



ÓBUDAI EGYETEM
ÓBUDA UNIVERSITY

Óbudai Egyetem
Bánki Donát Gépész és Biztonságtechnikai Mérnöki Kar

TRAD5 fékbetét sorozatgyártásba vezetése

**OE-BGK
2022.**

Hallgató neve:
Hallgató törzskönyvi száma:

**Paluska Botond
T008671/FI12904/B**



ÓBUDAI EGYETEM
OBUDA UNIVERSITY

Óbudai Egyetem
Bánki Donát Gépész és Biztonságtechnikai Mérnöki Kar
Anyag- és Gyártástudományi Intézet

SZAKDOLGOZAT FELADATLAP

Hallgató neve: Paluska Botond

Szakedolgozat száma: SZD22052513069536

Törzskönyvi száma: T008671/FI12904/B

Neptun kódja: XXXXXXXXXX

Szak: gépészmérnöki

Specializáció: gépészmérnöki - CAD-CAM-CNC

A dolgozat címe: TRAD5 fékbetét szériagyártásba vezetése

A dolgozat címe angolul: TRAD5 brake pad serial production development

A feladat részletezése:

1. Ismertesse a jelenleg gyártott fékbetéteket (gyártósor, típusok, felépítésük, gyártástechnológiák és szerelési folyamatok)!
2. Mutassa be az új TRAD5 típusú fékbetét prototípus terveit (vevői igény, előnyök, gyártási technológia stb.) és foglalja össze az alkalmazott minőségügyi módszerek elméleti hátterét!
3. Ismertesse a prototípus szerelés folyamatát (előkészületek, szerelés, mérés)!
4. Készítsen megvalósíthatósági tanulmányt a szériagyártásba való bevezetéshez (folyamat, control plan, PFMEA)!
5. Foglalja össze az új fékbetét szériagyártásba történő bevezetésének tapasztalatait és értékelje az eredményeket!

Intézményi konzulens neve: Dr. Farkas Gabriella

Külső konzulens neve: Barna Péter

Munkahelye: Knorr-Bremse Budapest Vasúti Jármű Rendszerek Hungária Kft.

A kiadott téma elévülési határideje: 2024. 05. 15.

Beadási határidő: 2022. 12. 15.

A szakdolgozat: Titkos.

Kiadva: Budapest, 2022. 10. 21.



Intézetigazgató

A dolgozatot beadásra alkalmasnak találom:

belső konzulens

külső konzulens



ÓBUDAI EGYETEM
ÓBUDA UNIVERSITY

Óbudai Egyetem
Bánki Donát Gépész és Biztonságtechnikai Mérnöki Kar

HALLGATÓI NYILATKOZAT

Alulírott hallgató kijelentem, hogy a szakdolgozat/diplomamunka saját munkám eredménye, a felhasznált szakirodalmat és eszközöket azonosíthatóan közöltem. Az elkészült szakdolgozatban/diplomamunkában található eredményeket az egyetem és a feladatot kiíró intézmény saját céljára térítés nélkül felhasználhatja, a titkosításra vonatkozó esetleges megkötések mellett.

Budapest, 2022. 12. 08.

.....
hallgató aláírása

Tartalomjegyzék

1.	Bevezetés	6
2.	Knorr-Bremse vállalat bemutatása.....	7
2.1	A magyarországi Knorr-Bremse	8
2.2	Fékmechanika (Bogie Equipment BE).....	9
3.	Fékbetét termékcsaládok bemutatása.....	11
3.1	ISOBAR/FLEXPAD szériában gyártott fékbetétek típusai	11
3.1.1	FLEXPAD 400 fékbetét.....	11
3.1.2	ISOBAR 400/600 fékbetét.....	13
3.1.3	PENTAFLEX és TETRAFLEX	14
4.	Gyártósor bemutatása	18
4.1	3D Lézerszkennér.....	20
4.2	Szegecslő gép és radiális szegecslés.....	21
4.3	Lézergravírozás	22
5.	Gyártási folyamat.....	23
5.1	TETRAFLEX és PENTAFLEX típusú fékbetét gyártási folyamata	23
5.1.1	I-ESZ1.....	24
5.1.2	I-FSZ1	25
5.1.3	I-ESZ2.....	26
5.1.4	I-FSZ2	28
5.1.5	I-FSZ1	28
5.1.6	I-FSZ3.....	28
6.	TRAD5-ös fékbetét bemutatása.....	29
6.1	TRAD5-ös fékbetét elemeinek bemutatása.....	30
6.1.1	Biztosítórugó (KP0799630).....	31
6.1.2	Wippe/Rocket (KP0927101).....	32
6.1.3	Kopóelem (KP954218 és KP0954217).....	32
6.1.4	Hordozólemez (KP0161288-A és KP0161299-B)	33
7.	Gyártási folyamat.....	34
8.	Gyártási idő.....	36

9.	Prototípus gyártás	39
10.	PFMEA kockázat elemzés	41
11.	Gyártósori módosítások	42
11.1.1	I-FSZ2/B (gyártósori módosítás)	42
11.1.2	Központi vezérlő program frissítése	42
11.1.3	I-ESZ2/A (gyártósori módosítás).....	42
11.1.4	I-ESZ2/A (gyártósori módosítás).....	43
11.1.5	I-ESZ2/B (gyártósori módosítás).....	43
11.1.6	I-ESZ1 (gyártósori módosítás).....	43
11.1.7	Központi vezérlő program frissítése	43
11.1.8	I-FSZ2/B (gyártósori módosítás)	44
12.	Összefoglalás	45
13.	Summary	46
14.	Felhasznált irodalom vagy Irodalomjegyzék	47
15.	Mellékletek	48

1. Bevezetés

Szakdolgozatomat a Knorr-Bremse Vasúti Jármű Rendszerek Hungária Kft.-nél írom, azon belül a Fékmechanikai részlegen (Bogie Equipment:BE). Jelen helyzetben folyamatmérnök gyakornok pozíciót töltök be itt. Ebből kifolyólag céges belső témára esett a választásom. A feladatom egy újfajta fékbetét (TRAD5) szériagyártásának kidolgozása. Ahhoz, hogy a szériagyártás kidolgozása sikeres legyen számos feladatott kell hozzá elvégezni. Először is meg kell ismerkednem a jelenlegi szériagyártásban előállított fékbetétekkel. Következő lépésben a jelenlegi gyártósort kell megismernem. Az elsajátított fékbetétek közül választanom kell majd egyet, amely konstrukciós téren közel megegyező a TRAD5-ös fékbetéttel. Ennek fékbetét típusnak a részletes gyártási folyamatának bemutatása. Ha ezekkel a feladatokkal sikerült végezni következhet majd a TRAD5-ös fékbetét bemutatása és az alkatrészeinek a meghatározása. Ezt követően el kell végezni számos feladatott annak érdekében, hogy szériagyártásra alkalmas legyen az újfajta fékbetét. Először meg kell majd határozni egy gyártási folyamatot egy gyártási folyamatára segítségével emelet egy gyártási időt is meg kell határozni. Ezek után következhet a prototípus gyártás és a kockázatelemzés (PFMEA) a gyártási folyamatra. Végül, ha ezek a feladatokat sikerült elvégezni a dolgozat végén meglehet határozni milyen fajta lépéske vagy gyártósori módosítások szükségesek. Röviden ezt fogja tartalmazni a szakdolgozatom.

2. Knorr-Bremse vállalat bemutatása

Knorr-Bremse vállalatot a német mérnök és feltaláló Georg Knorr alapította 1905-ben Berlinben. A cég eleinte vasúti légfék gyártással foglalkozott, amelynek gyors növekedését köszönheti és ennek hatására más terület felé is nyitni kezdett. 1920-tól a Knorr-Bremse a BMW gyár leányvállalata volt. A jól működő közös munkának köszönhetően a BMW 1922-ben eladta számára kevésbé érdekelt motorgyártó részlegét a Knorr-Bremse számára. Ezt az eseményt követte 1923, amikor is először került légfék teherautóra. Ennek akkora sikere lett, hogy 1930-ra a német teherautók 90%-a Knorr fékekkel üzemelt. [1]



1. ábra. Knorr-Bremse hivatalos logója [1]

Sajnos a gyár tulajdoni köre a második világháború után szovjet kezekbe került és a szovjet szférában fejlődött tovább egészen 1987-ig amikor is az alapító unokája Heinz Hermann Thiel vette át a cég irányítását. 2005-re megtízszereződött a cég bevétele. Ennek a nagy fejlődésnek köszönhetően 2019-ben már a tőzsdére is belépett és a cég 59% maradt csak magán kézen. Napjainkra nemzetközi konszerné nőtte ki magát. 5 kontinens 30 országban van jelen, körülbelül 28000 munkavállalót foglalkoztat világszerte. A vállalat fő profilja a vasúti- és haszonjárművek fékrendszereinek gyártása, de ezeken kívül más termékek gyártásával is foglalkozik. Ilyenek például az intelligens ajtórendszerek, vasúti járművek klímarendszerei, torziós rezgéscsillapítók és haszongépjárművek sebességváltó vezérlőrendszerei. Knorr-Bremse nagy büszkesége az, hogy budapesti gyárában készítik a Japán fő vasúttársaság kötelékében található Shinkansen nagysebességű vasút fékjeit.

2.1 A magyarországi Knorr-Bremse

Magyarországon a Knorr-Bremse vállalatnak jelen pillanatban négy telephelye található. Ebből egy Kecskeméten (SfN) három pedig Budapesten (SfS). A kecskeméti gyárban haszongépjárművek fékrendszereit készítik. A Kelenföldön található másik telephelyen haszongépjárművek vezetés segítő rendszereit fejlesztik. A harmadik és a negyedik telep a Helsinki úton található. A Helsinki út 86-ban került kialakításra a szerviz részleg és a vasúti vonó- és ütközőkészülékek kuplung gyártása.



2.ábra A Knorr-Bremse Helsinki út 105-ös telephelye.[2]

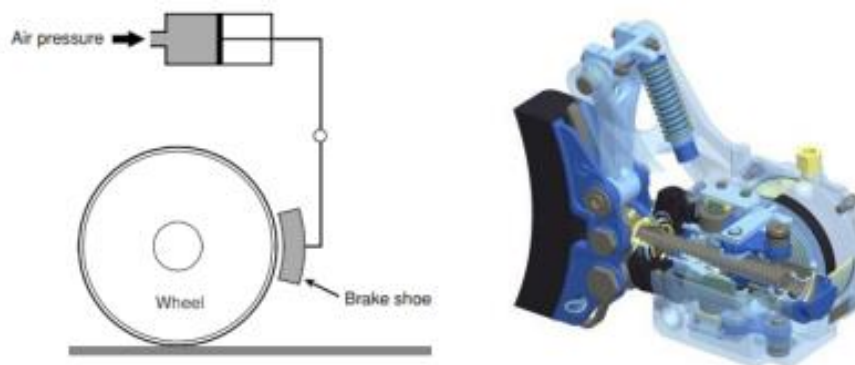
A Helsinki út 105 alatt működő telep (2.ábra) szervezeti felépítéstét gyártási szegmensek jellemzik. Ez azt foglalja magában, hogy a termékcsaládokhoz szükséges gyártási tényezők (anyagbeszerzés, termelés logisztika, forgácsolás, szerelés, festés, csomagolás stb.) csoportosítva vannak a különböző szegmensekben. A gyártóterületek a fejlett gépparkjuknak köszönhetően lehetővé teszik, hogy számos munkafolyamatot önállóan végezzenek el. Ezen telephelyen három fő szegmens kapott helyet, ahol a saját termékcsaládjaiknak gyártása történik. Ezek a következők:

- Fékmechanika (Bogie Equipment),
- Fékvezérlés (Brake Control),
- Levegő ellátás (Air Supply).

2.2 Fékmechanika (Bogie Equipment BE)

A fékmechanikai (BE) részleg a telephelyen belül igen nagy területen helyezkedik el. Ezen területen nem automatizált módon történik a fékegységek összeszerelése, hanem szereldei operátorok segítségével. A BE 5 részre van felosztva. Ezek a következők: RZS, WZK, RZS-WZK kombi, Zange-Zylinder és Klotz területekre. Mindegyik terület egy-egy féktípus szerelésére specializálódott, amely lefedi a Knorr-Bremse Vasúti Jármű Rendszerek teljes vasúti fék palettáját.

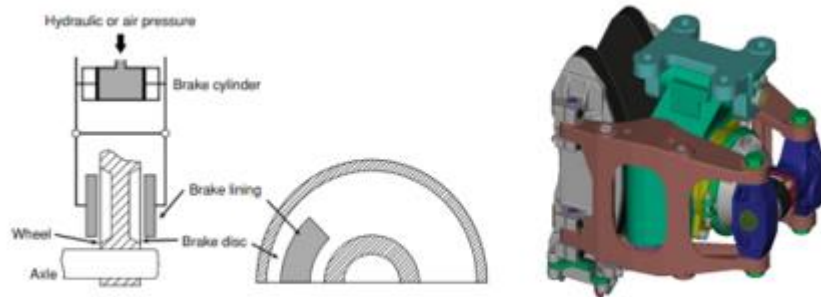
A Klotz (3.ábra) részleg felel a tuskós fékek gyártásáért, e fajta fék található például az új 3-as metró szerelvényein Budapesten. A Zange- Zylinder (6.ábra) felel a konvencionális, másnéven hagyományos fékekért és az Exotikus típusokért. Ezeket a fékeket az alacsony padlós járműveknél például: villamosoknál használják.



3. ábra Klotz fékegység [2]

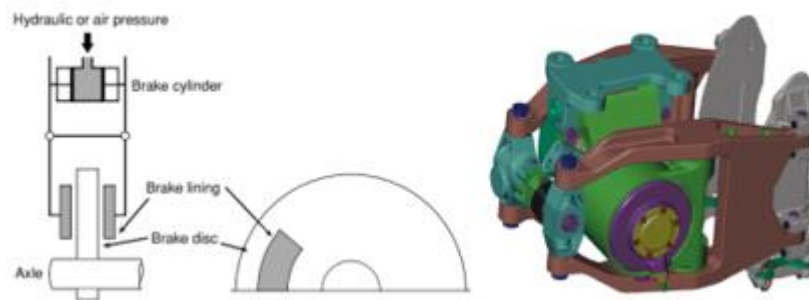
(Air pressure:nagynyomású levegő; Wheel:kerék ;Brake shoe:papucs)

RZS típusú (4.ábra) fékeket arról lehet felismerni, hogy a fékezés a vasúti jármű kerekeire rögzített féktárcsákon keresztül történik. A WZK típusú (5.ábra) fékek esetén a kerekeket rögzítő tengelyre erősített féktárcsákra fékeznek rá a fékegységek (5.ábra). WZK típusú féket alkalmaznak például: a japán Shinkansen nagysebességű vonaton, de a francia TGV vonatokon is ilyen fajta fék van. Összeszerelés szempontjából nagyon hasonlítanak egymásra a két fékegység, ezért került kialakításra a RZS-WZK kombi sor. Ez a sor megrendelések számától függően üzemel, hogy éppen melyik típusú fékből van megrendelés.



