



Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem

Szent István Campus

Műszaki Menedzser Szak

**MINŐSÉGÜGYI PROBLÉMA MEGOLDÁSA MINŐSÉGÜGYI
TECHNIKÁK SEGÍTSÉGÉVEL**

Belső konzulens: Dr. Medina Viktor Ferenc
Egyetemi docens

Külső konzulens: Földes Roland
Minőségügyi szakértő mérnök

Készítette: Nadrai Attila
LU55GI
Levelező tagozat

Intézet/Tanszék: Műszaki Intézet/Műszaki
Menedzsment Tanszék

MŰSZAKI INTÉZET MŰSZAKI MENEDZSER MESTERSZAK
Projektmenedzsment specializáció

DIPLOMADOLGOZAT

feladatlap

Nadrai Attila (LU55GI)

részére

A diplomadolgozat címe:

Minőségügyi probléma megoldása minőségügyi technikák segítségével

Feladatkiírás:

Elemezze a probléma megoldási folyamatok hatékonyságát gyártó vállalatok esetében. Térjen ki a vezetői szerepvállalás szerepére a sikeres probléma megoldás folyamata során. Vizsgáljon meg hiba definiáló és hibaelemző módszereket. Térjen ki ezeken kívül a különböző lehetséges folyamatmodellek kiértékelésére. Oldjon meg egy konkrét, valós minőségügyi problémát, melyhez indoklással válasszon ki probléma megoldó módszereket. Vizsgálja meg a fejlesztéscik gazdasági hatásait a minőségügyi költségek szempontjából.

Közreműködő tanszék: Műszaki Menedzsment

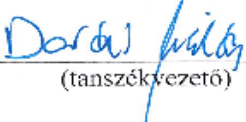
Külső konzulens: Földes Roland, minőségügyi szakértő mérnök, Lythos kft.

Belső konzulens: Dr. Medina Viktor Ferenc egyetemi docens, MATE, Műszaki Intézet

Beadási határidő: 2023. 05. hó 03. nap

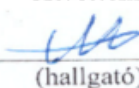
Gödöllő, 2023. jan. hó 20. nap

Jóváhagyom


(tanszékvezető)



(szakfelelős)

Átvettem


(hallgató)

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

Gödöllő, 2023. 04. hó 24. nap


(külső konzulens)

Tartalomjegyzék

1. Bevezetés	1
1.1. A téma jelentősége, aktualitása.....	1
1.2. A kitűzött célok, megoldandó feladatok	2
2. Irodalom feldolgozás	3
2.1. Tanúsító audit statisztikái	3
2.2. Problémamegoldás döntés-elméleti megközelítés	3
2.3. Problémamegoldás vállalati szintű megközelítése.....	6
2.3.1. Előnyök.....	6
2.3.2. Vezetői szerepvállalás.....	7
2.4. Problémamegoldás folyamatmodelljei.....	8
2.4.1. PDCA	9
2.4.2. DMAIC	12
2.4.3. 8D.....	14
2.5. Probléma leíró módszerek.....	18
2.5.1. 5W2H.....	18
2.5.2 IS-IS NOT	21
2.6. Hibaelemző technikák.....	21
2.6.1. Isikava diagram.....	21
2.6.2. 5 miért elemzés	22
2.6.3 Brainstorming	23
2.6.4. Pareto elemzés	24
2.6.5. futtatási diagram.....	25
2.7. A hibák költségei	26

3. Anyag és módszer	28
3.1. Vállalat rövid bemutatása	28
3.2. Probléma elemzése.....	28
3.2.1. Alkatrész és folyamat elemzése	28
3.2.2. Probléma definiálása.....	30
3.3. Megoldási módszerek	31
4. Minőségügyi probléma megoldása	33
4.1. Gyökérokelemzés.....	33
4.1.1. Előfordulás	33
4.1.2. Kiáramlás	36
4.2. Probléma megoldása PDCA folyamaton keresztül.....	38
4.2.1. 1.ciklus	38
4.2.2. 2. ciklus	39
4.2.3. 3. ciklus	41
4.2.4. 4.ciklus	42
4.2.5. 5.ciklus	45
4.2.6. 6.ciklus	48
4.3. Fejlesztések gazdasági hatásai	50
5. Következtetések, javaslatok	53
6. Összefoglalás	55
7. Summary	57
Irodalomjegyzék	58
Ábrajegyzék	61

1. Bevezetés

1.1. A téma jelentősége, aktualitása

A mai autóiipari vállalatok, mind az autógyárak, mind a beszállítók hatalmas változásokon mentek keresztül az elmúlt évtizedek során. Ez a fejlődés lehetővé tette, hogy ma szinte mindenkinek legyen saját használatra járműje, mellyel saját maga mobilitását tudja javítani. Az autógyártók hatalmas beszállítói láncot és logisztikai rendszert üzemeltetnek, hogy a beépülő alkatrészek, rendszerek megfelelő időben, megfelelő minőségben és megfelelő mennyiségben álljanak a további felhasználásra [1]. Bizonyos gyártók a mai napig csupán néhány órás raktárkészletekkel üzemelnek. Ez a felfogás nyilvánvaló gazdasági megfontolások miatt terjedt el széles körben és vált közkedveltté az autóiiparban, azonban kevesebbet beszélünk ezeknek a biztonságra és többletköltségre vonatkozó kockázatairól.

A beszállítói láncban egy hiányzó alkatrész vagy egy nem megfelelő termék beérkezése súlyos következményekkel járhat. Az OEM-nél (Original Equipment Manufacturer, gépjármű gyártó) nagyon könnyen sormegálláshoz vezethet, vagy még ennél is súlyosabb, amikor a hiba nem kerül észrevételre és nem megfelelő késztermékek kerülhetnek a végfelhasználók kezei közé, amely gyakran nagy mennyiségű autó visszahívást eredményez, szélsőséges esetekben élet- és vagyonbiztonságot kockáztató jelenségeket idézhet elő (nem működik a fék, nagy sebességnél megáll a motor vagy kormánymű). Ugyanakkor figyelembe kell venni, hogy manapság a technológia fejlődése mellett elengedhetetlen az emberi munka bevonása a szerkezetek gyártásába, ami sajnálatos módon magába foglalja, hogy hibák elő fognak fordulni.

Eddigi tapasztalataim szerint az egyik legnagyobb hiányosság, hogy az autóiipari vállalatok nem veszik kellő komolysággal az egyszer már bekövetkezett hibák kijavítását, nincsenek megfelelő, hatékony ellenintézkedések definiálva vagy erőforrás hiányában csak a vevők által meghatározott minimális mértékben történik a probléma megoldása (8D riport). Előfordul az az eset is, amikor a megfelelő javító intézkedések kidolgozására sor kerül, viszont nincs megvizsgálva annak eredményessége, nincs felkövetés (selejt megszüntetése, csökkentése vagy észlelési módszer megfelelősége). Ez sajnos a beszállítói lánc alacsonyabb szegmenseiben (Tier1, Tier2) halmozottan jellemző. Ezen felül szintén jelentős mulasztás számos szervezet részéről, hogy az intézkedések nem a valós gyökérokat oldják meg. A megfelelő gyökérokelemzés sok esetben teljes

mértékben kimarad a súlyosabb reklamációk kezelési folyamatából, vagy nem kellően mélységekbe menő.

1.2. A kitűzött célok, megoldandó feladatok

A Matro Kft. legnagyobb darabszámban gyártott terméke a „Pin sheath” nevezetű termék, melynek gyártása éves szinten meghaladja a 7.000.000-s darabszámot. Az említett alkatrész a személygépjárművek részecskeszűrőjébe épül be, feladata a kipufogógázok hőmérséklet érzékelése, illetve nem megfelelőnek mért értékek esetén visszajelzés továbbítása a felhasználónak. Dolgozatomban megvizsgálom a szóban forgó alkatrész bizonyos gyártási nehézségeit, problémáit, illetve ezek megoldására bevezetett intézkedéseket.

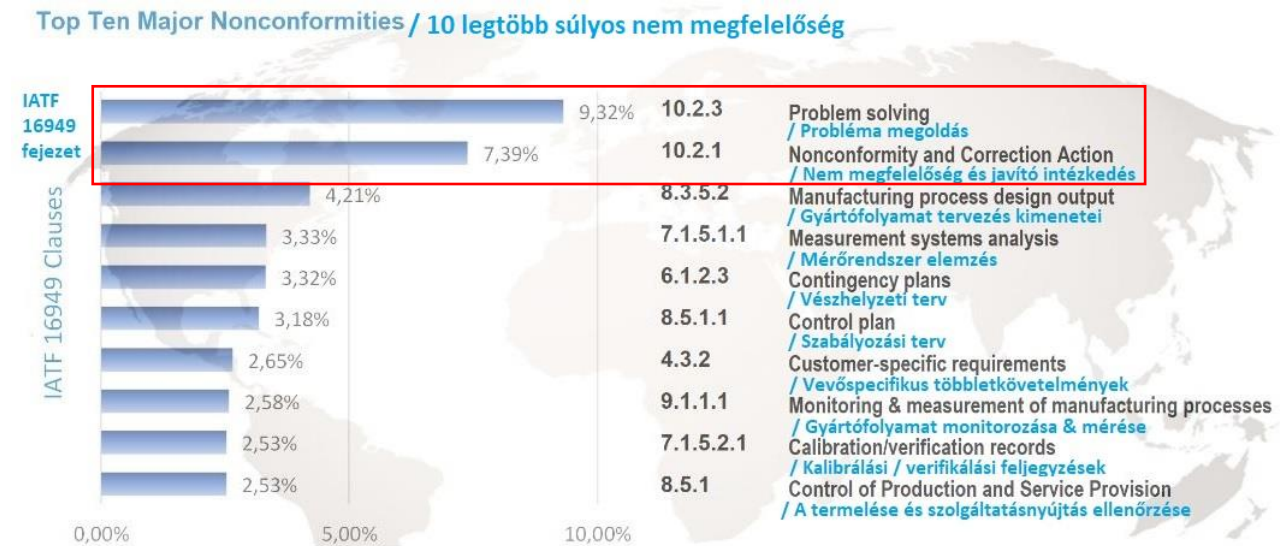
Fő célkitűzésem a dolgozatban szemléltetni, hogy a gyártó vállalatoknál, viszonylag egyszerű változtatásokkal és probléma megoldási módszerek, technikák segítségével jelentős eredményeket lehet elérni, amely hosszabb távon a vállalat pénzügyi javait szolgálja és a vevői elégedettséget növeli. Személyes célom, hogy olyan többlet értéket teremtő munkát prezentáljak, ami számokban kimutatható, továbbá célom, hogy tudásomat bővítsem minél több probléma megoldási módszer feltérképezésével és ezek jellemző alkalmazási területeinek megismerésével.

A diplomadolgozatom során meg fogok vizsgálni számos, az iparban is problémák megoldásához használatos módszert, azoknak előnyeit és hátrányait, főbb alkalmazási területeit. Ezek után az általam a kiválasztott módszerekkel egy az iparból vett konkrét példán keresztül fogok megvalósítani egy sikeres probléma megoldási folyamatot. A tevékenység során ki fogom emelni a fontosabb mérföldköveket, beleértve a felmerült nem megfeleléség definiálását a probléma gyökérokának elemzését, a bevezetett intézkedések hatásosságát és fejlesztésekből eredő minőségi költségek csökkenését.

2. Irodalom feldolgozás

2.1. Tanúsító audit statisztikái

Az IATF (International Automotive Task Force) az autógyártók és a hozzájuk tartozó nemzeti autóiipari szövetségek csoportja, melynek célja, hogy világszerte jobb minőségben legyenek gyártva a termékek az autóiipari vásárlók számára. A tanúsítvány megszerzése és megtartása valamennyi autóiipari beszállító számára kötelező érvényű, melynek egyik fontos követelménye évente egy 3. fél általi tanúsító audit lebonyolítása. Az említett auditok felvett nem megfelelőségeiből éves szinten statisztikákat készít a szervezet. A 2022-es évben legtöbbször eltérésként felvett súlyos nem megfelelőségeket az 1. ábra mutatja.



1. ábra: 10 legtöbb súlyos nem megfelelőség 2022-ben IATF auditokon [2]

A megfelelő problémamegoldás, a nem megfelelőségek és javító intézkedések kezelése az IATF felmérése alapján a 2 leggyakrabban előforduló súlyos nem megfelelőségek. Ez a statisztika is mutatja, hogy ezeknek a folyamatoknak, tevékenységeknek a megoldása nem hatékony vagy teljesen hiányzik számos gyártó vállalat esetében.

2.2. Problémamegoldás döntés-elméleti megközelítés

Döntéseméleti megközelítésben a probléma a döntési folyamat kezdeti állapota, mely alatt azt a nemkívánatos állapotot értjük, amelyet valamilyen döntéssel kívánunk megoldani. A problémák és a döntések a mindennapjaink részét képezik és alakítják életünket. Elegendő információ birtokában nagy valószínűséggel helyes döntést hozunk, míg ellenkező esetben kisebb ennek

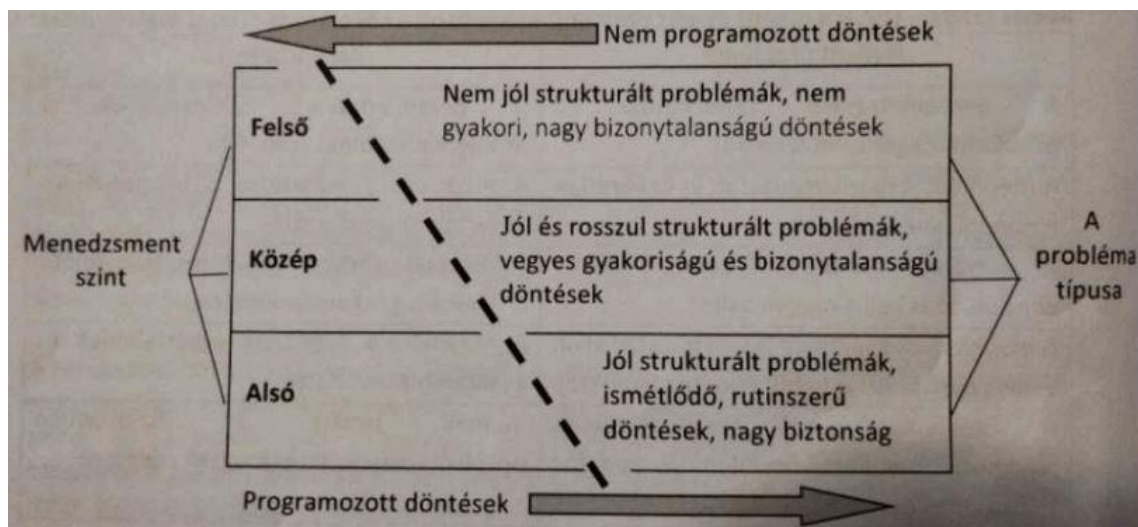
esélye. Azt, hogy a döntésünk megfelelő lesz alapvetően a gyakorlat fogja eldönteni [3]. A döntés meghatározása alapvetően a különböző lehetséges cselekvési változatok közötti kiválasztást jelenti. Valamennyi döntés, a meghozatalát követően valamilyen cselekvést indukál, melynek célja a döntést kiváltók okoknak a megváltoztatására vagy egy cél elérésére szolgál. Döntési helyzettel a mindennapi életben is rendszeresen találkozunk, ekkor legalább kettő cselekvési lehetőség közül kell választanunk. Bizonyos esetekben a választás lehetősége nem áll fenn, kényszerhelyzetbe kerülünk, amikor nem feltétlen a jól felfogott érdekünk alapján fogjuk meghozni a döntésünket. Definíció szerint különbséget lehet tenni a döntés és valamilyen probléma megoldása között (ez inkább csak elméleti megközelítés, mintsem gyakorlati). A döntés cselekvési változatok közötti választás, míg a probléma megoldás az adott helyzethez legjobban illeszkedő változat kiválasztása. A megoldandó problémákat alapvetően két csoportra tudjuk osztani:

- Nyílt, vagy rosszul strukturált problémák: A feltárt problémáról rendelkezésünkre álló információk nem állnak teljes körűen rendelkezésünkre, a folyamat során várható változás.
- Zárt vagy jól strukturált probléma: A nehézség peremfeltételei adottak, nem várható jelentősebb változás a folyamat során.

Herbert Simon (Nobel-díjas közgazdász) szerint a problémák megoldására alapvetően két típusú döntés létezik:

- Rutinszerű vagy programozott döntés: Akkor beszélhetünk róla, amikor a szóba kerülő változatokból szinte gondolkodás nélkül, rövid időn belül ki tudjuk választani a számunkra legmegfelelőbb döntést.
- Egyedi vagy programozatlan döntés: Akkor beszélünk róla, amikor az adott probléma még nem fordult elő vagy olyan bonyolult, hogy nehezen lehet definiálni.

Egy szervezetben belül minden szinten kell az ott dolgozóknak döntéseket hozniuk, ugyanakkor ezeknek megoszlása és mennyisége jelentősen eltér egymástól a pozíciók függvényében. A 2. ábrán láthatjuk, hogy a különböző menedzsment szinteken hogyan alakul a döntések jellege és mennyisége. [4]



2. ábra: A problémák, illetve döntések néhány jellemzője a szervezet különböző szintjein [5]

A japán kultúra egészen máshogy közelíti meg a döntéshez tartozó jelentőséget, számukra ugyanis nem jelent kifejezetten sokat, hanem inkább a végrehajtás a jelentős. A japándöntési folyamat, az úgynevezett ringi (javaslat-módszer) egyik legfontosabb jellemzője, hogy a döntési javaslat alulról felfelé építkezik. Ezzel szemben a nyugati ennek ellentettje, vagyis felülről lefelé. További jellegzetessége, hogy a döntés kollektív, csoportos, ebben a kultúrában ismeretlen az egyszemélyes döntés, mindig a csapat vagy csoport dönt. Mindig egyöntetűnek kell lennie a végső megállapításnak, tehát nem lehetséges ellenzéki kisebbség kialakulása, ami a nyugaton teljesen természetes. A keleti ország gondolkodása szerint, ha létrejön ellenzéki kisebbség, a pusztán jelenléte is veszélybe sodorja a döntést. Ennek értelmében a japánok kénytelenek addig finomítani, csiszolni az adott cselekvési változatokat, amíg az meg nem felel az összes érintett számára. Ez jóval hosszadalmasabb időt vesz igénybe, mint a nyugati megfontolás. [5]

Véleményem szerint a felmerülő problémák nagyobb része rosszul strukturált probléma, amelyben sok változó van jelen, számos tényező befolyásolhatja őket, komplex gondolkodásmód kell a megértésükhöz és nehezen lehet őket egy-egy jól megfogalmazott döntéssel, majd az azt követő cselekvések helyes elvégzésével teljesen megoldani. Sok esetben kísérletek és döntések sokasága szükséges ahhoz, hogy a meghatározott céljainkat el tudjuk érni egy-egy probléma kapcsán. Azt gondolom, hogy a teljes mértékben csoportos döntéshozás csak megnehezíti a dolgok előrehaladását, körülményes lesz és csak a tervezési idő lesz szükségtelenül hosszú. Mindig szükség van egy olyan gyakorlott vezetőre, aki az utolsó szó és meghatározza a feladatokat és az irányt. Ugyanakkor az is fontos, hogy a végső szó olyan emberhez tartozzon, akinek a tudása,

tapasztalata lehetővé teszi, hogy a csapat többi tagja – még ha nem is értenek vele teljes mértékben egyet – elfogadja a végső döntést és követni tudják. A döntések helyességét minden esetben a gyakorlat és az eredmények fogják igazolni.

2.3. Problémamegoldás vállalati szintű megközelítése

2.3.1. Előnyök

Bár a szervezeten belüli hivatalos problémamegoldási folyamat vagy bevált módszertanok szükségessége magától értetődőnek tűnhet, a történelem azt mutatja, hogy sok szervezet elhanyagolja az általános előnyök megértését, nem felel meg az iparági és fogyasztói követelményeknek, és nem képes fenntartható fejlesztéseket elérni termékeiben vagy folyamataiban (visszatérő hibák). A probléma megoldás elősegíti egy olyan kultúra kialakulását, amelyben a problémákat lehetőségnek tekintik, és minden alkalmazottat aktív részvételére ösztönöznek. Emellett a probléma megoldást a szervezet minden szintjének bevonásával, minden alkalmazott mindennapi munkája részeként tekintenek rá és olyan tevékenységeket támogatnak, amelyek inkább proaktívak, mint reaktívak. A szervezeteken belül a strukturált probléma megoldás folyamata és ösztönzése a következő előnyöket fogja maga után vonni [6]:

- Kulturális fejlődés: javul a csapatt dinamika, az akadályok közös leküzdése, a kreativitás kibontakozása, fenntartható végrehajtás a folyamatok tulajdonosainak bevonásával, az alkalmazottak és a vezetők közötti kapcsolat átalakul csapatkapcsolattá, a sokféleség figyelembe vétele.
- Egyéni fejlődés: Az emberek magabiztosnak érzik magukat, megtanulják a különböző technikákat, készségeket, elkötelezettek maradnak, csapat készségeket épít, kezdeményezően lépnek fel komplikációk megoldására és hatékonyan dolgoznak együtt.
- Műszaki fejlődés: tanuló szervezet, a saját termékek és a nagyobb rendszerekben való működésük mélyebb megértése, folyamatos fejlesztés, a kívánt termékfunkciók eltéréseinek csökkentése, a versenyelőny növelése.
- Kockázatkezelés fejlesztése: azonosítja a lehetséges megbízhatósági, biztonsági és szervizelési nehézségeket, amelyek megelőző megoldásokhoz vezetnek, javítja a rendszer megértését és azonosítja a szigorúbb értékelés szükségességét, csökkenti a hibákat a gyártás és a szervizelés során, elősegíti az ügyfelek és a szervezeti vezetés elégedettségét és bizalmát [6].

