



Miskolci Egyetem
Gépészmérnöki és Informatikai kar
Gyártástudományi Intézet



SZAKDOLGOZAT

SZIVATTYÚ TENGELY GYÁRTÁSTERVEZÉSE

Harsányi Fanni

AB7TDA

3528 Miskolc, Berzsenyi Dániel u. 43.

Miskolc
2017.



HARSÁNYI FANNI
SZIVATTYÚ TENGELY GYÁRTÁSTERVEZÉSE



KIÍRÁS!



EREDETISÉGI NYILATKOZAT

Alulírott; Neptun-kód:..... a
Miskolci Egyetem Gépészmérnöki és Informatikai Karának végzős szakos
hallgatója ezennel büntetőjogi és fegyelmi felelősségem tudatában nyilatkozom és
aláírással igazolom, hogy

.....
című szakdolgozatom/diplomatervem saját, önálló munkám; az abban hivatkozott
szakirodalom

felhasználása a forráskezelés szabályai szerint történt.

Tudomásul veszem, hogy szakdolgozat esetén plágiumnak számít:

- szószerinti idézet közlése idézőjel és hivatkozás megjelölése nélkül;
- tartalmi idézet hivatkozás megjelölése nélkül;
- más publikált gondolatainak saját gondolatként való feltüntetése.

Alulírott kijelentem, hogy a plágium fogalmát megismertem, és tudomásul veszem, hogy
plágium esetén szakdolgozatom visszautasításra kerül.

Miskolc,.....évhónap

.....
Hallgató

TARTALOMJEGYZÉK

BEVEZETÉS	5
1. CÉGBEMUTATÁS.....	6
1.1. Az Industar Kft története és tevékenysége.....	6
1.2. A vállalat integrált irányítási rendszerének bemutatása.....	8
2. A TECHNOLÓGIAI FOLYAMAT ELŐKÉSZÍTÉSE	9
2.1. A gyártás technikai feltételeinek körvonalazása	9
2.2. A gyártás tömegességének és szervezési típusának meghatározása	13
2.3. Az alkatrész funkcionális és technológiai helyességének elemzése	13
2.4. A szivattyúk általános jellemzése	15
2.5. A forgácsolási ráhagyások meghatározása és az előgyártmány fajtájának kiválasztása	19
3. TECHNOLÓGIAI FOLYAMAT TERVEZÉSE	23
3.1. A technológiai folyamat elvi vázlatának kidolgozása.....	23
3.2. A technológiai folyamatot alkotó műveletek sorrendjének és tartalmának megnevezése	26
4. A TECHNOLÓGIAI FOLYAMATOT ALKOTÓ SIMÍTÓ ESZTERGÁLÁS “B” OLDALON MŰVELET RÉSZLETES MEGTERVEZÉSE	28
4.1. A munkadarab művelet előtti állapotának meghatározása.....	28
4.2. A munkadarab helyzet-meghatározása és felfogási módja	29
4.3. A szerszám gép változat és típusméreteinek bemutatása	30
4.4. Szerszámok specifikációi.....	31
4.5. Technológiai adatok meghatározása	36
4.6. Normaidő számítása.....	37
5. AZ ALKATRÉSZ GYÁRTÁSAKOR ALKALMAZOTT MINŐSÉGELLENŐRZÉSI TEVÉKENYSÉGEK	41
5.1. Az audit fajtái.....	41
5.2. A Poke Yoke féle módszer	43
6. ÖSSZEFOGLALÁS	45
7. FELHASZNÁLT IRODALOM	47
8. MELLÉKLETEK TARTALOMJEGYZÉKE	49
9. MELLÉKLETEK.....	50

BEVEZETÉS

Szakdolgozatom témája a 8083030 rajzszámú szivattyú tengely gyártástervezése valamint az alkatrész minőségellenőrzési tervének elkészítése. Az alkatrészrajzot és az üzemi körülmények között való tervezést a Felsőzsolcán található Industar Kft. biztosította. A tervezési feladat során vizsgált szivattyú tengely alkatrészrajzát az Industar Kft. által felvásárolt Mezőgép Kft. készítette.

A technológiai tervezés előtt szükséges előtervezést végezni. Itt vizsgálom az alkatrészrajzot, annak funkcionális helyességét, ha szükséges módosítom. Megvizsgálom a gyártás üzemi körülményeit, meghatározom a tömegességét, valamint az előgyártmány méretét és anyagát.

Ezt követi a technológiai folyamatok részletes tervezése. Kialakítom a műveletek sorrendjét, melyet ábrás műveleti sorrendtervben rögzítek. Megfelelő szerszámokat és szerszámgépet választok, ehhez rendelhető azonos felületen végrehajtandó simító esztergálási műveletet dolgozok ki részletesebben.

Végezetül a szivattyú tengely gyártása során megvizsgálom az alkalmazott ellenőrzési tevékenységeket valamint elvégzem az ellenőrzést az alkatrészen, és minőségellenőrzés tervet készítek.

1. Cégbemutató

1.1 Az Industar Kft története és tevékenysége

Az Industar Kft. 1962-ben magánvállalkozásként indult id. Török Pál jóvoltából, aki kovácsolással és díszkovácsolással foglalkozott. 1976-ban ifj. Török Pál vállalkozásának elindításával kezdetét vette jelenlegi tevékenységük, majd ez kiterjedt kötőelemek gyártásával is. Török Sándor - aki mai napig a cég vezetője – is csatlakozott a céghez, így 1980-ban az Industar Kft. családi vállalkozássá fejlődött.



1. ábra

Industar Kft. [1]

Az akkori karosszéria és alkatrész hiány szükségessé tette, hogy saját gyártású karosszéria-elemeket építsenek be a gépkocsikba. A karosszériaelemek gyártása 1985-ben kezdődött. Az alkalmazott létszám ekkor 5 fő volt.

1993-ban megkezdődtek a kipufogó elemek gyártásfejlesztései miután felmérték a piaci helyzetet és annak igényeit. A termelés bővítéséhez szükségessé vált egy nagyobb telephely, így 1996-ban sikeres privatizáció során megvásárolták a Miskolc melletti felsőzsolcai Mezőgép Kft.-t. A termeléshez szükséges területtel együtt megvásárolták a korábban itt gyártott ipari méretű búvárszivattyúk gyártási jogát is. 2014-ben a vállalkozás 50 főt foglalkoztatott.

2004-ben a fémbútor üzletág beindításával bővítették a vállalkozás tevékenységét.

A megfelelő minőségű alkatrészek elérése érdekében CNC megmunkáló gépeket alkalmaznak és a befejező hegesztési műveleteket pedig hegesztőrobotokkal oldják meg.

2010-ben az ISO 9001 minőségirányítási rendszert, 2011-ben az MSZ EN ISO 14001-2005 környezetirányítási rendszert, majd 2012-ben az MSZ 28001-2008 munkahelyi egészségvédelmi és biztonságirányítási rendszert vezette be a cég.

Az Industar Kft. folyamatos technológiafejlesztéssel igyekszik megfelelni a piac által elvárt minőségnek és mennyiségnek. 2010-ben az Európai Unió és a Magyar Köztársaság Kormánya által az Új Magyarország Vidékfejlesztési Program keretében AJAN DM-CNC 315 fúró-maró gépbeszerzésre nyert pályázatot. Ugyanebben az évben, önerőből egy AJAN CNC Plazmavágót helyeztek üzembe, mellyel 50 mm lemezvastagságig tudnak lemezmegmunkálást végezni. 2011-ben a beruházások folytatódtak egy sík és egy cső lézergép üzem behelyezésével.

Az 1. táblázatban foglaltam össze a cég utóbbi évekre irányuló fejlesztéseit, alatta pedig az Industar Kft. főbb tevékenységeinek táblázatos összefoglalója látható.

1. táblázat
Az Industar Kft. előző évekbeli fejlesztései

	2013	2014	2015	2016
Fejlesztések	DS60 HP PLUS hajlítógép	OKUMA ellenorsós CNC	ADIGE csőlézergép	Hegesztő üzemben korszerű elszívó berendezés telepítése (KEMPER)
	ALFA1 CNC hidraulikus csőhajlító		PALMARY hengerköszörű	
			HO CHUN NC marógép	
	E-TURN csőhajlító (teljesen elektronikus, 3D programozás)	MAZAK CNC eszterga (D=250 mm)	OPTIMUM CNC fúrógép	Új üzem csarnok ipari, nagyteljesítményű levegőtisztító telepítése (KEMPER)
			2-es üzemcsarnok teljes felújítása	
	Salvagnini B2-170-4000 hidraulikus élhajlító	Kémiai alkatrész tisztító berendezés (tisztítás foszfatozás)	Síklézer berendezéshez automata lemezzadagoló	Köszörűpor elszívó berendezés
			Új üzemcsarnok világításának korszerűsítése	

2. táblázat
Főbb tevékenységi körök

Az Industar Kft. Főbb tevékenységei:	A vállalat főbb megrendelői és beszállított termékei:
• csőhajlítás • csődarabolás • elektrosztatikus, porszórás, szemcseszórás • Élhajlítás és lemez megmunkálás • Forgácsolás • Fűrésztaárca élezés • kipufogók, katalizátorok készítése • koordináta lyukasztás • lézervágás (lemez, cső, zártszelvények) • öntészet • plazmavágás • sajtolás	• Alma-Rend Kft.: /utca bútór alkatrészek/ • Almus Parter Zrt.: /iskolai, óvodai bútór alkatrészek/ • Csavária Kft.: /kerti gépalkatrészek/ • Bárdi autóalkatrész Nagyker. : /autóipari alkatrészek/ • BHG-ÁSZ Kft. : /autóipari alkatrészek/ • Brunswick Mo. Kft. : /bowling pálya alkatrészek/ • Mc Hale Hungária Mezőgazdasági Kft. : /mezőgazdasági gépalkatrészek/ • Robert Bosch P.T. Kft. : /kerti gépalkatrészek/ • Quatro Sport Kft. : /iskolai, óvodai bútór alkatrészek/

1.2. A vállalat integrált irányítási rendszerének bemutatása

A vevők minőségre vonatkozó igényeinek kielégítése és az alkalmazandó jogszabályi követelményeknek való megfelelés szükségessé teszi, hogy a társaság által végzett tevékenységek szabályozott minőségirányítási rendszer, illetve környezetközpontú irányítási rendszer keretei között történjenek. Így az Industar Kft. 2010-ben az ISO 9001 minőségirányítási rendszert, 2011-ben az MSZ EN ISO 14001-2005 környezetirányítási rendszert, majd 2012-ben az MSZ 28001-2008 munkahelyi egészségvédelmi és biztonság irányítási rendszert vezette be. E szerint a három szabvány szerint integrált irányítási rendszert alakított ki, vezetett be, működtet és tart fenn.

Az ISO 9001 (**MSZ EN ISO 9001:2009**) szabvány tartalmazza a minőségirányítási rendszerrel kapcsolatos követelményeket. Egyben tanúsítószabvány is, a független tanúsító általi tanúsítási eljárása (auditálása) után a tanúsító kiállít egy tanúsítványt, miáltal igazolja a vállalat ISO 9001 szabvány szerinti működését. A szabvány sehol nem ír elő konkrét módszert vagy megvalósítási eszközt. Használata során a benne megfogalmazottakat a vállalat saját viszonyaira egyénileg kell testre szabni és alkalmazni.