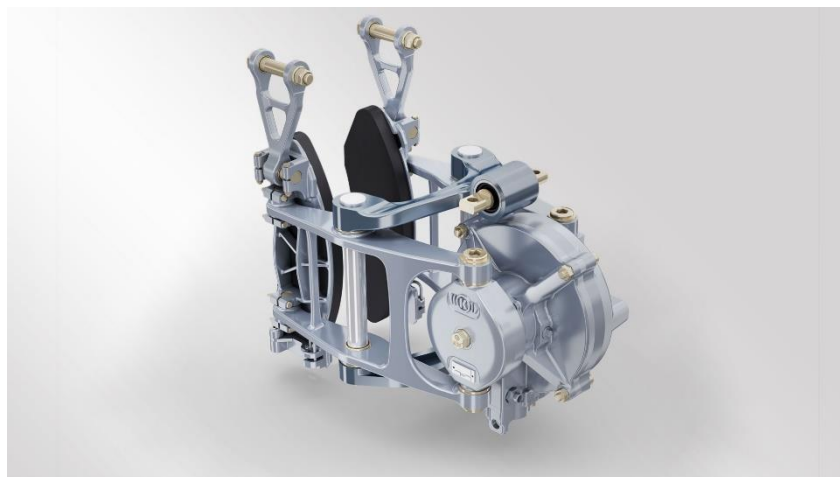
4. ábra RZS fékegység [2]

(Hydraulic or air pressure: hidraulikus vagy levegőnyomás; Brake cylinder:fékhenger;
Wheel:kerék; Brake lining:fékbetét; Brake disc:féktárcsa; Axle:tengely)



5. ábra WZK fékegység [2]

(Hydraulic or air pressure: hidraulikus vagy levegőnyomás; Brake cylinder:fékhenger;
Brake lining:fékbetét; Brake disc:féktárcsa; Axle:tengely)



6. ábra Zange-Zylinder fékegység [1]

3. Fékbetét termékcsaládok bemutatása

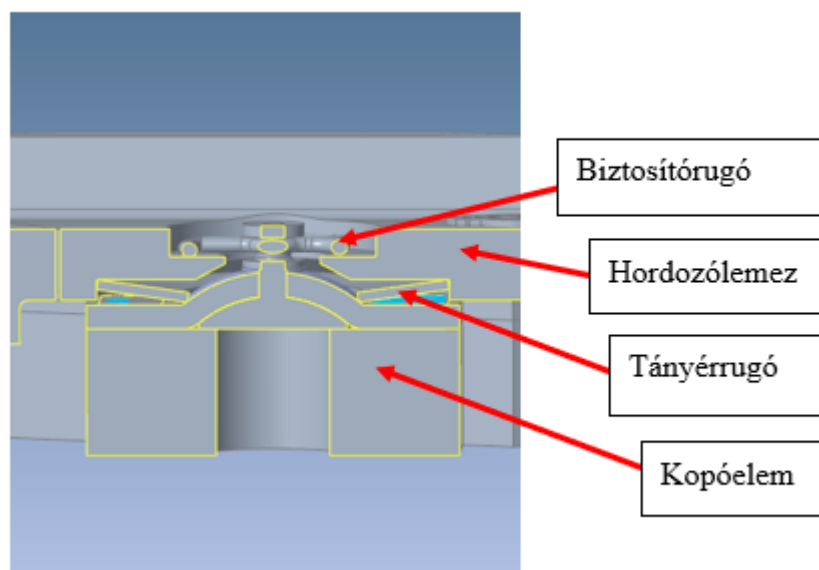
ISOBAR/FLEXPAD gyártósor a WZK gyártási területén belül található. Ezen gyártósoron történik a Knorr-Bremse által szabadalmaztatott, egyedi fékbetétek sorozatgyártása. A BE szegmenset nagy termék variancia és alacsony darabszám jellemzi azért, mert az összes vonat specifikációhoz különböző egyedi vasúti fékek szükségesek. Ennek következtében nem tudjuk automatizálni a gyártósorokat a BE részlegen. Az ISOBAR/FLEXPAD-on félautomatizált módon történik a termelés azáltal, hogy nagydarabszámban és közel hasonló típusok jellemzik a fékbetéteket.

3.1 ISOBAR/FLEXPAD szériában gyártott fékbetétek típusai

ISOBAR/FLEXPAD 3 különböző típusú fékbetét gyártása zajlik.

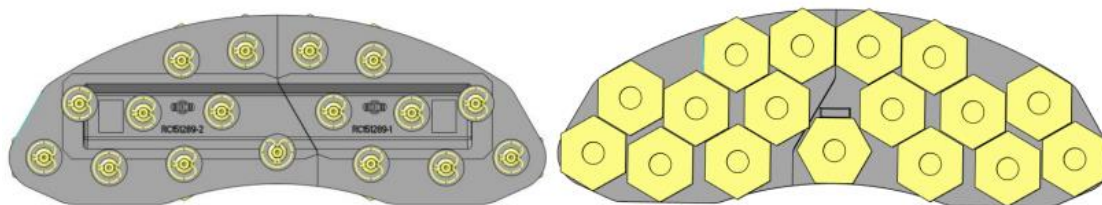
- Flexpad 400 (pl. II75745/30123),
- Isobar 400/600 (pl. II48487/17105),
- Pentaflex/Tetraflex (pl. KP0135896/35133).

3.1.1 FLEXPAD 400 fékbetét



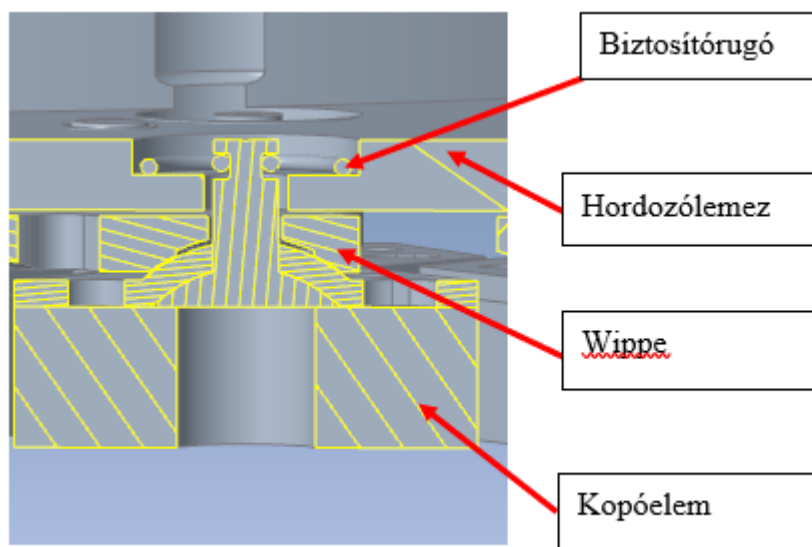
7. ábra FLEXPAD 400 fékbetét metszetének modellje

A kopóelem a fékezés során közvetlenül érintkezik a féktárcsával. Azáltal, hogy nagysebességnél érintkezik a kopóelem a féktárcsával hőenergia keletkezik. Fékbetétek esetében ennek a hőnek egységes eloszlása fokozza a fékhatást. Azért, hogy egységes legyen a hőeloszlás, a kopóelemeknek teljes felületükkel kell érintkezniük a féktárcsákkal. Azt, hogy a kopóelemek szabályos módon álljanak a fékbetéten, tányérrugók alkalmazásával biztosítjuk. A tányérrugók arra is szolgálnak, hogy fékezéskor tompítja a fékbetétre ható erőt. A hordozólemezek (Pad Carrier) feladata, hogy legyen egy olyan alkatrész, ami képes összefogni egész fékbetétet. A kopóelemeket a hordozólemezekre biztosítórugó segítségével rögzítjük. Egy fékbetét két hordozólemezfelből áll össze. Ez a konstrukció azért előnyösebb az átlagos UIC Standard típusú fékbetétek használatánál, mert egyenletesebb nyomás- és hőeloszlást biztosít. Ennek köszönhetően magasabb fékerő érhető el. A FLEXPAD 400-as típusú (7-8.ábra) fékbetét esetében 17 darab szabályos hatszög alakú kopóelemet szerelnek fel alapján.



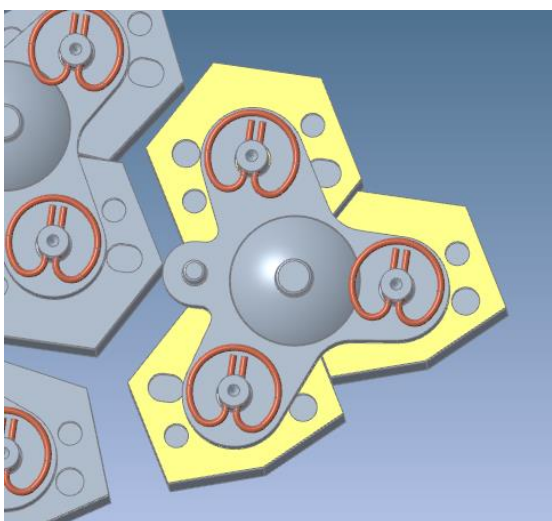
8. ábra FLEXPAD 400 fékbetét modellje

3.1.2 ISOBAR 400/600 fékbetét



9. ábra ISOBAR 400/600 fékbetét metszetének modellje

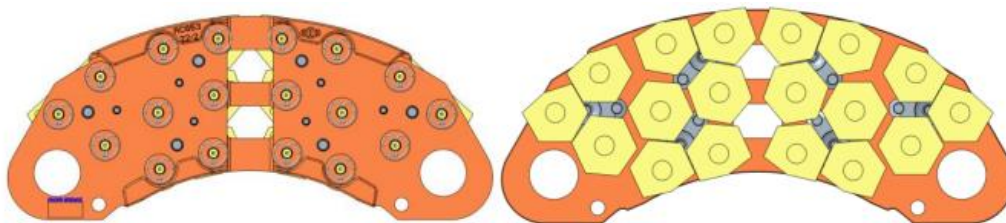
ISOBAR 400/600 fékbetét esetében 18 darab kopóelemet szerelnek fel a hordozólemezre. A kopóelemekből két különböző alakzatút használnak. Erre azért szükséges, hogy a hordozólemezek formáját képesek legyenek nagyobb mértékben lefedni, de ne lógjanak túl rajta. (9.ábra)



10. ábra Wippe/Rocker 3 kopóelem rögzítése

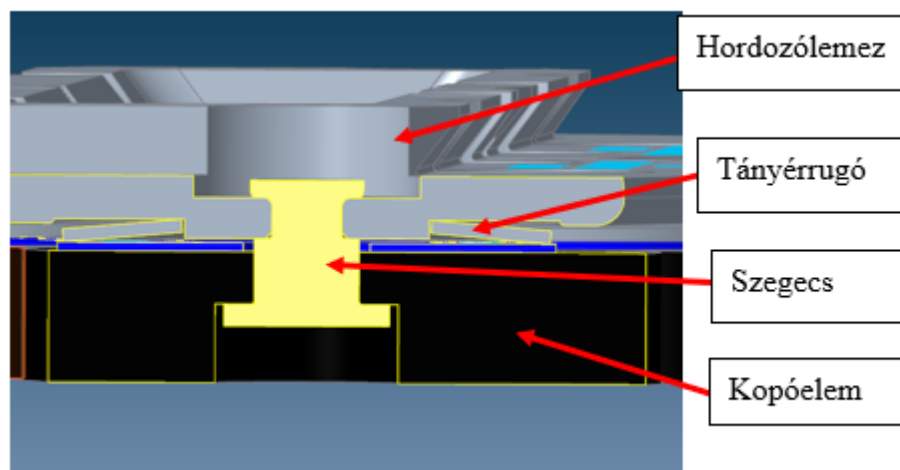
Kopóelem és a hordozólemez közé 6 darab úgy nevezett Wippe/Rocker kerül beépítésre, ami 3 darab kopóelemet fog össze (10.ábra). A Wippe arra szolgál, hogy gömbfelületüknek köszönhetően képesek legyenek pár fokot elmozdulni ezáltal a

kopóelemek még biztosabb módon tudjanak érintkezni a féktárcsákkal. Ezen konstrukción az előző Flexpad tovább fejlesztett változata található, ami még nagyobb flexibilitásra képes. Ez a típus könnyedén képes a fékbetétjei teljes felületére fékezni a féktárcsára. Ebből következik, hogy egyenletesebb nyomást és hőmérséklet eloszlást biztosít. Ez a fékbetét kizárólag csak ISOBAR (11.ábra) hordozólemezekre szerelhető fel, mivel ez biztosítja a fékbetétek megfelelő rögzítését. A réz bevonattal ellátott hordozólemez még nagyobb hőelvezetésre képes. A végső rögzítést ebben a kialakításban is egy biztosítórugó végzi. Jelenleg ezzel a konstrukcióval vagyunk képesek elérni a legnagyobb fékteljesítményt. Ennek köszönhetően ez a típusú fékbetét található meg legtöbb gyorsvonaton világszerte.



11. ábra ISOBAR 400/600 fékbetét modellje

3.1.3 PENTAFLEX és TETRAFLEX



12. ábra PENTAFLEX és TETRAFLEX metszetének modellje

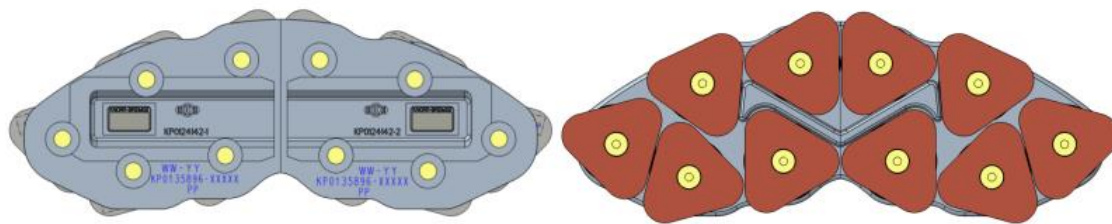
PENTA- és TETRAFLEX típusú (12.ábra) fékbetéteket olyan módon lehet megkülönböztetni egymástól, hogy a Pentaflex 2x5 darab szabályos háromszög alakú kopóelemet tartalmaz míg a Tetraflex pedig csak 2x4 darabot. Egy kész fékbetét két hordozóelemből áll össze, amit „A” és „B” betűvel vannak megkülönböztetve egymástól.

Az (14.ábrán) látni, hogy ebben a konstrukcióban a kopóelemek kialakítása és darabszám változott meg, olyan módon, hogy a kopóelem kopórészét növelték és ezzel együtt a befoglaló méretét is. Ez azért volt lehetséges mivel ennél a kialakításnál nincs a kopóelemhez forrasztva egy rögzítő fej, mint a FLEXPAD400 és ISOBAR400/600 típusoknál. Az (13.ábrán) látható, hogy ebben a konstrukcióban nem biztosítórugó biztosítja a rögzítést, hanem egy szegecscsötés. Ezzel a szegecscselő technológia segítségével van rögzítve a kopóelem a hordozólemezhez.