2.3.2. Vezetői szerepvállalás

A hatékony problémamegoldásról szóló beszélgetés nem kezdődhet anélkül, hogy ne beszéljünk a vezetés szerepének fontosságáról a folyamatban. Nem meglepő, hogy egy szervezet sikerképessége az üzlet minden területén a szervezet vezetése által meghatározott "hangnemmél", vagyis kulturális alapokkal kezdődik. Ezt a hangot lehet egyértelműen kommunikálni hivatalos szabályzatokon és eljárásokon keresztül, vagy finomabban, hallgatólagos vagy kimutatható viselkedésen keresztül. Az olyan minőségügyi úttörők, mint Edward Deming, Joseph Juran és Philip Crosby a minőségügy korai művelőiként kezdték pályafutásukat. Ahogy tapasztalatuk gyarapodott, mindegyikük a minőségügyi technikákról a Topmenedzsmentre és egy olyan szervezeti kultúra megteremtésére összpontosított, ahol a minőséget ápolni és elérni lehet. Ez ma is érvényes. Edward Deming például rámutat arra, hogy a felső vezetés elkötelezettsége a minőség és a termelékenység mellett nem elég, ugyanis cselekvésekre és példamutatásra is szükség van. A következőkben bemutatnák néhány olyan vezetői magatartást, amik előre mutatnak a szervezet problémamegoldási folyamatának fejlesztésében. [6]

A vezetés és a szervezeten belüli probléma megoldás minősége között közvetlen és közvetett kapcsolat van. A közvetlen kapcsolat a kulcsfontosságú vezetői magatartásmódokon keresztül valósul meg, amelyek meghatározzák és ösztönzik a probléma megoldás magas minőségét. Ezek közé a magatartásformák közé tartozik az erőfeszítést érdemlő problémák azonosítása, a probléma megfogalmazása, hogy a munkatársak világos alapelvekkel tudják kezelni azt, majd a háttérbe húzódva hagyják, hogy a munkatársak végezzék a munkájukat. Az első közvetett kapcsolat a kultúrán keresztül valósul meg. A vezetőnek modelleznie kell azokat az értékeket és attitűdöket, amelyek a helyes probléma megoldás alapját képezik. Cselekedeteinek és döntéseiknek azt a törődést és tiszteletet kell mutatniuk, amely az emberek legjobb erőfeszítéseit motiválja. A második közvetett kapcsolat a vezetői struktúrán keresztül valósul meg. Vagyis számos olyan fórum vagy mechanizmus létezik, amelyeken keresztül a vezetők kifejezik a szervezet céljait, értékeit, céljait [7].

A felső vezetésnek meg kell határoznia és kommunikálnia kell a szervezetek jövőképét. A jövőkép meghatározásának képessége különbözteti meg a vezetést a menedzsmenttől. A jövőképnek olyan összhangot kell teremtenie az egész szervezetben, amely biztosítja az ügyfelek elégedettségét és a teljesítmény folyamatos javulását. A sikerhez mind a problémamegoldási folyamatra, mind a

megfelelő kultúrára szükség van. Az egyik a másik nélkül közömbösséget okozhat a problémamegoldási folyamat iránt. A felső vezetésnek meg kell értenie, hogy nem minden probléma egyformán összetett, ezért multidiszciplináris csapatra van szükség, amely megfelelő szakértőket és hivatalos problémamegoldási folyamatot foglal magában. Az egyszerű problémákat helyben kell megoldani. A probléma összetettségének egy másik módja a tudáshiány felmérése és a megfelelő válaszadás [6].

Meg kell jegyezni ugyanakkor, hogy sok vállalat kényszerül abba a helyzetbe, hogy a problémáik sokszor túlmutatnak a képességeken, ekkor gyakran ajánlott minél előbb olyan külsős szakemberek felkeresése, akik az adott terület specialistái és hasonló problémákkal foglalkoznak a mindennapjaikban. Továbbá ez a megoldás a szervezet hosszútávú tudásbázisát fogja növelni, hiszen ez a jellegű felfogás is elképzelhetetlen csapatmunka nélkül.

A felső vezetés felelős azért, hogy a problémamegoldó tevékenységek támogatásához szükséges erőforrások rendelkezésre álljanak, és megfelelő időt biztosítsanak a problémamegoldásra. Az ügyfelek és a vezetők túl gyakran követelnek túl sokat, túl hamar a problémamegoldási folyamat során. A legtöbb probléma esetében nem lehet 24 óra alatt elvégezni a gyökérok elemzést. Az összetett problémák gyökér okának kivizsgálása különböző módszerek alkalmazását igényelheti, amelyek nem végezhetők el gyorsan [6].

Itt meg kell említeni, hogy minden cégnél az erőforrások, az idő és a lehetőségek korlátozottak, amihez természetesen alkalmazkodni kell. Gyakorlati tapasztalatom alapján ki merem jelenteni, hogy a baj nem jár egyedül és sűrűn előfordul, hogy feltorlódnak a hibák. Ebben az esetben mindig el kell döntenie a vezetőségnek, hogy mire szánunk erőforrást és mire kell elsősorban megoldást találni. Nagyon fontosnak tartom továbbá, hogy a problémák megfelelő és következetes logika alapján legyenek rangsorolva.

2.4. Problémamegoldás folyamatmodelljei

Minden vállalkozás egyedi, melyben különböző akadályok nehezítik a mindennapi működést, amelyeket a lehetőségekhez mérten meg kell próbálni megoldani. Nem lehet egy külön folyamatot kiemelni, hiszen egyedi és változó nehézségű problémák merülnek fel a mindennapi életben, melyekre lehetnek egyszerűbb és bonyolultabb modelleket alkalmazni. A teljesség igénye nélkül a legjelentősebb, gyakorlatban is elterjedt folyamatmodelleket fogom elemezni.

2.4.1. PDCA

Az egyik legelterjedtebb megközelítése a problémák megoldásának és a folyamatos fejlesztésnek a PDCA ciklus. A PDCA-ciklus a problémamegoldás és a folyamatos fejlesztés négylépcsős modellje. Egyszerű és strukturált módszert biztosít a problémák megoldására és a pozitív változások létrehozására. Széles körben elismert a folyamatok, termékek és szolgáltatások minőségének folyamatos javításának alapjaként. A PDCA-ciklus egy könnyen megjegyezhető, négy logikusan egymásra épülő lépésből áll: Plan (terv), Do (végrehajtás), Check (ellenőrzés) és Act (beavatkozás). A PDCA modell a legtöbb típusú projektben és fejlesztési tevékenységben alkalmazható. Használható például egy szervezetben belül az alkalmazottak képzettségi szintjének javítására, egy termék vagy szolgáltatás szállítójának megváltoztatására, vagy egy kórházban az ellátás minőségének és a betegek elkötelezettségének növelésére irányuló tervezésekor. Alkalmazható akár áttörő, akár fokozatos a tervezett fejlesztés [8].

Fontos megjegyezni, hogy a PDCA ciklus minden folyamatra és minőségirányítási rendszer egészére alkalmazható. [9]. A TQM, az ISO-szabványok és az A3 gondolkodási folyamat mind a PDCA filozófia köré épülnek. Emellett a PDCA képviseli azt a logikus gondolkodásmódot, amelyet hajlamosak vagyunk követni a problémák megoldása és a folyamatos fejlesztés megvalósítása során. A cél az, hogy közelebb kerüljünk bármilyen célhoz, amit el akarunk érni [8].

A PDCA-ciklus a tervezési fázissal kezdődik, ahol a probléma és a célok egyértelműen meghatározásra kerülnek. Ebben a fázisban a csapat megegyezik a megoldandó problémáról vagy a javítandó folyamatról. Ezután elemezni kell a jelenlegi helyzetet, azonosítani a megoldási alternatívákat, majd kiválasztani és ütemezni a legígéretesebb megoldást [8]. Kicsit más szemszögből nézve a tervezés fázisa során állapítjuk meg azokat a célokat és folyamatokat, melyek a vevői követelmények és a szervezet belső politikájának a kitűzött eredmények eléréséhez szükségesek [10].

A kiválasztott megoldást ezután a végrehajtás fázisban kis léptékben tesztelik. Ez a fázis magában foglalja az előrehaladás mérését, valamint az adatok és visszajelzések gyűjtését a későbbi elemzéshez [8].

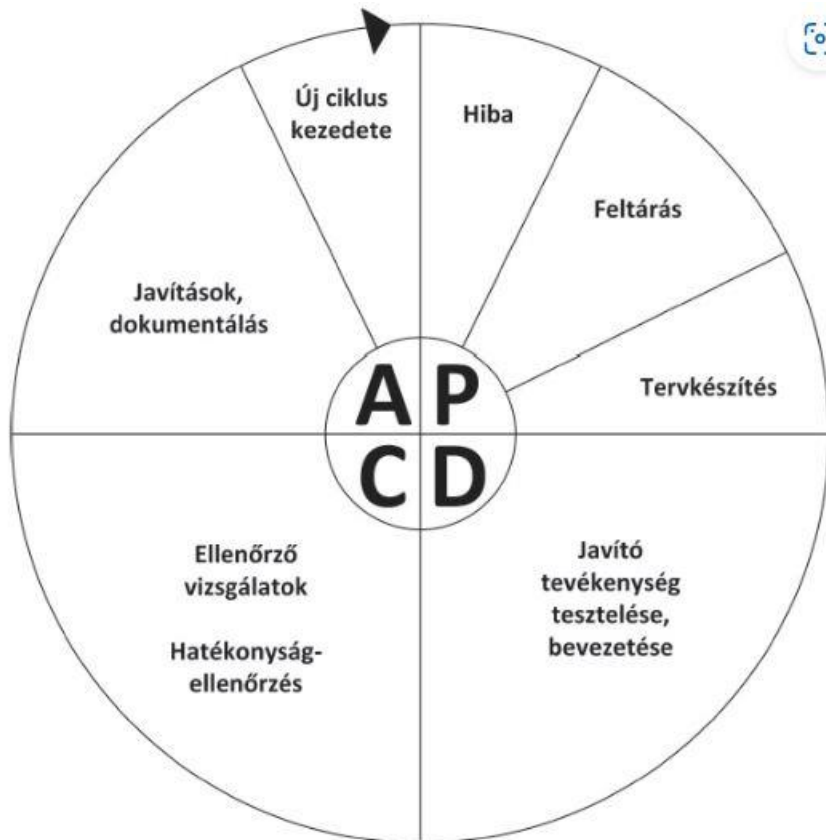
Az ellenőrzés magában foglalja az összegyűjtött adatok és visszajelzések elemzését, valamint az eredmények összehasonlítását a tervezett célokkal. Ez lehetővé teszi annak értékelését, hogy a

megoldás mennyire működött, és hogy szükség van-e további javításra. Ez a fázis a váratlan problémák azonosításával, valamint a legfontosabb tanulságok összegyűjtésével és összegzésével is foglalkozik. Előfordulhat, hogy többször is meg kell ismételni a Do és Check-et, amíg el nem érjük a kívánt eredményt [8]. Továbbá az ellenőrzés fázisban kell megállapítani, hogy a szervezeti politikának és a vevői követelményeknek megfelelő eredményhez jutottunk [10].

Az Act fázisban a megoldást teljes körűen megvalósítjuk. Ez magában foglalja a Check fázisban említettek alapján végrehajtott intézkedéseket. A teljes megvalósításhoz tervet kell készíteni, miután a kapcsolódó költségek és előnyök értékelték. Az Act a továbbfejlesztett folyamat szabványosításával, dokumentálásával, fenntartásával és a szervezet rendszerébe való integrálásával is foglalkozik [8].

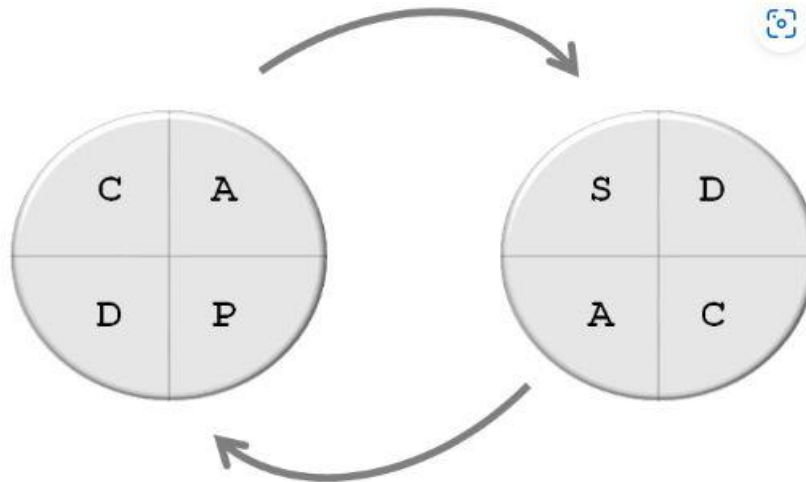
A PDCA-ciklus használata nem feltétlenül áll le, ha az Act fázis befejeződött. A továbbfejlesztett folyamat lehet az új kiinduló pont és újra lehet kezdeni a tervezési fázist. A probléma végleges megoldásához és a végső jövőbeli állapot eléréséhez a PDCA-ciklus több ismétlésére is szükség lehet. Minden egyes ciklus közelebb viszi a szervezetet a céljai eléréséhez, és tovább bővíti a tudását [8].

A 3. ábrán láthatjuk a PDCA elvi ábráját, amely a problémák megoldására vonatkozik. Az ábrán láthatjuk, hogy a 4 fő folyamatot is adott esetben és a probléma jellegének megfelelően szét lehet bontani kisebb folyamatlépésekre. A tervezés fázist fel lehet osztani a hiba kialakulására, annak feltárására és a probléma elhárításának megtervezésére. A beavatkozás fejezet egy lehetséges felbontása, hogy javítjuk és dokumentáljuk az adatainkat, majd az eredmények függvényében döntünk további intézkedések szükségességéről, új ciklus megkezdéséről.



3. ábra: PDCA modellje problémamegoldás esetén [10]

Meg kell említeni, hogy vannak PDCA-ra építkező alternatív elképzelések is, melyek csupán logikailag térnek el minimálisan, egy ilyen továbbfejlesztett modell az SDCA, melyben az „S” a sztenderdizálásra utal. Amennyiben a megtervezett, végrehajtott folyamatot megfelelőnek ítéltük és jóváhagytuk, akkor a folyamatban nincs további szándék a fejlesztésre, hanem azt szabványosítani és annak működését ellenőrzés alatt fenntartani. A PDCA-SDCA modelljét az 5. ábrán láthatjuk. [11]



4. ábra: PDCA-SDCA modell elvi ábrája [11]

Az OPDCA a PDCA egy másik változata, ahol az "O" a megfigyelés (observe) rövidítése. A megfigyelés a ciklus elejére kerül, hogy hangsúlyozza a megfigyelés szükségességét, mielőtt bármilyen tervet készítenénk. A megfigyelés célja, hogy kiderüljön, mi történik valójában, és mi az, amin javítani lehet. [11]

2.4.2. DMAIC

A DMAIC egy adatvezérelt minőségügyi stratégia, amelyet a folyamatok javítására használnak. A 6 szigma kezdeményezés szerves részét képezi, de általában önálló minőségjavítási eljárásként vagy más folyamatjavítási kezdeményezések, például a lean részeként is megvalósítható. A módszer alapvetően 5 lépésből áll: Define (meghatározás), Measure (mérés), Analyse (analizálás), Improve (javítás), Control (ellenőrzés) [12].

A meghatározás fázis célja végső soron a megoldandó problémák leírása, valamint a kulcsfontosságú üzleti döntéshozók összehangolása a projekt céljával. A csapatok túl gyakran azonosítottak megoldásokat anélkül, hogy ténylegesen meghatározták volna, hogy valójában mit is akarnak tenni, vagy esetleg nem akarnak tenni. Ez belső zűrzavarhoz és sokszor az üzleti követelményeket és igényeket teljesen figyelmen kívül hagyó megoldásokhoz vezethet [13]. Ebben a fázisban kell meghatározni a projekt terjedelmét és figyelembe kell venni a vevői követelményeket, ami az ő elégedettségüket növeli [12].

A mérési fázisban a cél a termék vagy a folyamat jelenlegi teljesítményének alapszintű meghatározásához szükséges információk összegyűjtése. Ebben a szakaszban szeretnénk

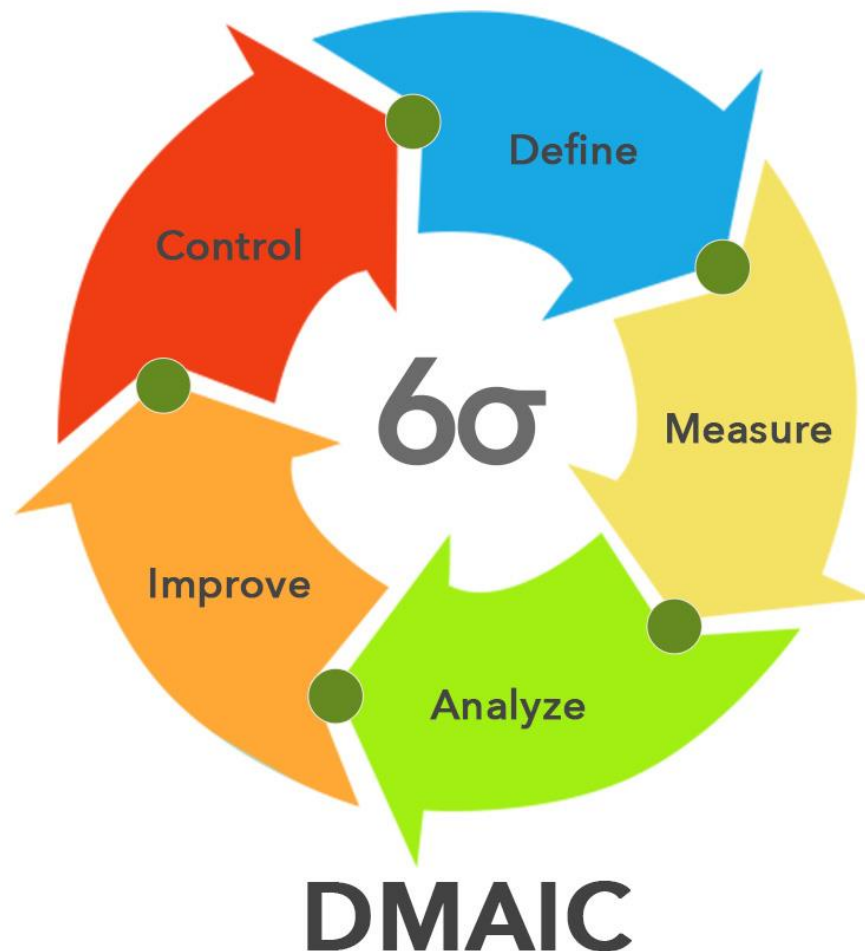
azonosítani a hibákat és azoknak a szintjét, az alapszintet felhasználni a projekt során elért előrehaladás mérésére. Ennek a fázisnak a legfontosabb célja, hogy legyen egy nagyon erős és egyértelmű mérőszámunk arról, hogy a dolgok hogyan teljesítenek ma, hogy mindig nyomon követhessük a célok felé való előre haladásunkat. Meg kell értenünk a ciklusidőket, a folyamatidőket, a minőségi mérőszámokat. Sok projektet úgy adnak át, hogy nem mutatkoznak egyértelmű előnyök, mert a csapat a változtatások előtt soha nem veszi teljes mértékben alapul a jelenlegi állapotot [13]. Ebben a fázisban a leggyakoribb mérések közé tartoznak a különböző képességvizsgálatok, rangorolások, esetleg Pareto elemzések [12].

Az elemzési fázis célja annak meghatározása, hogy mely folyamatbemenetek vagy paraméterek vannak a legkritikusabb hatással a kimenetekre. Más szóval, azonosítani akarjuk a kiváltó okokat, hogy tudjuk, milyen kritikus elemeket kell kijavítanunk. Ebben a fázisban a csapatoknak fel kell tárniuk az összes lehetséges kiváltó okot, mind analitikus megközelítések, mind statisztikai megközelítések, vagy akár grafikus eszközök, például folyamattérképek segítségével, hogy feltárják a legfontosabb elemeket, amelyeket meg kell változtatni vagy ki kell javítani [13].

A javítási fázis célja a lehetséges megoldások széles körének azonosítása, mielőtt eldöntenénk a kritikus megoldásokat, amelyek a lehető legjobb eredményeket eredményezik és közvetlenül az általunk azonosított alapvető okot javítják. Ebben a fázisban a csapat ötletbörzét tart, teszteli és validálja a potenciális fejlesztési ötleteket, mielőtt végül megvalósítja a megfelelő megoldásokat. Minden egyes kísérleti megoldással a csapat tesztelni tudja, hogy az mennyire javítja a meghatározás és mérés során azonosított kulcsfontosságú megállapításokat. Amikor a csapat végül bevezeti a megoldást, az eredményeknek meg kell mutatniuk, hogy a megfelelő megoldást találták-e meg és helyesen hajtották-e végre [13].

A DMAIC-modell utolsó része az ellenőrzési fázis, ahol biztosítani kell, hogy az új változások a szokásos módon történjenek, és ne térjünk vissza a korábbi munkamódszerhez. Ebben a fázisban biztosítani akarjuk, hogy a probléma megoldást lezárjuk a projekt eredményeinek validálásával és az új folyamat megfelelő dokumentálásával. Meg kell győződnünk arról is, hogy az új intézkedések és a folyamat mérőszámai az elvártaknak megfelelő [13]. Az eredményeket rögzíteni kell a szükséges minőségügyi dokumentumokban. A kockázatelemzések, minőségsszabályozási tervek, munkautasítások. Meg kell vizsgálni, hogy a fejlesztések hatására milyen módosításokat

kell elvégezni az ergonomikus munkakörnyezet kialakításáért. Az elért eredményeket célszerű SPC-vel nyomon követni, ha ez lehetséges [12].



5. ábra: DMAIC folyamata [13]

2.4.3. 8D

A 8D eljárás talán napjaink legjobban elterjedt problémamegoldó módszere, melyet előszeretettel alkalmaznak az ipar számos területén, kiemelve a sorozatgyártás és a járműipar területeit. A módszert a Ford Motor Company fejlesztette ki a 20. század végén, hogy elősegítse a mérnökeik munkáját és fejlessze a beszállítókat. A gyakorlatban lehet belső és külső problémák esetén is alkalmazni, azonban a valóságban ez inkább az utóbbira korlátozódik. Reklamációk esetén manapság elvárás a riport kitöltése. Jellemzőbb, hogy a modellt inkább a közép- és nagyvállalatok alkalmazzák előszeretettel, mivel a nagyobb beszállítói lánc, összetettebb termékportfóliók

szisztematikusabb, mélyebb elemzéseket igényelnek. Számos nemzeti autóiipari szabvány is (VDA, AIAG, ANFIA) is ezt a megközelítést várja el az autóiipari beszállítóktól. Az eljárás 8 jól elkülöníthető lépésre osztható fel, melyeket a 7. ábrán láthatunk.