Az ISO 14001 (**MSZ EN ISO 14001:2005**) jelölésű szabvány előírja azokat az alapvető szabályokat, amelyekkel egy vállalat hatékonyan tudja kialakítani környezetirányítási rendszerét. A szabvány irányelveit követő vállalat kevesebb hulladékot

termel, így hatékonyabbá válik a helykihasználás. Kevesebb idő-, energia- és nyersanyag ráfordításra lesz szükség az előállítás során, csökkenti az operatív költségeket. Tanúsítja a cég környezettudatosság felé való elhivatottságát, és az ilyen irányú jogi elvárásoknak való megfelelést.

Az ISO 28001 (**MSZ EN ISO 28001:2008**) szabvány meghatározza a munkahelyi egészségvédelem és biztonság irányítási rendszerének követelményeit, hogy egy vállalatnál lehetővé váljon a kockázatok csökkentése és a működés javítása. A szabványt minden olyan szervezet alkalmazhatja, amely elhatározza, hogy munkahelyi egészségvédelmi és biztonsági irányítási rendszert hoz létre.

Az integrált irányítási rendszerben összefogott szabványok helyes alkalmazását belső auditálással ellenőrzi a vállalat.

Az Industar Kft. évenkénti belső auditot végez, hogy a cég fejlődését megfigyeljék és minél jobb minőségű alkatrészeket gyártsanak. A belső audit a szervezet által saját rendszerén, belső auditorral lefolytatott eljárás. Belső auditra sor kerül a tanúsítás előtt is, továbbá utána rendszeresen.

A vállalat dolgozóit folyamatosan továbbképzzi és oktatja, ezzel is elősegítve a minél nagyobb szaktudást és hozzáértést a gyártáshoz, alkatrész készítéshez, hogy az üzemből kikerülő áruk egyre jobb minőségűek legyenek.

2. A technológiai folyamat előkészítése

2.1. A gyártás technikai feltételeinek körvonalazása

Az Industar Kft. az általam választott szivattyú tengelyének gyártási jogát a miskolci Mezőgép Kft.-től vásárolták meg, így a műveleteket korszerűsíteni kívántam modernebb gépekkel, azonban a munkadarab mérete miatt az újabb gépeken a megmunkálása nem megvalósítható, így meghagytam az Mezőgép Kft. által felhasznált berendezéseket.

A **KF 250 keretes fűrészgéppel**, mely a 2. ábrán látható, 250 mm átmérőig lehet fűrészelni a közel 2,2 kW-os villanymotorral. Kis forgácsolási hézag mellett egyes darabok, vagy kisebb számú darabból álló köteg levágására alkalmas. A gépágnak az anyag felfogására szolgáló, megmunkált felületen mozgó satupofáját egy levehető hajtókarral forgatható orsómenet vezeti. Így a satu állítása gyorsan és nagy erővel történik.

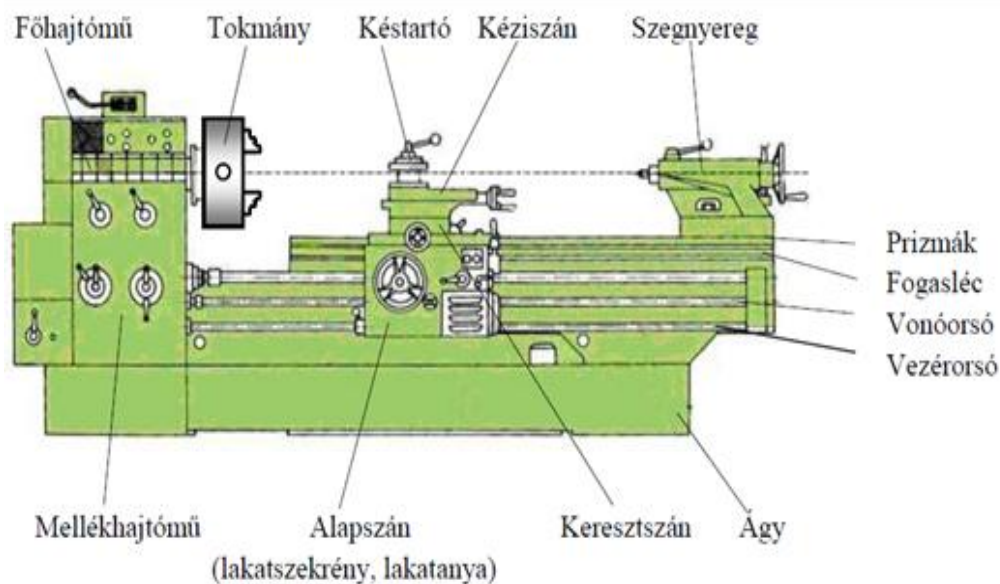


2. ábra

KF 250 keretes fűrészgép [2]

Az **E-400 egyetemes esztergával** maximum 400 mm átmérőjű munkadarab munkálható meg az ágy felett és 5,5 kW teljesítményű. A meghajtás talpas motorral, ékszíjas átvitelrel, vagy peremes motorral történik. A berendezéshez tartozik egy 3 pofás tokmány, amely az alábbi sematikus ábrán is látható, álló és mozgó báb, illetve csúcsok is az alkatrész jobb befoghatósága érdekében. A négykéses késtartó, amelybe egyszerre 4 kést lehet befogni, és szükség szerint bármelyiket forgácsolási állásba állítani és rögzíteni. Ezt a késtartó tetején elhelyezett balmenetes anya és a benne lévő csavar kézi fogantyú

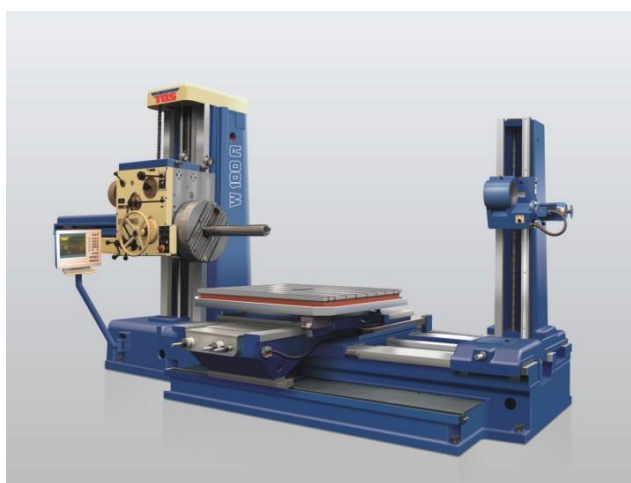
segítségével biztosítja. Menetek megmunkálására is alkalmas berendezés [3]. Az esztergagépeken a forgácsoló főmozgást a munkadarab végzi, a mellékmozgást pedig a szerszám. Az alkatrész és a szerszám különböző mozgásaival különböző műveletek végezhetők, amelynek eredménye az eltérő előállított felület [4].



3. ábra

E-400 egyetemes eszterga felépítése [5]

A **W 100 hagyományos (horizontális) fúró marómű** asztal mérete 1250x1250 mm, így nagyméretű munkadarabok is könnyen megmunkálhatóak rajta. Az asztal 3000 kg-ig terhelhető és a berendezés motor teljesítménye 11 kW [6].



4. ábra

W 100 hagyományos fúró marómű [7]

A **B50 típusú radiál fúrógép** fúrómotorja 4 kW teljesítményű. A szántartókar hossza 1600 mm és acélba 50 mm-t lehet telibe fúrni illetve 100 mm-ig előfúrással. Található rajta hűtőfolyadék szórócső elzáróval és kézikerek a finom megmunkálások pontosításához.



5. ábra

B50 típusú radiál fúrógép [8]

Az **RU-350/1500** köszörűgép 350 mm-es átmérőig és 1500 mm-es hosszig képes alkatrészeket köszörülni. A berendezés főhajtásának ereje 5,5 kW és teljes tömege 5 tonna.



6. ábra

RU 350/1500 köszörűgép [9]

2.2. A gyártás tömegességének és szervezési típusának meghatározása

A gyártás tömegszerűségét a gyártandó mennyiség alapján határozzuk meg. Az Industar Kft. a vizsgált szivattyú tengelyből évi 300 darabot gyárt le rendelésre, ami havi 25 darabot jelent [10].

$$K_s = \frac{\frac{I_m}{Q}}{t_n} \quad (1)$$

,ahol:

I_m : rendelkezésre álló időalap: 1 hónapban 4 hét van, 20 munkanap, 1
műszak napi 8 óra jelent, így: **170 óra/hó**

Q : darabszám: **25 db**

q : kibocsátás üteme: **6,8 óra/db**

t_n : átlagos műveleti normaidő: 6 perc=**0,1 óra/darab**

Az értékek behelyettesítését követően:

$$K_s=68$$

A számítások alapján megállapíthatjuk, hogy a gyártás tömegszerűsége egyedi, azaz kissorozatgyártás, mivel K_s kisebb, mint 20. Az egyedi gyártásban az alkatrészek egyedileg vagy egészen kis, esetenként néhány darabos mennyiségben gyártják le. Ennél a típusú gyártásnál a megmunkáló berendezések műhelyrendszerű gyártórendszer minta alapján vannak elrendezve. Ez azt jelenti, hogy a vállalatban belüli termelőegységek az előállítás csak egy fázisát végzik. Így vannak maró-, fűrő-, esztergáló-, stb. műhelyek.

2.3. Az alkatrész funkcionális és technológiai helyességének elemzése

Az eredeti alkatrészrajzot vizsgálva láthatjuk, hogy szinte nincs olyan méret, amely ne lenne tűréssel ellátva. A rajz adatainál látható, hogy a mérettűrések az ISO 2768 szabvány szerint lettek megállapítva. Összehasonlítva a rajzot a szabvánnyal kijelenthetem, hogy a felületi érdességek és a mérettűrések, valamint az alak és helyzettűrések összhangban vannak.

A szivattyú tengely egy hengeres alkatrész, így megmunkálása szimmetriatengely alapján történik. Fontos a párhuzamosság és radiális ütés is, a megfelelő mérettől való eltérés esetén a járókerék a szivattyúházhoz ütközhet. Az alkatrész egyik vége menetes,

illetve két reteszhorony is található rajta. Több, különböző letörés és lekerekítés található az alkatrész rajzon. A letöréseket egységesen $1,5 \times 45^\circ$ -ra módosítanám az egyszerűbb megmunkálás érdekében, mivel hozzacsatlakozó alkatrész nem indokolja az ettől való eltérést. Mivel a letöréseket módosítottam, így az alkatrész rajzon látható $\varnothing 30$ mm méret $\varnothing 29$ mm-re változik és a következő beszúrásnál az $\varnothing 29$ mm méretből pedig $\varnothing 27$ mm lesz. Három beszúrás található a tengely felületén, két 2 mm-es és egy 3 mm-es. Egységesíteni nem lehet a gyűrű/tömítés elhelyezkedése miatt. Az eredeti alkatrész rajzon az alkatrészen található két horony felületi érdessége 3,2, amely köszörült felületekhez túl magas, ezért ezeket egységesen 0,8-ra változtatom.