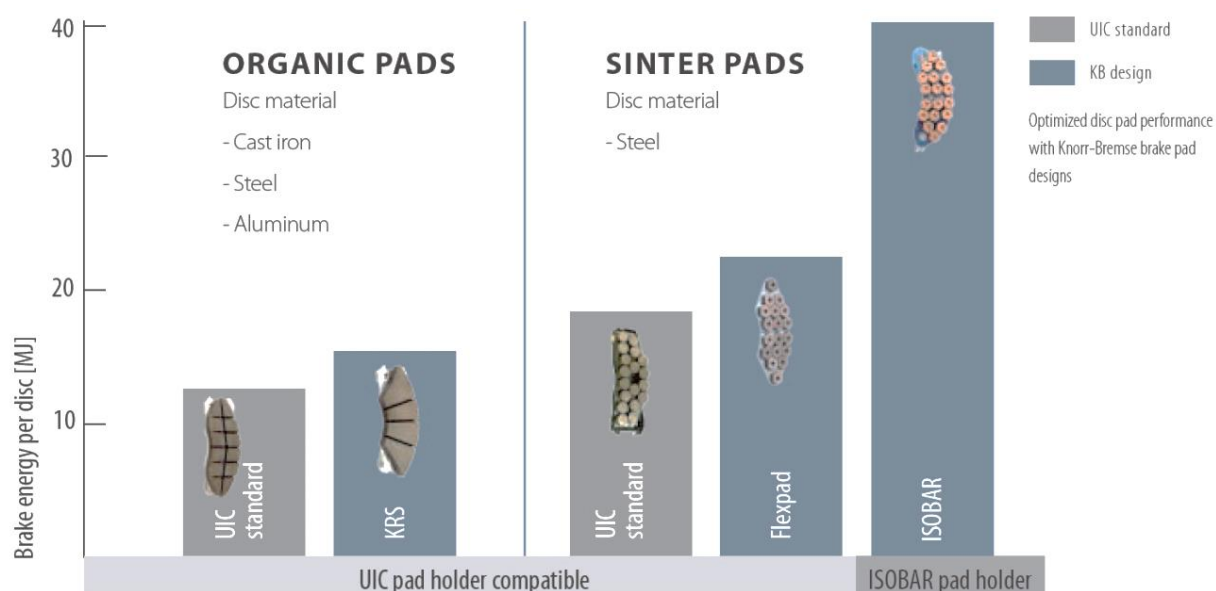
13. ábra PENTAFLEX és TETRAFLX kopóeleme

Ez a szegecscselő technológia azért volt előnyös számunkra, mert helyet tartkítunk meg, amit a kopóelem kopórészének a növelésénél tudunk kihasználni. Ami azt következteti, hogy a fékbetét élettartamát tudtuk ezzel növelni.



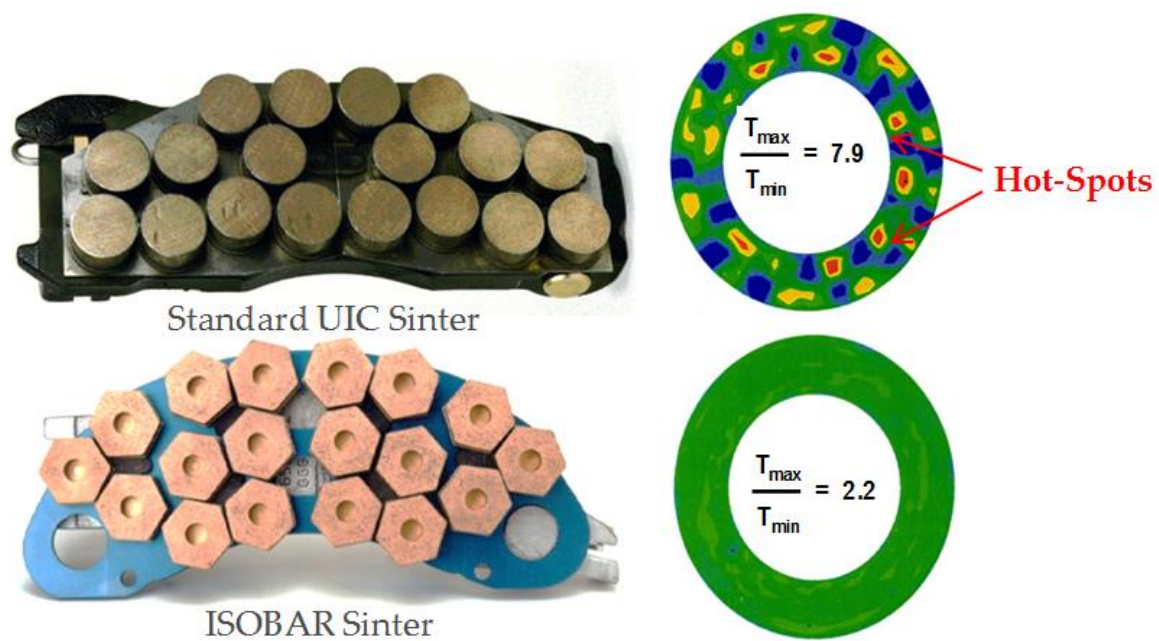
14. ábra PENTAFLEX és TETRAFLX modellje

A 15. számú ábrán látható, hogy mekkora különbség áll fenn különféle fékbetétek fékezési energiája között. Leolvasható a diagramról, hogy az ISOBAR fékbetét körülbelül 40MJ fékezési energiát képes elő állít fékbetétenként. Ezt követi a FLEXPAD típusú fékbetét, ami 20MJ-ra képes. Az is leolvasható, hogy egy Standard UIC fékbetét 15-17MJ fékezési energia előállítására képes.



15. ábra Knorr-Bremse és a UIC fékbetétek összehasonlítása [1]

A következő 16. ábra azt mutatja, ahol egy ISOBAR fékbetét és egy Standard UIC fékbetét hőmérséklet eloszlása hogyan alakul. Az ábrán jól látható az ISOBAR fékbetét egyik nagy előnye, az egyenletes hőmérséklet eloszlás, ami a mozgatható kopóelemeknek köszönhető. Míg a Standard UIC fékbetétnél a hőmérséklet eloszlás foltokba jelenik meg, más néven csúcspontok keletkeznek. Ezek a csúcspontok a fékteljesítmény hatását redukálják.



16. ábra ISOBAR és UIC fékbetét hő eloszlás összehasonlítása [1]

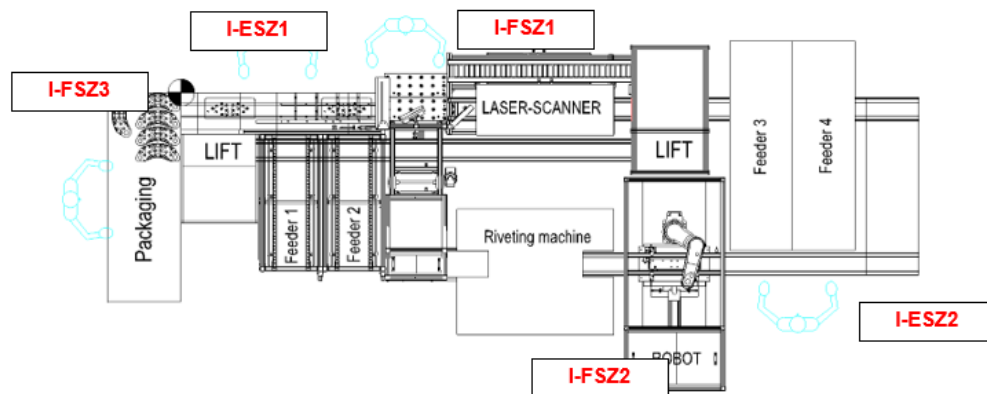
(Hot-Spots:hőmérsékleti csúcspont)

4. Gyártósor bemutatása

A Knorr-Bremsében szakaszos gyártás folyik, ami azt jelenti, hogy itt nem előre gyártjuk le a fékbetéteket raktárba, hanem a megrendelést követően a kért fékbetétet legyártjuk és a gyártás végén csomagoljuk. A becsomagolt kész fékbetét aztán kerül szállításra a megrendelőhöz. Vagyis itt a cégnél nem raktárra termelünk, hanem a megrendelőnek direktben. Ezáltal az összes gyártósor végén van kialakítva csomagoló állomás így az Isobar/Flexpad fékbetét gyártósornál is megtalálható az. Gyártósor kialakításában nagy szerepet játszott az, hogy jelen állapotban kétfajta gyártási folyamatot határoztunk meg, a fékbetét termékcsaládok gyárthatósága érdekében:

- ISOBAR400/600 és FLEXPAD400,
- TETRAFLEX/PENTAFLEX.

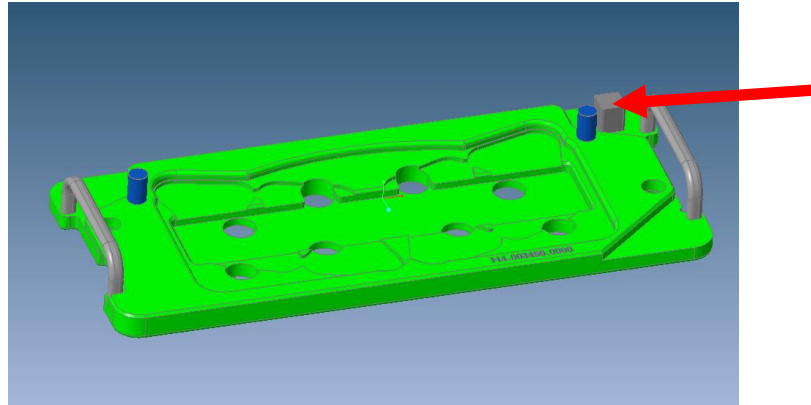
A gyártási folyamat eltérése a fékbetétek konstrukciójából adódik. Az ISOBAR400/600-as és FLEXPAD400-as alaptípusokat fejjel felfele szereljük. A TETRAFLEX/PENTAFLEX típusokat pedig fejjel lefele. Ezeket a szempontokat figyelembe véve a gyártósornak kompatibilisnek kell lennie mind a kétfajta szereléshez.



17. ábra Isobar/Flexpad gyártósori elrendezése [8]

A 17. ábrán látható a fékbetét gyártósor elrendezése (layout). Jelen helyzetben ebben a formában lehet megtalálni a gyártósort. Az utolsó módosítás 2019-ben történt mikor a gyártósorba lett beintegrálva a szegecselő állomás (Riveting machine). Erre azért volt szükség mert a TETRAFLEX/PENTAFLEX esetében már a korábban említett szegecselő technológiával van rögzítve a fékbetét, míg a ISOBAR400/600 és FLEXPAD400 esetében egy robot kar helyezi fel a biztosító rugót.

A gyártósor három fő részre lett felosztva (17.ábra). I-FSZ1, I-FSZ2 és I-FSZ3, amelyek Főszerelés 1, Főszerelés 2 és Főszerelés 3 teljes néven. A főszerelések előtt találhatóak a I-ESZ1 és az I-ESZ2, ami Előszerelés 1 és Előszerelés 2 teljes néven. Mind az előszerelések mind a főszerelések rövid alakban fog szerepelni a szakdolgozatban a továbbiakban.



18. ábra Paletta

A gyártósor fő alkotórésze az a paletta, amelynek a 18.ábrán látható a kialakítása. Ezekbe a palettákba helyezik be a fékbetét alkatrészeit olyan sorrendben, amely fajta fékbetét szerelése történik. A paletták több funkciót töltenek be. Először is a kisüllyesztéseknek köszönhetően megvan mit hova kell benne elhelyezni. Másodszor minden egyes típusnak saját palettája van. Ezekre a palettákra egy 2D-s kód (19.ábra) lett felragasztva, amit a sor elején a kamera leolvas. Ezen információ alapján betölti a gyártósor vezérlője a megfelelő programot a gyártáshoz. A gyártósor hajtott pályáinak mérete a palettához lett illesztve, így könnyedén emberi beavatkozás nélkül tud haladni a paletta az egyes szerelő állomások között.

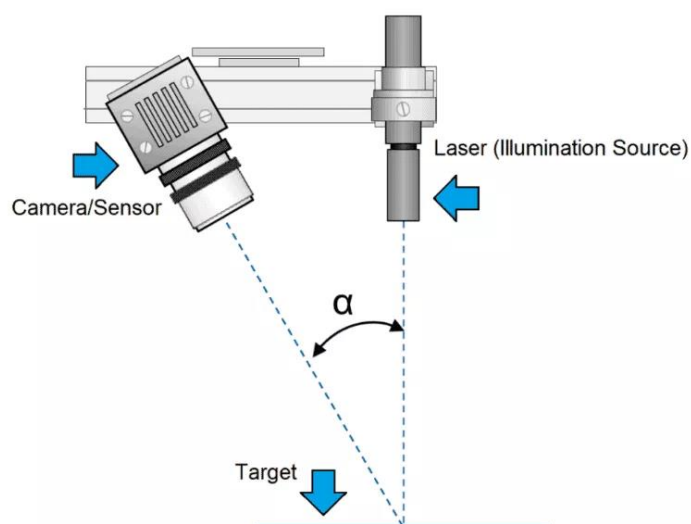


19. ábra 2D-s kód

Az azonos típusú fékbetéteket szerelő palettákat is meg kell különböztetni egymástól. Ez oly módon történik, hogy a paletták jobb felső sarkában (18.ábrán) kiemelt hasábnak a tetejére egyedi számok lettek elhelyezve például: (01; 02; 03...10; 11; 12).

4.1 3D Lézerszkennер

A FLEXPAD/ISOBAR gyártósoron az 20.ábrán látható 3D Lézerszkennер működési ábrája látható. A szkennelés olyan módon történik, hogy a szkennelendő tárgy felületére lézert vetítünk. Ezután egy kamera megkeresi a visszavert lézerfolt helyét. A tárgy távolságától függően a lézerpont különböző helyeken jelenik meg a kamera látómezőjében, lehetővé téve ezáltal a szög kiszámítását a távolság rögzítéséhez. Ezt a módszert háromszögelés elvének nevezik. [3]



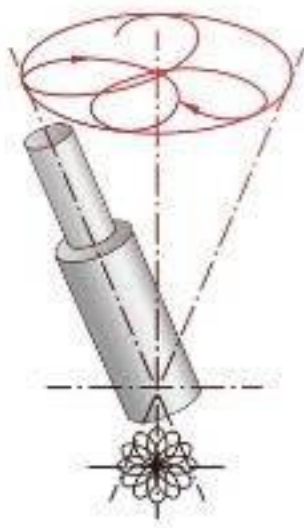
20. ábra Háromszögelési elv [3]

(Laser:lézer; Target:cél; Camer/Sensor:kamera/szenzor)

Ezt a háromszögelésen alapuló 3D lézerszkennert számos iparágban alkalmazzák például: autóipar, elektronikai eszközök gyártásánál, de akár fűrészüzemekben is megtalálhatóak, annak köszönhetően, hogy nem egy bonyolult rendszer. Továbbá a szoftveres részét is könnyedén lehet kezelni. A szkennelés eredményét pedig simán képes egy monitor segítségével egyből megjeleníteni. [9]

4.2 Szegecselő gép és radiális szegecselés

A gyártósoron található szegecselőgép a BALTEC svájci cégtől került beszerzésre. A gép radiális típusú szegecselést végez. A szegecselő gép kiválasztása közben a főszempont volt a szegecselő erő azért, hogy a Knorr-Bremse által használt szegecselő szabványnak megfeleljen. Jelenleg egy 10-25kN-os szegecselő gép működik a gyártósorra szerelve. [4]



21. ábra Radiális szegecselési elv [5]

A radiális szegecselésnek számos előnye van. Az egyik, hogy a szegecselő szerszám nem egy tengely körül forog, hanem egy adott körpályát leírva szegecsel. Ez azért előnyös számunkra, hogy a szerszám és a munkadarab közötti súrlódás minimális és nem keletkezik súrlódási hőmérséklet. Másik, hogy nem igényel extra rögzítést, mivel a szegecselés közben minimális keresztirányú erők ébrednek. A 21.ábrán piros nyíllal lehet látni a szegecselő szerszám mozgását szegecselés közben. [5]

4.3 Lézergravírozás

A Knorr-Bremse megköveteli, hogy a gyártási folyamatot rögzítő jelölést tartalmazniuk kell a fékegységeknek és a fékbetéteknek is egyaránt. Ennek köszönhetően már a konstrukciós kialakításnál már van neki hely kijelölve. A fékbetétek esetében egy 2D-s kód tartalmazza ezeket az információkat. Ezt a 2D-s kódot fel kell helyezni a fékbetétre olyan módon és formában, hogy pár év után is használni lehessen. Erre azért van szükség, hogy ha szervizelésre visszaküldik a fékbetétet akkor képesek legyenek elérni az információkat róluk. Ennek felhelyezése eleinte ragasztó segítségével papír alapon történt. Ez nem igazán volt hatékony mivel nagyon hamar lekopik a fékbetétekről használatuk közben. Ez a probléma egy úgy nevezet típusábla felhelyezésével lett megoldva amire gravírozva lett a 2D-és kód és a fékbetét cikkszáma. Ehhez a megoldáshoz választani kellett egy lézergravírozót. Továbbá be kellett építeni a gyártósorba és a gyártásifolyamatba.



