemben kapható és szabvány szerint gyártott hengerelt, húzott stb. terméket választunk. Az előgyártási technológia, ill. előgyártmány megválasztásánál mindig az alkatrészelőállítás összköltségét kell figyelembe venni. A nagy energiaigényű előgyártási technológiákat, (pl. öntés, kovácsolás) akkor választjuk, ha az itt jelentkező többletköltségek a kisebb forgácsolási költségek révén megtérülnek. Mivel a gyártási költségek minden technológiánál a gyártott sorozatnagyságtól is függenek, a tervezést a fajlagos költségek alapján kell végezni. [6] [15] [16] [25] [23]



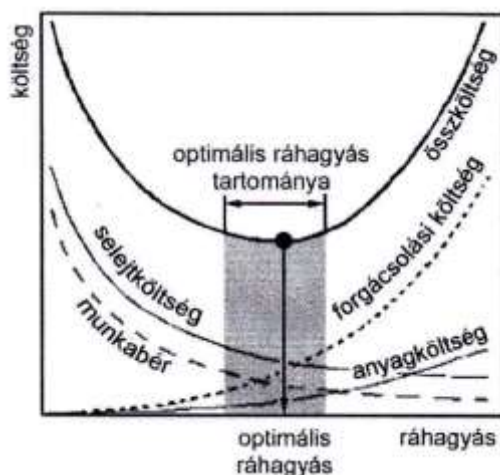
3.1 ábra A gyártástervezés területe és kapcsolatrendszere [15]

3.1.2. A ráhagyás (megmunkálási és technológiai hozzáadás) fogalma és meghatározása

A megkövetelt méret-, alak- és helyzetpontosságot, valamint megengedett érdességet, az alkatrészen általában több művelettel biztosíthatunk. A műveletek finomításával fokozatosan csökkentjük az előző műveletek megmunkálási hibáit addig, míg el nem értük a kívánt minőséget. Minden soron következő megmunkálással (fogással) eltávolított anyagréteg vastagságát (megmunkálási ráhagyás) úgy kell meghatározni, hogy vele eltávolítsuk az előző megmunkálás hibáit, de elegendő legyen arra is, hogy fedezze az éppen soron következő megmunkálás hibáit is. [8] [15] [16] [25]

Az alkatrészgyártás technológiai tervezésének következő lépése a forgácsolási és hőkezelési technológiák gyártási dokumentációinak elkészítése. A gyártási technológia alapidokumentuma a konstrukciós tervezés során készített alkatrészrajz. Az alkatrészrajz tartalmazza az alapanyag választásához és a gyártási technológia megtervezéséhez szükséges alapvető információkat, mint a méreteket és tűréseiket, a felületek alak- és helyzetpontossági követelményeit, az egyes felületek minőségi előírásait. [8] [15] [23] [25]

A gyártási technológia tervezése összetett folyamat, általánosan alkalmazható típusmódszert nem lehet adni, de a tervezés során követendő fő elveket és a mérlegelendő szempontokat meg lehet határozni. (3.2. ábra) [15] [25]



3.2. ábra A ráhagyás optimális tartománya [15]

Ráhagyások csak a megmunkálandó felületen szükségesek, a tűréseket azonban a nyersen maradó és a megmunkálandó felületre egyaránt elő kell írni. A ráhagyások és a tűrések nagyságát a szabvány írja elő, és nomogramokból lehet megállapítani. [6] [16] [23]

A ráhagyást síkfelületen oldalanként, hengeres testek esetében az átmérőre számítjuk. [1] A nagyolási ráhagyás a teljes ráhagyásnak a legnagyobb része és általában - a nyersdarab technológiánkénti jellegzetes hibái miatt-külön számítjuk. A műveleti méreteket - műveleti sorrendtervezés után-az utolsó művelettel az előző műveletek felé haladva állapítjuk meg. A műveleti méret tűrése egyenlő a megmunkálás átlagos gazdaságos pontosságával és mindig az anyagra irányulóan kell megadni. [8] [15] [16]

A ráhagyások optimális értékének (3.2. ábra) megállapításában nagy szerepe van a gazdaságosságnak. Az ábra a különböző költségtényezők alakulását mutatja be a ráhagyás függvényében. A selejtköltség és a munkabér csökken, az anyagköltség és a forgácsolási költség növekszik a ráhagyás nagyságával, tehát kisebb ráhagyással rendelkező alkatrész adott esetben csak gondosabb beállítások mellett készíthető el biztonsággal, ez által a ráfordított munkabér nagyobb lesz. Az egyes részköltségeket szemléltető görbék eredője mutatja az összköltség alakulását. Az eredő görbe minimumához tartozó ráhagyás az optimális érték. Ennek környezetében állapítják meg a ráhagyás optimális tartományát. [6] [8] [23] [25]

3.1.3. *Ráhagyások típusai*

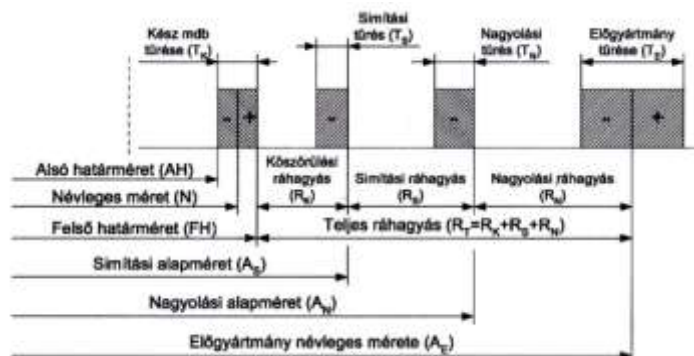
A teljes ráhagyás a nyersdarabon biztosítandó anyag, illetve mérettöbblet, amely egyenlő azzal az anyagréteg vastagsággal, amelyet a sorra kerülő összes műveletekkel eltávolítunk. A teljes ráhagyás tulajdonképpen az összes műveleti ráhagyás összege. Tehát ezzel kell nagyobbítani a készdarab külső méreteit, vagy kicsinyíteni a belső méreteket, hogy megkapjuk a nyersdarab méreteit. [13] [15] [16] [25]

A műveleti ráhagyás két egymást követő művelet között lévő ráhagyás. Előfordulhat, hogy ugyanazon a műveleten belül végezzük el, pl. a nagyolást és a simítást is, ilyenkor a műveleti ráhagyást értelemszerűen a művelet elemeken kell számítani. [8] [23] [25]

A munkadarab ráhagyása az első művelet előtt a teljes ráhagyással, az utolsó művelet előtt pedig annak műveleti ráhagyásával azonos. [6] [16] [23]

A műveleti méret az a méret, amelyre a munkadarabot egy bizonyos műveletben el kell készíteni, hogy a további műveletek ráhagyásainak összege a megmunkálandó felületeken rajta legyen. [15] [16] [23]

A műveleti tűrés a műveleti méret megengedett eltérése és ez egyben a ráhagyás tűrése is (3.3.ábra). A ráhagyásnak ugyanis biztosítani kell a műveleti hibák fedezését, tehát szükséges, hogy méretszóródása ne haladjon meg egy meghatározott mértéket. [8] [16] [25]



3.3. ábra A ráhagyások felépítése (külső méret) [8]

A ráhagyásokat mindig a megmunkált felületre merőleges irányban kell elképzelni és mérni. Rendszerint „egy oldalra”, azaz felületenként számítjuk. Hengeres felületeken a ráhagyást átmérőre szokás megadni, ami a felületi ráhagyás kétszerese. [6] [16] [23]

Ha a műveleti ráhagyás túl nagy, akkor azt több fogással (a műveleti ráhagyás a fogásmélységek összegével) távolítjuk el. Ilyen esetben a műveleti tűrést természetesen csak az utolsó fogásnál kell betartani. [15] [16] [25]

3.2. A gyártástervezés során figyelembe vett megmunkáló gépek eljárásoként választott főbb anyagleválasztó eljárások

1.táblázat. A ZF Hungáriánál használt forgácsolási géppark:

Művelet	Géptípus
Fogazás, fogsarkítás	S-200T CDM (fogazó+fogsarkító)
	MAG H-250 (fogazás+fogsarkítás)
Fogazás	P-300 CNC (fogazás, nem palettás)
	LC-300
Fogsarkítás hőkezelés után	pneumatikus kézi maró
	turbó maró fogsarkító robot
Palástköszörülés+Furatköszörülés	Junker QP 5000/60S
Palástköszörülés	Junker QP 5000/40 (csak palástköszörű)
	ZX-11 HSPU (nem palettás)

Fogköszörülés	KAPP KX-1 (vízszintes)
	LIEBHERR LCS-182 (függőleges)
Hőkezelés	Aichelin KSGs-2 tolókemence
	Ipsen, Aichelin kétkamrás kemencék
	Aichelin karusszel kemence
Sörétezés	Gutmann ZVD 28 sörétező
	Gutmann ZVD 34 sörétező
	Whelabrador ROTO-JET sörétező

Egy alkatrész megmunkálása során különböző anyagválasztó eljárásokat lehet alkalmazni, ezek közül talán az egyik leggyakoribb a CNC Marás és CNC Esztergálás, de még ide lehetne sorolni többek között a köszörülést, üregelet, fúrást, vésést, gyalulást, vágást/darabolást. A szakdolgozatot képző alkatrészen azonban nem alkalmaznak minden anyagválasztó eljárást, így a következő fejezetekben csak az alkatrész megmunkálása során választott főbb eljárásokat fogom bemutatni.

3.2.1. Fogazás

Azokat a különleges forgácsoló megmunkálásokat nevezzük összefoglaló néven fogazásnak, amelyekkel különféle fogazott alkatrészeket (fogaskereket, fogaslécet, bordástengelyt, kapcsolótárcsát stb.) tudunk megfelelő pontossággal elkészíteni. [8] [14] [22]

A továbbiakban csak azokat a lefejtő elvű fogazásokat kialakító eljárásokat fogom bemutatni, amik az alkatrészen szereplő fogazatok kialakításához szükségesek.

3.2.2. Lefejtő eljárások

Megmunkálás közben a szerszám és a munkadarab egymáson legördül és a szerszám kinetikus nyoma (forgácsoló mozgása) hozza létre a fogprofil, vagyis a szerszám éleinek egymás után következő helyzetei által alkotott érintők burkolják a fogprofil. A fogasléc vagy fogaskerék profilú fogazó szerszámmal egy modulon belül el lehet készíteni a szükséges fogszámú fogaskerekeket. [3] [7] [12] [21]

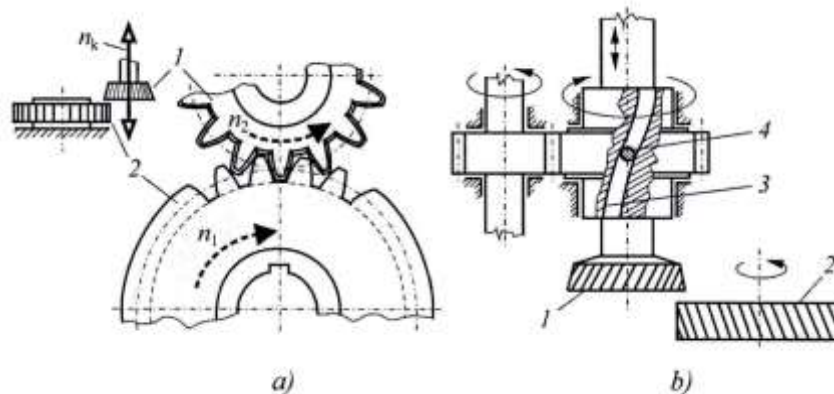
3.2.3. Fogazás metszőkerékkel

A fogmetszőgépet a metszőkerékkel együtt Fellows amerikai mérnök szabadalmaztatta 1898-ban (3.4. ábra). A fogazandó kerék fogárkait egy szerszámnak kiképzett fogaskerék (metszőkerék) forgácsolja ki. A metszőkerék a fogazandó keréktesthez képest tengelyirányban mozog, ez a forgácsoló alternáló mozgás. A metszőkerék felső holtponthelyzeteiben vesz fogást. A metszőkerék és a fogazandó kerék folyamatos forgó mozgásait úgy vezéreljük, hogy a gördülőkörökön csúszás nélkül gördülnek le egymáson. Fogazás közben a metszőkerék a következő mozgásokat végzi (3.4.a) ábra): [4] [17] [20] [21]

- Lefejtő mozgás: saját tengely körül forgás.
- Forgácsoló mozgás: függőleges irányú alternáló.
- Fogásvétel (radiális) irányú egyenes mozgás a megmunkálás kezdetén, és ha szükséges, megmunkálás közben.[7] [17] [21]

A fogazandó kerék mozgásai:

- A lefejtő mozgásnak megfelelően forog a saját tengelye körül.
- A metszőkerék üresjárat (visszameneti) lökete alatt a fogásból kihúzódik, hogy ne sérüljön a fogfelület, és kevésbé kopjon a szerszám.[2] [11] [14]



3.4. ábra. Fogzás metszőkerékkel (Fellow-féle fogmetszőgépe)
a) egyenes fogú, b) ferde fogú homlokkerék fogazása; 1 metszőkerék;

2 munkadarab; 3 csapvezeték; 4 hengeres csap; n_k a percenkénti kettőslöketek

száma; n_1 és n_2 szakaszos gördülő mozgások [8]

A fogaskereket általában két fogással (nagyoló és simító fogással) készítjük el. A simítási ráhagyás általában 0,5 mm (sugárirányú ráhagyás). [21] [22]

A Fellow-féle eljárással nagy sorozatban készíthető egyenes, ferde, zárt nyilfogazású, belső fogazású fogaskerék és fogasléc. Kis modulú ($m_{max} = 2$ mm) és átlagos pontosságú fogaskerekek esetén a metszőkerékes fogazás a legtermelékenyebb gyártási eljárás (a fogaskerék egy fogással elkészíthető). A gépjárműiparban széleskörűen alkalmazzák a metszőkerékes lefejtő fogazást (fogmetszést). [3] [8] [17] [22]

Ferde fogazáshoz a fogferdeségnek megfelelő emelkedésű vezetőhüvely és különleges ferde fogazású metszőkerékre van szükség (3.4.b) ábra). A pontos ferdefogazás csak akkor valósítható meg, ha a két (jobb és bal hajlású) metszőkeréket azonos átmérőre, valamint a csavarvonalban osztott hüvelyek is megfelelő alak-és méretpontossággal készülnek el. A szerszám bonyolultsága miatt nehéz, ill. drága a megfelelő pontosságú metszőkerék előállítása. [2] [4] [5] [12]

A Fellows-eljárás előnye, hogy a lefejtő eljárások közül csak a metszőkerékes eljárással (fogmetszéssel) tudunk ugyanazzal a szerszámmal fogaslécet, zárt nyilfogazást és belső fogazatú fogaskereket készíteni. [3] [5] [21]



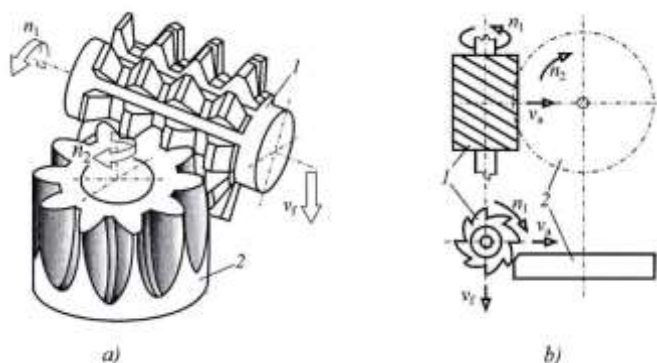
3.5. LFS-200 Fogvéső [saját forrás]

