

A minőségirányítási rendszer fejlesztése egy autóipari gyárban

Összefoglalás: A cikkem egy autóipari beszállító vállalatnál működő HCP3 vizsgálócella fejlesztését mutatja be, melynek a célja a gyártási terület növelése, a munkafolyamatok optimalizálása és a selejtarány csökkentése volt. A cella fizikai átalakítása, az ergonómiai fejlesztéssel és az automatikus selejtkiemelő rendszer bevezetésével jelentősen javította a termelékenységet, csökkentette a hibás termékek arányát, valamint növelte a munkavállalók elégedettségét. A fejlesztések eredményeként a gyártási kapacitás és a folyamatok hatékonysága számottevően nőtt.

Kulcsszavak: Vizsgálócella, selejtkiemelő rendszer, térkihasználás, ergonómia, gyártási hatékonyság, statisztikai modellezés, lean módszerek.

Abstract: My article presents the development of the HCP3 testing cell used at an automotive supplier company, aimed at increasing the production area, optimizing workflows, and reducing the scrap rate. The physical redesigning of the cell, together with ergonomic improvements and the implementation of an automatic scrap removal system, significantly improved productivity, reduced the proportion of defective products, and increased employee satisfaction. As a result of these developments, both the production capacity and the efficiency of the processes increased substantially.

Keywords: Testing cell, scrap removal system, space utilization, ergonomics, production efficiency, statistical modeling, lean methods.

Bevezetés

Az autógyártás folyamatosan változó iparág, melynek fejlődését elsősorban a technológiai újítások és az innováció vezérli. Az autók már nem csupán közlekedési eszközökként szolgálnak, hanem gazdasági és kulturális emlékek is lettek.

* *Dunaiújvárosi Egyetem*

Email: birkas.katalin@uniduna.hu

ORCID: 0009-0004-5951-3094

[1] Nyárádi, A.–Kocsi, B.–Tornyos, I.–Budai, I. (2016): Optimization of automotive industry's manufacturing process with lean tools. *International Journal Of Engineering And Management Sciences (Ijems)*, 1., (2.).

[2] Ndlovu, I.–Gupta, K. (2025): Ergonomics interventions in automotive manufacturing. *Engineering Proceedings*,

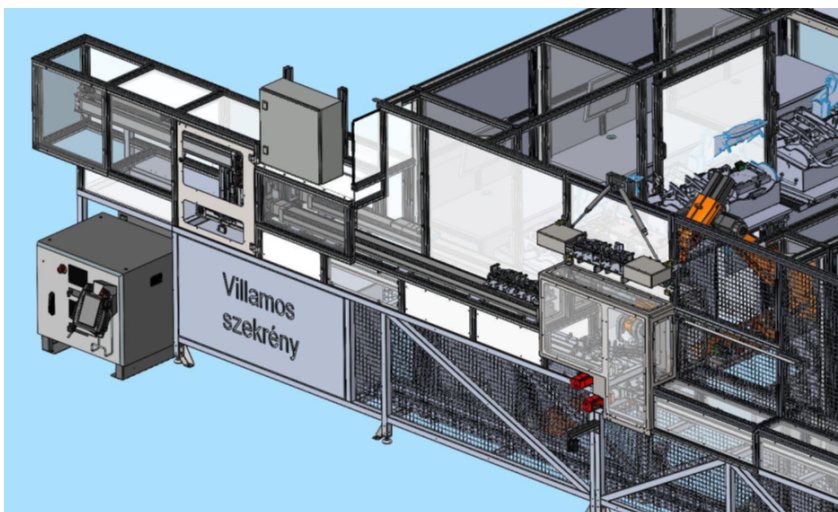
Kezdve Karl Benz első autójától 1885-ben, az autógyártás új szintre emelkedett Henry Ford tömegtermelési módszereivel. Napjainkban az autóipar a technológia és innováció fellelegvárává vált, ahol a minőség ellenőrzése és a termékek nyomon követése kiemelt fontosságot kapott.[1] Az autógyártás terén az innováció és fenntarthatóság egyre fontosabb szerepet játszik és a globális trendek alakítják az iparág jövőjét. Az autóipar dinamikája és változatossága garantálja azt, hogy az autók továbbra is a technológiai fejlődés és fenntarthatóság szimbólumaként fognak fennmaradni a következő évtizedekben.