Probléma megoldási folyamatként olyan lépések vagy szakaszok sorozata, amelyeket végig kell futni, amint a probléma nyilvánvalóvá válik. Megfelelő módon alkalmazva segít a probléma gyors és átfogó megoldásának megtalálásában [14].



6. ábra: 8D módszer lépései [15]

A 8D folyamat első lépése (D1) egy a problémával rendelkező termék gyártásában, tervezésében, logisztikai folyamataiban, minőségbiztosításában jártas szakértői csapat összeállítása. Minden 8D riport egyedi, különböző termékek és reklamációk esetén más-más csapattagokat kell bevonnunk. A csapat alkotásban közös, hogy minden esetben szükség lesz egy projektfelelősre, aki „kívülről” fogja támogatni a csapat munkáját, erőforrásokat, eszközöket biztosít. Ezen kívül szükség van egy „belső” csoportvezetőre is, aki a projektet összefogja és irányítja a tevékenységeket, figyeli a határidőket [15]. Fontos, hogy a csapattagok különböző képzettséggel és megfelelő mennyiségű idővel rendelkezzenek. Amennyiben összeáll a multidiszciplináris csapat sokkal könnyebben lehet véghezvinni a problémamegoldó folyamatot. Jellemző hiba szokott lenni meglátásom szerint, hogy

a logisztikai részleg kimarad a csapat alkotásból, ugyanakkor sok esetben tárolási, szállítási, anyagmozgatási hibák is okozhatják a reklamáció kiváltó okát.

A második lépés (D2) során a probléma pontos definiálása szükséges. Fontos, hogy itt nem csak a vevő szemszögéből felmerült hibaképet, fotót kell leírni és bemutatni, hanem a termékelőállítás folyamat részletes leírását is el kell végezni. Szükséges lehet a folyamatok műszaki paramétereinek összegyűjtése. Ez elsősorban azért fontos, hogy össze tudjuk hasonlítani az esetlegesen nem megfelelően működő folyamat miben tér el az ideálistól. Dimenzionális problémák esetében szükséges lehet mérési riportok, kontúrképek elkészítése is, illetve minden olyan vizsgálat, aminek köze lehet az adott hibához [15]. Fontos, hogy itt meghatározzunk olyan konkrét jellemzőket, hogy mennyi volt a hibás termékek száma és egyértelműen azonosítsuk, hogy melyik terméke melyik beérkezéséből keletkezett a nem megfelelés [14].

A harmadik lépésben (D3) gondoskodni kell arról, hogy a detektált hibát elzárjuk a következő munkafolyamatoktól, továbbá a vevők védelméről is gondoskodni szükséges. Amennyiben vannak kiszállított gyanús termékek a vevőt is értesíteni kell, hogy potenciálisan nem megfelelő termékek kerültek hozzá [14]. Azonnali intézkedéseket kell bevezetni, amikkel nem a problémát akarjuk megszüntetni, hanem biztosítani magunkat és a vevőnket a további kellemetlenségek előfordulása ellen. Ebben az esetben a leggyakoribb azonnali intézkedések közé tartoznak a készletek 100%-os ellenőrzése, zárolások, szállítások blokkolása és adott esetben termék visszahívások [15]. Fontos lépés, hogy a termék gyártásával érintett összes kollégát tájékoztatni kell, hogy hiba történt a termelésben. Minőségügyi riasztásokat kell készíteni, melyeket az üzem területén ki is kell helyezni. Fontos, továbbá, hogy írásos bizonyítékot kell gyűjteni, amivel megbizonyosodunk arról, hogy a dolgozók megértették a problémát.

A negyedik fázisban (D4) történik a hiba előfordulását kiváltó okoknak a feltárása. Itt elemeire kell bontani a problémát és az össze lehetséges hibaokat felsorolni és kielemezni, annak érdekében, hogy a problémára hozott megoldás ne csak elfedje a tüneteket, hanem megszüntesse azokat. Sok esetben olyan mélységekig kell lemenni, ami adott esetben valamilyen kellemetlen beismeréshez is vezethet. Továbbá probléma lehet, hogy ilyen mélységű elemzések során komoly érdekellentétek is előfordulhatnak a különböző részlegeken belül. A megfelelő gyökérok megtalálásához különböző technikák ismereteseek, pl.: Isikava, 5Why, Brainstorming, Pareto [15] (ezeknek a módszereknek részletesebb elemzésére a következő fejezetben térünk ki). Úgy

gondolom, hogy a 4. lépés a 8D módszerben a legkritikusabb, ha itt rossz gyökérokat választunk ki, a rá épülő intézkedések sem fogják megoldani az valódi problémát. Kellő alaposág indokolt ebben a fázisban, ellenkező esetben teljesen rossz irányba terelhetjük el a problémamegoldást. Érdeemes erre a fázisra a megfelelő időt rászánni, hogy ne okozunk nem várt kellemetlenségeket.

Az ötödik fejezet a folyamatban (D5) a meghatározott javító intézkedések közül a legmegfelelőbbek kiválasztása. A javító intézkedéseket alapvetően két féle kategóriába tudjuk sorolni: megakadályozó és detektáló. Megelőző intézkedésnél gyakorlatilag a hiba előfordulását szeretnénk megszüntetni vagy a jelenlegi szinthez képest csökkenteni. Megelőző intézkedések esetén fontos, hogy igazolnunk (verifikálnunk) kell, hogy az adott intézkedés ténylegesen az adott gyökérokra lesz a megoldás [15]. Ideális esetben ez azt jelenti, hogyha „bekapcsoljuk” a javító intézkedést a hiba megszűnik, amint „kikapcsoljuk” a hiba újból előfordul. Sajnos ez a gyakorlatban nagyon kis eséllyel fog így történni. Tapasztalatom szerint ilyen esetekben több hétnek, hónapnak kell elteltie, hogy megbizonyosodjunk arról, hogy az intézkedés valóban az adott gyökérokra volt megoldás (természetesen előfordulhat kivétel és van, amikor lehet ki-bekapcsolni a hibát). Detektálásra általában nehezebb és költségesebb intézkedéseket hozni, hiszen ebben az esetben műszaki fejlesztésekre van szükség pl.: szenzorok, kamerák használatára. Emberi ellenőrzés esetén természetesen lehet képzésekről, vizsgákról is szót ejteni, de az emberi hibaészlelés mindig magával hordozza a tévesztés veszélyét. A bevezetett intézkedések kiválasztásának továbbá része, hogy fel kell mérni, hogy az milyen további kockázatot okozhat a folyamatban.

A hatodik lépésként (D6) történik a kiválasztása azoknak az ellenőrzéseknek, melyekkel a probléma okait valóban ki lehet küszöbölni. Az akciókat be kell vezetni és meg kell figyelni, hogy azok hatásait és meg kell győződni arról, hogy nem lesz szükség további intézkedésekre. Hosszú távon ellenőrizni kell, hogy a korrekciós intézkedések megfelelő hatékonysággal működnek. Ezt alapvetően a vevői visszajelzésekből lehet a legjobban megfigyelni [14].

A hetedik lépésben (D7) meg kell határozni a megelőző intézkedéseket, hogy biztosítsuk, hogy ez a típusú probléma máshol, más gyártóberendezéseken se fordulhasson elő. Figyelembe kell venni, hogy a hiba kialakulásának milyenek voltak a körülményei, voltak-e esetleg előjelei. A folyamathoz és a termékhez tartozó dokumentációt fel kell frissíteni a bevezetett intézkedésekkel

és azok hatásaival. Mindenképpen frissíteni kell az FMEA-t, Control Plan-t, munkautasításokat, technológiai dokumentációkat, ha szükséges a folyamatábrát.

A nyolcadik lépésben (D8) megköszönjük a csapatnak a projektben történő részvételt, elismerjük a munkát és feloszlátjuk a 8D csapatot [15].

Összegezve a különböző folyamatmodelleket nem érdemes kiemelni egyet, amelyik jobb, mint a másik. Alapvetően elmondható, hogy, minél több lépésre van bontva a folyamat, annál nagyobb fegyelmzettséget követel meg a problémamegoldásban részt vevő csapat tagjaitól. Összetettebb vagy súlyosabb problémákra érdemesebb a több lépésből álló folyamatmodelleket használni, hogy ne maradjanak ki olyan elemek, amik további problémákat eredményezhetnek. Olyan hibák esetén, melyek kevésbé okoznak súlyos következményeket vagy nagyobb kreativitásra van szükség a problémamegoldás folyamatán belül érdemesebb a kevesebb lépésből álló módszert használni, ezzel nem leszünk olyan szigorú lépések mellé láncolva és nagyobb teret nyer a szabad gondolkodás.

2.5. Probléma leíró módszerek

A problémával kapcsolatos minden ismert információ és a problémamegoldó csapat tagjainak azonosítása szolgálnak bemeneti adatként az elemzési és megoldási folyamatban. A problémával kapcsolatos pontos tények beszerzése és a megfelelő emberek bevonása elengedhetetlen a hatékony problémafelvetés kidolgozásához. A problémamegoldás szempontjából döntő fontosságú, hogy a döntések pontos információkon alapuljanak. Ezen a ponton a probléma megoldásához szükséges összes információ nem feltétlenül áll rendelkezésre. A folyamat későbbi lépéseinek segítése érdekében a lehető legtöbb objektív adatot rögzíteni kell. Meg kell határozni, hogy milyen típusú információkat kell gyűjteni, hogyan kell feldolgozni az összegyűjtött adatokat, és hogyan kell megosztani az információkat a csapattal [6].

2.5.1. 5W2H

Az 5W2H elemzés segít értelmezni egy problémát és összegyűjteni a probléma hatékony megoldásához szükséges adatokat. A csapat ezután egy olyan információ halmazt hoz létre, amely segít tisztázni azokat a lépéseket, amelyeket a megoldás érdekében megtehetnek. Az 5W2H-ban szereplő kérdések felsorolása, a 8. ábrán látható [6].



7. ábra: 5W2H összetevői [16]

What? - Ennek a kérdésnek a megválaszolása az 5W2H folyamat első lépése, és itt határozza meg a csapat vagy a szakember a problémát és a célt. A válasz áttekintést ad arról, hogy az 5W2H elemzés mit kíván megoldani. A válaszadás során igyekezni kell világosan, tömören leírni a problémát és meghatározni a kívánt eredményt. Helyzettől függően a következő kérdéseket érdemes feltenni:

- Mi az alkatrész?
- Mi a referencia/tűrés?
- Mi a hiba?
- Mi a feladat?
- Mi a jelenlegi folyamat?
- Mi történt?
- Mi a megfigyelés?
- Mit akarunk elérni?

Why? - A folyamat következő lépése annak meghatározása, hogy miért alakulhatott ki egy probléma, vagy miért fontos egy cél elérése. Amikor ezt a kérdést egy probléma megoldására használjuk, meg kell határozni, hogy miért fordul elő a probléma, lehetőleg az elsődleges okának azonosításával (nem gyökérokelemzés, csak nagyvonalú tények megállapítása pl.: gyártási hiba vagy emberi mulasztás). Hasznos lehet annak meghatározása is, hogy miért szükséges a probléma megoldása. Egy cél (pl.: ne forduljon elő többször a hiba, ne áramoljon ki többet a hiba) esetében a cél létrehozásának alapvető okának meghatározása segíthet például a csapat minden tagjának megérteni, hogy miért kell bizonyos feladatokat végrehajtaniuk. Ez az eszköz kulcsfontosságú eleme, mivel útmutatást nyújt egy cél vagy projekt számára, és lehetővé teszi, hogy az egyén vagy a csapat megértse annak jelentőségét.

Where? - Ez a lépés annak tisztázását jelenti, hogy hol fordult elő a probléma, illetve hol várható megoldás. Például, ha egy gépet érintő problémáról van szó, az elemzés során meghatározhatjuk, hogy melyik gépen és milyen környezetben fordul elő a probléma. Ha reklamáció esetén végezzük az elemzést, akkor meg kell említeni, hogy a probléma detektálása a vevőnél történt. Ettől függetlenül a rendelkezésünkre álló adatokból meg kell határozni, hogy a szervezeten belül hol történhetett a hiba.

When? - Ez a lépés magában foglalja annak meghatározását, hogy a csapat mikor tudja végrehajtani a probléma megoldását, illetve mikor tudja végrehajtani az egyes lépéseket a cél elérése érdekében. Ezen kívül azt is meg kell határozni, hogy a hiba mikor keletkezett vagy mikor lett detektálva.

Who? - Ez egy probléma több különböző aspektusára is vonatkozhat, természetesen ezt az adott szituáció dönti el, hogy milyen környezetben kell és érdemes feltenni a kérdést. Az alábbi lehetséges kérdéseket érdemes megfontolni:

- Ki felügyeli a folyamatot?
- Ki észlelte a problémát?
- Ki nem vette észre a hibát?
- Ki tanította be a hibát előállító dolgozókat?

How? – Ennél a pontnál mindenképp tisztázni kell, hogy hogyan lett a probléma észlelve. Továbbá a csapat meghatározza, hogy milyen lépésekre van szükség a következő fázisokban,

milyen módszereket kell használni a célok elérésére és a különböző módszereket, tevékenységeket felelősökhöz lehet rendelni. Itt hasznos lehet egy folyamatábra vagy projektterv létrehozása.

How much? – Ebben a fázisban kell azonosítani, hogy a hiba mekkora mennyiségben fordult elő, ezek mekkora selejtköltséget jelentenek a cég számára. Amennyiben vannak selejtadatok meg lehet tudni, hogy mennyi hasonló terméket fogunk még találni. Ezen kívül meg lehet határozni, hogy ez mekkora válogatási költséget fog eredményezni számunkra. [16]

2.5.2 IS-IS NOT

Az IS-IS NOT elemzés segít elemezni és leszűkíteni, hogy mi tartozik és mi nem tartozik a problémamegoldás hatáskörébe. Önmagában nem szokás használni az IS-IS NOT elemzést, sokkal inkább 5W2H-val együtt egy közös mátrixban. A technika megakadályozza, hogy a felhasználó egy valótlan problémát vagy annak részletét kezdje el elemezni. Amennyiben a csapat elvégzi ezt a gyakorlatot, akkor egy megerősített probléma leírást kap, amely segít a hiba megoldásában és megisméltődésének megakadályozására irányuló terv létrehozásában. Egyszerűen fogalmazva, ez az a szükséges eszköz, amely elvezet a probléma pontos terjedelméhez. Ez egy egyszerű módszer a problémák sikeres leszűkítésére a "Mi az" és "Mi nem" megértésével [17].

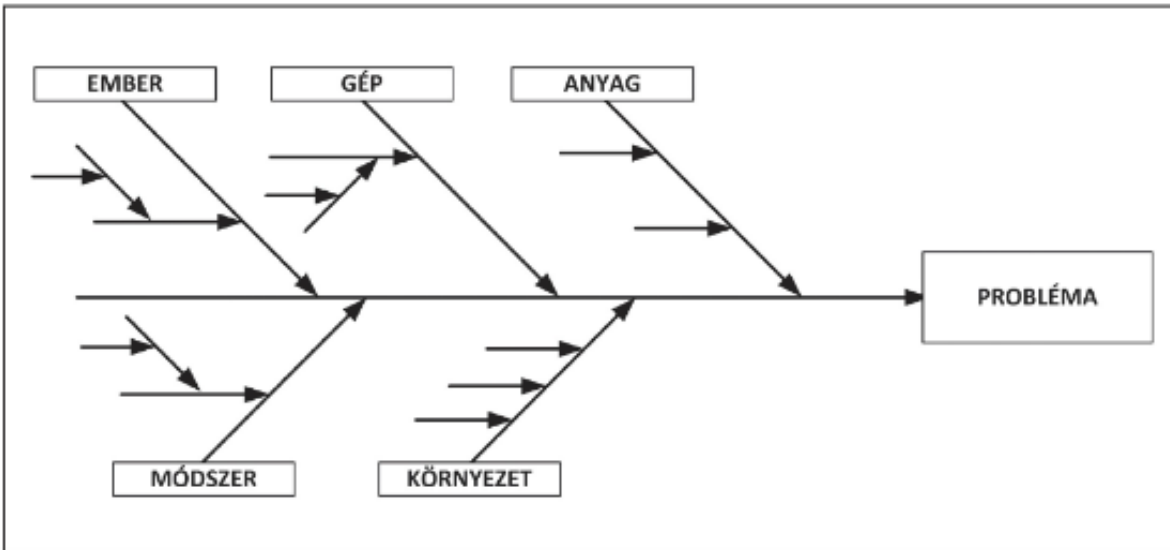
2.6. Hibaelemző technikák

2.6.1. Isikava diagram

Az Isikava diagramot (más néven halszákladiagram vagy ok-okozati diagram) a 20 század közepén fejlesztette ki Isikava Kaoru, a japán minőségmenedzsment egyik úttörője. A módszer célja, hogy feltérképezésre kerüljön egy adott eseményt kiváltó összes lehetséges ok. Használata széles körben elterjedt a terméktervezésben, hibák megelőzésénél, problémamegoldásnál vagy akár mindennapi problémák megoldásánál [18].

A halszáklka diagram elkészítését, elvégzését általában célszerű keresztfunkcionális csapatban elvégezni az adott probléma kérdéskörében járatos szakemberekkel. Általában a folyamat megkezdése előtt célszerű a valószínűsíthető okokat csoportosítani, erre több módszer is van. Az iparban leggyakrabban használatos az úgynevezett 6M módszer, mely 6 angol szóból (Man, Machine, Material, Method, Milieu, Management) áll össze, természetesen minden problémánál ezeken lehet alakítani, hogy a lehető legjobban illeszkedjen az adott helyzeten. A 10. ábrán láthatunk egy Isikava diagramot, melyen 5 kategóriába vannak sorolva a lehetséges hatások [10].

Az okok osztályozása után azonosítani kell az összes lehetséges kiváltó okot, majd erre javítóintézkedéseket kell megtervezni. A módszert tapasztalatom szerint inkább olyan eseteknél használják, amikor az adott probléma pontos kialakulását nem ismerjük azonnal. Több olyan lehetőség is előfordulhat, melyek súlyosan befolyásolják az adott hiba előfordulását és ilyenkor egy nagyon jó módszer, hogy összeszedjük vele a gondolatainkat egy közös csatornára és azok közül tudjunk rangsorolni, melyikkel érdemes foglalkozni és melyikkel kevésbé.



8. ábra: Isikava diagram [10]

2.6.2. 5 miért elemzés

Az 5 miért elemzés a japán Toyota alapítójától, Sakichi Toyodától származik. A minőségügyi technika az ok-okozati kapcsolatok egyik legegyszerűbb és legjobban elterjedt gyökérokelemzési módja. Sok esetben hajlamosak a vállalatok tüneti kezeléseket alkalmazni, melyek során ellenintézkedéseket hoznak a látszólagos problémára. Az elemzés segít nekünk, hogy többszöri miérttek egymás utáni kérdezésével a bekövetkezett hiba mélyére ássuk magunkat és megelőzzük a probléma kiújulását, továbbá a hasonló gyökérokkel rendelkező problémákat is meg tudjuk vele előzni. A módszer gyakorlati használatához célszerű hátulról visszafele is elolvasni a kérdésekre tett válaszokat [5]. A 11. ábrán láthatunk egy példát az 5 miért elemzésre, mely nagyon jól szemlélteti, hogy a különböző kérdések után milyen változatos ellenintézkedéseket tudunk hozni, melyekkel nem feltételen a probléma gyökerét fogjuk megoldani.

Kérdés	Válasz	Ellenintézkedés (Megoldás)
Miért olajos a padló?	Mert az egyik gépből szivárog a folyadék.	Folyadékot feltörölni.
Miért szivárog a folyadék?	Mert az egyik tömítés elhasználódott.	Tömítést kicserélni.
Miért használódott el a tömítés?	Mert nem a megfelelő folyadékhoz lett megválasztva.	Tömítés típusát megváltoztatni.
Miért nem a megfelelő folyadékhoz választották a tömítést?	Mert azt gondolták, hogy ebben a gépben is olyan folyadék van, mint a többiben a gyártósoron.	Tájékoztatni az érintetteket az új folyadékról.
Miért gondolták, hogy minden gépben azonos folyadék van?	Mert nem mentek ki a sorra az érintettektől megkérdezni.	Genchi genbutsu oktatása.

9. ábra: 5 miért elemzés példa [19]

A probléma valódi okának megtalálására addig kell feltenni a kérdéseket, amíg azt meg nem találjuk. A gyakorlatban az 5 miért sokszor nem kivitelezhető, természetesen ésszerűen kell csinálni, előfordulhat, hogy 3 kérdés után megtaláljuk a gyökérokot, más esetekben 7 kérdést is fel kell tennünk a siker eléréseért. Természetesen más forgatókönyv is előfordulhat [19].

A gyakorlatban ezt a módszert bonyolultabb problémák esetén más hibaelemző módszerekkel együtt szokták használni pl.: ok-okozati diagrammal. Önmagában is lehet használni egyszerűbb, jobban definiált problémák okainak megtalálására. Tipikusan rendszerauditok nem megfelelőségeire kifejezetten hasznos technikának tartom, hogy kiderítsük, hol hiányzott az a pont, ami nem volt megfelelően leszabályozva vagy miért nem került bele megfelelően a gyakorlatba az adott folyamat.