3.2.4. Fogazás lefejtő maróval

A lefejtő marás a fogaskerékgyártás termelékeny módszere (3.6. ábra). A fogmarógépet Pfauter szabadalmaztatta 1897-ben, ezért nevezik ezt a megmunkálási módot Pfauter-

eljárásnak. A fogmarás folyamatának mindkét főmozgása egyenletes és folytonos: [6] [9] [10] [14]

- A maró n_1 forgó forgácsoló mozgása.
- A lefejtő mozgás, a munkadarab n_2 forgó mozgása. [11] [21]



3.6. ábra. Fogmarás Pfauter-féle fogmarógépen

a) térbeli rajz; b) elvi ábrázolás; 1 maró; 2 munkadarab;

n_1 forgácsoló, gördülő mozgás; n_2 a munkadarab gördülő mozgása;

v_f előtoló mozgás; v_a fogásvétel irányú mozgás [8]

A v_f ciklikus előtolás a marónak a munkadarab fordulataira eső fogirányú mozgása, hiszen a teljes fogarmarónak a késéhez a fogárok hosszában végig kell vinni a szerszámot. A v_a fogásvétel radiális (3.6.b) ábra), de lehet tangenciális irányú is. Alapjában a lefejtő maró olyan forgácsolószerszámként kialakított csavarorsó, amelynek normálmetszeti menetprofilja fogaslécprofil. [3] [7] [11] [14]

Egyenes fogazású fogaskerék marása esetén a maró tengelyét a fogaskerék homlok- síkjához képest ω szöggel el kell elfordítani (3.6.a) ábra). Az ω szög a szerszám (maró) osztóhengerén mért menetemelkedési szög. Ferdefogazású fogaskerék készítésekor, ha a maró menetemelkedése és a fog β ferdesége azonos értelmű, akkor a maró tengelyvonalát $\beta - \omega$ szögbe kell beállítani a fogaskerék homloksíkjához képest (3.6.b) és c) ábrák). Különböző értelmű, maró menetemelkedés és fogferdeség esetén $\beta + \omega$ szögbe kell a marót beállítani. [4] [6] [9] [22]



3.7. LCS-300 Fogmaró [saját forrás]

3.3. Hőkezelés

A hőkezelés célja a fémek, ötvözetek bizonyos alaptulajdonságainak, többnyire mechanikai tulajdonságainak módosítása (keménység, szívósság stb.). A hőkezelés alapformulája szerint a fémeket felmelegítik adott hőmérsékletre, ott hűntartják, majd meghatározott sebességgel lehűtik. Hőkezelés során a fém mindig szilárd halmazállapotú, az eljárás során összetétele nem változik meg, legfeljebb a felszíni rétegek kissé (van olyan hőkezelés is, amelynek a célja éppen a felületi kéreg összetételének módosítása). [1] [6] [11] [23]

A hőkezelés elemi műveletei az izzítás, az edzés és a megeresztés. Az izzítás az utána következő lehűtés sebessége szerint lehet lágyító vagy normalizáló. Az összetettebb hőkezelési eljárások ezekből az elemi műveletekből állnak.[2] [11] [14]

Az acélok hőkezelési eljárásait az elérhető tulajdonságváltozások szerint lehet csoportosítani. Eszerint van:[11] [14]

- lágyító,
- keménységnövelő,
- szívósságot fokozó és
- felületi keménységet növelő hőkezelés. [1] [10] [14]

A felsorolt eljárások közül a felületi keménységet növelő hőkezelést alkalmazzuk, ezenkívül is a cementálást, ugyanis a munkadarab felhasználásánál ez a hőkezelési eljárás biztosítja azokat az elvárt anyagtulajdonságokat amikre a végső felhasználása során szükség lesz.

3.3.1. Cementálás

Régi nevén szénítés egy olyan termokémiai eljárás, amelynek során kis széntartalmú, egyébként nem edzhető acél ($C < 0,1-0,3\%$) felületének széntartalmát dúsítják későbbi (felületi) edzés céljából. A cementálás a betétedzés része. A cementálás nagy hőmérsékletre hevített széntartalmú közegben történik, melynek során az atomossá vált szén bediffundál a cementálandó alkatrész felületébe, megemelve annak széntartalmát - így az acél edzhetővé válik. A szénben dúsult réteg vastagsága és széntartalma függ a felhasznált acél minőségétől és a cementálás körülményeitől: általában 0,5 mm és 2 mm közötti szénben dúsult (cementált) rétegvastagságot lehet elérni számottevő szemcsedurvulás nélkül. [1] [6] [7] [10]

3.3.2. Alkalmazási terület

Cementálást olyan acélból készült alkatrészekre végeznek, amelyeknél működés közben nagy felületi keménység (52-60-65 HRC), mint például: dugattyú csapszeg, sebességváltó fogaskerék, bütykös tengely. [6] [7] [10]

A cementált réteg - hőkezelés nélkül - magas széntartalma ellenére lágy, könnyen forgácsolható. A cementált alkatrész nagy felületi keménységét a cementálást követő edzéssel vagy nemesítéssel érik el. [6] [14] [10]

A cementálás módjai:

- szénben végzett izzítás; A legrégebben ismert és legegyszerűbb technológia, melynek során az acélt faszénben izzítják. Hátránya a szabályozatlanság, készítőjétől nagy ügyességet és gyakorlottságot kíván, időigényes.
- faszénpor és bárium-karbonát katalizátor keverékébe ágyazott cementálandó munkadarabot légmentesen lezárják, majd villamos fűtésű kemencében 8-10 órán át $850^{\circ}\text{C} - 950^{\circ}\text{C}$ -on tartják, melynek során létrejön a megfelelő rétegvastagság.
- folyékony sófürdőben végzett cementálás; A folyékony sófürdőben végzett cementálás lényege, hogy a megolvasztott széntartalmú sófürdőbe (sárgavérlúgsó) mártott acéltárgynak a sófürdő széntartalma egy részét átadja.
- gázcementálás; Leggyakrabban metánt vagy metanolt használnak erre a célra. A metán hátránya az alkatrészek felületének kormozódásában jelentkezik. [1] [6] [10] [14]

Az ipari gyakorlatban a legelterjedtebb a gázcementálás, a többi cementálási technológia már csak szórvány jelleggel fordul elő. A gáz- és sófürdős cementálás során nemcsak szén, hanem

nitrogén diffúziója is létrejöhet (karbonitridálás, nitrocementálás), amely tovább javíthatja az acél tulajdonságait. A gázcementálás: [6] [7] [14]

- gyors,
- tiszta,
- egyenletes minőségű és
- könnyen reprodukálható. [10] [23]

3.4. Hűtő-kenő anyagok kiválasztása, vizsgálata

A hűtő-kenő anyagok az iparban alkalmazott kenőanyagok speciális csoportját képezik. A termékek megfelelő kiválasztása és az alkalmazása jelentős hatással van a gép- és alkatrészgyártás gazdaságosságára, a legyártott munkadarabok minőségére, a munkahelyi egészségvédelemre. Az elhasznált hűtő-kenő anyagok összetételéből és a megsemmisítés nehézségeiből adódóan a környezetvédelemre is jelentős hatással van. [18] [19] [24]

A hűtő-kenő anyagok szerepe a megmunkálásban közvetett, vagyis a végeredményben nem található meg. Innen ered a segédanyag megnevezés. A követelményekből és feltételekből adódóan a hűtő-kenő anyagok halmazállapota lehet folyékony, félszilárd és szilárd. A gyakorlatban a hűtő-kenő folyadékok (HKF) terjedtek el. [6] [18] [24]

3.4.1. *A hűtő-kenő anyagok osztályozása*

A hűtő-kenő folyadékok az iparban alkalmazott kenőanyagok speciális csoportját képezik. Az ipari kenőanyagoktól való elkülönítés azért fontos, mert az ipari kenőanyagokkal szemben támasztott egyik alapkövetelmény az anyagleválás (kopás) megakadályozása, addig a hűtő-kenő folyadéknak éppen fordítva, elő kell segíteni a forgácsleválasztást. [14] [18] [24]

Alapkövetelmények a hűtő-kenő folyadékokkal szemben a - hűtőhatás, kenőhatás, tisztító-, mosóhatás (3.8.ábra). [12] [15] [18]

A hűtő-kenő folyadékok legfontosabb tulajdonságai	Hűtő-kenő folyadékok			
	Olaj	Emulzió -tejszerű -transzparens	Félszintetikus	Szintetikus
KENŐHATÁS	←			
HŰTŐHATÁS	→			
MOSÓHATÁS	→			

3.8. ábra. Hűtő-kenő folyadékok legfontosabb tulajdonságai [15]

A táblázatból látható, hogy a különböző alapanyagok a legfontosabb követelményeket változó mértékben elégítik ki. Ezek fokozására és a további követelmények kielégítésére a hűtő-kenő folyadékokat adalékolni kell. [7] [15] [18]

A legfontosabb adalékanyagok a következők:

- emulgeátorok,
- kenőképesség javítók,
- EP-adalékok,
- korróziógátlók,
- baktericid- (baktériumölő) és
- fungicid (gombaölő) adalékok. [6] [14] [15] [18]

3.5. Kösörülés

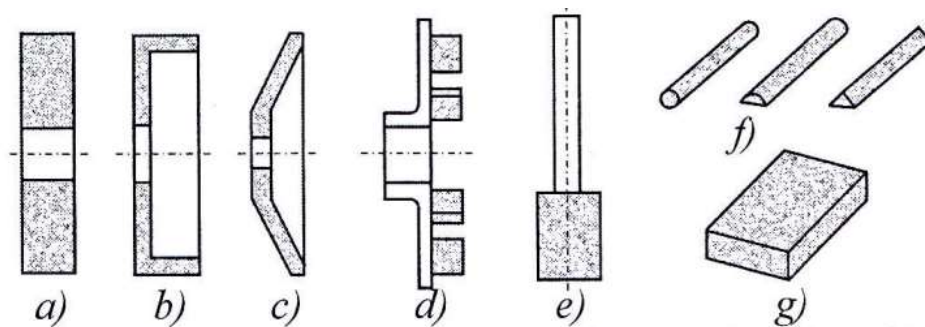
A kösörülés szabálytalanul sokélű szerszámmal, a kösörűkoronggal történő abrazív (koptató) forgácsolás. A kösörülésnél a forgó főmozgást a szerszám, a mellékmozgásokat a munkadarab, vagy nagy tömegű munkadarab esetén a szerszám végzi. [2] [11] [15] [22]

A kösörülésre jellemző, hogy rendkívül nagy a felületeket összeszorító erő (a forgácsoló erő munkadarabra merőleges összetevője, az ún. normálerő: F_n , (3.9.a) ábra). A forgácsolással egyidejűleg, a forgácsolt anyag tulajdonságaitól függően, rugalmas alakváltozás és kismértékű képlékeny alakítás is történik, aminek következményeként a forgácsolt felület keményebb lesz. Fémtárgy kösörülésekor a forgácsok többsége az erős súrlódás miatt izzó állapotban válik le a munkadarabról. [6] [7] [11] [15]

3.5.1. Kösörűszerszámok:

A különféle kösörülési feladatok nagyszámú és különböző tulajdonságú kösörűtestek alkalmazását teszik szükségessé. A beszerezhető és alkalmazható kiviteli formák egy része a

3.10. ábrán látható. A köszörűszerszám forgó főmozgása miatt a köszörűkövek korong vagy tárcsa alakúak (3.9.a-e) ábrák.). A dörzscsiszolásra alkalmazható köszörűkövek viszont különféle profilú rudak vagy hasábok (3.9.f) és g) ábrák.). [4] [5] [14] [21]



3.9. ábra. Köszörűszerszámok (korongok és kövek)

a) sima, b) hengeres fazék, c) tányér, d) szegmens betétes és e) csapos hengeres korong; f) abrazív (csiszoló-) rudak; g) abrazív hasáb (csiszoló) [15]

4. Probléma bemutatása

A választott alkatrész elősztergált állapotban érkezik meg a ZFH-ba. Az alkatrész gyártásának folyamatát két részre oszthatjuk. Van a lágyoldali megmunkálások, és a keményoldali megmunkálások. A lágyoldali megmunkálás során kerülnek kialakításra a fogazatok, ezt követi a hőkezelés, amit sörétezés majd egyengetés követ. A keményoldali megmunkálás során történik a palástköszörülés és fogazat köszörülés, mint főbb megmunkálás, de az egyes szakaszok között van mosás és a folyamat végén idomszeres ellenőrzés.

Az alkatrészen két fajta fogazat található:

- Futó fogazat
- Kapcsoló fogazat

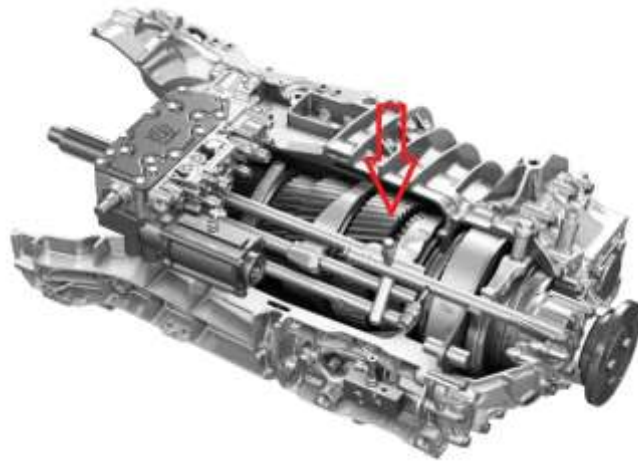
A futó fogazat feladata egy sebességváltóban a fordulatszám módosítás és a nyomaték átalakítása. A motor felől érkező nagy fordulatszámot kisebb fordulatra redukálja, míg az alacsony nyomatékot nagyobb nyomatékká alakítja. A kapcsoló fogazat feladata, pedig a sebesség kapcsolásának megvalósítása, amihez szinkron alkatrészeket szerelnek rá.

A sebességváltó feladata a belsőgésű motor nem megfelelő vonóerő szempontjából ideális hiperbolához való illesztése, ami azt jelenti, hogy a maximális motorteljesítmény a teljes sebességtartományban rendelkezésre áll. [23]

A szakdolgozatban szereplő főtengely Ecosplit sebességváltóba kerül beszerelésre 4.1. ábra. Ezek a sebességváltók teherautók, kishaszongépjárművek, autóbuszokba kerül beszerelésre. Ez egy tizenhatsebességes manuális sebességváltó, ami ideális Offroad körülmények közötti használatra, mint például építkezéseken. A sebességváltó háza könnyű fémből készül és pneumatikus rásegítő szervo berendezés könnyíti a sebességek közötti váltást.

A probléma a tengely gyártásánál a hiányzó fúrókészülékből adódik. A készülék egy a futófogazatban elhelyezkedő olajozó furat elkészítéséhez szükséges. Az én feladatom egy olyan fúrókészülék tervezése, ami költség hatékonyan megvalósítható és a gyártási feltételeknek is megfelel. A készülék tervezésénél fontos szempont, hogy a fogazatban található olajozó furat mindig precízen elhelyezkedő legyen úgy, hogy a fogoldal felületét ne sértse meg a fúrószerszám.

A készülék tervezési lépéseit a tervezési fejezetben fogom a továbbiakban részletezni.