FELVETETT PROBLÉMÁK

Egy autóipari beszállító cégnél a gyártás folyamata során az egyik legnagyobb probléma az optimális helykihasználás biztosítása. Az ipari termelésben minden négyzetméter számít, és a rendelkezésre álló tér hatékony felhasználása közvetlen hatással van a gyártási kapacitásra, a termelés folyamatosságára és a költségek alakulására. A vizsgálócella esetében a tervezési kihívások közé tartozott, hogy a cella túl nagy területet foglalt el a gyártósorok területén. Ez nemcsak a gyártási folyamat rugalmasságát korlátozta, hanem a további berendezések telepítésének lehetőségét is akadályozta. Az ipari gyártási folyamatokban a tér optimális kihasználásnak igen nagy jelentősége van, különösen akkor, ha a termelés növelése a cél. A túl nagy vizsgálócella korlátozta a gyártósorok közötti átjárhatóságot és rugalmatlanná tette a gyártósor bővítését. Emellett a cella elrendezése miatt a munkavállalóknak nagyobb távolságokat kellett megtenniük a különböző feladatok elvégzéséhez, ami növelte a munkafolyamatok időigényét és csökkentette a termelékenységét. Az ergonómia kérdése is fontos szerepet játszott. Az ergonómiai szempontból kedvezőtlen munkakörnyezet hosszú távon csökkentheti a munkavállalók teljesítményét és növelheti a munkahelyi megbetegedések kockázatát, ami végső soron termelékenységcsökkenést és magasabb munkavállalói fluktuációt eredményezhet.[2] A túl nagy cella által kényszerített 47 db munkamozdulat és a nagy távolságok megtétele hozzájárultak a munkavállalók fáradtságához, ami csökkentette a munkateljesítményt. A gyártási folyamat során elkerülhetetlenül előfordulnak hibás termékek. Ezek megfelelő kezelése azonban kiemelt jelentőségű a termelési hatékonyság fenntartása érdekében. A HCP 3 cella eredeti működési struktúrájában a hibás termékek visszajutottak az operátorhoz a kezdő pozícióba, aki így kénytelen volt időt és energiát fordítani azok manuális kezelésére.

Ez a gyakorlat jelentős terhelést rótt a gépkezelő operátorra, aki így kevesebb figyelmet tudott fordítani a hibátlan termékek előállítására, ami további minőségi problémákhoz vezethetett. Ez a visszajuttatási folyamat több szempontból is hátrányosan befolyásolta a gyártás hatékonyságát. Egyrészt megnövelte a gyártási ciklusidőt, mivel az operátornak rendszeresen meg kellett szakítania elsődleges feladatait a selejtek kezelése érdekében. Másrészt fokozta a munkavállalók fizikai és mentális terhelését, ezáltal hosszú távon növelte a munkahelyi stresszt és csökkentette a dolgozói elégedettséget. Harmadrészt, a hibás termékek visszatérő megjelenése csökkentette a gyártási folyamat folyamatosságát és stabilitását, mivel az operátorok figyelve megoszlott a különböző termékkategóriák között. A hibás termékek kézi kezelése ráadásul további közvetett költségeket is generált, hiszen a selejtek újbóli feldolgozása vagy javítása nemcsak erőforrásokat emésztett fel, hanem a gyártási lánc további pontjain is fennakadásokat okozhatott. Mindez összességében rontotta a vállalat gazdasági teljesítményét, és csökkentette annak versenyképességét. Az 1. ábra jól szemlélteti a selejtkiemelő felépítését.

1. ábra. Selejtkiemelő



Forrás: Harman Becker Kft kézikönyve alapján.

[3] Budai István–
Pápai Máté (2024):
*Autóipari gyártócella
kapacitáselmézése és
fejlesztése minőségügyi
problémák megoldásán
keresztül.*
DE Műszaki Kar.

Anyagok és módszerek

A vizsgálócella területének csökkentése a gyártási hatékonyság növelése érdekében több mérnöki és ipari optimalizálási módszertanhoz is kapcsolható. A szakirodalomban megtalálható számos fogalom és módszer:

– Cellatervezési optimalizálás (Cellular Layout Optimization) [3].

Ez a gyártórendszer-elrendezési stratégia célja a munkafolyamatok hatékony szervezése. A módszer: Lean-gyártás keretein belül történik.

