



Neumann János Egyetem
Műszaki és Informatikai
Kar

Andon rendszer bevezetése, statisztikai adatok gyűjtése és kiértékelése

Implementation of Andon system,
collection and evaluation of statistical
data

Köteles Norbert József
WZQJQO

Busa Boglárka Réka, tanszéki mérnök

2023

Tartalomjegyzék

BEVEZETÉS	3
1. LEAN ÉS A STATISZTIKAI ADATOK KAPCSOLATA.....	4
1.1. LEAN BEMUTATÁSA.....	4
1.1.1. <i>Lean alapelvek</i>	5
1.1.2. <i>Lean eszközök</i>	9
1.2. SIX SIGMA.....	11
1.2.1. <i>DMAIC</i>	11
1.3. JAVASCRIPT	12
1.4. FELHASZNÁLT PROGRAMOK	13
2. ÉRTÉKTEREMTÉSI PROBLÉMÁK FELTÁRÁSA	15
2.1. CÉGBEMUTATÓ	15
2.2. A TANULMÁNY HÁTTERE	15
2.3. AZ ÉRTÉKTEREMTÉS SORÁN FELMERÜLŐ KIHÍVÁSOK	17
2.4. MÚLTBÉLI FOLYAMAT ISMERTETÉSE	17
3. A FEJLESZTÉSI FOLYAMAT KIHÍVÁSAI	22
4. MEGOLDÁS, STATISZTIKAI FOLYAMATOK ELEMZÉSE.....	38
ÖSSZEFOGLALÁS	48
SUMMARY	49
IRODALOMJEGYZÉK	50
ÁBRAJEGYZÉK	51
KÉPLETJEGYZÉK.....	52

Bevezetés

Minden nap számos kihívással nézünk szembe, ami megnehezíti egy előre meghatározott cél elérését. Nagyon fontos, hogy az információ zavartalanul áramoljon, mert ha elakad, eltérések keletkezhetnek. Nincs ez másképp a termelési folyamatoknál sem, ahol a csapatmunka nélkülözhetetlen a vállalat számára. A kommunikáció hiánya például konfliktust is előidézhet, vagy hiba esetén a gyártási eljárás megszakítására is sor kerülhet. Ezeket a problémákat célszerű minél hatékonyabban, és a lehető leggyorsabban elhárítani, aminek eredménye a kevesebb költség, illetve a minimális erőforrás felhasználása.

Sokféle módszer létezik az eltérések kezelésére, az egyik ilyen az Andon rendszer, ami a Lean gyártási filozófia része, amely arra törekszik, hogy az időt és az erőforrásokat minél hatékonyabban használjuk fel a gyártás során.

A logisztika és az információáramlás között szoros kapcsolat van, mivel a logisztikai folyamatok során szükség van az információk hatékony kezelésére és áramoltatására. Az információk megfelelő időben és helyen történő továbbítása lehetővé teszi a jobb tervezést és a jobb döntéshozatalt, illetve a valós idejű lekövetést és nyomon követést.

Azért választottam ezt a témát, mert szerettem volna a Duvenbeck IMMO Kft. dolgozói számára egyszerűbbé tenni a kommunikációt köztük, és a közvetlen feletteseik között. Célom egy olyan egyszerű, de költséghatékony rendszer létrehozása és fejlesztése, amely kifejezetten a cég igényeihez igazodik.

Témaválasztásomnak oka az összetett statisztikai eredményeknek a kiértékelése volt. A rendszer rengeteg adatot mér és tárol el, melyeknek felhasználása kritikus fontosságú, ezért a megfelelő módszerek igénybevételével számos előnyre lehet szert tenni.

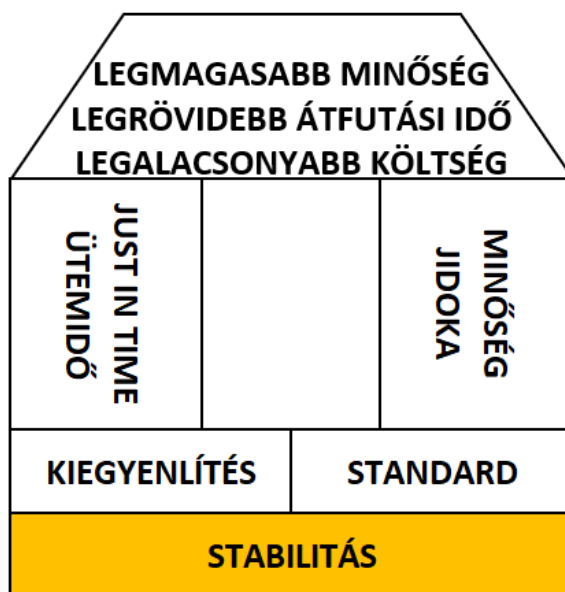
A dolgozatom első részében az elméleti háttér áttekintésével foglalkozom, majd a probléma kifejtéséről lesz szó bővebben. Ezt követően az eddig elért eredményekről és a fejlesztési javaslatokról, végül összefoglalom a leírtakat.

1. Lean és a statisztikai adatok kapcsolata

Ahhoz, hogy meg tudjuk érteni az adott problémát, meg kell ismernünk az ehhez tartozó szakirodalmi hátteret.

1.1. Lean bemutatása

A lean emberek, folyamatok és rendszerek fejlesztése a vevői igények teljesítése érdekében a lehető legkevesebb erőforrás felhasználásával.



1. ábra Lean ház (saját szerkesztés [7] [13] alapján)

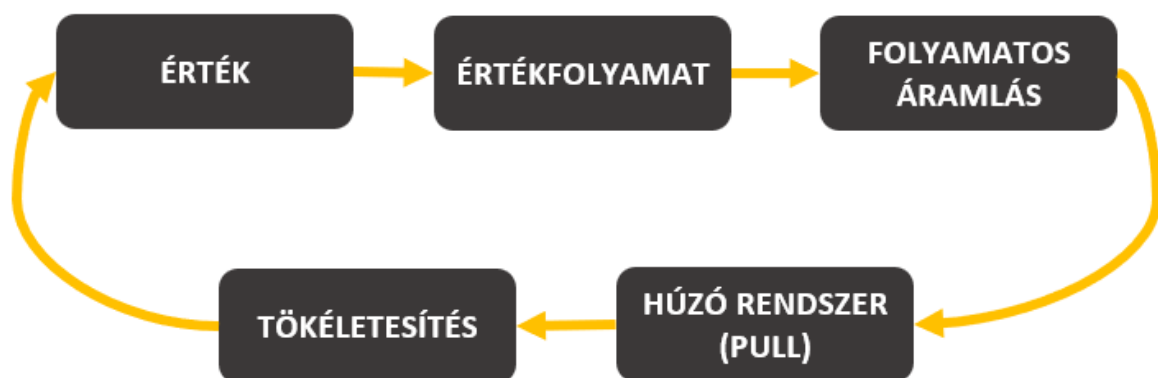
Egy Lean organizáció kevesebb emberi erőforrást igényel az adott munka elvégzéséhez, kevesebb anyagot használ termékeihez, szolgáltatásaihoz, és kevesebb időt, energiát és teret emésztnek fel. A vevői igények vannak a középpontban oly módon, hogy azt a leghatékonyabb és legköltséghatékonyabban tudják kielégíteni. [13]

A stabilitásra épül minden, hisz erős alapok nélkül nincs, amire felépíthetünk egy kiegyenlített rendszert, a fenntartása pedig a standardoknak köszönhető. A Just in time és az ütemidő segít a költségeket minimalizálni a raktárban és a termelési folyamatokban egyaránt. A jidoka pedig nem engedi, hogy rossz terméket állítsunk elő, ezért szorosan összefügg a minőséggel. Ezek összessége a legalacsonyabb költséget, a legrövidebb átfutási időt és a legmagasabb minőséget érheti el. [1]

1.1.1. Lean alapelvek

A Lean menedzsment egy vállalatirányítási módszer, amellyel azonosíthatjuk cégünk veszteségeit, és minimalizálhatjuk azokat. Amennyiben követjük az 5 alapelvet, sikeresen elérhetjük a célunkat. [15]

- Érték
- Értékfolyamat
- Folyamatos áramlás
- Húzó rendszer
- Tökéletesítés



2. ábra Lean alapelvek [7]

Veszteség

Taiichi Ohno (1912-1990) fogalmazta meg először a *muda* szó kifejezést, ami magyarul „veszteséget” jelent. Minden olyan emberi erőforrást igénylő tevékenység ide sorolható, amely nem teremt értéket. Például olyan termékek legyártása, amik később utómunkát igényelnek, felesleges cikkek termelése vagy például a szükségtelen lépések. Hivatalosan 7 fő veszteséget állapítottak meg, azonban a lista még tovább bővült, így a lista közé a következőket sorolhatjuk: szállítás, készletezés, mozgás, várakozás, túltermelés, túlfeldolgozás, selejt és a dolgozók tehetségeinek nem figyelembevétele. [5] [7] [18]

Hasonlóképpen az előző szóhoz, ide tartozik a *muri* és a *mura* szó is. A *muri* magyarul túlterhelést jelent. Ilyenkor az egyéneken túl sok, vagy túl bonyolult feladatok vannak, ami a folyamatoknál torlódást idézhet elő, aminek következménye a figyelmetlenség lehet, és a selejtek termelése. [7]

Érték

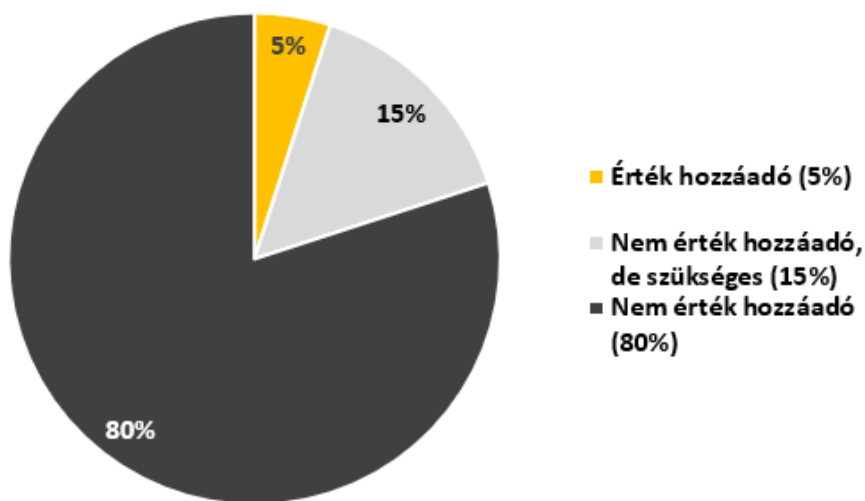
Az előző résznél kitértem az értékteremtő folyamatokra, azonban azt még nem tudjuk, hogy számunkra mit jelent az érték – ezt mindig a vevő határozza meg. Ezek olyan lépések,

amik fontosak a vásárlóink számára, ezek nélkül nem keletkezik igény. Ezen felül akkor nevezünk egy folyamatot értékteremtőnek, ha az fizikailag megváltoztatja a terméket vagy a szolgáltatást bármilyen módon, vagy ha az egy másik lépés számára elengedhetetlen. Amennyiben elsőre nem sikerül, tehát selejtet gyártunk, akkor a folyamat nem tekinthető értékhozzáadónak. [13]

Ahhoz, hogy értéket tudjunk teremteni, a folyamatainkat úgy kell felépíteni, hogy azok logikusan kövessék egymást. Azonban vannak lépések, amelyek elengedhetetlenek egy termék vagy szolgáltatás közben. A továbbiakban példaként egy féktárcsát és egy fékpofát mutatok be. Ahhoz, hogy rögzíteni tudjuk a fékpofát a féktárcsán, rögzítő csavarokat kell használni, melyek tárolása egy ládában történik a szerelés pontjától 1 méteres távolságban. A csavarozás folyamata értéket ad a termékhez, azonban a séta útja nem. Ezért ezt egy nem értékteremtő, de szükséges lépésként definiálhatjuk. Az elsődleges cél az említett veszteségeknek a minimalizálása, azáltal, hogy például a csavar tároló közelebb kerül elhelyezésre a szerelő operátorhoz. [10]

A nem értékhozzáadó folyamatok veszteségekből épülnek fel. A legfontosabb dolog ezen folyamatok felismerése és megszüntetése. Egy átlagos termelési folyamat igen nagy része nem értékteremtő, ilyen például a sok felesleges mozdulat, az anyagok többszörös kezelése, vagy a nem szükséges lépések. [5]

Értékmeghatározás után a folyamatok megértése kulcsfontosságú, mert ha nem értjük meg a folyamatot, és úgy hozunk döntéseket, azok nagyobb kárt okozhatnak, mint nyereséget. Fontos szem előtt tartani a minőséget, az ergonómiát és az anyagáramot. Egyes változtatások komoly előkészületeket és tesztelést igényelhetnek, hogy az valóban a várt eredményt hozza. [13]



1. ábra Az érték és a veszteségek aránya (saját szerkesztés)

Ha megtaláltuk a lehető legjobb módszert, akkor azt a gyakorlatban is alkalmaznunk kell. Ahhoz, hogy átadjuk ezt kollégáinknak, nem elég csak szóban megtenni, írásban is meg kell határoznunk azt a jelenleg ismert legjobb módszert az adott munka elvégzéséhez, ezt hívjuk standardnak. [13]

Húzórendszer és tolórendszer

A húzórendszer célja, hogy termékek vagy szolgáltatások csak akkor legyenek előállítva, ha azokat a vevő igényli. A célja, hogy a túlermelést elkerülje, ezáltal a készletek is csökkennek, illetve a folyamatok hatékonysága is növekszik, de az átfutási idő növekedhet. A legegyszerűbb és leggyakrabban használt típusa, ha szupermarketeket használunk, amely a termék fogyasztától függően kerülnek feltöltésre, azaz termelés vezérelt lesz. Az utántöltés történhet automatikus módon, tehát a rendszer figyeli a fogyást, és automatikusan rendel az adott pozícióba, vagy „manuálisan”, ami annyit jelent, hogy az operátor generál egy jelet, hogy elfogyott az alapanyag, utánpótlás szükséges. [8]

A tolórendszer viszont az előbb említett rendszer teljes ellentéte. A termék vagy a szolgáltatás előállítása a vevői igénytől független, készletre történik a termelés. Ennél a rendszernél a túlermelés veszélye áll fenn, ugyanis nem tudjuk, hogy ezek mikor fogynak el a raktárban, ezáltal a készletezés költségei biztosan magasabbak lesznek. Ennek a stratégiának az előnye, hogy mindig ki tudjuk elégíteni az igényeket, és az átfutási idő minimalizálásával csökken az ellátási lánc elakadásának a lehetősége, ugyanis a termék vagy a szolgáltatás mindig rendelkezésre áll.

Az átfutási idő ebben a két stratégiában fontos faktor, amely az igény keletkezésének időpontjának kezdetétől addig a pontig tart, amíg a vevőhöz megérkezik a termék vagy a szolgáltatás. A legnagyobb piaci előny ebből fakadhat, így a vállalatok kiemelt szempontként tartják maguk előtt. [16]

Standardizálás

Az általunk jelenleg ismert legjobb módszert fontos, hogy úgy adjuk tovább, hogy az mások számára is könnyen érthető legyen, tartalmazzon minden fontos információt, és megismételhető legyen. Erre a célra szolgál a standard. Ez egy olyan írott vagy dokumentált munkavégzési, vagy munkaszervezési módszer, ami veszteségmentes, megismételhető, precíz és kiszámítható folyamatokat tartalmaz. Addig, amíg követjük a standardban meghatározott lépéseket, addig biztosak lehetünk abban, hogy a lehető legjobb módszert alkalmazzuk, és a lehető legtöbb értéket állítjuk elő. [5]

Ez azért fontos a számunkra, mert a gyártási, összeszerelési folyamatok taníthatóvá válnak, mindig elsőre biztosítja számunkra a minőséget, mindenki számára elérhető, valamint biztosítja a jövőbeli fejlesztéseket és problémamegoldást.