4.1. ZF Ecosplit Sebességváltóban elhelyezkedő fő tengely [26]

5. Tervezés

5.1. Lányoldali megmunkálások

A ZF-Hungaria Kft.-nél a tengelygyártásban végzett lányoldali megmunkálások során a következő eljárásokat alkalmazzák:

- Fogazat hengerlés, lefejtő fogvésés, lefejtő fogmarás, fúrás, sorjázó esztergálás, fogazat sarkítás és sorjázás.

A következő fejezetben fogom bemutatni azokat a lányoldali megmunkálásokat, amik a kiválasztott alkatrész hőkezeléséig zajlanak le.

5.1.1. Lefejtő fogvésés – kapcsoló fogazatok

A lányoldali megmunkálást a V1, V2, V3 fogazatok vésésével kezdődik. A fogazatok kialakítását fogvésés művelettel kerül kialakításra, amit a Liebherr LFS-200-as szerszámgéppel történik.

Szerszámgép adatai:

2. táblázat. Liebherr LFS-200 szerszámgép adatai:

Területigény:	35 m ²
Teljesítményigény:	53 kW
Belső előkészületi idő:	69 min

Az egyenes fogazat vésése során a mozgásviszonyok a következők:

- Főmozgás→ Szerszám végzi, alternáló és forgó mozgás
- Mellékmozgás→ Munkadarab végzi, forgó mozgás

Ez a folyamat a tervezett alkatrésznél 3-5 perc időtartamú.

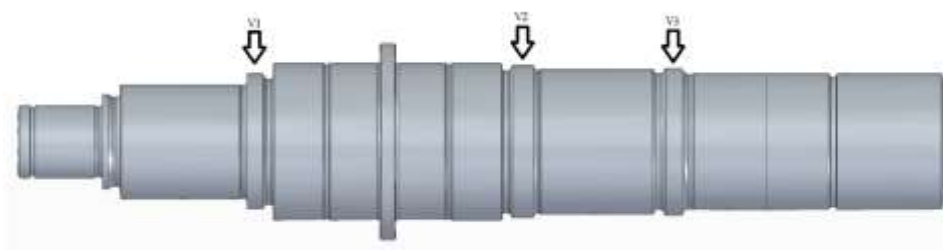
A befogás és központosítás módja:

Az alkatrész központosítása és befogása a szegnyereg csúcs és egy dörzs kúp között történik. A készülékbe történő berakás során a darab megvezetését egy rúgós csúcs végzi a készülék aljában, előtájolva a munkadarabot a befogáshoz. A berakott munkadarab befogási/ütköztetési felületét a szegnyereg csúcs befogási irányú elmozdulása az alsó csúcs rúgójának

összenyomodása révén a dörzskúpos felületre kényszeríti, a megfelelő szorító nyomás felépülése után valósul meg a végleges befogás.

Az alkatrész elkészítése két lépésben, két felfogásban valósul meg:

- 1. oldal V1 V2
- 2. oldal V3



5.1.ábra. Fogazatok elhelyezkedése az alkatrészen

A két felfogás között az alkatrész 180°-al elfordításra kerül, amelyet egy automatikus manipulátor kar végez el.



5.2. Munkadarab befogva megmunkálás előtt

A gyártás a Fellows-féle elvén működő eljárással történik. (A szakirodalom fejezetben bővebben.) A munkadarabot az operátor egy konvektor pályára helyezi fel úgynevezett műanyag paletta betétekbe, ahonnan egy feladó/fordító állomás emeli fel a megmunkáló gép „gyűrűs” rendszerű saját automatizációjához. A saját automatizáció berakó pofája az alkatrészt megfogja majd 180°-al elfordulva a munkatérben a készülékbe helyezi. Ezzel párhuzamosan egy másik berakó pofa a munkatérből a feladási pozícióba kifordulva a már kész alkatrészt átadja a feladó állomásnak. Az állomás az alkatrészt az üres paletta hüvelybe helyezi majd a konvektor pályára

kész alkatrész helyére újabb nyers alkatrészt tartalmazó hüvelyt léptet. A megmunkálási ciklus a rakodással párhuzamosan zajlik, leszámítva a gép saját automatizációja által elvégzett darab cserét. A külön „gyűrűs” rendszerű saját automatizációra a darab cseréből származó mellékidő minél rövidebbé tétele miatt van szükség.



5.3. Befogó készülék központosító csúccsal

Szerszám egy bevonatolt szerszámacél TiNi bevonattal van ellátva. Mindhárom fogazat ugyanazzal a szerszámmal készül.



5.4. Metszőkerék

Ezzel az eljárással nagy sorozatban készíthetők el a munkadarabok, és viszonylag jó pontossággal. Első fogazat elkészítése a V1-es fogazat, majd ezt a fordítás után követi a V2 és a V3-as fogazat.

3. táblázat. A kapcsoló fogazatok paramétereit:

V1	
1. Vágás	
P1 vágási sebesség:	<i>43.4 m/perc</i>
Löketszám P1:	<i>601 DH/perc</i>
Sug.ir. előtt. P1:	<i>0.04 mm/DH</i>
Henger előtolás P1:	<i>0.85 mm/DH</i>
Kihengerlési szög P1:	<i>360 fok</i>
2. Vágás	
P2 vágási sebesség:	<i>43.4 m/perc</i>
Löketszám P2:	<i>600 DH/perc</i>
Sug.ir.előtt. P2:	<i>0.02 mm/DH</i>
Henger előtolás P2:	<i>0.6 mm/DH</i>
Kihengerlési szög P2:	<i>720 fok</i>
V2	
1. Vágás	
P1 vágási sebesség:	<i>43.4 m/perc</i>
Löketszám P1:	<i>600 DH/perc</i>
Sug.ir. előtt. P1:	<i>0.04 mm/DH</i>
Henger előtolás P1:	<i>0.8 mm/DH</i>
Kihengerlési szög P1:	<i>360 fok</i>
2. Vágás	
P2 vágási sebesség:	<i>57.8 m/perc</i>
Löketszám P2:	<i>800 DH/perc</i>
Sug.ir.előtt. P2:	<i>0.02 mm/DH</i>
Henger előtolás P2:	<i>0.8 mm/DH</i>
Kihengerlési szög P2:	<i>720 fok</i>

V3	
1. Vágás	
P1 vágási sebesség:	43.4 m/perc
Löketszám P1:	600 DH/perc
Sug.ir. előt. P1:	0.04 mm/DH
Henger előtolás P1:	0.8 mm/DH
Kihengerlési szög P1:	360 fok
2. Vágás	
P2 vágási sebesség:	57.8 m/perc
Löketszám P2:	800 DH/perc
Sug.ir.előt. P2:	0.02 mm/DH
Henger előtolás P2:	0.8 mm/DH
Kihengerlési szög P2:	720 fok

Ciklusidő: 5,238 min

5.1.2. Lefejtő fogmarás – futó fogazat



5.5. ábra. V4 Fogazat elhelyezkedése

A negyedik fogazat egy ferde futófogazat, amely lefejtő fogmarással készül el (Pfauet-eljárással). A munkadarabot egy patronos megfogó készülékbe kerül megfogásra. A központosítást két csúcs között történik. A befogó készülékben található csúcs rugós kialakítású. Itt azért van szükség patronos megfogásra, mert ferde fogazat készítésénél nem csak axiális erők hatnak, hanem radiális erők is, ezért fontos, hogy a munkadarab ne tudjon a folyamat közben elfordulni.

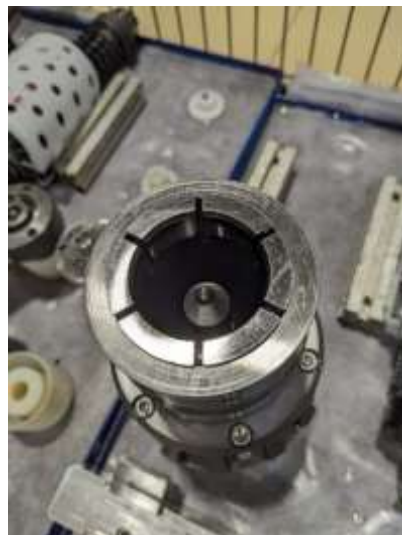
A fogazat elkészítése egy Liebherr LC-300-as lefejtőmaró szerzsámgéppel történik.

4. táblázat. A kapcsoló fogazatok paramétereit:

Területigény:	48m ²
Teljesítményigény:	42kW
Belső előkészületi idő:	52min

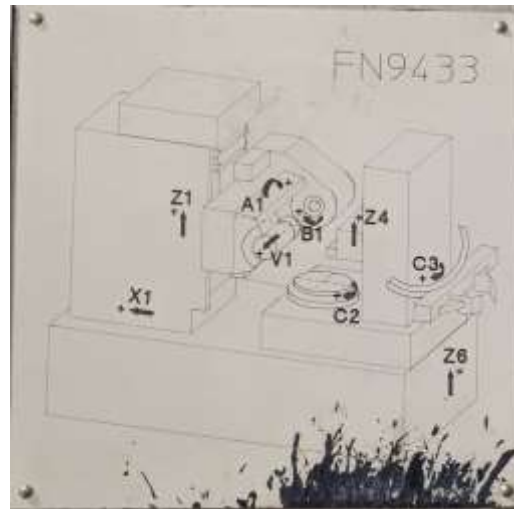


5.6. Fogmaráshoz befogott alkatrész



5.7. Patronos befogó készülék

Az egyenes fogazat vésése során a mozgásviszonyok a következők:



5.8. Szerszám gép tengelyei

- Főmozgás→ Szerszám végzi, B1 tengelyen forgó mozgás, Z1 mentén előtoló mozgást végez, X1 mentén fogásvételi mozgást végez.
- Mellékmozgás→ Munkadarab végzi, forgó mozgás C2 tengely mentén

Az alkatrész munkatérbe való bekerülése szinte megegyezik a fogvésésnél alkalmazott technológiával. Egy konvektor pályán helyezkednek el palettában a nyers alkatrészek, amik egy rakodógyűrűvel kerülnek a munkatérbe. Ez egy automatizált folyamat. A nyers munkadarabot egy emelő hüvely megemeli a szállító pályáról a rakodó gyűrű megfogó pofájához, így az megtudja fogni és eközben ezzel párhuzamosan a már megmunkált alkatrészt fogja meg és 180°-os mozdulattal megcseréli őket. A folyamat alatt az emelő hüvely végig emelt pozícióban van és csak akkor megy véghelyzetbe, ha már a kész alkatrész rá van helyezve. A megmunkálási ciklus párhuzamosan zajlik a rakodó ciklussal.

A szerszám anyaga S-390, ami PVD bevonattal van ellátva, ennek anyaga AlCrNa. A bevonattal jelentősen nagyobb vágósebesség és előtolás alkalmazható. A szerszám élettartama is növekszik a bevonat által. Kiváló hőstabilitást biztosítanak és melegkeménység és oxidáció ellen is védelmet nyújt. A kis súrlódási együtthatójú, tapadásmentes bevonatnak köszönhetően erősen ötvözött acélok is könnyen forgácsolhatóvá válnak.

minimális emelkedését követni tudja, így biztosítva a furat pontos pozícióját. A prizma tengely hosszirányba vett pozíciója úgy van meghatározva, hogy a befogott alkatrésznél a tájoló csap pont a fúróval szemben helyezkedik el csak az ellentétes oldalon (Ez a fogferdesége miatt lényeges). Két csúcson történik az alkatrész befogása, központozása és ütköztetése. A fogárok tájolása pedig egy rúgós tájoló csapos prizma segítségével valósul meg.



5.11. Chiron fúrógép



5.12. Chiron fúrógép

5. táblázat. Chiron fúrógép jellemzői:

Területigény:	30 m ²
Teljesítményigény:	40 kw
Belső előkészületi idő:	30 min

A fúrás során a mozgásviszonyok a következők:

- Főmozgás→ Szerszám végzi, forgó mozgás
- Mellékmozgás→ nincs

Ciklus idő fúrásnak: 1,150 min

5.3. Mosás

A hőkezelés előtt a mosás következik, aminek célja és feladata a forgácsolási műveletekből megmaradó forgácsok, sorják, olaj, és egyéb szennyeződések eltávolítása. Erre azért van szükség, mert hőkezelés során bármilyen szennyeződés, nagyban befolyásolhatja a munkadarab felületébe diffundáló szén mennyiségét és ezáltal a cementálási kéreg vastagságát. Mosáshoz tálcás kialakítású tartóra kerül az alkatrész. Ennek kialakítása biztosítja, hogy mosás után ne maradjon folyadék az alkatrész furataiban. Ezt úgy teljesül, hogy a tartók prizmái biztosítanak egy bizonyos dőlésszöge így az alkatrész nem vízszintesen helyezkedik el. A mosógépben egy mosó alagúton keresztül halad az alkatrész. Mosás után közvetlen leveővel történik a szárítás is mind az alagúton beül.

A mosást MFR II 4000 mosóberendezéssel történik.

6. táblázat. MFR II 4000 Mosóberendezés jellemzői:

Területigény:	54m ²
Teljesítményigény:	220kW



5.13. MFR II 4000 mosóberendezés

Az alkatrészek kézi kocsis használatával kerülnek a mosó bejáratához. Ott egy megvezető sín segítségével a kocsikat pontosan lehet elhelyezni, ahonnan egy daru segítségével kerülnek az alkatrészek a tálcákkal a mosó mozgópályájára. Alkatrészekről függően háromfajta tároló használatos, egy kosaras kialakítású, egy tálcás és egy sátras. Az alkatrészek a mosási ciklus befejeztével a futópálya végén található daru segítségével kerülnek vissza a kézi kocsikra.

Normál mosási ciklusidő 6,5 min.



5.14. MFR II 4000 mosógép

5.4. Hőkezelés

Miután megtörtént a munkadarab tisztítása, a hőkezelés következik. Tekintve a munkadarab felhasználására a kiválasztott hőkezelési eljárás a betétedzés. A ZFH-nál betétedzést Aichelin KSGs-2 típusú kamrás kemencében történik. Ez a fajta kemence számítógépes vezérlésű, és szabályozható is, (FOCOS). Hőkezelési folyamat programozható, és az adatok rögzítését is számítógéppel történik.

A hőkezelésnél puffert alkalmaznak, ami arra az este van fenntartva, hogy ha a lágyoldali megmunkálás közben fennakadás keletkezik, akkor legyen tartalék alkatrész, hogy a megrendelt darabszám biztosítva legyen.

Az alkatrész egy magas nikkel tartalmú rostélyon helyezkedik el függőleges állapotban, így megelőzve a „kifli” alakú eldeformálódást a hőkezelés alatt. A függőleges állapot ellenére is keletkezik kisebb alakváltozás de azt egyengetéssel elfogadható mértékűre mérsékelhető.

Hőkezeléshez inertes gázt használ a kemence, ami azért fontos mert az alkatrész kérgébe diffundáló szenet ebből nyeri ki.