Célja: anyagmozgatási távolság csökkentése, operátorok terhelésének optimalizálása, térkihasználás javítása. Az alkalmazott Matematikai modell gyakran layout optimization problémák formájában jelenik meg: (1)

Az optimalizálási célfüggvény az anyagáram és a cellák közötti távolság szorzatának minimalizálása:

$$\min \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n f_{ij} d_{ij} \quad (1)$$

Ahol:

f_{ij} : anyagáram az i és j cellák között.

d_{ij} : fizikai távolság az i és j cellák között.[3]

SMED (Single-Minute Exchange of Die)

Nemcsak szerszámcserekre, hanem átállási idő hely minimalizálására is alkalmazható. A cella áttervezése ebbe a módszertani körbe is beilleszthető, különösen, ha: csökkent a gépek közötti átjárási idő, gyorsult a tesztelés.

Lean Manufacturing – 5S-módszer

Ha az átalakítás során a rendszerezés, selejtezés, vizualizáció, sztenderdizálás szempontjai érvényesültek, akkor az 5S-rendszer alkalmazásáról is beszélhetünk:

- Seiri (Szelektálás)
- Seiton (Rendszerezés)
- Seisō (Tisztítás)
- Seiketsu (Szabványosítás)
- Shitsuke (Fegyelem) [1]

Térkihasználási hatékonyság (Space Utilization Efficiency)

- Matematikailag jellemezhető például az alábbi képlettel: (2)

$$\eta = \frac{A_{\text{hasznos}}}{A_{\text{teljes}}} 100\% \quad (2)$$

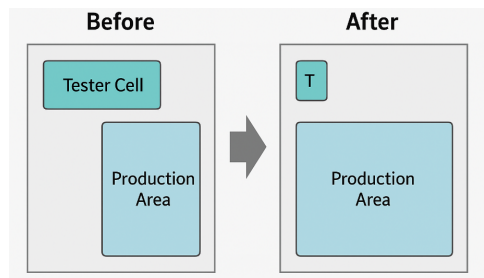
Ahol:

- A_{hasznos} : hasznos gyártási terület (m^2)
- A_{teljes} : teljes rendelkezésre álló terület (m^2)
- η : térkihasználási hatékonyság [2]

MTM (Methods-Time Measurement) vagy MOST (Maynard Operation Sequence Technique)

- Ha az átervezés célja a *munkafolyamatok gyorsítása*, akkor alkalmazható a műveleti sorrendek időalapú elemzése. Ilyenkor a munkafolyamatokat szekvenciákra bontják, és azok időigényét optimalizálják. A 2. ábra mutatja a téroptimalizálás változását, ha a vizsgáló területet csökkentjük akkor a gyártási terület növelhető.

2. ábra. Téroptimalizálás a gyártás területén



[1] Nyárádi, A.–Kocsi, B.–Tornyos, I.–Budai, I. (2016): Optimization of automotive industry's manufacturing process with lean tools. *International Journal Of Engineering And Management Sciences (Ijems)*, 1., (2.).

A selejtermékek modellezése meghatározó jelentőségű a minőségmenedzsment, a gyártásoptimalizálás és a költségelemzés szempontjából. A selejt olyan termék, amely nem felel meg a minőségi előírásoknak, és nem adható el vagy nem használható fel eredeti céljára. A modellezés célja, hogy előre jelezze, analizálja vagy minimalizálja a selejtarányt.

Munkám során célul tűztem ki a selejtarány előrejelzését és annak csökkentését, gyártási hibák okainak feltárását és nem utolsósorban a minőségjavító intézkedések hatékonyságának mérését. A három modellezési lehetőség közül:

a) Statisztikai modellek

- *Poisson- vagy binomiális eloszlás*: ha a selejt ritka esemény.
- *Lineáris regresszió*: összefüggés a selejtarány és a gyártási paraméterek között.
- *ANOVA/DOE (Design of Experiments)*: milyen tényezők befolyásolják leginkább a selejtet.

b) Gépi tanulás (Machine Learning)

- *Döntési fa/random forest*: fontos hibaforrások feltérképezése.
- *Logisztikus regresszió*: selejtes vs. nem selejtes osztályozás.
- *Neurális hálók*: összetett minták felismerése.
- *Klaszterezés*: selejtek típus szerinti csoportosítása (pl. hibák okai szerint).

c) Idősoros modellek

- *ARIMA/Holt-Winters*: selejtarány időbeli alakulása
- Felhasználható a karbantartási ciklusokkal vagy gépállapot-változással való korreláció vizsgálatára, a statisztikai modellezést vettem alapul.