A standard munkának 3 fő eleme van: ütemidő, műveletek sorrendje, folyamatközi készletek mennyisége. Három fő kérdésre kell választ adni: mit kell csinálni (fő lépéseket tartalmazza), hogyan kell csinálni (biztonság mindenekelőtt, minőség betartása, könnyű végrehajthatóság), miért kell úgy csinálni (lényegében ez a magyarázat, ami a mögöttes hátteret biztosítja annak, aki használja. Itt is fontos, hogy megértsük vagy megértessük a miértet). [12]

$$\text{Ütemidő} = \frac{\text{Rendelkezésre álló idő}}{\text{Igény}} \quad (1)$$

A fenti példa egy 8 órás műszakra vonatkozó ütemidőt írja le. A $8 \cdot 60$ perc adja a 480 percet, az igény pedig az adott műszak darabigényét mutatja, így megkaphatjuk, hogy egy darab elkészítésére 8 perc áll rendelkezésünkre.

Hasonlóképpen tudunk munkaerőt számolni, itt viszont már az ütemidővel kell kalkulálni.

$$\text{Dolgozók száma} = \frac{\text{Összes munkatartalom}}{\text{Ütemidő}} \quad (2)$$

A legtöbb esetben felfelé kerekítjük az eredményt, így megkaphatjuk, hogy a standard munkautasítás szerint 3 emberre van szükségünk (18 perc osztva a 8 perces takt idővel, eredménye 2,25) ahhoz, hogy teljesíteni tudjuk a vevő elvárásait. [12]

Folyamatos áramlás

Az áramlás alapját a 20. század elején Ford futószalagjainak alkalmazták először az Egyesült Államokban, azonban csak a végső összeszerelésnél használták, a többi gyártósoron nem. Az első teljes gyártáson átívelő áramlást a Toyotánál valósították meg fél évszázaddal később. A fő cél, hogy anyagáramlás ne szakadjon meg, és biztosítva legyen a minőség a termelés során. Ez úgy érhető el, hogy egyszerre csak egy anyagot dolgozunk fel, és a következő lépésre is csak akkor kerül sor, ha már az előző lépés sikeresen megtörtént, így biztosítani tudjuk, hogy nem kerül tovább a következő folyamatba selejt, és a további lépések nem termelnek veszteséget. Így a minőség elsőre elv is meg tud valósulni, és nem

juthat el a vevőhöz rossz termék. A módszert más néven egy darabos áramlásnak, vagy angol nyelven „make one, move one” -nak is nevezik. [4] [14]

1.1.2. Lean eszközök

Kanban

A szó Japánból származik, jelentése „jel”. A célja, hogy a dolgozók munkáját segítse láthatóvá tenni. [13]

Kanban jel létrehozása történhet többféleképpen, például egy kártyával, tárolónak az üres helye, számozott jelölések, vagy kanban jel lehet egy tároló, ami üres. Mindig az adott vállalat a saját folyamataira egyedileg határozzuk meg, hogy számára melyik a leghatékonyabb használati módszer, lehet akár elektronikus formában is.

Kétféle módszert alkalmazhatunk, ha anyag utántöltésről beszélünk: 2 tároló megoldás vagy kanban kártya megoldás. Ha dupla mennyiséget szállítunk be, annak az előnye, hogy az egyiket használjuk, a másik teli mennyiséggel vár a felhasználásra, így, ha kiürül az első, a másodikat tudjuk használni, van idő rá, hogy megérkezzen az utántöltés, és a termelés megszakítás nélkül történik. A másik módszer, ha kártyát használunk, ami végig követi az anyag mozgását. A kártya olyan információkat tartalmaz, mint például az anyag specifikációi, száma, helye. Minden egyes kártya jelként funkcionál, és csak akkor történik újra töltés, ha a kártya használatba kerül. [13]

Jidoka

Sakichi Toyoda módszer alapján alapszik, aki olyan automata szövőszéket fejlesztett ki, amely azonnal leáll, ha egy szál elszakad. aminek köszönhetően lehetővé vált, hogy egyetlen gépkezelő több gépet is felügyelhesen, anélkül, hogy selejtes szövetet gyártanának. [5]

A szó lényegében az emberi intelligenciával ellátott automata gépre utal, megáll amikor probléma merül fel. Ebből fejlődött ki az Andon rendszer. [6]

Andon

Az egy darabos áramlásnak (folyamatos áramlás) köszönhetően biztosíthatjuk, hogy a folyamataink nem engedik át a selejtes végterméket a vevőhöz, azonban ehhez fel kell ismernünk a folyamataink közben a standardtól való eltérést, és azokra reagálni kell. Ahhoz, hogy hatékonyan és gyorsan tudjunk reagálni a hibákra, az andon (ősi Japán szó, jelentése papírlámpás magyarul) rendszer erre a célra lett fejlesztett eszköz. Célja, hogy az operátor

jelezni tudja, ha standardtól való eltérés keletkezett, és segítségre van szüksége. Az andon rendszer felruhazza a dolgozót a sor megállítására, abban az esetben, ha minőségügyi problémák jelentkeznek, és azt nem tudja megoldani önerejéből, és külső beavatkozásra van szükség. [13]

Ez a jelzés a legtöbb helyen egy zsinór, amit, ha meghúznak a dolgozók, akkor a közvetlen feletteseik erről jelzést kapnak, és tudnak rá reagálni. Azonban ez lehet egy elektronikus jel is. A másik fontos része a statisztika, amivel nyomon követhetőek a hibák, a gyakori, illetve egyszeri hibákra intézkedéseket kell hozni. [14]

5S rendszer

A Toyotánál kialakított rendszer egy tiszta, jól rendezett munkaterületet foglal magában, a fejlődésnek az alapja. 5 idegennyelvű szóból tevődik össze, eredetileg japánul íródott, de angol szavakként terjedt el:

- Seiri / Sort: Válogatás
- Seiton / Set in order: Elrendezés
- Seiso / Shine: Takarítás
- Seiketsu / Standardize: Standardizálás
- Shitsuke / Sustain: Fenntartás

A válogatásnál az első elv, hogy amire nincs szükségünk, azt távolítsuk el, mert a munkaterület könnyen elhalmozódik például alkatrészekkel, selejtekkal, segédeszközökkel, dokumentumokkal stb. [14]

Az elrendezésnél minden szükséges tárgynak helyet kell kijelölnünk, úgy, hogy a mozgásokat minimalizáljuk. A három fő kérdés, hogy hova, mit és mennyit tegyünk az adott helyre. Ennek megvalósításához különböző jelöléseket használhatunk, például színeket, vagy árnyéktáblákat annak érdekében, hogy könnyebben felismerhető legyen, az eszköz dedikált helye. A fő cél az átláthatóság, valamint az, hogy az eszközök mindenki számára könnyen megtalálhatóak és elérhetőek legyenek bármikor, és a nem standard módszerek mindenki számára egyértelműek legyenek. [14]

Takarításnál a tiszta és rendezett környezet elérése a cél, mert ez növeli a dolgozók motivációját. Az előző két lépés hatására felszabadultak területek, így a takarítás könnyebb és gyorsabb. A következő lépés, hogy meghatározzuk, hogy mit kell megtisztítani, hogyan kell megtisztítani, ki fogja ezeket elvégezni, illetve, hogy mi számít tisztaságnak. A takarítás

célpontjai a munkaterületek, gépek, eszközök, ablakok, irodák stb., és ezekhez a tisztítás módját is módszerét is meg kell határozni. [14]

Standardizálásról már volt szó az előző pontoknál, itt a fenntartás miatt fontos téma. A standardnak le kell írnia, hogy mely eszközöknek hol kell lenniük, mely eszközöket kell a munkaterületen tárolni és használat után hogyan, milyen módon kerül vissza az eszköz az előírt helyére. Amennyiben nem kerül vissza a kijelölt helyére valami, az eltérés egyből észrevehető. [14]

A továbbiakban meg kell bizonyosodni arról, hogy mindenki számára egyértelmű, hogy miként és hogyan kell elvégezni ezeket a lépéseket, és további oktatásokat szervezni, hogy azt sajátjukként kezeljék, ezzel ösztönözve őket fenntartásra. [14]

1.2. Six Sigma

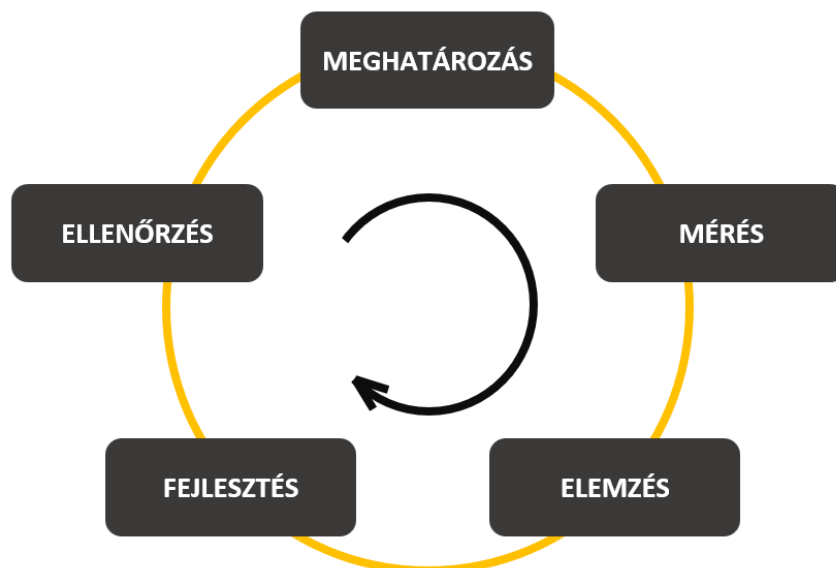
A Six Sigma egy rendszerezett és robosztus módja a fejlődés megközelítésének, ami főleg a vevőre fókuszál. Fő célja, hogy a folyamatokat úgy fejlesszük, hogy azok megbízhatóan működjenek, és a kimenet egyenletes legyen. Az 1980-as években fejlődött ki igazán a Motorola cégnél.

Öt kiemelt dologra kell odafigyelni, mikor alkalmazzuk. Az első ilyen, hogy megértsük, hogy mi az, amit a vevő elvár tőlünk. Ez az úgy nevezett Critical to Quality (CTQ), amely egy teljesítmény mérés. Lényegében minden szempontot számokban nézünk, így például, ha a vevő megérkezik hozzánk, szeretné, ha kellemes környezetbe érkezne. De mit is jelent ez pontosan? Meg kell határoznunk azt a hőmérsékletet, amely a vevő számára tökéletes, így például a 21,2 °C egy mutató szám lehet számunkra, amitől nem szeretnénk eltérni. A második, hogy házon belül is tisztában legyünk a folyamatinkkal, és hogy azok megfelelnek-e a vevő kritériumának. A harmadik a változók eliminálása, és a tényeket vesszük figyelembe a döntéseknél. Ha tudjuk kontrollálni a változókat, akkor helyes választást fogunk hozni. A negyedik, hogy avassuk be a dolgozókat, és hogy úgy tudjanak dolgozni, hogy az számukra is a lehető legjobb legyen. És végül, hogy a fejlesztési folyamatokat rendszerezetten végezzük el, így egy elhamarkodott döntést meg tudunk előzni, ezért használja a DMAIC módszert a Six Sigma. [7]

1.2.1. DMAIC

A DMAIC egy angol mozaikszó, ami a define (meghatározás), measure (mérés), analyse (elemzés), improve (fejlesztés) és control (ellenőrzés) szavakból (MMEFE) tevődik össze, ami egy keretet ad a meglévő folyamataink fejlesztésére egy meghatározott rendszeren belül. Minden MMEFE projekt egy probléma észrevételénél kezdődik, tehát a meghatározás

részben leírjuk, hogy szerintünk mi az, amin szükség van fejleszteni. Adatok nélkül csak találgatnánk, ezért a mérés fázisban információkat gyűjtünk, és tényeken keresztül fogjuk megérteni a problémát, így hatékonyabb lesz a feltárás része. Az elemzés részénél a tényeket használjuk, és így juthatunk el a gyökérok feltárásához. Ha már tudjuk, hogy mik okozzák a problémákat, a fejlesztésnél lehetőség nyílik potenciális megoldási javaslatokkal előállnunk. Minden tervet le tudunk tesztelni, és finomítani, hogy az ténylegesen úgy fog-e működni, és azt a hatást érnék-e el, amit szeretnénk. Az ellenőrzés pedig egy hasonlóképpen fontos feladat rész, ugyanis az implementálás után így tudhatjuk meg, hogy a fejlesztésünk megszüntette-e a gyökér okot, vagy más problémák adódtak esetleg. Amennyiben további beavatkozás szükséges, a lépések ismételhetők, azonban nem érdemes kihagyni, vagy tovább ugrani fontos pontokon. [7]



4. ábra DMAIC (MMEFE) körfolyamat (saját szerkesztés [13] alapján)

1.3. Javascript

Az internet elterjedésével az ügyfél-oldali nyelvekre való igény megnövekedett. Abban az időben az internet sokkal lassabb volt, de a weboldalak egyre összetettebbé váltak, a felhasználók száma is egyre több lett, így egy gomb lenyomása után akár 30 másodpercet is várni kellett, hogy feldolgozza az oldal a kérést, majd megjelenjen egy hibaüzenet, hogy valamelyik mező üresen maradt.

Brendan Eich 1995-ben elkezdett fejleszteni egy szkriptnyelvet amit Mocha-nak neveztek el, ami később a „Live Script” nevet kapta. A Netscape Navigator 2 találmány révén a nyelv egyszerre használta a felületet és a szerver elérését. A hivatalos megjelenés

előtt a Netscape megváltoztatta a nevet LiveScriptről JavaScript-re, hogy kihasználja a Java okozta sajtófelhajtást.

A JavaScript 1.0 nagy hírre tett szert, így később jött az 1.1, ami még tovább növelte a népszerűségét. A Microsoft ebben az időben helyezett több erőforrást az Internet Explorer böngészőbe, és hogy elkerüljenek minden jogi vitát, ők JScript-ként használták, aminek köszönhetően két különböző született, de ez egy hatalmas lépcsőfoka volt annak, hogy nyelvvé alakuljon. [9]

1.4. Felhasznált programok

A dolgozatom elkészítéséhez két programot használtam: Az egyik a Visual Studio, ahol a kezelőfelületet hoztam létre a dolgozók számára, a másik az Excel, ahová az adatokat importáltam, majd feldolgoztam őket.

Visual Studio

A Visual Studio egy hatékony fejlesztői eszköz, amellyel a teljes fejlesztési ciklust egy helyen el lehet végezni. Ez egy átfogó integrált fejlesztői környezet (Integrated Development Enviroment, rövidítve IDE), amellyel például programozni lehet, vagy szerkeszteni egy meglévő kódot, továbbá hibakeresésre is használható, de alkalmazás fejlesztésére is kiválóan alkalmas.