22. ábra Domino F520 Fiber lézergravírozó [6]

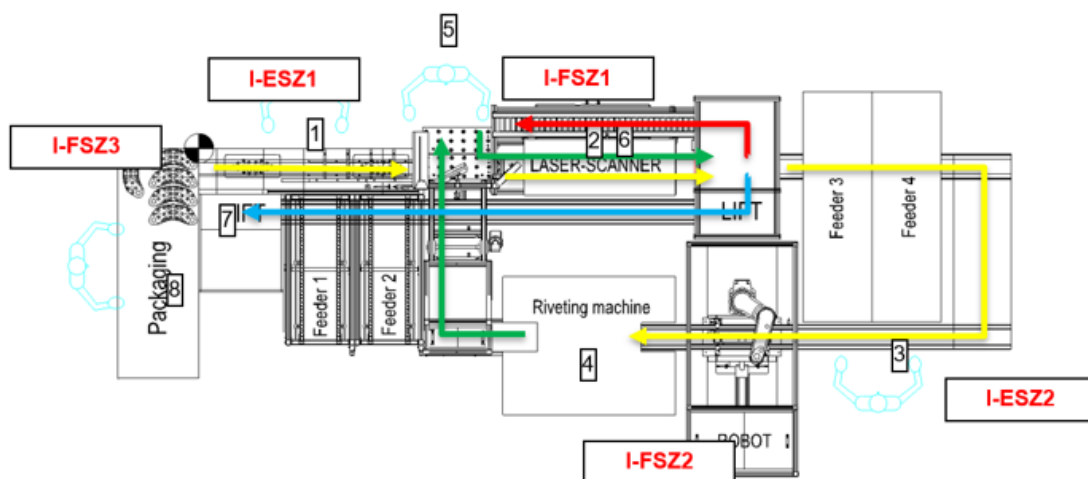
A gyártósorba egy Domino F520 Fiber típusú (22.ábra) lézergravírozó lett beépítve. A kiválasztás folyamatában fontos szempont volt a gravírozási sebesség és a készülék méretei. Ezeken felül a programozása volt még a fő szempont. A gyártósor félautomata ezért tudnunk kell szabályozni, hogy mikor a készfékbetét megérkezik alá akkor gravírozzon a típusáblára.

5. Gyártási folyamat

Mivel a gyártósor fél automatizált módon üzemel így számos szerelési fázisnál nem szükséges az operátor jelenléte. A 23.ábrán látható, hogy jelen helyzetben 4 operátor végzi a szerelést. Az egyes állomások között a paletták hajtott pályákon közlekednek teljesen automatizált módon. Ezt a központi vezérlő szabályozza, mégpedig úgy, hogy a palettán lévő fékbetét egyes szerelési állomást követően ellenőrzéseken esik át és csak az ott megfelelt fékbetéteket engedi tovább a vezérlő a hajtott pályán. Három típusú fékbetét esetében két féle gyártási folyamat lett meghatározva. Mivel a szerelési folyamatuk nagyrészt megegyező kizárólag konstrukciós különbségek vannak jelen. A szakdolgozatom a TRAD5-ös típusú fékbetét sorozatgyártásba történő bevezetése a feladatom. Konstrukciós kialakítást tekintve ezért a TETRAFLEX és a PENTAFLEX típusú fékbetét gyártási folyamatát mutatnám be részletesen.

5.1 TETRAFLEX és PENTAFLEX típusú fékbetét gyártási folyamata

TETRAFLEX és PENTAFLEX gyártási folyamata teljes mértékben megegyeznek egymással. Csak a kopóelemek darabszám felhasználásában van különbség köztük. A gyártási folyamat ismertetéséhez a 23.ábrán látható anyagáramlás nyújt segítséget. A színes nyilak jól mutatják, hogy egyes szerelési állomások végeztével merre halad tovább a fékbetét.



23. ábra Anyagáramlás [8]

Az anyagáramlás irányát jelölő nyilak színei fontos információt tartalmaznak. A sárga színű nyíl azt jelöli, hogy előszerelt egység. A zöld színű a nyíl abban az esetben érhető, ha „OK” értékelést kapnak paletták az ellenőrzésen. Ebben az esetben haladhatnak tovább a következő szerelő állomásra. A piros színű a nyíl mikor a paletta „NOK” értékelést kap az ellenőrzésen. Ha a paletta „NOK” értékelést kap akkor vissza kell mennie az előző állomásra javításra vagy újra szerelésre. Végül a kék színű a nyíl azt mutatja amikor már a fékbetét átesett az utolsó ellenőrzésen és „OK” minősítést kapott. Ekkor haladhat a lézergravírozót érintve a csomagoló állomásra.

5.1.1 I-ESZ1

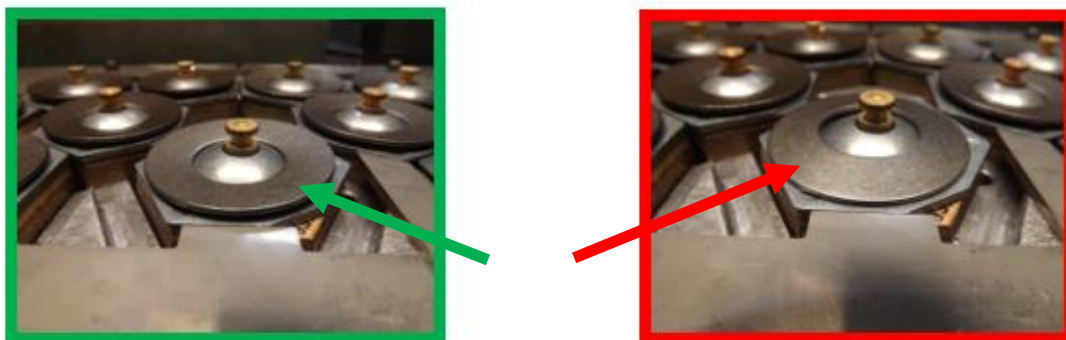
Az I-ESZ-1-en történik az egész folyamat kezdete. Először az operátor kiválasztja a megfelelő palettát a megfelelő fékbetéthez, amit aztán felhelyez a hajtott pályára (24.ábra). A pálya felett található kamera, ami azt a célt szolgálja, hogy a palettán lévő 2D-s kódot beolvassa. Ezzel a lépéssel behívja a megfelelő programot a vezérlőben, továbbá az egységet ezzel a kóddal tudjuk nyomon követni a gyártás folyamán.



24. ábra Palettába helyezett hordozólemezek [8]

A beolvasás után a palettába helyezik a 2 darab (A és B) hordozólemezt. Azért, hogy az operátor biztosan jó helyre tegye a hordozólemezeket a paletta kialakítása segít neki. Ez biztosítja azt is, hogy kizárólag csak egy féle képpen lehetséges behelyezni a hordozólemezeket a palettába. Hordozólemezek sikeres felhelyezést követően a biztosító rugók felhelyezése következhet. A biztosító rugók száma pedig attól függ, hogy melyik fajta fékbetétet gyártása történik. A 24.ábra egy TETRAFLEX fékbetét gyártása a látható,

így ebben az esetben hordozólemezenként 4 darabra van szükség. Összeségében 8 darab biztosító rugóra lesz majd szükség a teljes fékbetéthez.

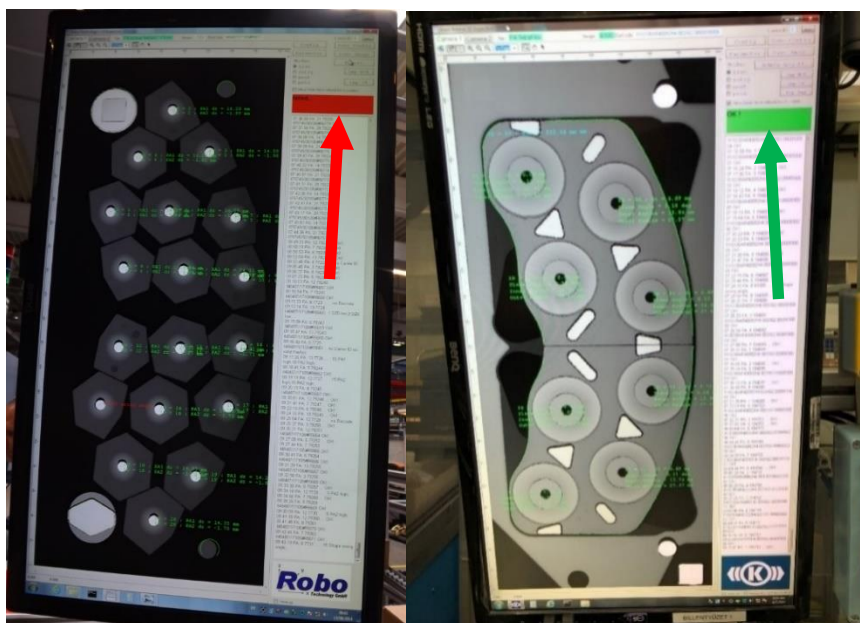


25. ábra Helyes és helytelenül felhelyezett biztosító rugó [8]

A 25.ábrán jól látható, hogy sajnos két féle képen lehetséges fel lehet helyezni a rugót. Viszont kizárólag csak a zöld keretes kép szerint a helyes. Ha piros a kerettel ellátott kép alapján kerül fel a biztosító rugó, abban az esetben az I-FSZ1-en található lézerszkennер „NOK” -ra fog minősíteni. Ezt követően a vezérlő nem engedi tovább a palettát, hanem vissza kerül az I-ESZ1 állomásra és csak „OK” -ra minősített palettákat engedi tovább a gyártósor vezérlője.

5.1.2 I-FSZ1

Ezen a főszerelési állomáson található a lézerszkenneres ellenőrzés, ami az I-ESZ1-en összeállított fékbetét ellenőrzését végzi. A lézerszkenneres vizsgálat előtt a palettán szereplő biztosító rugókat egy úgy nevezett rugópozicionáló készülék segítségével meg vizsgálják. A paletta csak abban az esetben tolható be a szkennер alá mikor az előtte található kereszteződés reteszei kinyílnak és a lámpán zöld jelzés látható. A lézerszkennер minősítése két féle lehet „OK” vagy „NOK”. Ha a lézerszkennер „NOK” -ra minősíti palettát abban az esetben a monitor jobb felső sarkában piros jelzés jelenik meg. (26.ábra) Továbbá a paletta „NOK” pályára kerül és a monitoron megjelenő képen pontosan látszódik melyik kopóelem miatt kapta a „NOK” -os minősítést (26.ábra). Másrészt, ha „OK” minősítést kap a darab, akkor a monitor jobb felső sarkában zöld jelzés jelenik meg „OK!” felirattal (26.ábra). Ebben az esetben a monitoron megjelenő képen a rugók körül csak zöld jelzések láthatóak. Ha a lézerszkennер által „OK” -ra minősített darabok automatikusan haladnak tovább I-ESZ2-es munkahelyre.



26. ábra Helyes és helytelen mérési eredmény visszajelzése [8]

5.1.3 I-ESZ2

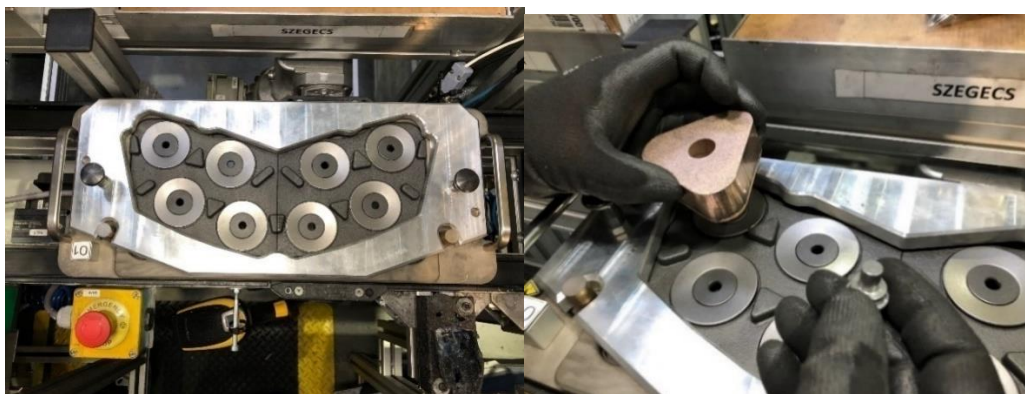
A megérkezett „OK” -ra minősített paletták (27.ábra) amit I-ESZ1 állomáson összeállítottak és I-FSZ1 állomáson leellenőriztek. Ezen előszerelési állomáson fognak felhelyezésre kerülni egy operátor segítségével a kopóelemek.



27. ábra Előszerelt paletta [8]

Először is az adagolókat (feeder3 és 4) a széria indítás követően feltöltik kopóelemekkel és szegecsekkel. Erre azért van szükség, hogy mikor megérkeznek a paletták csak kikelljen őket venni a dobozuktól. Így számos időt takarítunk meg, hogy az operátornak nem kell az összes fékbetétnél elmenni a kopóelemekért és a szegecsekért. Betöltést követően kezdődik meg a szerelési folyamat a munkaállomáson. Első lépésben az operátor feltesz egy tájolószerszámot a palettára, hogy biztosan jó helyen legyenek majd

a kopóelemek. Ha ennek a szerszámnak a felhelyezése sikerült, azt követheti a kopóelemek felhelyezése a palettára. A felhelyezés olyan módon történik, hogy az operátor kivesszi a betöltőből a kopóelemeket és egyesével kézzel a sablon segítségével behelyezi a helyére. A kopóelemek felhelyezését befejezve következhet a következő lépés, amelyben a szegecsek behelyezése a kopóelemekbe történik. Ez a folyamat is úgy történik, mint a kopóelemek felhelyezése, kézzel egyesével helyezi bele az operátor a kopóelemek furataiba. Szegecsek behelyezésére lett kialakítva egy csavarhúzó, aminek a vége mágnessel lett ellátva. Ha ez a lépés is sikeres volt, abban az esetben az összes szegecset a helyére kell ütni egy ütő fejjel ellátott megvezetővel (dornival) és egy kalapács segítségével bele is kell őket ütni. Ezt követi az utolsó lépés a tájolószerszám eltávolítása a palettáról. (28-29. ábra). A paletta csak zöld gomb lenyomása után indul el a következő munkaállomásra, de a zöld gomb csak abban az esetben villan fel, ha a következő I-FSZ2 állomás előtt van elég hely (puffer) a palettának, ha nyalántán nincs számára elegendő hely, abban az esetben a zöld gomb inaktív marad mindaddig míg lesz neki elegendő hely.