2.6.3 Brainstorming

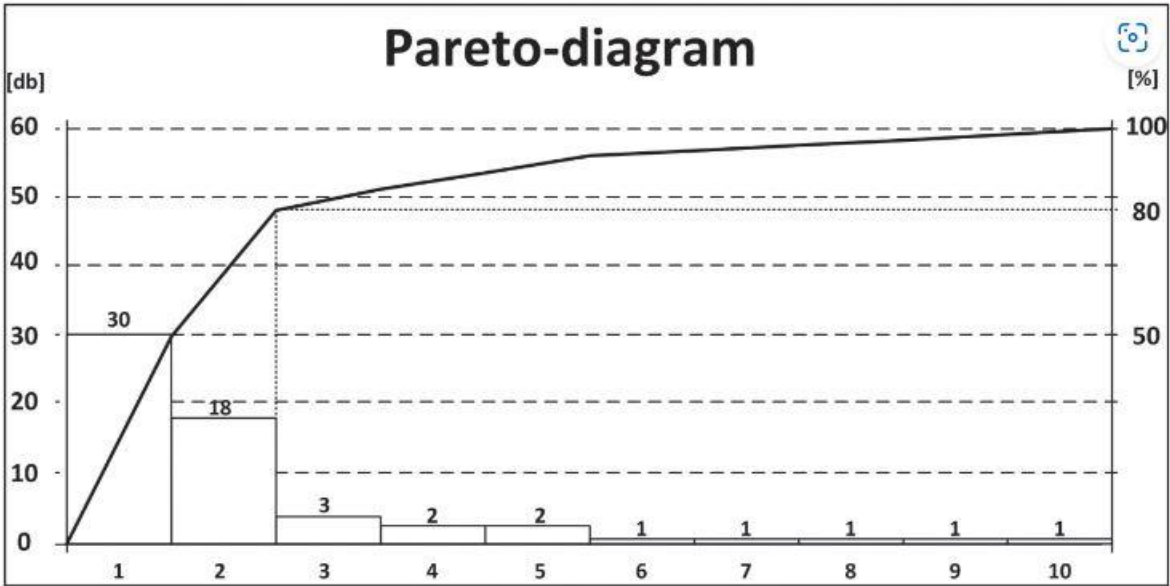
Ezt a technikát a magyar nyelvben általában ötletrohanként is szokás használni. Az egyik legnagyobb előnye a technikának, hogy biztosítja a szabad és közös gondolkodást. Egy jó ötleten több ember is tud gondolkozni és azt adott esetben a kiinduló ötletet a csapat tovább tudja fejleszteni. Fontos eleme, hogy a közös ötletelés során nincsenek rangok, nincsen hierarchia, mindenki egyenrangú félként kell, hogy elmondja a véleményét és ki kell zárni a kritizáló hangnemet [10].

A brainstorming technika egy alapvetően egyszerű módszer, mely az élet minden területén alkalmas arra, hogy problémák megoldására ötleteket találjunk ki, mégis vannak alapszabályok, melyeket érdemes figyelembe venni a lehető legjobb hatásfok elérése érdekében.

1. Annyi ötletet kell generálni, amennyit csak lehet: Bár a legtöbb ember számára ez ellentmondásosnak tűnhet, a brainstorming inkább a mennyiségről, mintsem a minőségről szól. Amennyiben a hangsúlyt a lehető legtöbb ötlet összegyűjtésére helyezzük, az emberek hajlandóbbak megosztani olyan dolgokat is, amelyeket egyébként irrelevánsnak vagy túlzónak minősítenének.
 2. Kritizáló megjegyzések nem megengedettek: A módszer során nem szabad kritizálni egy ötletet sem, hiszen itt egyszerűen a generálásról van szó. Az azonnali visszajelzés hiánya lehetővé teszi az emberek számára, hogy nyomás vagy félelem nélkül nyíltabban osszák meg gondolataikat.
 3. „Vad” és ambíciózus ötleteket is szívesen kell fogadni: Ahhoz, hogy elérjük, hogy a csapat tagjai nagyban gondolkozzanak el kell várni és ösztönözni kell a tagokat, hogy a komfortzónán kívül is tudjanak gondolkodni.
 4. Emberek ösztönzése, hogy más ötletekre is építsenek: Ennek a pontnak az egyik legfontosabb eleme, hogy biztosítani kell, hogy emberek sokszínű csoportja jöjjön össze, hiszen a sokszínűség ösztönzi a kreativitást és az innovációt, így a különböző felszólalások, megjegyzések elősegíthetik, hogy minél változatosabb és teljesebb ötletek szülessenek.
- [20]

2.6.4. Pareto elemzés

A technikát Vilfredo Pareto olasz közgazdász találta fel 1906-ban. Az ő tanulmányai során a vagyon egyenlőtlen eloszlását tanulmányozta a világban, mely során megfigyelte, hogy az emberek 20%-a birtokolja a Föld vagyonának 80%-át. Ebből a megfontolásból szokás az elvet 80-20 szabálynak is nevezni. Idővel kiderült, hogy a szabály nem csak a gazdasági világban, hanem az élet más területein is hasonló képet mutat számos más helyzetben vagy tudományágban [21].

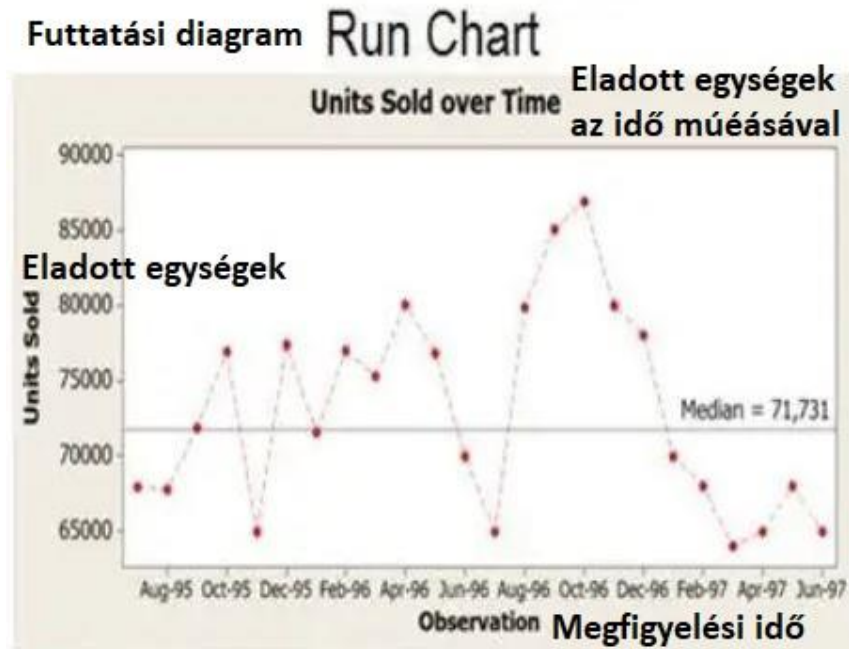


10. ábra: Pareto diagram [10]

Juran továbbfejlesztette Pareto elvét, és a 80/20 szabályt a minőségügyi vizsgálatokra is alkalmazta. Például elmélete szerint a legtöbb terméknél a hibák 20%-a okozza a problémák 80%-át [21]. A Pareto diagramok az események előfordulási gyakoriságát mutatják. Használható a leggyakoribb események és a ritkább események elkülönítésére, a problémamegoldási erőfeszítések rangsorolására és/vagy egy lehetséges fejlesztés hatásának értékelésére. Prezentációk bemutatásakor a Pareto diagramok vizuálisan hatékony eszközei az okok, problémák vagy egyéb feltételek relatív fontosságának bemutatására [6]. A 12. ábrán egy egyszerű példán keresztül látható egy Pareto diagram, melyen jól leolvasható, hogy a vízszintes tengelyen található 1-es és 2-es kategóriájú hibák adják ki az összes hibának a 80%-át.

2.6.5. futtatási diagram

A futtatási diagram egy termék- vagy folyamatjellemző grafikus, időrendi ábrázolása. Vizualizálja az látni kívánt adatokat, amennyiben segítséget nyújt egy központi vonalat is lehet rajta ábrázolni, ami az adott időszak átlagát mutatja. A futást trendnek is nevezik [6]. A futtatási diagramok az adott folyamat teljesítményének megjelenítésére szolgálnak. Láthatjuk a ciklusokat, a felfelé és lefelé irányuló trendeket. Elsősorban egy adott folyamat teljesítményének a nyomon követésére tudjuk használni. Kifejezetten alkalmas olyan esetekben, amikor a fejlesztésünk, intézkedésünk hatásosságát akarjuk vele mérni [22]. A 13. ábrán láthatunk egy futtatási diagramot, melyen az eladott egységeket vizsgálják az idő múlásával 2 hónapos léptékekben.

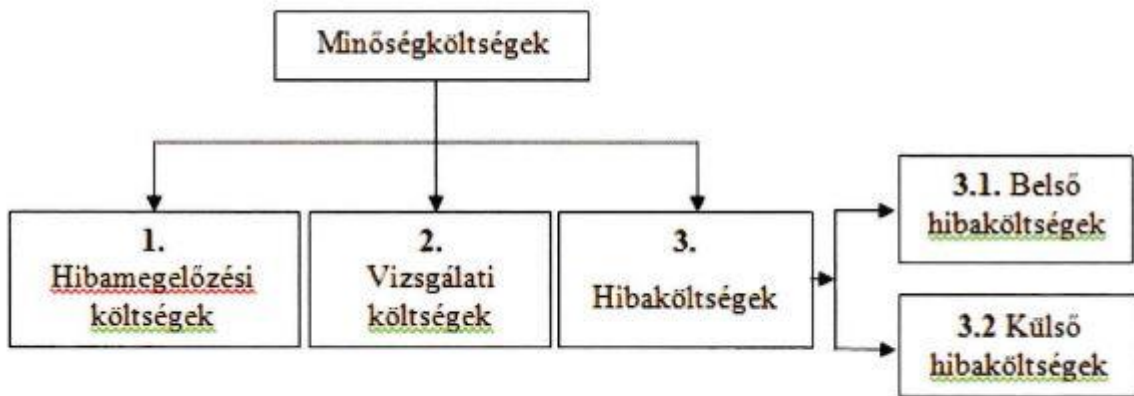


11. ábra: Futtatási digram [22]

2.7. A hibák költségei

A minőségnek a gazdasági megközelítése egyre nagyobb fókuszot kap a gyártó vállalatok életében. A vállalatok vezetőinek pontos információkra vannak szükségei, hogy a megfelelő döntéseket tudják meghozni. A minőség hatással van a vállalatok bevételeire és kiadásaira is. A bevétel nem mutatható ki teljesen egzakt módon. A jobb minőség növelheti a termék egy terméknek vagy szolgáltatásnak az árát. A vállalkozás nagyobb piaci részesedést tud szerezni, növelheti versenyképességét, nagyobb eséllyel fog sikeres ajánlatokat tenni, végső soron a minőségnek ára van.

A minőségnek a költségekre gyakorolt hatását ennél könnyebben lehet kimutatni, melyet a 14. ábrán láthatunk, mely alapján a minőségköltségeket 3 nagy csoportba tudunk sorolni: hibamegelőzési-, vizsgálati-, és hibaköltségek. Az ábrán láthatjuk továbbá, hogy a hibaköltségeket fel tudjuk bontani belső-, és külső hibaköltségekre [23].



12. ábra: Minőség költség összetevői [23]

A hibaköltségeket a német autóipari szövetség alapvetően 3 nagyobb kategóriába sorolja, melyekkel a legtöbb gyártóvállalat foglalkozik és viszonylag könnyen számszerűsíthetőek: selejt, utómunka, garanciális és reklamációs költségek.

A selejt olyan anyagokat, alkatrészeket és termékeket jelent, amelyek minőségi hibák miatt használhatatlanok. Műszaki, gazdasági vagy jogi okokból nem lehetséges vagy nincs értelme tovább feldolgozni vagy átdolgozni őket, aminek következtében selejtezni vagy újrahasznosítani kell őket. A gyártási folyamat során bármikor előfordulhat selejt, és az adott tárgyat el kell távolítani a gyártási folyamatból, amint a hibát felismerik. Ez megakadályozza, hogy a végterméket a gyártás során felhasználják. Az utólagos javítási költségek azok a pénzügyi kiadások, amelyek egy hibás termék esetében a minőségi követelmények utólagos teljesítése érdekében merülnek fel. Ezek magukban foglalják a szükséges szétszerelési lépéseket is. Ilyen esetekben a gyártási folyamat már nem felel meg a tervezett szabványos gyártási folyamatnak. Az utólagos javítási költségeket nem számítjuk selejtnek, viszont az erre a célra ráfordított erőforrásokat számolni kell [24]. Garanciális vagy reklamációs költségek akkor merülnek fel, amikor a termék valamilyen jogszabályi, szabványi vagy vevői követelménynek nem felel meg, azonban ez már csak a vevőnél derül ki, ami reklamációval, válogatási-, visszaszállítási-, javítási-, kötelezettségekkel jár [23].

3. Anyag és módszer

3.1. Vállalat rövid bemutatása

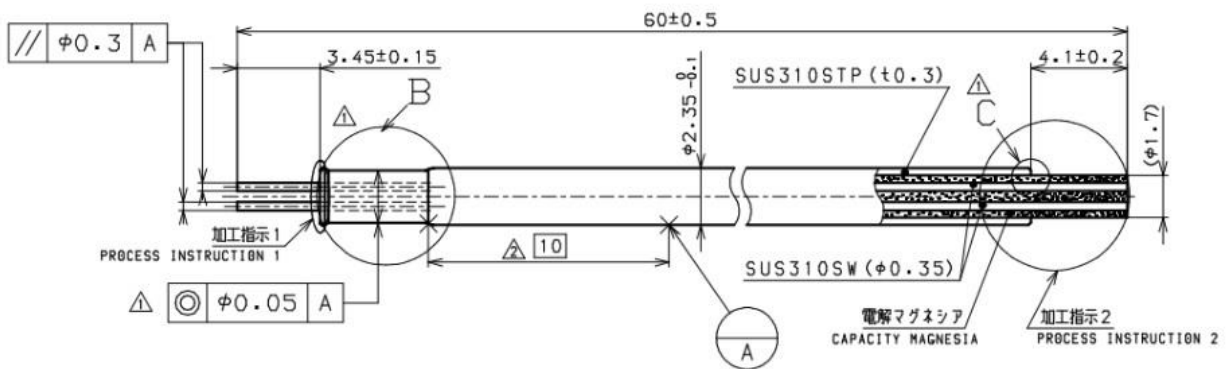
A cég alapítója, Kleisz József úr, házának pincéjében már a 20. század 2. felében végzett forgácsoló tevékenységet. Garázsa, egyben műhelye hagyományos eszterga és más forgácsoló gépekből állt. Ezekből az alapokból alakult meg 1984-ben a MATRO Gmk, amely 1991-ben alakult át MATRO Kft-vé. A vállalat az elmúlt évek alatt 21. századi technológiával rendelkező céggé fejlődött. 1995 óta gyárt haszongépjárművek fékrendszeréhez alkatrészeket elsősorban a Knorr Bremse Csoport részére. 1997 óta az alaptevékenység kiegészült a váltólapkás forgácsoló szerszámok gyártásával az Iscar Hungary Kft részére. 2004 évben a CNC esztergagépekhez használatos statikus és dinamikus kivitelű szerszámbefogók valamint ezekhez kapcsolódó alkatrészek fejlesztését és gyártását kezdte meg. A cégnek mára számos, főleg német gépgyártó vállalat számít legnagyobb vevőinek a szerszámgyártási tevékenység kapcsán, akik Index, DMG Mori, és számos neves CNC géphez forgalmazzák a vállalattól vásárolt alkatrészeket. 2010-ben kezdődött az autóiipari irányzat bővítése, első körben benzin üzemű személygépjárművekbe épülő termékek gyártását kezdte el a vállalat, majd 2013 bővült a paletta a diesel üzemű személygépjárművekhez elkezdődött a különböző alkatrészek gyártása. A cég működése Pécsen, a Nagypáti úton 2003 óta folyik, az épület kialakítása során a legfontosabb mindig a jó helykihasználás kérdése és a gyártás tökéletesítése volt. Pécs város jól megközelíthető részén elhelyezkedő telephelyén kétszer, 2013- ban és 2019-ben történt telephelybővítés, aminek köszönhetően ma már kb. 5000 m²-en zajlik a gyártás. A cég gazdálkodása a folyamatos fejlődés és növekedés jegyében zajlik. Az árbevétel a kezdetek óta dinamikus növekedési pályát írt le, mára meghaladja a 3,7 mrd Ft-ot. Az árbevétel folyamatos emelkedésének a hajtó motorja a Vevői elégedettség volt. A vállalat hűen vallja, hogy a legjobb marketing, ha a vevő elégedett és ennek mentén próbálják élni mindennapjaikat [25].

3.2. Probléma elemzése

3.2.1. Alkatrész és folyamat elemzése

A Matro Kft. egyik legnagyobb mennyiségben gyártott terméke az ún. Pin sheath termék, mely a diesel motorok részecskeszűrő egységébe épül be és a kipufogógázok hőmérsékletmérésében játszik szerepet. A terméket éves szinten kb. 7.000.000-s darabszámban rendeli a vevő, melyet 5 Citizen L12-s CNC vezérelt esztergagépen gyártanak. Az alkatrész korántsem mondható átlagos

forgácsolásra szánt termékek, ugyanis egy hóálló acél csőbe MgO por van beleprésselve, melyen még 2db. huzal is keresztül van húzva. Az alkatrész rajzát a 15. ábrán lehet látni.



13. ábra: Pin sheath alkatrész műszaki rajzának részlete [Saját kutatás, saját szerkesztés]

Az alkatrész teljes hossza leolvasható a rajzról, mely $60 \pm 0,5$ mm. Előre darabolt állapotban érkezik 2000 darabos egységcsomagokban. Megmunkálás során a továbbiakban ezt nevezem alapanyagnak. Az alapanyagot egy tölcserbe kell betölteni, majd automata, toló rúddal segített beadagoló rendszerrel jut a főorsóba a megmunkálandó alkatrész. A beadagolást követően a főorsóban patronnal történő befogással történik a munkadarab szorítása. A megmunkálás során a főorsóban a 14. ábrán látható bal oldali méretek megmunkálása történik, míg az ellenorsóban ugyanezen ábra jobb oldali forgácsolása fog megvalósulni. A forgácsolást a főorsóban 3 szerszám, míg az ellenorsóban 2 szerszám fogja végezni. Mindegyik szerszám teljesen ugyanolyan kialakítású DCGT típusú lapka 0,1 mm-es rádiusszal (több szerszámnak az az értelme, hogy szerszámcsere miatt ne kelljen olyan sokszor megállítani a termelést, illetve egy szerszámcsere során egyszerre több szerszámot lehet cserélni). A megmunkálást követően egy szállítószalag továbbítja a munkadarabot egy manipulátor egységhez, melynél a munkadarab bal oldalát 70-110 mikron nagyságú gyöngyporral kell megszórni, hogy a bal oldalán lévő elektródák láthatóvá váljanak, eltávolítva a MgO port. A gyöngyszórást követően a manipulátor egység továbbítja a munkadarabot egy kamerás ellenőrzéshez, ahol az összes rajzon szereplő méret ellenőrzése történik. A kamerás ellenőrzést követően a számítógép kiértékeli a mérési eredményeket és jó, rossz és javítható tárolókba helyezi a munkadarabokat. A megmunkálási fázis után a daraboknak 100%-os vizuális ellenőrzése következik. Az alkatrészeket egy prizmaszerű alkatrész segítségével lehet behelyezni egy kamera alá, majd a kamerán keresztül egy monitoron látható az alkatrész,

ahol sérülésekre sorjákra, magnézium töbletre és egyéb hibákra kell az alkatrészt ellenőrizni. Bizonyos hibatípusok szikével és reszelővel történő javítása engedélyezett ezen az állomáson. A kiemelkedően magas rendelési mennyiség vizuális ellenőrzéséhez átlagosan 20 vizuális ellenőrre van szükség, hogy a megfelelő mennyiség kezelhető legyen. A vizuális ellenőrzést és az esetleges javítást követően az alkatrészek csomagolása, majd raktározása és kiszállítása következik a folyamatban.

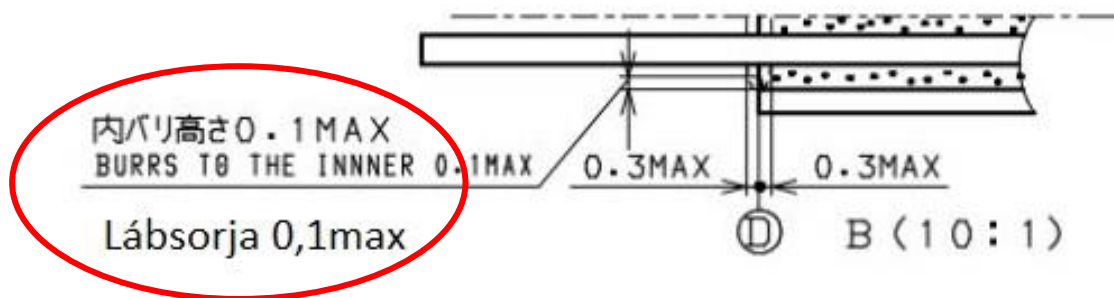
3.2.2. Probléma definiálása

A terméket forgácsolási szempontból egyszerűnek tekinthetjük, ennek ellenére meglehetősen sok probléma tud kialakulni a gyártási folyamatban, továbbá a vevői elvárások is rendkívül magas szintre lettek helyezve. Köztudott, hogy a hőálló acélok nagy képlékenységűek, szívósak és szinte lehetetlen a forgácsolásban kívánatos tört forgácsot eredményező esztergálást megvalósítani, továbbá a sorja képződése is könnyebben alakul ki. Az egyik legkritikusabb hibája a terméknek az ún. lábsorja. A lábsorja a hőálló acél belső fala és az elektródák között kialakuló fém darabok. A lábsorja típusú hibát a 15. ábrán lehet látni.



14. ábra: Lábsorja típusú hiba [Saját kutatás, saját szerkesztés]

A probléma súlyosságát tekintve, meg kell említenem, hogy amennyiben a lábsorja leválik és/vagy hozzáér az elektródához az könnyedén zárlatot okoz a rendszerben. Erre volt is példa, hogy ez a hiba az autógyárban jelentkezett és egyértelműen kimutatható volt, hogy a 15. ábrán lévő lábsorja okozta a problémát, mivel hozzáért a huzalhoz. A vevői elvárás a lábsorjával kapcsolatban látható a 16. ábrán. Az ábráról láthatjuk, hogy a megengedett maximális mértéke 0,1 mm, továbbá csak a nem leváló sorja megengedett.



15. ábra: Lábsorja megengedett mértéke [Saját kutatás, saját szerkesztés]

A lábsorját kizárólag a vizuális ellenőrök tudják detektálni az 50x nagyítású kamerák mellett. A hiba típus alapvetően szike segítségével javítható, a sorja eltávolítható róla.