5.4.1. *A kamráskemence hőkezelési folyamata:*

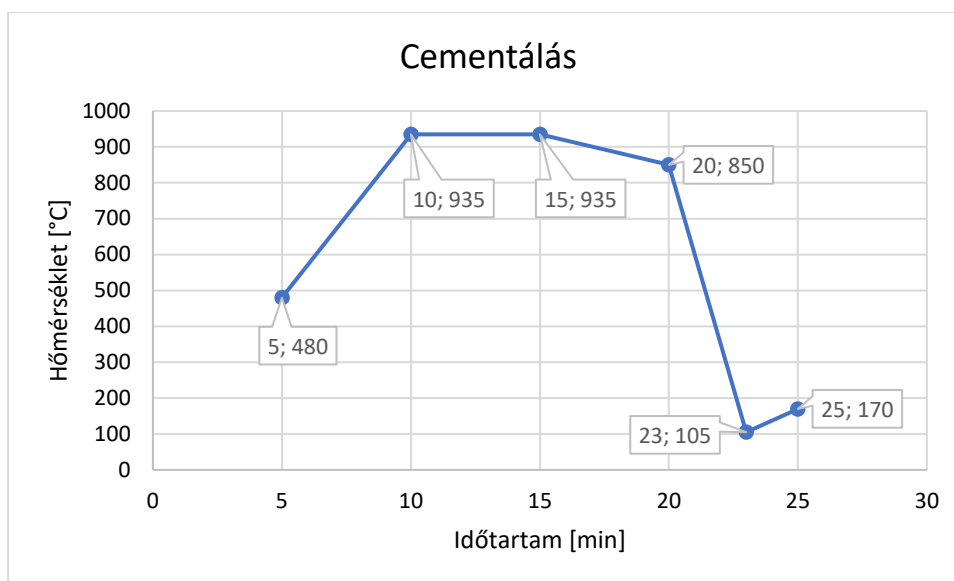
Egységrakományt kell képezni, amelyet az előmelegítőbe kell helyezni. Az előmelegítés után, át kell rakni a főgépbe, ahol a cementálás történik. Itt zajlik a diffúziós szakasz is majd olajban való edzés következik. Az edzést követően mosóba kerül a munkadarab, ahol a hőkezelésből keletkezett szennyeződésekeltávolítja, ezt követően át kell tolni a megeresztőbe, ahol a megeresztés történik. A munkadarab mozgatása-áthelyezése több esetben mechanikusan történik és kézi irányítással működik.

5. táblázat. *Teljesítmény adatok a kamráskemecékről*

Bruttó adagsúly:	1000 kg/adag
Nettó kapacitás:	800 kg/adag
Kapacitás:	150-200 kg/h



5.15. *Aichelin KSGs-2 Kamrás kemence*



5.16. Cementálási diagramm

5.5. Sörékezés

A hőkezelést követően az alkatrész sörékezése következik. A kemencéből egy konvektor pályával van közvetlenül csatlakoztatva a sörétezővel, ami egy Rotojed SDT 1500/3.

Szilárdító sörékezés:

- megtisztul
- élettartam növelés

Szilárdító sörékezés másodlagos feladata a hőkezelésből keletkezett rege, olaj szennyeződések eltávolítása. A szilárdító sörékezés, egy élettartam növelő sörékezés. Ez úgy valósul meg hogy kedvező visszamaradó feszültségeket hoz létre az alkatrészen, hogy az használata közben mikor terhelés lép fel, előbb ezek a feszültségek építi le és csak ezután kezdődik az alkatrésznek a fáradása.



5.17. Rotojed SDT 1500/3 megmunkáló tér

Az alkatrész befogására két csúc között függőleges állapotba kerül sor, így minden irányból jól sörétezhetőek a felületek.



5.18. Rotojed SDT 1500/3 Sörétező

Ciklusidő sörétezésnél: 0,5 min

5.6. Egyengetés

Hőkezelés hatására az alkatrész alakváltozást szenved, amit egyengetéssel lehet elfogadható mértékűre csökkenteni. Ezt az alakváltozást szokás „kifli” vagy „s” formának is nevezni.

Az egyengetést MAE M-AH 100 RH megmunkáló géppel történik. Az alkatrészt daru segítségével helyezik fel a gerendás pályára. Ez az adogoló pálya úgy működik, hogy van két egyenes szelvény. Az egyik szelvényen prizmat formáló bemetszések vannak, amibe az alkatrész ráfekszik. A másik szelvény pedig megemeli az alkatrészt és rövid húzó mozdulattal átemeli egy másik bemetszésbe (körpályán mozog). A folyamatot úgy lehetne leírni, mint a régi gőzmozdonyok dugattyús kerékhajtását. Két ilyen párhuzamos szelvény pár van egymással szemben.

Az alkatész két csúcs között kerül megfogásra, illetve vannak támasztó tömbök. A csúcsok axiálisan nem mozognak csak billeni tudnak a támasztó tömbök felé, és az alkatrészt a tömbök támasztják meg a folyamat során. Erre azért van szükség, hogy az egyengetés közben a csúcsokat ne érje terhelés ugyanis akár 100 t prés erő is felléphet, ami nagy károsodást okozna a csúcsokra. A tömbök nem mozgathatóak.

Négy lépcsőre bontható az egyengetés. Minden szakaszra külön tűrés van, az utolsó legfinomabb szakasz egyengetési radiális ütés tűrései a következők:

- Futó fogazat 0,05 mm
- Kapcsoló fogazat 0,03-0,04 mm
- Palástfelület átmérőre 0,03 mm

A radiális ütések megfelelő mérése miatt az alkatrészt forgatni kell a ciklusok között.

A megadott tűrésekhez közelítve történik az egyengetés. A folyamat közben ellenőrzés is történik egy mester kerékkal, ami legalább egy pontossági osztállyal jobb, mint az egyengetett fogazat. Az ellenőrzés úgy történik, hogy a mesterkerékkal az alkatrészt egybeforgatják, és forgatás közben ütéseket mérnek, és ez alapján, ha még ütést érzékelnek akkor további egyengetéssel lehet ezeket mérsékelni.

Repedés vizsgáló is van az egyengetőben, ami ultrahangos elven működik. Hajsza repedéseket és felület alatti repedéseket keres. Ha bármilyen repedést talál akkor az adott alkatrész selejt lesz.



5.19. MAE M-AH 100 RH Egyengető



5.20. MAE M-AH 100 RH Egyengető

A képen jól láthatóak a csúcsok, tömbök és a mester fogaskerék elhelyezkedése. A mester kerekek cserélhetőek és más típusú alak-ellenőrző tapintó is felhelyezhető.

Ciklusidő egyengetésnél: 2 min

5.7. Köszörülés

Egyengetést követően az alkatrész köszörülése következik. Két fajta köszörülés történik, egy palást és egy fogköszörülés. A palást köszörülés egy Junker QP 5000/40 szerszámgéppel történik.



5.21. Junker QP 5000/40 Palástköszörű

8. táblázat. Junker QP 5000/40 szerszámgép adatai:

Területigény:	120 m ²
Teljesítményigény:	90 kW
Belső előkészületi idő:	60 min

A köszörülés során a mozgásviszonyok a következők:

- Főmozgás → Szerszám végzi, forgó mozgás és tengelyirányú axiális előtoló mozgás, a fogásvétel radiális irányú szerszámmozgás.
- Mellékmozgás → Munkadarab végzi, forgó mozgás

Az alkatrész szalagpályáról egy átrakó segítségével kerül a munkatérbe. Kézi kocsiról daru segítségével kerül az alkatrész a szalagpályára. Innen automata megfogással kerül a munkatérbe az átrakó által. Két megfogó egymást követően sín szánvezeték rendszerű pályán közlekednek. Az egyik megfogó a konvektor pályáról beemeli az alkatrészt eközben a másik megfogó a már megköszörült alkatrészt kiemeli és annak helyére kerül a nyers alkatrész.

A munkatérben egy köszörű tárcsa található, ami CBN szemcsés. Az élkialakítása miatt a tárcsa átfordítható így egy vállas tengely egy befogással is megmunkálható. Az alkatrész két ívelt tartóra kerül, majd két csúcs között történik a megfogása, aminek hatására az alkatrész elemelkedik a tartókról.

Két mérőfej és egy hossztapintó található a megmunkálótérben. A mérőfejek átmérőt mérnek, a hossztapintó pedig az alkatrész „0” pontját keresi meg úgy, hogy rátapint az alkatrész felületére, és így határozza meg. Amint ez megtörténik elindul a köszörülési folyamat. Minden oldalhoz tartozik egy mérőfejes átmérő. A hossztapintó a műhelyrajzon a F7 oldal felületet

tapintja meg, a mérőfejes tapintók pedig a Z2 és a Z14 palást felületeknél találhatóak. Ezeket a felületeket fogják egy előköszörülő fogás után megmérni 0,3 a ráhagyás átmérőben.

A köszörülés két lépésben történik. Az első egy előköszörülés, ahol egy tizedet köszörül le az alkatrésztől. Ezután történik a tényleges méret meghatározása, ami után korrigálja a szerszám fogásvételi irány elmozdulását kész alkatrész mérethez. Az egy oldalon lévő méretekre ugyan azt a korrekciót fogja alkalmazni.

Meghatározott gyakorisággal kb 70 db-ként szabályozni kell a köszörű tárcsát. A szerszám élezés egy gyémánt szemcsés tárcsával történik. Ennek a tárcsának két élkiképzése van. Egyik kiképzéssel a tárcsa oldalát míg a másikkal a tárcsa átmérőjét szabályozza. Ezekkel a köszörű szerszám geometriájának regenerálása a cél.

A köszörülés kezdeténél a szerszám, mint egy „beszúró kés” közelíti meg az alkatrészt, érintést vesz majd a tárcsa élének egyenes felületével párhuzamosan a palást felületével kifelé haladva megköszörüli a felületet. Amint végig ért a felületen a tárcsa új pozíciót vesz fel és egy másik palást felületet köszörüli meg ugyan ezen az elven.



5.22. *Junker QP 5000/40 megmunkáló tere*



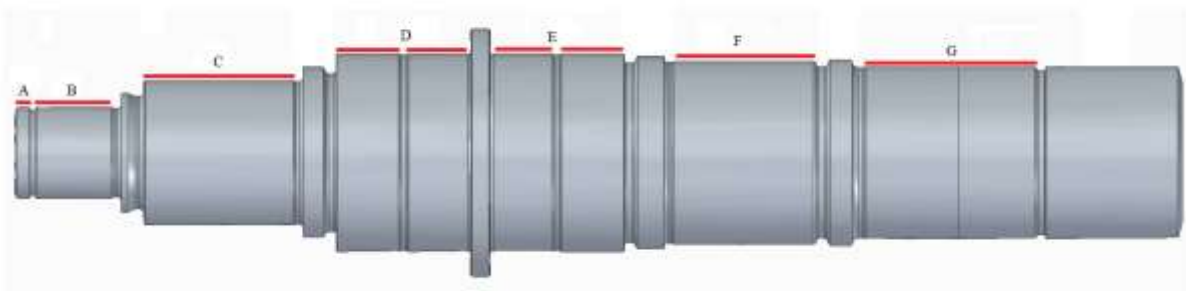
5.23. Kösörű tárcsa



5.24. Gyémánt szemcsés szabályzó tárcsa

A palást kösörülést a fogkösörülés követi, amit KAPP VAS-531 fogkösörű szerszámgéppel történik.

Ciklusidő palástkösörülésnél: 5,250 min



5.25. Palástkösörülési felszínek

9. táblázat. Palástköszörülési adatok:

Felszín	Fogás	Fordulat mdb	Előtolási sebesség $\frac{mm}{min}$	Ráhagyás mm	Mérés
A	1	675	190	0,15	-
B	2	-	-	-	-
	1.	675	Előkészítés: 190	0,1	+
	2.	675	Készre készítés: 190	0,05	-
C	1	611	180	0,15	-
D	1	481	160	0,15	-
E	1	481	160	0,15	-
F	1	544	170	0,15	-
G	3	544	170	-	-
	1.	-	-	0,1	+
	2.	Készre készítés 80,05-re			
	3.	80 m6-ra készítés			



5.26. KAPP VAS-531 Fogkészítő szerszámgép

10. táblázat. KAPP VAS-531 szerszámgép adatai:

Területigény:	65 m ²
Teljesítményigény:	50 kW
Belső előkészületi idő:	92 min

A köszörülés során a mozgásviszonyok a következők:

- Főmozgás→ Szerszám végzi, forgó mozgás és oldalirányú mozgás. A fogásvételi mozgás radiális irányú szerszámmozgás.
- Mellékmozgás→ Munkadarab végzi, forgó mozgás

Az alkatrész kézikocsival kerül a szerszámgéphez, ahol egy daru segítségével kerül a megmunkáló térbe. A rögzítés egy rúgós dörzskúpos készülékkel történik két csúcs között. Az alkatrészt két tartó fogja amíg a dörzskúpos készülékbe nem kerül befogásra, amint ez megtörténik a tartókról az alkatrész elemelkedik. A dörzskúpos készülékbe az alkatrész a szegnyereg és a szegnyereggel összekapcsolt munkadarab tartó mozgatásával kerül először a készülékbe betolásra majd megszorításra. A köszörülés végeztével a szegnyereg és a munkadarab tartó (együttes) mozgatásával az alkatrészt a munkadarab tartó kihúzza a készülékből majd a szegnyereg csúcsról egy letoló segítségével csúszik le az alkatrész.

11. táblázat. Fogköszörülési adatok:

Fogás	Vágósebesség [$\frac{m}{s}$]	Előtolás [$\frac{mm}{min}$]
Nagyolás	35	1400
Simítás	35	2200



5.27. KAPP VAS-531 Megmunkáló tere

A megmunkáló térben található egy fogközéálló szenzor 5.29., ami a fejélszalagokat méri és ebből meghatározza a fogárcok számát és pozícióját. A mérést az alkatrész befogását követően végzi, majd a mérési eredmények alapján végzi el két fogárok köszörülése között a munkadarab osztását.



5.28. Fejélszalag kialakítása (a szenzor ezt számolja)



5.29. Fogközé álló mérő szenzor

A köszörű szerszám egy darab tárcsa 5.30. Úgynevezett köztes szemcseméretű tárcsa. Szemcse nagysága B91 a nagyoló és simító szemcseméret között helyezkedik el. A szemcse anyaga CBN.

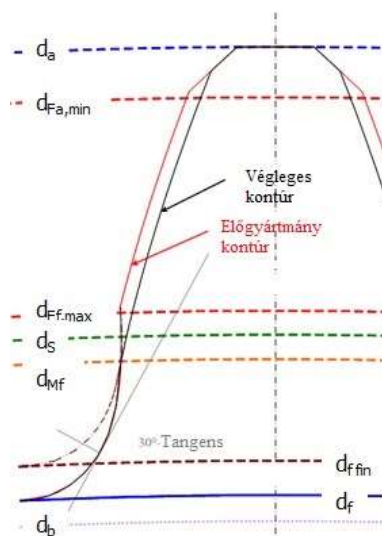


5.30. Fogköszörű tárcsa

Fogköszörülésnél ráhagyás:

- 0,09-0,11 mm fogoldalanként 5.31.

A futó fogazat fogárka úgy került kialakításra, hogy fogköszörülés közben a köszörű tárcsa ne tudjon beleütközni a fogazat rádiuszos kifutásába. Ezt alámarrással lehet megvalósítani, így a köszörű tárcsának van túlfutásra elegendő hely. Ráfutásnál a fogazat elején 1-2mm szükséges. A tárcsa a fogárkot nem köszörüli, a profil a lefejtő marás során úgy van kialakítva, hogy egy úgynevezett protuberanciás szakaszban végződik a lábtő rádiusznál, ami tulajdonképpen a köszörülési ráhagyás mértékével megegyező alámetszés.



5.31. Fogkiképzés köszörülési folyamatnál

Ciklusidő fogköszörülésnél: 4,6 min

5.8. Mosás

Köszörülés után az alkatrész mosása következik, ahol passzíváló szert is adnak a mosószerhez, mint adalék anyagot. Ezután az alkatrészt szabadkézzel már nem lehet megérinteni.