Amikor a selejtarányt nemcsak megfigyelni, hanem előre jelezni és csökkenteni szeretnénk, szükségünk van arra, hogy:

- Megértsük a folyamatban rejlő véletlenszerű ingadozás (közismerten „szórás”) szerkezetét.
- Formálisan kapcsolatot teremtsünk a potenciális beállítások, környezeti változók és a selejt között.
- Kísérletileg bizonyítsuk, mely tényezők és szintjeik vezetnek a hibalepcső meredek zuhanásához.

E három feladatot a Poisson-eloszlás, a lineáris (és általában: regressziós) modellek, valamint a kísérlettervezés (Design of Experiments – DoE) hármas eszköztára kimagaslóan jól lefedi.

A Poisson-modell szerint, ha a hibák ritkák, függetlenek és a megfigyelt minta nagy, akkor darabszámuk Y jó közelítéssel Poisson-eloszlást követ: (3)

$$P(Y = k) = \frac{e^{-\lambda} \lambda^k}{k!}. \quad (3) \quad [4]$$

Ahol a λ paraméter a várt hibaszám/intervallum. A modell alkalmazhatóságának fő matematikai feltételei, hogy az események egymástól függetlenek legyenek, kis hibaválósínűség legyen, és állandó legyen az átlagos gyakoriság.

A lineáris regresszió esetén az alapmodell az alábbi képlet adja: (4)

$$Y = \beta_0 + \sum_{i=1}^p \beta_i X_i + \varepsilon, \quad (4)$$

ahol

- Y – pl. selejtdarabok száma vagy aránya,
- X_i – hőmérséklet, nyomás, gépóra-szám stb.

A fő matematikai feltételek között a paraméterek erős linearitása, illetve a hibák normál eloszlása szerepel. A módszerrel meghatározhatók az ok-okozati összefüggések, például adott tényező egységnyi változása várhatóan hány darab hibát generál (vagy épp szünt meg). A megfelelő beállítások mellett előre jelezheti a selejtet.

A kísérlettervezés (DOE) alapelve, hogy létrehozunk egy szisztematikus, statisztikai keretet a tényezők és interakcióik ellenőrzött változtatására, hogy ok-okozati hatások minél kevesebb futással kiderüljenek. Az ANOVA-tábla például megmutatja, mely hatások/interakciók szignifikánsak, a modell által kapott válaszfelület 2D/3D vizualizációja pedig segít a selejt minimumának meghatározásában.

Összefoglalva:

- A ritka, független hibák matematikai leírására statisztikai modellek alkalmazhatók, amelyek az SPC-kártyák kialakításának alapjául szolgálnak.
- Lineáris (illetve GLM-) regresszió a folyamatváltozók és a hibaarány közti összefüggés kvantifikálására és előrejelzésére használatos.
- A DoE pedig kifejezetten a kísérleti optimalizálást teszi lehetővé, hogy célzottan és gyorsan minimalizáld a selejtet.

E hármas egymást erősítve vezet adatorientált, robusztus minőségjavításhoz. [4]

[4] Bangert M. (2024): Design of Experiments in production optimization. *Quality Magazine*,

Eredmények

A CELLA FIZIKAI ÁTALAKÍTÁSA

A fenti problémák megoldása érdekében a vizsgálócellát átalakítottuk úgy, hogy csökkentsük a területigényét és növeljük a gyártási folyamat hatékonyságát. Az átalakítás egyik fő célja az volt, hogy a cella kisebb fizikai méretekkel rendelkezzen, ugyanakkor megtartsa funkcionális képességeit. Az átalakítás során a cella belső elrendezését újra terveztük, hogy minimalizáljuk a szükséges helyet, és optimalizáljuk a munkafolyamatok elrendezését. Az optimalizálás során figyelembe vettük a munkafolyamatok sorrendjét és a munkavállalók mozgásának szükségességét. A belső elrendezés újra tervezésével sikerült csökkenteni a munkavállalók által megtett távolságokat, ami nemcsak időt takarított meg, hanem hozzájárult a munkafolyamatok folyamatosságának fenntartásához is. A kisebb cella kialakítása lehetővé tette, hogy a gyártósoron további berendezéseket telepítsenek, növelve ezzel a termelési kapacitást. Az átalakítás során különös figyelmet fordítottunk az ergonómiai szempontokra is. A munkaterület optimalizálása révén csökkentettük a munkavállalók fizikai terhelését, ami hozzájárult a munkavégzés hatékonyságának növeléséhez. Az ergonómiai fejlesztések hosszú távon javították a munkavállalók egészségét és elégedettségét, ami közvetlenül hozzájárult a termelékenység növeléséhez és a fluktuáció csökkentéséhez.

