

# **DIPLOMADOLGOZAT**

**Németh András**  
**Műszaki menedzser MSc**

**BUDAPEST**  
**2023**



**Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem**  
**Szent István Campus**  
**Műszaki menedzser MSc**

**GYÁRTÁSBELI HIBÁK CSÖKKENTÉSE VIZUÁLIS  
ÉRZÉKELŐK SEGÍTSÉGÉVEL A BERNSTEIN KFT.-NÉL**

**Belső konzulens:** Dr. Peszeki Zoltán  
egyetemi tanár

**Külső konzulens:** Velencei Ádám  
gyártástámogató mérnök

**Készítette:** Németh András  
FLHWWG  
nappali tagozat

**Intézet:** Műszaki intézet

**BUDAPEST**  
**2023**

**MŰSZAKI INTÉZET MŰSZAKI MENEDZSER MESTERSZAK**  
**termelés- és minőségmenedzsment specializáció**

**DIPLOMADOLGOZAT**  
feladatlap

Németh András (FLHWWG)

részére

**A diplomadolgozat címe:**

**Gyártásbeli hibák csökkentése vizuális érzékelők segítségével a Bernstein Kft.-nél**

**Feladatkiírás:**

Végezze el egy adott műszaki vállalkozás reklamációkezelésének elemzését és tegyen javaslatot a gyártási hibák csökkentése érdekében! Vizsgálja meg a problémák okait, alkalmazza a megfelelő módszereket! Mutassa be az új rendszer előnyeit és hátrányait egyaránt!

**Közreműködő tanszék:** Műszaki Menedzsment

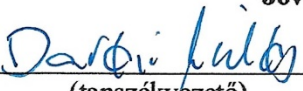
**Külső konzulens:** Velencei Ádám, Bernstein Kft., 1044 Budapest, Óradna u. 7.

**Belső konzulens:** Dr. Peszkei Zoltán, egyetemi tanár, MATE, Műszaki Intézet

**Beadási határidő:** 2023. 05. 02.


Gödöllő, 2023. 01. 20.

Jóváhagyom

  
(tanszékegyetemes)

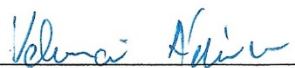
  
(szakfelelős)

Átvettem

  
(hallgató)

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

Gödöllő, 2023. 04. 27.

  
(külső konzulens)

# Tartalomjegyzék

1. Bevezetés.....	4
2. Irodalmi áttekintés .....	5
2.1. A Bernstein Kft. bemutatása.....	5
2.2. Képfeldolgozás – Vizuális érzékelő rendszerek .....	6
2.3. A kamera és a tartozékok kiválasztása.....	9
2.4. Módszertan .....	12
2.4.1. Lorenz-Pareto elemzés .....	13
2.4.2. Ishikawa diagram.....	14
2.4.3. SWOT analízis.....	16
2.4.4. 8D módszer.....	17
2.4.5. 5S módszer .....	18
3. Saját elemzések – A módszerek alkalmazása.....	20
3.1. 8D módszer.....	21
3.2. A hibatípusok.....	25
3.3. Lorenz-Pareto elemzés .....	29
3.4. Ishikawa elemzés .....	30
3.4.1. Hiányzó termékcímke .....	30
3.4.2. Hiányzó csavar .....	33
3.5. SWOT analízis.....	35
3.6. A szenzor kiválasztása .....	37
3.7. A szenzor beüzemelése .....	40
3.8. Munkaszervezés.....	44
4. A beruházás értékelése .....	48
4.1. Megtérülési idő .....	49
4.2. Egyéb gazdasági szempontok.....	53
4.3. A beruházás kockázatai.....	53
4.4. Stratégiai célok támogatása .....	54
5. Összefoglalás .....	55
6. Irodalomjegyzék/elektronikus hivatkozások .....	59
A DIPLOMADOLGOZAT TARTALMI KIVONATA .....	61
ABSTRACT OF THESIS WORK.....	62

# 1. Bevezetés

Diplomadolgozatom célja egy olyan kamerarendszer kialakítása, mely jelentősen csökkenteni tudja a Bernstein Kft. vevői reklamációinak és belső hibáinak mennyiségét. A hipotézisem az, hogy ezzel a módszerrel töredékére lehet csökkenteni az ehhez kapcsolódó problémákat. Ezt az állításomat igyekszem bebizonyítani megfelelő módszertan segítségével a dolgozat tartalmi fejezeteiben.

A projekt aktualitása abban rejlik, hogy az elmúlt néhány éves időszakban a cég magyarországi leányvállalata jelentős növekedésnek indult. Ez meglátszik a vállalkozásban dolgozók számán, az elkészült termékek mennyiségén, de sajnálatos módon a belső hibák mennyisége is láthatóan megnövekedett. A sok selejt komoly pénzbeli ráfordítást igényel és a cég természetesen a leghatékonyabb gazdasági működést szeretné elérni.

A problémák számának növekedése véleményem szerint érthető, de ez nem jelenti azt, hogy ne lehetne kezdeni valamit ennek megfékezése érdekében. A dolgozat részeként megemlítem, hogy az eddigiekben a Bernstein Kft. hogyan járt el a reklamációkezelésben, és a hibák kiküszöbölése érdekében milyen változtatásokat eszközölt. Az is kifejtésre kerül, hogy ezen változtatások hatására milyen eredményeket ért el a cég és a beüzemelt szenzorok, hogyan egészítik ki, tökéletesítik a selejtkezelést.

Részletesen kifejtem, hogyan történik a szenzorok beüzemelése, tesztelése. A dolgozat részét képezik a beruházás megtérülésére vonatkozó számítások, amiben kifejtésre kerül, hogy milyen költségekkel jár a projekt és milyen veszteségektől tud megszabadulni a vállalat az eszköz segítségével. Ezenkívül egyéb tényezőket is figyelembe véve megvizsgálom, hogy hosszú távon miért érdemes befektetni egy hasonló vizuális érzékelőbe, milyen nem pénzügyi megtérülési mutatókkal értékelhető a beruházás.

Műszaki menedzser tanulmányaim révén szeretnék foglalkozni azzal is, hogy a kamerarendszer bevezetése milyen munkaszervezési kihívásokkal járhat, hogyan változtatja meg egyes munkafolyamatok műveleti sorrendjét, a kamera kezelése milyen nehézségekkel jár, és kik tudják használni, illetve az eredményeket látva érdemes-e további szenzorok beszerzésén elgondolkodnia a cégnek.

## 2. Irodalmi áttekintés

### 2.1. A Bernstein Kft. bemutatása

A Bernstein AG német vállalat biztonsági kapcsolók, szenzorok, burkolatok fejlesztésével és gyártásával foglalkozik. A magyarországi leányvállalatot 2006-ban alapították; a magyar telephelyen csak gyártás zajlik, melynek termékeit az OEM Automatic Kft. forgalmazza. A cég fókuszában a gépek és a folyamatok biztonsága áll a gépkezelő védelme érdekében.

Jelenleg Magyarországon csak egy telephely van, Budapesten, ami több mint 180 főt foglalkoztat. Azáltal, hogy csak egy telephely működik, a cég belső logisztikai többletköltségektől mentes, működése hatékony, és jól áttekinthető.

Minőségbiztosítási rendszerük ISO 9001:2008 szerint tanúsított. Folyamatos a minőségi és technikai fejlesztés, ennek köszönhetően az elmúlt években bővült a termékpaletta és a rendelésállomány is.

A gyártásban a termékek sokszínűsége a jellemző. A vállalkozás fő termékei az elektronikus érzékelők és az elektromechanikus kapcsolók, ezen belül kapacitív, induktív, optikai és mágneses szenzorok, mechanikus működtetésű biztonsági kapcsolók és folyadékszint érzékelők gyártásával foglalkozik a cég. Ehhez a sokszínű termékpalettához többféle gyártási technológia és különböző gyártási eszközök szükségesek. A teljesség igénye nélkül a következő eszközök és technológiák vannak jelen a gyártási tevékenységek során: UV megvilágító, pneumatikus és elektromos csavarozók, kézi forrasztó állomások, mechanikai megmunkáló eszközök, valamint címkenyomtató, tasakozó, műgyanta kiöntő gépek, illetve olyan precíziós vágó és feliratozó gépek is, amelyek lézerfényvel működnek. Továbbá speciális, egyedi fejlesztésű mérő és vizsgáló berendezésekkel is rendelkezik a cég. Az utóbbi években bővült az eszközállomány kábelkonfekcionáló berendezésekkel és egy automata összeszerelő sorral is.

A gyártásszervezés és -tervezés vevői igények alapján zajlik, a cég kiemelt feladatának tekinti, hogy kifogástalan minőségben, határidőre elkészítse a vevői megrendelések által meghatározott termékeket. [11]

## 2.2. Képfeldolgozás – Vizuális érzékelő rendszerek

A 90-es évek előtt a gyártásellenőrzésben a termék szemrevételezése, illetve a termék manuális ellenőrzése volt az irányadó technológia a hibák elkerülése érdekében. A gyártás felgyorsulása és ezáltal az alkatrészek nehezebb átláthatósága jelentősen megnehezítette az emberi szemek általi vizuális ellenőrzést, ez meglátszódott a manuális ellenőrzés hibaarányainak növekedésében.

Ugyanakkor rohamosan fejlődött a számítástechnikai háttér és ezzel együtt a képfeldolgozás is. Az automatizált optikai ellenőrzés pedig egyre megbízhatóbbá és gyorsabbá vált. Ezenkívül a felületszerelt technológia egyeduralkodóvá válásával elszaporodtak az alkatrész alatt keletkezett, optikai ellenőrzéssel felderíthetetlen hibák, amelynek igénye alakította ki az automatikus röntgen ellenőrzést. [12] [16]

A vizuális érzékelés elterjedését az is segítette, hogy a kamerás rendszerek gyártói felismerték, hogy a technológia akkor lesz minél szélesebb körben népszerű, ha egyszerűen programozható eszközök adnak a mérnökök kezébe. Így alakult ki, hogy ezeket az eszközöket egy átlátható menürendszer jellegű felületen lehet beállítani, programozni, tesztelni.

A készülékek kiviteli jellemzőit az ipari szabványokhoz kellett igazítani, mely esetben kisebb, robosztusabb kamerákat eredményezett. Ehhez hozzájárult az a nem elhanyagolható tényező is, hogy a számítástechnika fejlődése okán egyre kisebb alkatrészeket tudtak gyártani.

Vizuális érzékelőnek (vision sensor) nevezik általánosan azokat a képfeldolgozó rendszereket, melyek a legegyszerűbb feladatokat végzik. Fontos megjegyezni, hogy egyes rendszerek nagyon függenek attól, hogy milyen hardverrel és szoftverrel rendelkezik a vállalkozás, ahol alkalmazni szeretnék. Ezért egy ilyen berendezés kiválasztásánál nem csak az ára lesz döntő, hanem az is, hogy pontosan milyen hardver- és szoftverigényei vannak az adott szenzoros rendszernek. Nem lehet bármilyen feladatot elvégezni például egy egyszerű, fix optikával rendelkező, mintafelismerést végző érzékelővel.

Az ipari képfeldolgozó rendszerek fontosabb kivitelei:

- egyszerű vizuális érzékelők (alakfelismerő érzékelők)
- programozható vizuális érzékelők
- háromdimenziós vizuális érzékelők [13]

A képfeldolgozást alkalmazó automatikus ellenőrzések típusai:

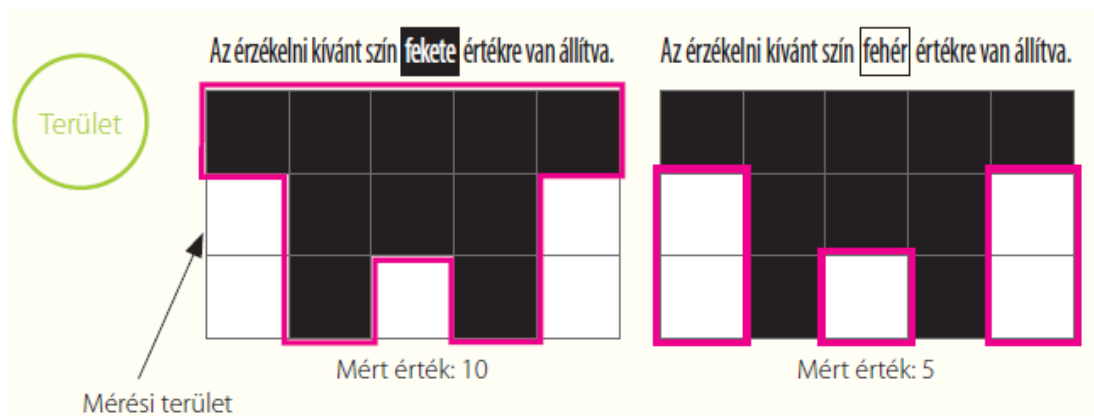
- Jelenlét- és hiányérzékelés
- Hibaellenőrzés
- Méretellenőrzés
- Pozicionálás
- OCR (karakterellenőrzés)

A dolgozat szempontjából a jelenlét- és hiányérzékelés típusú képfeldolgozás a legfontosabb.

Ezen típusú vizuális érzékelők célja annak ellenőrzése, hogy egy szükséges alkatrész hiányzik-e a célterületről (target). Az érzékelő felhasználási módjai közé tartozhat az áramkörtől lévő elektronikus alkatrészek, a gépalkatrészekhez tartozó csavarrögzítők, valamint az élelmiszerek csomagolásán lévő zárjegy jelenlétének ellenőrzése is. Esetünkben pedig egy adott termék alkatrészeinek hiányát fogja vizsgálni. [21]

A jelenlét-/hiányérzékelés során leggyakrabban alkalmazott képi eszköz a Terület és a Folt.

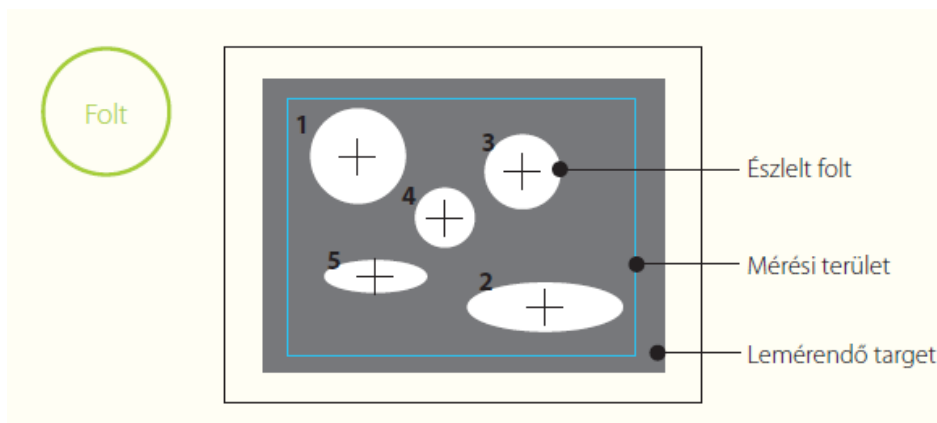
Terület: Az eszköz bináris feldolgozást alkalmaz. Megszámolja a megadott intenzitási- vagy szintartományon belül észlelt képpontokat.



1. ábra: Területalapú jelenlét- és hiányérzékelés [3]



Folt: A Folt ellenőrzőeszköz szintén bináris feldolgozást alkalmaz, de a megadott intenzitási- vagy szintartományon belül elhelyezkedő képpontok megszámlálása helyett csoportokba rendezi a pontokat, majd megadja az egyes észlelt foltok egyéni méretét (a képpontok számát).



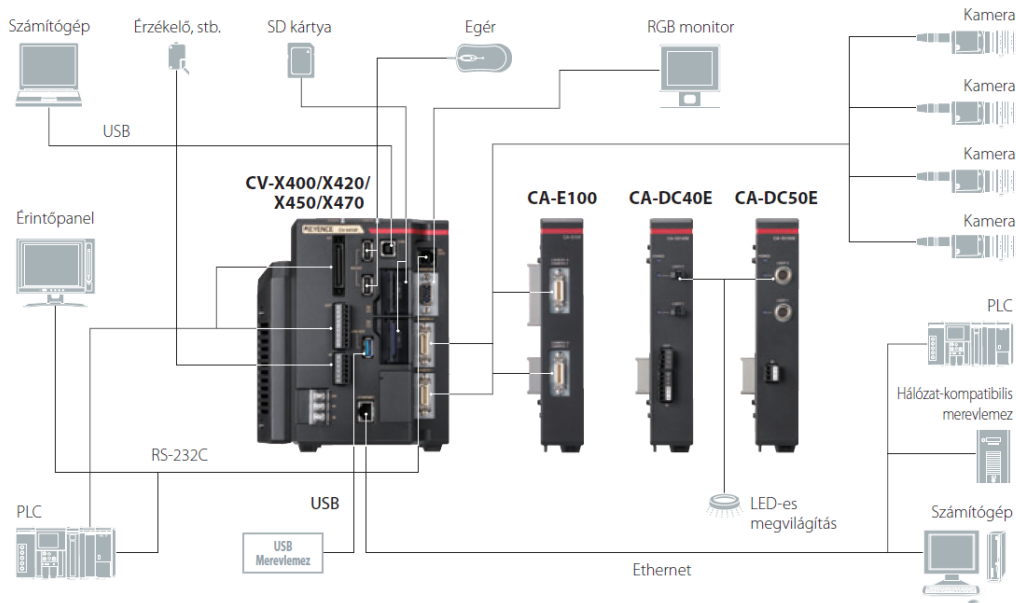
2. ábra: Folt típusú jelenlét- és hiányérzékelés [3]

A gépi látás lényegében három fő lépésből áll:

**Képrögzítés/átvitel:** A rendszer rögzíti a target képet, majd a képadatok a feldolgozási fázisba kerülnek. A legszükségesebb berendezések közé tartoznak a kamerák, a lencsék és a megvilágítás.

**Feldolgozás:** A feldolgozási fázis két legfőbb lépése az előfeldolgozás, valamint a mérések feldolgozása. A képfeldolgozó vezérlő végzi el, majd megjeleníti az értékelés eredményét.

**Kimenet:** A kimenetek a látás-vezérlőegységtől származó eredmények alapján továbbítják az adatokat egyéb eszközöknek, amelyek irányítják a folyamatot és elutasítják a nem megfelelő termékeket, illetve adatokat gyűjtenek. (PLC, számítógép, monitor, robot, hangszóró, figyelmeztető lámpa). [3]



3. ábra: Példa egy gépi látórendszer felépítésére [3]

### 2.3. A kamera és a tartozékok kiválasztása

A kamera kiválasztásához pontosan meg kell határozni, hogy az elvégzendő feladathoz milyen kamera szükséges.