Nagy előnye - ami miatt ezt a programot választottam - hogy csak azokat telepítettem fel, amikre szükségem volt, hatékonyan tudtam programozni benne, a vizuális megjelenítések segítettek a tervezési folyamat során, és támogatja a JavaScript nyelvet, ami különösen fontos volt a számomra, hisz ezt a nyelvet használtam a programozáshoz és a tervezéshez. [11]

Excel

Az Excel egy táblázatkezelő program, amit a Microsoft fejlesztett ki, amelynek használatával az adatok formázhatók, rendszerezhetőek lesznek, mindemellett függvények segítségével számolásokat is lehet benne végezni.

A programot arra a célra használtam, hogy a kinyert nyers adatokat fel tudjam dolgozni, és ki tudjam értékelni, majd vizuálisan is meg tudjam jeleníteni a könnyebb érthetőség érdekében. [17]

VBA

Teljes nevén Visual Basic for Application, a Microsoft örökségének része. VBA-t használnak programok írására a Windows operációs rendszerhez, belső programozási nyelvként fut az MS Office csomagok alkalmazásaiban. A VBA lehetővé teszi a felhasználók számára, hogy testre szabhatóak legyen azok a lehetőségeket, amelyek általában nem elérhetőek.

A VBA egy esemény vezérelt eszköz, ami azt jelenti, hogy egy cselekvéssorozat átadhatóvá válik a számítógépnek, azaz egyéni makrókat hozunk létre. Egy makró lényegében karakterek sorozata, aminek bemenete egy másik karakterek sorozatát eredményezi. Az Office csomagok mindegyike képes VBA kódot integrálni a programok fejlesztése érdekében, az ismétlődő munkafolyamatok, adatelemzés és adatrendezés esetén a legjobb választásnak bizonyult az Excel esetében.

A VBA többek között használható makrók írására egy gyors elemzés elkészítéséhez, adatok frissíthetővé válnak automatikusan, bármely adatok kilistázásához, megjelenítéséhez vagy létrehozásához, de cellák másolására és beillesztésére is tökéletesen alkalmazható. [3]

2. Értékteremtési problémák feltárása

2.1. Cégbemutató

A cégcsoportot Anton Duvenbeck, egy kis fuvarozó alapította 1950-ben. Azóta a vállalat folyamatosan bővült, és ma már több mint 1000 teherautóval rendelkezik. A Duvenbeck egy globális szállítmányozási és logisztikai vállalatcsoport, amely számos országban jelen van.

A vállalatcsoport többek között Európában, Észak-Amerikában, Ázsiában és Ausztráliában is tevékenykedik, és számos nagyvállalat ügyfélköréhez tartozik, mint például a Daimler, a BMW, a Volkswagen, az Audi, General Motors és más neves autóiipari cégóriások.

A vállalat szolgáltatásai közé tartozik az áruszállítás mellett a logisztikai megoldások tervezése és kivitelezése is. A folyamatos piaci változás miatt folyamatosan keresi az újabb és hatékonyabb szállítási és logisztikai megoldásokat, így elmondható, hogy a rendszerük a legmodernebb technológiákat és eljárásokat alkalmazza, hogy biztosítsa az áruk biztonságos és hatékony szállítását. Ezek mellett nagy hangsúlyt fektetnek a környezetvédelemre és a fenntarthatóságra, ezért a szállítási megoldásoknál ezek fő szempontok.

Magyarországon két fő tevékenységre fókuszál, melyek az autóiipari beszállítások és a logisztikai szolgáltatások. A Duvenbeck és a Daimler évtizedek óta szoros együttműködésben vannak jelen a piacon, ezért az egyik fő beszállítóként raktározza, szekventálja, előszereli és szállítja a vállalat által gyártásra kerülő autók alkatrészeit.

A Duvenbeck ezeken felül többféle szolgáltatást is nyújt az autóiipari tevékenységein. Raktározási megoldásokat kínál, beleértve a szárazföldi raktározást, a hűtött raktározást és a veszélyes anyagok tárolását is. A kontraktlogisztika a szállítmányozás és a raktározási igények kezelését ötvözi a pénzügyi, készletezési és egyéb logisztikai folyamatokkal, de foglalkoznak még beszerzési logisztikával, ellátási lánc menedzsmenttel, projektlogisztikával és áruellenőrzéssel is, de ma már a vegyiparban és a gépgyártásban is széles skálán vehetőek igénybe szolgáltatásaik.

2.2. A tanulmány háttere

Jelenleg két olyan csarnokkal rendelkezik a Duvenbeck, ahol előszerelés, szekventálás vagy raktározás történik. Az egyik a cég közös projektje a Plastic Omniummal, így azt PO csarnoknak hívják, a másik pedig a Logistics Lager, avagy a LoLa, ami az első két kezdőbetű rövidítéséből tevődik össze. A dolgozatom a PO csarnok termelési területére fókuszál. A PO

telephely, akárcsak a LoLa is 3 csarnokra van felosztva. A LoLa-tól eltérően az elsőben csak raktározás folyik, ami magába foglalja az áru beérkezést is, a második csarnokban történik az összeszerelés, ahol 4 különböző értékteremtő folyamat van jelen / megy végbe, illetve a harmadik csarnokban tárolják a már elkészített, előszerelt vagy szekventált alkatrészeket.

A második csarnokban két féle összeszerelési folyamatot különböztethetünk meg. Az egyik a JIT, amikor a mennyiség a fontos, de a sorrend nem, ilyen például a küszöb előszerelése, vagy a kerékívek, amiből három féle méret is megtalálható. A másik pedig a JIS, amikor a sorrendet előtérbe helyezzük, nem mindegy, hogy egyes alkatrészekbe milyen komponensek kerülnek bele. Felszereltségtől függően kerülnek állomásról állomásra az előszerelésre váró anyagok, így fontos figyelembe venni többek között a színeket is. Színenként eltérőek lehetnek a beszerelésre váró alkatrészek, de például lehetőség van krómozott vagy nem krómozott díszlécet is kérni. A JIS sorokon szerelik elő a hátsó lökhárítót, az első lökhárítót, illetve a tető spoilert.

A dolgozat megértéséhez szükséges bemutatnom, hogy miként jut át az anyag az egyes csarnokból a kettesbe. Minden anyaghoz tartozik egy egyedi cikkszám, ami mellé van rendelve a Daimler által használt cikkszám. A JIT és a JIS sorokon eltérőek lehetnek ezek a cikkszámok, ugyanis a különböző színekhez megegyező cikkszám tartozhat. Példaként vegyük az A1172787600 Daimler cikkszámot, és az ehhez tartozó általunk kezelt cikkszám, a ZPO50130450. Az utóbbinak az első betűje változhat attól függően, hogy késztermékről vagy csomagolóanyagról beszélünk-e, tehát lehet FPO vagy VPO, azonban a Daimler esetében mindig „A” betűvel kezdődnek a cikkszámok, a soron következő 3 betű az autó típusára utal, a maradék 6 karakter pedig egyedivé teszi azt. A fent említett cikkszámokat alkalmazzák különböző színek esetében, azonban a megkülönböztetés érdekében extra 4 karaktert alkalmaznak, tehát minden szín kap egy plusz számot: A172787600_9149 vagy A172787600_9898. A Duvenbeck azonban az előzőektől némiképp eltérően oldja meg ezt a feladatot, ugyanis az A172787600 cikkszámokhoz különböző ZPO számok tartoznak, így el fognak térni egymástól.

A JIS és a JIT sorokon belül lényegesen különböznek a folyamatok, így az állomások számai is változnak, ezért egy egységes rendszer bevezetése nehezen megoldható.

2022 júliusában egy külsős cég felmérte, elemezte és összeírta azokat a hiányosságokat vagy fejlődési területeket, amivel érdemes a közeljövőben foglalkozni. Ezek között szerepel több nagyobb volumenű projekt is, azonban számos olyan van, amely néhány nap alatt orvosolható probléma. Az egyik ilyen nagyobb volumenű téma a termelésben történő kommunikációnak a hiánya volt, a legtöbb esetben 5-10 percen belül sikerült találni valakit,

aki segít elhárítani a problémát, azonban a megfigyelés alatt voltak olyan esetek is, amikor 20 percen felül oldódott meg egy könnyen kezelhető probléma. Ennek a feladatnak a megoldására fogok részletesen kitérni a dolgozatom során, hogy hogyan lehet körülbelül 90 dolgozónak a legoptimálisabban segítséget nyújtani.

2.3. Az értékteremtés során felmerülő kihívások

A Duvenbeck jelenleg közel 200 embert foglalkoztat csak a PO csarnokban, így a kommunikáció elengedhetetlen a dolgozók között. Egy műszakban legalább 30-35 ember dolgozik az alkatrészek előszerelésén, így a műszakvezetők, illetve a csoportvezetők számára fontos tudni, hogy mikor ki és mit csinál. Ez napi szinten több mint 100 munkavállalót jelent, az ők koordinálása és összetartása egy igen nehéz dolog, még akkor is, ha minden tökéletesen működik.

A termelésben a séták során gyorsan kiderült, hogyha valaki elakadt a munkája közben, akkor nem tud közvetlenül segítséget kérni senkitől, kivéve, ha a soron lévő munkatársa nagyon jól ismeri a folyamatokat. A megfigyelések során kiderült, hogy a dolgozónak több gondja is felmerülhet a szerelés közben, ilyen például, ha a gép, amin dolgozik nem úgy végzi el a hegesztéseket, ahogyan az elő van írva, vagy olyan hibára fut, amivel nem tud mit kezdeni a program, ezért leállítja magát, hogy ne okozzon kárt a munkadarabon. Kézenfekvő lenne, hogy ebben az esetben telefonon kérjen segítséget, azonban azoknak a jelei akár kárt is tehetnek bizonyos alkatrészekben, így a használatuk nem engedélyezett a szerelés közben, illetve minden munkavállaló számára telefont biztosítani nagyon drága volna, és emellett az a veszély is fennáll, hogy azzal sérülést okoznak az alkatrészen.

A munkavédelmi előírások és egyéb szabályok miatt a dolgozónak minden probléma esetén veszélyes elhagynia a munkaterületét. Ez több okból kifolyólag is gondot tud okozni. Az egyik ilyen, hogy folyamatos targonca forgalom a sorok között annak érdekében, hogy az anyagellátás folyamatos lehessen. A területek úgy vannak kialakítva - ami Duvenbeck első számú szabálya - hogy a biztonságot mindig szem előtt kell tartani. A targonca útvonal nem keresztezheti az operátor egyetlen útvonalát sem, mindent úgy kell kialakítani, hogy ne keletkezhessen ebből semmilyen személyi sérülés.

2.4. Múltbéli folyamat ismertetése

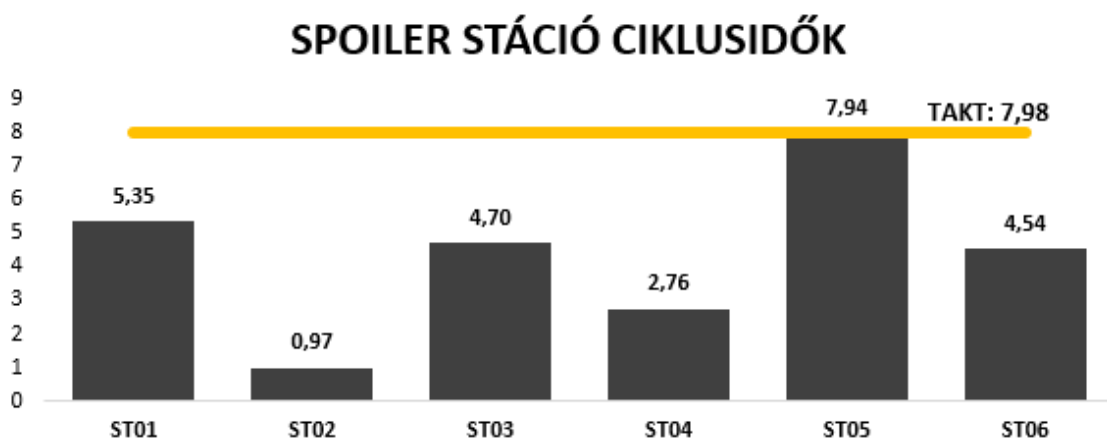
A múltban történt folyamatok megismerése fontos abból a szempontból, hogy a későbbiekben az összehasonlítást meg tudjuk érteni. A projekt körülbelül 2022 októbere óta, mint hivatalos folyamat szerepel a cég életében.

Ahogy arra már korábban is kitértem, a problémát egy külső cég írta le először, mint veszteség, de már előtte is felmerültek rá megoldási lehetőségek, és már volt szó arról is, hogy miként lehetne ezt megoldani,

A veszteség folyamatát az operátor, a csoportvezető, műszakvezető és a termelés vezető szempontjából is meg fogom vizsgálni. Az hibakérés első pillanata mindig az operátortól indul, így érdemes innen kezdeni és megérteni a folyamatot. Az állomásoknál történő leállások több okból is történhetnek, de talán két nagy csoportra bonthatjuk őket: a gép okozta megállás, illetve az operátor okozta megállás. Az emberek által okozott időkieséseket nehéz tovább bontani, illetve időigényes volna a gyökérokat keresni, így a továbbiakban sem lesz tovább taglalva. A gépek okozta leállásoknál viszont érdemes és fontos mélyebbre ásni, ugyanis ezek az eszközök biztosítják a munkavállaló számára a hibamentes végtermékek előállítását. Amennyiben hiba keletkezik, és a rendszer tovább engedi, akkor olyan selejt keletkezik, amelynek ki kellett volna kerülnie a folyamatból, azonban ez valamilyen hiba folytán nem történt meg.