A mosási folyamat megegyezik a hőkezelés előtti mosással.



5.32. MFR II 3300 Mosó berendezés

Mosáshoz az alkatrész kézi kocsival érkezik, ám itt nem daruval történik az áthelyezés, hanem kisebb emelő szerkezettel, ami úgy működik, mint egy targonca emelő szerkezete. A folyamat végén az alkatrészt ugyan ilyen emelő szerkezet emeli le és helyezi a kézi kocsira.



5.33. Emelő szerkezete a MFR II 3300 Mosó berendezésnek



5.34. MFR II 3300 Mosó berendezés

Mosási ciklusidő 6,5 min.

5.9. Idomszeres ellenőrzés

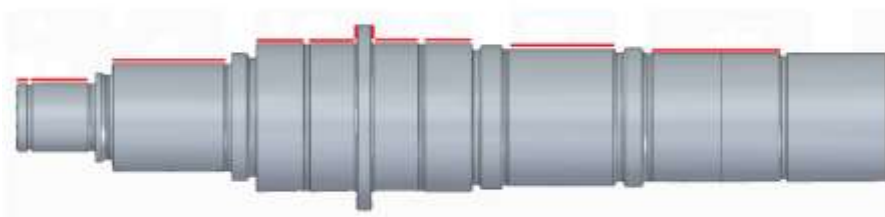
A gyártási folyamat utolsó állomása az idomszeres ellenőrzés. Az alkatrész mosás után érkezik. Itt daru segítségével egy asztalon található munkadarab tartóba kerül elhelyezésre az alkatrész, ahová az operátor helyezi és ellenőrzi a meg és nem meg oldali idomszerekkel. Az idomszerkezésen kívül ellenőrzi még az alkatrész felületeit is és amennyiben található kisebb felületi hiba, ami nem befolyásolja a tűrésezett méreteket azt kis kézi maró segítségével eltávolítja, illetve javítja. Minden egyes alkatrész 100%-ban átesik az idomszeres ellenőrzés folyamatán.



5.35. Idomszeres ellenőrzési megálló

5.10. Előgyártmány rajz tervezése:

A főtengely előgyártmány rajz elkészítésénél több szempontot is figyelembe kellett vennem. Az alkatrész már előre megmunkált állapotban érkezik meg a ZFH-ba, ami azt jelenti, hogy a fogazatokon és a ferdefutó fogazatban lévő furaton kívül minden más alakmegmunkálás már el van rajta készítve, mint például a beszúrások, az alkatrész középpontján átmenő furat, letörések. A rajz készítése előtt meg kellett határoznom mely felületek lesznek palástköszörülve, ugyanis csak ezekre a felületekre kellett hozzáadni a ráhagyás értékeit.



5.36. Köszörülési felületek

Az 5.36. ábrán jelöltem azokat a felületeket, amik köszörülve lesznek.

A felületek meghatározása után kétfajta ráhagyást kellett alkalmaznom. Az átmérőkre $0,3 \text{ mm}$ és az hosszméretekre $0,1 \text{ mm}$ -ert kellett hozzáadni. Az így módosult méretekkel a tűrés értékei is változtak, illetve a letörések méretei is. Az előgyártmány rajzot a Solid Edge programmal készítettem el.

5.11. Fúrókészülék tervezése

A szakdolgozatom tervezési feladata egy fúrókészülék tervezése a főtengely végén található ferdefutó fogazat fogárcáiban található olajozófurat elkészítéséhez.

A tervezés első lépéseként értelmeztem, hogy milyen furatot kell elkészíteni, annak mi a szerepe és hogy hol helyezkedik el. Ezt követően a fúrógépnél végeztem méréseket, amiből megtudtam határozni, hogy a készülék befoglaló méretei maximálisan mekkorák lehetnek.

A modellezést Solid Edge 2020 programban készítettem.

Modellezés első lépéseként a szegnyergek tervezésével kezdtem 12.12. ábra. Két különböző kialakítású szegnyerget kellett terveznem, egy rugós csúcs kialakításúat 12.10. ábra és egy fix pozíciósat. Azért kellett egy rugós szerkezetű mivel a szegnyerget nem lehet mozgatni ezért kellett egy olyan megoldás, amivel a szegnyergek fellazítása nélkül is a csúcsok közé helyezhető az alkatrész. A szegnyereg oldalán található egy kar 12.9. ábra, ami a szegnyereg testéhez van rögzítve. A karban van egy mart pálya, ebben egy M12-es hatlapfejű csavar van megvezetve, ami a csúcsot rögzítő hüvelyben 12.1. ábra van beletekerve. A hüvely végén található egy rugó és a kar mozgatásával a hüvely pozícióját lehet változtatni így a csúcsot hátra lehet „húzni”, aminek köszönhetően az alkatrészt be lehet pozícionálni.

Az alkatrészt két prizmára fekszik föl 12.8. ábra és 12.8. ábra. Kialakításukat tekintve nem egy forma méretűek, de az alkatrész középvonala egy vonalba esik, ami fontos, hogy a csúcsok rászorításával az alkatrész egytengelyűsége megmaradjon. A prizmák azon felületei, ahol az alkatrész felfekszik köszörült felületek, így finomabb a felület és kisebb az esélye az alkatrész felületének megsértésére. A prizmák továbbá úgy vannak méretezve, hogy a rajtuk felfekvő alkatrész két végén található furat 0,5 mm-rel lentebb helyezkedik el, mint a szegnyergek csúcsainak pozíciója 12.11. ábra. A szegnyergek csúcsai köszörült felületűek a minél pontosabb méret elérése érdekében. Az egyik prizmában található még egy menets furat és egy tájolócsapos szerkezet is 12.13. ábra és 12.14. ábra.

Az alkatrésznek a furata ferdefutó fogazat fogárcáiban helyezkedik el, aminek pozíciója így sose esik ugyan arra a koordinátára, illetve fontos, hogy a furat ne okozzon a fog oldalfalán sérülést. Ez úgy kerülhető el, ha alkalmazunk egy tájolócsapot 12.14. ábra. Az alkatrész ferdefutó fogazatát a tájoló segítségével mindig úgy lehet beállítani, hogy a fúrószerzsám csúcsa a fogárokba essen.

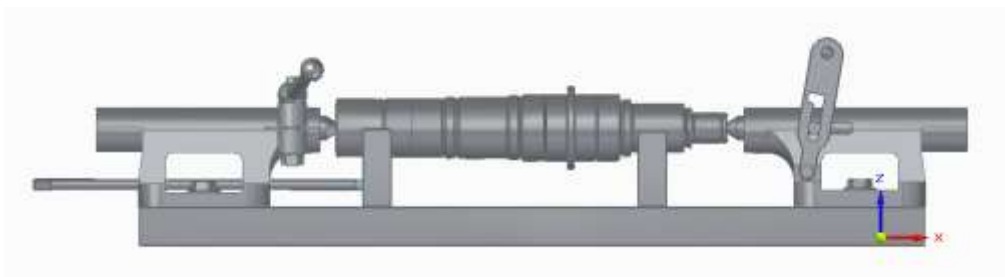
Mivel a tájoló csap önmagában nem tudja az alkatrészt pozícióba hozni ezért egy menetes orsót terveztem 12.6. ábra, ami a fix szegnyergen áthaladva a tájolóval felszerelt prizmában csatlakozik. A menets orsón 1,5x menetet választottam, így viszonylag pontosan változtatható a prizma helyzete így a tájolócsappal együtt már pozícióba hozható az alkatrész.

A furat elkészítése nem igényel további furat megvezető elemet, mivel első lépésként egy központ fúróval szinte megpontoszza a furat helyét és ezt követően két fúrési művelettel készül el a végleges furat.

Két prizma az alkatrész két végén helyezkedik el, és a tájolócsapos prizma a furatot készítendő átmérőnél található. 12.16. ábra.

A tervezésem utolsó modell alkotása egy „fúrópálya” tervezése volt 12.3. ábra. Erre kerül fel helyezésre a két szegnyereg, illetve a két prizma. Az elemek leszorítása hornyos anyák segítségével történik 12.4.ábra és 12.5. ábra. A fúrópálya testben „t” marás található két vonalban egymással párhuzamosan elhelyekedve. A szegnyerek M20-as csavarral kerülnek rögzítésre, a prizmák pedig M12-es belső kulcsnyílású imbusz csavarokkal.

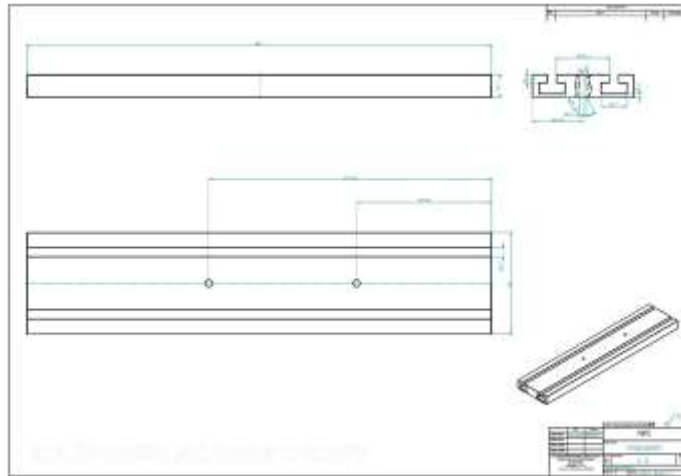
A fúrópályára azért volt szükség mert a fúrógép, amivel a furat fog készülni nem rendelkezik kellő nagyságú asztallal amire ráfért volna a két szegnyereg és a prizma, illetve az alkatrész mérete is befolyásoló tényező volt. Az fúrókészülék elemeinek anyaga szerkezeti acél, és a két csúcs pedig hőkezelt.



12.16. Fúrókészülék összeszerelt állapotban

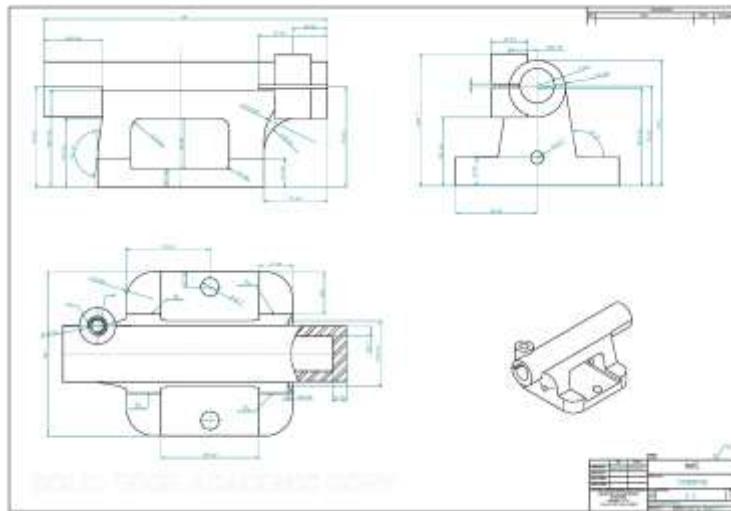
5.11.1. A fúrókészülék szerkezeti felépítése

A készülék felépítését tekintve az első elem a fúrópályatest:

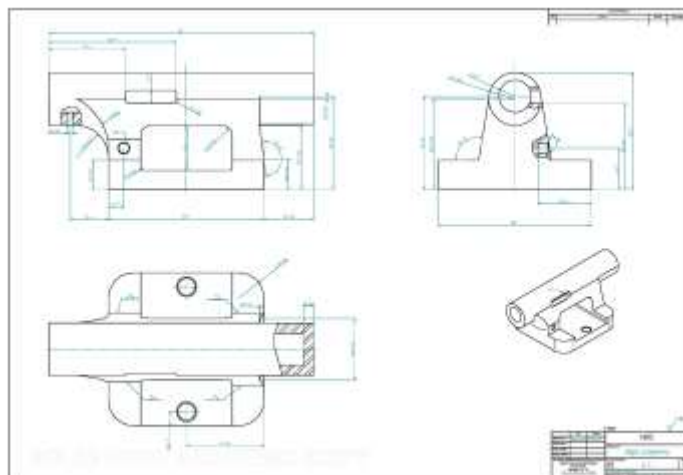


12.3. Fúrópályatest

Következő két szerkezeti elem a szegnyereg és a rúgós szegnyereg. Ezek a fúrópályatest két végén helyezkednek el és M20-as hatlapfejű csavarokkal, amik végén hornyosanyákkal történik a szorítás a pályafelületére.



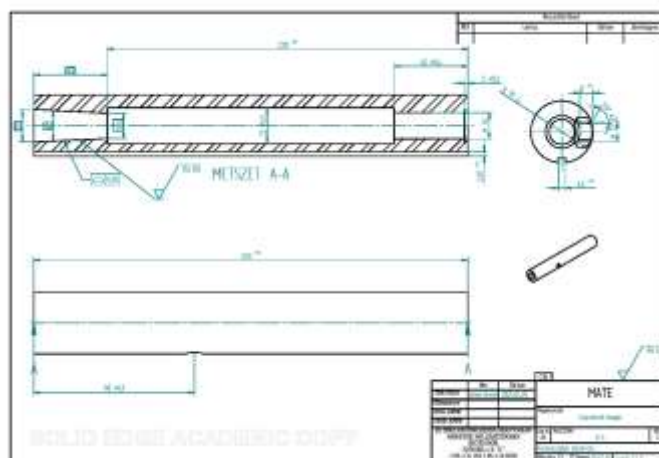
12.12 Szegnyereg



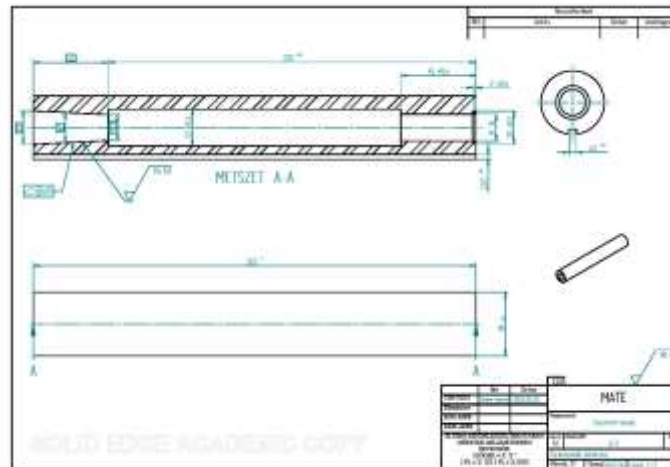
12.10. Rugós szegnyereg

Rugós szegnyeregbe még beszelesésre kerül egy hüvelyvezető, ami biztosítsa a hüvelyt, hogy mozgatás során egy vonalban maradjon.

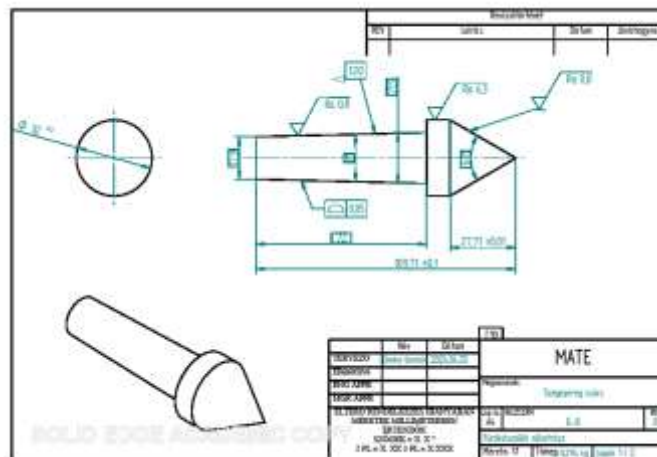
A két szegnyereg felhelyezését követően beszerelésre kerülnek a csúcsok és a csúcsokat tartó hüvelyek. A rugós szegnyeregbe kerül beszerelésre a M12-es furattal rendelkező hüvely.