A négy legfontosabb összetevője a kameraválasztásnak:

- Át kell gondolni, hogy szükséges-e egy nagy felbontású kamera használata. Ez függhet a target és a hibák méretétől.
- Monokróm vagy színes kamerára van-e szükség. Akkor érdemes színes kamerát választani, ha színegyenletességet, színeltérést vizsgálunk, de akkor is előnyös, ha a hiba színe hasonló, mint a háttér színe.
- Mérlegelni kell a gyártósebességet is, hiszen nagyobb sebesség esetén nagyobb átviteli sebességgel rendelkező kamerát kell választani.
- A gyártósori környezet is fontos felmérni kameraválasztás előtt. Amennyiben a telepítéshez korlátozott hely áll rendelkezésre, érdemes egy kompakt kamerát választani. Ezesetben a megvilágítást is jobban meg kell tervezni, erről a dolgozat későbbi részeiben lesz még szó.

Fontos megjegyezni, hogy egyszerre többféle kamerát is lehet csatlakoztatni ugyanahhoz a vezérlőegységhez, így az alkalmazás típusától függően akár egyszerre is használhatók ezek a kamerák.

Továbbá a lencsék kiválasztása és megfelelő pozicionálása kulcsfontosságú ahhoz, hogy minimális torzulással rendelkező képeket tudjunk előállítani. Számtalan típusú lencse áll rendelkezésre az ellenőrzés típusától és az érzékelés pontosságától függően. Olyat kell választani, amely megfelel a tervezett ellenőrzéshez. Ezenkívül érdemes lehet elgondolkodni lencsefoglalat beszerzésén is. [4]

CCTV lencse: Ennek segítségével készíthetünk távoli fényképeket, akár nagyobb területekről is. Szerkezetük viszonylag egyszerű, így kompakt méretük mellett alacsony költségeket garantálnak. Ezekkel a lencsékkel kiegyensúlyozott korrigálást lehet elérni bármilyen távolság esetében. Hagyományosan termékek ellenőrzésére, üzemautomatizálásra, illetve biztonsági és katasztrófavédelmi célokra használják.

Makroobjektív: Kisebb munkadarabok jelentős mértékű felnagyítására szolgál. Például a folyadékkristályos anyagokon lévő igazítási jelek érzékeléséhez használják.

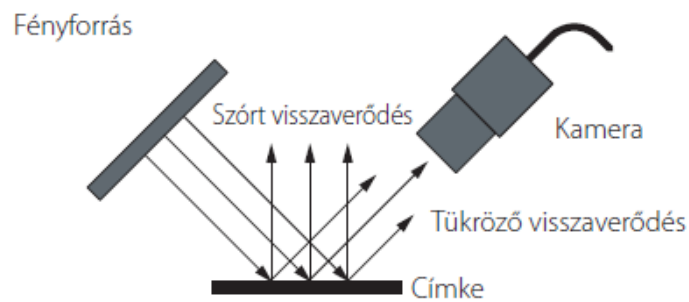
Telecentrikus lencse: Nagy pontosságú mérésekhez használják. Kiváló minőségű képeket lehet vele csinálni a párhuzamos optikai tengelynek köszönhetően, ami megakadályozza a lencsetorzítást. Tehát rendkívül pontosan meg lehet vele határozni a target méretét és pozícióját.

A mozgó alkatrészek pontos érzékelésének és ellenőrzésének szempontjából kulcsfontosságú tényező a pozicionálás. Ezt mintakereső eszköz segítségével el lehet végezni, mely meghatározza az alkatrész pozícióját, ezzel segítve a folyamatot. Automatikusan érzékeli a targetmintát, majd a pozíció adatokat továbbítja egy másik eszközre.

A megfelelő képszűrő kiválasztása is igen hasznos lehet a tervezett használathoz. Léteznek a szélek kivonására használható képszűrők, ezek a Prewitt-, a Sobel- és a Roberts-szűrő. Illetve léteznek a képminőség javítását célzó szűrők úgy, mint a képélesítés, az átlagolás és a medián szűrés.

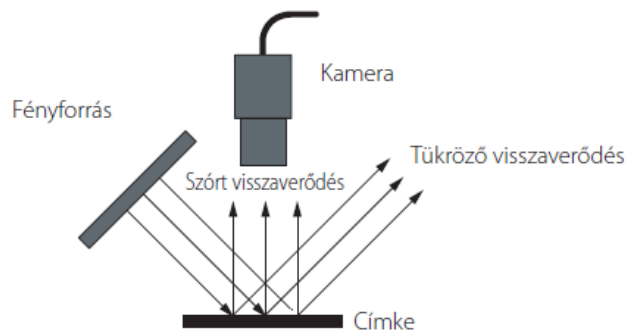
Végül, de nem utolsó sorban a target képének pontos rögzítéséhez elengedhetetlen a stabil megvilágítás biztosítása. A nagyfokú fényvisszaverő képességgel rendelkező felületek a megvilágítás és a kamera helyzetétől függően kihangsúlyozhatók vagy elnyomhatók. [5]

Tükröző visszaverődésről beszélünk, ha a kibocsátott fénynyalábok közvetlenül a szenzorba verődnek vissza a targetról:



4. ábra: Tükröző visszaverődés [5]

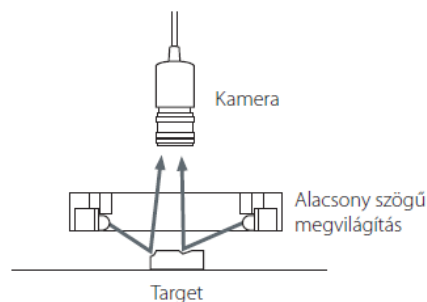
Szórt visszaverődés esetében pedig közvetett módon verődik vissza a fény a kamerába:



5. ábra: Szórt visszaverődés [5]

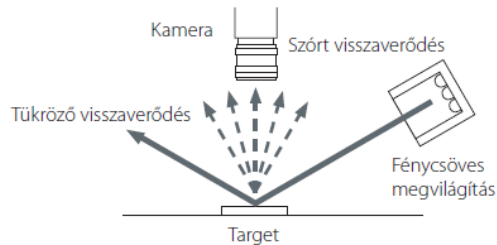
A tükröző visszaverődéshez képest a szórt visszaverődés stabilabb képet eredményez. Szórt visszaverődéshez az alábbi megvilágításokat alkalmazhatjuk:

- Gyűrűs megvilágítás: ha lapos szögben világítjuk meg a tárgyat, akkor a fényes területről érkező visszaverődés csökken. Ez hibák érzékelése szempontjából és hasonló színnel, de eltérő fényességgel rendelkező területek megkülönböztetésél rendkívül hatékony módszer.



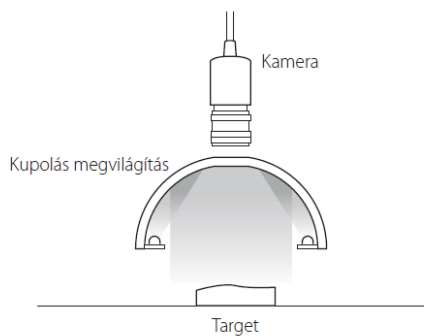
6. ábra: Gyűrűs megvilágítás [5]

- Sáv megvilágítás: ez egységes megvilágítást biztosít a hosszúkás területeken. Ráadásul a fény átlósan, két oldalról történő irányításával a fényes felületek is egységes megvilágítást kapnak.



7. ábra: Sáv megvilágítás [5]

- Kupolás megvilágítás: A kupolás fények szórt, közvetett fénnel világítják meg a targetet. Ez a típus egyenletes megvilágítást biztosít a szabálytalan alakúakal rendelkező targetek esetében, amelyeknél könnyedén alakulnak ki forró pontok.



8. ábra: Kupolás megvilágítás [5]

## 2.4. Módszertan

A problémák pontos meghatározásához és feltárásához különböző módszereket használtam. Ahhoz, hogy eljussak az optimális megoldáshoz; fel kellett tárni a hibaokokat, elemezni a reklamációkat és ezek alapján kiválasztani az ideális megoldást. Ehhez a következő módszereket használtam:

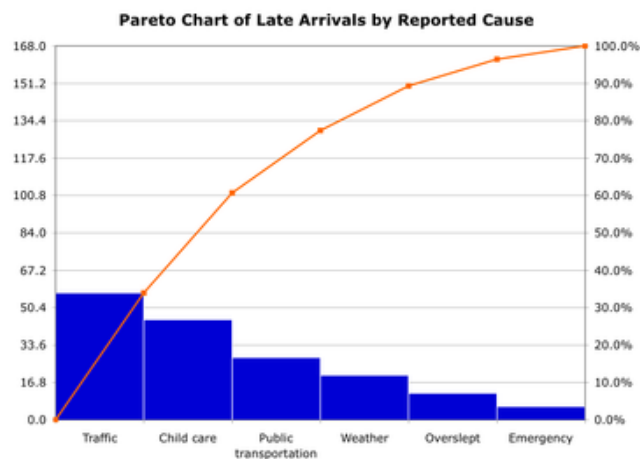
- 8D problémamegoldó módszer
- 5S módszer
- Lorenz-Pareto elemzés
- Ishikawa diagram
- SWOT analízis

Ezenkívül néhány folyamat szemléltetésében folyamatábrát használtam a jobb megérthetőség érdekében.

### 2.4.1. Lorenz-Pareto elemzés

A Pareto elv segítséget nyújt abban, hogy a hibaelemzés során a legfontosabb problémákra és okokra tudjunk összpontosítani. Általános megfogalmazása: Az okok kis hányada okozza a hatások (okozatok) nagy részét. A Pareto elemzést 80/20 elemzésnek is szokták hívni, hiszen azon az elven alapul, hogy a kiváltó okok 20%-a felelős a problémák 80%-áért, így ezeket az okokat érdemes felkutatni és orvosolni. Az elvet egy Pareto nevű olasz közgazdász ismerte fel és alkalmazta először a múlt században gazdasági elemzéseknél, majd Lorenz általánosította, a minőségügy területére pedig Juran alkalmazta. A Lorenz-Pareto diagram pedig az elv grafikus megvalósításán és értékelésén alapszik.

Mindezek alapján a diagram fő célja, hogy rangsoroljuk a problémákat, illetve az egyes problémák okait, és ezzel biztosítsuk a lényegre való koncentrációt. Az problématípusok által okozott problémák mértékét jelenítjük meg az oszlopdiagramon, melyeket nagyság szerint ábrázolunk. Az első néhány, tehát a legnagyobb oszlopok jelentik a fontosabb problémákat, a kisebbek pedig a jelentéktelenebbeket. A diagramon az egyes problémák súlyát jelző oszlopok mellett az oszlopok kumulatív alakulását mutató vonaldiagramot is fel lehet tüntetni. [17]



9. ábra: Példa a Pareto diagramra [18]

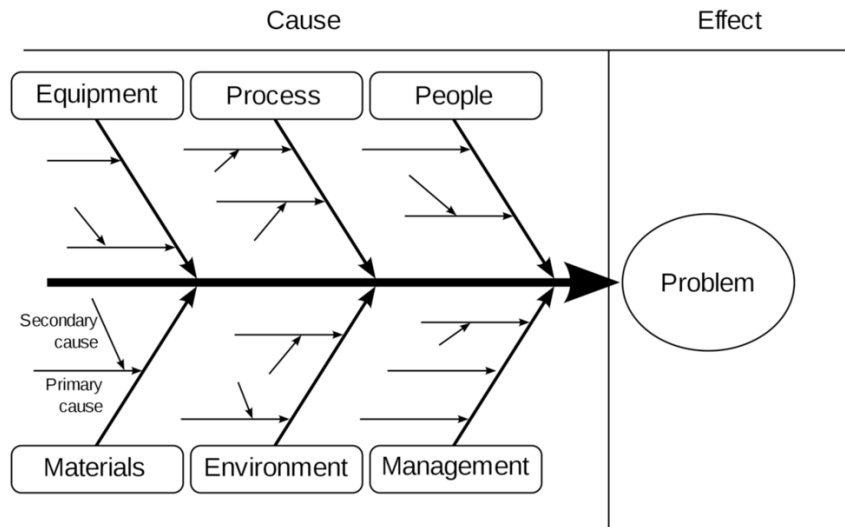
Elkészítése és értékelése:

1. A lehetséges problémátípusok összegyűjtése. Ügyelni kell arra, hogy ne legyen túl kevés, de túl sok sem (6 – 20 db). Az általunk kevésbé fontosnak tartott problémákat érdemes lehet összevonni „egyéb problémák” címmel.
2. Meg kell határozni, hogy miben mérjük a problémák súlyosságát. Célszerű egy objektív mérőszámot választani, például: selejtes darabok száma.
3. Az adatgyűjtés megtervezése, adatgyűjtő lap, táblázat készítése.
4. Adatgyűjtés a problémák szerint csoportosítva. Pontos eredményhez elengedhetetlen a nagy mintaszám.
5. Problémák sorrendbe helyezése az adatok alapján.
6. A Lorenz-Pareto diagram megrajzolása és kiegészítése a vizsgálat részleteit leíró, magyarázó feliratokkal. Ilyen információk lehetnek például a vizsgálat célja, menete és ideje.
7. A diagram értékelése.

A Pareto elv alapján a legfontosabb problémákat, hibafajtákat kell kiválasztani, ezek a problémák okozzák körülbelül a hibaokok egyharmadát.

#### **2.4.2. Ishikawa diagram**

Az Ishikawa diagram segítségével feltárhatók a folyamatok során felmerült kulcsfontosságú problémák okai. Az „ok-okozati”, illetve a „halszálka” diagram néven is ismert módszert Kaoru Ishikawa professzor dolgozta ki, lényege, hogy a vizsgált minőségi problémákat kiváltó okok egymásból való következése alapján alkotható egy komplex ok-okozati struktúra, melynek mélyén megállapíthatók a gyökérokok. A professzor alap gondolata szerint egy adott probléma megoldása csak akkor lehet eredményes, ha megtaláljuk, és megoldjuk az ahhoz tartozó gyökérokot is. A gyökérokok feltárásához át kell látnunk az összefüggéseket a kiváltó okok és az általuk kifejtett hatások között, melyek alapján meg tudjuk alkotni a keresett rendszert. Az Ishikawa diagram ezen struktúra megállapításában tud a segítségünkre lenni. A diagram elsősorban a minőségmenedzsmentben használatos, ezen a területen lett kidolgozva, mégis napjainkban már egy széles körben elterjedt eszköz, sok más területen is előszeretettel használják a problémák sikeres megoldása érdekében. [10]



10. ábra: Ishikawa diagram [8]

Elkészítése leghatékonyabb csoportmunka keretében, méghozzá úgy, hogy a csoport tagjai lehetőség szerint különböző területről válogatott szakemberek legyenek. Menete:

1. A probléma egyértelmű megfogalmazása, amely okainak meghatározása a munka célja.
2. Minél több lehetséges ok összegyűjtése. Ezt célszerű valamely szellemi alkotó technika, például brainstorming alkalmazásával megoldani, hogy minél több olyan okot határozzunk meg, ami lefedi a teljes problémakört.
3. Az okok csoportokba szedése, melyek a diagram fő ágai lesznek. Általában az okokat az 5M szerinti csoportokba rendezzük (gép, módszer, anyag, mérés, ember).
4. A csoportosított okok ábrázolása. Könnyen lehetséges, hogy a csoport tagjaiban még ekkor is felmerülnek olyan okok melyek előtte nem írtak össze. A végleges Ishikawa diagram sokszor csak néhány átrajzolás után alakul ki.
5. Értékelésekor meg kell határozni azokat a legfontosabb okokat, illetve tényezőket, amelyek a legnagyobb hatást gyakorolják a problémára. Ezen okok feltárására alkalmas módszerek lehetnek a szavazás, a megbeszélés vagy valamilyen pontozásos módszer használata. [17]



### 2.4.3. SWOT analízis

A SWOT analízis több évtizede terjedt el, mégis az egyik legnépszerűbb stratégiai elemző eszköz napjainkban is, a vállalatok gyakran használják a tervezések során. A SWOT betűszó az angol Strengths, Weaknesses, Opportunities és Threats szavakból ered, ennek megfelelően egy probléma vizsgálatát jelenti a fennálló erősségek és gyengeségek, valamint a potenciális lehetőségek és veszélyek szempontjából. Előbbi kettő együtt alkotja a belső tényezőket, melyekkel mindenképp számolnunk kell egy folyamat során. Ezek tehát ismertek, így befolyásolni is tudjuk őket. A lehetőségek és veszélyek a külső tényezők, melyek bekövetkezésében nem lehetünk biztosak, mégis érdemes figyelembe venni ezeket, hiszen hatásuk sorsfordító lehet a termék vagy a projekt életútja során. Nehézséget jelent, hogy ezeket nem tudjuk irányítani, csak minimális ráhatással rendelkezünk. [7]



11. ábra: SWOT analízis [19]

A SWOT elemzés előnye az egyszerűség és átláthatóság, illetve ebből adódóan az, hogy egy szervezet bármely szintjén alkalmazható, az egyéntől kezdve az különböző testületekig. A vizsgálatok mélységét tekintve is rugalmasan használható, legyen szó egyszerű vagy komplex kérdésekről. Ugyanakkor meg kell jegyeznünk, hogy sok esetben általánosít, valamint egy része feltételezéseken alapul, ami az eredmények és következtetések torzulásához vezethet.

Az elemzést célszerű a külső tényezők felsorakoztatásával kezdeni, és ezek alapján meghatározni a belső tényezőket, melyek így egyből megoldásként szolgálhatnak a felsorakoztatott problémákra, valamint segítségükkel elkerülhetők a potenciális veszélyek. Tehát a külső és belső tényezők párba állíthatóak, megfeleltethetők egymásnak. A következő

lépésben azt lehet vizsgálni, hogy a negatív faktorok, vagyis a gyengeségek és a veszélyek hogyan konvertálhatók át (amennyiben ez lehetséges) erősségekké, illetve lehetőségekké. Az elemzés célja tehát felmérni a vállalat lehetőségeit és problémáit, illetve törekedni arra, hogy elkerüljék vagy pozitívvá változtassák a megállapított negatív faktorokat, azaz a gyengeségeket és veszélyeket. [7]

#### **2.4.4. 8D módszer**

A 8D egyfajta problémamegoldó módszer, amelyet jellemzően minőségügyi mérnökök vagy más szakemberek alkalmaznak, leggyakrabban az autóiparban használják, elsősorban a gyártási minőségbiztosítás területén, de sikeresen alkalmazzák az egészségügyben, a kiskereskedelemben, a kormányzatban és a pénzügyekben is. Egy strukturált megközelítés a probléma azonosítására, elemzésére, megoldására és célja az is, hogy megakadályozza annak jövőbeni megismétlődését. Segíti a szervezet minőségének, termelékenységének és vevői elégedettségének javítását, miközben növeli a profitot. [25]

A modell a probléma statisztikai elemzésén alapuló állandó korrekciós intézkedést hoz létre, és a probléma eredetére összpontosít, meghatározva a kiváltó okokat. Bár eredetileg nyolc szakaszból vagy tudományágból állt, a nyolc tudományág rendszerét később egy kezdeti tervezési szakasz egészítette ki. A folyamat menete:

- D0: Tervezés: Meg kell tervezni a probléma megoldásának menetét és meghatározni az előfeltételeket.
- D1: Csapat kiválasztása: Létre kell hozni egy csapatot, célszerű minél sokszínűbb tudással rendelkező emberekből összeállítani.
- D2: A probléma meghatározása és leírása: Úgy kell meghatározni a problémát, hogy számszerűsíthető módon azonosítani lehessen. Javasolt az 5W2H módszer alkalmazása (ki, mit, hol, mikor, miért, hogyan és hányat).
- D3: Átmeneti terv kidolgozása, ideiglenes intézkedések végrehajtása és ellenőrzése: A probléma ügyféltől való elkülönítése érdekében azonnali intézkedéseket kell megtenni, ezek csak rövid távra szólnak, és költségesek is lehetnek.
- D4: A kiváltó okok meghatározása, azonosítása és ellenőrzése: Azonosítani kell az összes olyan okot, amely megmagyarázhatja a probléma előfordulását. Azt is meg

kell határozni, hogy miért nem tűnt fel a probléma ezelőtt. Minden okot ellenőrizni kell és bizonyítani. Az 5 Miért módszert és/vagy ok-okozati diagramot használhatunk az okok feltérképezésére az adott probléma ellen.