Amikor az operátor elakad a munkája közben az egyik fentebb említett hiba miatt, és nem tudja elvégezni, akkor két opció áll rendelkezésére: megpróbálhatja egyedül megoldani a problémát, vagy segítségek kérhet a munkatársától. Amennyiben sikeresen megoldják, akkor külső beavatkozás nélkül viszonylag kevés idővesztéssel tudja tovább végezni a munkáját. De ezzel azt a veszteséget tudja magával vonzani, hogy a többi dolgozó kiesik a „ritmusból”, a takt időből, ami a többi állomásra is nagy kihatással lehet, aminek következménye a kevesebb kész alkatrész vagy a kiugró szűk keresztmetszet keletkezése, ami miatt 1-2 dolgozónak gyorsan és megállás nélkül kell teljesítenie azt, amit alapjáraton akár lassabban kellene elvégeznie. Az esetek nagy számában a dolgozók ezt választják, mert ezen tudással nem rendelkeznek, és nem is elvárt tőlük. A vállalat szempontjából a külsős beavatkozás hosszú és rövid távon is sokkal szerencsésebb, azonban az operátorok számára rengeteg hátránnyal jár. Abban az esetben, ha nem tudja megoldani a dolgozó a felmerült hibát, és a kollégák, akiktől kérte a segítséget sem tudják megoldani, akkor több ponton is sérül a termelési lánc, akkor az operátornak külső segítséget kell igényelnie. Ebben az esetben a dolgozónak a műszakvezetői szigethez kell sétálnia, majd onnan segítséget szereznie, de sok esetben a műszakvezetői szigetenél nem tartózkodik olyan ember, aki megoldást tudna nyújtani a megállásra. Ez azért fordulhat elő, mert a csoportvezetőnek és a műszakvezetőnek is több olyan feladata van, ami nem a számítógép előtt történik, így akár a három csarnok közül „bárhol” lehet abban a pillanatban. Sok esetben besegít a hármas csarnok szekventálásában, vagy egy másik állomáson tartózkodik, ahol épp egy hibát hárít

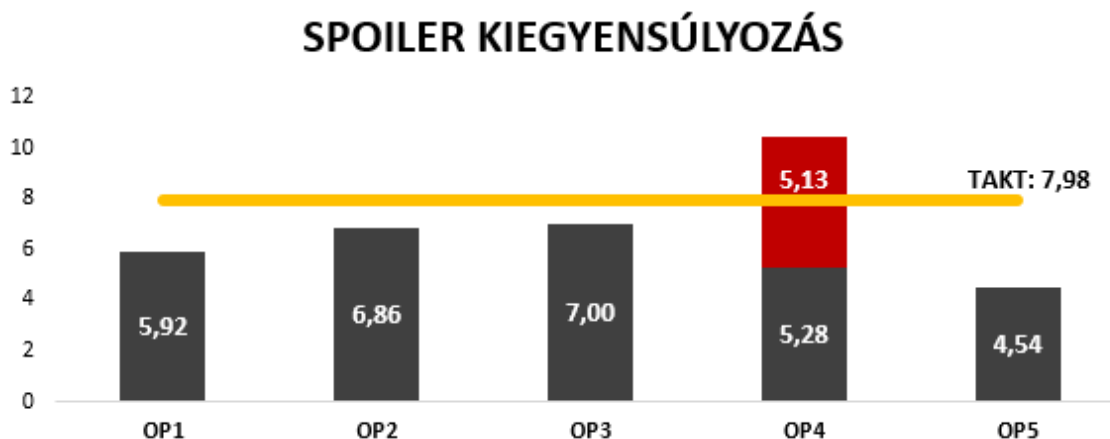
el, vagy előfordul, hogy helyettesítenie kell egy adott munkafolyamatban valakit. Miután talált a dolgozó valakit, aki segítséget tud neki nyújtani, akkor közösen visszasétálnak a munkaterületre, ahol a hiba keletkezett. Sok esetben a gépi hibák mindig külső beavatkozást igényelnek, mert ha eltérést észlelnek, akkor a rendszert újra kell indítani, ezt pedig csak egy arra a célra létrehozott speciális kulccsal lehet. Még így is fordulnak elő esetek, amikor a kulccsal történő felülírás sem segít, ilyenkor a karbantartást is be kell vonni a hibaelhárítás folyamatába. A karbantartáshoz általában csak a csoport vagy a műszakvezetőn keresztül lehet eljutni, így a kommunikációs láncot nem tudják megtörni.



5. ábra Állomás idők

Ezek a leállások az előre felállított kiegyensúlyozást is összezavarhatják, ezért nagy a bizonytalanság az előre összeállított balansztervekben. Ezekben az esetekben a tervezők a 85%-os OEE-t alkalmaznak, tehát a rendelkezésre állás nem 100%, amit úgy oldanak meg számolások során, hogy kevesebb időt vesznek alapul. A hivatalos számolás úgy történik, hogy 1 teljes műszak, hosszabbítás és egyéb extra tevékenységek nélkül 8 órát jelent, így ez az összes óraszám. Ezekből le kell vonni a szünetek összes idejét, ami jelen esetben 45 perc, így 7 óra és 15 perc maradt az értékteremtésre, de a hozzáadott OEE ennek az időnek a 85%-át veszi, tehát 6,16 óra van elvégezni arra a műszakra tervezett igényeket. Számolásnál a percek pontosabb értéket adnak, ezért a hivatalos és elfogadott idő mennyiség a 369,75 perc és az igény szám napi szinten 164 (kivéve az első lökhárítónál, ahol csak 1 típust szerelnek, ezért ennek az 55%-át vesszük, tehát 90,2 darab), 1 műszakra levetítve pedig 54,67 darab. Ennek a számolásnak köszönhetően megkapjuk azt az ütemidőt, amit a dolgozóknak tartaniuk kell, de ha pár másodperccel eltér, még akkor sem lehet belőle gond, mert ráhagyással lett kiszámolva, de ez is csak eseti jelleggel, gyakori eltérés esetén a 54,67 darabszám már nem tartható. A hibaszámok mennyisége és ciklikussága képes eltorzítani ezeket az időket a negatív irányba.

Az 5. számú ábrán a spoiler stációnak egy kiegyensúlyozott terve látható. Az oszlopok az állomásokat jelenti, és a magasságuk a hozzájuk tartozó ciklusidőt, percben. Ebben az esetben az látható, hogy állomásonként mennyi időbe telik a folyamat elvégzése, de itt még nincs összevonva, nincs „kibalanszállva”. Ha ezeket az állomásokat összevonjuk úgy, hogy ne legyen több mint az ütemidő, és a lehető legjobb elosztásba kerüljenek a feladatok (az egyik dolgozó ne kapjon túl sok feladatot, míg a másik szinte semmit), akkor az alábbi végeredményt kapjuk.

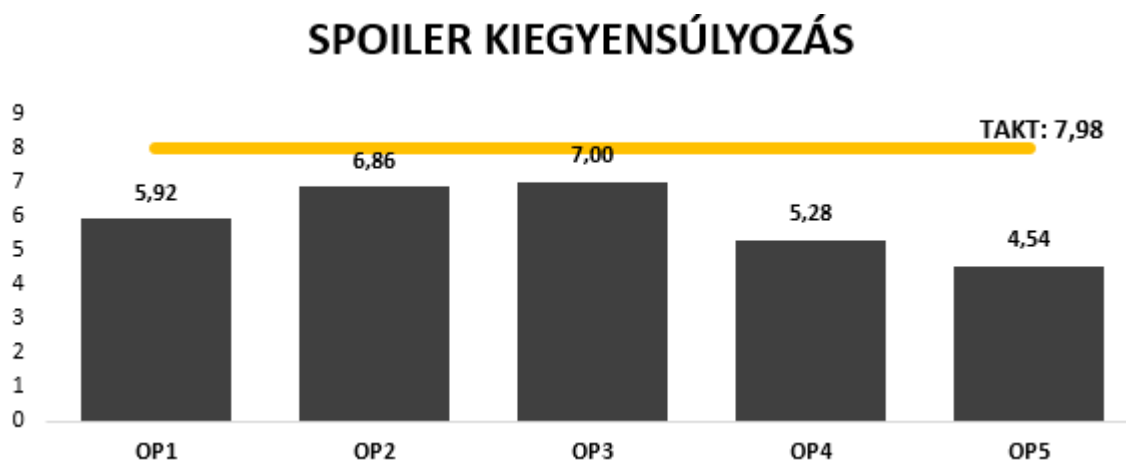


6. ábra Kiegyensúlyozott idők kiugrással

A kiegyensúlyozott diagramon jól látható (6. és 7. ábra), hogy vannak állomások, amik a takt idő határán vannak, de látható olyan is, ahol viszonylag kevesebb időbe telik a dolgozónak elvégeznie a feladatát. Ebben az esetben az oszlopok az operátort jelentik, a magasságuk továbbra is az időt, percben. Az adatok a valóságon alapulnak, azaz mért idők, nem MTM alapú időértékek. Az MTM jelentése: Method Time Measurement, amivel megállapítható egy folyamat ideje. Minden mozdulathoz tartozik egy időegység, ami a távolság és a gyakoriság függvényében változik, a végeredmény pedig percben jelenik meg. A múltbéli probléma vizuális megjelenítése diagram formájában az alábbiak szerint szemléltethető.

A kiugró piros érték a hiba idejét jelzi, azaz, hogy mennyi idő volt a hibát elhárítani. Ez az idő egy mért adat, a hiba jellege alapján változhat. Jól látható, hogy az állomáson eltelt idő jelentősen az ütemidő felett van, ugyanis 2,43 perccel több időt töltött el az állomáson, mint szabadott volna, illetve a teljes ciklusidőt tekintve majdnem kétszer annyi időt vett igénybe a szerelése, így az előtte lévő állomásról nem jutnak tovább az alkatrészek, az utána lévő állomásokon pedig várnak az alkatrészeire. Ezt a várakozási időt veszteségként kell elkönyvelni, és a hosszú idő okozta kiesést már nem tudják a dolgozók visszahozni, a következő ciklusukban sem. Az 5,13 percnyi állásból 4,5 perc a felettesének megtalálásából

áll, a maradék 0,63 percben pedig a hiba tényleges elhárítása történt. Az ilyen jellegű kimaradások naponta többször is előfordultak, a dolgozóknak számtalanszor el kellett hagyniuk az állomásaikat.



7. ábra Sori kiegyensúlyozás

Az időkiesésen felül a már említett plusz séták is gondot jelentenek, ami a dolgozók szempontjából kifejezetten negatív, a vállalat szemszögéből pedig szintén negatív visszhangot kelt. Ezért ezt a problémát is kellő fontossággal kell kezelni. A műszakvezetői szigettől messzebb lévő állomásról a hiba megoldásához többet kell sétálni, így akár 85-90 métert is jelenthet hibánkként (ez a távolság az oda és vissza utat is tartalmazza). Ez alatt az út alatt kétszer keresztezheti a targonca útvonalát, így ez sem elhanyagolható.

Korábbi javaslatként többféle lehetőség is felmerült, hogy miként lehetne megoldani ezt a problémát. Az egyik ilyen az úgynevezett nővérhívó volt, ami azt jelenti, hogy minden állomásra kihelyeznek egy lámpát és olyan eszközt, ami hangos jelzést tud generálni, így, ha valakinek gondja akad a termelés során, akkor a számára kihelyezett gombot megnyomja, és az messziről is jól hallhatóvá és láthatóvá válik. Ez lényegében egy működő és bevált rendszer, amit alkalmaznak ilyen esetekben. Az első ilyen rendszert egy madzag felfüggesztésével oldották meg, ha eltérést tapasztal a dolgozó, akkor a madzag meghúzásával jelezheti a felettesei számára, hogy problémát érzékelt, ezzel megállítva a gyártósort. Ez a rendszer felhatalmazta a dolgozót arra, hogy bármikor megállítsa a sort annak érdekében, hogy ne kerüljön selejtes termék a soron következő állomásokra. Ez a javasolt rendszer is hasonlóképpen működhetett volna. A műszakvezetők, illetve a csoportvezetők egy ötletként a telefonjukat találták megoldásként. A dolgozók és a vezetők javaslatait figyelembe véve álltam elé a kihívásnak, hogy miként is lehetne ezt a projektet megvalósítani.

3. A fejlesztési folyamat kihívásai

A piacon sokféle lehetőség közül lehet válogatni, ha egy erre szakosodott céget keres fel a vállalat, akik az egyedi kérések teljesítése mellett egy stabil és biztos háttérrel tudnak nyújtani. Azonban mindegyik opciónál a felmerülő költségek nagyon magasak tudnak lenni adott esetben, így egy költséghatékony módszerre van szükség.

A külső cég által felmért problémát úgy szeretném megoldani, hogy az a cégnek ne kerüljön sokba megvalósítani, és alacsony karbantartási költségek mellett legyen kialakítható. Számomra egy olyan program használata volt kézenfekvő, amit már ismerek és tudok használni, illetve a cég számára sem jelent plusz befektetést, ezért a Microsoft Excel mellett döntöttem.

Az Excel széleskörű felhasználása miatt számos problémára nyújthat megoldást, de megvannak a határai, így a túlzottan bonyolult algoritmusok kezelésére már nem alkalmas. Mivel a program mindenki számára ismert, ezért szabadon tervezhettem meg a folyamatát anélkül, hogy különösebb betanítás volna szükséges.

Az első próbatétel az volt, hogy megoldjam a két Excel fájl közötti kommunikációt, amire azért volt szükség, mert az első elgondolásom szerint 2 fő fájl létrehozásával fog működni. Az egyik a kezelőfelületet jelenti, azaz egy olyan interfész megalkotása, amivel a termelésben lévő dolgozók fognak találkozni. Itt a cél az volt, hogy a lehető legegyszerűbb és könnyen értelmezhető legyen bárki számára, és egy rövid oktatás után is lehessen használni. A másik fő fájl egy háttér adattároló, ami működteti a programot, és amit a csoportvezetők és a műszakvezetők kezelnek, így minden adat megjelenik a számukra. A kommunikáció fontossága a kettő között azért kiemelt, mert ha a kezelőfelületen változás történik, az minél hamarabb látható legyen a vezetők számára is, hogy a lehető leggyorsabban lehessen reagálni az eltérésekre, ami az egyik fő célja a projektnek.

A tesztelések során felismertem, hogy az információcsere két Excel fájl között úgy valósítható meg a legegyszerűbben és leghatékonyabban, ha egy másik fájl cellájára hivatkozok. A másik ilyen észrevétel az volt, hogy 1 cella adattartalmának kell magában hordoznia minden olyan információt, ami szükséges a továbbiakban, ugyanis így lehet a leggyorsabb minden szempontból. Kezdetben ez az 1 cella tartalma manuálisan került frissítésre, később pedig a VBA programozási ismereteim révén automatizáltam ezt a lépést. A programot úgy írtam meg, hogy mindig azt a cellát figyelje, és ha megváltozik, akkor küldjön egy értesítést. A cella tartalmát ezek után standardizáltam, hogy minden állomásnak

legyen 1 egyedi azonosítója, ami ránézésre is érthető, tehát az egyedi azonosító egy általam kreált szó volt, nem pedig egy program által létrehozott egyedi azonosító kód.

A következő lépés az állomások egyedi azonosítójának létrehozása volt, annak érdekében, hogy minden üzenet egyedivé tudjon válni. A terv szerint az egyik oldalon egy gombot hoztam létre, ami mindig a saját Excelében ugyanazt a cellát írja felül. Ezen döntés háttérében az állt, hogy a JIS sorok elejére, vagy végére kihelyezünk egy erre a célra kihelyezett laptopot, amit a dolgozók tudnak kezelni, így 1 fájlban belül több gomb is használva lesz. Az úgynevezett mesterfájl pedig a kezdetben 15 másodpercenként, később pedig már 1 másodpercenként frissítette magát, ami azt jelenti, hogy 1 másodpercenként megnyitotta az egyedi azonosítóval ellátott adatforrásokat így, ha megváltozott a cella tartalma, akkor a vezetőknél lévő Excel a hangjelzés mellé egy üzenetet is feldobott, benne az egyedi kóddal, ami megmutatta, hogy melyik gombot nyomták meg. Itt az első probléma akkor merült fel, amikor kétszer egymás után megnyomtuk ugyanazt a gombot 5 perc eltéréssel, ugyanis abban az esetben a cella tartalma nem változott, és a program nem ismerte fel, hogy az már egy új gombnyomás. Ezért szükség volt egy új képletet létrehoznom, aminek segítségével nyomon tudtam követni, hogy a dokumentum mikor lett legutoljára elmentve, így minden gombnyomás a cella megváltoztatása után automatikusan mentett, és az időpont ezzel együtt frissült. Ezt az időváltozót hozzáfűztem a gomb által létrehozott rövid szöveg mellé, így ebben az esetben, ha ugyanazt a gombot nyomtuk meg valamennyi idő eltelte után, az üzenet mögötti időazonosító nem egyezett meg, így már felismerhetővé vált a program számára is.



8. ábra A kezdeti interfész

A 8. ábrán látható, hogy a felületen még csak a funkcionalitás volt az elsődleges szempont, viszont a későbbiekben ez alapozta meg a működését a rendszernek, illetve a

viisszajelzések nagyban hozzájárultak a fejlesztésekhez, és a műszakvezetői fájlnál is hasonlóképpen lett megtervezve, a kinézet csak másodlagos faktorként volt jelen, de a teszt fázis alatt a rendszer stabilitását mértem és figyeltem, annak érdekében, hogy az következő verzióra a korábban felmerülő hibákat ki tudjam javítani. Ennél a fájlnál a gombok megnyomásának időpontjait mentette le a program a fő felületre, hogy láthatóvá váljanak a leállások hosszai, ahol az ellenőr nevén felül egy megjegyzés részt is ki lehet tölteni.