12.1. Csúcstartó hüvely M12-es furattal

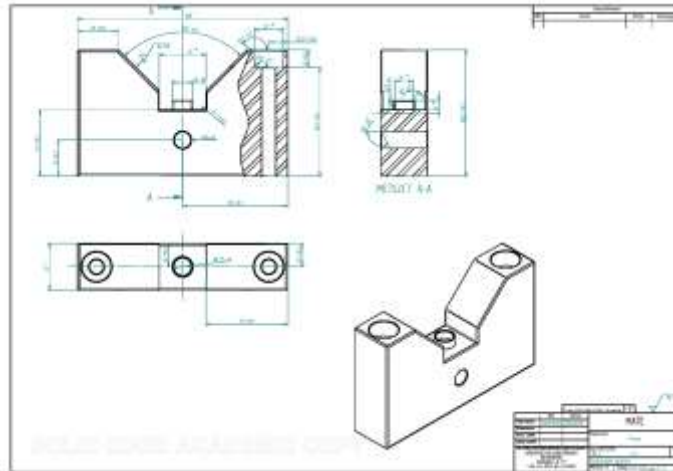


12.2. Csúcstartó hüvely



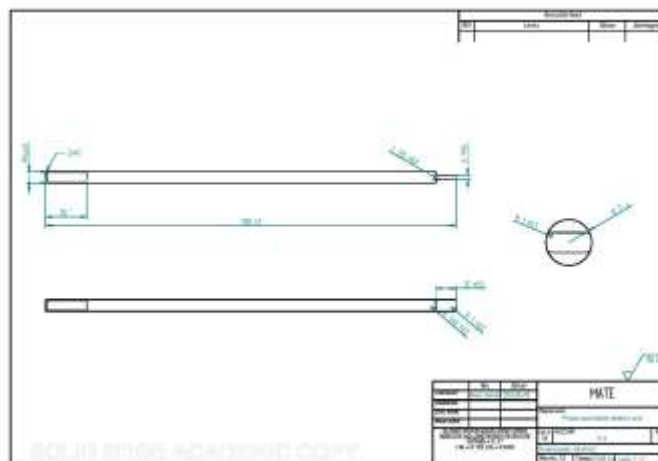
12.11. Szegnyeregcsúcs

A csúcsok beszerelését követően a rugós szegnyereg összeállítása következik. A szegnyeren található egy M12-es furat, ide van rögzítve a csúcsot mozgató kar alsó potnja, és a karban található mart pályába kerül egy újabb M12-es csavar, ami pedig a csúcsot tartó hüvelybe kerül. Így a rugós szegnyereg csúcsa mozgathatóvá válik.



12.8. Pozícionálható prizma

Itt még egy menetes orsó is kerül szerelésre, ami a prizmát a szegnyereggel köti össze és teszi állíthatóvá.



12.6. Menetes orsó

6. Forgácsolási számítás a V4-fogazathoz:

A V4-gyel jelölt fogazat marására végeztem egy számítást, amihez a szükséges adatokat a 6.1.-es táblázatba rögzítettem. A számítás során meghatároztam a marás teljesítményszükségletét, a gépkihhasználás értékét százalékban kifejezve és a teljesítményszükségletet az egy fogra jutó erő alapján.

12. táblázat. V4-es fogazat marási adatai:

Modul	m	3 mm
A marószerszám átmérője	D	80 mm = 0,08 m
A marószerszám fogszáma	z	12
Fogankénti előtolás	f_z	0,7 mm
Forgácsolósebesség	v_c	110,02 $\frac{mm}{min}$
A fajlagos forgácsolóerő	K_c	1700 $\frac{N}{mm^2}$
A gép hatásfoka	μ_m	80 % = 0,8
A motorteljesítmény	P_{mh}	27 kW

Meghatározásra kerülő értékek:

- A marás teljesítményszükséglet: P_c
- Gépkihhasználás százalékos értéke: K_c
- Teljesítményszükséglet az egy fogra jutó erő alapján

$$a) n = \frac{v_c}{D \cdot \pi} = \frac{110,02}{0,08 \cdot \pi \cdot 60} \approx 7,3 \frac{1}{s} = 437,76 \frac{1}{min}$$

$$\text{A szerszámgépen beállítható fordulatszám: } n_{g\acute{e}pi} = 438 \frac{1}{min} = 7,3 \frac{1}{s}$$

$$\text{Az előtoló-sebessége: } v_f = z \cdot f_z \cdot n_{g\acute{e}pi} = 12 \cdot 0,7 \cdot 7,3 = 61,32 \frac{m}{s} = 3679,2 \frac{1}{min}$$

$$\text{A szerszámgépen beállítható sebességéték: } v_{f_{be}} = 3000 \frac{mm}{min} = 50 \frac{mm}{s}$$

A keresztmetszet nagysága:

$$A_f = \left(\frac{13}{6} \cdot m \right) \cdot \left(\frac{p}{2} \right) = \left(\frac{13}{6} \cdot 3 \right) \cdot \left(\frac{9,43}{2} \right) = 30,65 mm^2 \approx 3,07 \cdot 10^{-5} m^2$$

$$\text{Az osztás: } p = m \cdot \pi = 3 \cdot \pi = 9,43 mm$$

Az időegység alatt leválasztott forgácskőbtartalom nagysága:

$$V_t = A_f * v_f = 3,07 * 10^{-5} * 50 * 10^{-3} = 153,5 * 10^{-8} \frac{m^3}{s}$$

A szükséges teljesítmény: $P_c = K_c * V_t = 1,7 * 10^9 * 153,5 * 10^{-8} = 2609,5 W$

$$b) K_h = \frac{P_c}{\mu_m * P_{mh}} * 100 = \frac{2609,5}{0,8 * 27000} = 12,08\%$$

$$c) F_{1z} = K_c * f_z * \sqrt{\frac{a}{D}} * B = 1700 * 0,7 * \sqrt{\frac{11}{80}} * 3 = 1323,79 N$$

a kapcsolószám:

$$\Psi = \frac{z}{\pi} * \sqrt{\frac{a}{D}} = \frac{12}{\pi} * \sqrt{\frac{11}{80}} = 1,42$$

A forgácsolóerő nagysága: $F_c = \Psi * F_{1z} = 1,42 * 1323,79 = 1879,78 N$

A forgácsolási teljesítményszükséglete: $P_c = F_c * V_c = 1879,78 * 1,83 \approx 3440 W$

$P_{mh} = \frac{P_c}{\mu} = \frac{3,44}{0,8} = 4,3 kW$, $P_{mh} = 4,3 kW$ ahol $\mu = 0,8$ a szerszámgép hatásfoka

A választott Liebherr LC-300 marógépbe beépített 27 kW-os villanymotor ezt a teljesítmény szükségletet kielégíti.

7. Gazdasági számítás

A gazdasági számítás fejezetben az általam tervezett fúrókészülék alkatrészeinek-elemeinek beszerzési és gyártási költségeit foglaltam egy táblázatban össze. Az árak euróban vannak megadva.

A táblázatban szereplő alkatrészek közül nem mindent kell legyártani, vannak alkatrészek, amiket kereskedésből is beszerezhetők mint például a hatlapfejű csavarok, rugók. A példaként említett alkatrészek árait Ft-ról váltottam át €-ra.

13. táblázat. A fúrókészülék alkatrészeinek árai:

Fúrókészülék alkatrészei	Előállítási költség/beszerzési ár €
Nem állítható szegnyereg	850
Rugós, állítható szegnyereg	950
Szegnyereg hüvely	450
Szegnyereg csúcs	370
Furatvezető	300
Fúrópályatest	580
Horonyanya	60
Tájéoló csap	30
Rugós szegnyereg karja	200
Menetes orsó	60
Tájéoló anya	20
Állítható prizma	200
Prizma	150
Tájéoló rugó	5
Szegnyereg rugó	13
Belsőkulcsnyílású imbusz csavar (4x)	15.2
Hatlapfejű M12-es csavar (2x)	0.6
Hatlapfejű M20-as csavar (4x)	2
M20-as csavarhoz alátét(4x)	0.144
M16-os alátét	0.1
M12-es csavarhoz alátét(2x)	0.072
M16-os anya	0.16
Hüvelyszító orsó	60
Hüvelyszorító kar	200
Összesített ár	4466.276

14. táblázat. Költség kalkuláció

Megmunkálási folyamatok	Gép+Humán óráköltség	Munkaóra
Esztergálás	50 €	0
Marás	27 €	3
Furás	18 €	4
Hegesztés	69 €	1.5
Össz. gyártási költség	257 €	
Anyagköltség	693 €	
Szum	950 €	

A gazdasági számításhoz készítettem egy táblázatot, amiben szemléltetni tudom, hogy a 13. táblázatban szereplő értékek miként jöttek ki. A táblázatban az állítható rugós szegnyerget vettem példaként. A megmunkálási folyamatokat az első oszlopban foglaltam össze ezt követi a szerszám gép óradíja és a humán órabér, amit összevontam, majd az utolsó oszlopba került maga a munkaóra, ami alatt elkészíthető az adott gyártási folyamat. A Gép+Humán óráköltséget összeszoroztam a munkaóra értékével, ezt minden megmunkálási folyamattal megtettem és összesítettem az értékeket így megkaptam az Össz. Gyártási költséget, ehhez hozzáadtam az anyag költséget és így kaptam meg a Szum értékét.

A 14. táblázatban szereplő gyártási költség értékek nem reprezentálják a valós költségeket, ezek csak szemléltetni kívánják a módszert, ami alapján határozzák meg az adott alkatrészek költségeit.

A 13. táblázatban szereplő árak nettó árként értendők.

Jelenlegi euró-forint árfolyam érték: (2024.04.27.)

- 1 €=393,3 Ft

Az árfolyammal számolva a fúrókészülék nettó 1.756.620,20 Ft-ba kerülne.

8. Összefoglalás

A szakdolgozatot a bemutatással kezdtem, ahol röviden leírtam, hogy a szakdolgozat miről fog szólni és mi lesz a feladatom benne, milyen fejezetkből fog felépülni.

Következő fejezet a cégbemutató volt, ahol bemutattam a ZF-Hungária Kft.-ét, ahol ugyanis a nyári gyakorlatomat is teljesítettem és a szakdolgozat témát is innen választottam.

A harmadik fejezet a szakirodalom feldolgozása volt. Ebben a fejezetben olyan gyártási folyamatokat mutattam be, amik a szakdolgozatban szereplő főtengely legyártásához szükségesek. Különböző szakirodalmakat használtam fel és ezeket minden bekezdés végén fel is tüntettem. Hazai és nemzetközi szakirodalomból készítettem a fejezetet.

A következő a negyedik fejezet, ahol a probléma bemutatása történt. A főtengely legyártásához egy fúrókészüléket kellett terveznem, amit a Solid Edge 2020 programmal készítettem el és a gyártási dokumentációt kellett készítenem a gyártásáról. Továbbiakban bemutattam, hogy a főtengely pontosan hol helyezkedik el és összezserelt állapotban milyen gépjárművekbe kerül beépítésre.

A tervezés fejezetben az alkatrész gyártási dokumentációját készítettem el, írtam le. A gyártási folyamatokat lépésenként sorrendben mutattam be képek segítségével és ahol szükséges volt diagramok használatával. A megmunkálást két fő részre lehet bontani egy lágyoldali megmunkálások és egy keményoldali megmunkálásokra. Lágyoldali megmunkálásnál történik a fogazatok elkészítése. Két megmunkálási művelettel történik egy fogvéséssel és fogmarással. Következő megmunkálási folyamat a furat elkészítése, amihez a fúrókészüléket kellett terveznem. A fúrást mosás követi, mint következő folyamat. Mosást követően hőkezelés történik, ami egy cementálási folyamat, amit sörétezés követ. Egyengetés a következő folyamat, amit köszörülés követ. Két köszörülési folyamat történik, egy palástköszörülés és egy fogköszörülés. A köszörülés után egy újabb mosási folyamat követ, amit egy alakellenőrzés fejez be.

Az alkatrészhez készítettem egy 3D-s modellt és egy műszaki rajzot és egy előgyártmány rajzot. Ehhez meg kellett határoznom a felületeket, amiken köszörülés fog történni.

Továbbá ebben a fejezetben írtam le részletesen a fúrókészülék lépéseit, amik alapján készítettem. Méréseket kellett végezni a fúrógépen, illetve az alkatrészen is, hogy legyen kiinduló alap, amivel el tudtam kezdeni a tervezést. Először papírra vázoltam skicceket és mikor

már el tudtam képzelni, hogy is fog majd kinézni akkor kezdtem el modellezni. Alkatrészenként haladtam egy bizonyos sorrendet követve, először a szegnyergek tervezését készítettem el majd a prizmákat, ezt követte a fúrópályatest. Választott anyagként sima szerkezeti acélt választottam C45-öt. Azért esett erre a választás mert költség tekintetében kedvezőbb és a célra amire fel lesz használva teljesen megfelelő.

Számítási feladatként a fogmaró gépteljesítmény kihasználtságot számítottam. Itt összehasonlítottam a fogmarás művelethez szükséges mototeljesítmény igényét a szerzsámgépben található elektromos motor teljesítményével.

Gazdasági fejezetben az általam tervezett fúrókészülék alkatrészeinek árait szemléltettem egy táblázatban. Ezeket az értékeket egy kalkulátor segítségével lehet meghatározni. Az így kapott összegeket euróban tüntettem fel. A számítás módszerét egy egyszerűsített táblázat segítségével szemléltettem. Az ott kapott végösszeg nettó értéként kell tekinteni.

9. Summary

I started my thesis with the introduction, where I briefly described what the thesis will be about and what my task will be, what chapters it will consist of.

The next chapter was the company presentation, where I introduced ZF-Hungária Kft., where I did my summer internship and where I chose the thesis topic.

The third chapter was the literature review. In this chapter I presented the manufacturing processes that are necessary for the production of the crankshaft in the thesis. I have used different literature and listed it at the end of each paragraph. I have drawn on national and international literature for the chapter.

Next is the fourth chapter where the problem was presented. For the production of the main shaft, I had to design a boring machine, which I created using Solid Edge 2020 and I had to create the production documentation for its production. Further on, I have shown where exactly the master cylinder is located and, in which vehicles it will be installed in its assembled state.

In the design chapter, I prepared and described the production documentation for the component. The manufacturing processes were presented in a step-by-step sequence using pictures and diagrams where necessary. Machining can be divided into two main parts, one for soft-side machining and one for hard-side machining. Soft side machining is where the gears are made. Two machining operations are performed, one by tooth cutting and one by tooth milling. The next machining process is the drilling of the hole, for which I had to design the drilling machine. Drilling is followed by washing as the next process. Washing is followed by heat treatment, which is a cementation process followed by shot peening. Alignment is the next process, followed by grinding. Two grinding processes take place, a slab grinding and a tooth grinding. Grinding is followed by another washing process, which is completed by a shape check.

For the part I made a 3D model and a technical drawing and a preproduction drawing. For this I had to define the surfaces on which grinding will take place.