- D5: A javító intézkedések meghatározása az ellenőrzési tervekkel együtt: Az összes lehetséges megoldási javaslatot össze kell gyűjteni, érdemes a megoldási javaslatokat rangsorolni költségek és fenntarthatóság szempontjából, illetve elemezni a kockázatokat.
- D6: Korrekciós intézkedések bevezetése és érvényesítése: A legjobb korrekciós intézkedések meghatározása és végrehajtása, határidőkkel és a felelőségek kiosztásával.
- D7: Megelőző intézkedések meghatározása és bevezetése: Úgy kell módosítani az irányítási rendszereket, operációs rendszereket, gyakorlatokat és eljárásokat, hogy megakadályozzuk ennek és minden hasonló problémának a megismétlődését.
- D8: Gratuláció: Utolsó lépésként el kell ismerni a csapat kollektív erőfeszítéseit és nyilvánosságra hozni a sikert. [2]

#### **2.4.5. 5S módszer**

Az 5S egy Japánból származó munkahelyi szervezési módszer. A tiszta és szervezett munkaterület létrehozására és fenntartására összpontosít az 5 alapelv megvalósításával. Ugyanakkor nem lehet kijelenteni, hogy az 5S csak a rendrakásról szól, ugyanis megértése és helyes alkalmazása a lean bevezetésének és sikeres fenntartásának alapfeltétele. Az eredeti megnevezések alapján:

- Seiri: A munkahelyen lévő szükséges és szükségtelen dolgok meghatározása, a felesleges tárgyak eltávolítása. A folyamatok felmérése és optimalizálása annak érdekében, hogy a szükséges (értékteremtő) lépések hatékonyan kövessék egymást, és a veszteségek minimalizálása érdekében a nem szükséges tevékenységeket megszüntessük.
- Seiton: A tárgyak és eszközök pontos és hatékony elhelyezése, jól látható feliratozása és pontos jelölése. A folyamatok megfelelő sorrendjének meghatározása, az ideális

helyszín kiválasztása, valamint az eszközök rendezése, jelölése és elhelyezése a megfelelő helyen

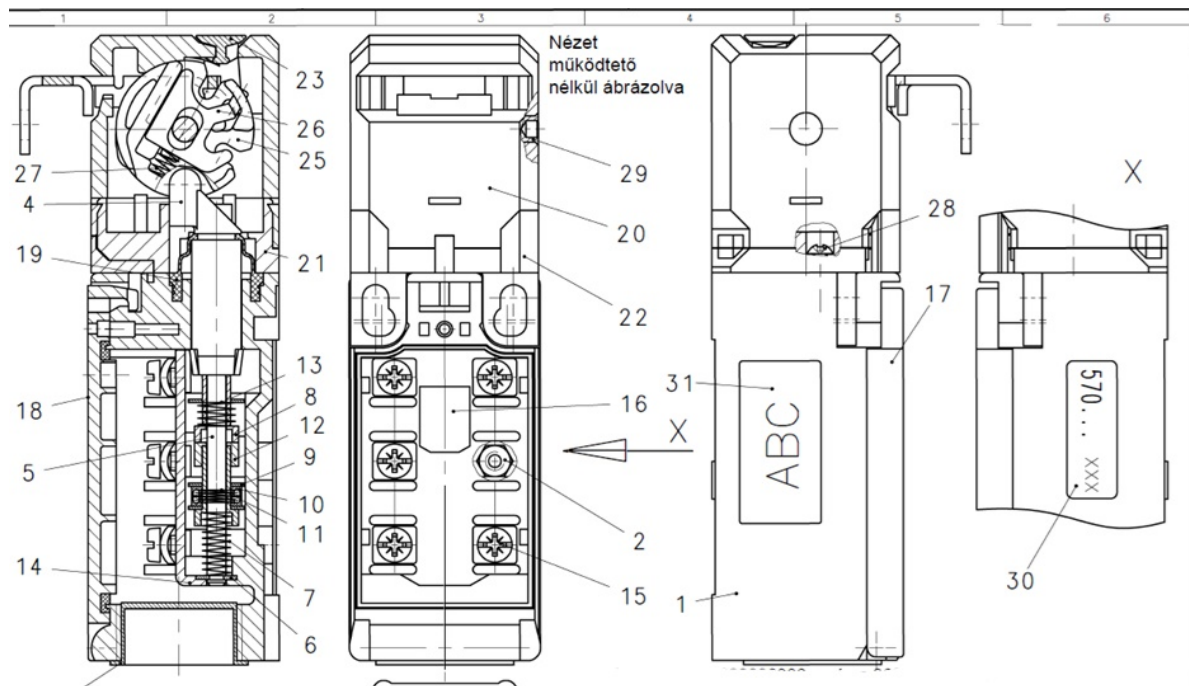
- Seiso: Rendszeres tisztítás, takarítás és karbantartás a munkaterületen. Gépek, berendezések és a talaj rendben tartása. Csúszós, koszos felületek megszüntetése.
- Seiketsu: A kialakított rend fenntartása, szabványosítás. A szabvány megismertetése, oktatása és elfogadásának terjesztése a vállalkozáson belül.
- Shitsuke: Az előző 4 S beépítése a vállalati kultúrába, önfegyelem. Vállalati kultúra létrehozása folyamatos fejlesztés és az 5S elveinek betartása mellett.

Sikeres 5S program esetén eredményeink lehetnek: helyteremtés a létesítményen belül, a felesleges mozgásból származó hulladék csökkenése, az állásidő csökkenése és a minőség javulása, biztonságosabb munkakörnyezet. [1] [9]

### 3. Saját elemzések – A módszerek alkalmazása

Az elemzések során a 2021. július – 2022. július intervallumot vettem számításba, hiszen ekkor már a megnövekedett igények is láthatóan megvoltak és ekkor kezdtek el jelentkezni azok a problémák, amikre a jelen projekt részeként a végső megoldást keresem.

A vizsgált terméknek több hasonló változata van. Például van, amelyik csak színre tér el a többitől, van olyan, amelyre kevesebb termékcímke kerül és olyan is létezik, amelynek összeszereléséhez kevesebb csavarra van szükség. Mindenesetre kijelenthető, hogy kifejezetten hasonlóak és emiatt együtt vizsgáltam őket. Az alábbi ábrán a vizsgált biztonsági kapcsoló műszaki rajza látható:



12. ábra: A vizsgált kapcsoló műszaki rajza

### 3.1. 8D módszer

A 8D módszer felhasználásának célja az volt, hogy a problémákat azonosítsuk és csapatmunkával meghatározzuk azokat az azonnali és hosszú távú intézkedéseket, melyek ezeket a problémákat megoldják. A riport pedig röviden, tömören összegzi a folyamatot lépésenként. A megfelelő lépéseknél jelöltem, hogy részletesebben melyik alfejezetben került bemutatásra az adott elemzés.

D0: Érzékeltük a problémajelenséget, a reklamáció dátuma, a termék cikkszama, megnevezése és a hibás termék mennyisége rögzítésre került.

D1: Kialakítottuk a csapatot, fontos szempont volt, hogy minél több területnek legyen képviselője a problémamegoldásban. Miután összeállt a csapat tisztázni kellett a tagok feladatát és felelősségüket. A gyors megoldás érdekében többször összeült a csapat egyeztetés céljából.

D2: A következő lépésben összegyűjtöttük azokat az adatokat, melyek a vevőtől érkeztek. A problémák leírása után a képeket a hibákról csatoltam a dokumentumhoz. Elkezdtük a problémák szétválogatását: Lorenz - Pareto elemzéssel gyűjtöttem össze a hibatípusokat és részleteztem őket. A diagram segítségével meghatároztam a kritikus hibákat, melyeket további vizsgálatra javasoltam. A 3.3. alfejezetben található a részletes elemzés.

D3: Az azonnali intézkedések azért is fontosak, hogy ezzel megakadályozzuk az esetlegesen még gyártásban lévő termékek kiszállítását a vevő felé. Ez okból értesítettük a gyártást a hibáról és teljes átvizsgálást rendeltünk el, majd fokozottabb figyelmet kértünk.

D4: A gyökérokok meghatározása előtt Lorenz – Pareto elemzés segítségével gyűjtöttem össze a hibák típusait. Ugyanis az információk minél részletesebb összegyűjtése jelentősen megkönnyítheti a gyökérokok meghatározását.

A gyökérokok meghatározására Ishikawa elemzést használtam, két kritikus hibatípus esetében. Ismét összeült a team, és főleg brainstorming alkalmazása mellett ötletelt a csapat a hibaokok feltárása érdekében. Ábrázoltam az ötletet, hogy átláthatóbb legyen az elemzés végeredménye. A 3.4. alfejezetben található az elemzés.

D5 – D6: Miután meghatároztuk a gyökérokokat, módosítási javaslatokat tudunk tenni arra, hogy még egyszer ne forduljon elő a hiba. Több megoldási ötlet született a különböző problémákra.

Eleinte próbáltunk minél egyszerűbb megoldásokkal biztató eredményeket elérni, például bevezetésre került, hogy minden reklamáció után az adott hibáról oktatáson vesz részt a dolgozók sokasága. Itt bemutatásra került a hiba, felhívtuk a figyelmet a fokozott odafigyelésre és arra, hogy az operátoroknak is van lehetőségük ötleteket adni, fejleszteni a folyamatokat, természetes jutalomért cserébe. Jól láthatóan kihelyeztük a Kaizen ládát a folyosóra.

Bevezetésre került az rendszer is, hogy minden gyártás elkezdését jóvá kell hagynia egy arra alkalmas személynek, így biztosan úgy kezdik el az összeszerelést az alkalmazottak, hogy tudják a szerelés folyamatát, az alkatrészek helyes elrendezését és ezt bármikor ellenőrizni tudják a kihelyezett gyártási utasításokban, illetve a saját munkaterületen kihelyezett műszaki rajzon.

A termékről hiányzó címke problémájára, az a megoldás fogalmazódott meg, hogy mostantól csak a csoportvezetők biztosíthatják a címkét a dolgozó munkatárs számára. Ez azt jelenti, hogy a csoportvezető pontosan annyi címkét nyomtat az adott megrendeléshez, amennyi pontosan szükséges. Így, ha az összeszerelés végén marad címke az operátornál, akkor egyből tudja, hogy valamely termékekre nem rakott. Ezzel kapcsolatosan az az intézkedés is be lett vezetve, hogy csak a csoportvezetők adhatják oda az alapanyagokat és csak ők kérhetnek plusz alkatrészeket a raktártól.

Eközben folyamatosan zajlott az 5S bevezetése is, melynek lényege, hogy hatékony, biztonságos és minőségi munkavégzésre alkalmas munkakörnyezetet alakítsunk ki és tartsunk fenn. Ennek ellenőrzése céljából minden héten két fő ellenőrzi más csoportok 5S tevékenységét és jelenti a csoportvezetőnek, ha valami nemmegfelelőséget talál. Elvárt, hogy a munkavállalók folyamatosan tisztán tartsák a saját környezetüket, de minden héten pénteken csinálni kell egy nagyobb takarítást, így hétfőn teljes tisztaságba érkeznek a dolgozók.

Mivel az intézkedések ellenére újra felütötte a fejét az adott probléma, az aktuális megoldások mellett egy vizuális érzékelő beüzemelése mellett döntöttünk, amely képes kiszűrni a hiányzó alkatrészeket. Ezzel az emberi tényező okozta hibalehetőséget jelentősen csökkenteni tudtuk. A 3.5. alfejezetben található a SWOT analízis, melyben megvizsgáltam a szenzoros ellenőrzés előnyeit és hátrányait.

D7: A megelőző intézkedések meghatározása és bevezetése a probléma ismétlődő előfordulásának megakadályozására; tehát törekszünk fenntartani a kialakult rendszert, betartani és betartatni a hozott intézkedéseket. Törekedni kell a problémák előfordulásának megelőzésére.

D8: Lezártuk a reklamációt, ezzel elfogadásra és bevezetésre kerültek a hozott intézkedések. Az eset végén kiküldésre került a 8D rögzítő minőségügyi lap. A zárásról értesítettük a dolgozókat is és gratuláltunk a csapatnak.

Nem csak egy reklamációt vizsgáltam meg a 8D módszerének lépésein keresztül, egyértelműen ki akartam deríteni, hogy mely problémák okozzák a reklamációk nagy részét. A Lorenz – Pareto elemzés által pedig már tisztában voltam vele, hogy melyek a kritikus hibák. Az alábbiakban viszont csak egy dokumentum képe látható a 8D riportra, a szemléltetés miatt.



Teilenummer / part number: 1234567891		Teilename / part name: I88-U1Z W S	
Berichtsnummer / report number: 8D-2022_05_08_SUB		Berichtsdatum / report date: 2022.05.16	
Beanstandungsgrund / defect description: ► 2022.05.08-án vevői reklamációt kaptunk a 123.4567.789-as késztermékre.  ► A vevő jelzést adott a xxxxx AG-nak, hogy 3 db esetében rossz TÜV címkével kapta meg a kapcsolót, amit nem tud felhasználni, cserét kért és a megrendelés átvizsgálását.  ► A készterméket a Bkft részére a xxxxxxx Kft. gyártja az irányadó műveletterv szerint  ► A reklamált darabokba, összesen 3 db-nál nem az előírt címke: I88-GEH.TUV 7245 (cikkszám: 123.4567.789) lett ragasztva, amit a csatolt mellékletben szereplő fotó mutatja.			
1.	Zusammensetzung des Teams / team: QS minőségügyi vezető                      QS / Bejövő áru ellenőr                      xxxxxxx. Kft		
2.	Problembeschreibung / problem description: A késztermék összeszerelése során nem az előírt címke: I88-GEH.TUV 7245 (cikkszám: 123.4567.789) lett ragasztva.		
3.	Sofortmaßnahme(n) / containment action(s): A gyártás értesítése a hibáról A gyártásbanban lévő futó megrendelések 100%-os ellenőrzése és átvizsgálása a reklamált hibára. A 1234567891 kapcsoló gyártás előtt álló megrendelésekhez adott címke felülvizsgálata	% Auswirkung / % Effect 100%	Einsatzdatum / Implem. Date
4.	Fehlersache(n) / root cause(s): 1.) Rossz címke ragasztva  2.) A hiba észlelése nem történt meg sem vizuálisan, sem pedig a kapcsoló szerelése közben.	% Auswirkung / % Contribution 1.) 50% 2.) 50%	System- / Verfahrensgründe / System / Procedure cause(s) Emberi hiba Folyamat biztonság nem elégséges
5.	Abstellmaßnahme(n) / corrective action(s): 1.) A kapcsoló késztermékbe épülő alanyagok ellenőrzése az irányadó stücklista szerint 2.) az 1-3 db legyártott termék ellenőrztetése megtörténik-e a szerelő munkatárs által 3.) Érintett dolgozók oktatása a hibáról. (Lásd a csatolt mellékletet.)	Oberprüfung / Verification	% Auswirkung / % Effect
6.	Abstellmaßnahme(n) einführen / implement corrective action(s): 5-ös pontban foglaltak végrehajtása		Einsatzdatum / Implem. Date 2022.05.16
7.	Maßnahmen, die ein Wiederauftreten des Problems verhindern / action(s) to prevent recurrence A fenti javítóintézkedések végrehajtása, a dolgozók általi betartása - és betartatása		Einsatzdatum / Implem. Date 2022.05.16
8.	Maßnahmen auf ähnliche Prozesse und Produkte übertragen / apply action(s) on similar processes and products Az 5-os pontban leírtak vonatkoznak azon késztermékekre, amelyre a 123.4567.789 címke kerül		Einsatzdatum / Implem. Date 2022.05.16
9.	Würdige Leistung und Erfolg des Teams / congratulate your team:		

Abgeschlossen:

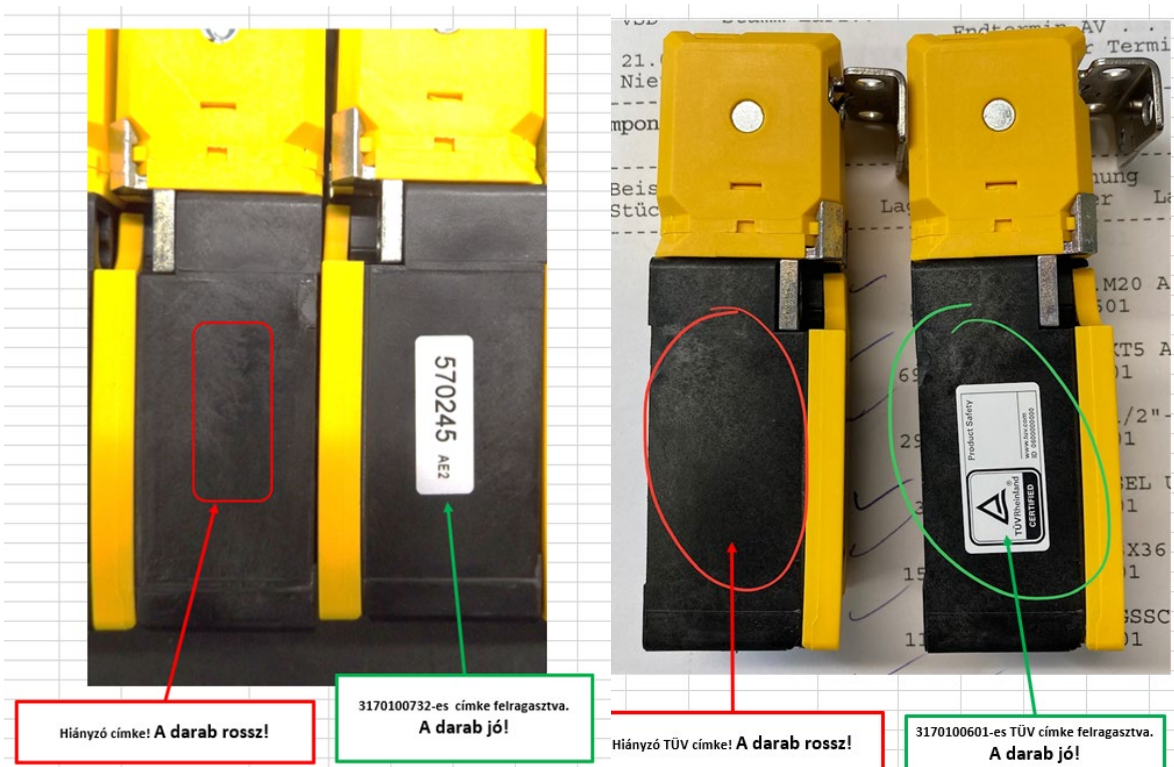
Datum / Date:	Unterschrift / Sign:
---------------	----------------------

13. ábra: Példa a 8D riportra - saját szerkesztés a cég sablonja alapján

### 3.2. A hibatípusok

Ahhoz, hogy a megfelelő elemzéseket elvégezhessem mindenekelőtt össze kellett gyűjteni a hibatípusokat, amelyek lefedik a reklamációk nagy részét az adott termék esetében. Ezek összegyűjtése előfeltétele a Lorenz - Pareto elemzés elvégzésének.