F	G	H	I	J	K	L
ID	ÁLLOMÁSNÉV	KEZDÉS	BEFEJEZÉS	ÖSSZES IDŐ	ELLENŐR	MEGJEGYZÉS
HI_JAPN	HI Japán stancoló/hegesztő	aug 15:49:24	aug 15:51:01	0:01:37	Köteles N.	Stancoló gép nem indult el
HI_BOLH	HI Beginning of line	aug 15:49:56	aug 15:52:03	0:02:07	Köteles N.	Az állvány egy fokban megragadt
HI_KSAM	HI Külső szerelés AMG	aug 15:52:44	aug 15:56:58	0:04:14	Köteles N.	Csavarhúzó nem megfelelő nyomatékkal működött, megtörte az anyagot
HI_EOLH	HI End of line	aug 13:54:22	aug 13:55:01	0:00:39	Köteles N.	Számítógép lefagyott.
HI_BOLH	HI Beginning of line	aug 14:01:23	aug 14:01:38	0:00:16		
HI_HAAM	HI Házasítás AMG	aug 14:12:26		14:12:26		

9. ábra A kezdeti adatok gyűjtése a vezetői Excel fájlban

Ahol nem látható befejezés időpont, ott még nem történt meg az elhárítási folyamat, és azért látható az összes időnél ilyen hosszú teljes leállási idő. (9. ábra) Amint elhárult a probléma, a csoportvezető visszasétál a műszakvezetői szigetre, és ott nyugtázza, hogy a hibát megoldotta, rögzíti a nevét majd, ha szükségesnek érzi, akkor a megjegyzés mezőt is ki tudja tölteni. A standardizált rövid szöveges kódoknak köszönhetően (máshol ID-ként hivatkozva rá) egy egyszerű képlettel mellé tudjuk húzni az állomás nevét.

Azonban ez a verzió nem tudott eljutni az éles tesztelési fázisba, több okból kifolyólag sem. Az első és legfontosabb ok abból fakadt, hogy egyetlen pozícióba került volna a laptop, és mivel a termelési sorok viszonylag hosszúnak mondhatóak, így a folytonos séta a megállások esetén nem oldja meg azt a problémát, amit kitűztem magam elé. A séták hossza valamivel rövidebb lesz azok számára, akik a sor elején dolgoznak, a többi kollégának azonban ugyanúgy sétálniuk kell. A hangos kommunikáció a zajosabb gépek, illetve a targoncák hangja miatt nem megoldható. A másik probléma abból fakadt, amiről már korábban szó volt, hogy a termelésben lévő operatív vezetők nagy részt nincsenek a számítógépeik előtt, így nem hallani az Excel által generált hangjelzést. Az ötlet egy hangszóró beszerzése lehetett volna, de a már említett hangosabb tevékenységek miatt csak nagyon magas hangerőn lehetett volna meghallani bárholonnan, aki pedig közel tartózkodik a hangszóróhoz, annak túl hangos lett volna egy-egy ilyen hangjelzés. A halkabb hangerő kombinálása egy fény jelzéssel tűnt a legjobb megoldásnak, azonban, ha a kimenőáru raktárban szekventál a vezető, akkor ezt sem fogja tudni észre venni, így további fejlesztésekre szorult a rendszer.

Az első problémára sikerült megoldást kidolgozni. Minden állomásra létrehoztam egy egyedi Excel fájlt, amely kihelyezhetővé válik területenként. Ide már egy frissített verzió készült el, és bekerült egy köztes programrész az eddigi 2 fő fájlhoz. Ez a program teljesen függetlenül vizsgálta az Exceleket változását és gombnyomásait. Erre azért volt szükség, mert így közel 40 különböző adatforrást kellett lekezelnie a rendszernek, amire a régi nem lett volna képes. Erre a célra egy külön programot írtam, ami csak ezt a részét kezelte - a meglévő tudását megtartva - viszont gyorsabban képes volt ellátni a feladatát. Ebben az esetben a program másodpercenként nyitja meg a különböző Excel fájlokat, és ellenőrzi le, hogy az adott cellában történt-e változás. Amennyiben igen, azt is egy külön programrész kezelte le oly módon, hogy létrehoztam erre a célra 2 oszlopot az úgynevezett háttér fájlban, az egyikben azok az adatok voltak, amikben tárolta a rendszer a gombnyomásokat, a másik oszlop pedig folyamatosan frissítésre került, és a megnyitott fájlok celláit másolta át. Miután átmásolta az adatokat, a következő ciklusban összevetette a két oszlop adatait. Ha mindegyik sor egyezett egymással, az azt jelentette, hogy egyik gomb sem került megnyomásra, mert az egyedi kód mellett lévő időbélyeg változatlan maradt. A következő ciklus ismét az adatok aktualizálása volt. Ez játszódott le felváltva. Ha nem egyezett meg a kettő időbélyeg, az adott sort félremásolta magának, és generált egy jelet a vezetői Excel számára, hogy a rendszer hol talált eltérést, így a hangjelzést és az üzenetet ez alapján küldte el. Miután a tartalom továbbításra került, az új időbélyeggel ellátott ID átkerült az „etalon” oszlopba, hogy a következő ciklusban ezt a program már ne kezelje eltérésként, azaz az aktualizálás során átkerülő cella tartalom meg fog egyezni az összevetendő sorral, így a rendszer figyelmen kívül tudja hagyni. Fontos volt azonban, hogy ehhez szükség volt egy külön laptopra, amin a nap 24 órájában futott ez a program, mert csak így volt biztosítható a jelek folyamatos kiküldése. A szűk keresztmetszetet azonban nem az okozta, hogy nem volt sem kikapcsolva sem pedig újraindítva a gép, hanem az Excel alapvető határai. Amennyiben abban a pillanatban lett megnyomva a gomb, amikor a programciklus futott, akkor nem tudta megnyitni a fájlt. Ez abból fakadt, hogy amikor a gombot aktiváltuk, akkor automatikusan mentésre került a munkafüzet, és a mentés pillanatában nem lehet megnyitni azt, tehát elérhetetlenné válik az alkalmazás számára, ezért a rendszer nem tudott megbízhatóan működni.

A második problémának a megoldása több időt vett igénybe. A fő kihívást az jelentette, hogy az operatív vezetők számára megoldható legyen, hogy az értesítést úgy kapják meg, hogy a készülék náluk legyen. A laptop a súlya és mérete miatt nem megoldható, így egy olyan eszközre volt szükség, amely kicsi, könnyű és akár kézre szerelhető. Karra erősített

szkennereket már használt a vállalat, így az ötletet innen vettem át, a nehézség abból fakadt, hogy egy Windows operációs rendszer alapú eszköz ipari célra nehezen vásárolható. Az információgyűjtés során kiderült, hogy az Excel alkalmazásai nem PC alapon nem képesek futtatni a makrókat, így a fő programrészt nem tudjuk használni. Amelyiken futtatható lenne, azok nem ipari célra fejlesztett, könnyen sérülő tabletek nagy méretűek és nagyon drágák, ebből az okból kifolyólag egy új irány keresése volt a cél.

Az új irány meghatározásában a műszakvezetők és a csoportvezetők is kivették a részüket. A többszöri beszélgetésink során több olyan elképzelés is felmerült, amelyet már korábban el kellett vetni, ami nem okozott gondot, mivel a teljes rendszert új alapokra terveztük kiépíteni. Az új direktíva szerint minden értesítésnek az operatív vezetők telefonjaira kell, hogy megérkezzenek, mert azt mindig maguknál hordják, mint munkaeszközt. A másik fundamentum, hogy minden állomáshoz ki kell helyoznunk ezeket az Excel fájlokat, amiket tudnak kezelni a dolgozók.

Az aktuális irány több nehézséget is magával hozott, ilyen például, hogy az Excel miként fog Android alapú telefonra értesítést küldeni vagy, hogy az Excel kihelyezése hogyan történjen meg.

Az üzenetek továbbítása Windows rendszerről Android rendszerre kétféleképpen valósulhat meg: SMS formájában, vagy egy alkalmazáson keresztül. A kettőt összehasonlítva az SMS szolgáltatásnak komolyabb költségvonzata is lehet az alkalmazással szemben. A kutatásaim során kiderült, hogy az SMS küldés is alkalmazáson keresztül történik, egy havi keretösszeggel - amit a felhasználó dönt el, hogy mekkora értékben - és emellett folyamatos figyelmet is igényel, mert ha elmarad a befizetés része, nem érkezik értesítés a telefonra. Ezen okok összességéből fakadóan a választás az alkalmazásra esett. Számos lehetőség közül lehet választani, ha szeretnénk a számítógépről értesítést küldeni telefonra. Ezek az értesítések általában a számítógép tevékenységeivel vannak kapcsolatban, például, ha szeretnénk értesítést kapni arról, ha a laptopunk töltöttsége egy bizonyos szint alá esik, akkor azt is megtehetjük. A választásom a Pushbullet alkalmazásra esett. Ez az alkalmazás sok lehetőséget kínál az ügyfelei számára, többek között a PC és telefon összekapcsolását, nagy méretű képek küldését, és a repertoárban megtalálható az SMS küldésének módja is. Az alkalmazásnak az ingyenes verziójával minden alapvető funkció használható, és napi szinten 50 push értesítés küldhető, valamint 24 óráig biztosan tárolja az adatokat. A prémium verzió azonban minden funkció feloldása mellett nem limitálja a napi push üzenetek számát, és az elküldött adatokat is eltárolja addig a pontig, amíg a felhasználó úgy nem dönt, hogy kitörli azokat, ami számomra azért számít nagy előnynek, mert az

elküldött értesítések eltárolásának köszönhetően lesz lehetőség a későbbiekben kielemezni azokat. A korlátlan üzenetküldési lehetőség pedig azt a szűk keresztmetszetet távolítja el, miszerint csak véges számú gombnyomása lenne engedélyezett, amire a későbbiekben ki fogok térni, hogy miért volna kevés a napi 50 üzenet.

Az Excel és a Pushbullet alkalmazás összekötése teljes mértékben megoldható volt, annak ellenére, hogy nem erre a célra lett kifejlesztve. Az alkalmazás push értesítéseinek metódusa azon alapszik, hogy a felhasználó kap egy 34 karakterből álló egyedi azonosító kódot, aminek segítségével össze lehet kapcsolni két eszközt. Az alkalmazásnak 2 adatra van szüksége ahhoz, hogy egy értesítést tudjon továbbítani: cím és üzenet. Mind a kettő hivatkozhat cellára, tehát a beírt érték lesz továbbítva. Ezek után már csak a kódra volt szükség, ami publikus bármely felhasználó számára, csak egy minimális átalakítást igényelt.



10. ábra Start&Stop rendszer koncepció

Az elküldött adatokat le is lehet kérni az alkalmazás központilag tárolt szerveréről, ezért az elküldött értesítéseket is standardizálni kellett, illetve, hogy összepárosítható legyen, egy olyan metódust létrehozni, amivel könnyen megmondhatóvá válik, hogy egy adott állomás mennyi ideig állt. Ehhez vissza kellett térnem azokra az Excel fájlokra, amelyek az üzenetet küldték. Az előzőekben felhasznált módszert annyiban kellett módosítanom, hogy szükség volt egy címre is. Eddig csak azt továbbította a cella tartalma, hogy mikor és melyik gomb lett megnyomva, de most az alaplogika is megváltozik. Hogy ezt megértsük, tudnunk kell, hogy milyen adatokat tárol el a szerverén az alkalmazás. Minden gombnyomás 1 értesítésnek számít, és minden értesítéshez tartozik egy egyedi azonosító, amihez tartozik egy pontos időpont, a felhasználó adatai és maga az értesítés információi. Egy másik gombnyomásnak ugyanezek az adatai vannak eltárolva. A 10. ábrán látható az a koncepció, ahol már az Excel a Pushbullet alkalmazáson keresztül küldi az értesítést, és annak a legelső kinézetét. A piros

jelezte a leállást, a zöld az elindulást. Itt lett először bevezetve a „Gépleállítás” fogalma, ami minden üzenet előtt megjelent, majd később az „Elindult”, cím is. Kezdetben az adatbázisban eltárolt adatokkal nem dolgoztam, mert az Excelen keresztül tároltam minden fontos információt.

A háttérben az adatok feldolgozása ugyanúgy történt, mint az előző verzióban, annyi különbséggel, hogy ha eltérést talált az adatfeldolgozó program, akkor az értesítést már a telefonra továbbította, de a rendszernek a stabilitási problémái továbbra is fenn álltak.

Ahhoz, hogy a rendszert tesztelni lehessen, létrehoztam mindegyik Excelben a standard állomás rövidítésekhez tartozó standard állomásneveket, amik megjelentek az telefonon. Ezt egy egyszerű képlettel valósítottam meg, hogy az időbélyeg nélküli adatot tudja továbbítani a rendszer.

A limitált ingyenes üzenetek száma itt okozott először problémát, mert minden állomáshoz 2 üzenet tartozik. Egyik a gépleállítás push értesítése, a második az elindulás jelzésének üzenete, így maximálisan 25 gépleállásra volt lekorlátozva a rendszer, a nagy szórás miatt voltak napok amikor ez elég volt, de akár 1 műszak alatt is elfogyhatott ez az üzenet szám. Első körön a költség itt jelentkezett, a havi szintű prémium szolgáltatás ára 4,99 dollár.

Ahhoz, hogy az éles tesztelés a következő fázisába tudjon lépni, a már elkészített Exceleket kellett eljuttatni a célgépekhez. A termelésben a munkaállomásokon lévő számítógépek kizárólagos célja, hogy a folyamatokat úgy működtesse, hogy azok zavartalanok és hibamentesek legyenek. Ebből kifolyólag csak és kizárólag olyan programok vannak feltelepítve, amik nem lassítják a folyamatokat. Minden egyéb alkalmazás telepítése nem célszerű és nem is javasolt, ezért az elakadást az okozta, hogy a termelésben lévő gépeken nem volt és nem is lehetett Microsoft Excel. Ez volt az első olyan nehézség a projekt során, ami komolyabb kihívást jelentett. Ahhoz, hogy ezen a fennakadáson túl lehessen lépni, egy olyan megoldásra volt szükség, amely függetleníti a rendszert az Exceltől, és a termelési gépeken nem fog gondot okozni. Az eddigi ismereteim további bővítésére volt szükség, ezért egy olyan verzió irányába kellett átszervezni a rendszert, ami miatt más alapokra kellett helyezni a programot. Erre a megoldást a böngészők jelentették, több okból kifolyólag is. Az legfontosabb előnye az volt, hogy nem használnak sok erőforrást, így nem okoznak a termelésben leállást, illetve abból a szempontból kötetlen, hogy több eszközön is elérhető. A VBA jelenlegi limitáltsága, hogy

kizárólag Office környezetben futtatható, viszont egy JavaScript más célból készült, így számomra tökéletesen alkalmazhatóvá vált.

A JavaScript új kihívások elé állította a projektet, ugyanis mindenki számára ismeretlen terület volt. Az új programnak a megírása körülbelül 2 hetet vett igénybe, és az elkészülte után egyenesen zöld utat kapott a termelésben az éles tesztre. Így, hogy a csoportvezetők, illetve a műszakvezetők is elégedettek voltak a működéssel, a vezetőség is megfelelőnek találta a rendszert, csak az maradt hátra, hogy az adatokat elkezdjük gyűjteni. Itt vált nagyon hasznossá, hogy a gombnyomásokat a Pushbullet alkalmazás eltárolja egy felhőben, és bármikor lekérhetővé válik.