28. ábra Tájoló sablon felhelyezése, kopóelemek és szegecsek felhelyezése [8]



29. ábra Szegecsek helyükre ütése [8]

5.1.4 I-FSZ2

Az I-ESZ2-ön előkészített fékbetétek megérkeznek a szegecselő munkaállomásra, ahol a kopóelemekben található szegecsket végleges helyükre szegecseli (préseli) a szegecselő gép. A szegecselő géppel 2019-ben lett bővítve a gyártósor és ennek fejlesztésnek köszönhetően közel 1 perc alatt képes leszegecselni egy komplett fékbetétet.

5.1.5 I-FSZ1

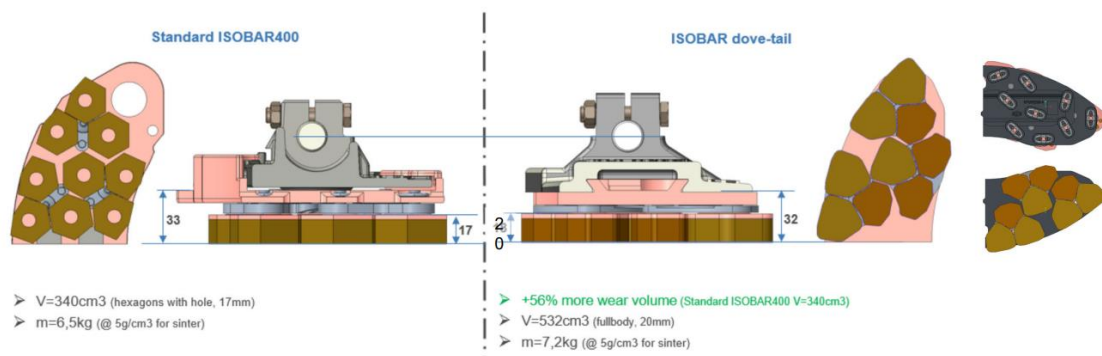
A szegecselési folyamat befejezése után a szegecselt fékbetét visszatér I-ESZ1-es munkaállomásra, ahol korábban már lézerszkennertől vizsgálva voltak már a kopóelemek és a biztosító rugók. Miután a I-FSZ2-n szegecseléssel elkészült a kész fékbetét először szemrevételezéses vizsgálaton esik át, ezt követi ismét egy lézerszkenneres vizsgálat. Még mielőtt a szkennelés megtörténne egy operátor kiveszi a fékbetéteket a palettából és visszateszi fejfelé fordítva, hogy a lézerszkennertől képes legyen megvizsgálni és aztán minősíteni a szegecskötésekkel. Abban az esetben, ha a fékbetét „OK” minősítési státuszt kapott a végső lézerszkenneres vizsgálaton. Akkor a vezérlő tovább engedi az utolsó állomás felé. Míg a fékbetét halad a I-FSZ3 irányába, közben áthalad a lézergravírozón és ott felkerül rá a cikkszám és a 2D-s kód. Lézergravírozás befejezése után érkezik meg a kész fékbetét az I-FSZ3-ra.

5.1.6 I-FSZ3

Az I-FSZ3 munkaállomáson a kész fékbetét végső ellenőrzése és csomagolása zajlik. Megérkezése után egy speciális idomszerrel megvizsgálják, hogy a fékegységre felszerelni kívánt fékbetétet összekötő alkatrész megfelel-e az előírásoknak. Ha ez sikeresnek bizonyult, akkor a sorozatszám címkére zöld pontot festenek, majd becsomagolják a fékbetétet.

6. TRAD5-ös fékbetét bemutatása

TRAD5-ös fékbetét projekt létrejöttének hátterében több szempont is jelen volt. Azáltal, hogy szüksége van egy új fajta fékbetétre, ami képes újabb igényeket kielégíteni. Ezek az igények közül az első és egyben a legfontosabb a vevői igény volt. Ami azt tartalmazta, hogy növeljük a fékbetét élettartamát valamilyen úton módon. A 30.ábrán jól látható, hogy az ISOBAR dove-tail, ami más néven a TRAD5-ös fékbetét esetében a kopóelem kopófelülete még nagyobb, mint az ISOBAR400-é. Ezt az igényt követte az, hogy az új fékbetét alkalmas legyen 400km/h-ás nagysebességű vonatok fékezésére, mert jelen fékbetét családok kizárólag csak 320km/h-ig alkalmasak. Jelen nagysebességű vasútjaink képesek közel 400km/h-re sebességre is. Ez az igény magával hozza a következőt is, ami a kínai piacra való visszatérést jelenti. Nagyon fontos szempont ez, hogy képes legyen a Knorr-Bremse kiszolgálni a kínai vevői kört, mert az utóbbi években eléggé kiszorult arról a piacról és ezáltal sok bevételtől esett el a cég.



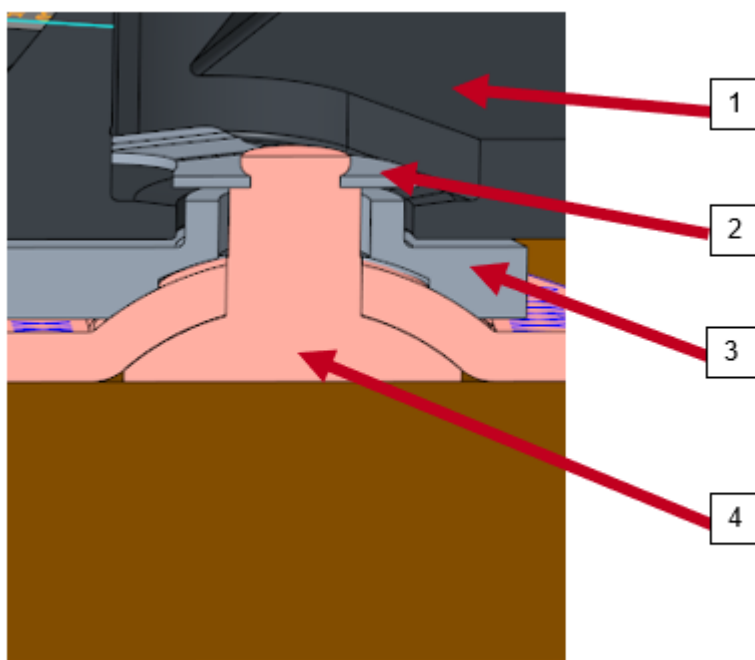
30. ábra ISOBAR 400 és a TRAD5 összehasonlítása [8]

Ezen a 30.ábrán a jelenleg futó ISOBAR400-as és az új TRAD5-ös fékbetét közti különbségeket lehet megfigyelni. Szembeötlő a kopóelemek formája, amely az ISOBAR400-nál két féle 6 szög alakú kopóelem látható, míg a TRAD5-nél 2 fajta 5 szögű alakú kopóelem figyelhető meg, amely már vastagabb az előzőnél és ez már nem tartalmazza, az átmenőfuratot. A kopóelem vastagság növekedését valahol kompenzálni kell és ezt a Wippe-ből és egy újfajta laposrugó alkalmazásával tudtuk véghez vinni. Összeségében az összeszerelt fékbetét befoglaló méretei nem változhattak meg, csak is az alkatrészek méretei változhattak. Így sikerült kielégíteni a Knorr-Bremse felé

benyújtott igényeket. Az újfajta fékbetét esetében közel 56%-os növekedést értünk el a fékbetét kopófelületén. Ezzel párhuzamosan a fékbetét súlya is növekedett, de kizárólag csak 0,7kg-os volt ez a növekedés.

6.1 TRAD5-ös fékbetét elemeinek bemutatása

A 31.ábrán egy TRAD5-ös fékbetét 3D-s modellje látható, amely „Y” irányban el van metszve. Ezen ábrán jól látható mely alkatrészekből áll össze egy készreszerelt fékbetét. E fékbetét alkatrészei: 1-es számmal látható a hordozólemez, 2-es számmal látható a laposrugó, 3-as számmal látható a Wippet vagy Rockert és végül a 4-es számmal van jelölve a kopóelem. Az ábrát követően ezek alkatrészeket bemutatása fog következni.



31. ábra TRAD5 fékbetét metszet modellje

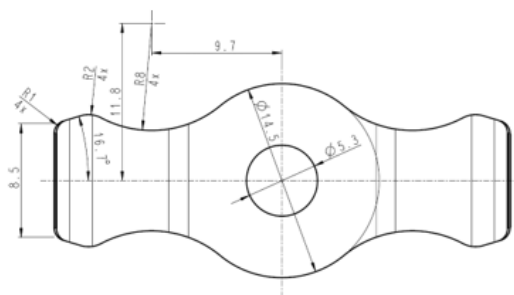
A TRAD5-ös fékbetét konstrukciós kialakításánál a főszempont volt, hogy alkalmazva legyenek az eddig is használt fékbetétek előnyei és még e mellett kielégítsük a vevői igényeket, ami abban valósul meg, hogy hosszabb élettartalmúak legyenek a fékbetétek az eddigiéknél. Ebből adódóan valamilyen úton módon növelni kellett a kopóelem vastagságát. Ahhoz, hogy ez megvalósíthatóvá váljon, valamelyik másik alkatrészéből el kell venni akkora vastagságot amekkorát a kopóelemhez hozzáadunk. Olyan módon, hogy a fékbetét befoglaló méretei nem változhatnak meg. Azáltal, hogy a fékbetét

befoglaló méretei adottak így ezáltal a Wippék vastagságán és a kopóelemek rögzítési eszközén lett változtatva. Olyan formában, hogy a TRAD5-ös fékbetéteknek a biztosítórugóinak a kialakítása változott az ISOBAR400-hoz képest. Az említett ISOBAR400 típusú fékbetét összehasonlításával lesz összehasonlítva az új TRAD5-ös fékbetét alkatrészei. Azért ezzel a típusú fékbetéttel, mivel a két típusnak az összeszerelése közel azonos. A különbség a konstrukciós kialakításukban lehet megtalálni. Az összehasonlításhoz csatolt ábrákon jól megfigyelhetők a különböző eltérések.

6.1.1 Biztosítórugó (KP0799630)



32. ábra Régi típusú biztosító rugó



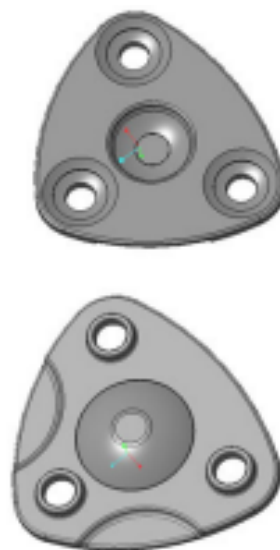
33. ábra Új típusú biztosító rugó

A 32.ábrán egy biztosítórugó látható, amit jelen pillanatban FLEXPAD és ISOBAR típusú fékbetéten alkalmaznak. A mellette lévő 33.ábrán pedig az új fajta biztosítórugó látható, amit majd a TRAD5-ös fékbetétnél fognak használni. E két rugó között nem a kialakításukban rejlik a legnagyobb különbség, hanem a vastagságukban van. A FLEXPAD és ISOBAR típusú biztosító rugó esetében körülbelül: 2 mm a vastagsága, míg a TRAD5-nál körülbelül: 0,7 mm a rugó vastagsága. Amiből az következik, hogy itt képesek vagyunk pár millimétert nyerni, amit majd később a kopóelem vastagságánál kamatoztatni tudunk.

6.1.2 Wippe/Rocket (KP0927101)



34. ábra Régi típusú Wippe



35. ábra Új típusú Wippe

Következő alkatrész a Wippe vagy Rocker, ami arra szolgál nekünk, hogy 3 darab kopóelemet összefogjon. Erre azért van szükség, hogy képesek legyenek pár fokot elmozdulni a kopóelemek ennek köszönhetően kopóelemek biztosan teljes felületen tudjanak érintkezni a féktárcsával. Ebből az következik, hogy nagyobb fékhatást tudjanak elérni és egyenletes hőeloszlást biztosítani. Ebben az esetben csak egy apró kialakítási változás történt. (34-35.ábra)

6.1.3 Kopóelem (KP954218 és KP0954217)



36. ábra Jelenleg használt kopóelemek

A legfontosabb elemmel folytatom a bemutatást, ami nem más, mint a kopóelem. (36.ábra) Mivel a kopóelemek végzik a legfontosabb és a legtöbb munkát a fékezés

közben. Azáltal, hogy a kopóelemek felületeik érintkeznek a vasúti kerék pofák síkjaikkal és a köztük létrejövő súrlódási energiával vagyunk képesek lassítani a vonatszerelvényt.



37. ábra Mért különbség köztük

Meglévő konstrukciók alapján elég sokszínű a kopóelem palettákkal rendelkezik a Knorr-Bremse. Ahogy a 37.ábrán is megfigyelhető a különbségek. A hatszögalakú és szegecselőfejjel összeforrasztott kopóelemnek az az előnyük, hogy ez már tartalmazza a rögzítőszegecset, amit majd a szegecselő gép szegecsel és ezáltal rögzítjük a hordozólemezhöz. Így nincs szükség külön rögzítő alkatrészre. A 37.ábrán látható egy háromszögalakú, de szegecselő fej nélküli kopóelem. Jól látható, hogy meglelt növelve a befoglaló méret. Annak köszönhetően lehetet növelni a befoglaló méretét, mert a konstrukciós kialakításnál valamelyik másik alkatrészt csökkentették. Másfelől észrevehető rajta, hogy egy furatot található benne és szegecselő fejjel pedig nem rendelkezik. Azáltal tudjuk ezt előnyre fordítani, hogy növeltük az élettartamát az apró módosításokkal. Ez a két meglévő konstrukciót próbálták összedolgozni olyan módon, hogy mind a két típusú előnyét megtartsuk és az előírt paramétereket pedig betartsuk.

6.1.4 Hordozólemez (KP0161288-A és KP0161299-B)

Végül utolsó alkatrészként maradt a fékbetétnek a hordozólemeze. A hordozólemeznek a feladata az, hogy képesek legyünk valamire rögzíteni a fékbetét elemeit. Továbbá a hordozólemez fogja össze az egész fékbetétet. A hordozólemez helyes kialakításának köszönhetően lehetséges a fékbetét helyes összeszerelése.

7. Gyártási folyamat

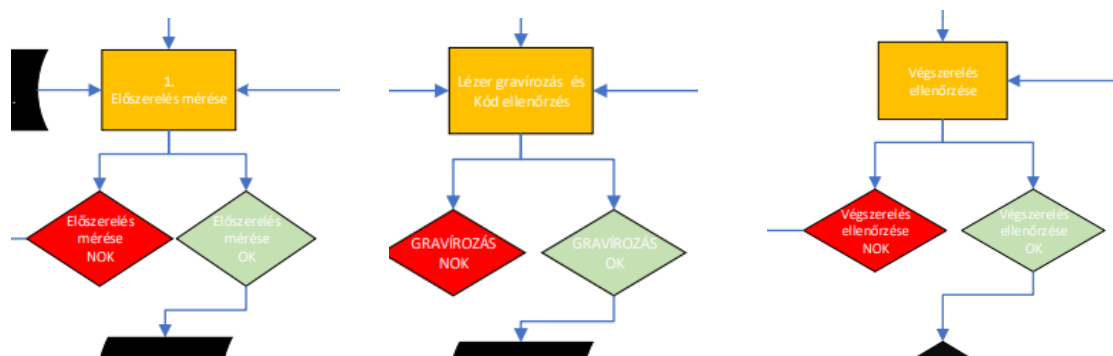
A TRAD5-ös fékbetét gyártási folyamatának meghatározásának első feladata a gyártási folyamatára kialakítása. Amely a mellékletben megtalálható (1. sz. melléklet). Az ábrán jól lehet látni a tervezett gyártási folyamatot.