A lekerekítések, leélezések legyárthatóak, és indokoltak az alkatrész funkcionális szempontjából. Nincsenek felesleges dekoratív elemek, melyek nélkülözhetők lennének a funkcionális működés szempontjából. Nincsenek felesleges beszúrások, nem kellene különleges szerszámok a gyártáshoz, a szimmetriatengelyek használata egyértelműen helyes. A megmunkálás folyamán a szerszám kifutások megfelelően biztosíthatóak. Az előírt felületminőségek a gyártás során ellenőrizhetők és korrigálhatóak. A szerszámhozzáférés a köszörülni kívánt felület, valamint a menetmegmunkálás esetén is biztosított.

A tervezés és megmunkálás során fontos szerepe van még a technológiai és szerkesztési bázisok helyes megválasztásának. A bázisazonosság elve alapján a mérethálózat felvételéhez használt felületeknek meg kell egyeznie az alkatrész gyártásánál használt felütköztetési és viszonyítási felülettel. Továbbá az adott megmunkáláson belül a technológiai bázisnak választott felület sem változhat. Ezen elv alapján a bázisok és méretláncok helyét helyesnek ítélem meg a rajzon, a technológiai tervezés során is használhatóak.

Elkészítettem az alkatrész módosított műhely rajzát AutoCAD 2016-os tervező program segítségével, ez az M1 számú mellékletben található. Az alábbi 7. ábrán a szivattyú tengely módosított 3D-s ábrázolása látható, amelyet PTC Creo 3.0 tervező programmal készítettem.

A PTC Creo műszaki kompromisszumok nélküli, de mégis elérhető árú 3D/2D CAD/CAM/CAE termékfejlesztő rendszer. A szoftver egységes környezetben nyújtja a formatervezés, és CAD tervezés, a szerszámtervezés, NC technológia, szimuláció és mérnöki vizualizáció legjavát. A Unite technológiája áttörést jelent a partnerek közötti CAD kommunikációban és egységesítésben.



7. ábra

A szivattyú tengely 3D-s rajza

2.4 A szivattyúk általános jellemzése

A szivattyúk olyan, az iparban nélkülözhetetlen szerepet betöltő berendezések, melyek mechanikai munka során, az áramlástani elvek alapján folyadékot szállítanak. Ugyanakkor nem csak mechanikai elven működő szivattyúkat is gyártanak. Nyolc nagy csoportot különböztetnek meg a szivattyúkon belül, amelyek működését és további fajtáit a következőkben mutatom be [11].

A leggyakrabban használt és legismertebb csoportja a szivattyúknak a térfogat kiszorítási elven működő berendezések. Elvük, hogy a szívó oldallal és a nyomó oldallal ellátott tartályban megváltoztatják a térfogatot, aminek következtében a folyadék megindul annak rendeltetési helyére.

A munkatér és a kiszorítóelem alakja sok féle lehet, ezért számos változatban készülnek ilyen szivattyúk, a legelterjedtebb fajtája a dugattyús szivattyú, amelyben a térfogatváltozást a hengerben található dugattyú alakítja ki, az áramlási irányát pedig a szelepek vezérlik. Az 8.a) ábrán láthatjuk leggyakoribb megjelenési formáját.

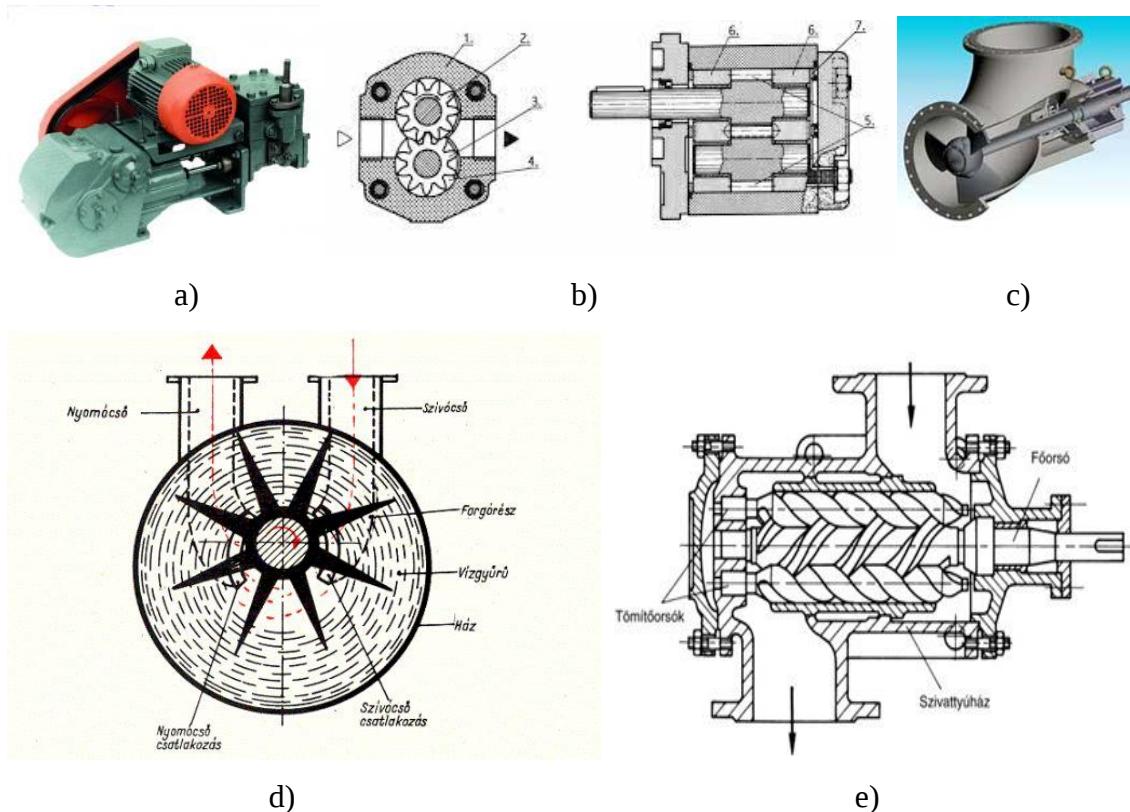
A következő típus a fogaskerék szivattyú (belső vagy külső elhelyezésű), amely

homlokoldalánál síklappal határolt fogaskerekek szétgördülésekor a szívótérben vákuum keletkezik, mivel ott térfogat növekedés jön létre, ahogy azt a 8.b) ábra is mutatja. Ezt a teret külső nyomás hatására a szállítandó folyadék kitölti, majd az így bejutó folyadék a fogaskerekek forgásakor a fogárkokban átkerül a nyomótérbe, ahonnan a fogak összegördülésének mértékében kiszorul.

A szárnylapátos szivattyú a fentiekkel szemben rugókat és a centrifugális erőt használja a folyadék mozgatására. Hengeres házat készítenek hozzá, amikben excentrikusan elhelyezett forgórészek találhatóak, melyet az 8.c) ábra rekonstruál. Ezeknek a forgórészeknek a radiális hornyaiba illesztik a működéshez elengedhetetlen lamellákat, amiket a házban lévő rugók és a kialakuló centrifugális erő a hengerfalhoz szorít.

Ugyanebben a csoportban a következő típus a vízgyűrűs szivattyúk. Fekvő henger alakú házban excentrikusan elhelyezett csillag alakú forgó lapátrendszer centrifugális erőteret hoz létre, ahogy az 8.d) ábrán is láthatjuk. A hengert kb. egyharmad részéig vízzel töltik meg, mivel a segédközege általában víz, majd az a centrifugális erőter hatására a hengerrel koncentrikus gyűrű alakot vesz fel. A járókerék lapátjai és a vízgyűrű között forgás közben változó térfogatú kamrák jönnek létre.

Az utolsó típus pedig ebben a csoportban a csavarszivattyúk, amelyek fő alkatrészei a csavar és a statort. A stator és csavar közt zárt térfogatok jönnek létre, melyeket az excentrikus csavar mozgása kényszerít a stator mentén történő haladásra, ahogy azt az 8.e) ábra mutatja [11].

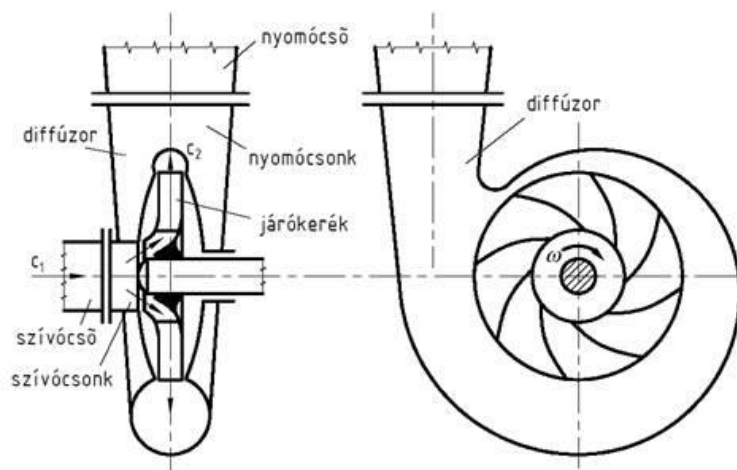


8.ábra

Térfogatkiszorítási elven működő szivattyúk

a) Dugattyús szivattyú, b) Fogaskerék szivattyú, c) Szárnylapátos szivattyú, d) Vízgűrűs szivattyú, e) Csavarszivattyú [12]

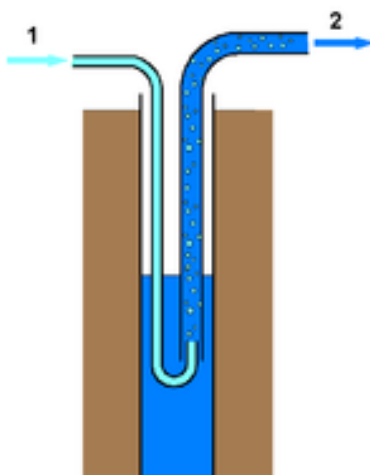
A második nagy csoport az örvényszivattyúk, amelyek járókerekei lapátokkal vannak felszerelve és miközben forognak, a folyadékra erőt fejtenek ki. A folyadék a tehetetlensége folytán, a centrifugális erő hatására középről a kerület felé áramlik, és a járókerékből kilépve a csigaházba kerül. Ezáltal nyomáscsökkenés jön létre, ami biztosítja a folyadék folyamatos áramlását. Ezt a folyamatot jól láthatjuk a 9. ábrán. A szivattyú járókerekei alapján 3 fajtát különböztetünk meg: radiális átömlésű járókereket, amelyet nagy szállítómagasság esetén, félaxiális átömlésű járókereket, amelyet kis- és közepes nyomásnál illetve axiális átömlésű járókereket, amelyet nagy folyadékmennyiség szállításánál és kis szállítómagasságnál használnak [13].



9.ábra

Az örvényszivattyúk működése, felépítése [14]

A harmadik nagy csoport a mammut szivattyúk, más néven légnyomásos vízemelők, amelyek a vizet nagynyomású levegő vagy más gáz segítségével szivattyúzzák. A 10. ábrán jól látható, hogy a nagy átmérőjű függőleges cső (1) belemerül a kiszivattyúzendó vízbe, ebbe a csőbe felülről nyúlik be a nyomóvezeték csőve (2), melybe alulról bevezetik a kompresszor által szállított levegőt. Mivel a levegőnek kisebb a fajsúlya, ezért felemelkedik buborék formájában és magával viszi a vizet is [11].