11. ábra Az első Excel független verzió

A rendszert viszont meg kellett változtatni, mert a JavaScript olyan dolgokra is képes volt, amire a VBA nem. Lehetővé vált kivenni a köztes rendszert, illetve a közvetlen összeköttetést a programok között. Ez nem csak gyorsította a folyamatot, de költséghatékonyabbá is tette azt, és ezek fő hozadéka a rendszer stabilitását eredményezte.

Ebben a verzióban már nem volt szükség egyedi idő kódokra, illetve adatok átmásolására, a háttérben az Android alkalmazás ezt elvégezte, azonban új kihívásokat hozott magával, amikre később részletesebben ki fogok térni. A 11. ábrán megfigyelhető, hogy a vezetőséggel átbeszéltem és elfogadott felület dizájnt implementáltam a széles, de nem túl magas gombokat. Ezeknek a gomboknak a mérete is közel megegyező volt, annak érdekében, hogy ne jelentsen különösebb változtatást.

A Start & Stop rendszer itt kapta meg elsőként a „Check Control” nevet, ami a mai napig is használatban van.

Az éles teszt során kijelöltem egy úgynevezett pilot területet, ahol le lehetett tesztelni az új fejlesztést. Mivel a hátsó lökhárító területét ismertem a legjobban, így arra a stációra esett

a választásom. Elsőre mindenki számára teljesen új volt, ezelőtt nem kellett hasonló eszközzel foglalkozniuk a dolgozóknak, sem pedig az operatív vezetőknek, így az első hetekben a közös tanulás és a rendszer ismeret volt a legfontosabb. A rendszer első éles indítását úgy időzítettem, hogy a helyszínen tudjak lenni a dolgozókkal, és ha bármi kérdésük felmerülne a használattal kapcsolatosan, akkor azt azonnal meg tudjam válaszolni. Fontos volt kiemelni a dolgozók számára, hogy a rendszer helyes használata nagyban hozzájárul a termelés fejlesztéséhez, a leállási idők csökkenéséhez és a teljesítmény növeléséhez. A másik fontos szempont a műszakvezetők és a csoportvezetők helyes oktatása volt. Amennyiben a gépleállás megtörténik, fontos, hogy helyesen kezeljék, mert a visszajelzések a rendszer részéről, és a statisztikai adatok nagyban függenek az ő munkájuktól.



12. ábra A második és harmadik verzió összehasonlítása

Miután megtörtént mindenki számára az oktatás, fontos dolognak tartottam a folyamatos után követést. A folyamatos visszajelzéseket mindig megvizsgáltam, mert egy jó ötlet

mindig előre viszi a futó projekteket. A dolgozók visszacsatolása azért volt lényeges és kiemelkedően jelentős, mert egyrészt számukra készült a rendszer, hogy megkönnyítsem a mindennapi munkájukat, másrészt pedig ők használják a legtöbbet. Amennyiben a részükről nincs meg a bizalom a program használata felé, úgy az egész elveszíti az értékét. Minden építő jellegű visszajelzés valamilyen formában beépítésre került a felhasználói felületbe.

A 2 hetes éles teszt végén a következtetések levonása után egy frissített rendszer került bevezetésre, annak érdekében, hogy az ergonómia és használat minősége javuljon. A visszacsatolások rámutattak alapvető hibákra és hiányosságokra a programban. A dolgozók részéről kényelmetlen volt a széles és alacsony gombok használata, ezért a szűkebb, de sokkal magasabb gombokra változtattam meg azokat. A másik funkció, ami kicsit később került bevezetésre, az a jelenlegi idő megjelenítése, ami a 12. ábrán is látható.

A lényeges változtatás ezen felül, a gombok állásának a megváltoztatása volt. A 12. ábrán ez is látható, hogy alaphelyzetben csak a piros gomb megnyomása lehetséges. Erre azért volt szükség, mert az első verzióban nem voltak korlátozások csatolva a gombok megnyomása mellé azon felül, hogyha megnyomásra került a piros vagy a zöld, akkor 5 másodpercig nem működik egyik sem, annak érdekében, hogy ne legyenek véletlen dupla érintések. Azonban az 5 másodpercen felül mindkét gomb megnyomása lehetséges volt. Ez azt eredményezte, hogy a statisztikában (például) 4 gépleállás volt, de csak 1 gépindulás időpont, vagy egy másik esetben 2 gépleállás mellé 3 gépindulás, ami miatt nem lehetett helyesen kiértékelni az adatokat, ezért szükségessé vált a gombok egymást követő logikájának programozása, illetve, hogy csak egyszer lehessen megnyomni mindkettőt. Ha az egyik aktív, akkor a másik nem lehet az, így elkerülhetővé válik a felesleges gombnyomások használata.

A fejlesztések után a harmadik verzió lépett életbe, amit egy újabb kéthetes tesztfázis követett. Itt azonban már a többi stációra is kiterjedt a program használata, így még több dolgozót sikerült bevonni a folyamatba, ahol a további visszajelzések ismételten nagyon hasznosak voltak. A harmadik kiadás után már a teljes termelést lefedte a rendszer, ami már az elején nagyban megkönnyebbítette a dolgozók munkáját.

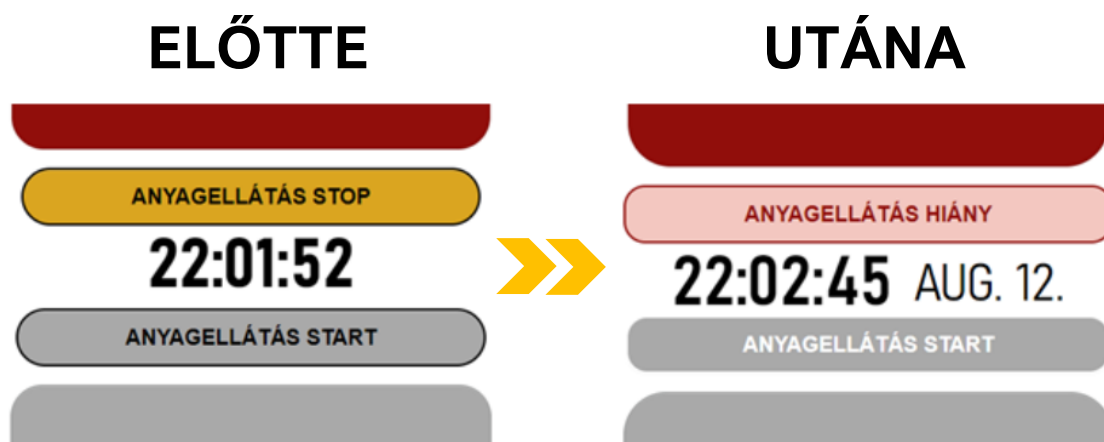
A menedzsment által felhozott kérdésekre is sikerült új fejlesztéseket és változtatásokat bevezetni. A logisztikai folyamatok szempontjából nagyon fontos a folyamatos anyagáramlás biztosítása és fenntartása. Amennyiben nem érkezik az adott állomásra alkatrész, akkor rövid időn belül szűk keresztmetszet alakulhat ki. Az állandó anyagellátást milkrun és villás emelők végzik el. A targoncák biztosítják a nagy és nehéz alkatrészek

utántöltését, míg a milkrun a kisebb komponenseket szállítja a rendeltetési helyükre, ami lehet egy polc vagy szupermarket. Az SAP által generált lehívások a targoncásokhoz kerülnek be, és az MDT segítségével tudják azonosítani a szükséges anyag lokációját a raktárban. Ez egy olyan érintőképernyős eszköz, ami csatlakoztatva van közvetlenül az SAP-hoz, és a tranzakciók ezeken keresztül végezhetőek el. Ezen a felül látja a szükséges mennyiséget és a desztinációt is, hogy pontosan melyik termelési polc/padló tárhelyre kell betárolnia azt. Azonban sokszor előfordul, hogy egy-egy anyagkérés nem a megfelelő időpontban érkezik meg a célhelyére, annak ellenére sem, hogy minden tárhelyen van egy minimális és maximális készlet szint. A gyorsan forgó és nagy tárolóban lévő alkatrészek töltő mennyisége lehet alacsony, így a két tárolós stratégia esetén sem mindig biztosított, hogy elérhető a beépíteni kívánt komponens. Itt a jel az utántöltésre az üres tároló, ha a targoncás látja az útja során, hogy egy üres göngyöleg van az út mellé kihelyezve, akkor azt tudja hogyan kell lekezelnie, de az átfutási időt meglássíthatja egy éppen másik anyag rendelés teljesítése is. Az SAP rendszerben nem tudjuk láthatóvá tenni a késői anyagbekérések teljesítését, de az Andon rendszerben egy új modulként megjeleníthetővé válhat.

A következő frissítés előtt a termelésben ismét felmértem a kezelőfelület stílusát, hogy felmerülnek-e még olyan visszajelzések, amelyeket érdemes lehet felvenni a többi közé. Mivel a dolgozók elégedettek voltak a jelenlegi kialakítással, így a részükről teljesen elfogadhatóvá vált a program, viszont én szerettem volna egy extra információt megjeleníteni rajta, hogy ezzel is segítsem a munkájukat: a Windows alapértelmezetten megjeleníti az asztal jobb alsó sarkában az időt és a dátumot, ez azonban csak akkor olvasható, ha nagyon közel mennek hozzá a dolgozók a mérete miatt. Erről nem érkezett visszacsatolás, ezt a megfigyeléseim során vettem fel a pontjaim közé, amit később az ott dolgozó kollégák is megerősítettek. Ezért úgy döntöttem, hogy a jelenlegi idő mellett megjelenítem a dátumot is számukra, így messziről is könnyedén látható volt bárki számára az aktuális nap.

A dátumok megjelenítése mellett az anyagkiesés mérését is úgy szerettem volna megoldani, hogy az mindenki számára egyértelmű legyen. A menedzsment részéről az elvárás az volt, hogy a gombok méretei ne változzanak, és az új extra mérés ne zavarhassa meg a már megszokott módszereket. Mivel a dátumot és az időt is a két gomb között jelenítettem meg, ezért a két új funkciót is oda terveztem be. Az „anyaghiány” gombot a dátum modul fölé, az „érkezett anyag” gombot pedig alá, így a lehető legkevesebb módosítással értem el az új verzió bevezetését, azonban egy teljesen más stílust alkalmazva,

hogy ne lehessen felcserélni a kettőt (13. ábra). Ez azért volt nagyon fontos, mert a használat során kialakult egy könnyen értelmezhető és alkalmazható szabály, amit mindenki betartott és követett.



13. ábra Előtte/utána kép a fejlesztésről

Már az induláskor kiderült, hogy ha mindenki saját maga által vezérli a rendszert, akkor az nem lesz visszaellenőrizhető, vagyis nem lesz effektív. A saját magunk által elvégzett munka ellenőrzésének megvannak a hátrányai, ami miatt érdemes úgy szervezni a tevékenységeket, hogy valaki más nyugtázza le azt. Ezért már az elején, tudatosan úgy lett felépítve a folyamat, hogy az a megfelelő korlátok között tudjon működni. Az andon rendszer fő feladata az, hogy a dolgozó megkapja annak a lehetőségét, hogy megállítsa a szerelési folyamatot, ezért ez is így lett tervezve: a piros gombot, azaz a stop gombot az operátor kezeli, a zöld gombot pedig a felettese, így érvényesítve a kommunikációs láncot is. Amennyiben az operátor elakad a munkafolyamata közben, és nem tudja megoldani a felmerülő problémát, abban az esetben a piros gomb használatával kérhet segítséget. Ilyenkor a munkavállaló biztosítva van abból a szempontból, hogy a folyamatot nem azért nem végzi el, mert nem szeretné, hanem mert egy olyan probléma merült fel, amihez külső beavatkozás szükséges. Ilyenkor a dolgozónak nem kell elhagynia a munkaállomását sem, a stáció területén meg kell várnia a felettesét. Innentől kezdve az operációs vezetés feladata, hogy a hibát elhárítsák, és a lehető leghamarabban vissza tudjon állni a termelés. Amint megérkezik – például – a csoportvezetőnek az értesítés, egyből tudni fogja, hogy éppen hova kell mennie. Amikor odaér az állomás területére, akkor el tudja a kezdeni a hiba megszüntetését, de ha szükséges egy harmadik fél bevonása, például egy karbantartó segítsége, akkor őt telefonon fogja hívni. Amennyiben a hiba elhárult, a csoportvezető megnyomja a zöld gombot, ami jelezi, hogy ismét elindult a termelés.

A statisztikából jól kivehető volt, hogy hány percet álltak egyes állomások, azonban arra hamar fény derült, hogy ez nem elég. A teljes összes leállásnak az ideje nem képes annyi információt magában hordozni, hogy ellenintézkedéseket lehessen rá hozni. Ennek kiküszöbölésére tovább lett fejlesztve a rendszer, mégpedig oly módon, hogy bevezetésre kerültek a standard hibaképek azaz, hogy milyen okból állt meg egy állomás. Első ízben 4 hibaokot állapítottam meg. Az első hibakép a géphiba volt. Ide volt sorolható minden olyan kiesett idő, amit a gépek, vagy a rendszer átmeneti zavara okozott, így ez egy viszonylag széles skála volt, de az intézkedések meghozásához ez elegendő volt. A második opció az operátornak a hibájából fakadó leállás. Ide tartozhatott például egy rosszul behelyezett anyag a gépbe, vagy egy nem megfelelően megválasztott alkatrésznek a felhasználása egy nem oda illő esetben. A cél az volt, hogy ide kerülhessen minden olyan ember által vétett hiba, ami elkerülhető lehet/lehetett volna például egy jobban specializálódott oktatással. Az itt felmerülő hibák jó alapot is adhatnak egy állomás specifikus edukációra. A harmadik lehetőség az anyag minőségéből adódó probléma, ha nem volt megfelelő minőségű az alkatrész, amit felhasznált a dolgozó, akkor ebbe a kategóriába volt sorolható. Az anyag által okozott géphibák gyökérok elemzés miatt jelentősek. Ezen a három eshetőségen felül más problémának le kellene tudnia fedni a teljes termelési területet, de ha egy olyan hiba áll elő, ami egyikbe sem sorolható, arra az esetre létrehoztam egy egyéb kategóriát. Ez a fejlesztés hamar bevezetésre került, és nagyon hasznosnak bizonyult, mert képesek voltunk elhatárolni egymástól hibákat, és megfelelően kezelni azokat. Ekkor készült el az első úgynevezett „Dashboard”, amiben kiértékelve látható minden adat.