A szóban forgó reklamáció miatt a 2022-es évben fordult elő az az eset, mely során kijutott hibásan összeszerelt Pin sheath termék az autógyárhoz és a részecskeszűrő nem üzemelt megfelelően a tesztek során. A hibát követően a Tier1-es rendszerbeszállító nagyobb fókuszt helyezett a Matro Kft-re és az adott hibára. Sajnálatos módon a hibás termék beszállítása nem egyedi eset volt, hirtelen megsaporodtak a reklamált daraboknak a száma, majd Május 17-én Control Shipping Level 2-es eszkalációba került a Pin sheath termék és a vállalat. A „Control Shipping Level 2” (röviden CSL2) gyakorlatilag azt jelenti, hogy a terméket kizárólag 3. fél általi 100% vizuális ellenőrzés után lehetett csak a beszállítani a vevőnek, ami súlyos pénzügyi, logisztikai és szervezési problémákkal jár.

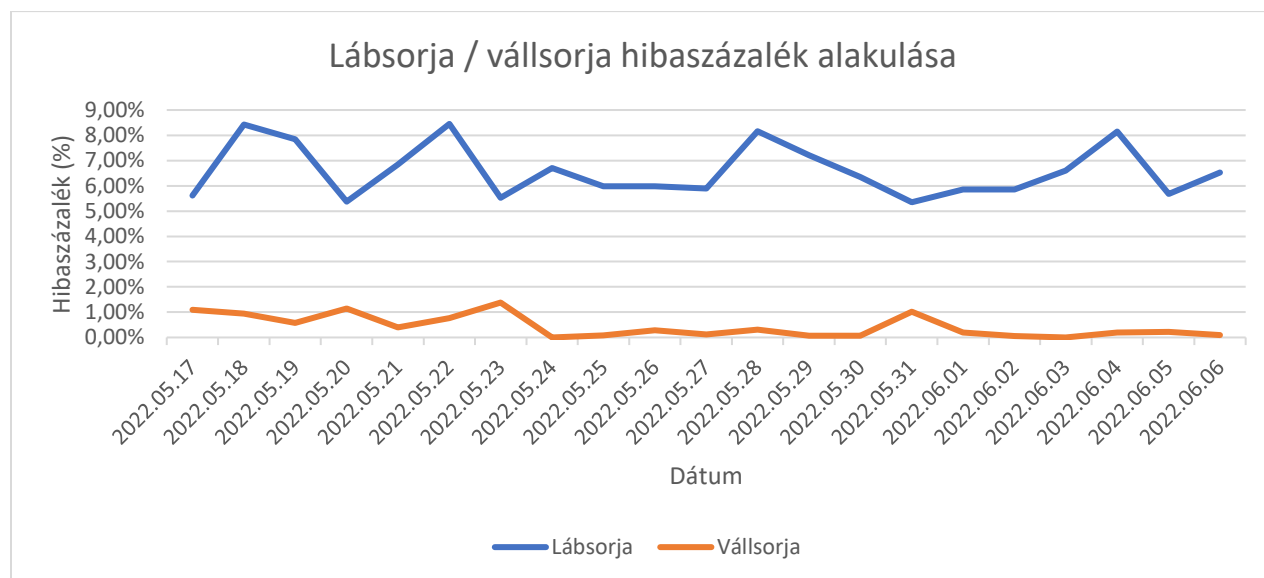
3.3. Megoldási módszerek

A cél nyilván, hogy a vevőhöz többé ne jusson ki ilyen típusú hiba, továbbá, hogy a gyártásban csökkenjen vagy megszűnjön a hiba előfordulása. A feladat megoldásában teljes körűen elemezni fogom a hibát kiváltó okokat Isikava diagram segítségével. Az okok közül rangsorolni fogom a potenciális gyökérokot, melyekre lehetséges javító intézkedéseket, teszteket fogok javasolni. A javító intézkedések „tesztüzeme” során ki fog derülni, hogy mi a hiba tényleges kiváltó oka. A kiváltó okra szükséges lesz egy mélyebb analízis, azaz egy 5Why elemzés, hogy kiderítsük mi a probléma gyökéroka. A tényleges gyökérokot a megszüntetését egy PDCA folyamaton keresztül fogom megoldani. A PDCA folyamatot annyi ciklusra bontom, amennyi szükséges a probléma megoldásáig és elfogadható eredmény lesz a folyamat végén. Szükséges a folyamat során, hogy tudjuk monitorozni a különböző fejlesztések intézkedések hatásosságát, ezt a napi gyártott

mennyiségek és a selejtes darabok számának arányában, azaz egy selejtszázalékot mutató futtatási diagram segítségével fogom ellenőrizni a jelenlegi állapotot és az előrehaladást. Az intézkedések bevezetése előtt is kell egy ilyen elemzést végezni, hogy ismerjük a kiindulási állapotot. A selejt adatokat és a gyártott mennyiségeket a vállalat belső vállalatirányítási rendszeréből gyűjtöm ki és elemezem. Amikor a problémamegoldási folyamat eléri azt a szintet, hogy már nem szükséges további fejlesztéseket eszközölni, meg fogom vizsgálni, hogy a javító intézkedések hatására milyen költségeket tudunk megtakarítani. Elemezni fogom, hogy a vizuális ellenőröknek hogyan nőtt a teljesítménye a kevesebb utómunkálási feladat függvényében. Meg fogom vizsgálni továbbá, hogy az új hibaszázalékkal ugyanazt a mennyiséget kevesebb ember is el tudja-e látni, továbbra, hogy ez milyen pénzügyi előnyökkel jár a vállalat számára.

4. Minőségügyi probléma megoldása

A probléma megoldás megkezdése előtt meg kell határozni a kiinduló állapotot, melyhez a termék gyártása és vizuális ellenőrzése során dokumentált selejtszázalékokat fogok figyelembe venni, mely a 18. ábrán látható. Az ábrán egy futtatási diagramot készítettem, mellyel folyamatosan nyomon lehet követni az aktuális trendeket. Jól látható, hogy a lábsorja típusú hiba nagyjából 5-9 % közötti, míg a vallsorja 1%-nál nem szokott több lenni. A diagram kiinduló állapota 2022. Május 17-től kezdődött.



16. ábra: Futtatási diagram kiinduló állapota [Saját kutatás, saját szerkesztés]

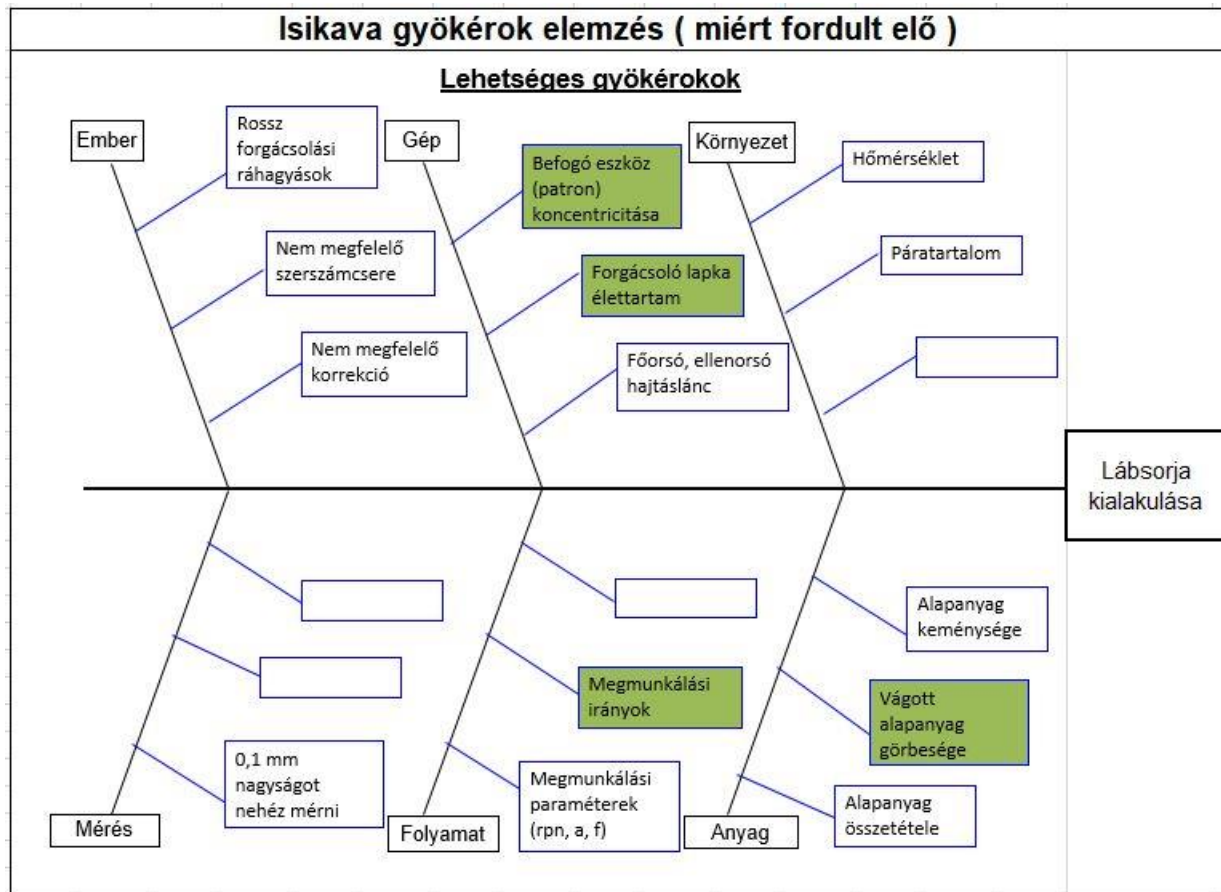
4.1. Gyökérokelemzés

A probléma megoldás következő lépésének egy alapos gyökérokelemzést készítettem mind a probléma előfordulásának, mind a kiáramlás okának figyelembe vételével. A felmerülő okok közül kiválasztottam a valószínű gyökérokot, amelyeket előrébb érdemes helyezni a probléma megoldás folyamatában.

4.1.1. Előfordulás

Előfordulás szempontjából felmerülő gyökérokot a 18. ábra tartalmazza, melyen zölddel ki vannak emelve a valószínű gyökérok. A gyökérokelemzésnél igyekeztem olyan lehetséges kiváltó okokat figyelmen kívül hagyni, amelyekkel a múltban jelentős kísérletezések zajlottak és sok eredmény párosult hozzájuk. Ilyen eset a forgácsoló szerszám típusa, mely 2019 óta

folyamatosan, havi szinten 2-3 új szerszám kísérletezését jelenti, tehát ez egy folyamatosan futó projekt, amit nem tartottam célszerűnek belekeverni a gyökérok elemzésbe.



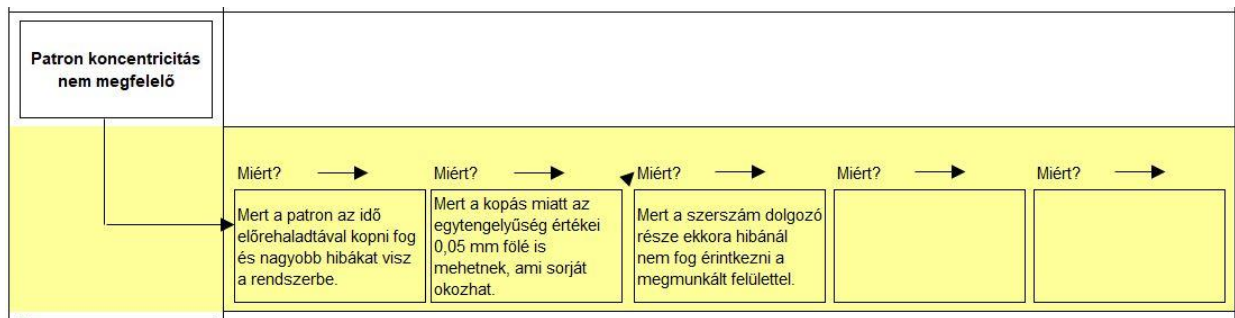
17. ábra: Isikava diagram a hiba előfordulás okaira [Saját kutatás, saját szerkesztés]

A diagramon a 6M módszert alkalmazva csoportosítottam a lehetséges kiváltó okokat. A 6 kategória a következőkből épült fel: ember, gép, környezet, mérés, folyamat, anyag. Zölddel kiemelve, mint valószínű gyökérok 4 elem lett megnevezve:

- Befogó eszköz (patron) koncentricitása – gép kategória
- Forgácsoló lapka élettartama – gép kategória
- Mégmunkálás iránya – folyamat kategória
- Vágott alapanyag – anyag kategória

A felsorolt pontok önmagukban nem mondanak túl sokat és nem következik belőle egyértelműen, hogy az adott hibaokok miért okoznak problémát a gyártási folyamatban, ezért további elemzést

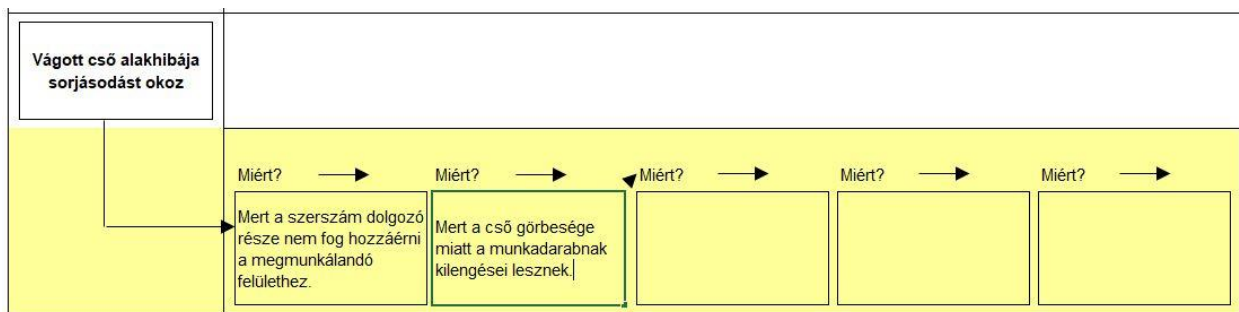
végeztem, mindegyik valószínű hibaoknál szükséges egy-egy 5 miért elemzés. A befogó eszköz (patron) túl magas koncentricitása, mint hibaok 5 miért elemzését a 20. ábrán lehet látni.



18. ábra: Befogó eszköz hibaok 5 miért elemzése [Saját kutatás, saját szerkesztés]

Az elemzés során azt az eredményt kaptam, hogy amennyiben a patron kopás szintje meghalad egy bizonyos értéket, a munkadarab egytengelyűségi hibái nőni fognak, ezáltal a szerszám nem körkörösén fogja megmunkálni a terméket és lesznek bizonyos pontok, ahol már fizikailag nem is fog tudni hozzáérni a felülethez és sorját tud hagyni maga után.

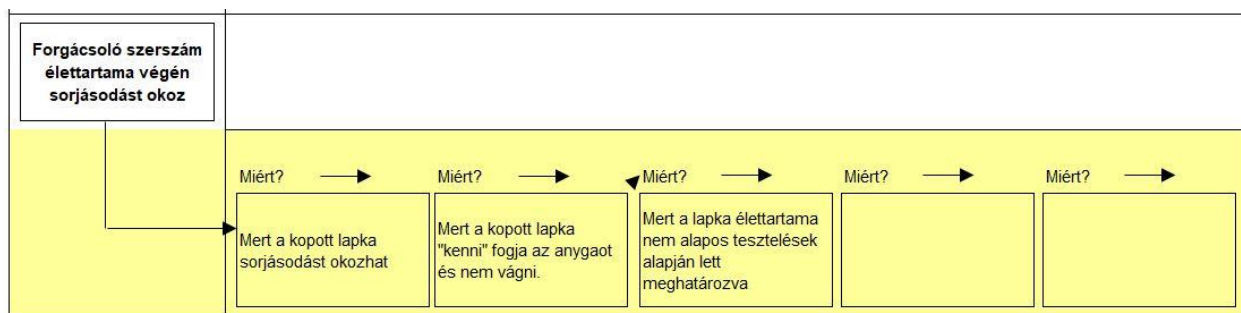
A vágott alapanyag görbesége szintén nem egyértelmű, hogy hogyan és milyen mértékben tudja befolyásolni a sorjásodás mértékét. Az említett hibaokra elvégzett 5 miért elemzés a 21. ábrán olvasható.



19. ábra: 5 miért elemzés vágott cső görbeségére [Saját kutatás, saját szerkesztés]

Az ok alapvetően hasonló, mint az előző esetben, csupán itt a nem vagyunk képesek befolyásolni, hogy milyen mértékben lesz görbe az alapanyag. Ezt kizárólag beszállítói közreműködéssel lehet megoldani, ehhez viszont egyértelmű bizonyítékokra és tesztekre lesz szükség a későbbikben.

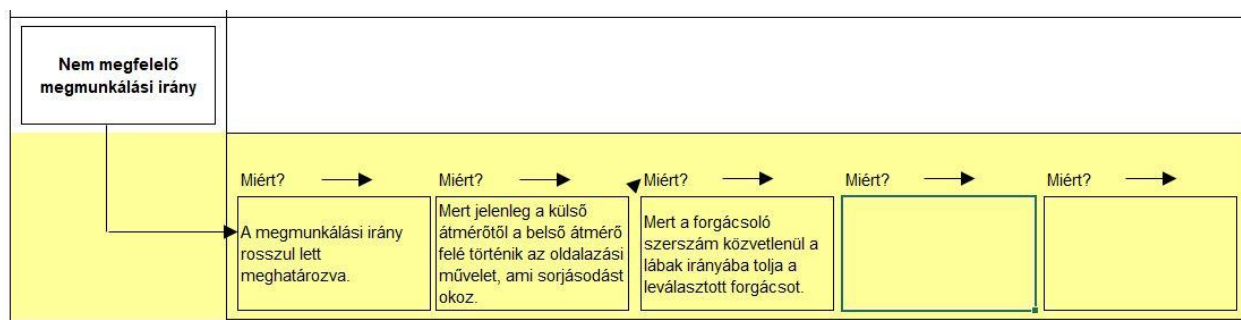
A következő felvett potenciális hibaok a forgácsoló lapka élettartama, melynek mélyebb gyökérokélemzését a 22. ábrán látható 5 miért elemzésben található.



20. ábra: 5 miért elemzés a nem megfelelő szerszámélettartamra [Saját kutatás, saját szerkesztés]

Az elemzésből azt láthatjuk, hogy a kopottabb szerszám vágóéle kevésbé lesz alkalmas arra, hogy az esztergálási feladatait elvégezze. A szerszám tolni fogja maga előtt az anyagot, inkább képlékenyalakítást fog végezni az amúgy is szívós hőálló acélon, míg egy éles szerszám vágni fogja a munkadarab felületét.

Az utolsó meghatározott potenciális hibaok a megmunkálási irányok nem megfelelősége, amelyhez készített 5 miért elemzést a 23. ábrán lehet megtekinteni.



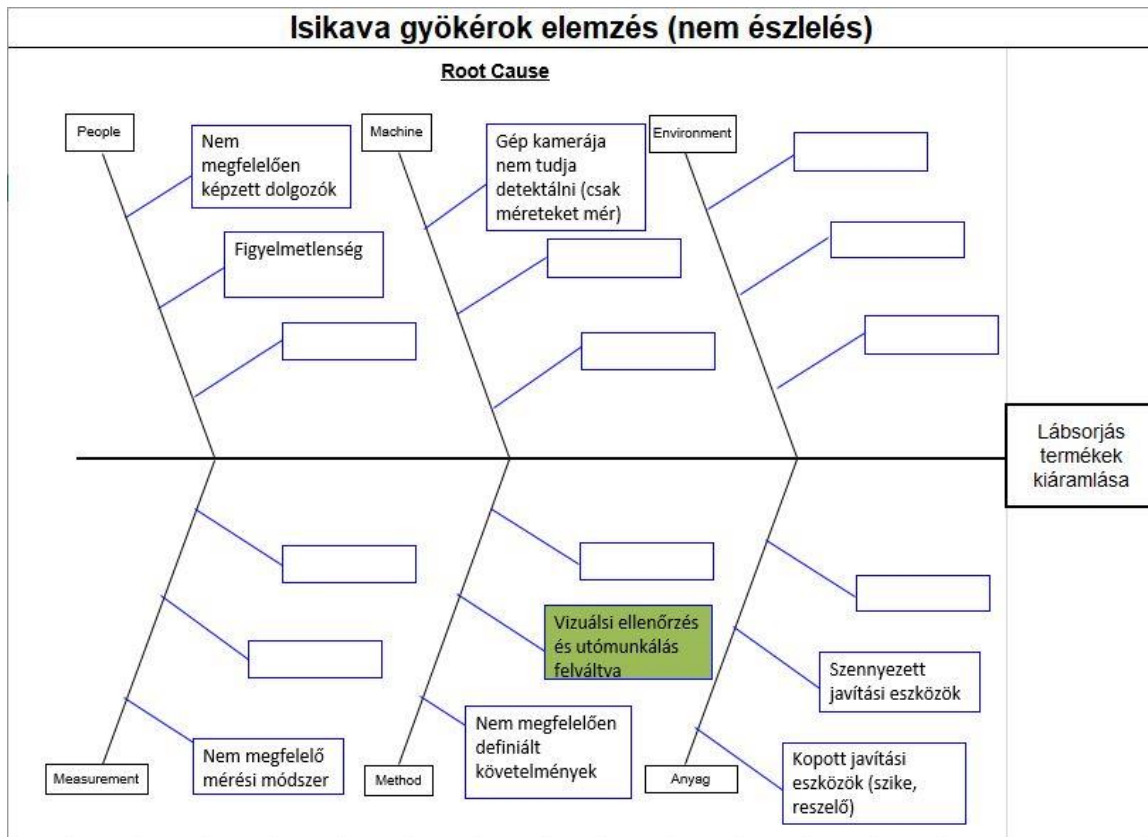
21. ábra: 5 miért elemzés a nem megfelelő megmunkálási irányokkal kapcsolatban [Saját kutatás, saját szerkesztés]

Az elemzés azt mutatja, hogy a nem megfelelő forgácsolási irány jelentősen befolyásolhatja a sorjaképződés mechanizmusát. Logikusan hangzik megfordítani a megmunkálási irányokat, hogy az esztergálás a belső átmérő felől a külső átmérő felé történjen. Ennek viszont a kockázatait is figyelembe kell venni. A sorját valamilyen mértékben és valamilyen irányba vinni fogja magával a szerszám, ebben az esetben nem befelé, hanem kifelé.