10.ábra

A mamut szivattyú működése [15]

A vízemelő kos energiatakarékos vízellátása és karbantartást alig igénylő felépítése miatt egyre nagyobb teret hódít a szivattyúk körében. Működésének elve, hogy egy jelentős esésű természetes vízfolyás energiáját úgy hasznosítja vízemelésre, hogy segítségével a víz a szerkezetbe folyásánál nagyobb magasságra emelhető. Működése a

csőbe zárt vízoszlop lengéstörvénye és a hirtelen zárásból eredő vízlökés alapján megy végbe.

A sugárszivattyú működési elve egy nagy energiájú folyadéksugár és egy kis energiájú folyadéksugár impulzuscseréje a keverőtérben. Megkülönböztetünk víz- és gázsugárszivattyúkat. Az egyszerű szerkezet miatt szennyezett folyadék szállítására használják, de vákuumszivattyúként gőzturbinák kondenzátorának légtelenítésére is előszeretettel alkalmazzák.

Az arkhimédészi csavar tulajdonképpen egy vízkiemelő szerkezet. Legegyszerűbb változata egy cső, amelyben spirál formájú csavarmenet forog központi tengely körül. A szöget úgy kell megválasztani, hogy a csavarmenet alsó vége lejjebb legyen a felsőnél. Ha az egész berendezést egy hajtókarral a hossztengelyénél megforgatjuk, belsejében felviszi a vizet a kívánt magasságba.

A torlónyomás- szivattyú működési elve egy derékszögben meghajlított cső, amelyet a vízbe merítve gyorsan mozgatunk szabad nyílása irányába és a torlónyomás a folyadékot áthajtja a csövön, így a szerkezet szivattyúként működik. Ezt az elvet hasznosították az Amerikai Egyesült Államok egyes gőzmozdonyain.

Az utolsó nagy csoport a nem mechanikai elven működő szivattyúk csoportja, amelybe Albert Einstein és Szilárd Leó egyik közös találmányát az elektromos vezetőképességgel rendelkező folyadékok szállítására szolgáló elektromágneses szivattyút sorolhatjuk, mely egy mozgó alkatrészek nélküli szerkezet [11].

Az általam kiválasztott szivattyú tengely a térfogatkiszorítási elven működő szivattyúkon belül, a dugattyús szivattyúk csoportjába tartozik. Mérete is mutatja, hogy ipari nagyságú alkatrésze, szerkezetéről van szó.

2.5. A forgácsolási ráhagyások meghatározása és az előgyártmány fajtájának kiválasztása

Az alkatrésszel szemben megkövetelt méret, alak és felületi érdességet több művelettel tudjuk biztosítani. Az egymás után következő műveletek fokozatosan finomodnak és folyamatosan csökkentik az előző műveletből megmunkálásából származó hibáit. Minden megmunkálással, fogással újabb anyagréteget távolítunk el a felületről. Ez a réteg magába foglalja a megelőző művelet hibáját és elegendő anyagvastagságot hagyunk a következő művelet elvégzésére. A túl nagy ráhagyás anyaggazlálást és idővesztést, a túl kicsi pedig pontatlan gyártást, selejtet hoz létre, melyek költségnövelők.

Az alkatrész előállításához hengerelt rudat használnak előgyártmányként, mivel

termelékeny és olcsó előgyártási eljárás. Kevés a darabszám és a forgácsleválasztás is minimális.

Teljes ráhagyás a nagyoló esztergálás, a simító esztergálás és a köszörülési ráhagyás összegzéséből kapható meg, ebben az esetben a köszörülési ráhagyás elhanyagolható, mivel a tengely legnagyobb átmérője nincs tűrésmérettel ellátva [16].

Az előgyártmány átmérőjének meghatározása

Nagyoló ráhagyás számítása:

$$Z_n = \vartheta_h + k \cdot \sqrt{\vartheta_a^2 + \vartheta_m^2 + \delta_b^2 + \delta_f^2} \quad (2)$$

[16] számú irodalom alapján:

k – alaki tényező, amely forgácsoló megmunkálásoknál **1,2**

ϑ_h – a hengerelt rúd hibás felületi rétegének vastagsága (ebben az esetben **1 mm**)

$\vartheta_h = 2 \cdot 1 \text{ mm} = \mathbf{2 \text{ mm}}$ (31. táblázat)

ϑ_a – alakhiba

$\vartheta_a = 2 \cdot (1 \cdot 1217/1000) = \mathbf{2,434 \text{ mm}}$ (36. táblázat)

ϑ_m – mérethiba

$\vartheta_m = \mathbf{0,8 \text{ mm}}$ (36. táblázat)

δ_b – bázisválasztási hiba: tengelyeknél a technológia bázis és a szerkesztési bázis is a középvonal, ezért $\delta_b = \mathbf{0}$.

δ_f – felfogási hiba

$\delta_f = 2 \cdot 1,5 \text{ mm} = \mathbf{3 \text{ mm}}$

Az egyes értékeket behelyettesítve:

$$Z_n = 2 + 1,2 \cdot \sqrt{2,434^2 + 0,8^2 + 0^2 + 3^2} = \mathbf{6,734 \text{ mm}}$$

Simítási ráhagyás számítása:

$$Z_s = \vartheta_h + k \cdot \sqrt{\vartheta_a^2 + \vartheta_m^2 + \delta_b^2 + \delta_f^2} \quad (3)$$

$k = \mathbf{1,2}$

ϑ_h – nagyoló esztergálás utáni érdesség

$R_a = 12,5 \text{ } \mu\text{m}$; $R_t \approx 5 \cdot R_a \approx 60 \text{ } \mu\text{m}$; $\vartheta_h \approx 2 \cdot (2 \cdot R_t) \approx 240 \text{ } \mu\text{m} = \mathbf{0,24 \text{ mm}}$

$$\vartheta_a = 2 \cdot (0,3 \cdot 1217/1000) = \mathbf{0,7302 \text{ mm}}$$

$$\vartheta_m = \mathbf{0,4 \text{ mm}}$$
 (38. táblázat)

$$\delta_b = \mathbf{0}$$

$$\delta_f = \mathbf{0}$$
 (mivel ez fogásban végezzük el a nagyolást és a simítást)

Az egyes értékeket behelyettesítve:

$$Z_s = 0,24 + 1,2 \cdot \sqrt{0,7302^2 + 0,4^2 + 0^2 + 0^2} = \mathbf{1,239 \text{ mm}}$$

Tehát a teljes ráhagyás:

$$Z_t = 6,734 + 1,239 = \mathbf{7,973 \text{ mm}}$$

Az előgyártmány átmérője:

Kéisméret: $\varnothing 39$

Simítás méret: $39 + 1,239 = 40,239 \text{ mm}$

Nagyolás méret: $40,239 + 6,734 = 46,973 \text{ mm} \approx \mathbf{50 \text{ mm}}$

Oldalazási ráhagyás számítása:

Mivel a tengelyek esetében az oldalfelületek nem funkcionális felületek, így elegendő a nagyolási ráhagyás számítását elvégezni.

$$Z_n = \vartheta_h + k \cdot \sqrt{\vartheta_a^2 + \vartheta_m^2 + \delta_b^2 + \delta_f^2} \quad (4)$$

k – alakí tényező, amely forgácsoló megmunkálásoknál **1,2**

ϑ_h – darabolási érdesség alapján

$$R_a = 100 \mu\text{m} ; R_t \approx 5 \cdot R_a \approx 500 \mu\text{m} ; \vartheta_h \approx 2 \cdot (2 \cdot R_t) \approx 1000 \mu\text{m} = \mathbf{1 \text{ mm}}$$

ϑ_a – fűrészelési ferdeség

$$\vartheta_a \approx \mathbf{2,5 \text{ mm}}$$
 (66. táblázat)

ϑ_m – mérethiba

$$\vartheta_m \approx \mathbf{1 \text{ mm}}$$

δ_b – bázisválasztási hiba: tengelyeknél a technológia bázis és a szerkesztési bázis is a középvonal, ezért $\delta_b = \mathbf{0}$.

δ_f – felfogási hiba $\delta_f = \mathbf{1,5 \text{ mm}}$

Az egyes értékeket behelyettesítve:

$$Z_n = \underline{4,699 \text{ mm}}$$

$$L = 1217 + 2 \cdot 4,699 = 1227,398_{-1}^0 \text{ mm} \approx \underline{1230 \text{ mm}}$$

A ráhagyásszámítást követően az előgyártmány:

$$Ko 16; \varnothing 50 \text{ mm} \times 1230 \text{ mm}$$

Az előgyártmány fajtájának kiválasztása:

Az előgyártmány megválasztásakor figyelembe kell venni a megmunkálandó munkadarab alakját, méreteit és súlyát. Ezen kívül anyagának ki kell elégíteni az alkatrészre előírt követelményeket. Az előgyártmány megválasztásakor meg kell szabni előállításának módját, ki kell számítani méreteit és meghatározni a megmunkálandó felületre a ráhagyásokat. A rúdanyagok előgyártmányait előállíthatjuk folyamatos öntéssel, kovácsolással, hengerléssel, vagy húzással.

Az előzőekben kiszámított ráhagyásokat felhasználva láthatjuk, hogy az előgyártmányunk mérete $\varnothing 50 \text{ mm} \times 1230 \text{ mm}$. Mivel a tengely egy többcélú, főként enyhén korrozív folyadékok szállítására hivatott, valamint a teljesítményére való tekintettel az előgyártmány anyaga az eredeti alkatrészrajznak megfelelően Ko16 martenzites rozsdamentes, hőálló hengerelt köracél. A kereskedelmi forgalomban leggyakrabban használt jelölés, azaz az anyagminőségek szerinti DIN17007 jelölési rendszerben a használt Ko16 megfelelője a 1.4057 [17]. Néhány jellemző az említett anyagról:

Összetétel:	0,20%	C
	16%	Cr
	2%	Nr

Sűrűség (20°): 7,7 [kg/dm³]

Az előgyártmány lehetne kovácsolt is, mivel a kovácsolt előgyártmányoknak nagyon kedvező mechanikai tulajdonságuk van. Azonban mégis a hengerelt típust választották, mert kicsi a darabszám és az alkatrész legnagyobb méretére számítják a ráhagyást, így a forgácsleválasztás minimális, gazdaságos [18].

3. A technológiai folyamat tervezése

3.1. A technológiai folyamat elvi vázlatának kidolgozása

A technológiai sorrendterv helyes megválasztásához szükséges több variáció kidolgozása, amelyek tökéletesítésével, fejlesztésével közelebb juthatunk az optimális technológiai sorrendterv kialakításához.