Fő gyártási lépések: (38.ábra)



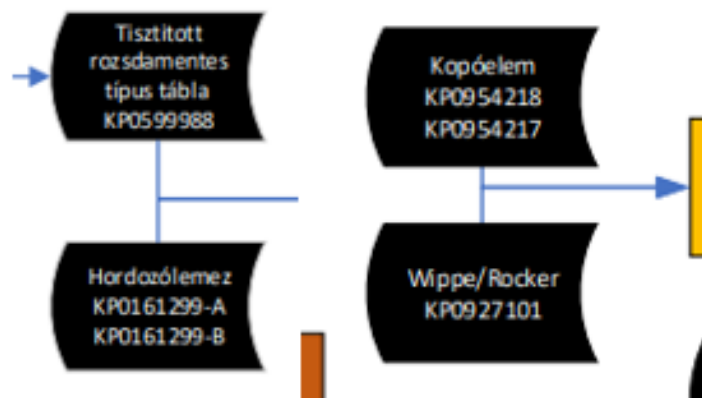
38. ábra Fő gyártási lépések

- Rozsdamentes típus tábla felragasztása a hordozólemezre,
- Hordozólemezre felhelyezni a tányérrugót,
- 1.Előszerelés mérése,
- Wippe/Rocker és a kopóelem felhelyezése,
- Kamerás ellenőrzés,
- Szegecseles,
- Végszerelt fékbetét forgatása,
- Végszerelés ellenőrzése,
- Lézer gravírozás és Kód ellenőrzés,
- Idomszeres ellenőrzés,
- Csomagolás.



39. ábra Döntések jelölése

Az ellenőrzések és a tesztek eredményeit a döntések ábrával vannak jelölve. (39.ábra) Ezek az ábráknak rombusz alakzattal vannak jelölve. Amiből kétfajta van, piros és zöld. Piros esetben az egység megbukott az adott teszten vagy ellenőrzésen és ebben az esetben javítás vagy újra szerelés vár rá. Zöld esetben a fékbetét haladhat tovább a következő állomáshoz.



40. ábra Alkatrészek jelölése

Továbbá még fontos elem a folyamatábrának a feketével jelölt alakzatok. Ezek az alkatrészeket és a kész részegységeket jelöli. (40.ábra)

8. Gyártási idő

Gyártási idő jelen helyzetben a legfontosabb paraméter. Azáltal, hogy képesek legyünk tartani a tervezett darabszámot a műszakok alatt. Jelen pillanatban 4 operátoros FLEXPAD400-as szerelés elosztása látható 41.ábrán. Az ábra jobb oldalán kétfajta vonal látható sima és pontozott. Sima vonal az operátor sajátkezü munkáját jelöli míg a pontozott vonal gép automatikus ideje látható. A szerelési elosztásánál fő szempont a szerelési idők kiegyenlítetttség. Ez azért fontos számunkra, hogy sehol ne torlódjon fel a termelés. Abban az esetben, ha nincs meg az egyensúly az egyes operátorok között akkor ahol az eltérés található ott fel fognak torlódni majd a félkész egységek. Ennek elkerülése érdekében látni is lehet az ábrán, hogy a vonalak közel egyenlő hosszúak.

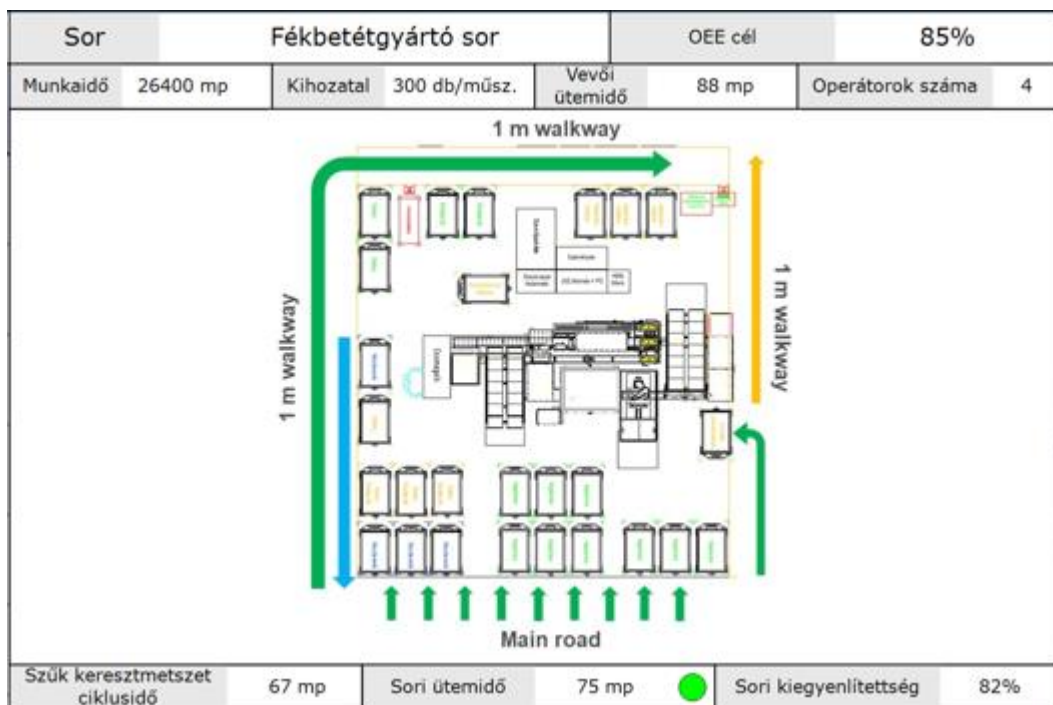
OPU		BE					Szegmens		Kompakt			
Operátor	Sorszám	Munkafolyamat	Kézi	Gépi	Közl.	Vár.	mp					
							10	20	30	40	50	60
1	1	ESZ1 - Elemenet és tányérrugó előkészítés	60									
2	2	FSZ1 - Előszerelés ellenőrzés	10	30								
3	3	ESZ2 - Hordozólemez felhelyezés	60									
1	4	FSZ2A - Biztosítórugó felütés		62								
2	5	FSZ1 - Végszerelés ellenőrzés	10	30								
4	6	FSZ3 - Csomagolás	60									
1	7	FSZ3A - Lézerjelölés		60								
	1. operátor		60									
	2. operátor		20									
	3. operátor		60									
	4. operátor		60									

41. ábra FLEXPAD 400 szerelési elosztása

A 42.ábrán a műszak alapvető adatai találhatóak. Ezekből az adatokból a munkaidő és a kihozatal adottak. Munkaidő a tiszta munkaidőt tartalmazza például: a szünetek nincsenek benne. A kihozatal számát annak függvényében kapjuk meg, hogy mekkora a megrendelt mennyiség. Végül az OEE szám az a gyártósor hatékonyságát jelöli.

$$\text{Sori ütemidő} = \frac{\text{Munkaidő}}{\text{Kihozatal}} * \text{OEE cél}$$

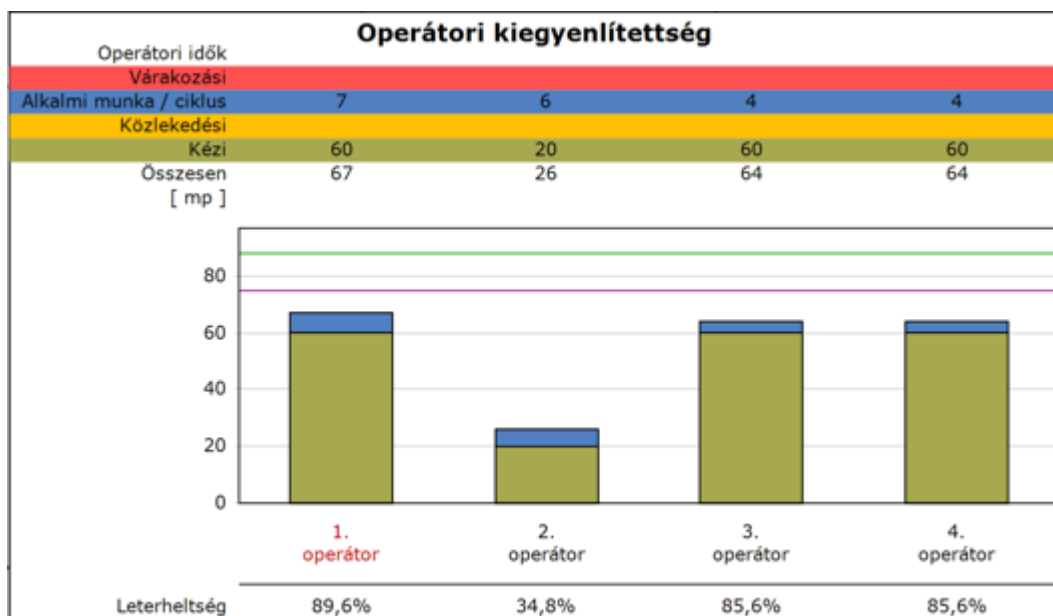
A sori ütemidőt a felső képlettel kapjuk meg és ez azt jelenti, hogy az egyes operátoroknak 75mp áll rendelkezésükre arra, hogy a rájuk kijelölt munkát elvégezzék. Ha ez a szám magasabb lenne akkor abban esetben nem lesz teljesítve az elvárt darabszám. Végül a szűk keresztmetszet ciklusideje látható még, ami azt mutatja meg, hogy mennyi idő telik el két darab fékbetét elkészülése között.



42. ábra Műszakra meghatározott adatok

A (x.ábrán) pár számos adat található:

- Teljes munkaidő: 26400mp,
- Elvárt darabszám egy műszak alatt: 300db/műszak,
- Operátorok száma: 4db,
- Sori ütemidő: 75mp,
- Szűk keresztmetszet ciklusidő: 67mp.



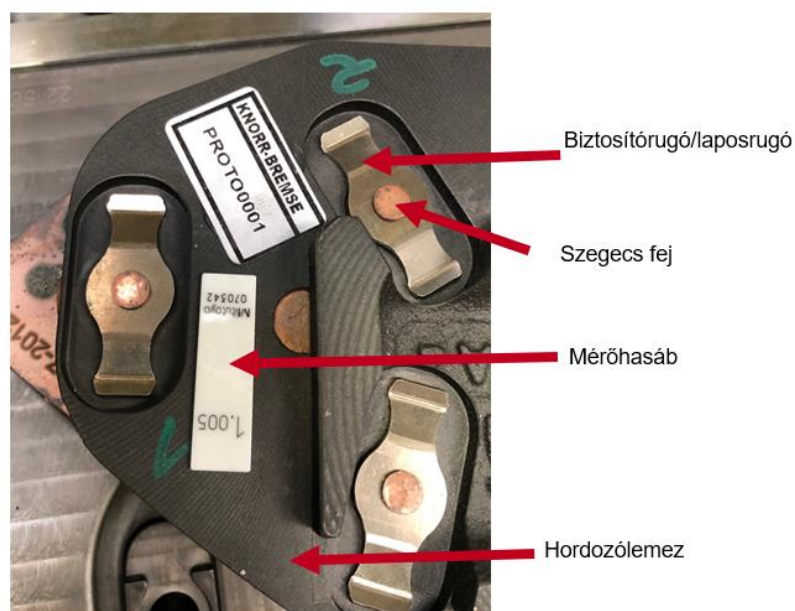
43. ábra Operátorok kiegyenlítettségé

Ez a 43.ábra azt tartalmazza, hogy jelen állás szerint milyen a kiegyenlítettség van jelen az egyes operátorok között. Látni is lehet, hogy a 1.;3. és a 4. operátor esetében közel azonos ez a kiegyenlítettség. Ez azt jelenti, hogy azonos mennyiségű idő kell nekik a rájuk kiszabott munkák elvégzéséhez. Az is látható az ábrán, hogy 2. operátorra kiszabott munka kevesebb idő alatt készül el ezáltal itt a kiegyenlítettség nem megfelelő. Ezzel a problémával későbbiekben foglalkozni kell majd, mert a cél a teljes egyensúly az operátorok között, hogy ne legyen állás és torlódás az egyes műveletek között. Jelenleg van egy olyan felállítás, ahol 3 operátorral megy a sor és ezáltal az operátorok között nincs nagy időbeli eltérés, de ebben az esetben a műszak alatt tervezet darabszám csökken. Számokban az azt jelenti, hogy 3 operátorral 250 darab/műszak míg 4 operátorral 300darab / műszak van tervezve.

Összeségében az újfajta fékbetét esetében is erre az egyensúlyra és gyártási időre törekszünk. Úgyszintén ki lesz értékelve majd 3 és 4 operátorra a gyártósor.

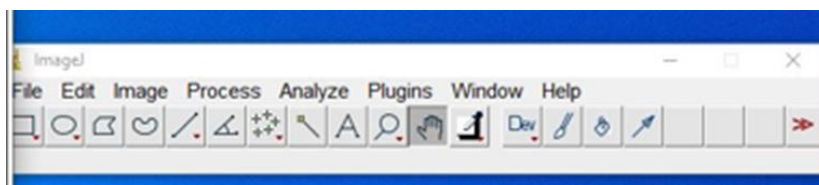
9. Prototípus gyártás

Prototípus gyártás (44.ábra) minden új termék bevezetésnél szükséges eljárás, azért, mert ezen folyamaton derülnek ki, hogy a tervezett konstrukciók összeszerelhetőek-e. Ebben a fázisban nem csak az új termékek felmérése fontos, hanem maga a gyártósor is. Olyan módon, hogy alkalmas-e a termék gyártására. Továbbá az előteszteket sikeresen abszolválja és megfelel-e az előírásoknak és szabványoknak. Ebből kifolyólag 14 darab fékbetét prototípus gyártását készítettük el. Ezeknek az összeszerelése nagyrészt saját kezűleg történt. Kizárólag a 3D lézerszkenner és a szegecselő gépé volt használva, mégpedig azért, hogy képesek legyünk kiértékelni a szegecskötéseket. Ezen felül, hogy alkalmas-e a gyártósor TRAD5-ös fékbetét gyártására.

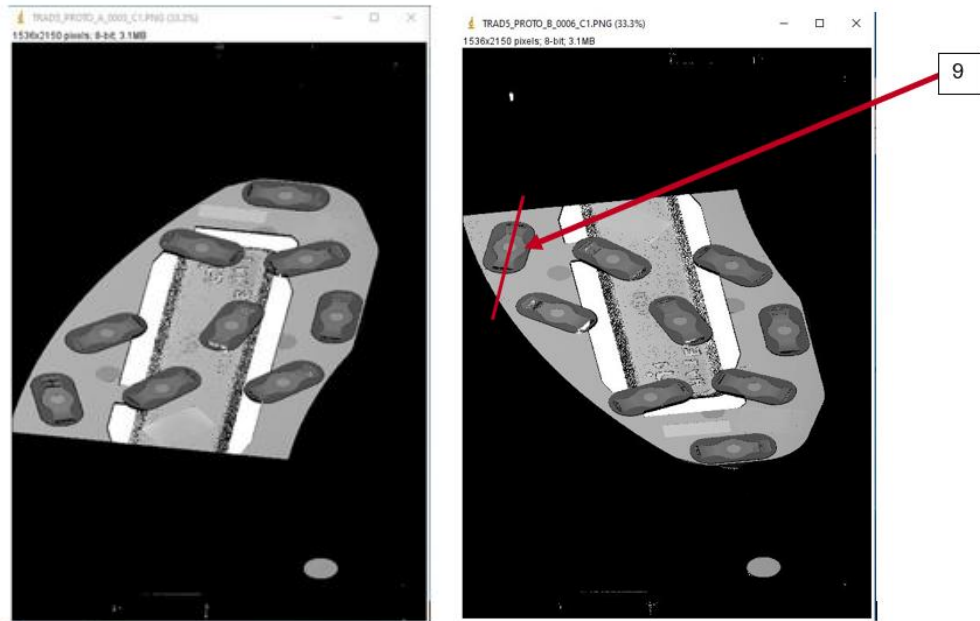


44. ábra Kész fékbetét

Miután a fékbetétek elkészültek, az összes darabról készítettünk 3D-és lézerszkenner segítségével 3D-és képet. Amiről egy úgynevezett ImageJ nézegető program (45.ábra) segítségével képesek voltunk lemérni a szegecs kötések értékeit.