4.1.2. Kiáramlás

Következő lépésként szintén egy Isikava diagramon vázoltam fel az összes olyan lehetséges hibaokat, melyek a terméknek a kiáramlását eredményezték, tehát az ellenőrzési folyamatban is

vannak olyan tényezők, melyek nem működnek megfelelően. A kiáramlás szemszögéből végzett okelemzést a 20. ábra mutatja.



22. ábra: Isikava diagram a hiba kiáramlása szempontjából [Saját kutatás, saját szerkesztés]

Ezen az Isikava diagramon szintén a 6M módszer szempontjából lettek csoportosítva a lehetséges hibaokok. Kiáramlás szempontjából egy hibaokot tartottam valószínűnek, melyet lehetséges orvosolni és megoldani belátható keretek között. A vizuális ellenőrök az ellenőrzés során találnak hibás alkatrészeket, melyeket a hiba detektálását követően azonnal lejavíthatnak, majd azt újra ellenőrzik. Tapasztalataim szerint nem túl szerencsés, hogyha az ellenőrzésre fordított figyelmet kisebb-nagyobb szünetekkel megakasztjuk és közben javítást is végre kell hajtani. Továbbá szintén ezzel kapcsolatban probléma, hogy a javítás után meg van annak a kockázata, hogy az ellenőrök elfelejtik visszaellenőrizni, a javítás megfelelőségét és nem megfelelően utómunkált termékeket csomagolnak le és küldenek ki a vevőhöz. Ennek a lehetőségnek véleményem szerint nincsen szükség mélyreható 5 miért elemzésre, hiszen a probléma egyértelmű és az intézkedés is magától értetődő, miszerint a lábsorjás alkatrészeket a detektálásuk után félre kell rakni, nem szabad hozzá nyúlni és a javítást egy másik, arra kijelölt műszakban lehet csak elvégezni. Erőforrástól függően

célszerű lenne olyan intézkedést is bevezetni, miszerint az utómunkálást követő ellenőrzést egy másik ellenőr is átnézze, azonban reálisan nézve ezt az ellenőrzési szintet nem sok vállalat engedheti meg magának.

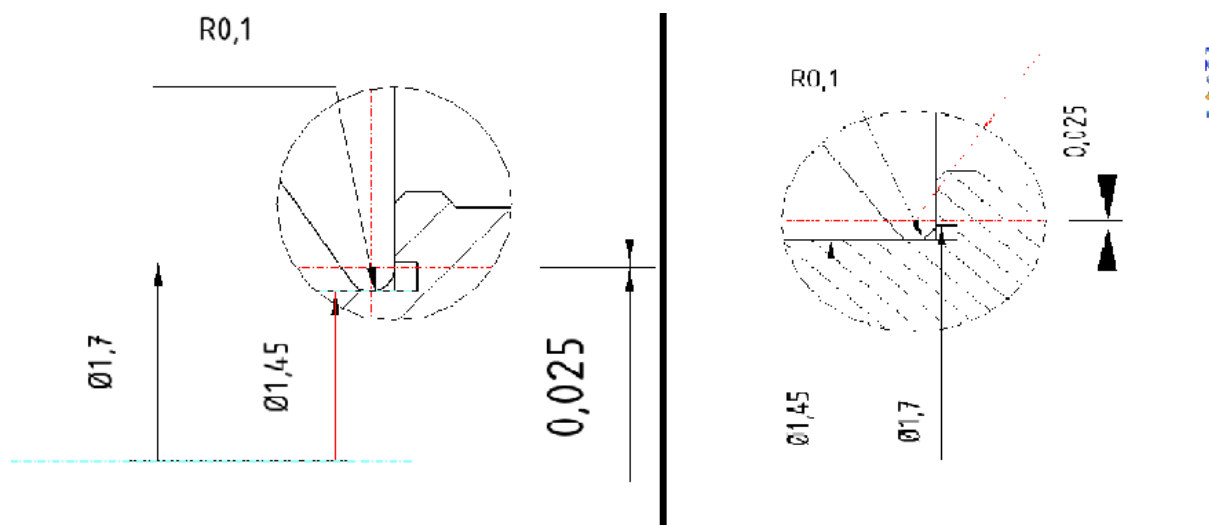
4.2. Probléma megoldása PDCA folyamaton keresztül

A következő lépésként a négy potenciális okot további adatok elemzésével, rövid tesztelésével próbálom tovább szűkíteni, esetleg megfelelő bizonyítékok segítségével kizárni, amennyiben ez lehetséges. A probléma megoldásához PDCA elemzést fogok segítségként alkalmazni, melynél minden ciklust megfelelően elkülönítve egyesével fogok vizsgálni és elemezni.

4.2.1. 1.ciklus

Tervezés

A befogó eszköz egytengelyűsége (koncentricitása) bizonyos mértékben tudja befolyásolni a sorjásodás mértékét. A forgácsolás során a szerszám dolgozó része nagyon közel van ahhoz az állapothoz, hogy a hőálló acél cső belső átmérőjéhez ne tudjon hozzáérni, ezáltal lábsorját hagyjon maga után. A jelenség megértését segíti a 19.ábra.



23. ábra: Forgásszimmetrikus alkatrész megmunkálása (bal oldal) és 0,05 egytengelyűségi hibával rendelkező munkadarab megmunkálása (jobb oldal) [Saját kutatás, saját szerkesztés]

A szerszám dolgozó része a 20. ábra bal oldali részében ideális körülmények között teljes mértékben lefedi a megmunkálandó felületet, míg a jobb oldali ábrán 0,05 mm-es ütessel rendelkező munkadarabot láthatunk. A 15. ábrán lévő alkatrész rajzának részletéből lehet látni, hogy a munkadarabon egy 0,05 mm maximális megengedett egytengelyűségi hiba szerepel. Az

adott tűrést minden műszakban 3 munkadarabnál kell ellenőrizni, mely mérési eredmények rögzítésre kerülnek egy táblázatban.

Végrehajtás

A munkadarabok egytengelyűség értékeit összevettem a napi hibaszázalékok értékeivel. A várakozásaim azok voltak, hogy minél nagyobb koncentrikussági értékek esetén a munkadarabon arányosan megnövekedik a lábsorja hibaszázaléka.

Ellenőrzés

Az adatokat elemzve sajnálatos módon semmilyen releváns összefüggést nem tapasztaltam. Előfordult, hogy kifejezetten alacsony mérések esetén magas volt a hibaszázalék, míg tűréshatárhoz közelebb álló mérések esetén alacsonyabb hibaszázalékot tapasztaltam.

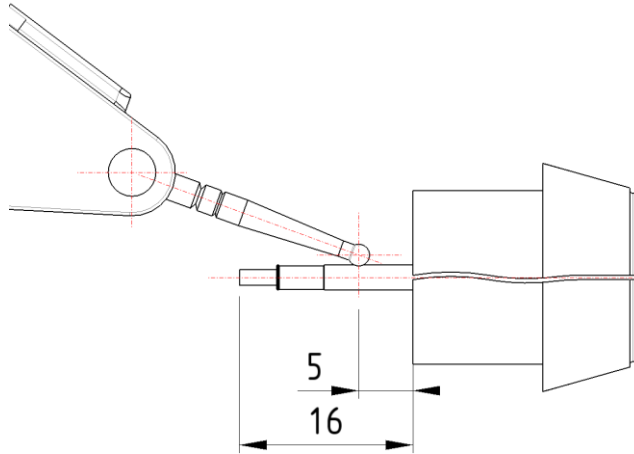
Beavatkozás

Mivel nem lehetett egyértelműen kimutatni, hogy a szóban forgó hibaok közvetlenül befolyásolná a hibamód keletkezését, ezért ennek elemzését nem érdemes tovább folytatni és célszerű más hibaok további kivizsgálásával haladni.

4.2.2. 2. ciklus

Tervezés

A vágott cső görbesége is hasonló jellegű problémákat okozhat, mint amit a 20. ábrán mutattam be. A különbség csupán annyi, hogy nem a gép oldalról feltételezzük, hogy koncentrikusságot okoz, hanem az alapanyag alakhibájából adódóan következtetünk hasonló jelenségre. Az előzőekben leírt mérési eredményekkel, azonban nem tudjuk ezt a jellegű hibát kimutatni, hiszen ez az egytengelyűség mérésének módszere egy esztergált felületnek nézi a koncentrikusságot az alapanyaghoz képest. Ebben az esetben kizárólag az alapanyagnak saját magához viszonyított görbesége, körkörösége jelenthet problémát a befogási környezetben. A legegyszerűbb teszt módszer, amivel ezt meg lehet vizsgálni, hogy egy munkadarabot megfogunk a szorító patronban és a befogástól olyan távolságban, amiben a sorjásodás is keletkezik mérőórával megmérjük a körköröséget a főorsó forgatása közben. Ennek a módszernek a mérési folyamatát a 21. ábra mutatja.



24. ábra: Alapanyag görbeségének vizsgálata [Saját kutatás, saját szerkesztés]

Végrehajtás

A mérések során olyan munkadarabokat vizsgáltam, amelyek már meg lettek munkálva. A mérések alatt megnéztem olyan daraboknak a körkörösségét, amelyek sorjásak lettek az esztergálást követően és olyan darabok körkörösségét is megvizsgáltam, amelyek teljesen megfelelő képet mutattak vizuálisan. A várakozás az lenne, hogy a sorjás daraboknak a körkörössége rosszabb eredményt fog mutatni, mint a megfelelő termékek esetében. A vizsgálathoz 10 jó és 10 sorjás darabot választottam ugyanazon alapanyag beérkezéséből.

Ellenőrzés

A teszteken sajnálatos módon szintén nem lehetett érdemi konklúziót levonni, mivel a sorjás daraboknak és a megfelelő daraboknak a mérőórán mért értékeit nem tudtam összeegyeztetni a feltételezésekkel. Előfordult, hogy a sorjás daraboknak alacsonyabb körkörösségi értékei voltak, mint a jó termékeknek. Előfordult olyan eset is, amikor a hibás darabon alacsonyabb értéket tudtam mérni, mint a megfelelő darabon, tehát nincs egyértelmű összefüggés az alapanyag görbesége és sorja képződés mechanizmusa között.

Beavatkozás

A tesztek során bebizonyosodott, hogy a vágott cső görbesége nincs közvetlen hatással a hibára, további tesztek elvégzése nem javasolt. Következő ciklusban más lehetséges okok vizsgálatával célszerű tovább haladni.

4.2.3. 3. ciklus

Tervezés

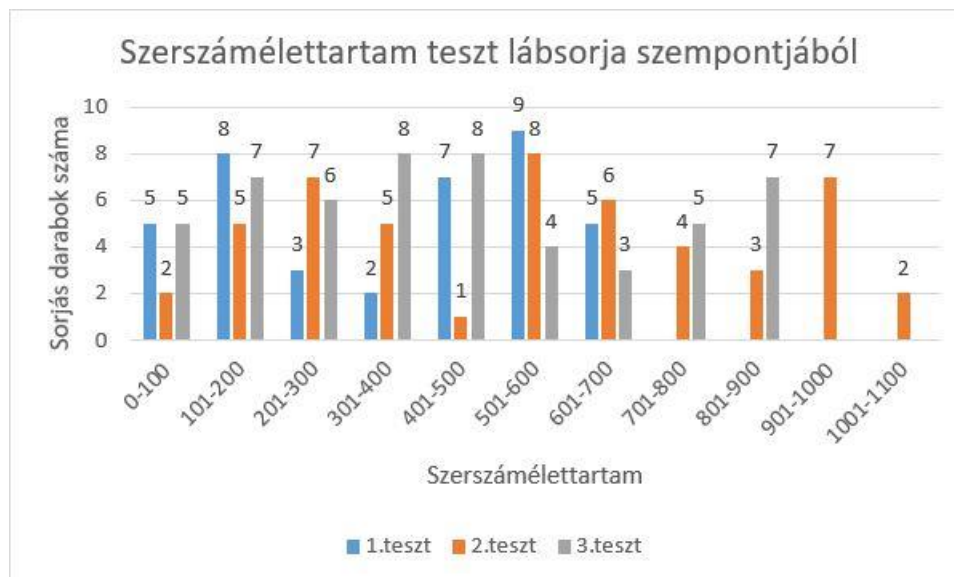
A következő pont a forgácsoló lapka élettartamával kapcsolatos, melynél a hipotézis az volt, hogy a sorjás darabok túlnyomórészt a szerszám kopottabb, elhasználódottabb időszakában keletkeznek. Amennyiben ez beigazolódik optimalizálni lehetne, hogy milyen szerszámélettartamnál kell kicserélni a szerszámot, hogy ne jelentsen kockázatot a sorjásodás.

Végrehajtás

A hipotézis bizonyítására egy egyszerű tesztet végeztem el, mely során a termelésből 100 darabonként egységcsomagokat készítettem és az összes darabot kamera alatt megvizsgáltam az adott hibára. A teszt során természetesen egymás után legyártott alkatrészekről van szó a tesztet egy új szerszám cserélése után kezdtem el.

Ellenőrzés

A szerszámélettartamok összefüggéseit a lábsorja keletkezésével kapcsolatban a 21. ábrán láthatjuk.



25. ábra: Szerszám élettartam teszt [Saját kutatás, saját szerkesztés]

Az ábrából látható, hogy három különböző szerszámot vizsgáltam meg a teszt során. Az adatok alapján elmondható, hogy a szerszám élettartamának nincs kimutatható befolyása a sorjásodásra, hiszen a szerszámélettartam elején és a végén is változó arányban, de jelen van a hiba.

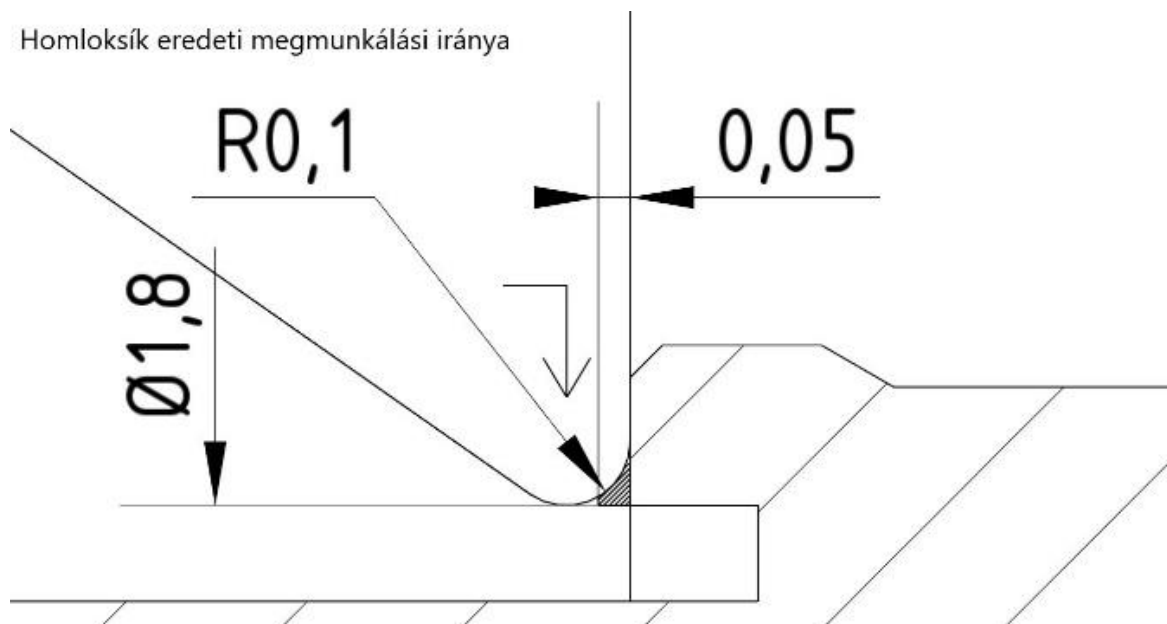
Beavatkozás

Az adatok elemzését megfigyelve a szerszámélettartamot nem érdemes lecsökkenteni, hiszen csak gazdasági hátrányok keletkeznének belőle, miközben a probléma ugyanúgy fenn fog maradni. A tesztek során egyértelműen ki lehet zárni, hogy a kopottabb szerszámnak befolyása lenne a lábsorja kialakulására.

4.2.4. 4.ciklus

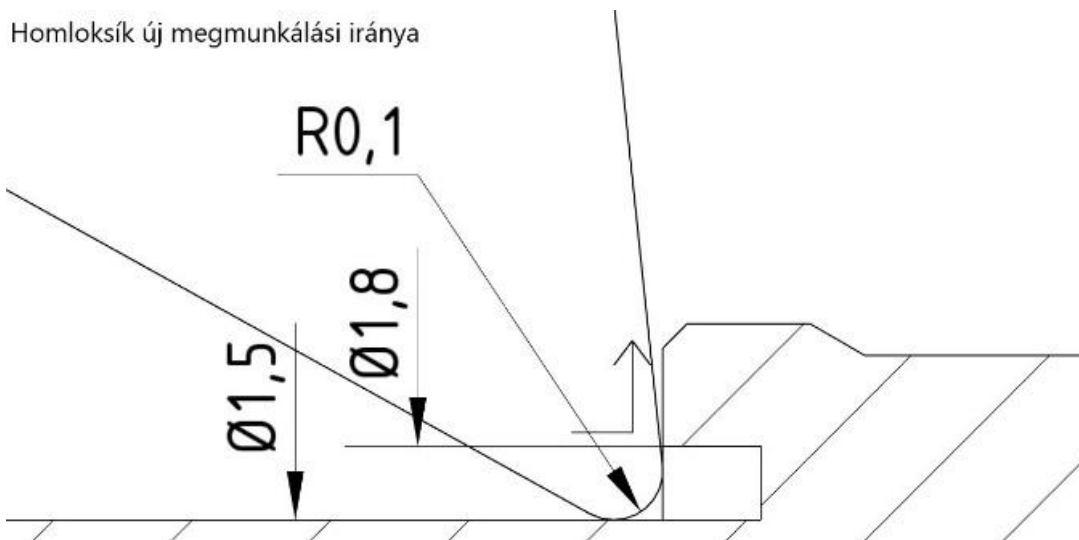
Tervezés

A következő lehetséges hibák a nem megfelelő megmunkálási irányok a forgácsolás során. Az 5. miéért elemzésből arra a következtetésre jutottam, hogy a kívülről befelé történő megmunkálás, akár könnyen a sorja keletkezésének fő oka is lehet. Ennek a típusú megmunkálásnak a szemléltetését és a sorja kialakulásának körülményét a 28. ábrán láthatjuk.



26. ábra: Kívülről befelé történő megmunkálás [Saját kutatás, saját szerkesztés]

Az ábrán látható, hogy az eredeti megmunkálási iránynál a homloksík a külső átmérőtől a belső átmérő felé volt esztergálva. Az anyag nagy képlékenysége miatt a forgácsolás nem volt megfelelő, ezért az anyagot sok esetben a szerszám betolta a lábak irányába, amiből kialakul a lábsorja. A terv logikusan az volt, hogy ennek a típusú megmunkálásnak az ellenkezőjét próbáljuk ki, melynek vázlatát a 29. ábrán lehet megtekinteni.



27. ábra: Belülről kifelé történő megmunkálás [Saját kutatás, saját szerkesztés]

A 29. ábrán láthatjuk, hogy itt már megmunkálás a hőálló acélcső belső átmérőjétől a külső átmérő felé fog haladni. Az elvárás ezzel a teszttel szemben természetesen, hogy a lábsorja típusú hiba csökkenni fog vagy szerencsés esetben teljesen megszűnni. Ugyanakkor ezzel a változtatással fel kell készülni arra az esetre is, hogy a sorja máshol fog jelentkezni.

Végrehajtás

A CNC programozók megírták az új programot, majd a beállítások végével elindult a tesztgyártás. Az érintett részlegen 5 db Citizen L12-es eszterga közül csak az egyik gépen került módosításra a megmunkálási program, hogy azon a gépen tudjuk elemezni a változásokat. Természetesen, amennyiben sikerül jó eredményeket produkálni a többi gépre is át kell ültetni a sikert hozó kódokat.

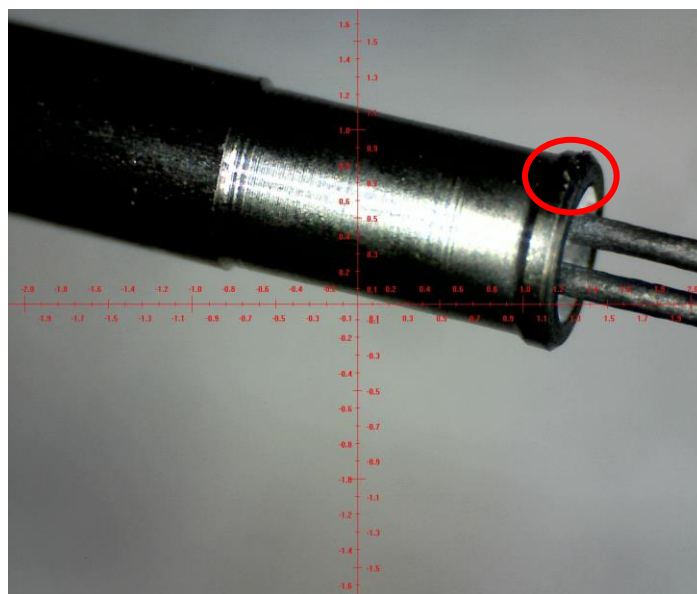
Ellenőrzés

A tesztgyártás eredményeinek kiértékelését a frissített futtatási diagram segítségével végeztem el, melyet a 30. ábrán láthatunk. A tesztelés során azt tapasztaltam születek, hogy a lábsorja előfordulása valóban lecsökkent 2% körüli értékre, viszont a vállsorja megemelkedett 8-10% körüli értékre. A változást a 7. ábrán lehet látni.