Művelettervezéskor végzendő vizsgálatok:

1. Geometriai vizsgálatok

- a gyártmánykonstrukció gyártásgeometriai helyességének vizsgálata
- a származék (gyártási) méretlánc vizsgálata
- a tűrések betarthatóságának vizsgálata
- a ráhagyások számítása
- a műveleti méretek és tűrések megállapítása

2. Technológiai vizsgálatok

- a gyártmánykonstrukció gyártástechnológiai helyességének vizsgálata
- a műveletek megválasztása és a műveleti sorrend megállapítása
- a művelet végrehajtásának meghatározása
- a forgácsolási adatok megállapítása

3. Gazdaságossági vizsgálatok

- a gyártmánykonstrukció gyártásgazdaságosságának vizsgálata
- a gyártás gazdaságos tömegszerűségének vizsgálata
- a gép és a gyártási eszközök megválasztásának gazdaságossági vizsgálata
- a munka szociális körülményeinek vizsgálata

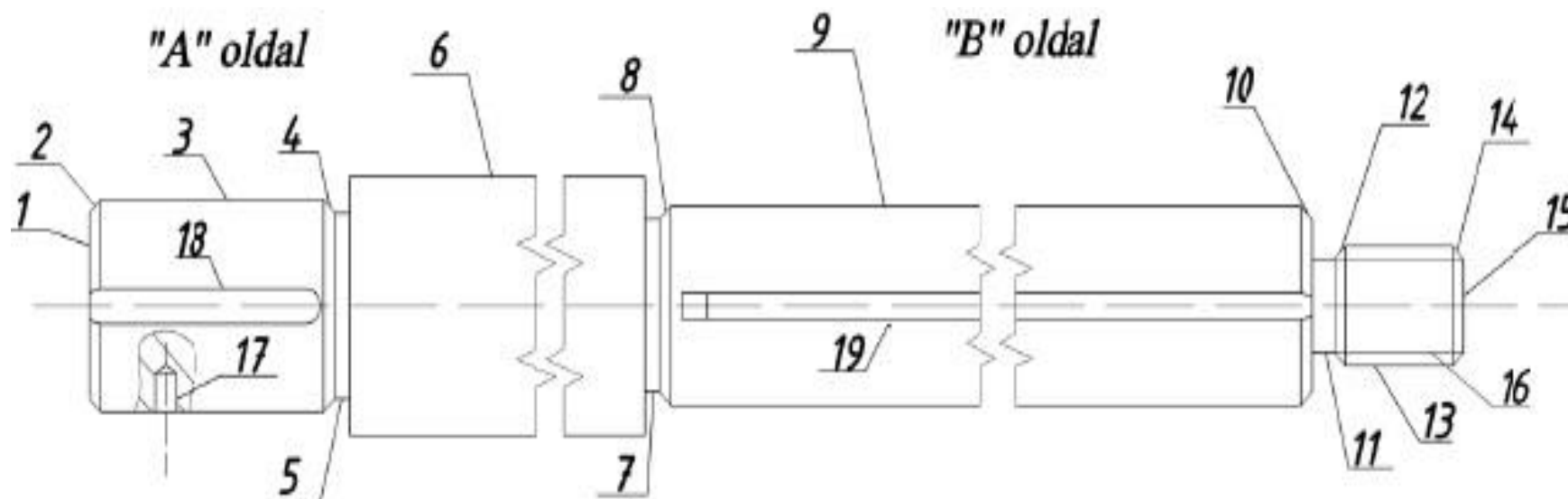
Megoldandó feladat, az alkatrész gyártásának technológiai folyamatára (TF) olyan elvi vázlat kidolgozása, amely figyelembe veszi a gyártásra vonatkozó technikai, gazdasági feltételeket és lehetővé teszi az alkatrészcsoporton megadott minőségi előírások maradéktalanul való teljesítését. A TF a gépipari alkatrészgyártás gyakorlata alapján 13 különböző szakaszra osztható, amely szakaszok a munkadarab egyes felületein vagy

egészén azonosságot mutatnak. Ezeket röviden TFSZ-oknak nevezzük, felsorolva az 3. táblázatban láthatóak, az utánuk szereplő számok az időrendiségre is utalhatnak.

3. táblázat

Alkatrészgyártás technológiai folyamatainak jellegzetes szakaszai [18]

TF-szakaszok:	Megnevezés:	Funkció, főbb jellemzők:
TFSZ 1	előgyártás	előgyártmány előállítás és hőkezelése
TFSZ 2	nagyolás	felesleges ráhagyás eltávolítása
TFSZ 3	hőkezelés I.	pl.: feszültségmentesítés
TFSZ 4	félsimító megmunkálás I.	IT11-12, Ra<3,2
TFSZ 5	hőkezelés II.	cementálás
TFSZ 6	félsimító megmunkálás II.	cementálni nem kívánt részek eltávolítása
TFSZ 7	hőkezelés III.	edzés vagy nemesítés
TFSZ 8	simító megmunkálás I.	köszörülés: IT7-10; Ra>0,8
TFSZ 9	hőkezelés	nitridálás
TFSZ 10	simító megmunkálás II.	nitridálni nem kívánt részek eltávolítása
TFSZ 11	simító megmunkálás III.	IT6-7, Ra>0,4
TFSZ 12	felületkezelés	krómozás, nikkelezés, stb.
TFSZ 13	befejező megmunkálás	Ra= 0,1-0,05



11. ábra
Megmunkálendő felületek



3.2. A technológiai folyamatot alkotó műveletek sorrendjének és tartalmának megnevezése

A megmunkáláshoz szükséges egyes technológiai folyamatszakaszokat foglalja össze az alábbi 4. táblázat.

4. táblázat

A technológiai folyamat elvi vázlata

TFSZ	FELÜLETEK								
	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.
TFSZ4	$a_{1,1}$	$a_{1,2}$	-	$a_{1,4}$	$a_{1,5}$	$a_{1,6}$	-	$a_{1,8}$	$a_{1,9}$
TFSZ8	-	-	$a_{4,3}$	-	-	-	$a_{4,7}$	-	-

TFSZ	FELÜLETEK									
	10.	11.	12.	13.	14.	15.	16.	17.	18.	19.
TFSZ4	$a_{1,10}$	$a_{1,11}$	$a_{1,12}$	$a_{1,13}$	$a_{1,14}$	$a_{1,15}$	$a_{1,16}$	-	$a_{2,18}$	$a_{2,19}$
TFSZ8	-	-	-	-	-	-	-	$a_{3,17}$	-	-

Az alkalmazott globális műveletek jelölése:

- a_1 : esztergálás
- a_2 : marás
- a_3 : dörzsárazás
- a_4 : köszörülés

Ez a sorrend a fokozatos pontosbítás elve miatt szükséges, amely kimondja, hogy a műveleteket úgy kell megtervezni, hogy az adott művelettel történő anyagleválasztás eltüntesse az előző művelet által bevitt hibákat, de megfelelő mennyiségű anyag maradjon a következő művelet elvégzéséhez.

Globális műveletek képzése:

TFSZ 4

$A^4_1 = \{a_{1,1}; a_{1,2}; a_{1,4}; a_{1,5}; a_{1,6}; a_{1,8}; a_{1,9}; a_{1,10}; a_{1,11}; a_{1,12}; a_{1,13}; a_{1,14}; a_{1,15}; a_{1,16}\} \rightarrow$
E-400 egyetemes eszterga

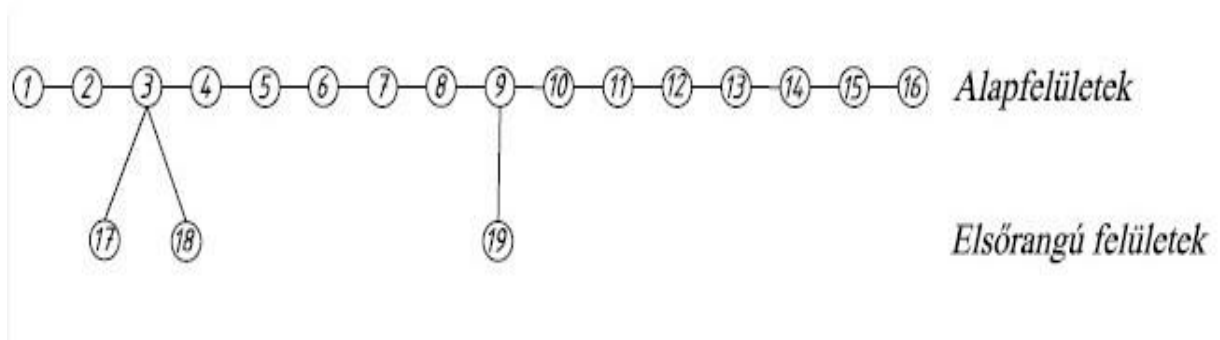
$A^4_2 = \{a_{2,17}; a_{2,18}\} \rightarrow$ W 100 típusú hagyományos fúró marómű

TFSZ 8

$A^8_3 = \{a_{3,17}\} \rightarrow$ B50 típusú radiál fúrógép

$A^8_4 = \{a_{4,3}; a_{4,7}\} \rightarrow$ RU 350/1500 köszörűgép

Globális műveletek sorrendjének meghatározása:



12.ábra

Globális műveletek

A megmunkálendő felületek kijelölése alapján meghatároztam a szivattyú tengely technológiai folyamatszakaszait, majd globális műveleteket képeztem, definiáltam azok sorrendjét, melyek alapján a műveleti sorrendterv:



1. Darabolás
2. Oldalazás és központfurat fúrás "A" oldalon
3. Nagyoló esztergálás és központfurat fúrás "B" oldalon
4. Nagyoló és simító esztergálás "A" oldalon
5. Simító esztergálás "B" oldalon
6. Horonymarás "B" oldalon
7. Horonymarás "A" oldalon
8. Köszörülés "A" oldalon
9. Köszörülés "B" oldalon

Az ábrás műveleti sorrendterv az M2 számú mellékletben található.

4. A technológiai folyamatot alkotó simító esztergálás “B” oldalon művelet részletes megtervezése

Művelettervezéskor nem elégséges külön-külön vizsgálni az alkatrész egyes felületeit és ezek megmunkálási módozatait, hanem az alkatrészt is, a technológiai folyamatot (az összes lehetséges munkameneteket) is teljességében kell tanulmányozni. A tengelyt minden soron lévő művelettel a következő műveletre készítettem elő: az előző művelet hibái, műveletek sorrendje stb., ugyanis hatással van a következő műveletek elvégzésének módjára és eredményeire [18].

Ebben az alfejezetben az adott körülményekre gazdaságilag és minőségileg legjobb munkamenet megállapításának példáját ismertetem egy adott művelet megtervezésén keresztül.

4.1. A munkadarab művelet előtti állapotának meghatározása

A munkadarab művelet előtti állapota az adott műveleti ráhagyások, - ha nem végleges állapotúra munkáljuk a felületeket, - a műveleti méretek illetve a tűrések ismeretében meghatározottá válik.

Az alkatrész gyártása során a különböző forgácsoló megmunkálásokat csak a darabolás előzi meg, tehát jelen esetben az előgyártmány befoglaló méreteit veszem figyelembe művelet előtti állapotként, ahogy azt az előzőekben is meghatároztam, egy $\varnothing 50 \text{ mm} \times 1230 \text{ mm}$ nyersmértű hengerelt előgyártmányt.

4.2. A munkadarab helyzet-meghatározása és felfogási módja

A helyzet meghatározás megkívánt változatát a megmunkálandó felület jellege, a technológiai bázisokhoz viszonyított helyzete jelöli ki. A befogás során ennek megvalósítására kell törekedni, a bázismegválasztási hibák elkerülése érdekében.

A felfogási mód megválasztásához meg kell határozni az L/D , azaz a hossz/átmérő viszonyát [19].