- a) A termék oldalán hiányzik a megfelelő címke: a termék típusától függ, hogy milyen és mennyi címke kerül rá. A két oldalon különböző címkék vannak.



14. ábra: Első példa címkehiányra

15. ábra: Példa a hiányzó TÜV címkére



16. ábra: Második példa címkehiányra

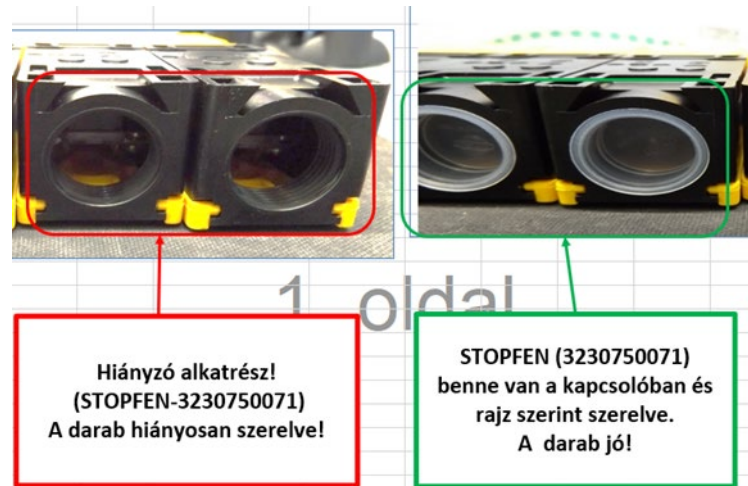
b) Hiányzó kapcsolóbetét a termék tetején (porvédő)



18. ábra: Hiányzó kapcsolóbetét (sárga termékénél)

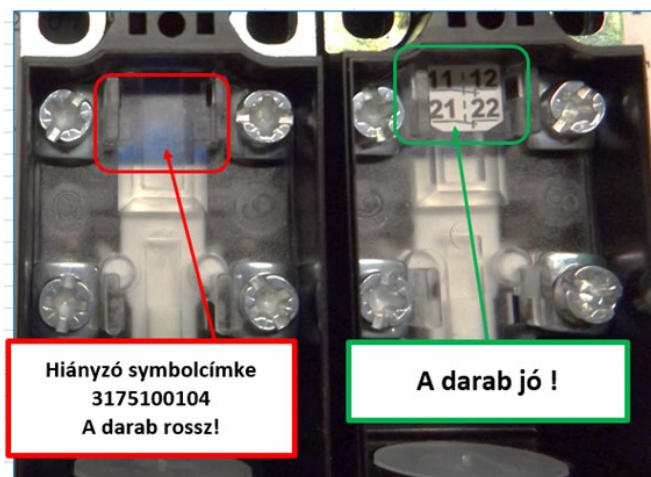
17. ábra: Hiányzó kapcsolóbetét (piros termékénél)

c) Hiányzó porvédő dugó a termék alsó részén



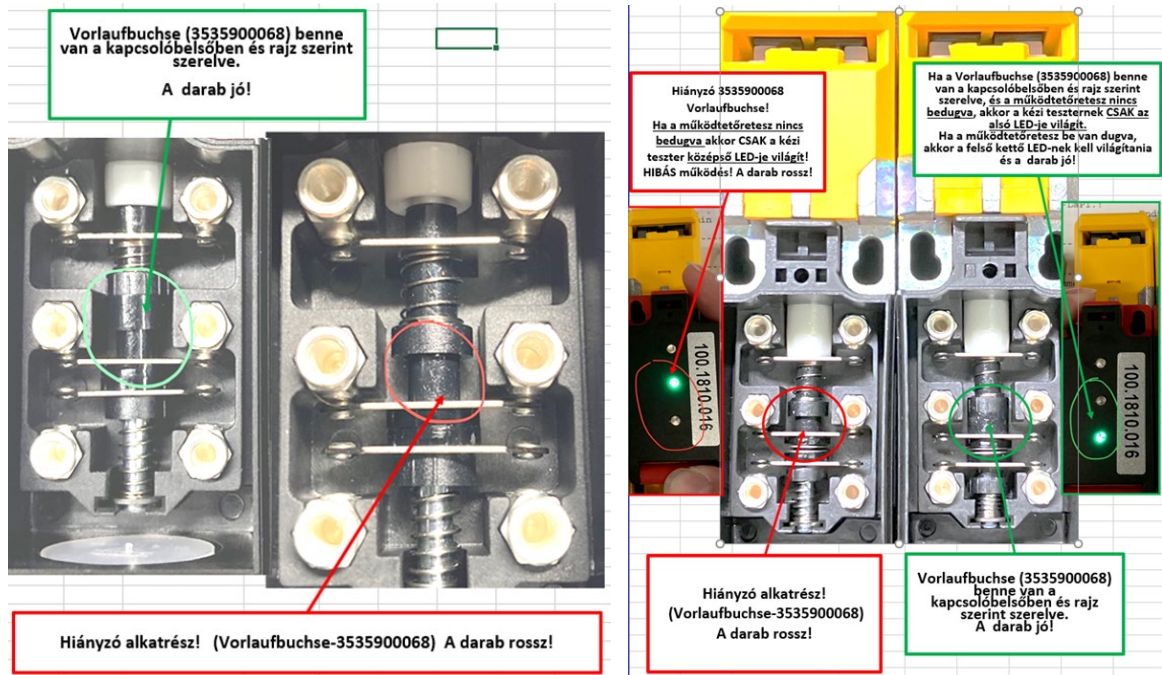
19. ábra: Hiányzó porvédő dugó

d) hiányzó szimbólumcímke a termék belső részén



20. ábra: Hiányzó szimbólumcímke

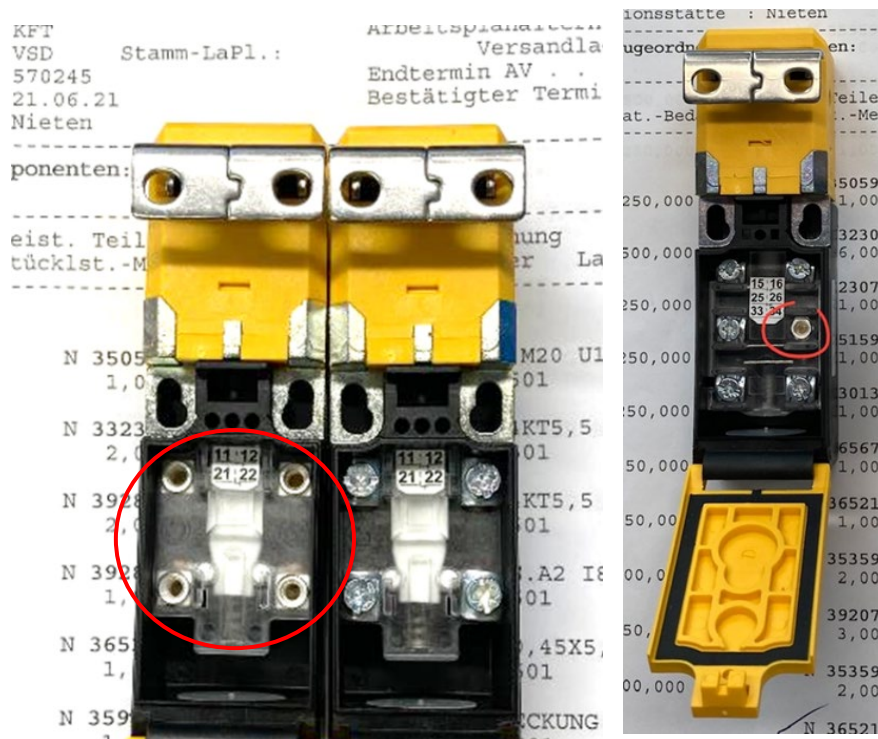
e) Hiányzó vezetőpersely (vorlaufbuchse) a termék belsejében, hibás összeszerelés



21. ábra: Hiányzó vezetőpersely

22. ábra: Hiányzó vezetőpersely és hibás tesztelés

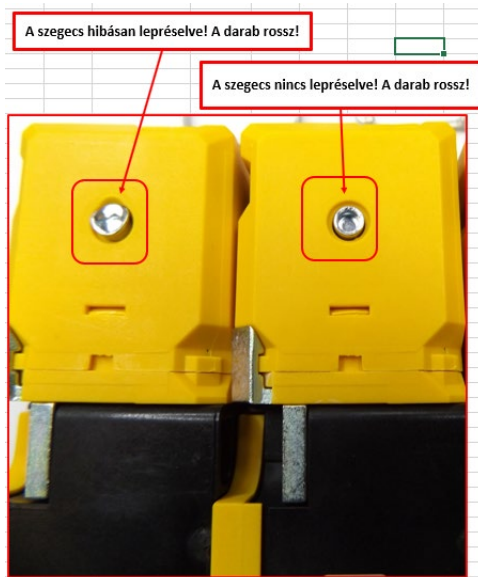
f) Hiányzó csavar a termék belső részén



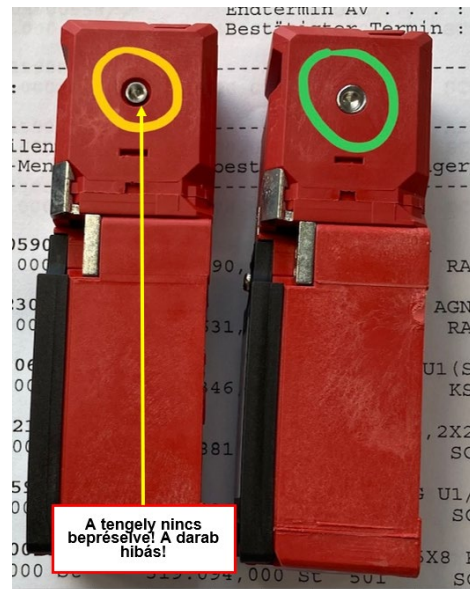
23. ábra: Példa hiányzó csavarra

24. ábra: Második példa hiányzó csavarra

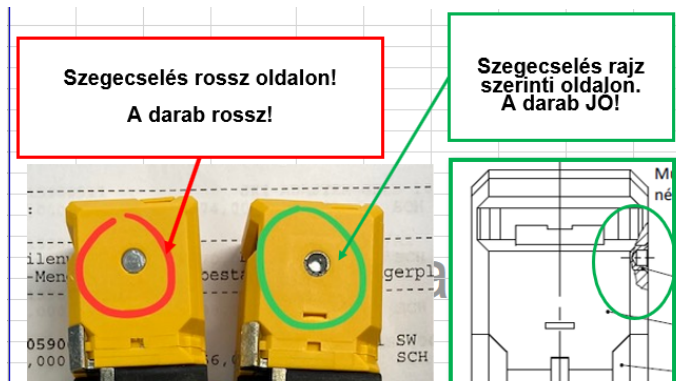
g) Rosszul lett szegecseelve a termék tetejében található tengely



25. ábra: Hibás préselés



26. ábra: Elvégzetlen préselés

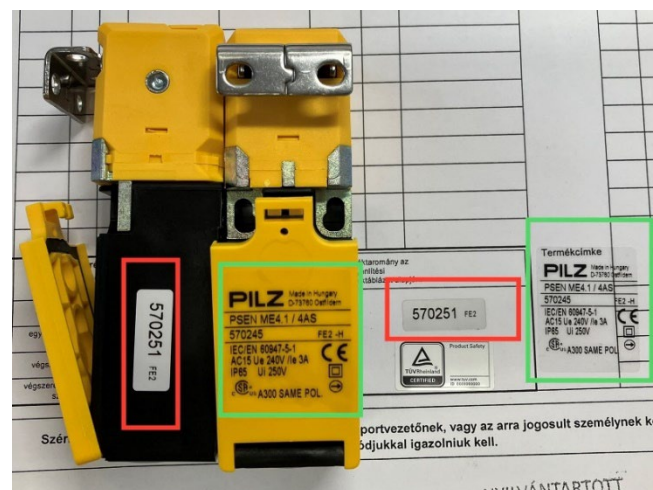


27. ábra: Rosszul szegecseelt termék

h) Nem a megfelelő címke került a termékre



28. ábra: Hibás címkeadatok



29. ábra: Más címkeadatok, mint a jóváhagyási lapon

### 3.3. Lorenz-Pareto elemzés

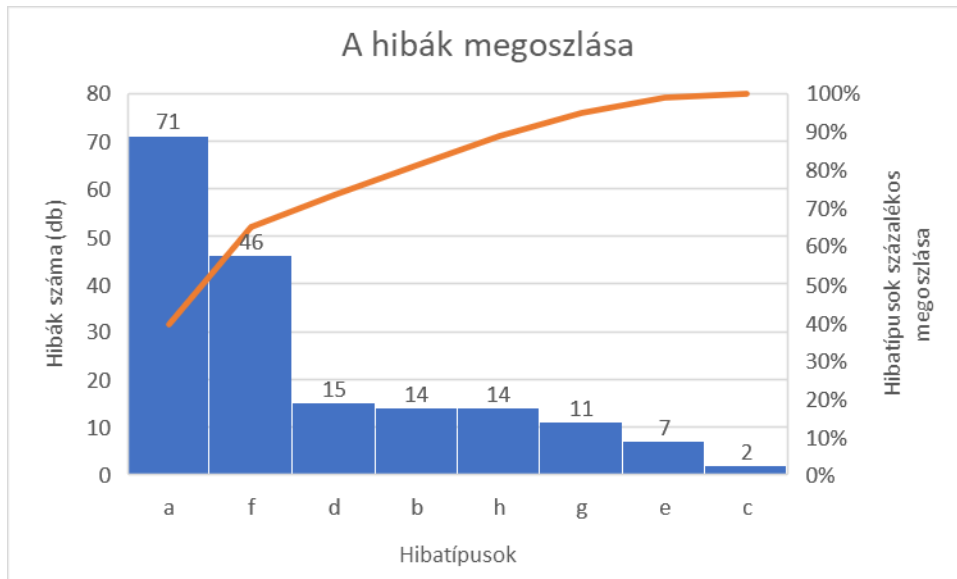
Összegyűjtöttem az adott időintervallumra vonatkozó reklamációkat, majd az egyes hibatípusokat számszerűsítettem és arányosítottam a többi hibatípus mennyiségi mutatóival. A vizsgált időszakban összesen 180 db hibás termékről érkezett reklamáció. Ezek a termékek összesen 32 db megrendelésből származnak, ebből 28 db belső reklamáció, 4 db pedig vevői reklamáció eredménye. A hibatípusok és előfordulásuk mennyisége a vizsgált időszakban az alábbi táblázatban láthatóak:

1. táblázat: Hibatípusok megnevezése, mennyisége, aránya - saját szerkesztés

	Hibatípus megnevezése	Hibatípus előfordulása (db)	Hibatípus aránya
a	Hiányzó termékcímke	71	39,4 %
b	Hiányzó kapcsolóbetét	14	7,8 %
c	Hiányzó porvédő dugó	2	1,1 %
d	Hiányzó symbol címke	15	8,3 %
e	Hiányzó vezetőpersely	7	3,9 %
f	Hiányzó csavar	46	25,6 %
g	Rossz szegecseles	11	6,1 %
h	Nem megfelelő címke	14	7,8 %
	$\Sigma$	180	100 %

Miután kiszámoltam az összes probléma előfordulási arányát a teljes problémamennyiséghez képest, elkészítettem egy oszlopdiagramot, melyben sorrendbe raktam a problémákat a leggyakoribbtól a legkevésbé gyakorig. Ahhoz, hogy lássam a problémák relatív fontosságát, egy vonaldiagramon ábrázoltam az adott probléma előfordulási arányát a teljes problémamennyiséghez képest. A diagram segítségével könnyen azonosíthatjuk a legfontosabb problémákat, és kiemelhetjük azokat, amelyekre a leginkább figyelmet kell fordítani. Ezek lesznek az A típusú hibák, melyeket másképp kritikus hibáknak szoktak nevezni. Ezen problémák megoldása nem tűr halasztást. A Lorenz – Pareto elemzés eredményeként hatékonyabb javítási stratégiákat dolgozhatunk ki, és javíthatjuk a vállalkozás teljesítményét.

A problémák 65%-át két hibatípus okozza: a termékcímke hiánya a kapcsoló oldalán és a kapcsolóbelsőben lévő csavar/csavarok hiánya.



30. ábra: Lorenz - Pareto diagram: A hibák megoszlása – saját szerkesztés

A diagramból is tökéletesen látszik, hogy a) és f) típusú hibák okozzák a hibák nagy hányadát. Ezen hibák előfordulásának csökkentése vagy teljes megszüntetése nagy hatékonyság növekedést eredményezne.

### 3.4. Ishikawa elemzés

A Pareto elemzést érdemes kombinálni más problémafeltáró módszerekkel, például Ishikawa elemzéssel, amelyet esetünkben a két kiugró arányú hibatípus gyökérokainak felkeresésére használok. Mindkét diagramnál a klasszikus ok-okozati tényezőket vettem figyelembe, azaz: ember, anyag, módszer, gép, környezet tényezőket vizsgáltam meg, ezek esetünkben szerintem nagyon jól lefedik a problémák okait. A két ábra hasonló, mivel az emberi és a környezeti tényezők változatlanok a két hiba esetén.