28. ábra: Hibaszázalékok fordított megmunkálással [Saját kutatás, saját szerkesztés]

Az ábra elemzése során megfigyelhető, hogy a tesztprogram Június 7-én indult el és azonnal látható, hogy az elképzelés helyes volt, ugyanis a lábsorja hibaszázaléka hirtelen lecsökkent 2% körüli értékre. Ugyanakkor az a kockázat is beigazolódott, hogy a sorja más helyen és más formában fog felbukkanni. Azzal, hogy a megmunkálást a külső átmérő felé irányítjuk a sorját az acélső külső pereméhez, vállához összpontosítjuk. Ezt a típusú hibát a jövőben vállsorjának fogom nevezni, melyről egy fotót a 31. ábra fog tartalmazni. A vállsorja hibaszázaléka az eddigi 0,2-0,3 %-ról megemelkedett 8-10%-ra.



29. ábra: Vállsorja típusú hiba [Saját kutatás, saját szerkesztés]

Beavatkozás

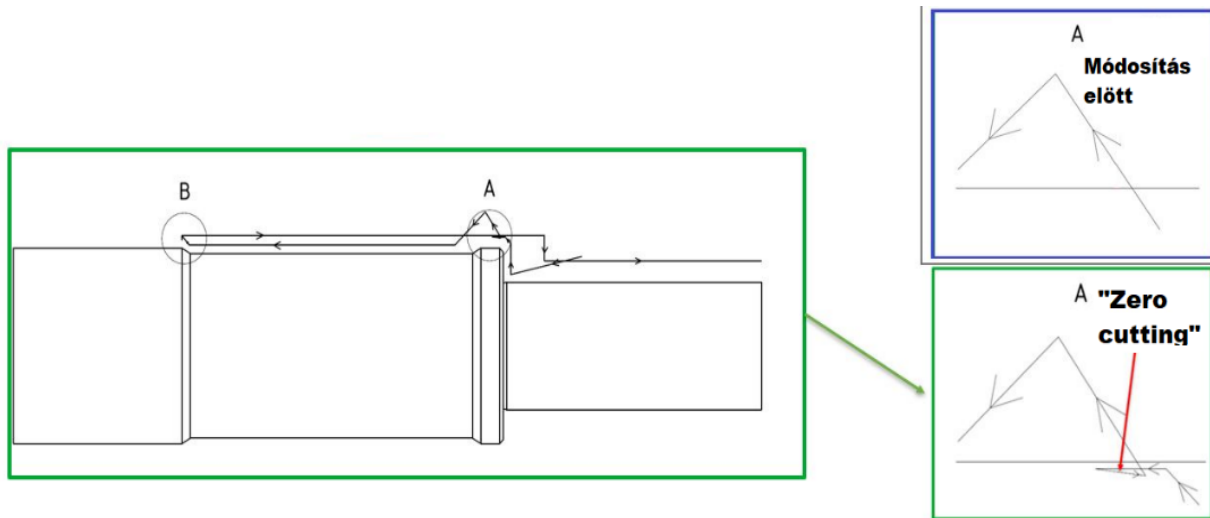
A folyamat végén jól látható, hogy a legfőbb cél, a lábsorja hibaszázaléka lecsökkent, ami a vevőknek a fő elvárása. Ennek ellenére ez az érték még mindig elég magasnak mondható és további optimalizálásokra van szükség. Másrészt a technológiai irányváltatás egy nem kívánatos hatást eredményezett, miszerint a vállsorja hibaszázaléka drasztikusan megemelkedett. A kiváltó ok vélhetően az, hogy a szerszám a belső átmérőről a külső átmérő irányába tolja az anyagot és így a vállknál alakul ki. A következő ciklusban a lábsorja további csökkentését és a megemelkedett hibaszázalékban előforduló vállsorja redukálását kell megcélózni.

4.2.5. 5.ciklus

Tervezés

Az előző ciklus beavatkozási fázisában meghatározott célokat minimális technológiai módosítások kipróbálásával tervezem csökkenteni. A következő lépésként a különböző technológiai paraméterek optimalizálása és az új megmunkálási irányokhoz való igazítása lesz a tervezett intézkedés, mely elsősorban a lábsorja hibaarányának további csökkenését célozza. A megmunkálást alapjaiban befolyásoló és különböző változtatások tesztelésére érdemes forgácsolási paraméterek a következők: előtolás (f), fogásmélység (a). Ezzel párhuzamosan, a technológiai módosításoktól független programbővítés, ún. „zero cutting” tesztelése is megfogalmazódott, ami a vállsorja hibaszázalékának csökkenését eredményezné. A zero cutting a

32. ábrán látható, gyakorlatilag a szerszámnak egy plusz mozdulata, miszerint a szerszám visszaáll a sorja keletkezésének pozíciójába, nem vesz fogást és csak a keletkezett anyag többletet (vállsorját) választaná le, ezzel a vállsorja kialakulását nem megszüntetni lehetne, hanem a keletkezését követően a sorját azonnal a gépen belül eltávolítani az alkatrészről. Ez is fontos lépés, hiszen ennek a típusú hibának a javítása rendkívül körülményes, idő igényes, ami az utómunka teljesítményét rontaná.



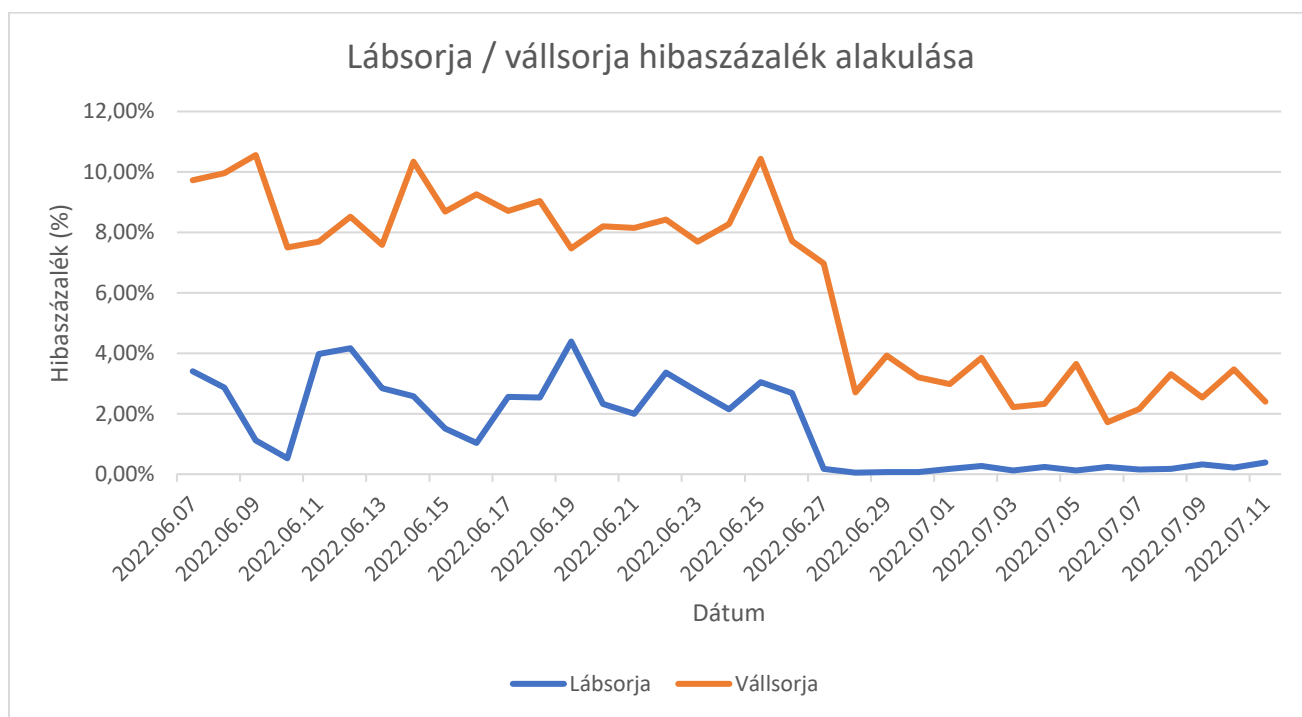
30. ábra: "Zero cutting" [Saját kutatás, saját szerkesztés]

Végrehajtás

A különböző programmódosításokat a CNC programozók megírták, majd néhány darabos (10-15 db) minták gyártása következett. A mintagyártásoknál néhány darab megmunkálását nagy sebességű kamerával is rögzítettük, hogy a forgácsleválasztás változását is figyelemmel lehessen kísérni a különböző tesztekénél. A nagy sebességű kamera segítségével a mintagyártási folyamatot gyakorlatilag egy lassított felvételen, vissza tudtuk nézni és kielemezni a változásokat. A felvételek alapján az volt tapasztalható, hogy a nagyobb előtolás esetén némileg jobb a forgácsleválasztás folyamata, jobban törik a forgács, ezzel remélve, hogy a lábsorja nem fog kialakulni. Ezen kívül a szerszám visszaállása a program módosítás része volt, melyhez hosszabb távú teszt kell, hogy el lehessen dönteni, hogy a változtatás pozitív eredményekkel párosul.

Ellenőrzés

A tesztidőszak eredményeit a 33. ábrán figyelhetjük meg. Az ábrán jól látható, hogy az előző ciklushoz képest jelentős csökkenés volt tapasztalható mind a két hibatípus esetében. A lábsorja százalékos értékei sikeresen lecsökkentek 0,3% alá, ami már egy minimális értéknek tekinthető a kiinduló állapothoz képest. A vállsorja esetében is kevesebb, mint a felére csökkent a hiba előfordulása az előző ciklushoz képest, számszerűen 2-4% között mozgott ennek az előfordulása. Vevői szempontból a vállsorja kevésbé kritikus hibának tekinthető, mivel zárlatot nem okoz. Ennek ellenére nem megengedett, mivel összeszerelési nehézségeket okozhat, természetesen a vevőnél tröténő észlelés esetén reklamációt von maga után. Az utómunkálás szempontjából egy körülményesebben és lassabban javítható hibamódról van szó.



31. ábra: Technológiai módosítások hatása [Saját kutatás, saját szerkesztés]

Beavatkozás

Ennek a ciklusnak a végén a lábsorja hibaszázalékánál sikerült egy nagyobb mértékű csökkenést elérni, amely eredmény az új megmunkálási irányoknak az optimalizálásából ered. Ez az érték a jelenlegi fejlesztések keretében már elfogadható mértékű, nem jelent számottevő javítási műveletet a végellenőrzés számára és a vevői elégedettséget is jelentősen növeli. Ennek függvényében a

lábsorja hiba csökkentésére további intézkedés nem szükséges. A vállsorja eltüntetésére alkalmazott „zero cutting” is hatásos volt, viszont továbbra is 2% fölötti hibaszázalék a jellemző. Ennek oka az lehet, hogy a darabok nem tökéletesen egytengelyűek. Az eszterga szerszám mereven van rögzítve és a munkadarab forgatása közben a befogott darabnak mindig lesz valamekkora ütése. Ebben az esetben előfordulhat, hogy a váll rész egyik felén leszedi a sorját a másik felén azonban nem. Ezen elv mentén gondolkozva elképzelhetőnek tartom, hogy van még további lehetőség, hogy a meglévő eredményeket tovább javítsuk és esetleg a vállsorja típusú hibát visszaállítsuk az eredeti állapotába vagy szerencsésebb esetben a hibát teljesen megszüntessük.

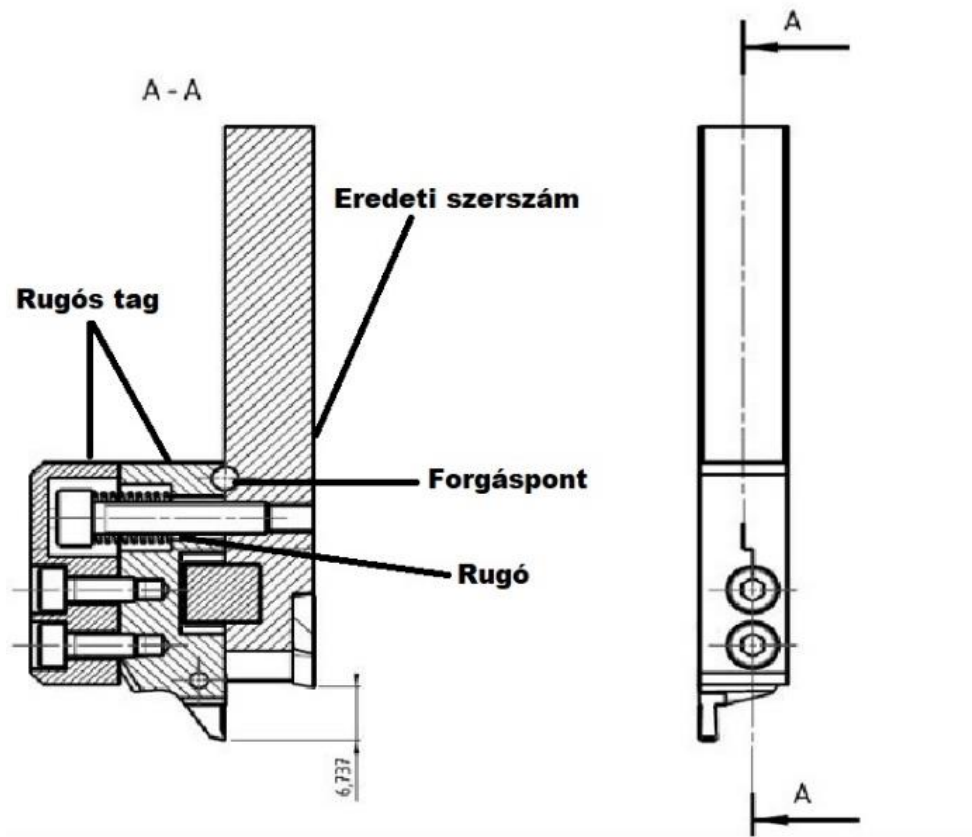
4.2.6. 6.ciklus

Tervezés

Az előző ciklus végén a lábsorja előfordulását kellően alacsony szintre sikerült redukálni, erre most külön intézkedés nem született. A vállsorja megszüntetésére, csökkentésére további intézkedések szükségesek. Az elgondolás szerint az ütés miatt a darabokon nem a teljes palástfelületen képes a szerszám leválasztani az anyag többletet. A kés merevsége miatt előfordulhat, hogy a szerszám a szükséges mozgásokat ugyan megteszi, de az ott maradt anyag többletet nem távolítja el a váll külső felületéről. Ennek a problémának a megoldására már nem elegendő csupán technológiai változtatásokat kipróbálni. Gyakorlatilag pontosan tudjuk, hogy hol keletkezik a hiba, ráadásul a lábsorjával ellentétben ez jelentősen hozzáférhetőbb helyen is van. Ennek a problémának a megoldására kell tervezni egy olyan szerszámot, amely megfelelő rugalmassággal rendelkezik a forgácsolás közben, hogy a munkadarab ütése ne legyen rá hatással. Ehhez természetesen kisebb átalakítások kellenek a gép szerszámozásában. Továbbá fontos szempont volt, hogy a jelenlegi ciklusidő ne emelkedjen és a szerszám költséget is nagyjából hasonló szinten lehessen tartani.

Végrehajtás

Az első lépés az volt, hogy, hogy megterveztem egy olyan szerszámot, amely kellően le tudja követni a munkadarab ütését. Az eredeti esztergaszerszámhoz implementálva lett egy „rugós tag”, mely jóval szélesebb felületen tudja leválasztani a sorját, mint az eredeti lapka, továbbá a különböző alakhibákat is le tudja követni megfelelő beállítások mellett. A szerszám vázlata a 34. ábrán tekinthető meg.

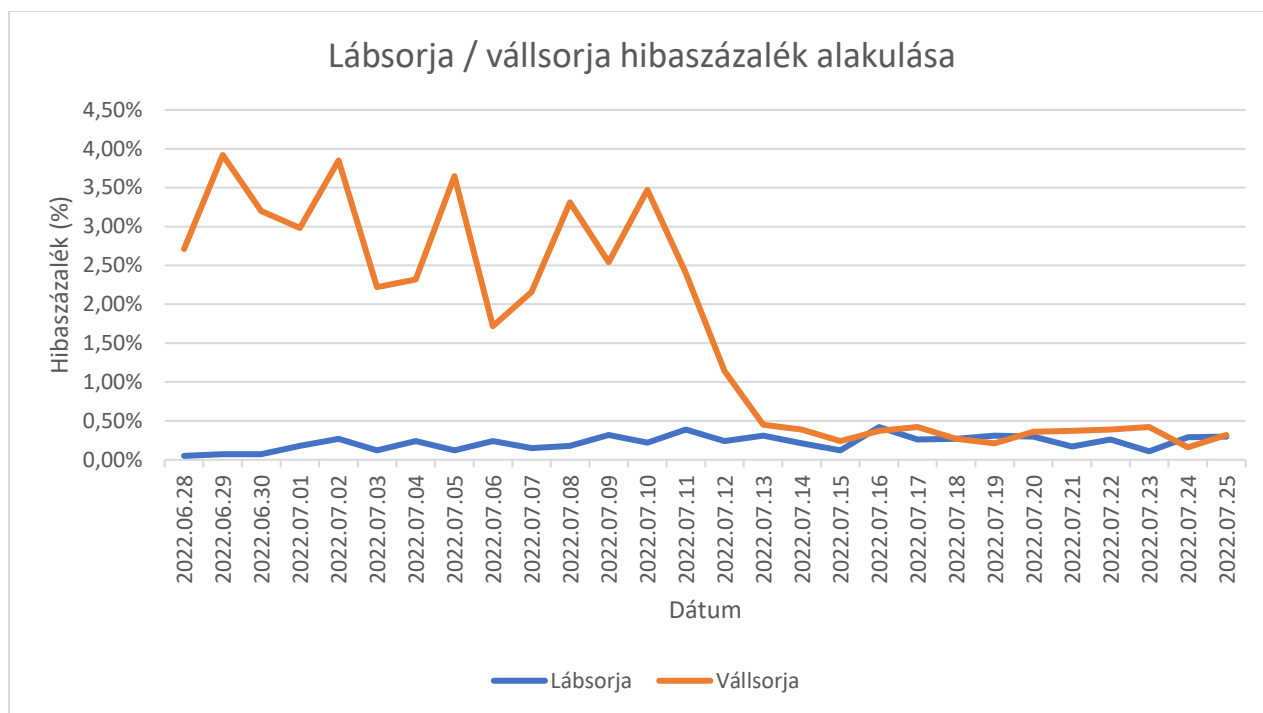


32. ábra: Rugós szerszám beépítése az eredeti szerszámhoz [Saját kutatás, saját szerkesztés]

A rugós tag az eredeti késszárhoz lett implementálva, ezáltal ennek befogási technikáján nem kellett módosítani. A működési elv alapján az eredeti szerszám elvégzi az új megmunkálási irány szerint az esztergálási feladatot, majd a rugós szerszám hozzáér a vállhoz, majd minimális erőhatás után kitér a forgáspont körül és leválasztja a vállsorját.

Ellenőrzés

A rugós szerszám implementálása során egyből látható volt a felületen a változás, sokkal simább, fényesebb felület volt tapasztalható, illetve 250 db teszt alkatrész legyártása után nem volt található vállsorjás alkatrész. A teszt tovább folytatódott, a hosszútávú teszt eredménye alapján a lábsorja hibaszázaléka továbbra is megmaradt nagyjából 0,3%-os értéknél, továbbá a vállsorja értéke is lecsökkent körülbelül hasonló mértékig. Ennek eredményeit a 35.ábrán láthatjuk.



33. ábra: Hibaszázalékok eredményei a 6.ciklus végén [Saját kutatás, saját szerkesztés]

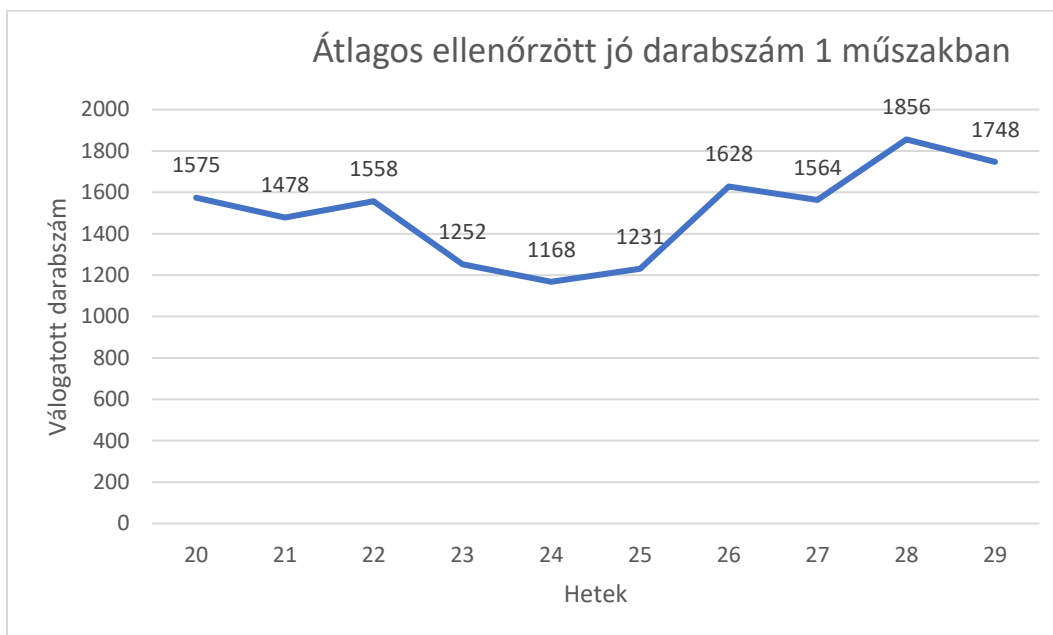
Beavatkozás

A 6. ciklus végére sikerült mind a két hibatípust 0,3% hibaszázalék körüli értékre csökkenteni. A hibák teljes megszüntetése ugyan nem sikerült, de ez a mennyiségű hiba már könnyen kezelhető. A fejlesztés fő célja a sorjás darabok előfordulásának a minimalizálása volt, azonban ezen kívül más kedvező hatás is mutatkozott. A végellenőrök hatékonyabb munkavégzése ugyan nem szerepelt kiemelten a fejlesztés céljai között, de a kevesebb javítás, természetesen a napi átlagnorma emelkedését is eredményezte. A fejlesztést ennél a pontnál befejezettek tekinteni.