5. táblázat

Jellegzetes befogási, megtámasztási módok esztergagépen:

$L/D \leq 3 \div 4$	befogás tokmányba vagy síktárcsába
$4 \leq L/D \leq 8 \div 12$	befogás tokmányba és megtámasztás csúccsal, vagy befogás csúcsok közé
$12 \leq L/D$	befogás csúcsok közé és megtámasztás bábbal

Ahol:

-L – a munkadarab hossza

-D – a munkadarab átmérője

Ebben az esetben: $\frac{L}{D} = \frac{1217}{39} = 31,21$

A kapott érték tehát $12 \leq L/D$, így a munkadarabot tokmány és csúcs közé fogjuk be és bábbal megtámasztjuk. A csúccsal való támasztásra azért van szükség, mert a munkadarab vége távol helyezkedik el a megfogás pontjától, így a munkadarab könnyen elhajolhat, ami komoly méreti és alaki hibát okozhat, illetve a gép is súlyosan károsodhat. Csúccsal való megtámasztáshoz központfuratot kell készíteni, amely a munkadarab oldalazása után következik. A báb szerepe hasonló a csúcséhoz, segít elkerülni a munkadarab elhajlását és hibás megmunkálását.

Befogás módja: Ø30 felületen 1000 mm hosszon, véglapon ütköztetve

Befogás eszköze: Ø200 II. MSZ 5048 hárompofás tokmány, MK 4 állócsúcs, E2N állóbáb

4.3. A szerszámgép változat és típusméréteinek bemutatása

Az Industar Kft. többféle, modern CNC esztergéval rendelkezik, ami kiváló lenne az alkatrész megmunkálására, azonban a munkadarab mérete és a kevés darabszám miatt az 10. ábrán látható, E400 egyetemesen esztergagépen gyártják le az évi 300 darab szivattyú tengelyt. Az említett berendezés főbb műszaki jellemzőit az 6. táblázatban ismertetem [3].



13. ábra
E400 egyetemes esztergagép [20]

6. táblázat

Az E400 egyetemes eszterga főbb műszaki jellemzői

E400 egyetemes esztergagép	
Hajtómotor teljesítménye [kW]	3,6
Esztergálható átmérő ágy felett [mm]	400
Szerszámhelyek száma [db]	4
Legnagyobb készár keresztmetszet [mm]	20x20
Síktárcsa átmérő [mm]	400
Legnagyobb tokmány átmérő [mm]	230

4.4. Szerszámok specifikációi:

A különböző műveletelemekhez külön-külön, vagy akár, ha lehetséges, egy lapkát és annak anyagát, illetve egy készárat választunk, mellyel biztosítani tudjuk a helyes és egyben gazdaságos megmunkálást. Ezek megválasztásához a 2010-ben kiadott Corokeyt vesszük igénybe, amely gyorsan és könnyen segíti a megfelelő kombinációk kiválasztását és a megfelelő forgácsolási adatokat is megadja [16]. A 216 oldalas útmutató részletezi az szerszámok alkalmazási területeit és magában foglalja különböző megmunkálásokhoz

(esztergálás, fúrás, marás) tartozó eszközöket. Sorrendben, ebben a katalógusban először a lapka anyagát választjuk meg, majd azt, hogy milyen megmunkálást fogunk végezni. Ezek után milyen műveletre fogjuk a szerszámot használni, majd alakot és méretet választunk, és utoljára választjuk meg a készárat [21].



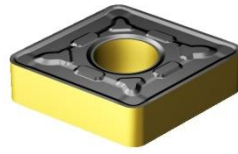
14. ábra

CoroKey 2010 [22]

Az M2 számú mellékletben látható műveletelemekhez egy darab lapkát és készárat választok. A lapka acél és negatív lapkás. Mivel oldalazást és hosszesztergálást is végzek (nagyolás), ezért a lapka alakja egy 95°-os rombusz lesz, a katalógus által megadott átlagos feltételekkel, anyaga tehát GC 4225.

A választott lapka: **CNMG 12 04 12 – PR**

- Fogásmélység: $a_p = 1 \div 7$ mm
- Előtolás: $f = 0,2 \div 0,5$ mm/ford
- Forgácsolási sebesség: $v_c = 305$ m/min

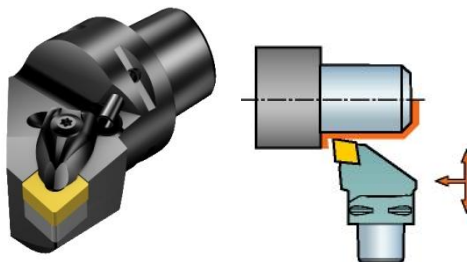


15. ábra

Nagyoló megmunkáláshoz választott lapka [21]

Az ehhez illő késszár pedig: **C4 – DCLNR – 27050 – 12**

- $D=40\text{ mm}$
- $l=50\text{ mm}$
- $f=27\text{ mm}$
- $r_e=0,8\text{ mm}$



16. ábra

Nagyoló megmunkáláshoz választott késszár [21]

A nagyoló megmunkálás alatt, az alkatrészre központfuratot készítünk, amelyet a [21] számú irodalomból választok ki.

FORMAT központfúró: **B 2,5 HSS F (DIN 333-B)**

- Fúró mérete: 2,5 mm
- Szár hossza: 10 mm
- Teljes hossz: 56 mm
- Előtolás: $f=0,03\text{ mm/ford}$



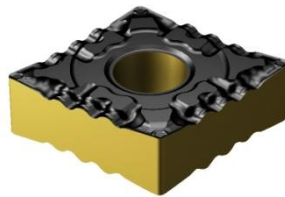
17. ábra

Választott központfúró [21]

Az alkatrész felületének simító megmunkálásához választott lapka:

A választott lapka: **CNMG 09 03 04 – PF**

- Fogásmélység: $a_p = 0,24 - 1,5 \text{ mm}$
- Előtolás: $f = 0,07 \div 0,3 \text{ mm/ford}$
- Forgácsolási sebesség: $v_c = 515 \text{ m/min}$

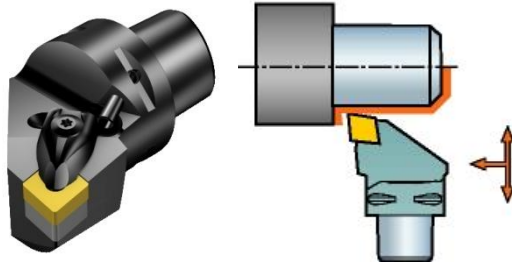


18. ábra

Simító megmunkáláshoz választott lapka [21]

Az ehhez illő késszár pedig: **C09 – DCLNR – 1616 H09**

- $h = 16 \text{ mm}$
- $b = 16 \text{ mm}$
- $f = 20 \text{ mm}$
- $r_\epsilon = 0,8 \text{ mm}$



19.ábra

Simító megmunkáláshoz választott készár [21]

A simító megmunkálást követően a fenti ábrán látható, hogy beszúrást kell készítenünk, amelyhez egy újabb szerszámra van szükség.

A választott lapka: **N123G2 – 0300 – 0002 - GF**

- Forgácsolási szélesség: $a_p = 0,24 - 1,5 \text{ mm}$
- Előtolás: $f_{nx} = 0,04 \div 0,17 \text{ mm/ford}$
- Forgácsolási sebesség: $v_c = 140 \text{ m/min}$



20.ábra

Beszúrás készítéséhez választott lapka [21]

Az ehhez illő készár pedig: **C4 – LF123G20 – 27060B**

- Gyakorlati hossz: $l_3 = 60 \text{ mm}$
- Legnagyobb kezdő fogásmélység: $a_r = 20 \text{ mm}$



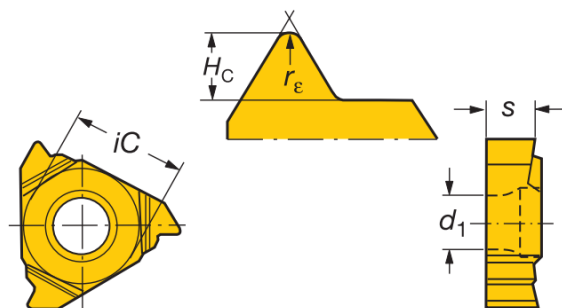
21. ábra

Beszúrás készítéséhez választott késszár [21]

Ezután elkészítjük a munkadarabon található menetet:

Lapka típuszáma: **R166.0G-16MM01-200**

- fogásmélység: $a_p = 1,28 \text{ mm}$
- forgácsoló sebesség: $v_c = 125 \text{ m/perc}$
- csúcssugár: $r_\epsilon = 0,26$
- fogásvételek száma: $i = 9$



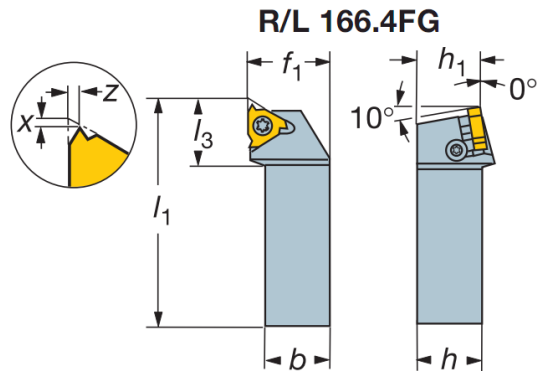
22. ábra

Menetlapka külső menetesztérgáláshoz [21]

Hozzáillő késszár: **L166.4FG-2020-16**

- $h = 20 \text{ mm}$
- $h_1 = 20 \text{ mm}$
- $b = 20 \text{ mm}$
- $l_1 = 125 \text{ mm}$

- $l_3 = 21,6 \text{ mm}$
- $f_1 = 25 \text{ mm}$



23. ábra

Késszár külső menetesztorgáláshoz [21]

4.5. Technológiai adatok meghatározás:

Az esztorgálási művelet elvégzéséhez három fő technológiai adat szükséges, ezek a fogásmélység, a fordulatonkénti előtolás és a munkadarab fordulatszáma. A nagyolási műveletnél a gyorsabb, nagyobb forgácsleválasztás, a simítási műveletnél, pedig az előírt felületi minőség elérése a cél. A számításhoz szükséges összefüggések a [16] irodalom alapján a következők:

A katalógus alapján választott adatok:

- Fogásmélység: $a_p = 4 \text{ mm}$
- Előtolás: $f = 0,3 \text{ mm/ford}$
- Forgácsolási sebesség: $v_c = 125 \text{ m/min}$

Beállítási adatok meghatározása:

Fizikai adatok:

- $d = 32 \text{ mm} = 0,032 \text{ m}$
- Az E400 egyetemes esztorgán beállítjuk az 1060 1/min fordulatszámot.
 $n = 1060 \text{ 1/min}$
- $v_c = 75 \text{ m/min}$, a rendelkezésre álló teljesítmény miatt, ezt csökkentettem.



Ellenőrzés:

Nagyoló esztergálásnál teljesítményre ellenőrzünk.

$P_c < P_{\text{gép}}$, ha a számított érték (P_c) kisebb, mint a gép teljesítménye ($P_{\text{gép}}$) akkor a művelet elvégezhető.