#### 3.4.1. Hiányzó termékcímke

Az emberi tényező kifejtése a legszerteágazóbb a diagramunkban, ugyanis maga az ember rendelkezik a legtöbb hibalehetőséggel egy ilyesfajta, főként összeszereléssel foglalkozó vállalkozás esetében. A fő problémák a nem megfelelő oktatás és az ellenőrzés hiánya. Ezek közül az ellenőrzés hiányát látom a legnagyobb hibának, melynek rengeteg kiváltó oka lehet. Egyrészt nem koncentráltak a dolgozók, például azért, mert fáradtak a korai munkakezdés miatt. Ez egy érthető probléma, de azt gondolom, hogy egy termelő vállalkozásnál, ahol több műszakos munkarend van, ott nem kihagyható a délelőtti műszak, másrészt saját tapasztalatból állíthatom, hogy a részlegen dolgozók többsége szereti a korai kezdést. A kapkodás pedig abból adódik szintén, hogy termeléssel foglalkozó vállalkozás, amely

teljesítménybérezést és ezzel arányos bónuszt eszközöl. Az egyéb figyelmetlenségek csoportjába, illetve az egyéb zavaró tényezők közé sorolható még a telefonozás vagy akár új kolléga jelenléte is.

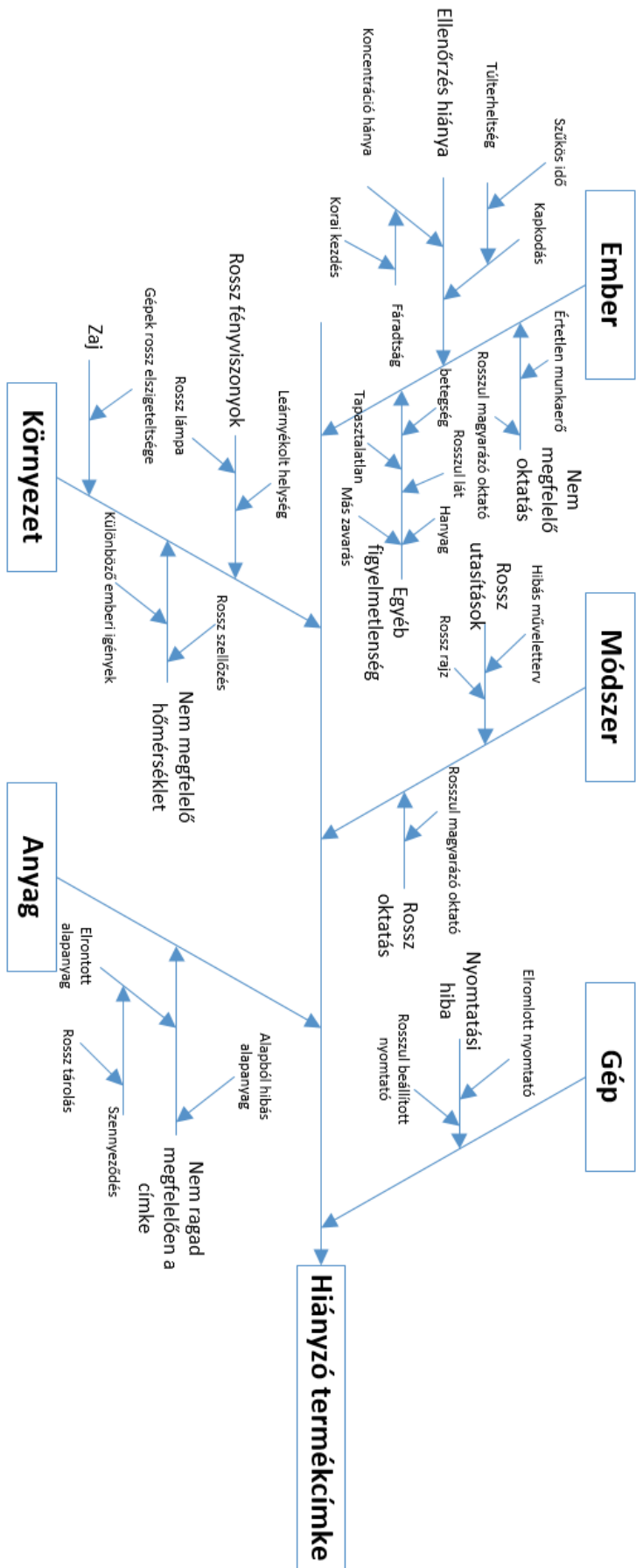
Az ember és a módszer esetében is megemlítettem a rossz oktatást, mint hibaokot, ennek az oka, hogy mindkét szempontból meg lehet vizsgálni. Egyrészt, ami nem az oktatás vagy az oktató hibája, de lehetséges, hogy a dolgozó értetlen, feledékeny, vagy csak szimplán daczból nem akarja úgy csinálni, ahogy azt elvárják az oktatók és az utasítások. Másrészt lehet, hogy rosszul, rossz módszerrel próbálja az oktató megértetni a feladatot, mert teljesen más a gondolkodása vagy rosszul kommunikál. Ezek a problémák talán kiküszöbölhetőek annyival, hogy több oktató is megpróbálkozik a dolgozó betanításával és ezzel a dolgozónak is több esélye nyílik arra, hogy megértse az elmondottakat. Saját tapasztalatból állítom, hogy volt ilyenre példa a közelmúltban.

A környezeti tényezőket alapvetően meghatározza, hogy egy üzemhelység nem feltétlenül az emberi kényelmet kívánja szolgálni, hanem azt, hogy a sok hely legyen, elférjenek a gépek, költséghatékonyan lehessen üzemeltetni, nagy terek legyenek kevés akadállyal és ablakból is viszonylag kevés van a területhez képest. Ezekből adódnak azok a fajta problémák, melyek zavarhatják az ott dolgozókat. Rossz fényviszonyokat lehet tapasztalni, főleg az üzemhelység ablaktól távol eső részeiben, amit megfelelő minőségű lámpákkal nagyban javítani lehet. Véleményem szerint az üzem ebből a szempontból jól felszerelt. Hasonló problémát jelent a nem megfelelő hőmérséklet, amelyre egy fokkal nehezebb megoldást találni, mivel az egyéneknek is más-más igényeik vannak. A zajos gépek pedig valamelyest elkerülhetetlenek a cég esetében, erre az a megoldás született, hogy úgy helyezik el a gépeket, hogy minél jobban legyenek elszigetelve a nem géppel dolgozóktól.

A hiányzó termékcímke esetén egyedi hibalehetőségek is felmerülnek az anyagi és a gépi tényezők szempontjából. Gépi oldalról; mielőtt megtörténik a címke felragasztása, nyomtatóval készülnek el az adott terméknek megfelelő matricák. A nyomtató viszont elromolhat, illetve az is előfordulhat, hogy rosszul kalibrálták. Anyag oldalról pedig a címke rossz ragadásáról lehet szó, amely leginkább abból adódhat, hogy szennyeződés érte a ragadó felületet rossz tárolás következtében.

A hiányzó termékcímke elemzése az alábbi ábrán látható:





31. ábra: Ishikawa diagram: Hiányzó címke – saját szerkesztés

### 3.4.2. Hiányzó csavar

Ebben az esetben nem taglalom újra az emberi és a környezeti tényezőket, hanem csak az előző diagramtól eltérő gyökérokokra koncentrálok.

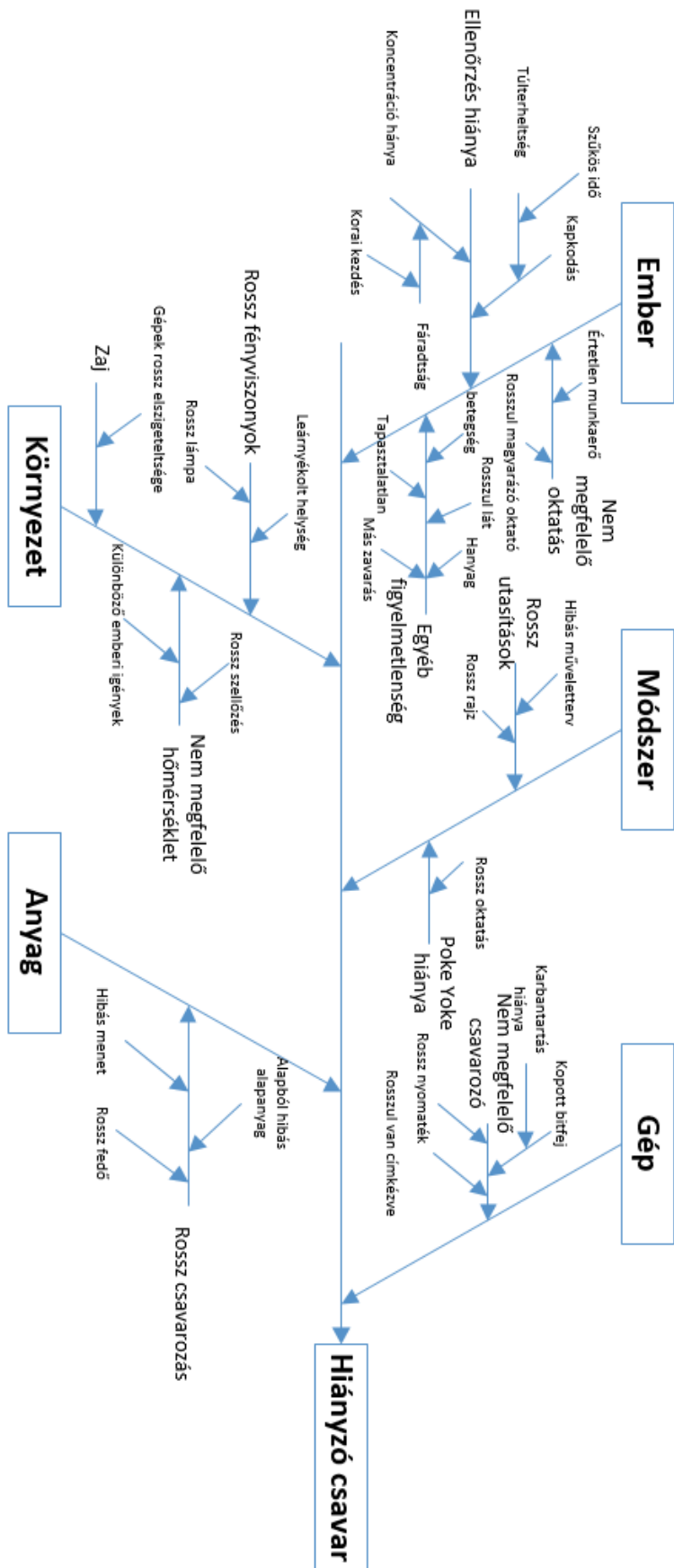
A módszer tényezőket megvizsgálva és a rossz oktatást kiegészítve, hiányzó csavar oka lehet a poke yoke betartásának hiánya, azaz a dolgozó úgy csavarozza be a csavarokat, hogy nem átlósan halad, egyik csavarról a másikra, hanem más szisztémát követve vagy akár véletlenszerűen. Ennek az a jelentősége, hogy kimutathatóan kisebb a kihagyásnak az esélye, ha átlósan csavarozunk.

Gépi oldalról egy fokkal érdekesebb a hiányzó csavar problémája, ugyanis több hibalehetőséget tartalmaz a csavarozó gép. Fontos megemlítenem, hogy pneumatikus és elektromos csavarozókat is használunk a termelésben, melyeket máshogy kell beállítani, ez már önmagában is hibalehetőséget biztosít. Ezenkívül az egyes csavartípusokhoz, termékekhez, csavarmenetekhez igazítva kell beállítani a csavarozók nyomatékát, a technológiai vagy a gyártási utasítás alapján. Ennek az a jelentősége, hogy ha kisebb nyomatékra van beállítva a csavarozó, akkor kieshet a csavar, ha nagyobbra, akkor pedig szétnyírhatja a menetet, ami miatt szintén kieshet a csavar (a szétnyírt menet egyébként is hibás terméket jelent). Ezért is eléggé fontos az eszközök rendszeres karbantartása és ellenőrzése, arról nem is beszélve, hogy a bitfej is lehet kopott, ami sürgősen cserére szorul. Az alapanyag hibája pedig főként külső, beszállító általi hibát jelenthet, például azt, hogy rosszul van kifúrva a kapcsolóházban a menet.

Az elemzések megmutatták számunkra, hogy olyan megoldást kell találnunk, mely csökkenti az ember, a dolgozó felelősségét és ezzel csökkenti a hibalehetőségeket is. A vizuális ellenőrzés nem megfelelőségét abban láttuk, hogy az ember hibázik és az emberi szemrevételezésnél sokkal megbízhatóbb módszerek vannak már, amelyek beüzemelése bár szaktudást igényel, és a munkafolyamatokat is változtatni kell helyenként, de ez a kényelmetlenség hosszú távon kedvező lehet.

Ráadásul észrevettük, hogy ez a két hibatípus egyfajta eszköz beszerzésével is orvosolható, hiszen hasonló problémák. Mindkettő valamilyen alapanyag hiánya a termék látható felületein. Azt pedig, hogy a megfelelő alapanyag a megfelelő helyen van (vagy épp nincs) egy jelenlét/távollét szenzor pedig tökéletesen szűrheti. [21]

A hiányzó csavar elemzése az alábbi ábrán látható:



32. ábra: Ishikawa diagram: Hiányzó csavar – saját szerkesztés

### 3.5. SWOT analízis

Az előző alfejezet problémamegoldását jobban is meg kellett vizsgálni, melyhez a SWOT analízist használtam fel. A már említett szenzor erősségeit, gyengeségeit, lehetőségeit és veszélyeit vettem sorba. A vizsgálat a 33. ábrán látható.

Egy ilyesfajta szenzornak a legnagyobb előnye az emberi szemrevételezéssel szemben, hogy nagyon kicsi hibaarányal dolgozik, és emiatt kiszámíthatóbb, mint az ember. Emellett az is nagy erőssége, hogy nem fárad el, nincsenek érzelmei, emiatt nincs rossz napja, tehát konzisztensen jó teljesítményre képes. Ugyanakkor beszerzése magas költségekkel jár, hiszen a legolcsóbb számunkra alkalmasnak tekinthető szenzor ára is 1000 € környékén mozog. Ezenkívül szükség lehet még egy állványra is, ami még növeli a költségeket néhány száz euróval. Tehát ez egy viszonylag nagy összegű befektetés, amelynek megtérülése nem azonnal, hanem csak később történik meg. Az is hátrány lehet néhány esetben, hogy valamelyest hozzáértést igényel a beüzemelés során biztosan, a későbbi működést tekintve pedig alkalomszerűen, ha valami probléma merül fel. Még fájó pont lehet, hogy ezek a szenzorok általában csak néhány típusú hibára nyújtanak megoldást. Ezalatt azt értem, hogy a különböző hibatípusok is megoldhatók általában szenzorral, csak más-más típusú hibákhoz külön szenzort kell beszerezni. Jelen projektre viszont van olyan szenzor, mely optimális megoldást jelenthet.

Ugyanakkor sok lehetőséget rejt magában egy ilyen szenzoros rendszer. Például elősegítheti a gyártás automatizálását, ami még hatékonyabbá tudná tenni a termelést. Ez nem azt jelenti, hogy teljesen automatizálni kell a termelést, de már néhány ilyen eszköz is új lehetőségeket biztosít. Arról nem is beszélve, hogy minél több ilyen eszközt ismer és használ a vállalkozás, a cégvezetés annál több bizalommal fog belevágni hasonló projektekre. Ezenkívül ezek a szenzorok el tudják tárolni egy bizonyos mennyiségig a beolvasott adatokat (képeket), és ha megvannak a megfelelő tartozékok, és össze van kötve más adatbázisokkal, akkor hatékonyabbá válhat az információfeldolgozás, a reklamációkezelés és talán még az oktatás is. Ha jól működik az eszköz és ténylegesen hatékonyabbá és megbízhatóbbá vált a termelés, akkor több esélye lesz a cégnek az ügyfélkörre bővítésére, mert egy olyan céggel szívesebben üzletelnek, ahol kevésbé fordulnak elő minőségbeli hibák. Továbbá, ha több megrendelés van, akkor tud tovább növekedni a vállalkozás, ezzel a termékpaletta, a dolgozók mennyisége, a piacon belüli befolyás mértéke és valószínűleg a gazdaságosság is növekszik.

Ugyanakkor megvannak a veszélyei egy ilyen kamerarendszernek. Általános probléma elektromos árammal működő rendszerek esetében az áramszünet lehetősége. Ilyenkor csak úgy tudna tovább üzemelni a szenzor, ha más áramforrásra is lenne kötve, például valamilyen áramfejlesztő generátorra. De ez valószínűleg csak akkor éri meg, ha sokszor van áramkimaradás. Szintén általánosan felmerülő probléma lehet, ha a szenzornak sokszor van valamifajta hibája, aminek megoldásához szükség van egy hozzáértő beavatkozására. Veszélyt jelenthet még, ha olyan problémára alkalmazzuk, ami nem jár olyan nagy veszteséggel, ebben az esetben lehetséges, hogy az eszköz nem térül majd meg, vagy csak kifejezetten lassan. Valamint komoly hiba, ha nem a problémának megfelelő szenzort szerezzük be, hanem valami másra használhatót, ami értelemszerűen nem fogja megoldani azt a problémát, amit szeretnénk megoldani. Általánosságban pedig szinte mindig veszélyt hordoz magában a gyártó cég csődbemenetele, ilyenkor megszűnhet az asszisztencia, az alkatrészek is nehezebben lesznek beszerezhetők, a szerviz is kérdéssé válik, de olyan helyzetben is lehetünk, hogy a garanciánk, így idő előtt lejár.



33. ábra: SWOT analízis: A szenzor külső és belső tényezői – saját szerkesztés

### 3.6. A szenzor kiválasztása

Az elemzések és a brainstormingok után a mérnökök és a cégvezetés úgy döntött, hogy egy vizuális ellenőrzésre alkalmas szenzor beruházásába fektet pénzt és ezzel oldja meg a felmerülő problémákat. Így elkezdhettem felmérni a számunkra alkalmas eszközöket és összehasonlítást végeztem annak érdekében, hogy kiválasszam a termelésbe legjobban passzoló opciót.

Fontosabb szempontjaim a kiválasztás során: ár, helyszükséglet, kezelhetőség, megbízhatóság. Az alábbiakban három különböző ajánlatot fogok taglalni:

- IFM O2V121
- OMRON FH 2050
- Keyence IV3

#### IFM O2V121:

Az IFM tárgyfelismerő érzékelője 1041€-ba kerül, így a listánkon ez a legolcsóbb szenzor. Képes ellenőrizni pozíciót, méretet és az alkatrészek jelenlétét. Ezenkívül alakbeli eltérések vagy színváltozások felismerésére is használható. Beépített világítással rendelkezik, önálló eszköz felhasználóbarát kezeléssel, és rendelkezik nagy teljesítményű Ethernet-interfészsel az adatátvitelhez. [14]

Infravörös fényel dolgozik, képfelbontása 640x480 pixel, maximális olvasási sebessége 20 Hz. 2 db digitális bemenet van rajta és 5 db kimenettel rendelkezik. Van hozzá polaritáscserevédelem, rövidzárlat-védelem és túlterhelés-védelem is. Programozása egyszerű, felhasználóbarát. Ezenkívül -10°C-tól 60°C-ig üzemel megfelelően.