DS				
ANTENNA SZERELÉS				
ELINDULT IDŐPONT	MEGÁLLT IDŐPONT	LEÁLLÁS IDEJE	LEÁLLÁS HELYE	LEÁLLÁS OKA
2022.10.12 20:22:05	2022.10.12 20:19:48	0:02:17	Ds Antenna fűzés_OP	OPERÁTOR
2022.10.11 11:02:48	2022.10.11 10:59:40	0:03:08	Ds Antenna fűzés_GP	GÉP
2022.10.11 10:55:42	2022.10.11 10:49:42	0:05:59	Ds Antenna fűzés_GP	GÉP
2022.10.11 09:50:05	2022.10.11 09:18:45	0:31:20	Ds Antenna fűzés_GP	GÉP
2022.10.10 09:51:04	2022.10.10 09:48:23	0:02:41	Ds Antenna fűzés_GP	GÉP
2022.10.10 08:41:46	2022.10.10 08:38:18	0:03:29	Ds Antenna fűzés_AN	ANYAG

14. ábra Tetőspoiler antenna állomás kezdeti adatai

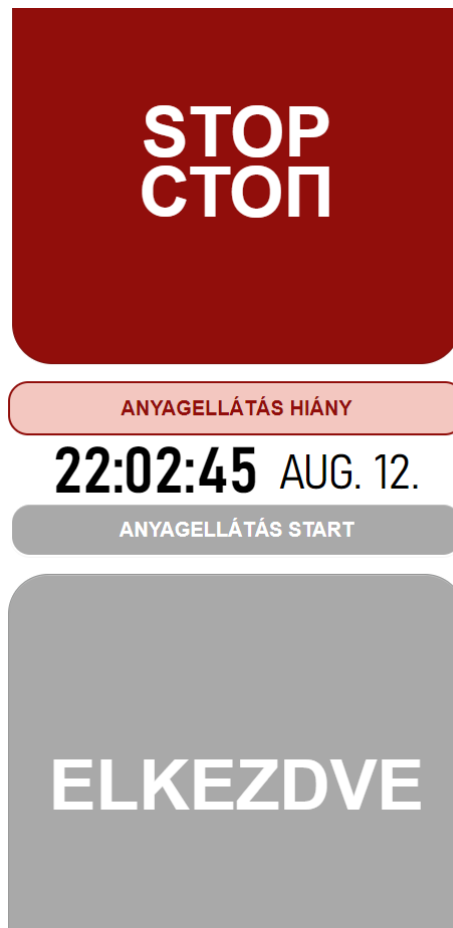
A 14. ábrán látható a tetőspoiler stációjának antenna szerelés állomásának két napi leállás adatai. Ez alatt az idő alatt 6 beavatkozásra volt szükség, amiből megfigyelhető, hogy az esetek nagy részében a géphiba kategória lett kiválasztva vezetők által, illetve, hogy az egyik kiesés több mint 30 perc, ami a többi időhöz képest nagy kiugrás. Az ilyen kiugró

időknek a megvizsgálása segítheti a vállalat fejlődését, hogy ki lehessen elemezni, mi lehet a magas időkiesés oka.

Összes leállási idő a termelésben		70:57:58	
Tető spoiler adatok számokban			
Összes leállás		7:41:18	
Összes leállás darabszám		23	
Megállás oka	Gép	14	6:11:18
	Operátor	6	0:15:54
	Anyag	3	0:06:06
	Egyéb	0	0:00:00
Darab		Ütem idő	Darab/műszak
Kiesett mennyiség	84,57	0:05:27	88

15. ábra Kezdeti összesített adatok

A 15. ábrán összesítve látható, hogy melyik hiba milyen gyakran fordult elő, a Pareto elv értelmezése szerint. A cél az volt, hogy legfelül a legtöbbet előforduló hiba jelenjen meg, majd alatta az egyre csökkenő értékek. Az adatok kiértékelése után láthatóvá válik, hogy két nap alatt több mint 6 óra kiesett időt mért a rendszer. Ez egy olyan hibából fakadt, hogy ebben az időben az operatív vezetők nem alkalmazták megfelelően a folyamatot, ugyanis többször is előfordult, hogy bár a hibát elhárították, de a zöld gombot elfelejtették megnyomni, azaz nem nyugtázták ki a rendszert. Azonban ez csak az egyik része volt ennek a hibának, a másik része a program hibájából fakadt. A hibajavítások során gyakran előfordul, hogy a számítógépeket újra kell indítani. Ilyenkor a standard procedúra az, hogy még mielőtt megtörténik a Windows újraindítása, előtte ki kell nyugtázni a rendszert, hogy el legyen tárolva a hibának a jellege. Erre azért volt szükség, mert, ha meg volt nyomva a piros gomb, és átállt abba a státuszba, hogy csak a zöld gomb elérhető, és be lett zárva a böngésző, majd újra lett indítva, akkor az alapállapotába állt vissza, azaz a piros gomb volt csak használható, így elveszett annak a lehetősége, hogy kinyugtázzuk a rendszert, nem került a megállás időpont mellé elindulás időpont, és mivel nem kapcsolható össze két gombnyomás, így a későbbiekben vagy nagyon nehezen, vagy egyáltalán nem lehetséges párba tenni az időpontokat. Mivel ez az eset gyakran előfordult, ezért – bár a rendszer korai szakaszában még nem – egy fejlesztési modulként bekerült a programba. Ennek köszönhetően bármilyen állapotban is állt a rendszer, ugyanabba a státuszba került vissza is. A cél mindig az volt, hogy a rendszer ne tudjon hibázni, és a munkaerőt fejlesszük hozzá a rendszerhez, amennyire csak lehetséges.



16. ábra Végleges felhasználói felület

A rendszer ezen a ponton stabilan tudott működni, azonban volt egy hibája, amit már csak később realizáltam. A 15. ábrán tökéletesen kivehető a teljes kiesett idő, azonban két fontos dolgot nem tartalmaz: reakcióidő és tényleges munkálati idő. Ez a probléma akkor merült fel, amikor a Check Control adatai össze lettek hasonlítva a karbantartás által vezetett javítási időkkel, ugyanis ott teljesen más idők szerepeltek, más idők voltak feltüntetve. A karbantartás által rögzített adatok manuálisan történnek, nincs automatizálva, de ettől függetlenül is nagy mértékben eltértek egymástól. Ezért egy újabb fejlesztést ütemeztem be. A cél itt az volt, hogy a gépleállás időt szét lehessen bontani, de ezt a meglévő rendszerrel nem lehetett megtenni. Annak érdekében, hogy mérhessünk külön reakcióidőt és külön munkavégzés időt, egy új gombnak a bevezetésére volt szükség. Létrehoztam egy új gombot, ami a piros megnyomása után aktiválódik, amire az van írva, hogy „elkezdve”, tehát amint az operatív vezetés kiért a helyszínre, megkezdődött a hibaelhárítási folyamat. Amint a gomb aktiválva lett, az „elkezdve” gomb átvált „start” gombbá, tehát az eljárás inentől kezdve nem változik. Továbbá fontos volt azt is szem előtt tartani, hogy ekkor már a rendszer stabilan működött, és egy nagy változtatás nem biztos, hogy pozitív eredménnyel jár, ezért

a lehető legkevesebb módosítást végeztem el. Ebben az esetben már három gombnyomásra volt szükség, hogy teljes legyen a folyamat. A stop gomb megnyomása generálja a kiesett időnek a kezdetét, a reakció idő mérésére szolgáló gomb lenyomása fogja azt az időpontot megadni, amivel mérhetővé válik a reagálás ideje, illetve a stop gomb megnyomása generálja az utolsó időpontot, és így az alábbi módon számolhatóvá válik:

$$T_{reakció} = t_{reakció} - t_{stop} \quad (3)$$

$$T_{munka} = t_{start} - t_{reakció} \quad (4)$$

$$T_{teljes} = t_{start} - t_{stop} \quad (5)$$

Mint ahogyan a többi nagy fejlesztés során, először itt is csak egy kijelölt területen lett letesztelve, majd a stabilitás mérés után lett csak a többi stációra is kibővítvé.

A standard hibaképek megfelelő információt tudtak szolgáltatni ahhoz, hogy intézkedéseket is lehessen rá hozni, de egy bizonyos pont után elérte a határait. Ahhoz, hogy egy újabb szintre lehessen fejleszteni a programot, minden állomásra szükség volt egyedi hibajelzések bevezetésére. Minden gyakori és ismétlődő probléma fel lett véve a listára annak érdekében, hogy nyomon követhetővé váljanak ezen hibák előfordulásai. Ebből a célból a műszakvezetőkkel egyeztettem az összes állomás olyan jellegzetes hibáit, amit érdemes számokban is mérni, mert ezek olyan visszajelzésekkel szolgálhatnak, amikkel a termelési egység fejleszthetővé válik. Az egyedi hibajelzéseknek köszönhetően még pontosabb képet kapunk a termelés állapotáról. A végleges felhasználói felületet a 16. ábra mutatja be.

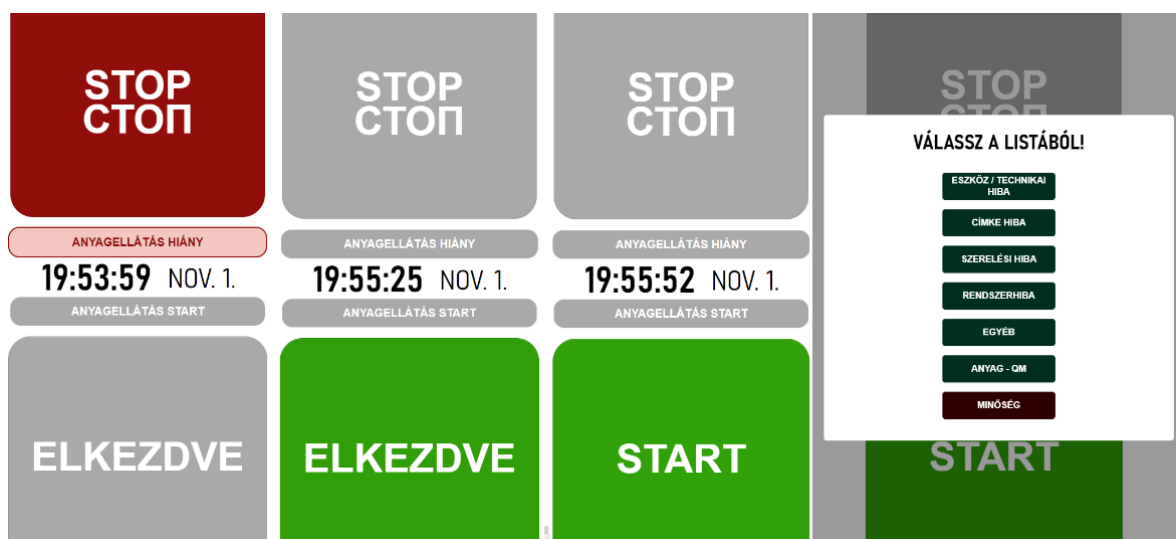
4. Megoldás, statisztikai folyamatok elemzése

Az egyedi hibaképekből 213 féle standard üzenet érkezhetsz, ezen felül még 72 ha anyaghiányra kerül a sor, tehát összesen 285 értéket kell a helyére tennünk minden üzenet során, azonban itt találhatunk ismétlődő adatokat is, így, ha ezeket kivonjuk, akkor a termelésben jelenleg felvett hibaképek száma 93-ra csökken. Ezeket az adatokat nem szabad megbontva kezelni, mert minden standard hibakép különböző állomásokhoz tartozik. Azonban ezek a számok nem tartalmazzák a Mopf (német szó, jelentése ráncfelvarrás, avagy ahogy jobban ismert angolul: facelift) állomásokat, ennek oka az, hogy ott még tesztelés alatt vannak a gépek és a folyamatok, a végleges formájuk még jóváhagyásra vár, így jelenleg még ezek nélkül történik a kiértékelés, annak ellenére, hogy már minden állomásra elkészült a rendszer.

A rendszer stabil működése után a teljes operatív részleg használatba tudta venni a programot, ezekbe beleértendőek a műszakvezetők, csoportvezetők, trénerek, a karbantartás és a Quality Management is. Utóbbi külön kérésre csatlakozott, hogy az anyagból fakadó problémákat ők is felmérhessék és megvizsgálhassák, mielőtt döntés születik arról, hogy az adott alkatrész valóban minőséghibás-e vagy sem. Számukra fontos az adatok mérése, visszaellenőrzése és nyomon követése, ez az oka annak, hogy becsatlakoztak az Andon rendszer működésébe. A Pushbullet alkalmazás lehetővé tette, hogy képeket készítsenek az egyes hibákról, amiket a későbbiekben fel tudtak használni a minőség javítása érdekében. Ebben az esetben a folyamat úgy lett kialakítva, hogyha a csoportvezető vagy a műszakvezető úgy állapítja meg, hogy ide szükséges a QM (Quality Management) bevonása, akkor meg tudja nyomni az erre a célra kihelyezett gombot, ami értesíti az adott műszakban lévő QS (Quality Support) kollégát egy standardizált üzenettel. Ezeknek a gombnyomásoknak a számát lehetőség van a későbbiekben mérni, és a statisztikában megjeleníteni. A karbantartás számára azonban minden ugyanúgy működik, ahogy a többi kollégának, vagyis, minden jelzés megérkezik hozzájuk. Ennek az az oka, hogy ha szükséges a karbantartás bevonása a hibaelhárításhoz, akkor ne késleltetve érkezzenek, hanem minél hamarabb, ezzel csökkentve a hiba felismerésének az idejét.

Logisztika szempontjából a rendszert az anyagellátás folyamatos biztosítására lehet alkalmazni, amelybe bele tartozik a folyamatos göngyölegek cserélése is a sorok végén, ugyanis, ha ezek mindig rendelkezésre állnak, akkor nem okoznak sorleállást. Minden stáció zárásánál két tárolós megoldást alkalmaznak, azaz 1 tároló mindig üres, míg a másikat folyamatosan töltik fel. Ha a készáru tároló már tele van, akkor lehet folytatni az üres

göngyöleggel, és amíg elviszik a telit, és nem kerül a helyére másik, addig biztosítva van a folyamatos munkavégzés. Az úgy nevezett „End of Line”-ra kihelyezett gombokkal ezeket is lehetséges mérni, ha esetleg kimaradt egy tároló csere ciklus. Természetesen ezeket egyből eszkálálják a dolgozók a műszakvezetők felé, azonban ez leállási időt eredményezhet. Hasonlóképpen az előzőhöz, az állomásonként kihelyezett anyagellátás hiány is megállást okozhat, így kiemelten fontos a minimális készlet szint tartása a termelésben. Általában a nagyobb méretű tárolóknál fordul elő, abban az esetben, ha kevés a töltő mennyisége, és gyakori felhasználású. Mivel nyomon van követve, hogy mely területeken van használva ilyen tároló, ezért, ha az operátor használja az „anyagellátás hiány” gombot, akkor egyből visszavezethetővé válik, és intézkedés hozható rá.



17. ábra A folyamat lépései

A dolgozók számára sikerült egy kényelmesebb munkakörnyezetet kialakítani a lean alapelvek figyelembevételével. Az érintőképernyős monitorok kényelmesebb pozícióba helyezésével más eszközök helyei is mozgathatóvá váltak oly módon, hogy az könnyebben elérhető legyen az operátorok számára, ezzel is növelve a hatékonyságot. Az ergonómia fejlesztésével pedig hosszútávon a munkatársak egészsége is javul, így több szempontból is sikeresnek tekinthető a projekt.



18. ábra Azonnali visszajelzések üzenetei (példa)

A végleges felületen történő folyamat lépéseket a 17. ábra tartalmazza. Alapállapotában csak a stop és az anyagellátás hiány gomb megnyomása lehetséges. Amennyiben az utóbbit nyomja meg a dolgozó, akkor csak az anyagellátás start gomb megnyomása lehetséges, azt feltételezve, hogy ha a belső ellátási lánc megszakad, akkor nem tud dolgozni az adott állomáson mindaddig, amíg nem érkezik meg az anyag. Ezeket teljes mértékben a dolgozó kezeli, ezért itt nem szükséges az operatív vezetők beavatkozása, mert az adott anyag már meg lett „rendelve” a vállalati irányítási rendszeren keresztül, csak nem érkezett meg időben. Azonban, ha a piros gombot használjuk, akkor kezdődik meg a hibaelhárítási folyamat. A rendszer ad visszajelzést az üzenet sikerességéről a képernyő jobb alsó sarkában, ami a 18. ábrán látható. Ha a hibajelzés sikeresen továbbításra került, akkor zöld színnel jelenik meg a visszacsatolás, ha azonban valami probléma merül fel, akkor pirossal, tartalmazva a hibüzenetet. Amennyiben mindegyik gombnyomás sikeresen továbbítva lett, akkor csak a zöld jelzéssel fog találkozni a felhasználó.