Fajlagos forgácsoló erő változását mutató kitevő: z , amelyet a [23] számú irodalom alapján választottam meg:

$$z=0,24$$

Fajlagos forgácsoló erő főértéke: k_{c11} , amelyet a [23] számú irodalom alapján választottam meg:

$$k_{c11}=1690 \text{ N/mm}^2 [\text{m}]$$

Fajlagos vastagság: h

$$h=f \cdot \sin \kappa_r = 0,3 \cdot \sin 95^\circ = 0,2989$$

Fajlagos forgácsoló erő: k_c

$$k_c = k_{c11} \cdot h^{-z} \cdot 1 = 1690 \text{ N/mm}^2 \cdot 0,2989^{-0,24} \cdot 1 = 2258,19 \text{ N/mm}^2$$

Főforgácsoló erő: F_c

$$F_c = k_c \cdot a_p \cdot f = 2258,19 \text{ N/mm}^2 \cdot 4 \text{ mm} \cdot 0,3 \text{ mm/ford} = 2709,82 \text{ N}$$

Számított teljesítmény:

$$P_c = F_c \cdot v_c = 2709,82 \cdot 75 \cdot 1/60 = 3387,275 \text{ W} = 3,4 \text{ kW}$$

$$P_c = 3,4 \text{ kW} < P_{\text{gép}} = 3,6 \text{ kW}$$

Tehát a berendezés ezzel a szerszámmal ilyen adatok mellett képes megmunkálni a munkadarabot.

4.6. A művelet normaidejének számítása

A gazdaságos forgácsolás (gazdaságos éltartam) érdekében mindig a legmegfelelőbb vágási sebességgel, azaz a főorsó megfelelő fordulatszámaival kell esztergálni. Az optimális fordulatszám biztosításához a fordulatszámot tág határok között kell tudni változtatni. Az esztergagép annál korszerűbb, minél több fordulatszámot lehet rajta beállítani.

Hosszsztergálás: Ø30 mm

Fizikai méretek:

D=30 mm

L=989 mm

Ajánlott: $v_c = 75 \frac{m}{min}$

$$\text{Ebből: [6]} \quad n_c = \frac{v_c \cdot 1000}{d \cdot \pi} = \frac{75 \frac{m}{min} \cdot 1000}{30mm \cdot \pi} = \underline{\underline{795,775 \frac{1}{min}}}$$



24. ábra

E400 egyetemes esztergán választható fordulatszámok

Kiválasztott fordulatszám: $1060 \frac{1}{min}$

$$v_c = \frac{d \cdot \pi \cdot n}{1000} = \frac{30mm \cdot \pi \cdot 1060 \frac{1}{min}}{1000} = \underline{\underline{99,9 \frac{m}{min}}}$$

$$v_f = n \cdot f = 1060 \cdot 0,30 = \underline{\underline{318 \frac{mm}{min}}}$$

Műveletek normaidejének meghatározása:

A költségek tekintetében a bérköltség, a rezsiköltség és a gépköltség nagymértékben függ a ráfordítási időtől, így alapvetően meghatározza ezeket a költség típusokat, így a gyártás gazdaságosságát is.

Meg kell vizsgálnunk, hogy egy alkatrész előállítására időben, költségben mennyibe kerül. Ez az időigény a termelés ütemezéséhez is nélkülözhetetlen.

A művelet normaideje három összetevőből áll össze. A gépi főidőből, a mellékidőből, valamint az előkészületi és befejezési idő egy munkadarabra vetített részéből [10].

$$t_n = t_g + t_m + \frac{t_{eb}}{n} \quad (5)$$

Ahol:

t_g : gépi főidő

t_m : mellékidő

t_{eb} : előkészületi és befejezési idő

n : gyártandó darabszám

$t_{eb} = 10 - 15 \text{ min}$ (egy sorozatra)

A gépi főidő számítása:

$$t_g = \sum_{j=1}^n \frac{L_j}{v_{fj}} \cdot i \quad (6)$$

Ahol:

L : a forgácsolószerszám által megtett út

v_{fj} : előtoló sebesség

i : fogások száma

Hosszsztergálás gépi főidejének számítása:

$$t_{g1} = \sum_{j=1}^n \frac{L_j}{v_{fj}} \cdot i = \frac{989 \text{ mm}}{318 \frac{\text{mm}}{\text{min}}} \cdot 5 + \frac{27 \text{ mm}}{318 \frac{\text{mm}}{\text{min}}} \cdot 2 = \underline{\underline{15,7 \text{ min}}}$$

Beszúrás gépi főidejének számítása:

$$t_{g2} = \sum_{j=1}^n \frac{L_j}{v_{fj}} \cdot i = \frac{2mm}{233,2 \frac{mm}{min}} \cdot 1 = \underline{\underline{0,00857 min}}$$

Menetesztergálás gépi főidejének számítása:

$$t_{g3} = \sum_{j=1}^n \frac{L_j}{v_{fj}} \cdot i = \frac{25mm}{380 \frac{mm}{min}} \cdot 9 = \underline{\underline{0,59211 min}}$$

Letörés gépi főidejének számítása:

$$t_{g4} = \sum_{j=1}^n \frac{L_j}{v_{fj}} \cdot i = \frac{2mm}{318 \frac{mm}{min}} \cdot 1 + \frac{2mm}{318 \frac{mm}{min}} \cdot 1 + \frac{2mm}{318 \frac{mm}{min}} \cdot 1 = \underline{\underline{0,01886 min}}$$

Normaidő számítása:

$$t_g = t_{g1} + t_{g2} + t_{g3} + t_4 + t_5 = 15,7 min + 0,08576 min + 0,59211 min + 0,01886 min = 16,39673 min$$
$$t_m = 0,5 \cdot t_g = \underline{\underline{8,198365 min}}$$

$$t_n = t_g + t_m + \frac{t_{eb}}{n} = 16,39673 min + 8,198365 min + \frac{15 min}{15} = \underline{\underline{24,5956 min}}$$

A technológiai folyamatot alkotó simító esztergálás "B" oldalon művelet műveleti utasítása a fent látható számítások alapján az M4 számú mellékletben található.

5. Az alkatrész gyártásakor alkalmazott minőségellenőrzési tevékenységek

A minőség meghatározására több definíció is létezik. Egy lehetséges megfogalmazás szerint:

Valamely egység (termék vagy szolgáltatás) azon jellemzőinek összessége, amelyek befolyásolják képességét, hogy meghatározott és elvárt igényeket kielégítsen

Ennek lényege a megfelelés:

- szabványnak (előírásnak, megállapodásnak, stb.),
- a használatra való alkalmasságnak,
- a vevő elvárt igényeinek,
- a vevő rejtett igényeinek.

Ezek alapján, mint azt már a funkcionális vizsgálat során is írtam: a gyártmánynak, különböző előírásoknak, követelményrendszereknek megfelelően kell működniük az előírt környezetben és körülmények közötti használat során. A követelményeket csak az előírt minőségben létrehozott termékek képesek maradéktalanul teljesíteni. Ezért fokozott jelentőségűek mindazok a tevékenységek, melyeket a jó minőség elérése, biztosítása, tartása érdekében kell tenni. A továbbiakban csak a megfelelő minőség eléréséhez szükséges, az Industar Kft. által alkalmazott minőségellenőrzési tevékenységekkel foglalkozom [24].

Az Industar Kft. egy kis vállalkozás, amely 45 főt foglalkoztat és éves nettó bevétele meghaladja a 750 millió forintot. A kis vállalkozások minőségellenőrzési tevékenységei általában két nagy módszerre bonthatók, az auditokra és a Poke Yoke módszerre. Ezen felül az Industar Kft.-nek minden évben kötelező felülvizsgáltatni az előzőekben már említett integrált irányítási rendszerét.

5.1. Az audit fajtái

Az auditok ismertetését az audiókban résztvevő felek bemutatásával kezdem. A 3. fél (a független tanúsító szervezet) által végzett felülvizsgálat célja a tanúsítvány megszerzéséhez és a megtartásához szükséges feltételek meglétének ellenőrzése. A megítélés alapját ebben az esetben a minőségirányítási rendszerszabvány, a kitűzött vállalati célok és a vállalat MIR (Minőségirányítási Rendszer) dokumentációs rendszere

képezi. Az auditor az a felülvizsgáló személy, akinek megvan a képzettsége a felülvizsgálat elvégzéséhez.

A 2. fél a vállalati vevője, akivel szerződéses kapcsolatban áll vagy erre a kapcsolatra törekszik. A vevő által végzett felülvizsgálat célja a szerződésben elvártak teljesítési képességének ellenőrzése. A vevő (2. fél) által lefolytatott audit legtöbbször az általános helyzetértékelésen túl a vevő szempontjai szerint történik. A felülvizsgálatot a szállító saját üzleti érdekeinek függvényében engedélyezi, ezért általános jellemzőit nehéz meghatározni. Gyakran a vevő a beszállítást végző vállalat minőségirányítási rendszerét vizsgálja felül, amelynek célja a beszállító minőségképességének megítélése, esetleges javítása. A beszállítói auditot végezhetik a megrendelő saját szakemberei, vagy a megrendelő által megbízott külső szakemberek.

Az 1. fél által végzett audit során a minőségirányítási rendszer belső felülvizsgálatát a szervezet belső, az auditálandó területtől független munkatársai vagy megbízott külső szakemberek végezhetik. A minőségirányítási rendszer belső felülvizsgálatáért, az operatív tevékenységek tervezéséért, és lebonyolításáért a minőségirányítási vezető felel. A belső auditok eredményeit, a meghozott helyesbítő intézkedéseket, azok felülvizsgálatát dokumentálni kell. A belső auditot a szabványban és a minőségirányítási rendszerben előírt rendszerességgel kell végezni. Jelentős vevői reklamáció vagy más súlyos hiányosság felmerülése esetén a vállalatvezetés rendkívüli auditot rendelhet el.

Mint látjuk, az auditok a felülvizsgálatot végző és a felülvizsgált szervezet viszonya szempontjából külső (2. és 3. fél általi), illetve belső (1. fél általi) auditok lehetnek.

Az auditok további csoportosítása történhet a vizsgálat tárgya alapján. Így megkülönböztetünk termék-, eljárás- és rendszerauditot [25].

A termékaudit során a terméket vizsgálják, és megítélik minőségét. Célja annak megállapítása, hogy az adott termék mennyiben mutatja a vevő határozott és elvárt igényeit, a termék jellemző tulajdonságai mennyiben elégítik ki a vonatkozó műszaki elvárásokat, valamint mennyiben egyeznek meg a vizsgálati és mérési dokumentumokkal. A termékaudit kiterjed a vonatkozó rendszerelemekre is, arra, hogy a termék tervezése, előállítása, kezelése során valamennyi vonatkozó intézkedést betartottak-e, és ezen intézkedések alkalmasak-e a termék minőségének biztosítására.

Az eljárásaudit célja valamely eljárás, vagy folyamat minőségének, alkalmasságának megítélése. A vizsgálat során ellenőrzik, hogy az eljárás végrehajtása során valamennyi vonatkozó előírást, utasítást, szabályzatot, paraméter betartottak-e,

valamint az előírások alkalmasak-e a folyamatok szabályozására, hatékony megvalósítására, a folyamatok lefolyását az előírások szerint dokumentálják-e, a vonatkozó dokumentumok, feljegyzések alkalmasak-e a folyamat minőségének bizonylatolására. A használt dokumentumokat abból a szempontból értékelik, hogy célszerűek-e, nem tartalmazznak-e ellentmondásokat, redundanciákat [25].

A rendszeraudit célja, a vállalat minőségképességének felülvizsgálata a fenntartás, és a javítás érdekében. A rendszeraudit a teljes minőségirányítási rendszer vizsgálatát jelenti. A termék előállítás valamennyi fázisára vonatkozóan megtörténik a minőségirányítási dokumentumokban leírt és a valós működésének egybevetése, értékelése, a célok teljesülésének és a működésmód hatékonyságának vizsgálata. A rendszeraudit lehet külső és belső. Az első, második és harmadik fél által végzett auditok a rendszerauditok közé tartoznak.