Gyártástámogató mérnökünknek már volt tapasztalata ezzel az érzékelővel, elmondása szerint a legnagyobb gond az vele, hogy nem megbízható, sok probléma van vele. Így bár számunkra megfelel ez a szenzor és ár-érték arányban is kifejezetten jónak számít, mégis úgy döntöttünk, hogy elvetjük, hiszen a vállalat számára az egyik legfontosabb preferencia az eszköz megbízhatósága.

### OMRON FH 2050:

Az OMRON kamerája kifejezetten drága, 8500€-val magasan kitűnik a listánkon. Viszont egy nagyon megbízható, sok extrával kapható szenzor. Valójában okosabb és jobb termék, mint amire nekünk szükségünk van. Mesterséges intelligencia segítségét is felhasználja, amely nagy részben felgyorsíthatja a minőség-ellenőrzés folyamatát, ezzel pedig csökkenti a költségeket is. Ezenkívül nagy felbontású képeket készít, ráadásul a feldolgozási sebessége páratlan a kategóriájában, és nagy sebességű adatátvitelre képes. Ezek alapján jóval többre képes, mint az IFM kamerája. Tökéletes választás olyan cégeknek, akik nagyobb költségkerettel rendelkeznek, hiszen ezen az áron megkaphatják a kategória csúcstermékét. Tehát egy érzékenyebb, jobb képet készítő eszköz, ami emellett még gyors is, ráadásul még 8 GB saját memóriával is rendelkezik, de az ára miatt nem ezt az érzékelőt választottuk. [6]

### Keyence IV3:

A Keyence IV sorozat legújabb eszköze már szintén mesterséges intelligenciát használ a hatékonyság érdekében. Egy kompakt szenzor, amely kis helyen is elfér, felhasználóbarát, könnyű programozni, és jól kezelhető. Ára 4000€, mely a listánkon a közép-ár kategóriát jelenti, ezt az összeget kifizetné a cég egy megfelelő eszközre. Infravörös megvilágítással dolgozik, így még akkor sem zavarja a kezelőket, ha az érzékelőfej 2 méterrel a munkaterület felett van elhelyezve. Önmagában is nagy fényerősséget biztosít, de egy megvilágító egységgel is lehet kombinálni, így nagyon stabil érzékelést tesz lehetővé a környezeti fény okozta ingadozásokat kiküszöbölve. Nagyon mobilis eszköz, kifejezetten kis méretű (24 x 31 x 44,3 mm) és a kábelcsatlakozója 330°-ban elforgatható, hogy megfeleljen a rendelkezésre álló helynek. Így számos fejlesztés előtt nyithatja meg az utat. Saját memóriával nem rendelkezik, de SD-kártya bővítésével képes képeket tárolni és nagy sebességgel továbbítani.

Képfelbontása 1280 x 960 pixel, ezenkívül 0 és 40°C között üzemel megfelelően, IP67-es védettségi fokozattal rendelkezik, amely hasonló az IFM kameráéhoz. 8 db bemenettel és 8 db kimenettel rendelkezik a szenzor erősítő, ezenkívül jó az ütésállósága, a rezgésállósága és jól bírja a páratartalom növekedését is.

Mérnök kolléga tapasztalatai megerősítették számomra, hogy ez egy nagyon megbízható eszköz, könnyű kezeléssel. Ára jobb, mint az OMRON szenzoré, de kicsit drágább, mint az IFM kamerája. A legfontosabb pedig az, hogy tökéletesen megfelel annak a problémának a

megszüntetésére, ami jelenleg nálunk fennáll. Főleg az ára és a megbízhatósága miatt döntöttünk az eszköz mellett, de mérete is nagyban befolyásolta a döntést. [24]

Mindent összegezve, tehát ez a szenzor nagy pontossággal képes érzékelni a különböző objektumok színét, formáját és méretét, és ezáltal számos ipari alkalmazási területen használható. Jellemzői közé tartozik a nagy sebességű adatfeldolgozás, a nagy felbontás és a nagy megbízhatóság. Számos funkcióval rendelkezik, ilyenek a nagy sebességű képfeldolgozás, az automatikus expozíció-szabályozás, a nagy felbontású képalkotás és a beépített szűrők. Összességében a Keyence IV3 típusú szenzor egy nagyon hasznos eszköz, amely nagy pontossággal és megbízhatósággal képes érzékelni az objektumok tulajdonságait, tehát ezt választottuk a projekt megvalósításához, konkrétan az alkatrészek jelenlét- és hiányérzékeléséhez.



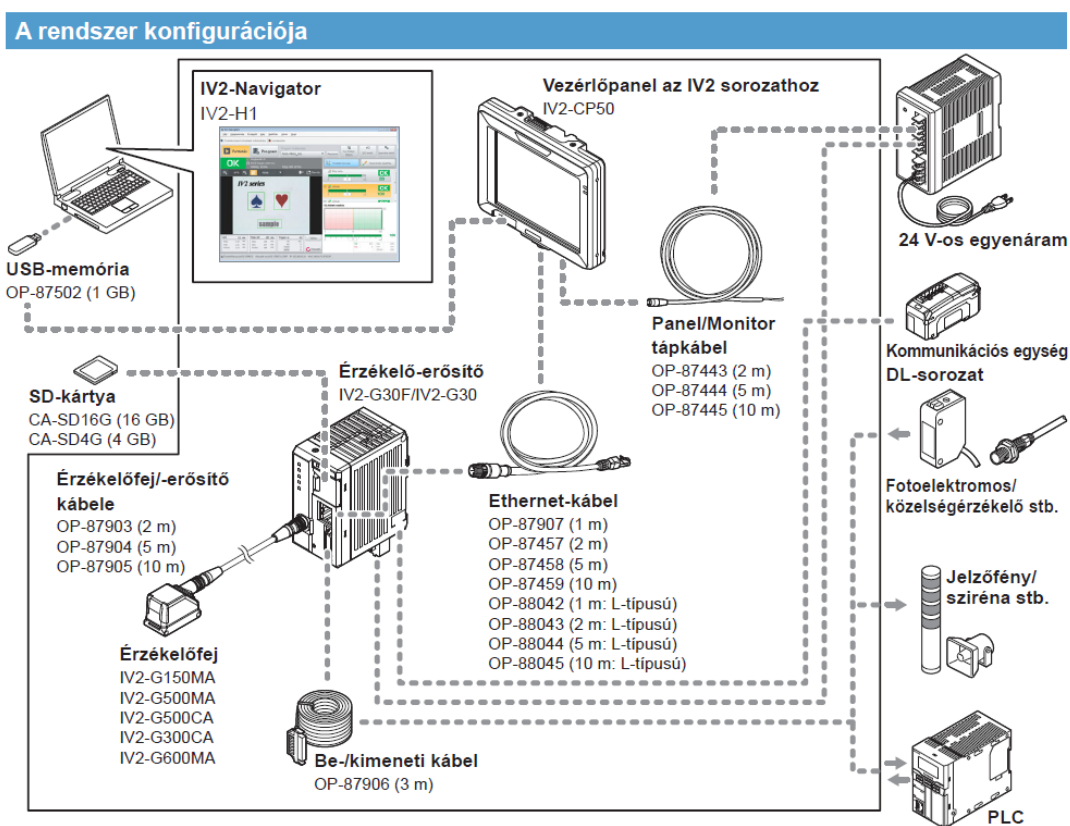
34. ábra: Keyence IV3 szenzor kinézete [23]



### 3.7. A szenzor beüzemelése

A szenzor beüzemeléséhez és ahhoz, hogy megfelelően rögzítve, optimális képeket tudjon készíteni az eszköz, néhány Bosch profil beszerzése után terveztünk egy állványt, ami tartalmazza a sablont, melybe kell majd rakni a terméket teszteléskor.

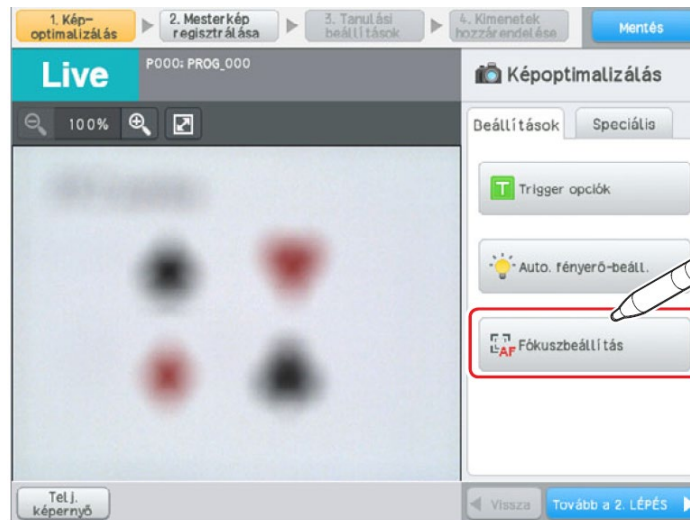
Összekötöttem a szenzorfejet, az erősítőt és a vezérlőpanelt az útmutató alapján, majd elkezdtem az érzékelő beprogramozását. Minden folyamathoz a Keyence biztosít hasznos segítséget útmutatók formájában, így, ha megakad a beüzemelés, könnyedén túl tudunk lendülni a felmerülő problémákon. A teljes rendszer konfigurációja a 35. ábrán található:



35. ábra: A rendszer elméleti konfigurációja [22]

A vezérlőpanel első bekapcsolása után természetesen be kell állítani a nyelvet, dátumot, időt és más hasonló alapbeállítást. Ezután az érzékelőt is be kell kapcsolni és újraindítani a vezérlőpanelt, hogy érzékelje a szenzorfejet. Az érzékelőt a megjelenő utasítások szerint konfigurálni kell, kiválasztani a polaritást, majd a beállítás navigátor indítása következik. Itt kell kiválasztani például, hogy milyen módban fogjuk használni az eszközt. Mi a tanuló módot választottuk, hogy hatékonyabban és gyorsabban tudjuk felhasználni a kamerát. A beállítás navigátornál kell beállítani a képoptimalizálást és minden triggerjelhez kapcsolódó beállítást is itt kell elvégezni.

Az „alapbeállítások” végeztével el lehet kezdeni a szenzor képének beállítását, és elkezdődhet a tesztelés is. Először be kell állítani a fényerőt, melynek beállítását akár a készülék is meg tudja csinálni automatikusan. Nagyon fontos jól beállítani a fókusz pozícióját is, hogy éles képek készüljenek, amiket tud elemezni a szoftver.



36. ábra: A szenzor fókuszának beállítása [22]

Következő lépés a mesterkép rögzítése, ez azt a képet jelenti, amelyet megítélési referenciaként kívánunk használni. Ehhez szükséges egy céltárgy, melyet a képalkotás pozícióba kell helyezni és a belső triggerrel képet készíteni róla. A képet regisztrálni kell, és mivel tanuló módot választottunk, automatikus fel fogja ismerni az eszköz az „OK” és az „NG” képeket. Ezt értelemszerűen fontos megtámasztani általunk is azzal, hogy minél több képet próbálunk feltölteni a rendszerbe, ami alapján még könnyebben kiszűrheti a jó és rossz képeket és ezáltal a hibátlan és hiányos termékeket. Az észlelési ablakot is be kell állítani aszerint, hogy a céltárgy milyen pozícióban helyezkedik el, mekkora és milyen szögben kívánjuk fotózni.



37. ábra: A mesterkép beállítása: OK - NG kép hozzáadása [22]

Ha az eszköz beállítását normál módban kívánjuk elvégezni, akkor valamivel hosszabb folyamat lesz a szenzor beüzemelése, viszont cserébe teljesen a saját preferenciáinkra formázhatjuk az eszközt, és valószínűleg pontosabb is lesz a képek megítélése is. Bár azt gondolom, hogy hosszú távon mindkét mód ugyanazon végeredményre vezethet, csak rövid távon az egyik gyorsabb megoldást kínál, a másik pedig pontosabbat, részletesebbet.

A továbbiakban néhány észlelési eszközt mutatok be röviden:

- Körvonal eszköz: ezzel az eszközzel egy regisztrált „OK” kép kontúradatai alapján kiszámítható a céltárgy egyezésének mértéke. A küszöbérték megadása után eldönti, hogy a céltárgy megfelel e vagy sem. Példa „NG” eredményre (a piros körvonalas alakzat jelenti a mesterképet):



38. ábra: NG eredmény eltérő alak esetén [22]



39. ábra: NG eredmény eltérő irány esetén [22]

- Színterület/terület eszköz: egy „OK” kép területéhez viszonyított céltárgyterület egyezési mértéke alapján dönti el az eszköz, hogy a vizsgálandó tárgy megfelel-e. Itt is a beállított küszöbérték alapján dönt a rendszer. Ha az érzékelő színes, akkor színterületet vizsgál, ha monokróm, akkor csak simán a terület eszköz használandó. Példák „NG” eredményre a bemért mesterkép területe alapján:



40. ábra: NG eredmény keskeny terület esetén [22]

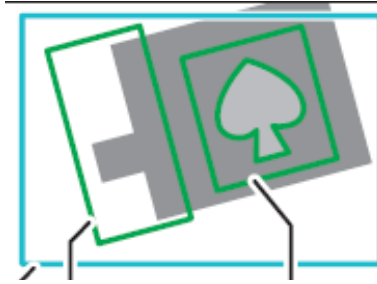


41. ábra: NG eredmény széles terület esetén [22]

- Pozíciókövetés eszköz: Egy céltárgy pozíciójában lévő eltérések javítására szolgáló eszköz. A pozíciókövetés más észlelési eszközökkel együtt is használható, tehát kombinálhatjuk az előző kettő eszköz észlelési tulajdonságaival, amivel még jobban biztosíthatjuk az eszközünk hatékonyságát.



42. ábra: Mesterkép a pozícióbeállító ablakkal [22]



43. ábra: Pozíciókövetési eljárás a keresőterületen [22]

Ezek beállításához szintén részletes útmutatót csatol a gyártó.

Ezután már csak a kimeneti elemet kell hozzárendelni egy kimenethez, ez néhány kattintás, és máris elindítható a futtatási képernyő. A futtatási képernyőn lehet állítani a megjelenítés módszerét, itt lehet állítani a már említett határértékeket, megtalálhatók műveleti információk (hisztogram, számláló stb.), illetve itt lehet beállítani az eszköz további tanulását.



44. ábra: A futtatási képernyő [22]

### 3.8. Munkaszervezés

Ebben az alfejezetben azt kívánom megvizsgálni, hogy a szenzor pontosan hova, hogyan illeszthető be a termelésbe, és az összeszerelő operátorok munkája mennyire és hogyan változik meg ettől a változástól. Ehhez áttekintem a termék összeszerelésének műveleteit, főleg a jelen esetben számunkra fontos elemekre koncentrálok. Fontosnak tartom megjegyezni, hogy ez nem feltétlenül kötött műveleti sorrend, a szerelés tartalmaz felcserélhető műveleti elemeket.

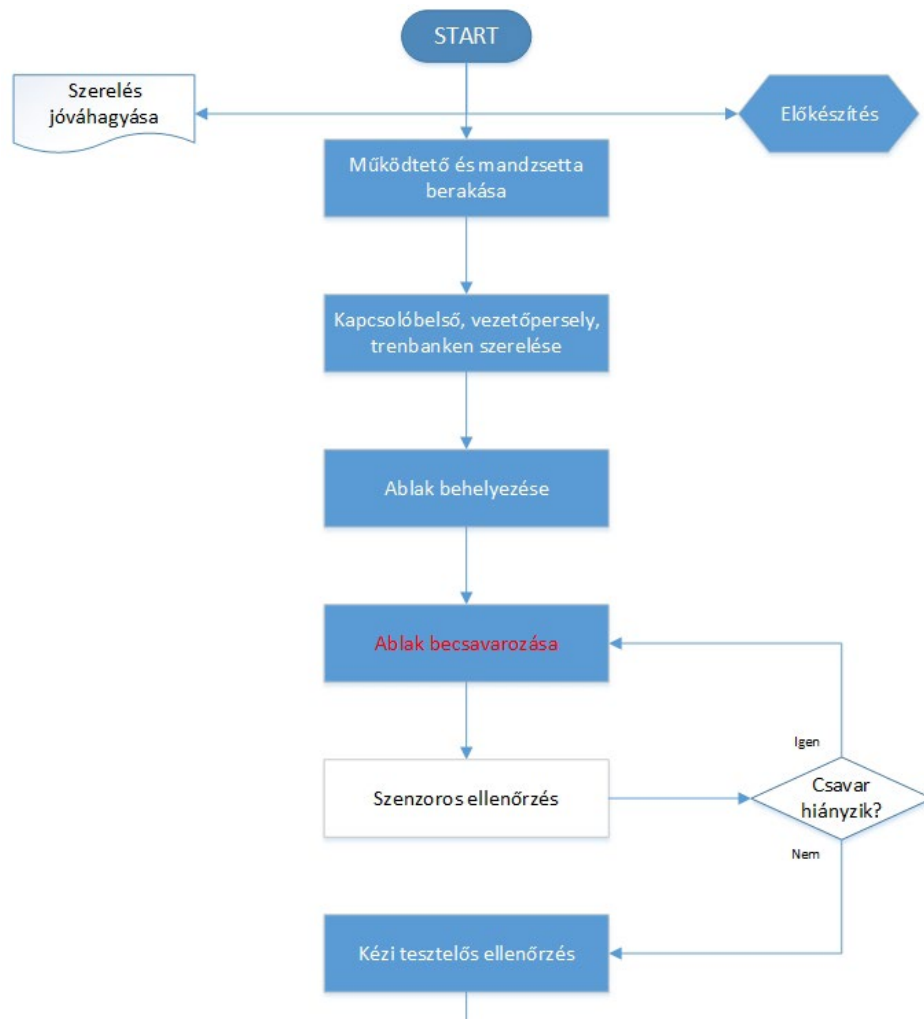
A folyamatsor bemutatását két részre osztva mutatom be, egyrészt logikusabbnak találom kétfelé bontani a műveletek összességét, másrészt a folyamatábra nagyságából adódóan

véleményem szerint így átláthatóbb lesz a leírás végeredménye. A szenzorral való ellenőrzés kétszer is megjelenik a folyamatban, a folyamatábrát az első minőségügyi ellenőrzésnél választottam ketté.