Furthermore, in this chapter I described in detail the steps of the drilling machine, which I used as a basis for my design. I also had to take measurements on the drill press and the part to have a starting point to start the design. First I sketched on paper and when I had an idea of what it would look like I started modelling. I went part by part following a certain sequence, first I did the design of the trim, then the prisms, followed by the drill track. The material of

choice was mild structural steel C45. This was chosen because it is more cost effective and perfectly suited to the purpose for which it will be used.

As a calculation task, I calculated the utilisation of the milling machine capacity. Here, I compared the motor power demand for the tooth milling operation with the power of the electric motor in the tooth milling machine.

In the economic chapter, I have illustrated the prices of the components of the drilling machine I have designed in a table. These values can be determined using a calculator. The resulting amounts are given in euro. I have illustrated the method of calculation with the help of a simplified table. The total amount obtained there should be considered as a net value.

10. Nyilatkozat

KONZULTÁCIÓS NYILATKOZAT

A Dimény Dominik (név) (hallgató Neptun azonosítója: YHPR0V) konzulenseként nyilatkozom arról, hogy a szakdolgozatot áttekintettem, a hallgatót az irodalmi források korrekt kezelésének követelményeiről, jogi és etikai szabályairól tájékoztattam.

A szakdolgozatot a záróvizsgán történő védeésre javaslom / nem javaslom.

A dolgozat állam- vagy szolgálati titkot tartalmaz: igen nem

Kelt: 2024 év 04 hó 24 nap

Dr. Kőrösi Katalin

Belső konzulens

NYILATKOZAT

Alulírott Dimény Doménik, a Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem, Gödöllő Campus, génészemérvnök 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: 2024 év 04 hó 24 nap

Dimy Doménik
Hallgató

NYILATKOZAT

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

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

A dolgozat állam- vagy szolgálati titkot tartalmaz: igen nem

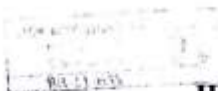
Kelt: Gödöllő 2024. év április hó 25. nap

Dr. Kőrösi Katalin
Belső konzulens

FI 51129



**A MAGYAR- AGRÁR ÉS ÉLETTUDOMÁNYI EGYETEM
SZERVEZETI ÉS MŰKÖDÉSI SZABÁLYZAT**



III. HALLGATÓI KÖVETELMÉNYRENDSZER

III.1. TANULMÁNYI ÉS VIZSGASZABÁLYZAT

7. sz. függeléke:


**III.1.7F. SZAKDOLGOZAT/DIPLOMADOLGOZAT TITKOSÍTÁSI
KÉRELEM**

2021. március 26.

TITKOSÍTÁSI KÉRELEM

Alulírott Dimény Dominik (Neptun-kód: YH880V) Gépgyártó szak hallgatója kérelmezem, hogy a Főtengely technológia tervezése korszerű szerszámgépre című szakdolgozatom (konzulensek nevei: Dr. Kári-Horváth Attila Lajos, Takács Péter) a Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem Tanulmányi és Vizsgaszabályzat (a továbbiakban: TVSZ) 95. § (5) bek. c) pontja alkalmazásával titkosításra kerüljön. Tudomásul veszem, hogy kérelmem jóváhagyása esetén a dolgozat titkosítása a TVSZ 95. § (5) bek. c) pontja alapján a sikeres védést követő 5 évre szól.

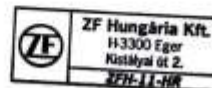
Kelt: Jászszentandrás, 2024.02.16


a hallgató aláírása

Alulírott¹ Ószi Csilla, Markus Schleier ügyvezető igazgatók, mint a ZF Hungária Kft. (3300 Eger, Kistályai út 2.) képviselője kérem, a ZF Hungária Kft. által nyújtott adatok felhasználásával Dimény Dominik (Neptun-kód:YH880V) által készített, **Főtengely technológia tervezése korszerű szerszámgépekre** című szakdolgozat titkosítását.

Kelt: Eger, 2024.02.16


a képviselő aláírása



A titkosítási kérelmet ENGEDÉLYEZEM / NEM ENGEDÉLYEZEM.

Elutasítás esetén indokolás: _____

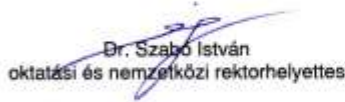
Kelt: Gárdos Csilla, 2024.02.20.


szakfelelős aláírása

Záradék

Az egyetemi Oktatási Bizottság a Tanulmányi és Vizsgaszabályzat 7. számú függelékét képező szakdolgozat/diplomadolgozat titkosítási kérelmet 95. § (6) bekezdése alapján 2020. március 26-i ülésén fogadta el. Határozatszám: 40/2020/21. (III.26.) EOB határozat.

Gödöllő, 2021. március 26.


Dr. Szabó István
oktatási és nemzetközi rektorhelyettes

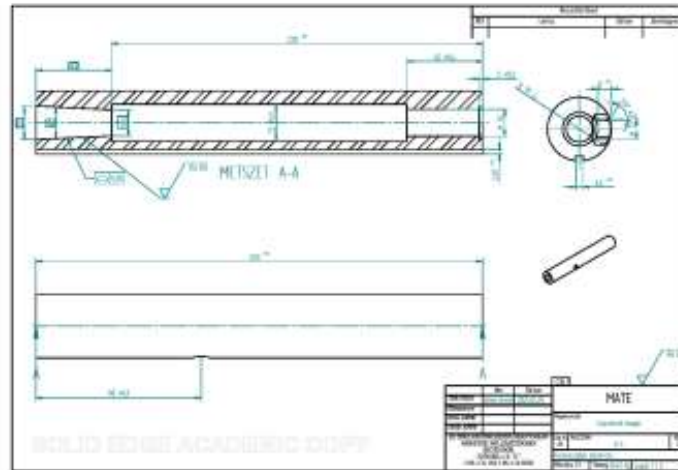
¹ A céges partner kiegészítő kérése nem kötelező, amennyiben nem kerül bekérésre, törölhető a nyomtatványról.

11. Irodalomjegyzék

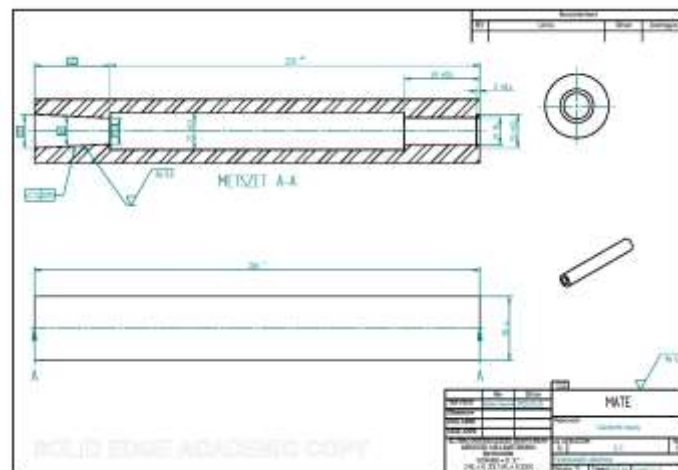
- [1.] Bagyinszki Gyula Dr., Borossay Béla, Kári-Horváth Attila Dr., Kovács-Coskun Tünde, Mucsi András, Németh Árpád Dr., Pálinkás István, Szakál Zoltán Dr., Zsidai László Dr.: Anyagtechnológiák, Typotex Kiadó, H.n., 2012
- [2.] Bakondi K., Kardos Á.; 1972; A gépgyártás technológiája I. - Forgácsolás; Tankönyvkiadó; Budapest
- [3.] Bali J.; 1985; Forgácsolás, Tankönyvkiadó; Budapest
- [4.] Bálint L.; 1958; A forgácsoló megmunkálások tervezése, Műszaki Könyvkiadó; Budapest
- [5.] Ducsay János Forgácsolási eljárások 4. kiadás. Tankönyvmester kiadó (2012), ISBN 978 963 275 082 8
- [6.] Dudás I.; 2003; Gépgyártástechnológia III.; Miskolci Egyetemi Kiadó; Miskolc
- [7.] Dudás I.; 2011; Gépgyártástechnológia I., Műszaki Könyvkiadó Kft.; Budapest
- [8.] Dudás László – Valánsik Árpád: Forgácsolási technológia I., Műszaki Kiadó, Budapest, 1993
- [9.] F. A, Barbasov: Marás, Műszaki Könyvkiadó, Budapest, 1979
- [10.] Fenyvessy T., Fuchs R., Plósz A.; 2008; Műszaki táblázatok, Nemzeti szakképzési és felnőttképzési intézet; Budapest
- [11.] Firstner Stevan, Dr.: Gyártástechnológia, Egyetemi Kiadó, Dunaújváros, 2008
- [12.] Fledrich G., Kakuk Gy., Kári-Horváth A., Zsidai L.; Gépgyártástechnológia, Szent István Egyetem Gépészmérnöki Kar; Gödöllő, 2016;
- [13.] Fledrich G., Kári-Horváth A., Pataki T. I., Zsidai L.; Mechanikai technológiák, Szent István Egyetem Gépészmérnöki Kar; Gödöllő, 2017;
- [14.] Horváth M.; Markos S. 2001; Gépgyártástechnológia, Műegyetemi Kiadó; Budapest
- [15.] Dr. Jánossy-Kakuk-Kári-Horváth-Keresztes-Szakál-Dr. Zsidai (2016) Előgyártmány és képlékeny alakítási tervezési gyakorlat. Nemzeti Szakképzési és Felnőttképzési Hivatal 1089 Budapest, Kálvária tér 7.

-
- [16.] Kakuk Gy., Kári-Horváth A., Szakál Z., Dr. Zsidai L.; 2008; Gyártástervezés; Nemzeti szakképzési és felnőttképzési intézet; Budapest
- [17.] Kakuk Gy., Kári-Horváth A., Szakál Z., Zsidai L.; Forgácsoló eljárások tervezése, Nemzeti szakképzési és felnőttképzési intézet; Budapest,2008
- [18.] Kári-Horváth, A; Pataki, T: Analysis of temperature in different cooling methods
IOP CONFERENCE SERIES: MATERIALS SCIENCE AND ENGINEERING 749 Paper:
012017, 8 p. (2020)
- [19.] Kári-Horváth, Attila; Pataki, Tamás István; Sarankó, Ádám; Szilágyi, Nóra: A forgácsolóüzemek emulziókezelési "kaputól-kapuig" technológiájának felülvizsgálata
- [20.] Dr. Kodácsy János, Dr. Pintér József; 2011, Forgácsolás és szerszámai HU.:
https://regi.tankonyvtar.hu/hu/tartalom/tamop425/0007_02-Forgacsolas_es_szerszamai_HU/15_a_gyrtsi_nkltsg.html (utolsó letöltés: 2021.10.02)
- [21.] Mikó Balázs, Dr. (2015) Forgácsolástechnológia alapjai, Bázisok és készülékek. Egyetemi jegyzet. Óbudai Egyetem.
- [22.] Pintér J.; 2003; Forgácsoló megmunkálás, új technológiák, kézirat; Széchenyi István Egyetem, Anyagismereti és Járműgyártási Tanszék; Győr
- [23.] Szegh I.; 1996; Gyártástervezés, Műegyetemi Könyvkiadó; Budapest
- [24.] Valasek, I; A, Kári-Horváth: The action mechanism of minimum lubrication and the increase of its efficiency, TRIBOLOGIE UND SCHMIERUNGSTECHNIK 58: 3 pp. 34-47., 14 p. (2011)
- [25.] Zsidai, L; Kakuk, Gy; Kári-Horváth, A; Szakál, Z; Pálinkás, I (szerk.) Előgyártmány és képlékeny alakítási tervezési gyakorlat, Budapest, Magyarország: Nemzeti Szakképzési és Felnőttképzési Intézet (NSZFI) (2008), 9 p. ISBN: 9789637469992
- [26.] https://www.zf.com/products/de/cv/products_76419.html