5.2. A Poke Yoke féle módszer

A Poke Yoke féle módszer alapja olyan eszközök, megoldások használata, amelyek megelőzik a hibát (figyelmeztetnek hiba esetén), vagy felismerik a selejtet, és megállítják a további feldolgozást. A Poke Yoke japán eredetű kifejezés, melynek szó szerinti jelentése hibaelkerülés. A Poka-Yoke koncepcióját Shigeo Shingo fejlesztette ki, amelyet 1961-ben Zero Quality Control program elemeként vezették be először. A módszer ma már a lean vállalat-szervezési filozófiához tartozik, amelynek célja a pazarlás teljes kiiktatása a vállalati, termelési folyamatokból, tehát minél költséghatékonyabbá tenni a vállalat tevékenységét.

A Poke Yoke több féle módon jelenhet meg a gyártás közben. Az egyik leggyakoribb fajtája az ábrás magyarázat, amely az elvégezendő feladatot ábrák segítségével mutatja be. Ilyen például, amikor egy bútor összeszerelését ábrázolják. A legegyszerűbb megoldások közé tartozik még az a hibaelkerülés, amelyet a termék, alkatrész alakjával érnek el, hogy ne lehessen a rendeltetéstől eltérő módon használni, illetve az alkatrészek szín szerinti megkülönböztetése. Ezen módszerek alkalmazásai a 25. ábrán látható, mint számítástechnikai kábelek méret és szín különbségei [26].



25. ábra

A Poke Yoke alkalmazása [27]

A gyártási folyamatok, szolgáltatások során sokféle hibalehetőség fordulhat elő. A lehetőségek csökkenthetők, de nem kizárhatóak. A felismerésük az elkövetéskor és a beavatkozás lehetősége a hiba elkövetésének helyén okozza a legalacsonyabb többletköltségeket - azaz veszteséget - minden résztvevő számára.

5.3. Az ellenőrzési terv

Az ellenőrzési utasítás kidolgozásakor meghatároztam azokat a vizsgálatokat, amelyekkel az ellenőrzés helyesen elvégezhető és meghatározható, hogy a munkadarab egyes jellemzőinek értékei a megadott határok közé esnek-e.

Nagyolási műveltnél látható, hogy alacsonyabb tűréssel, tizedmilliméteres nagyságrenddel adottak a méretek. Ezért elégséges a tolómérő használata is. A mérőeszközzel szemben állított feltételek, hogy a munkadarabot át tudja fogni és egy nagyságrenddel legyen pontosabb a rajzon előírt pontosságnál.

A simítási és köszörülési műveletnél már magasabb tűrésekkel rendelkezik az alkatrész, éppen ezért itt már mikrométer alkalmazása szükséges. Feltétel itt is az, hogy a munkadarabot átérje és egy nagyságrenddel pontosabb legyen, mint a mérendő érték.

Ezek alapján a választott mérőeszközök különböző Mitutoyo tolómérők, mikrométerek, horonymérő és egy menetfésű.

Tolómérce vagy tolómérő elsősorban a gépiparban használt hossz mérő műszer. A tolómércével külső és belső méreteket és mélységet lehet mérni. A leggyakrabban használt tolómérce 0-150 mm hossz mérésére alkalmas, azonban az én esetemben a méretek nagysága miatt előfordul 0-1500 mm hossz mérésére alkalmas tolómérő is.



A mikrométer precíziós hosszmérő műszer, mely elsősorban a gépiparban használatos, leolvasási pontossága nagyobb, mint a tolómércéé, általában 0,01 mm. A szivattyú egyes méretei azonban igénylik az ettől pontosabb, 0,001 mm pontosságú mikrométert.

A menetek ellenőrzésére és mérésére használjuk a menetfésűt. Bár a menetátmérő meghatározása lehetséges mikrométerrel vagy tolómérővel is, azonban a menetemelkedést, a menet profilját nem tudjuk mérni vele. Minden menthez, minden profilhoz, kialakításhoz külön-külön kell ilyen fésűt készíteni [28].

Miután az elkészült alkatrész felületeihez kiválasztottam a megfelelő mérőeszközöket, minden egyes felület elemet legalább ötször lemérek és átlagolom azt. Így ellenőrizve a méretek pontosságát és a megszabott tűréseknek való megfelelést. A kapott eredményeket az M4 számú mellékletben található.



ÖSSZEFOGLALÁS

Szakdolgozatom témája a 8083030 rajzszámú szivattyú tengely gyártástervezése valamint az alkatrész minőségellenőrzési tervének elkészítése. Az alkatrészrajzot és az üzemi körülmények között való tervezést a Felsőzsolcán található Industar Kft. biztosította. A tervezési feladat során vizsgált szivattyú tengely alkatrészrajzát az Industar Kft. által felvásárolt Mezőgép Kft. készítette.

Az első fejezetben ismertettem az Industar Kft. megalapításának körülményeit, a vállalat által alkalmazott szerszámgepeket és az általuk használt integrált irányítási rendszer alapjait.

A második fejezetben előtervezést végeztem. Vizsgáltam az alkatrész funkcionális és technológiai helyességét, ez alapján elkészítettem a módosított alkatrészrajzot. Bemutattam a szivattyúk általános csoportosítását és jellemzőiket. Meghatároztam a gyártási szervezés típusát, kiszámítottam a szükséges ráhagyásokat. Ezután az előgyártmány szükséges méretét és anyagát megállapítottam.

Az ezt követő fejezetben a technológiai folyamatok részletes tervezését végeztem el. Kialakítottam a műveletek sorrendjét, ami alapján elkészült az ábrás műveleti sorrendterv.

A negyedik fejezetben a rendelkezésre álló adatok alapján a B oldal simító művelet technológiai folyamatának helyes és gazdaságos megvalósításához szükséges technológiai paramétereket számítottam ki. Az esztergált felületelemek megmunkáláshoz megfelelő szerszámokat és szerszámgépet választottam. A gyártás közbeni ellenőrzéshez mérőeszközt választottam, meghatároztam a normaidőket. Az így létrehozott adatok alapján elkészítettem a megmunkálások műveleti utasításait.

Az utolsó fejezetben az Industar Kft. által alkalmazott minőségellenőrzési tevékenységeket mutattam be, amelyeket az általam választott alkatrész gyártásánál is alkalmaznak. Végül elkészítettem a szivattyú tengely minőségellenőrzési tervét.



SUMMARY

The theme of my thesis is the production planning of a pump shaft with drawing number 8083080 and to make a quality control plan. The part drawing and the planning in production conditions were provided by Industar Kft. in Felsőzsolca. The part drawing of the pump shaft examined during the planning task was prepared by Mezőgép Kft. what was bought by Industar Kft.

In the first chapter of my thesis I presented the foundation of Industar Kft., the machine-tools used by the company and their integrated management system.

In the second chapter I set up pre-planning before the technological planning. I examined the functional and technological correctness of the part, and I prepared the modified part drawing on the basis of this. I introduced the general groups of the pumps and their main features. I determined the type of the production organization, and I calculated the necessary safety margin. Then I determined the necessary size and material of the pre-product.

In the next chapter the pre- planning was followed by the detailed planning of the technological processes. I worked up the sequence of operations, on the basis of which the graphic operation sequence plan was prepared.

In the fourth chapter, based on the available data, I made a detailed calculation of the technological parameters of the process of the surfacing operations of side B. I selected the appropriate tools and machine tools for the working of the turned surface elements. I selected the gauge for the in-production checking, and I determined the norm time. Based on the data gained this way, I prepared the operation instructions of the workings.

In the last chapter I introduced the quality control activities which are used by the company to produce the chosen pump shaft. Finally the quality control plan of the pump shaft was made.



FELHASZNÁLT IRODALOM

- [1] <http://www.industar.hu/cegismerteto>
- [2] <http://e3n-eszterga.gportal.hu/picview.php?prt=359680&gid=1524497&index=8>
- [3] E 400 Egyetemes Eszterga Gépkönyve
- [4] Kodácsy J., Pintér J.: Szerszámgépek és gyártórendszerek, Széchenyi István Egyetem, Budapest, 2011. TAMOP 4.2.5 Pályázat könyvei, Digitális tankönyvtár
- [5] Dr. Kulcsár Tamás: *Gépipari technológiai ismeretek*, Pannon Egyetem, Veszprém, 2012. TAMOP 4.1.2 Pályázat könyvei, Digitális tankönyvtár
- [6] W 100 Hagyományos fúró marómű, gépkönyv
- [7] <http://protostim.hu/gepek/horizontalis-furo-maromu/hagyomanyos-furo-maromu>
- [8] http://www.csepelradial.com/b50_hun.php
- [9] <http://www.fermatmachinery.com/hasznalt-gepek/koszorugep>
- [10] Dr. Fridrik László – Nagy Sándor – Orosz László – Vékony Sándor: *Alkatrészgyártás és szerelés I.* [53-73]
- [11] Pattantyús Á. Géza: *Gépész- és Villamosmérnökök Kézikönyve 4. kötet.* Műszaki Könyvkiadó, Budapest, 1962. [40-156]
- [12] <http://gepnet.hu/index.php?func=hirek&hea=3&art=359&ny=1>
- [13] Pattantyús Á. Géza: *A gépek üzemtana*, Műszaki Könyvkiadó, Budapest, 1983. [262-325]
- [14] Dr. Bártfai Zoltán: *Fürdőgépészeti rendszerek üzemeltetése*, Szent István Egyetem, Budapest, 2011. TAMOP 4.1.2 Pályázat könyvei, Digitális tankönyvtár
- [15] <http://barkacsolas.hupont.hu/12/szivattyuk>
- [16] Fridrik László – Leskó Balázs: *Gépgyártástechnológia alapjai (II. sz. melléklet)*



[153-194]

- [17] Béres, Csolák, Kováts: *Anyagválasztási útmutató és példatár*, Műszaki Könyvkiadó, Budapest, 1982. [78-80]
- [18] Dudás Illés: *Gépgyártástechnológia I.*, Műszaki Kiadó, Budapest, 2007. [26-238]
- [19] http://www.uni-miskolc.hu/~ggytmazs/tantargyak/techn_terv_09/jellegzetes.pdf
- [20] <https://www.surplex.com/hu/adas/c/egyetemes-csucsasztergagepek-4340.html>
- [21] Corokey 2010 szerszámkatalógus
- [22] <http://www.zerspanungstechnik.de/2010/06/28/sandvik-coromant-veroeffentlicht-die-neue-version-seines-anwenderkatalogs-corokey/>
- [23] W. Degner, H. Lutze, E. Smejkal: *Spanende Formung*, Veb Verlag Technik Berlin, 2001. [11-12]
- [24] Farkas Olga: *A minőség értelmezései*, Szegedi Tudományegyetem, Szeged, 2001
- [25] <http://www.ich.hu/rendszeraudit.html>
- [26] <http://leanszotar.hu/page.php?134>
- [27] <https://hu.pinterest.com/pin/543035667544299521/>
- [28] <http://tudasbazis.sulinet.hu/hu/szakkepzes/gepeszet/gepeszeti-szakismeretek-1/megmunkalas-utani-ellenorzes/menetek-ellenorzese-merese-illesztese-menetszabvanyok-alkalmazasa>