Az átalakítás másik fontos része a munkaterület rugalmasságának növelése volt. A kisebb cella lehetővé tette a gyártósor könnyebb átrendezését, ami gyorsabb reagálást tett lehetővé a termelési igények változásaira. Ez a rugalmasság különösen fontos a változó piaci környezetben, ahol a vállalatoknak gyorsan kell alkalmazkodniuk a kereslet ingadozásaihoz és az új termékek bevezetéséhez.

SELEJTKIEMELŐ RENDSZER BEVEZETÉSE

– Egy automatikus selejtkiemelő rendszer került bevezetésre, amely valós időben észleli a hibás termékeket, majd azokat kivonja a gyártási folyamatból. A rendszer érzékelőkkel (pl. kamera, szenzor) működik, amelyek adatokat szolgáltatnak egy programozott vezérlőegységnek. A selejtelek automatikus eltávolítása lehetővé tette, hogy az operátor kizárólag a hibátlan termékekre összpontosítson. Az operátori hatékonyság változása, egyszerű munkaterhelési modell: (5)

$$E = \frac{T_{hasznos}}{T_{teljes}} \quad (5)$$

Ahol:

- T_{hasznos} : operátorok által hibamentes termék előállítására fordított idő.
- T_{teljes} : teljes munkaidő (hibák kivonásával együtt).
- E : hatékonyság.
- A hibás termékek arányát meghatározhatjuk az alábbi egyszerű képlettel: (6)

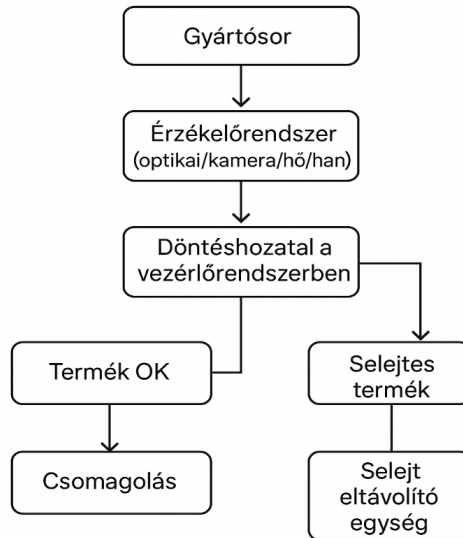
$$Q = \frac{N_{\text{hibás}}}{N_{\text{összes}}} 100\% \quad (6)$$

Ahol:

- $N_{\text{hibás}}$: a hibás termékek száma.
- $N_{\text{összes}}$: az összes legyártott termékek száma.
- Q : hibaarány (%).

Az automatikus selejtkiemelő rendszer működését a 3. ábra szemlélteti. [4]

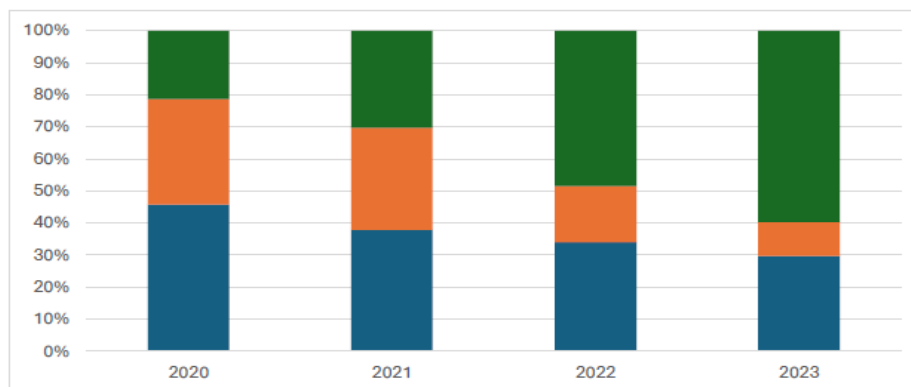
3. ábra. Automatikus selejtkiemelési rendszer jelfolyam ábrája