#### A teljes folyamat első része:

A folyamat első része a 45. ábrán látható. A műveletsor azzal kezdődik, hogy az alkatrészeket tartalmazó ládát meg kell keresni egyedi cikkszám alapján. Ezután az asztalnál, a megfelelő tárolóládába helyezve az alkatrészeket, számunkra ideális elrendezés után, elkezdődhet a termék összeszerelése. Mindenekelőtt az operátornak össze kell rakni 3 db készterméket, hogy az erre kijelölt kollégák jóváhagyják a szerelés megkezdését. Ezekon nem lehetnek szemmel látható sérülések, szennyeződések, és meg kell bizonyosodni arról is, hogy a szükséges alkatrészek szerelése a gyártási dokumentáció alapján történt. A dokumentáció során ellenőrizni kell, hogy a felhasználáshoz szükséges sablonok és gyártóeszközök megfelelnek-e az előírásnak. A jóváhagyó személynek ellenőrizni kell a címkék megfelelőségét, és el kell végeznie a kézi elektromos működésellenőrzést is. Ezenkívül a műszaki rajz láthatóságát, az anyaglistát és a műveletterv meglétét is ellenőrizni kell. Ezzel lezárul az előkészítés és a szerelés jóváhagyása.

A szerelés részeként először a kenőanyaggal bekent mandzsettát a működtetőre (stossel) kell helyezni, és ezt egyszerre sablon segítségével bepréselni a kapcsolóházba. Ezután be kell helyezni a kapcsolóbelsőt és a trenbanken-t is egy speciális szerelőfogóval. Majd következhet az ablak felhelyezése és annak becsavározása. Ezt pirossal jelöltem az ábrán, kiemelve szerepét, hiszen sok reklamáció érkezett hiányzó csavarra hivatkozva. Ez az egyik problémás művelet, mely miatt a vállalat szenzoros ellenőrző rendszer mellett döntött. Tehát itt következhet a csavarok meglétének ellenőrzése, ha „OK” üzenetet ír ki a vezérlőpanel, akkor a félkész termék tovább haladhat a gyártásban, ha „NG” az üzenet, akkor visszakerül újbóli csavározásra mindaddig, amíg nem lesz „OK”. A következő folyamat a kézi tesztelés elektromos működésellenőrzés, melynek során az ellenőrző adaptert a kontaktusokra kell helyezni és ha a LED fény világít, akkor rendben van a termék.



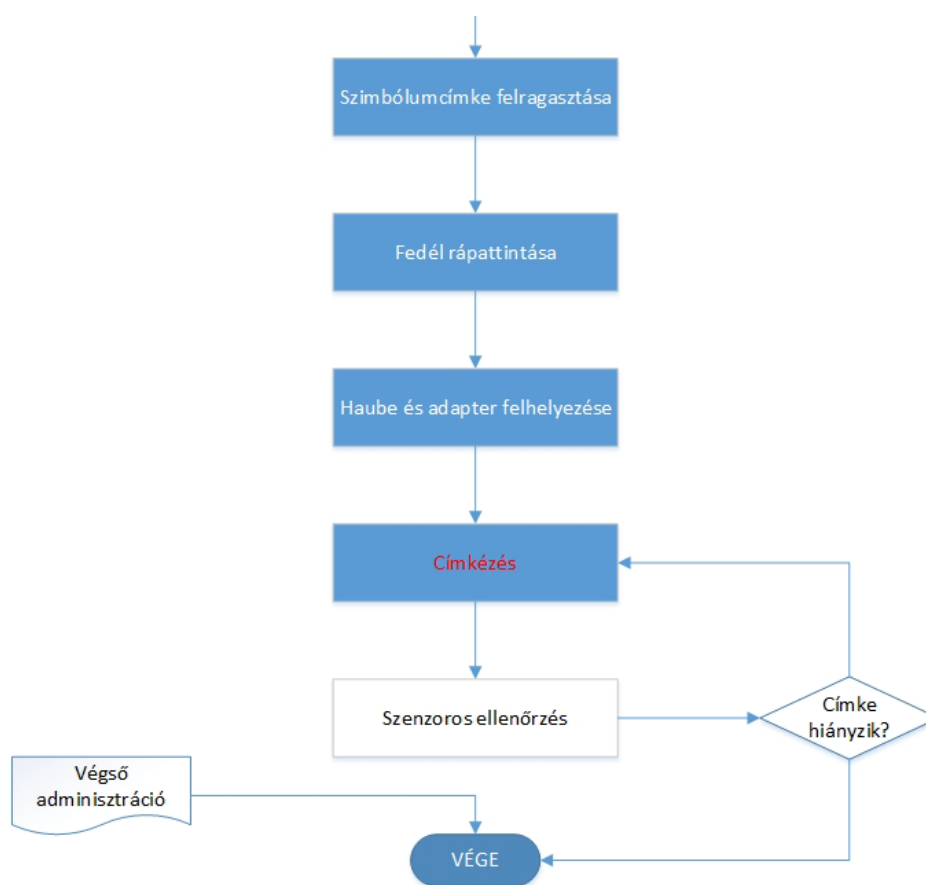
45. ábra: Összeszerelés folyamatábrája 1. – saját szerkesztés

### A teljes folyamat második része:

A folyamat második része a 46. ábrán látható. A szenzoros és az elektromos ellenőrzés után a szimbólumcímke (symbol címke) felragasztása következik az ablakra, középre, vízszintesen. Meg kell győződni arról, hogy a megfelelő címke kerüljön a termékre. A közelmúltban történt újítás, hogy a csoportvezetők nyomtatják a címkéket és szigorúan annyit bocsátanak az operátor rendelkezésére, amennyi pontosan szükséges. Ennek azért van jelentősége, mert ha a teljes megrendelés leragasztása után is marad a címkéből, a dolgozó arra a következtetésre jut, hogy valamelyik terméken lemaradt a címke. A szimbólumcímke felhelyezése után már rá lehet pattintani a fedelet a termék elejére. Ezután már csak a haubert kell felhelyezni az adapterrel, majd bepattintani a porvédő dugókat alul-felül. Ezzel az összeszerelés végéhez értünk, viszont itt még hátra van a termék felcímkézése. Ez is sarkalatos pontja a folyamatnak, hiszen hiányzó címke miatt érkezett a legtöbb reklamáció a vizsgált időszakban, ezt is piros színnel jelöltem az ábrán. A termék két oldalára és az elejére

kerül 3 db különböző címke, melynek meglétét tudja ellenőrizni a szenzoros rendszerünk. A szokásos folyamata ennek, hogy a terméket a sablonba helyezve a kamera ellenőrzi, hogy minden a helyén van e, majd a vezérlőpanelon megjelenő „OK” vagy „NG” jelzés alapján jóváhagyásra vagy újra címkézésre kerül a termék.

A műveletsor végén az operátor elvégzi a végső dokumentációt, tehát: aláírja a gyártást, beírja a megrendelés mennyiségét, felcímkézi a szállítórekeszeket, és végül lejelenti a kész megrendelést a termelésirányítási rendszeren keresztül.



46. ábra: Összeszerelés folyamatábrája 2. – saját szerkesztés

A szerelés után a termék útja az úgynevezett QS-re vezet, ahol szűrőpróba-szerűen ellenőrzik a készterméket, hogy mindenféle minőségügyi elvárásnak megfelel-e, például azt is kiszűrik jobb esetben, hogyha a termékből hiányzik valamelyik alkatrész. Többek között ennek a munkaegységnek köszönhető, hogy eddig „csak” ennyi reklamáció érkezett a vevőktől.

Ezután még a csomagolásnál is szemrevételezik a készterméket, majd raktárba vagy kiszállításra kerül a termékek sokasága.



## 4. A beruházás értékelése

A beruházás hosszú távú értékelése egy fontos folyamat, amelynek célja megvizsgálni és értékelni az adott beruházást, hogy milyen hatással van a vállalkozás teljesítményére. Az ilyen típusú értékelés célja a beruházás megtérülésének előrejelzése, és annak meghatározása, hogy a beruházás hozzájárul-e a vállalkozás hosszú távú céljaihoz.

Az értékelés során az alábbi szempontokat érdemes figyelembe venni:

1. A beruházás költségei, bevételei, időtartama és a várható megtérülése: Az értékelés során figyelembe kell venni az adott beruházás által termelt bevételeket és nyereségeket. Ezek az adatok általában előrejelzések formájában állnak rendelkezésre. Ahhoz, hogy meg tudjuk határozni a megtérülését, figyelembe kell venni a projekt költségeit. A költségek közé tartoznak az anyagköltségek, a munkaerőköltségek, az üzemeltetési költségek, a karbantartási költségek és az egyéb költségek. Az értékelés során fontos figyelembe venni a beruházás időtartamát is, hiszen az időtartam alatt az adott beruházás által termelt bevételek és nyereségek hatása jelentősen változhat.
2. Egyéb gazdasági szempontok: Az adott beruházás gazdasági előnyeit, például az új munkahelyek teremtését, az export növelését, a termelékenység növekedését, a technológiai fejlődést és a társadalmi előnyöket is értékelni kell.
3. A beruházás kockázatai: Az értékelés során érdemes figyelembe venni a beruházás kockázatait is. A kockázatok lehetnek pénzügyi, gazdasági, politikai és egyéb jellegűek. Az értékelés során érdemes a kockázatok csökkentő intézkedéseket is megfontolni.
4. Stratégiai célok: Az adott beruházásnak támogatnia kell a vállalat hosszú távú stratégiai céljait. Az értékelés során érdemes azonosítani azokat a területeket, ahol az adott beruházás hozzájárulhat a vállalat céljaihoz, és azokat, ahol nem.

Az értékelés során fontos, hogy az összes szempontot figyelembe vegyük, és az értékelés eredményeként meghatározzuk, hogy az adott beruházás megfelel-e a vállalat hosszú távú céljainak, és hogy megtérül-e a befektetett pénz.

Végső soron a projekt egyik lényeges kérdése, hogy a kamera bevezetése csökkenti-e a gyártási költségeket annyival, hogy visszahozza az árát. Illetve fontos szempont emellett, hogy esetlegesen könnyíti-e a munkavállalók munkáját azzal, hogy kiszűri a hibákat és nem kell kétszer legyártani a termékeket.

#### **4.1. Megtérülési idő**

Előzetesen érdemes meghatározni egy beruházás megtérülését, hogy meg tudjuk állapítani szükségességét. Akkor logikus egy beruházás, ha az általa generált nyereség egy adott ponton meghaladja a ráfordított költségeket.

A beruházási döntéseket elősegítő gazdaságossági számításokat két fontosabb csoportba lehet sorolni. A statikus számítások alkotják az egyik csoportot, melyek arról ismertek leginkább, hogy nem veszik figyelembe a pénz időbeli értékének változását. Mégis hasznos kiegészítő információkat tartalmazhatnak, ha rövid időszakot vizsgálunk. A számítások másik csoportját a dinamikus szemléletű gazdaságossági számítások alkotják. A legfőbb különbséget az jelenti, hogy itt figyelembe vesszük a pénz időértékét. [15]

A statikus számítások körébe olyan módszerek tartoznak, amelyekben a pénz időértéke nem szerepel. Ez nem azt jelenti, hogy az időtényezőt figyelmen kívül hagyjuk, hanem olyan hosszú távon használható eszközök beruházásáról beszélünk, melyeket végtelen élettartamúnak határozhatunk meg. Ugyanis ekkor az értékcsökkenés összege olyan kevés, hogy nagysága nem számottevő a megtérülésre vonatkozó eredményben, tehát figyelmen kívül hagyható.

A módszerek kifejezetten széles választéka alapján megtalálhatjuk a számunkra leginkább megfelelő módszert, amellyel olyan információkhoz juthatunk, ami segíthet megítélni a projektek hasznosságát. Értelemszerűen ezek a számítások önmagukban nem tartalmaznak elég információt ahhoz, hogy csak ezek alapján meghozzuk a döntést, mivel elsősorban a vállalkozások monetáris céljaira vonatkoznak. Emellett sok más tényező figyelembevételével elmondható, hogy egy beruházás pénzügyi előnyeit és hátrányait ezen eszközökkel tudjuk leginkább megismerni.

A statikus számítások csak bizonyos feltételek teljesülése esetén alkalmazhatóak, ezek a következők:

1. A beruházás pontberuházásként értelmezhető. Ez tulajdonképpen azt jelenti, hogy a beruházás rövid időn belül (általában egy év) aktiválható. Nem pontszerű beruházás esetén pontszerűvé kell tenni.
2. Az eszköz élettartama alatt a nyereség állandó nagyságú. A működtetéssel kapcsolatos költségek, az árbevétel és az ezekből számítható nyereség azonos nagyságú. Abban az esetben, ha ezek az értékek évente eltérőek, akkor évi átlagos összegekkel kell számolni.
3. A beruházásnak végtelen élettartamúnak kell lennie.

A megtérülési idő számításának egyik formája, amikor a beruházás teljes költségét elosztjuk a beruházás átlagos éves nyereségével. Ez a többször is említett statikus megtérülési idő számításának módszere, az egyik leggyakrabban használt, nem diszkontáláson alapuló döntési technika. A megtérülési idő arról ad tájékoztatást, hogy a fejlesztés megvalósításához szükséges pénzbefektetés mennyi idő alatt térül meg.

Jelen esetben a beruházásnak az egyszeri költségei közé tartozik a szenzor beszerzési ára, a hozzá szükséges állvány, a dolgozók munkadíja, akik beüzemelik az eszközt, illetve bár nem egyszeri költség, de ide tartozik az eszköz átlagos éves villamosenergia felhasználása is. A projekt költségeit az alábbi táblázat tartalmazza:

2. táblázat: A beruházás költségei – saját szerkesztés

	<b>Közvetlen költség</b>
Keyence IV szenzor	4000 €
Állvány	200 €
Munkadíj	150 €
Energiafelhasználás éves díja	10 €

A szenzor által generált éves nyereséget több tényező befolyásolja. Elsőként nem mindegy, hogy vevői reklamáció vagy belső reklamáció okozza a veszteséget, mivel a vevői

reklamáció sokkal több költséggel jár. Ebben az esetben a vevő visszaküldi a megrendelést a cég költségén, majd a visszaérkezett termékeket újra kell szerelni. Az újraszereles miatti időveszteség pedig pénzben kifejezhető a dolgozó bruttó óradíjával, ami tartalmazza az áram díját és a közműveket is. Miután újra kész van a megrendelés, azt sürgősségi szállítással, tehát igen magas költségen, újra ki kell szállítani a vevőnek. Belső reklamáció esetén a szállítási díjakkal lesz kisebb a ráfordítás összege. Ezen felül lehetséges olyan hiba is, amelynél teljesen selejtnak tekinthető a termék, ilyenkor a legnagyobb a veszteség, hiszen az újragyártás ideje és az alapanyag költségek is jelentősen megnövekednek.

Esetünkben a hibák, tehát a hiányzó alkatrészek nem okoznak ilyen problémát, nem kell teljesen újragyártani a megrendelést. A hibából adódó veszteséget a reklamáció következményei és az időveszteség generálja. Esetünkben ez a veszteség felel meg a szenzor nyereségének is, hiszen a becslésünk alapján a szenzor a vizsgált két hibatípust (hiányzó csavar, hiányzó címke) biztosan kiszűri. Nem lehet figyelmen kívül hagyni azt sem, hogy amíg a dolgozó a javításon dolgozik, addig nem tud haladni újabb megrendelésekkel sem, tehát itt is lesz időveszteség, ami szintén számszerűsíthető. Ezenkívül még a reklamáció következménye lehet például, hogy mivel késik a megrendelés és látja az ügyfél, hogy benne van a hiba lehetősége a gyártásban, a vevők bizalma csökkenhet a vállalat felé. A 3. táblázat tartalmazza a veszteséget generáló kiadásokat:

3. táblázat: A veszteségeket generáló kiadások – saját szerkesztés

	<b>Közvetlen költség</b>
Termék ára/db	4 €
Dolgozó óradíja	18 €
Sürgősségi szállítás (oda – vissza)	400 €

Elsőként azt szeretném kiszámolni, hogy egy hibás megrendelés mekkora kiadással jár a cég számára. Ehhez tudni kell, hogy a vizsgált időszakban 713 412 db ilyen típusú terméket gyártott le a cég. Ezzel 1406 db megrendelést teljesített, ebből következik, hogy átlagosan egy megrendelés 507 db termékből áll. Ez alapján azt is tudjuk, hogy egy átlagos mennyiségű megrendelés 2028 €-ba kerül. Azt is tudjuk, hogy egy db termék legyártásához szükséges idő

2,2 perc, viszont újraszereles esetén nem kell a teljes összeszerelési folyamaton végig haladni, sok esetben például csak ki kell csomagolni a terméket, ráragasztani egy címkét, majd visszacsomagolni. Tehát becslésem alapján körülbelül 1,2 perc az átlagos újraszerelesi idő, összességében 608,4 perc/megrendelés, ami 10,14 óra/megrendelés. Egy átlagos megrendelés szerelési ideje pedig 18,59 óra.

Vevői reklamáció esetében a teljes többletköltség:

$$400\text{€} + 10,14 \times 18\text{€} + 0,55 \times 18,59 \times 18\text{€} = \mathbf{766,56 \text{ €}}$$

Belső reklamáció esetében a teljes többletköltség:

$$766,56\text{€} - 400\text{€} = \mathbf{366,56 \text{ €}}$$

A vizsgált időszakban 180 db hiba volt a vizsgált termékek esetén. Viszont ez a 180 db hiba nem azt jelenti, hogy ennyi megrendelést kellett újraszerelesni, hanem általában, ahol hibát találtak, ott akár 5-6 db hibás termék is volt. Ennek tudatában elemeztem a reklamációkat és arra jutottam, hogy 32 db megrendelésben volt hiba összesen, ebből 4 db volt vevői reklamáció és a maradék 28 db pedig belső reklamáció. Ez alapján már ki tudom számolni, hogy mennyi veszteség keletkezett egy év alatt.

$$4 \times 766,56 + 28 \times 366,56 = \mathbf{13\ 329,92 \text{ €}}$$

Ez viszont az összes hibatípus által generált veszteség, de esetünkben a Lorenz – Pareto elemzés által megállapítható, hogy a szenzor csak a hibák 65%-át szűri ki. Tehát a szenzor éves nyeresége:

$$13\ 329,92 \times 0,65 = \mathbf{8664,45 \text{ €}}$$

Tehát a szenzoros beruházás összköltsége (4360 €) áll szemben az előbb említett veszteségekkel (8664,45 €). Ezek hányadosa adja meg a beruházás megtérülési idejét statikus módszerrel:

$$4360/8664,45 = \mathbf{0,503 \text{ év} \sim 6 \text{ hónap}}$$

A statikus megtérülési idő egyszerű információt nyújt, mely segít eldönteni, hogy mennyire kockázatos a cég számára a beruházás. Általánosságban azt lehet kijelenteni, hogy a rövidebb

megtérülési idő kedvező a vállalkozásra nézve. Kisebb kockázattal is jár, és a gyors megtérülés után befolyó pénz felhasználása által a cég likviditása is javulhat.