4.3. Fejlesztések gazdasági hatásai

A fejlesztések hatására jelentősen lecsökkentek azok a termékek, melyeken utómunkálást szükséges végrehajtani. Az utómunkálás a rossz minőségkölségek csoportjába tartozik, természetesen a cél, hogy mértéke minél kisebb legyen. Az utómunkálás egy szervezetten belül belső minőségkölségnek számít, hiszen ekkor még nem kerül ki a vevőhöz és csupán a belső erőforrások bérkölségével (esetleg szerszámok, munkaterület) kell számolni, hogy megkapjuk ezeknek a mennyiségét. Annak következményeként, hogy a dolgozóknak nem kellett ennyi terméket javítani nagyon gyorsan láthatóvá is vált az ellenőrök teljesítményén és napi norma

természetesen gyorsan javulni is kezdett. A napi ellenőrzési mennyiségeket a 36. ábrán lehet megtekinteni.



34. ábra: Vizuális ellenőrök jó termékeinek alakulása egy műszakban [Saját kutatás, saját szerkesztés]

Az ábrán látható, hogy a fejlesztések megkezdése előtt a napi norma átlagosan nagyjából 1500 darab körül mozgott. A megemelkedett válsorja a 23. héttől lassította a folyamatot, ugyanis ezt a típusú hibát nehezebb leválasztani fizikailag, ekkor nagyjából 1200-as napi normát tudtak a dolgozók egy műszakban leválogatni és javítani. A 2. ciklust követően mind a két hiba lecsökkent, a normák az eredetihez képest emelkedtek, nagyjából 1500 alkatrész / műszak volt a teljesítmény. A 3. ciklus végén mind a két hiba csökkenését követően még tovább emelkedett a napi átlagnorma, ennek értéke 1800 db / műszak értéket vette fel. Eredetileg 24 végellenőrrel volt képes leválogatni a részleg a vevői igényeket kielégítő mennyiséget. A következő számítási lépéseken keresztül elemezni fogom a fejlesztéseken hatására jelentkező költségmegtakarítást. A számítások során kitérek, hogy az intézkedések bevezetése után mennyivel kevesebb ember tudja elvégezni ugyanazt a munkát. A régi normát, az új normát és a dolgozók jelenlegi létszámát veszem a számításaim alapjául, továbbá feltételezek bruttó 1500 Ft-os órabért.

Régi norma = 1500 db.

Új norma = 1800 db.

Összes dolgozó száma = 24 fő

Órabér = br. 1500 Ft

Teljesítménynövekedés dolgozónként:

$$\text{új norma} - \text{eredeti norma} = 1800 - 1500 = 300 \text{ db alkatrész}$$

Teljesítménynövekedés naponta:

Teljesítménynövekedés dolgozónként * összes dolgozó száma = $300 * 24 = 7200$ db alkatrész

Szükséges létszám mennyiségének csökkenése:

$$\frac{\text{Teljesítménynövekedés naponta}}{\text{Új norma}} = \frac{7200}{1800} = 4 \text{ fő}$$

Napi költség csökkenés:

$$\text{Órabér} * \text{Szükséges létszám mennyiségének csökkenése} * 8 = 1500 * 4 * 8 = 48000 \text{ Ft}$$

Havi költségcsökkenés (21 munkanapos hónapokkal számolva):

$$\text{Napi költségcsökkenés} * 21 = 48000 * 21 = 1\,008\,000 \text{ Ft}$$

Éves költségcsökkenés:

$$\text{Havi költségcsökkenés} * 12 = 1\,008\,000 * 12 = 12\,096\,000 \text{ Ft}$$

A számításaimat összegezve a probléma megoldási tevékenységnek köszönhetően átlagosan 4 vizuális ellenőrrel tudták csökkenteni a szükséges létszámot az adott részlegen. Ez a létszám csökkenés éves szinten több, mint 12 millió forintnyi költség megtakarítását tette lehetővé a vállalatnál.

5. Következtetések, javaslatok

Egy sikeres probléma megoldási folyamatot követően elengedhetetlen, hogy az elért eredményeket kiértékeljem és próbáljak meg ezekből a tanulságokból a lehető legtöbbet profitálni a jövőre való tekintettel. A munka végére sikerült egy elég nagy mértékű hiba csökkenést véghez vinnem, mely során a kiinduló 5-9%-os hibaszázalékkal rendelkező kritikus helyen található sorjának az előfordulását 0,3% körüli hibaszázalékra tudtam redukálni az általam vezényelt probléma megoldási folyamatnak köszönhetően. Véleményem szerint ez önmagában egy szép eredménynek tekinthető, hiszen 90%-os hibacsökkenés történt. Ugyanakkor sajnálatos, hogy ennek a tevékenységnek az elvégzéséhez külső vevői nyomásgyakorlásra, eskalációra és számos vevői reklamációra volt szükség. Kérdésesnek tartom, hogy ez a szép eredmény a külső hatások nélkül is megtörtént volna. Szükségességét érzem egy rendszer szintű probléma megoldási folyamat kialakításának, amely szabványos lépéseket tartalmaz (Gyökérokelemzés, PDCA stb.).

Célszerűnek tartanék meghatározni a vállalatnál egy rangsorolást, amely kimutatja azokat a termékeket, melyeknél a legtöbb selejtköltség vagy legtöbb utómunka keletkezik. A rangsorolás hatására megkapjuk azokat a kritikus termékeket, amelyekkel a legtöbb probléma van és a legtöbb nem kívánatos költséget jelentik a szervezet számára. További rangsorolást javasolnék ezeknél a termékeknél olyan adatgyűjtésre, hogy az adott terméknél milyen hibamódok okozzák a selejteket a legnagyobb részét. Ezeknek az információknak a birtokában a vállalat saját érdekében tud probléma megoldási folyamatot végezni a legnagyobb hatékonysággal, hiszen ott lehet a legnagyobb eredményeket elérni, ahol a legtöbb a probléma. Elengedhetetlennek tartom ezt a lépést ahhoz, hogy a vállalati kultúra olyan irányba alakuljon, hogy a szervezeten belül a problémára lehetőségként kell tekinteni. A legfontosabb cél, véleményem szerint, hogy ne csak a vevők által reklamált termékeknél történjenek javító tevékenységek, hanem a saját belső problémáit is meg kell próbálni legalább olyan hatékonysággal orvosolni.

A dolgozatban elemzett hibák aránya jelentősen csökkent, ugyanakkor a hiba nem szűnt meg teljesen. Célszerű lenne ezt a munkát tovább folytatni és elérni, hogy a hiba teljes mértékben megszűnjön, hiszen az jelentősen csökkentené a terméknek a kockázatát. Véleményem szerint negatív hatása is lehet a detektálási hatékonyságra a hibák előfordulásának csökkenése, ugyanis ritkábban találkoznak vele a dolgozók és kevesebb figyelmet fognak fordítani a kritikus területekre. Ez a jelenség vizuális ellenőrzések esetén közismert. Az elemzések során sok

potenciális hibaokat kizártam, továbbá voltak olyanok, amelyekkel nem is foglalkoztam. Az elmúlt években számos különböző típusú forgácsoló szerszámnak a tesztje történt meg több kevesebb sikerrel. Annak függvényében, hogy jelenleg a technológiában jelentős változások történtek javasolnám valamennyi szerszám újra tesztelését, hiszen elképzelhető, hogy ezekkel a feltételekkel jobb teljesítményt tudnának nyújtani. Továbbá célszerűnek tartanám az Isikava diagramban nem valószínűnek vélt hibaokok kicsit mélyebb elemzését és esetleges további fejlesztések kezdeményezését. A vállsorja típusú hiba sem szűnt meg teljesen. Ennek véleményem szerint az egyik legvalószínűbb oka, hogy a sorjázó szerszám bizonyos idő után elkopik és ebben az állapotában már nem biztos, hogy teljes mértékben el tudja látni a funkcióját. A szerszámnak javasolnék meghatározni egy maximális élettartamot, mely során egy hosszú távú teszt keretében vizsgálnám, hogy milyen élettartamok után jelentkezik a sorjásodás a terméken.

Az utómunkálandó termékek számának csökkenése azt eredményezte, hogy a végellenőrzés elvégzéséhez 4 emberrel csökkent a szükséges minimális létszám és ezzel éves szinten, több mint 12 000 000 forintnyi költség megtakarítása történt. Azt javaslom, hogy a 4 dolgozó a vállalaton belül a leggyengébben teljesítő részlegekre legyenek átcsoportosítva. A mai munkaerőhiányos világban fontosnak tartom a vállalatok életében, hogy a dolgozókat megbecsüljék és biztos munkahelyet legyenek képesek nyújtani számukra.

6. Összefoglalás

Az általam készített diplomadolgozat a hazai és nemzetközi gyártó vállalatok problémamegoldási folyamatainak hiányosságairól, a probléma megoldási folyamat lehetséges módszereiről, technikáiról és egy konkrét probléma strukturált megoldásáról szól. A diplomadolgozatom aktualitását mi sem bizonyítja jobban, mint az IATF (International Automotive Task Force) nyilvános statisztikái, miszerint az éves 3. fél általi tanúsító auditokon a legtöbbször felvett súlyos nem megfelelést a probléma megoldási folyamattal kapcsolatban kellett rögzíteni.

Dolgozatomban különös hangsúlyt fektetek arra, hogy a probléma megoldási folyamat eredményességének elengedhetetlen része a vezetői szerepvállalás, a vezetői elkötelezettség. Amennyiben a vezetők nem érdekeltek ezekben a tevékenységekben a lehetőségek jelentősen beszűkülnek a vállalatban belül, továbbá nem fog kialakulni a kultúrája, hogy a dolgozók meg akarják oldani a hibákat.

A dolgozatban 3 probléma megoldási folyamatmodellt elemzek, melyeknél kitérek azok logikájára és fő alkalmazási területükre, továbbá a különböző modellek előnyeire és hátrányaira. Fontos megjegyezni, hogy a megfelelő folyamatmodell kiválasztását mindig az adott szervezeti kultúra és a probléma jellege alapján kell kiválasztani és alkalmazni. Nincs jó vagy rossz modell ilyen tekintetben.

A probléma megoldási módszerek, technikák közül elkülöníték problémadefiniáló és hibaelemző módszereket. A teljesség igénye nélkül a következő hibadefiniáló módszerek kerültek vizsgálatra: 5W2H, IS-IS NOT elemzés. A hibaelemző módszerek közül a következő technikák lettek kiértékelve: Isikava diagram, 5 miért elemzés, brainstorming, Pareto elemzés, Futtatási diagram. A dolgozatban kitérek a különböző minőséggel kapcsolatos költségek csoportosítására.

A diplomadolgozat önálló részében egy forgácsolt alkatrész minőségügyi problémájának megoldási folyamatát oldottam meg, mely során kitértem a probléma teljeskörű leírására. Isikava diagram segítségével feltártam a hibát kiváltó valamennyi lehetséges okot, melyeket szétválasztottam valószínű és kevésbé valószínű gyökérokokra. A valószínű gyökérokok esetében további, mélyrehatóbb elemzéseket végeztem. A valószínű gyökérokokkal kapcsolatban különböző tesztek vizsgálatokat végeztem el a PDCA folyamat modell felhasználásával, melyeket a tesztek eredményétől függően kizártam a további vizsgálatokból vagy további

intézkedéseket határoztam meg. Az igazi gyökérok megtalálása után a hibaszázalékot folyamatosan monitorozva különböző javító intézkedéseket határoztam meg. A folyamat eredményeként egy jelentős hibaszázalék csökkenést sikerült elérnem, melyek gazdasági hatásai a dolgozat keretein belül elemeztem és kiszámítottam a költség megtérülést egy évre nézve.

7. Summary

My thesis is about the gaps in the problem solving processes of domestic and international manufacturing companies, possible methods and techniques of the problem solving process and the structured solution of a specific problem. Nothing proves the relevance of my thesis better than the public statistics of the IATF (International Automotive Task Force) that the most frequently recorded serious nonconformity in the annual 3rd party certification audits was related to the problem solving process.

In my thesis, I place particular emphasis on the role of leadership and leadership commitment are essential to the success of the problem-solving process. If leaders are not engaged in these activities, opportunities will be significantly reduced within the company and a culture of employees wanting to solve problems will not develop.

In this thesis, I will analyse 3 problem-solving process models, explaining their logic and main applications, as well as the advantages and disadvantages of the different models. It is important to note that the choice of the appropriate process model should always be selected and applied based on the specific organisational culture and the nature of the problem. There is no right or wrong model in this view.

Among problem solving methods and techniques, I distinguish problem definition and failure analysis methods. Without being exhaustive, the following failure definition methods are considered: 5W2H, IS-IS NOT analysis. The following failure analysis methods were considered: Isikava diagram, 5 whys analysis, brainstorming, Pareto analysis, Run chart. In the paper, I will discuss the grouping of different quality related costs.

In the stand-alone part of the thesis, I solve the quality problem of a machined part, including a complete description of the problem. Using an isikava diagram, I will identify all possible causes of the failure, which I will separate into probable and less probable roots. For the probable roots, I perform further, more in-depth analyses. For the probable roots, I perform different test investigations using the PDCA process model, which I exclude from further investigation or identify further actions depending on the results of the tests. After finding the true roots, I continuously monitor the error rate and define different corrective actions. As a result of this process, a significant reduction in the error rate was achieved, the economic impact of which is analysed in the context of this thesis.

Irodalomjegyzék

- [1] A. Management, „alex-management.hu,” Alex Management, 2023.04.08. [Online]. Available: <https://alex-management.hu/autoipar/>. [Hozzáférés dátuma: 08 04 2023].
- [2] IATF, „www.iatfglobaloversight.org,” 2022.10.27 Október 2022. [Online]. Available: <https://www.iatfglobaloversight.org/statistics/>. [Hozzáférés dátuma: 08 04 2023].
- [3] L. Ferenc, Problémamegoldó gondolkodás, Budapest: Akadémiai Kiadó, 1978.
- [4] D. H. István, Menedzsment ismeretek, 2020.
- [5] D. H. István, Műszaki termelésmenedzsment, Gödöllő: Szerzői magánkiadás, 2020.
- [6] AIAG, CQI20 Effective Problem Solving Guide 2nd Edition, 2018/08.
- [7] J. L. Talley, „Leadership and problem solving,” [Online]. Available: <http://www.problemsolving2.com/leadership/leadership.htm>. [Hozzáférés dátuma: 09 04 2023].
- [8] C. I. Toolkit, „PDCA Cycle,” [Online]. Available: <https://citoolkit.com/articles/pdca-cycle/>. [Hozzáférés dátuma: 09 04 2023].
- [9] M. S. Testület, Minőségirányítási rendszerek. Követelmények (ISO9001:2015), EMT Zrt.-NQA Hungary, 2015.
- [10] Kaizenpro, „kaizenpro.hu,” [Online]. Available: <https://kaizenpro.hu/problemeamegoldas/>. [Hozzáférés dátuma: 09 04 2023].
- [11] U. Miskolc, „PDCA - a folyamatos fejlesztés átfogó modellje,” [Online]. Available: <http://www.szervez.uni-miskolc.hu/blaci/leanjegyzet/pdca.html>. [Hozzáférés dátuma: 09 04 2023].
- [12] asq.org, „The Define Measure Analyze Improve Control (DMAIC Process),” [Online]. Available: <https://asq.org/quality-resources/dmaic>. [Hozzáférés dátuma: 26 04 2023].

- [13] S. A. i. t. DMAIC, „leanscope.io,” [Online]. Available: <https://leanscape.io/dmaic-model/>. [Hozzáférés dátuma: 09 04 2023].
- [14] Verband der Automobilindustrie (VDA), 8D Method, Oberursel: VDA, 2010.
- [15] K. Annamária, „A 8D problémamegoldó technika,” *Repüléstudományi Közlemények*, pp. 7-18, 2015.
- [16] „Guide, Career,” [Online]. Available: <https://www.indeed.com/career-advice/career-development/5w2h-analysis>. [Hozzáférés dátuma: 10 04 2023].
- [17] latestquality.com, „How to conduct an Is-Is not analysis,” [Online]. Available: <https://www.latestquality.com/conduct-is-is-not-analysis/>. [Hozzáférés dátuma: 27 04 2023].
- [18] K. Isikava, Guide to Quality Control, Tokyo: JUSE, 1968.
- [19] 5. Miért, „leanszótár.hu,” [Online]. Available: <https://www.leanszotar.hu/page.php?24>. [Hozzáférés dátuma: 17 04 2023].
- [20] Atlassian. [Online]. Available: <https://www.atlassian.com/work-management/project-collaboration/brainstorming>. [Hozzáférés dátuma: 18 04 2023].
- [21] liveabout.com, „Pareto Principle or the 80/20 Rule,” [Online]. Available: <https://www.liveabout.com/pareto-s-principle-the-80-20-rule-2275148>. [Hozzáférés dátuma: 18 04 2024].
- [22] differencevs.com, „Különbség a futtatási diagram és a kontroll diagram között,” [Online]. Available: <https://hu.differencevs.com/6856825-difference-between-run-chart-and-control-chart>. [Hozzáférés dátuma: 23 04 2023].
- [23] D. M. Viktor, Minőségmenedzsment, Gödöllő: Szent István Egyetem, 2019.
- [24] VDA, Quality-related costs, Berlin: Verband der Automobilindustrie (VDA), 2014.

[25] M. Kft., „<https://matro.hu/>,” [Online]. Available: <https://matro.hu/rolunk/>. [Hozzáférés dátuma: 08 04 2023].

Ábrajegyzék

1. ábra: 10 legtöbb súlyos nem megfelelés 2022-ben IATF auditokon [2]	3
2. ábra: A problémák, illetve döntések néhány jellemzője a szervezet különböző szintjein [5]	5
3. ábra: PDCA modellje problémamegoldás esetén [10].....	11
4. ábra: PDCA-SDCA modell elvi ábrája [11]	12
6. ábra: DMAIC folyamata [13].....	14
7. ábra: 8D módszer lépései [15]	15
8. ábra: 5W2H összetevői [16].....	19
10. ábra: Isikava diagram [10]	22
11. ábra: 5 miért elemzés példa [19].....	23
12. ábra: Pareto diagram [10].....	25
13. ábra: Futtatási digram [22].....	26
14. ábra: Minőség költség összetevői [23].....	27
15. ábra: Pin sheath alkatrész műszaki rajzának részlete [Saját kutatás, saját szerkesztés]	29
16. ábra: Lábsorja típusú hiba [Saját kutatás, saját szerkesztés].....	30
17. ábra: Lábsorja megengedett mértéke [Saját kutatás, saját szerkesztés]	31
18. ábra: Futtatási diagram kiinduló állapota.....	33
19. ábra: Isikava diagram a hiba előfordulás okaira [Saját kutatás, saját szerkesztés]	34
20. ábra: Befogó eszköz hibáok 5 miért elemzése [Saját kutatás, saját szerkesztés].....	35
21. ábra: 5 miért elemzés vágott cső görbeségére [Saját kutatás, saját szerkesztés]	35
22. ábra: 5 miért elemzés a nem megfelelő szerszámélettartamra [Saját kutatás, saját szerkesztés]	36
23. ábra: 5 miért elemzés a nem megfelelő megmunkálási irányokkal kapcsolatban [Saját kutatás, saját szerkesztés].....	36
24. ábra: Isikava diagram a hiba kiáramlása szempontjából [Saját kutatás, saját szerkesztés]	37
25. ábra: Forgásszimmetrikus alkatrész megmunkálása (bal oldal) és 0,05 egytengelyűségi hibával rendelkező munkadarab megmunkálása (jobb oldal) [Saját kutatás, saját szerkesztés]	38
26. ábra: Alapanyag görbeségének vizsgálata [Saját kutatás, saját szerkesztés]	40
27. ábra: Szerszám élettartam teszt [Saját kutatás, saját szerkesztés].....	41
28. ábra: Kívülről befelé történő megmunkálás [Saját kutatás, saját szerkesztés]	42
29. ábra: Belülről kifelé történő megmunkálás [Saját kutatás, saját szerkesztés]	43

30. ábra: Hibaszázalékok fordított megmunkálással [Saját kutatás, saját szerkesztés]	44
31. ábra: Válsorja típusú hiba [Saját kutatás, saját szerkesztés]	45
32. ábra: "Zero cutting" [Saját kutatás, saját szerkesztés]	46
33. ábra: Technológiai módosítások hatása [Saját kutatás, saját szerkesztés]	47
34. ábra: Rugós szerszám beépítése az eredeti szerszámhoz [Saját kutatás, saját szerkesztés]....	49
35. ábra: Hibaszázalékok eredményei a 6.ciklus végén [Saját kutatás, saját szerkesztés]	50
36. ábra: Vizuális ellenőrök jó termékeinek alakulása egy műszakban [Saját kutatás, saját szerkesztés]	51

4. sz. függelék – Hallgatói és konzulensi nyilatkozat minta

NYILATKOZAT

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

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

Kelt: 2023 év 05 hó 02 nap


Hallgató

NYILATKOZAT

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

A Záródolgozatot/Szakdolgozatot/Diplomadolgozatot záróvizsgán történő védésre javaslom / nem javaslom*.

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

Kelt: 2023 év 05 hó 02 nap


Belső konzulens

*Kérjük a megfelelőt aláhúzni!

NYILATKOZAT

a diplomadolgozat¹ nyilvános hozzáféréséről és eredetiségéről

A hallgató neve: Nádvari Anita
A Hallgató Neptun kódja: LU5561
A dolgozat címe: Műveltségügyi probléma megoldása műveltségügyi technikai segítségvel
A megjelenés éve: 2023
A konzulens tanszék neve: Műszaki Menedzsment Tanszék

Kijelentem, hogy az általam benyújtott diplomadolgozat² egyéni, eredeti jellegű, saját szellemi alkotásom. Azon részeket, melyeket más szerzők munkájából vettem át, egyértelműen megjelöltem, s az irodalomjegyzékben szerepeltettem.

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

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

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

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

Kelt: 2023 év 05 hó 02 nap


Hallgató aláírása

¹ A megfelelő dolgozattípus meghagyása mellett a többi típus törlendő.

² A megfelelő dolgozattípus meghagyása mellett a többi típus törlendő.