[4] Bangert M. (2024): Design of Experiments in production optimization. *Quality Magazine*,

Az új selejtkiemelő rendszer automatikusan észlelte a hibás termékeket, és azokat azonnal kivonta a gyártási folyamatból, így az operátoroknak nem kellett manuálisan foglalkozniuk azok kezelésével. Ez a megoldás több szempontból is előnyös volt. Először is, hogy az operátorok így több időt és figyelmet tudtak szentelni a hibátlan termékek előállítására, ami javította a termelés hatékonyságát és a termékminőséget. Másodszor, a selejtkiemelő rendszer bevezetése csökkentette a hibás termékek arányát a gyártási folyamatban. A hibás termékek automatikus kivonása lehetővé tette, hogy a gyártási tevékenység folyamatosan a megfelelő minőségű termékekre összpontosítson, ami hozzájárult a végtermékek minőségének javításához. A jobb termékminőség nemcsak a vállalat hírnevét erősítette, hanem lehetőséget adott arra is, hogy új piacokra lépjenek be, növelve ezzel a piaci részesedést. Harmadszor, a selejtkiemelő rendszer bevezetése csökkentette a munkavállalók terhelését. Az automatikus hibakezelés révén az operátorok kevesebb stressznek és nyomásnak voltak kitéve. A 4. ábra szemlélteti, hogy a selejtkiemelő bevezetésével nőtt a jó termékek aránya.

4. ábra. A hibás termékek alakulása az elmúlt években



A rendszer alapját egy fejlett érzékelőrendszer képezi, amely képes valós időben észlelni a gyártási hibákat. Ez az érzékelőrendszer különböző technológiákat alkalmazhat, például optikai szkennereket, kamerákat, hőérzékelőket vagy akár hangalapú érzékelőket is, hogy azonosítsa a hibás termékeket. Az érzékelők által gyűjtött adatokat egy központi vezérlőrendszer dolgozza fel, amely azonnal döntést hoz a selejtttermékek kivezetéséről. A vezérlőrendszer beprogramozott szabályok alapján működik, amelyek meghatározzák, milyen hibák esetén kell a terméket selejtnak minősíteni. Ezeket a szabályokat folyamatosan lehet finomhangolni és frissíteni a gyártási folyamatok elemzése és a hibák gyakoriságának megfigyelése alapján.

A rendszer integrációja a gyártósor többi részével lehetővé teszi, hogy a hibás termékek automatikusan eltávolításra kerüljenek anélkül, hogy megszakítanák a gyártási folyamatot. A technológia másik kulcsfontosságú eleme a rendszer adatgyűjtési és elemzési képessége. A selejtkiemelő rendszer folyamatosan ellenőrzi a gyártási folyamatot, és részletes adatokat rögzít minden egyes hibás termékről. Ezek az adatok fontos információkkal szolgálnak a hibák forrásának azonosításához, lehetővé téve a gyártási folyamat további finomhangolását és a hibaarány csökkentését.

A MUNKAVÁLLALÓK ELÉGEDETTSÉGE ÉS MUNKAHELYI LÉGKÖR

A vizsgálócella átalakítása és a selejtkiemelő rendszer bevezetése nemcsak a gyártási folyamatot érintette, hanem közvetlen hatással volt a munkavállalókra is. Az ergonómiai fejlesztések és a selejtkezelés automatizálása jelentősen megkönnyítette az operátorok munkáját, ami pozitívan befolyásolta a munkahelyi légkört és motivációt.

A munkavállalók visszajelzései alapján az új rendszer bevezetése csökkentette a manuális hibakezelési feladatok számát, ami lehetővé tette számukra, hogy a valódi hozzáadott értéket teremtő feladatokra koncentráljanak. A stressz szint csökkenése mellett a dolgozók arról is beszámoltak, hogy a munkakörnyezet javulása pozitívan hatott a fizikai és mentális egészségükre. Az ergonómiai szempontok figyelembevétele például csökkentette a mozgásszervi problémák előfordulását, ami hosszú távon javította a dolgozók jólétét.