45. ábra ImageJ nézegető program kezelő felülete



46. ábra Lézerszkennelt fékbetét és a vágási helye

A 3D-és lézerszkennert 46.ábrákon látható képeket készítette nekünk. Az ábrákat olyan módon kell értelmezni, hogy amely alkatrész magasabban van az sötétebb míg az alacsonyabban lévő alkatrészek világosabb színnel van feltüntetve.



47. ábra Kiöntött félbevágott fékbetét

Az egyik kész prototípus fékbetét ki lett öntve epoxi gyantával. (47.ábra) Ezt követően a 46.ábrán látható módon félbe lett vágva. A vágás célja az volt, hogy láthassuk a szegecskötés metszetét, azért, hogy képesek legyünk megvizsgálni a szegecselesítés jóságát. Látni is lehet az ábrán, hogy a szegecs fej ferde azért, mert szegecseelő túl nagy erőt fejt ki és még emelet a szegecseelő szerszám átmérője se megfelelő.

10. PFMEA kockázat elemzés

Sajnos minden folyamat tartalmaz hibát akár mennyire is azt gondoljuk róla, hogy tökéletes. Ennek a hibák kiszűrése érdekében készítettünk egy PFMEA-t (Process Failure Mode and Effects Analysis). [7] Ami melléklet közé lett csatolva (2. sz. melléklet). PFMEA segítségével pontosan megtudjuk határozni hol kell beavatkozni. Ahol 100 pont felet jött ki az eredmény ott beavatkozás szükséges részünkről.

11. Gyártósori módosítások

A fékbetétekről már korábban említettem, hogy a gyártás szempontból nincs sok különbség inkább konstrukciós különbségek vannak jelen. Ezáltal a gyártósor magán nem igazán kell módosítani, hanem az egyes egységeit kell módosítani vagy változtatni azért, hogy alkalmas legyen a gyártásra a jelenlegi gyártósor. Ezáltal összegyűjtöttünk számos módosítandó dolgot, amiben a PFMA elemzés nagy segítségünkre volt. A legfontosabb szempont ezek a módosításokkal szemben, hogy olyan módon kell végrehajtani a kivitelezést, hogy közben a termelés nem akadozhat.

11.1.1 I-FSZ2/B (gyártósori módosítás)

Első lépésben a szegecselő gép kiemelése a jelenlegi gyártósorból. Ezt követően szállítható állapotba való csomagolása. Itt jön egy fontos szempont, hogy míg a szegecselőgép nincs a gyártósorban, addig a helyére hajtott pályát kell telepíteni, hogy a gyártósor képes legyen ISOBAR és FELXPAD típusú fékbetétek gyártására. A hajtott pálya telepítéssel párhuzamosan a vezérlő szoftver módosítása, hogy a gyártósor képes legyen szegecselő gép nélküli termeléshez. (I-FSZ2/B)

11.1.2 Központi vezérlő program frissítése

Azáltal, hogy egy új fajta fékbetét érkezik a sorra, így annak a paramétereit fel kell venni a központi adatbázisba. Ezen felül még számos lépést és alkatrészét is. Ezek például a kétfajta kopóelem és gravírozandó szövegét.

11.1.3 I-ESZ2/A (gyártósori módosítás)

A gyártósor hátsó betöltőjének a bővítése konfigurációs menedzsment funkciókkal és a vezérlő program frissítésével. Továbbá a hátsó betöltő állomáshoz is ki kell építeni egy ellenőrző kamera rendszert, amivel képesek vagyunk rögzíteni melyik kopóelem kerül fel a fékbetétre. Erre azért van szükség mivel az összes kopóelemnek saját egyedi cikkszáma van, amit rögzítenünk kell. (I-ESZ2/A)

11.1.4 I-ESZ2/A (gyártósori módosítás)

Azáltal, hogy a TRAD5-ös fékbetéthez a kopóelemek a hátsó betöltő állomásnál kerülnek fel. Így a felkerült kopóelemeket ellenőriznünk kel. Ezáltal a robot előtti puffer helyre kell telepíteni egy 3D lézerszkennert, ami képes lesz ellenőrizni kopóelemek kontúrját és a megfelelő szögben állását. (I-ESZ2/A)

11.1.5 I-ESZ2/B (gyártósori módosítás)

Szegecselő gépben a szerszámokat cserélni kell majd, mert két darab présfej és két darab szegecselőfej lesz. Ezeknek a szerszámoknak elvétel érzékelővel ellátott tartót kell tervezni és aztán ezt be is kell kötni a gyártósor vezérlőjébe. Az érzékelő feladata az, hogy ne engedje tovább a fékbetétet a szegecselő állomásra addig míg nincsek a jó szerszámok behelyezve a szegecselő gépbe. (I-ESZ2/B)

11.1.6 I-ESZ1 (gyártósori módosítás)

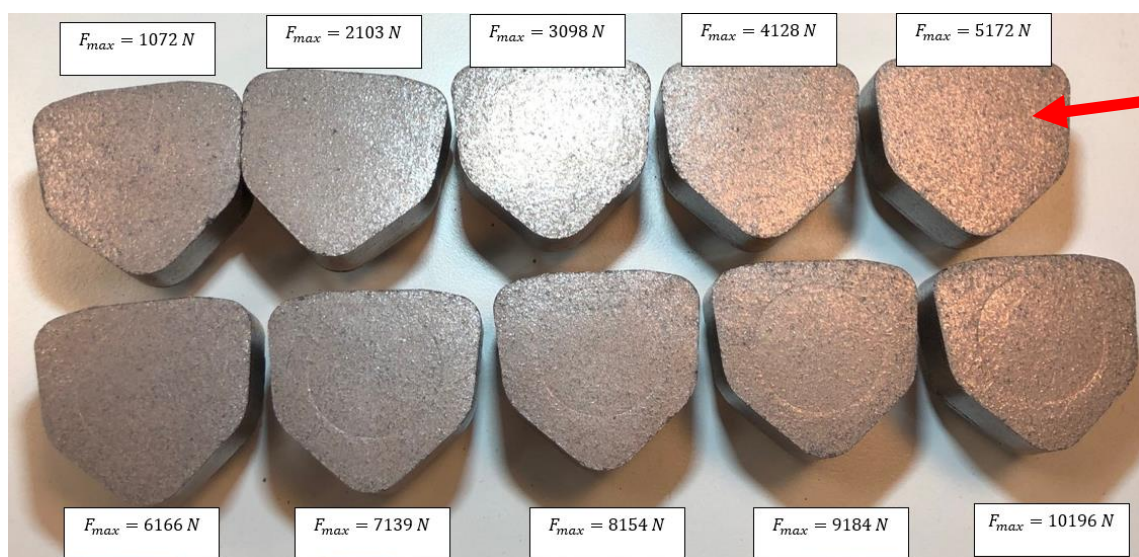
A szegecselő gép ideiglenes távolléteben használt hajtott pályát nem dobjuk ki, hanem beépítjük a gyártósorba. Jelenlegi 3D lézerskenner előtt görgős pálya található. Ez lesz lecserélve a maradt hajtott pályára.

11.1.7 Központi vezérlő program frissítése

Miután a szegecselő gép visszaérkezik a gyárba. Azt követően vissza kell tenni a helyére. Ezzel együtt vezérlő szoftvert vissza kell állítani a szegecselő géppel való gyártáshoz.

11.1.8 I-FSZ2/B (gyártósori módosítás)

Végső intézkedésként a szegecselő gép (unit) cseréje maradt csak hátra. Erre azért van szükség, mert a jelenlegi gép legalacsonyabb erőre állítva is 10kN-ra képes. Ez az érték túl magas számunkra. Ezért erre készítettünk egy tesztet, amit az 48.ábrán látni is lehet. A tesztelés során, vettünk 10 darab kopóelemet és mindegyiket egy présszerszám segítségével megnyomtuk. A préselő értékét pedig mindegyik darabnál 1kN-nal emeltük. Az eredmény (48.ábra) látható is, hogy 5kN erőnél már egy minimális nyomot hagy a présfej a kopóelemben. Ezáltal egy új fajta szegecselő gép (unit-ot) kellett választani. Ez a fajta már 5kN-tól 17kN-ig állítható. (I-FSZ2/B)



48. ábra Kopóelemek préselések után

12. Összefoglalás

A kapott feladat kiírását követően meg kellett ismernem a Knorr-Bremse fő profilját a vasúti fékeket. A cég számos termékcsaláddal rendelkezik így a működési elvükkel is meg kellett ismerkednem, hogy tisztában legyek egyes típusok előnyeivel és hátrányaival. Ezek után következett a jelenlegi futó fékbetétekkel való megismerkedés. Ezen típusoknak a részletes megismerése kihagyhatatlan volt számomra, mivel az új fajta TRAD5-ös fékbetét ezek termékcsaládok előnyeit kihasználva jött létre. Azáltal, hogy a feladatom az volt, hogy ennek a TRAD5-ös fékbetét szériagyártásba valóvezetése. Ezáltal meg kellett ismerkednem részletesen egy hozzá hasonló konstrukciójú fékbetéttel gyártási folyamatával. Még ezelőtt meg kellett ismernem magát a gyártósort, amin a jövőben a szériagyártás fog történni. Ezt követhette részletes ismerkedés a PENTAFLEX és a TETRALFLEX típusú fékek gyártási folyamatával. Miután sikerült elsajátítani a gyártási folyamatot következhetett a TRAD5-ös fékbetét alkatrészeinek a meghatározása. Ezt a lépést a gyártási folyamat meghatározása követte, amihez segítségül hívtam a folyamatábra szerkesztő programot, ahol sikerült kialakítani a tervezett gyártási folyamatot. Folyamat kialakítást követően a gyártási idő meghatározása volt a feladat. Ezzel párhuzamosan egy gyártási tervet is ki kellett alakítani, ami azt mutatta meg, hogy megadott operátorok alkalmazásával milyen az egyes szerelő állomások közti idő elosztás. Miután sikerült a gyártási folyamatot és a gyártási időt meghatározni következhetett a prototípus legyártása. Erre azért volt szükség, hogy képes legyek megvizsgálni a tervezett konstrukció egyes részeit. Továbbá meg kellett vizsgálnom, hogy alkalmas-e a gyártósor egyes részei az új fajta fékbetét gyártására. A prototípus gyártás kielemezését követte egy PFMEA táblázat, ahol az összes szerelési lépést megvizsgáltam. A PFMEA eredményét megkapva képes voltam meghatározni hol szükséges a beavatkozás hol meg csak ajánlott.

Miután sikerült ezeket a feladatokat elvégezni kimondható, hogy a gyártósor részletezett módosításokat követően alkalmas lesz a TRAD5-ös fékbetét szériagyártására.

13. Summary

Following the brief I was given, I had to learn about Knorr-Bremse's main profile - rail brakes. The company has several product lines, so I had to learn about their working principle in order to be aware of the advantages and disadvantages of each type. This was followed by an introduction to current running brake pads. A detailed study of these types was a must for me. As the new TRAD5 brake pads are a new breed, they are designed to take advantage of the benefits of these product lines. My task was to bring this TRAD5 brake pad into series production. This meant that I had to familiarise myself in detail with the production process of a brake lining of similar design. Before that, I had to get to know the production line itself, on which future series production will take place. This was followed by a detailed introduction to the production process of PENTAFLEX and TETRALFLEX. Once the manufacturing process was mastered, the components of the TRAD5 brake pads could be defined. This step was followed by the definition of the manufacturing process, for which I used the flowchart editor program, where I was able to design the planned manufacturing process. Once the process was established, the task was to determine the manufacturing time. In parallel, a production plan had to be developed, which showed the time distribution between the assembly stations using the specified operators. Once the production process and the production time had been defined, the prototype could be manufactured. This was necessary in order to be able to test the various parts of the draft design. Furthermore, I had to check whether the parts of the production line were suitable for the production of the new type of brake pads. The analysis of the prototype production was followed by a PFMEA table where all assembly steps were examined. With the PFMEA results, I was able to determine where intervention was necessary and where it was recommended.

Once these tasks have been completed, the production line will be suitable for the series production of the TRAD5 brake pad after modification.

14. Felhasznált irodalom vagy Irodalomjegyzék

[1] Knorr-Bremse német hivatalos oldala.

[Actuation | Knorr-Bremse Systeme für Schienenfahrzeuge](#)

[2] Knorr-Bremse budapesti hivatalos oldala

[Dashboard | Employee Portal \(knorr-bremse.com\)](#)

[3] 3D lézerszkennér: Solidprint

[Hand held 3D Scanning \(solidprint3d.co.uk\)](#)

[4] Szegeccselő gép: BalTec

[Baltec Radial szegeccseléses hidegalakítási eljárás; Radiális szegeccselőegységek | BalTec](#)
[| BalTec AG](#)

[5] Radiális szegeccselés: Friedrich Szegeccselési technika és szerelési rendszerek

[Radiális pontszegeccselő technika az eredeti - PDF Free Download \(docplayer.hu\)](#)

[6] Lézergravírozás: Domino

[F520i Fibre Laser | Domino North America \(domino-printing.com\)](#)

[7] PFMEA: Quality-One International Discover the Value

[Process FMEA | Process Failure Mode & Effects Analysis | Quality-One](#)

[8] Knorr-Bremse által kiadott belső dokumentumok és jegyzőkönyvek.