#### **4.2. Egyéb gazdasági szempontok**

A vizuális érzékelős beruházás esetén számos gazdasági szempontot érdemes még figyelembe venni. Beszerzés előtt átnéztük, hogy a különböző cégek kamerái mire képesek, milyen tulajdonságokkal bírnak. Ezek közül választottuk a Keyence eszközt, főleg az ár-érték aránya miatt, illetve a jó múltbeli tapasztalatok is segítettek a döntést. Így azt gondolom, hogy a piaci árakhoz képest jól döntöttünk.

Az előző fejezetben figyelembe vettem a szenzor üzemeltetési költségeit is, és látszik, hogy ezeknek az eszközöknek alacsony az energiafogyasztása és nem kell nagy karbantartási költségekkel sem számolni.

Már az ajánlatok számbavétele során gondoltunk arra, hogy az eszköz kompatibilis legyen az infrastruktúrával és más eszközökkel, a választott szenzor kicsi, kompakt, egyszerű a kezelése és külön extra, hogy elforgatható bemenettel rendelkezik, így tehát könnyen integrálható a rendszerbe. A hozzá tartozó állványt és a sablont is úgy alakítottuk ki, hogy ideális legyen a munkára.

Azt gondolom, hogy az eszköz megtérülése nem csak pénzben kifejezhető, sőt azt gondolom, hogy másodlagosnak tekinthető az a nyereség, amelyet a vállalkozásnak termel. A legfontosabb eredménye az lehet, hogy megóvja a cég jó hírnevét, és ez azt jelenti, hogy továbbra is tudni fogják rólunk, hogy jó minőségű termékeket gyártunk. Ez pedig magában hordozhatja azt, hogy a megrendelések mennyisége folyamatos lesz, esetleg növekvő volumenű és az ügyfeleink száma sem csökken.

#### **4.3. A beruházás kockázatai**

A beruházás során számos kockázatot lehet azonosítani, amelyek veszélyeztetik a sikerét és az elérhető hozamokat. Esetünkben például általános kockázatot jelentenek az árak, az infláció és az ezek miatti kereslet ingadozások. Ezek meghosszabbíthatják az eszköz megtérülését és a kívánt minőségügyi célok elérését is lassíthatják. Mindemellett véleményem szerint ezek a hatások egyébként is érik a vállalkozást, így ezek nem csupán erre a beruházásra jelentenek kockázatot.

Erre a beruházásra még főleg a technológiai kockázat lehet hatással, hiszen az új technológiák bevezetése vagy a technológiai változások elmaradása miatt a beruházás elavulhat, és elveszítheti az értékét. Jelenleg is vannak jobb szenzorok a piacon, de erre a feladatra tökéletesen megfelelt a Keyence szenzora. Azt gondolom, hogy amíg csak erre szeretnénk használni, addig kevésbé befolyásolnak a technológiai újítások. Másrészt egy komplettebb, több helyzetben felhasználható kamera valószínűleg rugalmasabbá tenné a termelést. Így javasolt, hogy felülvizsgáljuk még hol lehetne hasznát venni hasonló eszközöknek.

#### **4.4. Stratégiai célok támogatása**

A vizuális érzékelés olyan technológia, amely lehetővé teszi a vállalatok számára, hogy valós időben és nagy pontossággal gyűjtsenek adatokat a környezetükről. Ezek az adatok pedig kulcsfontosságúak lehetnek a stratégiai célok elérésében.

Az egyik módja annak, hogy a vizuális érzékelők támogassák a vállalatot a stratégiai céljai elérésében az, hogy javítják a termelékenységet és a hatékonyságot. Lehetővé teszik a vállalatok számára, hogy valós időben figyeljék a termelési folyamatokat, és időben észleljék az esetleges problémákat vagy hibákat. Ez elősegíti a cégvezetés munkáját, hogy gyorsan reagáljanak a problémákra, minimalizálják a leállásokat és a termelési hibákat. Ez hosszú távon pedig jelentős nyereséggel kecsegtet.

Másrészt érdemes további alkalmazáson is elgondolkodni, például nagy hasznát vehetnénk a készletkezelésben és a logisztikában. Lehetővé teszik a vállalatok számára, hogy pontosabban figyeljék a készleteiket, és időben észleljék a hiányokat vagy a feleslegeket. Ezáltal optimalizálni lehet a készletkezelést és csökkenteni a készletveszteségeket. Emellett segíthet az optimalizált logisztika kialakításában, és ezáltal hatékonyabbá teheti a szállítási folyamatokat, csökkentve az időt és a költségeket.

Az ilyen beruházások lehetővé teszik a vállalatok számára, hogy gyorsan reagáljanak az üzleti kihívásokra és változásokra, és ezáltal versenyképesebbé váljanak a piaci szereplők között.

## 5. Összefoglalás

A szenzor márciusi beüzemelése óta címke-, illetve csavarhiány jellegű hibák nem voltak. Rövid távon tulajdonképpen ez volt az elvárás az eszközzel szemben, de véleményem szerint hosszú távon nem elvárható, hogy teljesen megszűnjenek a hasonló típusú problémák. Már csak, azért sem, mert az emberi tényezőt egyelőre nem tudjuk kivenni a rendszerből, és lehet, hogy ez nem is szerepel a cégvezetés terveiben.

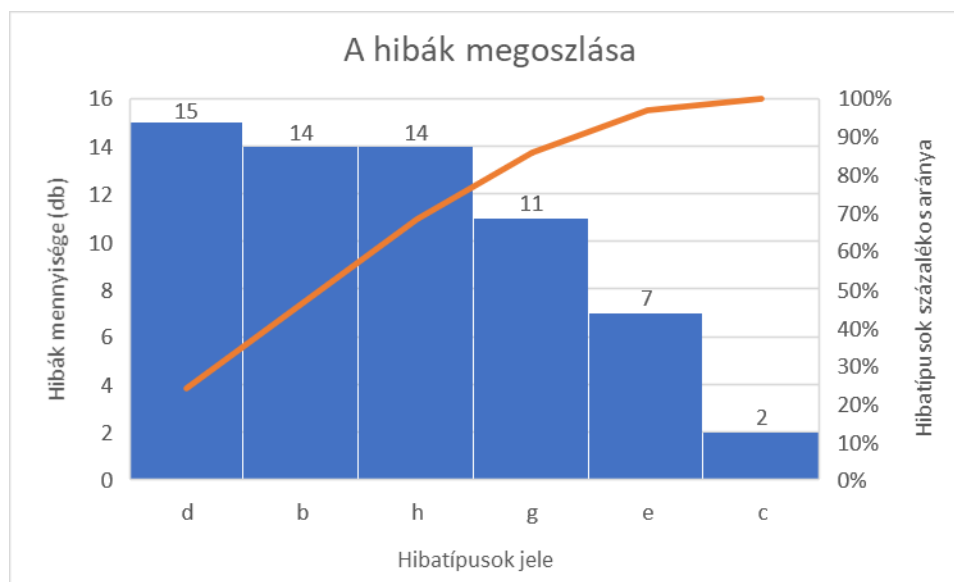
Az is kijelenthető, hogy a szenzoros vizuális ellenőrzés jól beépíthető a rendszerbe, és az összeszerelés folyamatát sem nehezíti meg annyival, hogy ne legyen érdemes használni. Természetesen még időbe telik, míg a dolgozók megszokják a megújult munkalépéseket, illetve esetlegesen a vezérlőpanel beállításait is. Mindezek mellett mégis azt gondolom, hogy néhány hónap múlva, amikor már megszokottá válik az eszköz használata, akkor sokkal gördülékenyebb lesz a felhasználás, és a kollégák is elégedettebbek lesznek.

Nem szabad elfelejteni, hogy az új rendszer bevezetése után a munkánk nem tekinthető véglegesnek, hiszen a folyamatokat mindig lehet fejleszteni, javítani és változtatni. Ehhez kapcsolódóan, véleményem szerint minél hamarabb el kell gondolkodni további szenzorok beszerzésén. Láthatjuk, hogy kifejezetten gyorsan megtérül a befektetett tőke és energia. Illetve a megrendelések folyamatos növekedése és ezzel együtt a munkaerő növekedése megteremti több eszközre is a kapacitást. Ugyanakkor észben kell tartani, hogy az új érzékelő megtérülési ideje nem ugyanannyi lesz, mint az első esetében. Ezeket figyelembe véve kell majd optimalizálni a termelést és a hozzá szükséges kamera mennyiségét.

A Lorenz - Pareto elemzés eredményeként kiderült, hogy a termékből hiányzó csavar és címke okozza a problémák 65%-át, így a dolgozatban csak ezzel a két hibatípussal foglalkoztam. A jövőben fókuszba kerülnek a további hibatípusok, melyeket összegyűjtöttem, tehát további vizsgálatok javasoltak azok megoldása érdekében is. Elképzelhető, hogy más jellegű hibák orvoslására is megoldást jelenthetnek a vizuális érzékelők.



Feltételezve a dolgozatban szereplő elemzés kritikus hibáinak teljes megszűnését, a továbbiakban az eddig kevésbé hangsúlyos B típusú hibák lépnek elő a gyártás A típusú kritikus hibáivá. A következő diagramon láthatóak a szenzor bevezetése utáni rendszer problémái:



47. ábra: A beruházás bevezetése utáni Lorenz - Pareto diagram – saját szerkesztés

Gyorsan fejlődő technológiáról van szó, így javasolt továbbra is tartani a kapcsolatot a gyártó cégekkel, és folyamatosan követni a fejlődési trendeket. Bár azt gondolom, hogy egyelőre a vállalat számára elegendő tudással rendelkeznek a jelenlegi kamerák is.

Mindent összevetve a szenzoros beruházás véleményem szerint tökéletesen elérte a célját, rövid távon már most tapasztalható a hatása és az elemzések alapján a becsült megtérülési ideje csupán fél év. A jelenlegi termelésben sokkal kevesebb hibázási lehetőség van, és ennek tükrében azt tapasztaljuk, hogy kevesebb reklamáció érkezik a vizsgált termékekre. A beruházás sikeresen teljesült, a vállalkozás veszteségei ezáltal csökkentek, a cég minőségügyi megbízhatósága nőtt, így az ügyfelek csökkenése nem várható a cég erőfeszítéseinek köszönhetően.

## NYILATKOZAT

### a diplomadolgozat nyilvános hozzáféréséről és eredetiségéről

A hallgató neve: Németh András  
A Hallgató Neptun kódja: FLHWWG  
A dolgozat címe: Gyártásbeli hibák csökkentése vizuális érzékelők segítségével a  
Bernstein Kft.-nél  
A megjelenés éve: 2023  
A konzulens tanszék neve: Műszaki Menedzsment Tanszék

Kijelentem, hogy az általam benyújtott záródolgozat/szakdolgozat/diplomadolgozat/portfólió<sup>1</sup> 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 repozitori rendszerébe.

Kelt: 2023. év 05. hó 01. nap

  
Hallgató aláírása

## NYILATKOZAT

Alulírott NÉMETH ANDRÁS, 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 04 hó 27 nap

Németh A.  
Hallgató

## NYILATKOZAT

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

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

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

Kelt: 2023 év 04 hó 27 nap

Janusz  
Belső konzulens

\*Kérjük a megfelelőt aláhúzni!

## 6. Irodalomjegyzék/elektronikus hivatkozások

- [1] 5S, Wikipédia szócikk: <https://hu.wikipedia.org/wiki/5S>
- [2] 8 Disciplines (8D) Problem Solving Process, Adaptive Business Management System:  
[https://www.adaptivebms.com/Introduction\\_to\\_8D\\_problem\\_solving\\_process/](https://www.adaptivebms.com/Introduction_to_8D_problem_solving_process/)
- [3] A gépi látás ABC-je 1.rész, Keyence, Utolsó letöltés: 2023.01.02.
- [4] A képfeldolgozás ABC-je 4.rész, Keyence, Utolsó letöltés: 2023.01.02.
- [5] A képfeldolgozás ABC-je 5.rész, Keyence, Utolsó letöltés: 2023.01.02.
- [6] AI-based defect detection that exceeds the ability of expert inspectors, Omron Vision System:[https://assets.omron.eu/downloads/datasheet/en/v5/q197\\_fh-series\\_vision\\_system\\_datasheet\\_en.pdf](https://assets.omron.eu/downloads/datasheet/en/v5/q197_fh-series_vision_system_datasheet_en.pdf), Utolsó letöltés: 2023. 04.10.
- [7] Alan Sarsby (2016), SWOT Analysis, Spectaris Ltd., 3.-7. o.
- [8] All about Ishikawa diagram, Enlaps: <https://enlaps.io/us/guide/ishikawa-diagram.html>
- [9] Applying 5S in the Manufacturing Industry, OEE, Vorne:  
<https://www.leanproduction.com/5s/>, Utolsó letöltés: 2023.02.14.
- [10] Bárány Péter (2010), Kiváltó ok elemzési és feltárási eszközök különböző tanácsadói módszertanokban és kultúrákban, CMC minősítő előadás:  
[https://vtmsz.hu/fileadmin/vtmsz/CMC\\_informaciok/barany.pdf](https://vtmsz.hu/fileadmin/vtmsz/CMC_informaciok/barany.pdf), Utolsó letöltés: 2023.02.02.
- [11] Bernstein Kft honlapja: <https://bernstein.hu/cegunkrol>
- [12] Czap László, Képfeldolgozás, Miskolci Egyetem, 35. o.
- [13] Dr. Bohács Gábor, Dr. Hermann Gyula (2011), Identifikációs rendszerek, Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem Közlekedésmérnöki Kar, Typotex Kiadó, 36. – 39. o.

- [14] IFM tárgyfelismerő érzékelő O2V121, [Adatlap](#):  
<https://www.ifm.com/hu/hu/product/O2V121?tab=details>, Utolsó letöltés:  
2023.04.01.
- [15] Juhász Lajos (2012) Az amortizáció gazdálkodástani jelentősége. In: Vállalati erőforrás-gazdálkodás. Nyugat-magyarországi Egyetem Kiadó, Sopron, pp. 74-94 o. ISBN 978-963-334-057
- [16] Machine vision, Wikipedia Article: [https://en.wikipedia.org/wiki/Machine\\_vision](https://en.wikipedia.org/wiki/Machine_vision)
- [17] Minőségügy I. jegyzet (2006), Széchenyi István Egyetem, Győr 139.o. – 147.o.
- [18] Pareto Chart, Wikipedia Article: [https://en.wikipedia.org/wiki/Pareto\\_chart](https://en.wikipedia.org/wiki/Pareto_chart)
- [19] Projektirányítás I., Centroszet Szakképzés-szervezési Nkft., SWOT diagram:  
<https://centroszet.hu/tananyag/projektmenedzsement/image021.jpg>, Utolsó letöltés:  
2023.01.10.
- [20] Rafael C. Gonzalez, Richard E. Woods: Digital Image Processing, Third edition, Pearson Education International, 23. – 29.o.
- [21] Selecting Vision System, Keyence:  
[https://www.keyence.eu/huhu/ss/products/vision/selecting/presence\\_discrimination.jsp](https://www.keyence.eu/huhu/ss/products/vision/selecting/presence_discrimination.jsp)
- [22] Vision szenzor Mesterséges Intelligenciával (AI), Beüzemelési útmutató (Vezérlőpanel), Keyence, (2. o., 5. o., 8. o.): Utolsó letöltés: 2023.04. 05.
- [23] Vision szenzor Mesterséges Intelligenciával (AI), Keyence, 6. o., Utolsó letöltés: 2023. 04. 05.
- [24] Vision szenzorok, keyence: <https://www.keyence.eu/huhu/products/vision/vision-sensor/>
- [25] What are the eight disciplines (8D)?, <https://asq.org/quality-resources/eight-disciplines-8d>

## A DIPLOMADOLGOZAT TARTALMI KIVONATA

### **Gyártásbeli hibák csökkentése vizuális érzékelők segítségével a Bernstein Kft.-nél** **Németh András**

Műszaki Menedzser MSc, nappali tagozat

Műszaki Intézet, Műszaki Menedzsment Tanszék

*Belső témavezető:* Dr. Peszeki Zoltán, egyetemi tanár, Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem

*Külső témavezető:* Velencei Ádám, gyártástámogató mérnök, Bernstein Kft.

A diplomadolgozat egy olyan kamerarendszer kialakításának tervét mutatja be, mely jelentősen csökkenteni tudja a Bernstein Kft. vevői reklamációinak és belső hibáinak mennyiségét. A hipotézis szerint ezzel a módszerrel töredékére lehet csökkenteni az ehhez kapcsolódó problémákat. Az alábbi munka ezt az állítást igyekszik igazolni.

Az irodalomkutatás során bemutatásra kerül a vizsgált vállalkozás, a bevezetni kívánt vizuális érzékelő rendszer és annak elméleti háttere, illetve a vizsgálatok során használt módszertan.

A következő fejezet a saját elemzéseket tartalmazza, a használt módszerek a 8D riport, a Lorenz-Pareto elemzés, az ok-okozati elemzés és a SWOT analízis. Továbbá ezen fejezetben bemutatásra kerülnek a gyártásban felmerülő hibatípusok, részletesebben a kritikus hibák. A cég számára megfelelő szenzor kiválasztásával, beüzemelésével és a termelésbe való integrálásával zárul a fejezet.

A negyedik fejezetben a beruházás értékelésére kerül sor. Ennek keretein belül a dolgozat kitér a kockázatokra, az eszköz megtérülésére és egyéb gazdasági szempontokra. Ezek mellett kitér arra is, hogy a beruházás hogyan illik bele a vállalkozás stratégiai célkitűzéseibe. A dolgozat végén megfogalmazásra kerülnek a projekteredmények és további javaslatok.

## ABSTRACT OF THESIS WORK

### **Reduction of manufacturing errors using vision sensors at Bernstein Ltd**

**András Németh**

Engineering Management MSc, full time

Institute of Technology, Department of Engineering Management

*Internal supervisor:* Dr. Zoltán Peszeki, professor, Hungarian University of Agriculture and Life Sciences

*External supervisor:* Ádám Velencei, production support engineer, Bernstein Ltd.

The thesis presents a plan for the development of a vision system that can significantly reduce the amount of customer complaints and internal errors of Bernstein Ltd. According to the hypothesis, the related problems can be significantly reduced with this method. The endeavor of the following work is to prove this statement.

During the literature research, the mentioned company, the vision system and its theoretical background, as well as the used methodology, are presented.

The next chapter contains the performed analyses, the used methods are the 8D report, the Lorenz-Pareto analysis, the cause-and-effect analysis and the SWOT analysis. In addition, this chapter presents the types of errors that occur in production, with a particular focus on critical errors. Finally, selection, installation and integration of the sensor into production are presented in this chapter.

In the fourth chapter, the investment is evaluated, within which the thesis covers the risks, the return on the device and other economic aspects. In addition, it also covers how the investment fits into the strategic objectives of the company.

To conclude the thesis work, the project results and further proposals are presented.