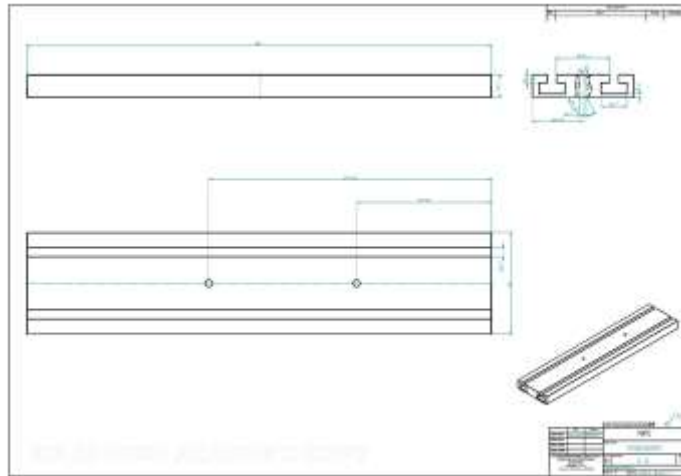
12. Mellékletek



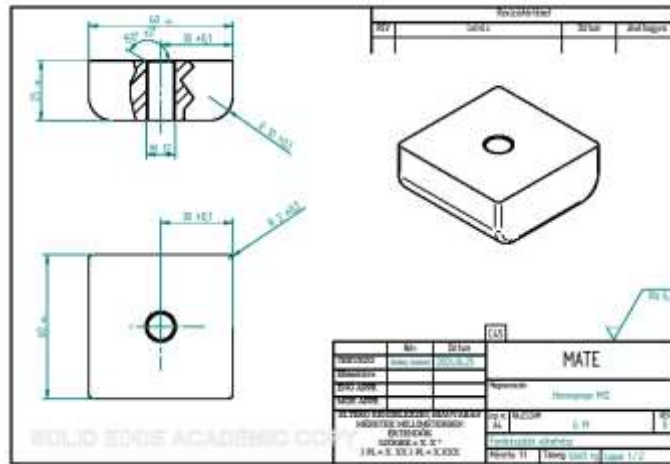
12.1. Csúcstartó hüvely M12-es furattal



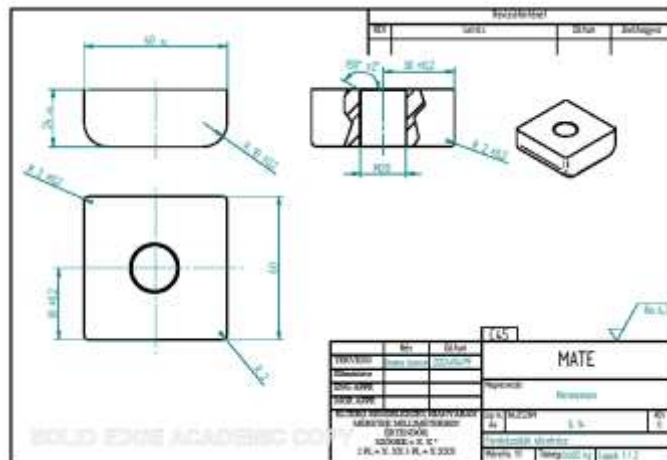
12.2 Csúcstartóhüvely



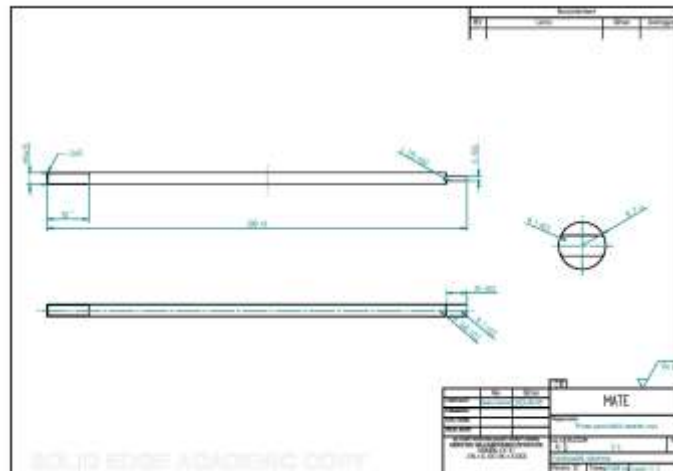
12.3 Fúrópályatest



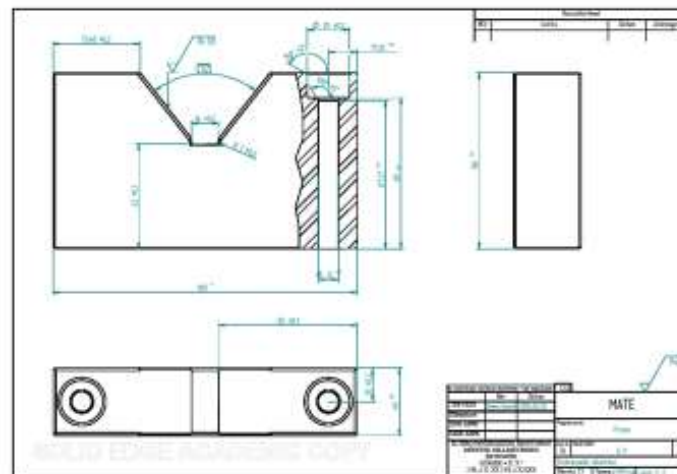
12.4 Horonyanya M12



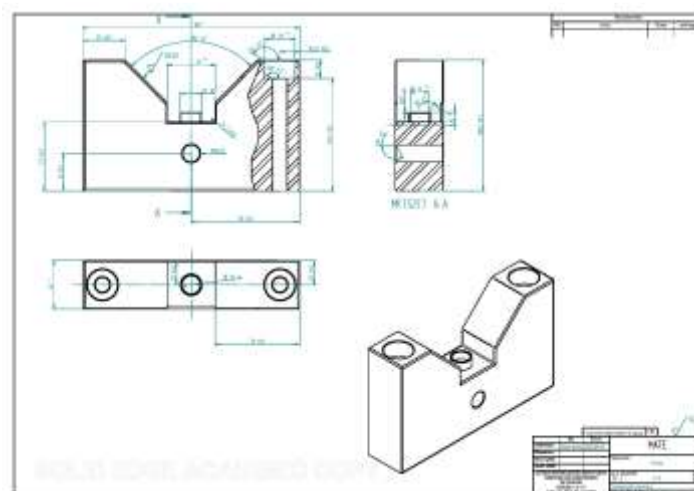
12.5 Horonyanya M20



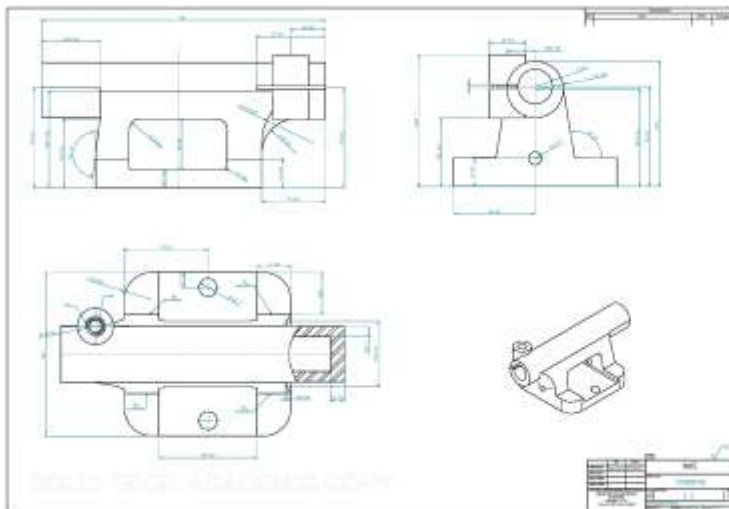
12.6 Menetes orsó



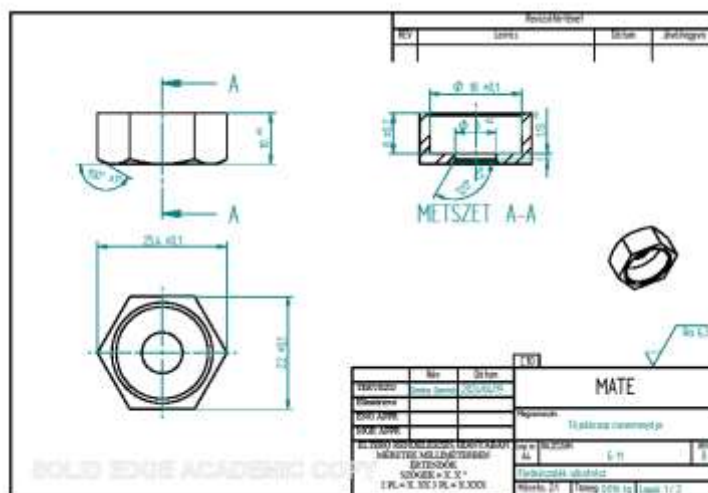
12.7. Prizma



12.8. Állítható prizma



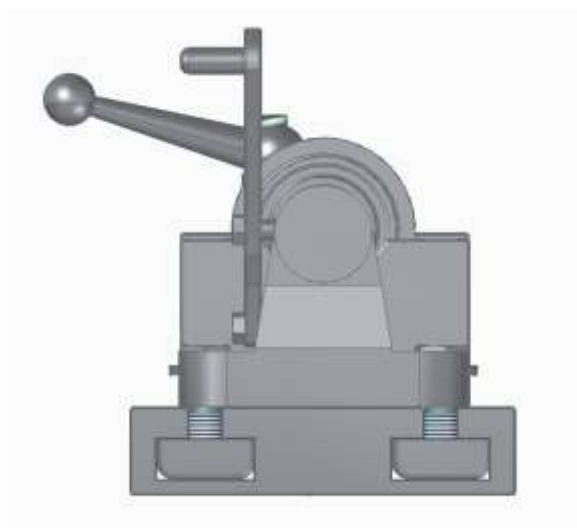
12.12. Szegnyereg



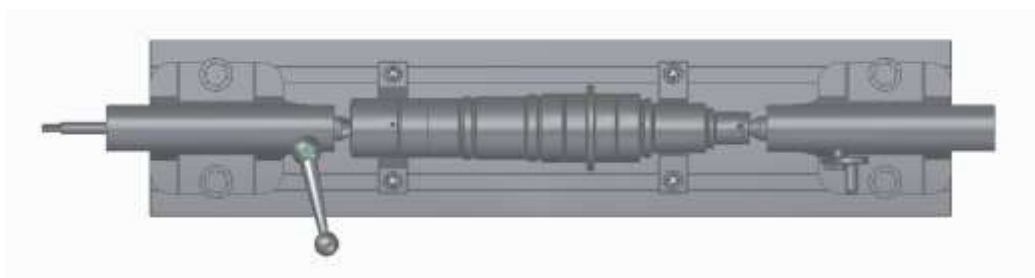
12.13. Tájolóanya



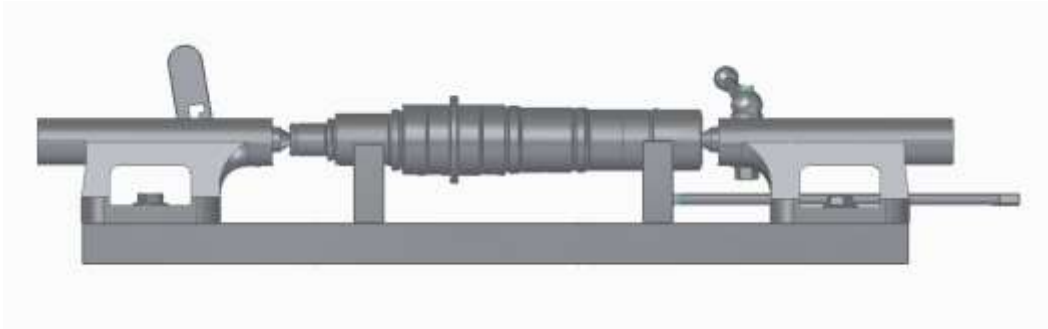
12.17. Fúrókészülék oldalnézetből



12.18. Fúrókészülék oldalnézetből



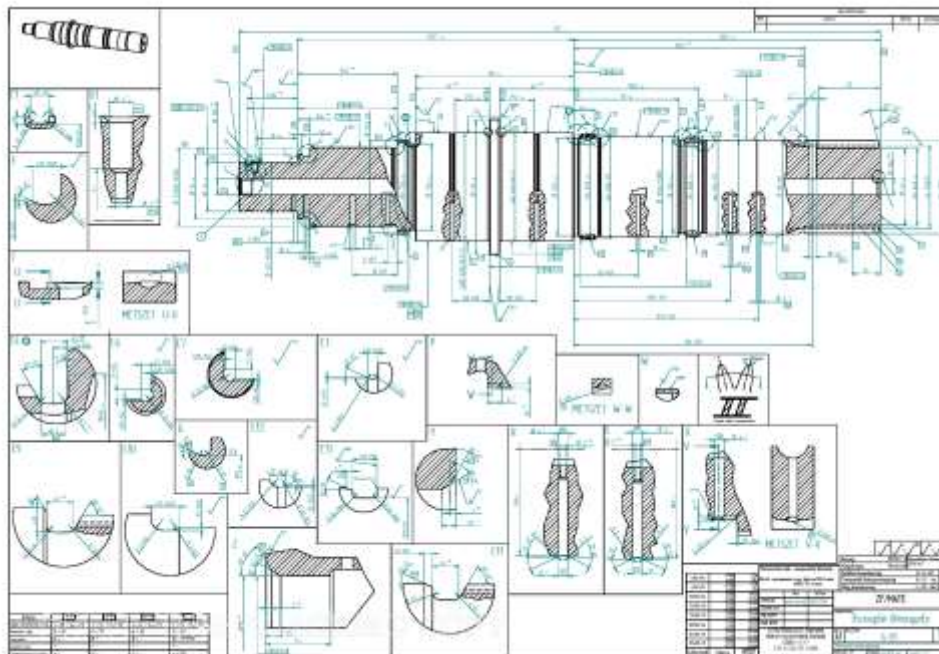
12.19. Fúrókészülék felülnézetből



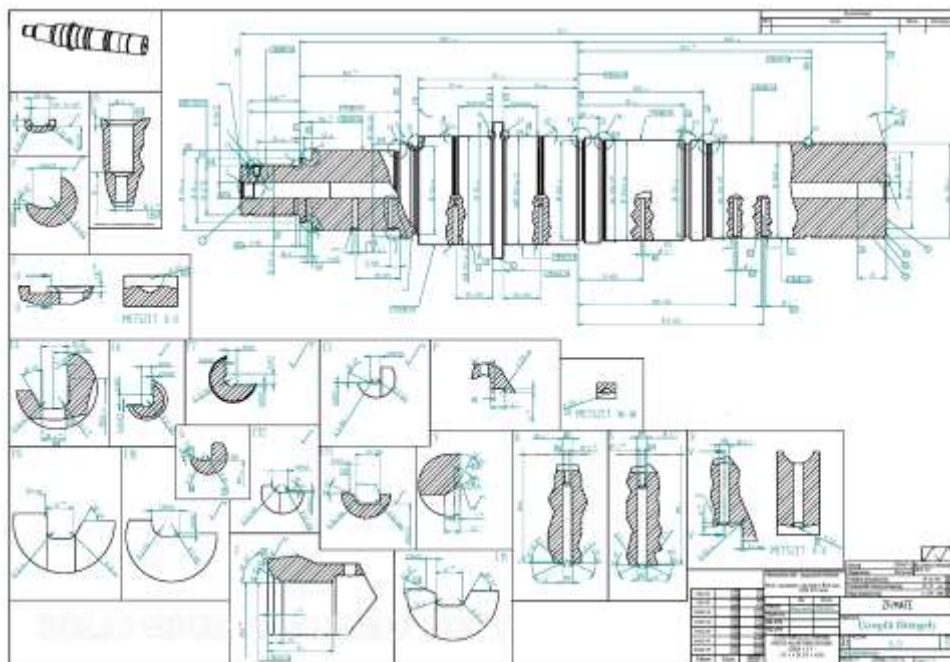
12.20. Fúrókészülék hátulnézetből



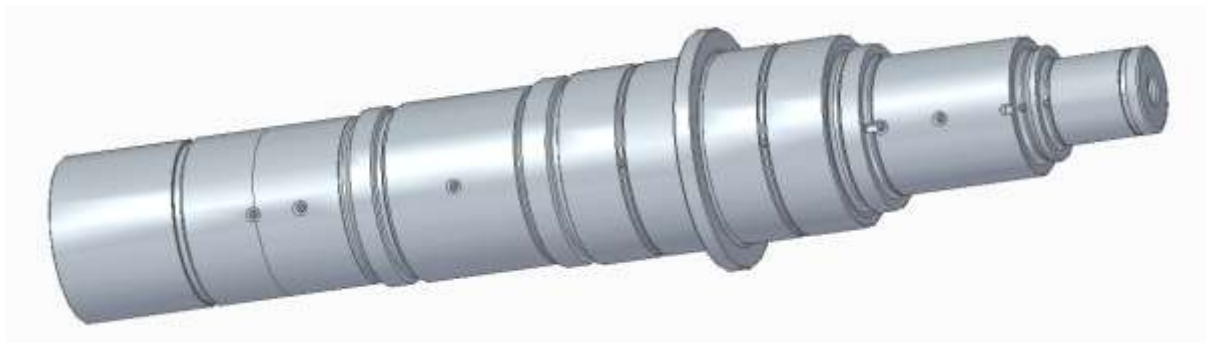
12.21. Fúrókészülék alulnézetből



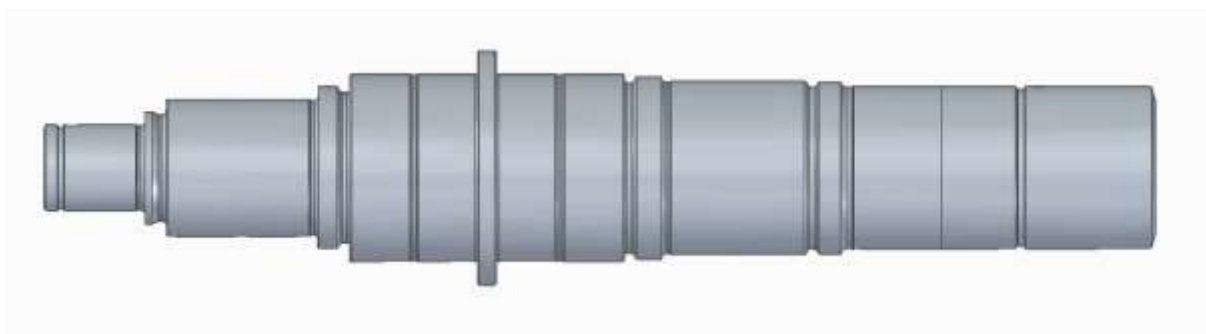
12.22. Műszakirajz



12.23. Előgyártmányrajz



12.24. Főtengely



12.25. Főtengely előlnézet