[9] 3D lézerszkennér: Vision System Designe

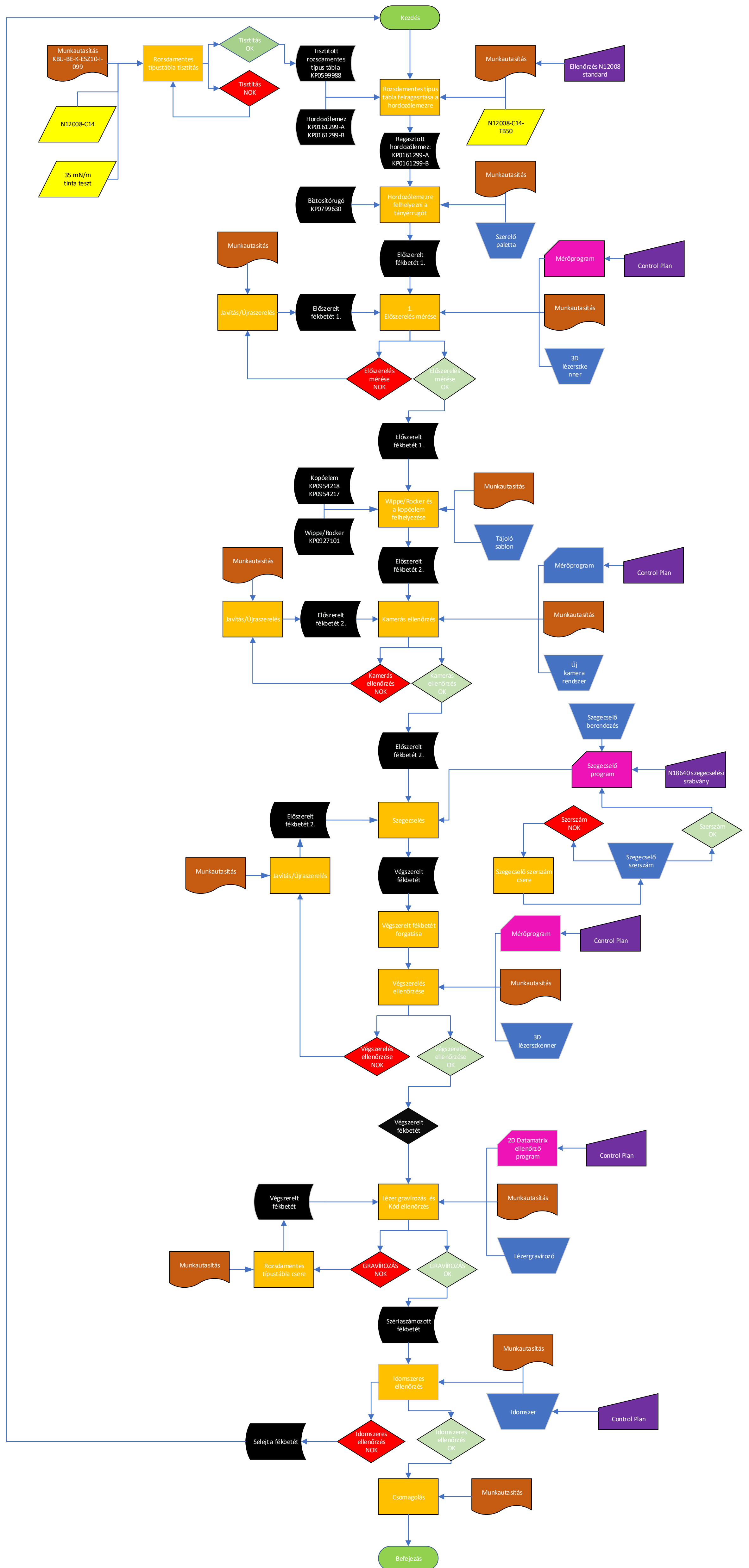
[Understanding laser-based 3D triangulation methods | Vision Systems Design \(vision-systems.com\)](#)

15. Mellékletek

1. sz. melléklet: Gyártási folyamatábra.

2. sz. melléklet: PFMEA kockázat elemzés táblázat.

TRAD5-ös fékbetét gyártási folyamatábrája



Termék	FMEA típus	Gyártási lépés neve	Szerelési típus	Hiba megelőzése	Lehetsége hibamód	Hiba lehetséges hatása	SEV	Lehetséges okok	OCC	Jelenlegi ellenőrzés	DET	RPN	Terv	Változások	Státusz									
Állomás gyártósor	Alap vagy Különböző (model)	Gyártási lépés	Szerelés	Hiba megelőzése	Lehetsége hibamód	Hiba lehetséges hatása		Lehetséges okok		Jelenlegi ellenőrzés		Original RPN	FMEA akció terv	Dátum	A: aktív L: lezárt IA: inaktív	SEVERITY	Latent OCC	Latent DET	Léghéső bbi RPN	>250	200-250	151-200	101-150	<100
ESZ2/B ISO/FLEX	Alap	Típusábla tisztítás	Típus tábla előkészítése KP0599988 (2 pcs).	Megfelelő mennyiségű típusábla KP0599988.	Rossz típusábla KP0599988	szerelési folyamat leáll	3	Szerelési hiba	6	Kamerás ellenőrzés	2	36				3	6	2	36					1
ESZ2/B ISO/FLEX	Alap	Típusábla tisztítás	2 darab típusábla felülete megtisztítása N12008-C14.	Munkautasítás KBU-BE-K-ESZ10-I-099	Koszos vagy olajos	Csökken a ragasztási kapcsolat erőssége az alkatrészek között => típusábla leesik a fékbetét élettartamának vége előtt => Vásárlói reklamáció, képvésztes.	3	Szerelési hiba	8	35 mN/m tinta teszt 100/5	9	216	Tinta teszt	2023.Q3	A	3	8	9	216					
ESZ2/B ISO/FLEX	Alap	Típusábla tisztítás	Hordozólemezek előkészítése KP0161299-A, KP0161299-B	Megfeleő hordozólemezek használata	Rossz horozólemezek	Csökken a ragasztási kapcsolat erőssége az alkatrészek között => típusábla leesik a fékbetét élettartamának vége előtt => Vásárlói reklamáció, képvésztes.	1	Szerelési hiba	2	Munkautasítás KBU-BE-K-ESZ10-I-099	1	2				1	2	1	2					1
ESZ2/B ISO/FLEX	Alap	Típusábla tisztítás	Ragasztó előkészítése N12008-TB50	Megfelelő ragasztó	Rossz ragasztó	Csökken a ragasztási kapcsolat erőssége az alkatrészek között => típusábla leesik a fékbetét élettartamának vége előtt => Vásárlói reklamáció, képvésztes.	3	Szerelési hiba	3	Csak N12008-TB50 ragasztó található a soron	5	45				3	3	5	45					1
ESZ2/B ISO/FLEX	Alap	Típusábla tisztítás	Ragsztó megfelelő mennyiségének használata N12008-TB50.	Munkautasítás KBU-BE-K-ESZ10-I-099	Ragasztó mennyiség túl sok vagy túl kevés	Csökken a ragasztási kapcsolat erőssége az alkatrészek között => típusábla leesik a fékbetét élettartamának vége előtt => Vásárlói reklamáció, képvésztes.	3	Szerelési hiba	8	Egy pontos lecke	8	192	Volumetric dispenser system	2023.Q3		3	8	8	192					
ESZ2/B ISO/FLEX	Alap	Típusábla tisztítás	Típusáblák próba felhelyezésük a kijelölt helyükre KP0599988 (2 db)	Hely megelőlése	Rossz pozíció	Csökken a ragasztási kapcsolat erőssége az alkatrészek között => típusábla leesik a fékbetét élettartamának vége előtt => Vásárlói reklamáció, képvésztes.	3	Szerelési hiba	8	Munkautasítás KBU-BE-K-ESZ10-I-099	1	24				3	8	1	24					1
ESZ2/B ISO/FLEX	Alap	Típusábla tisztítás	Típusáblák KP0599988 (2 db) felragasztása a horodzólemekre (KP0161299-A és KP0161299-B).	Munkautasítás KBU-BE-K-ESZ10-I-099	Magas nyomása	Csökken a ragasztási kapcsolat erőssége az alkatrészek között => típusábla leesik a fékbetét élettartamának vége előtt => Vásárlói reklamáció, képvésztes.	3	Szerelési hiba	8	Munkautasítás KBU-BE-K-ESZ10-I-099	9	216	Készülék	2023.Q3		3	8	9	216					
ESZ2/B ISO/FLEX	Alap	Típusábla tisztítás	Nemzetközi minősítést tartalmazó matrica felragasztása	Melyik fajta matrica kell	Rossz nemzetközi matrica használat	Csökken a ragasztási kapcsolat erőssége az alkatrészek között => típusábla leesik a fékbetét élettartamának vége előtt => Vásárlói reklamáció, képvésztes.	7	Szerelési hiba	8	Nincs	9	504	Külső támogatás kell			7	8	9	504	1				
ESZ2/B ISO/FLEX	Alap	Típusábla tisztítás	15 perc száradási idő	15 perc száradási idő	Nem telt le a száradási idő	Csökken a ragasztási kapcsolat erőssége az alkatrészek között => típusábla leesik a fékbetét élettartamának vége előtt => Vásárlói reklamáció, képvésztes.	3	Szerelési hiba	8	Munkautasítás KBU-BE-K-ESZ10-I-099	9	216	Szaradási dó számláló	2023.Q3		3	8	9	216					
ESZ1 ISO/FLEX	Alap	Biztosító rugó és a hordozólemez összeszerelése	Hordozólemezek felhelyezése a szerelő palettára	Jó kialakítás	Rossz kialakítás	Szerelési folyamat megáll	3	Fékbetét szerelése nem lehetséges	1	Készülék H4.003296.0000	1	3				3	1	1	3					1
ESZ1 ISO/FLEX	Alap	Biztosító rugó és a hordozólemez összeszerelése	Biztosító rugó felhelyezése a palettákra	Jó kialakítás	Rossz kialakítás	Szerelési folyamat megáll	3	Fékbetét szerelése nem lehetséges	1	Készülék H4.003296.0000	1	3				3	1	1	3					1
ESZ1 ISO/FLEX	Alap	1. 3D lézerszekennerres ellenőrzés	1. 3D lézerszekennerres ellenőrzés	Ellenőrzés	Hiány vagy hibás szerelés	Funkcióját veszti a fékbetét	8	Szerelési hiba	8	3D szkennelés nem lehetséges	8	512	Készülék tervezés	2023.Q3		8	8	8	512	1				
ESZ2 ISO/FLEX	Alap	Wippék és a kopóelemek összeszerelése	6 darab Wippe előkészítése	Megfelelő wippe használata	Másik Wippe használata	Nem lehet összeszerelni a fékbetétet	4	Szerelési hiba	1	Nincs	1	4				4	1	1	4					1
ESZ2 ISO/FLEX	Alap	Wippék és a kopóelemek összeszerelése	Wippék felhelyezése a palettába	Megfelelő pozícioba szerelés	Rossz kialakítás	Nem lehet összeszerelni a fékbetétet	4	Szerelési hiba	1	Nincs	1	4				4	1	1	4					1
ESZ2 ISO/FLEX	Alap	Wippék és a kopóelemek összeszerelése	Kopóelemek előkészítése KP0954218 KP0954217	Megfelelő kopóelem használata	Másik kopóelem használata	Funkcióját veszti a fékbetét	8	Szerelési hiba	8	Nincs	8	512	Vezérlő program frissítés	2023 Q3		8	8	8	512	1				
ESZ2 ISO/FLEX	Alap	Wippék és a kopóelemek összeszerelése	Kopóelemek felhelyezése a Wippékre	Megfelelő pozícioba szerelés	Rossz kialakítás	Funkcióját veszti a fékbetét	9	Szerelési hiba	8	Nincs	8	576	Kamera rendszer	2023 Q3		9	8	8	576	1				
	Alap	2. Ellenőrzés (vizuális)																						
FSZ2/B	Alap	Szegecselés	Szegecselő szerszám és szegecselési erő átállítása	Megfelelő szerszámok használata	Rossz szegecselés	Szegecselési hiba	7	Szegecselő gép beállítása	8	Nincs	8	448	Szerszám figyelő	2023 Q3		7	8	8	448	1				
FSZ2/B	Alap	Szegecselés	Szegecselés ellenerejének meghatározása	Szegecselő program	Magas szegecselési erő	Szegecselési hiba	7	Szegecselő gép beállítása	8	Nincs	8	448	Szegecselő egység cseréje	2023 Q3		7	8	8	448	1				
FSZ2/B	Alap	Szegecselés	Radiál szegecselés	Szegecselő program	Rossz szegecselés	Szegecselési hiba	9	Szegecselő gép beállítása	4	Nincs	2	72	Tesztek			9	4	2	72					
FSZ2/B.	Alap	Szegecselés	Szegecselés	Szegecselő program	Rossz szegecselés	Szegecselési hiba	9	Szegecselő gép beállítása	8	Nincs	8	576	Szkennер ellenőrző	2023 Q3		9	8	8	576	1				
FSZ2/B	Alap	Szegecselés	Szegecselés	Szegecselő program	Rossz szegecselés	Szegecselési hiba	9	Szegecselő gép beállítása	8	Nincs	8	576	Szkennер ellenőrző	2023 Q3		9	8	8	576	1				
FSZ2/B	Alap	Szegecselés	Szegecselés	Szegecselő program	Rossz szegecselés	Szegecselési hiba	9	Szegecselő gép beállítása	8	Nincs	8	576	Szkennер ellenőrző	2023 Q3		9	8	8	576	1				

FSZ2/B	Alap	Szegecseelés	Szegecseelés	Szegecselő program	Rossz szegecseelés	Szegecseelési hiba	9	Szegecselő gép beállítása	8	Nincs	8	576	Szkenner ellenőrző	2023 Q3		9	8	8	576	1				
FSZ2/B	Alap	Szegecseelés	Szegecseelés	Szegecselő program	Rossz szegecseelés	Szegecseelési hiba	9	Szegecselő gép beállítása	8	Nincs	8	576	Szkenner ellenőrző	2023 Q3		9	8	8	576	1				
FSZ1	Alap	Fékbetét megforgatása a palettában	Fékbetét fejjel lefelé fordítása	Fékbetét visszahelyezése a palettába	Rossz oldala létszik a fékbetétnek	Lézerszkenneren megbukik	1	Szerelési hiba	1	Lézerszkenner	1	1												
FSZ1	Alap	Fékbetét megforgatása a palettában	Fékbetét fejjel lefelé fordítása	Fékbetét visszahelyezése a palettába	Szkenner NOK minősítést ad	Vásárlói elégedetlenség.	3	Szerelési hiba	2	4 szem elv	6	36												
FSZ1	Alap	Végso ellenörzés (3D lézerszkenner)	Végso ellenörzés (3D lézerszkenner)	Végso ellenörzés	Hiány vagy sérült	Funkció vesztes	9	Szerelési hiba	2	100% 3D szkenn	1	18				9	2	1	18					1
FSZ3/A	Alap	Lézergravírozás	Lézergravírozás	Lézergravírozás	Rossz lézergravírozás	Fékbetét szerelés leáll	3	TPM hiba	2	TPM folyamat	2	12												
FSZ3	Alap	Mérőhasábos ellenörzés	Fecskefarok ellenörzés	Finkció ellenörzés	Nem lehet felszerelni a BBH-ra	Funkció vesztes	4	MPP hiba	6	Készülék	3	72				4	6	3	72					1
FSZ3	Alap	Mérőhasábos ellenörzés	Típustáblán zöld jelzés elhelyezése	Jelölés	Jelölés hiányzik	Vásárlói elégedetlenség.	3	Szerelési hiba	2	2 szem elv	6	36				3	2	6	36					1
FSZ3	Alap	Csomagolás	Csomagoló doboz összeállítás és az aljának a ragasztása KN172	Ragasztás	Nem elég a ragasztás	Fékbetét kiesik a csomagolásból	3	Szerelési hiba	5	3 szem elv	6	90				3	5	6	90					
FSZ3	Alap	Csomagolás	Fékbetéteket elválasztó behelyezése KN243		Elválasztó kartonok hiányzanak	Fékbetét sérül	3	Szerelési hiba	5	4 szem elv	6	90				3	5	6	90					1
FSZ3	Alap	Csomagolás	Csomag lezárása és ragasztása	Ragasztás	Nem elég a ragasztás	Fékbetét kiesik a csomagolásból	3	Szerelési hiba	5	5 szem elv	6	90				3	5	6	90					1
FSZ3	Alap	Csomagolás	Elcsomagolt fékbetétek raklapra helyezése	Célország	Hibás megrendelés	Rossz úticél	7	Rossz felírat	8	Nincs	9	504	Külső támogatás kell			7	8	9	504	1				