Emellett a munkavállalók bevonása a fejlesztési folyamatba növelte az elkötelezettségüket és a rendszer iránti bizalmukat. A dolgozók aktív részvételének köszönhetően az új rendszerek bevezetése zökkenőmentesebb volt, és a munkahelyi légkör is javult. A munkahelyi elégedettség növekedése közvetlenül hozzájárult a fluktuáció csökkenéséhez, ami hosszú távon stabilabb és produktívabb munkaerőt eredményezett.

JÖVŐBELI FEJLESZTÉSEK

Bár a selejtkiemelő rendszer bevezetése jelentős előrelépést jelentett a hibás termékek kezelésében, a további automatizálás lehetőségei még mindig nyitottak. A jövőbeli fejlesztések során érdemes lehet fontolóra venni az automatikus osztályozó- és elemző rendszerek bevezetését, amelyek tovább növelhetik a hibás termékek kezelési hatékonyságát. Az ilyen rendszerek képesek lennének azonnal azonosítani és osztályozni a hibákat, lehetővé téve a gyártási folyamatok még gyorsabb és hatékonyabb finomhangolását.

A jövőbeli fejlesztések során érdemes lehet meggondolni a gyártási cellák moduláris kialakítását is. A moduláris kialakítás lehetővé tenné a cellák könnyebb és gyorsabb átrendezését a termelési igények változásainak megfelelően.

Ez a rugalmasság különösen fontos a gyorsan változó piaci környezetben, ahol a vállalatoknak gyorsan kell alkalmazkodniuk az új termékek és technológiák bevezetéséhez.

A moduláris kialakítás emellett lehetőséget biztosít arra, hogy a gyártási folyamatok könnyebben bővíthetők legyenek, ami különösen fontos a növekvő termelési igények kielégítése érdekében. Ez a rugalmasság lehetővé tenné a vállalat számára, hogy gyorsan reagáljon a piaci lehetőségekre, és növelje versenyképességét.

Összefoglalás

A cikkemben egy autóipari beszállító cégnél gyártott PCB-khez kapcsolódó HCP 3 vizsgálocella fejlesztése került bemutatásra. Az átalakítás célja egyrészt az volt, hogy növeljük a gyártási területet. A cella eredetileg nagy helyet foglalt el, ami akadályozta a gyártási folyamatok hatékonyságát és további cellák letelepítését. Az átalakítás révén sikerült a cella méretét csökkenteni, ezzel teret nyerve és lehetővé téve a további cellák zökkenőmentes telepítését. Ezen kívül bevezetésre került egy selejtkiemelő rendszer is, ami javította a hibás termékek kezelését. Korábban a hibás termékek visszakerültek az operátorhoz a kezdő pozícióba, ami megnövelte a gyártás idejét és növelte a hibalehetőségeket. Az új rendszer automatikusan kiemeli a selejtes terméket a gyártási folyamatból, csökkentve a hibás termékek visszafordulását, és ezzel jelentős időmegtakarítást értünk el.

A vizsgálocella átalakítása és a selejtkiemelő rendszer bevezetése együttesen jelentős mértékben növelte a termelési kapacitást. A kisebb cella kialakítása lehetővé tette további berendezések telepítését, ami növelte a gyártósor termelési kapacitását. Emellett a selejtkiemelő rendszer bevezetése csökkentette a hibás termékek arányát, ami közvetlenül hozzájárult a termelékenység növekedéséhez. A termelési kapacitás növekedése lehetővé tette a vállalat számára, hogy nagyobb mennyiségben és gyorsabban állítson elő termékeket, ami különösen fontos a versenyképes piacokon, ahol a gyorsaság és a rugalmasság alapvető követelmények. A megnövekedett termelési kapacitás emellett hozzájárult a vállalat bevételeinek növekedéséhez és a költségek csökkentéséhez, mivel a nagyobb mennyiségű termelés lehetővé tette a gazdaságosabb működést. Az átalakítások eredményeképpen a gyártási hatékonyság jelentősen javult, a selejt vagy javítandó termékek kezelése átláthatóbb, könnyebb lett. Az új rendszer bevezetése egyértelműen pozitív hatással volt a termelésre, javítja a munkahelyi környezetet és növelve a termelékenységet.

Köszönetnyilvánítás:

A szerző ezúton is köszönetét fejezi ki a Harman Becker Kft.-nek a fejlesztés megvalósításához és a cikk elkészítéséhez nyújtott támogatásáért.