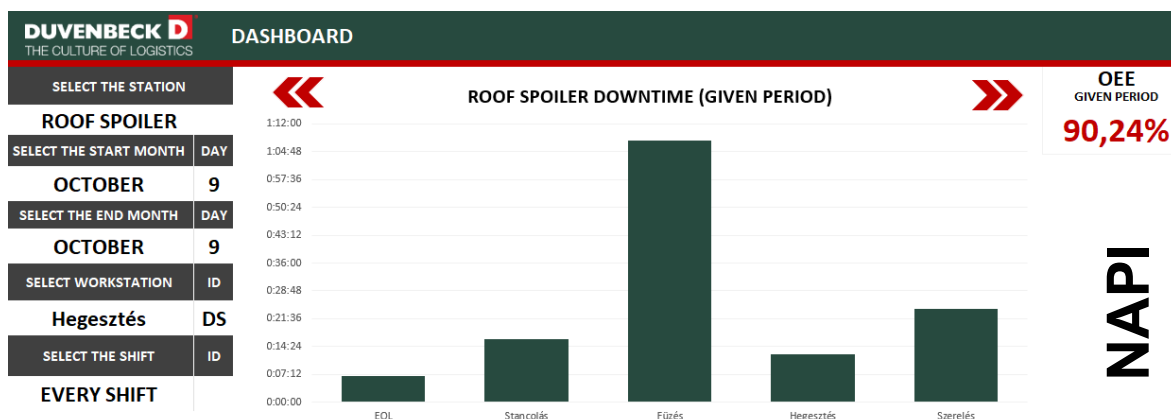
DS Hegesztés								
Hegesztés								
DATE ID	START MOMENT	REACTION MOMENT	STOP MOMENT	REACTION TIME	WORKING TIME	STOPPED TIME	STATION NAME	REASON
923	2023.09.23 23:15:09	2023.09.23 23:15:01	2023.09.23 23:14:58	0:00:03	0:00:08	0:00:11	Ds Hegesztés_OP	OP
925	2023.09.25 12:21:19	2023.09.25 12:21:13	2023.09.25 12:20:30	0:00:43	0:00:06	0:00:49	Ds Hegesztés_OP	OP
1007	2023.10.07 00:59:30	2023.10.07 00:59:21	2023.10.07 00:44:52	0:14:29	0:00:09	0:14:38	Ds Hegesztés_OP	OP
1007	2023.10.07 05:18:04	2023.10.07 05:18:00	2023.10.07 05:10:18	0:07:42	0:00:04	0:07:46	Ds Hegesztés_GC	GC
1009	2023.10.09 00:52:18	2023.10.09 00:52:10	2023.10.09 00:49:09	0:03:01	0:00:08	0:03:09	Ds Hegesztés_QM	QM
1009	2023.10.09 01:05:40	2023.10.09 01:04:56	2023.10.09 01:04:09	0:00:47	0:00:44	0:01:31	Ds Hegesztés_OP	OP
1009	2023.10.09 01:10:12	2023.10.09 01:10:08	2023.10.09 01:08:40	0:01:28	0:00:04	0:01:32	Ds Hegesztés_OP	OP
1009	2023.10.09 05:30:32	2023.10.09 05:30:25	2023.10.09 05:27:14	0:03:11	0:00:07	0:03:18	Ds Hegesztés_EG	EG
1009	2023.10.09 05:53:17	2023.10.09 05:53:11	2023.10.09 05:51:51	0:01:20	0:00:06	0:01:26	Ds Hegesztés_OP	OP
1009	2023.10.09 20:47:11	2023.10.09 20:47:06	2023.10.09 20:45:49	0:01:17	0:00:05	0:01:22	Ds Hegesztés_HH	HH
1010	2023.10.10 01:16:07	2023.10.10 01:16:01	2023.10.10 01:08:36	0:07:25	0:00:06	0:07:31	Ds Hegesztés_OP	OP
1010	2023.10.10 06:54:58	2023.10.10 06:54:11	2023.10.10 06:51:56	0:02:15	0:00:47	0:03:02	Ds Hegesztés_HH	HH
1010	2023.10.10 14:05:48	2023.10.10 12:56:21	2023.10.10 12:55:25	0:00:56	1:09:27	1:10:23	Ds Hegesztés_OP	OP

19. ábra Feldolgozott adatok a hegesztés állomáson

Az adatok egy külső szerveren vannak tárolva, ahonnan bármikor lekérdezhetőek. Ez a kezdetekben manuálisan történt, azaz el kellett indítani egy folyamatot, hogy le tudjuk tölteni az információkat. Mivel esetenként ez a folyamat hosszadalmas és bonyolult volt, így erre a célra létrehoztam egy új felületet, ahol az egyedi kódok megadásával a rendszer egy kiválasztott mappába automatikusan letölti az Excel tábla forrásának kiértékelő adatait. Azonban még ez a folyamat is sok manuális lépést tartalmazott, így az volt a célom, hogy megvalósítsak egy olyan rendszert, amellyel teljes mértékben automatizálni lehet a folyamatot, a lehető legkevesebb emberi beavatkozással. Erre a Pushbullet alkalmazással nem volt lehetőség, legalábbis nem olyan formában, ami gyorsítja a folyamatot. A megoldás egy másik applikáció volt, ami képes úgy kommunikálni az Excellel, hogy az automatizálható legyen. A sikeres csatlakozás és a VBA programkód megírása után egy gomb megnyomásával hozzá tudjuk csatolni, tehát ha le akarjuk tölteni az adatokat, akkor

nem szükséges egy külön fájl létrehozása, hanem közvetlenül a kiértékelő felületbe tudjuk importálni azokat. Ez meggyorsítja a folyamatot és egyúttal biztosítja is azt. A Dashboard munkalapon a „Refresh” (angol szó, jelentése frissítés) gomb megnyomásával ez a funkció automatikusan megtörténik, akár párhuzamosan több gépről is vezérelhető.

A nyers adatok feldolgozása után úgy jelenítem meg az adatokat, hogy azok ebben a formában is értelmezhetőek legyenek (19. ábra). Az első oszlopban egy olyan ID-t hoztam létre, ami a dátumot tartalmazza olyan formában, amit fel lehet használni a képletekhez. A következő 8 oszlop a beérkezett adatokból keletkezik. Minden sor egy gépleállást reprezentál, a 8. és a 9. oszlop pedig azt mutatja meg, hogy mi okozta a gépleállást az adott állomás. Itt fontos, hogy két különböző módon jelenjen meg, ugyanis ez is a képletek felhasználását segíti majd elő a későbbiekben. Amennyiben a leállás indoka „XX”, az anyaghianyot jelenti. Jelenleg az új alkalmazás tesztfázisa zajlik, ami 1 stációt foglal magába, amely a tető spoiler összeszerelő rész. Azért ezt az állomást választottam, mert itt sok egyedi hiba előfordulhat, így tökéletes erre a célra.

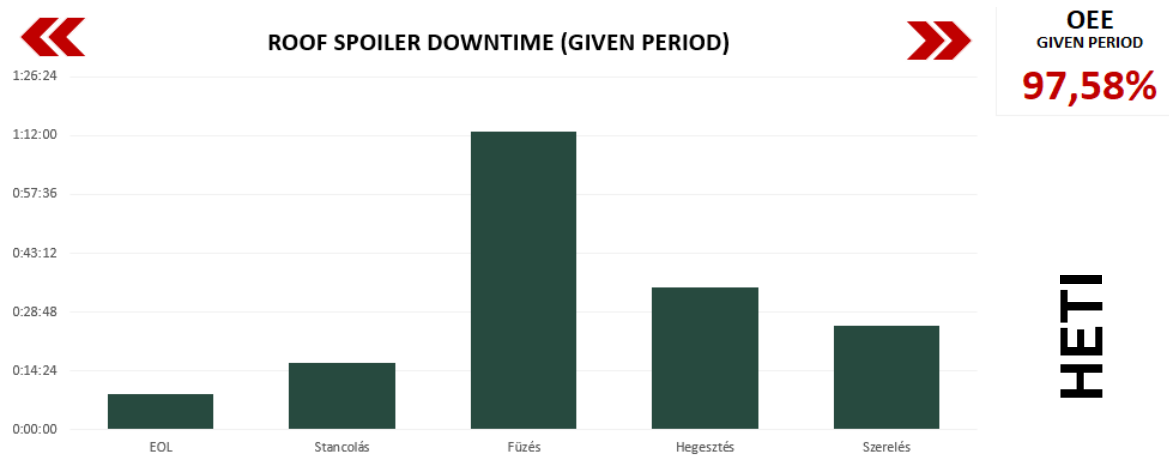


20. ábra Adatok napi lebontásban

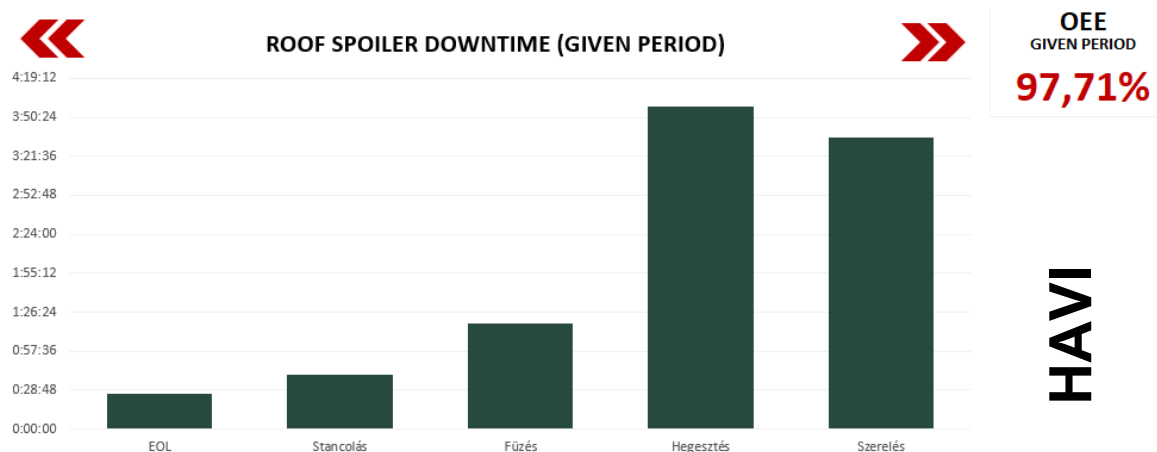
A feldolgozott adatokat ezután a „Dashboard” munkalapon tekinthetjük meg összefoglalva. A teljes statisztika és kiértékelés angol nyelven jelenik meg, ugyanis nemzetközi szinten is érdekelt a program működése. Minden információ ezen az oldalon jelenik meg, így könnyűvé és gyorsá válik a kezelése.

A 20. ábrán egy napi adatmennyiség látható, ami jól mutatja, hogy a kiértékelésre bármilyen időintervallumban van lehetőség. Az 5 állomás szerelési sorrendben jelenik meg, így egy olyan képet kapunk, ahol látjuk, hogy melyik lépésnél áll a legtöbbet egy alkatrész (kivételez az „EOL” azaz az End of Line, ami mindegyik területen a legelején jelenik meg, abból az okból, hogy látható legyen, hogy bár sikeres volt a szerelés, mégis állt a sor). Itt azt látjuk, hogy október 9-én a fűzésnél volt a legtöbb probléma, ami a teljes leállásnak több

mint felét tette ki. Az is látható, hogy ezek az adatok egész napra vonatkoznak, nem csak 1 adott műszakra lett rászűrve. A felületen lehetőség van váltani a stációk között a meglévő beállítások megtartásával. Jelenleg itt még nem működik minden funkció, erről a későbbiekben lesz szó bővebben.



21. ábra Adatok heti lebontásban



22. ábra Adatok havi lebontásban

Egy egész hét, vagy akár egy teljes hónap megvizsgálása is könnyen megoldható néhány kattintásból. Az oszlopdigrammok jól megmutatják (21. és 22. ábra), hogy miként változtak a leállási idők az egyes állomásokon. A fűzésnél a kiesett idő csak minimálisan változott, míg a hegesztésnél a duplájára nőtt. Azonban, ha havi bontásban nézzük a teljes októbert, akkor teljesen más képet kapunk az elveszített időkről. A hegesztésnél és a szerelésnél volt a legtöbb probléma, előbbinél körülbelül 4 óra leállás, míg a szerelésnél nagyjából 3 és fél óra kiesés látható. Ezekből az adatokból következtethető, hogy bár volt 1 nap, amikor a fűzés állomás kritikus volt, de az egész hónapot megvizsgálva kiderül, hogy egyszeri problémáról van szó, és az igazi gondot a hegesztés és a szerelés jelenti, így a későbbiekben erre a két állomásra szükségesszábad kapacitást fordítani.

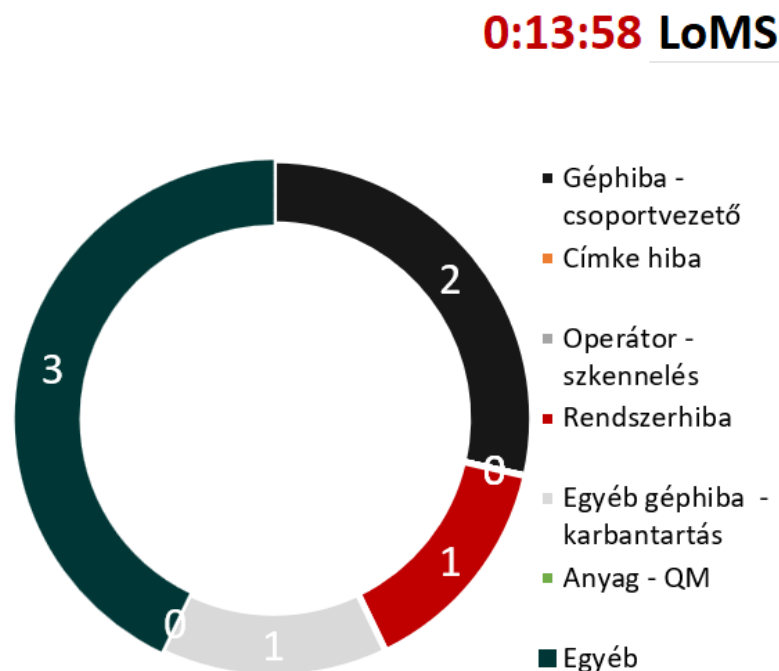
Ahogy a dolgozatom elején is szó esett az OEE-ről, azaz a rendelkezésre állásról, itt lehetőségem nyílt megvizsgálni, hogy a korábbiakban számolt 85% valóban helytálló-e. Az értékeket automatikusan számolja a rendszer, a hétvégi napok nem számítanak bele. Az látható, hogy bár volt olyan nap, amikor 90%-ra leesett ez az érték, azonban, ha összeségében vizsgáljuk akkor kijelenthető, hogy a rendelkezésre állás bőven 95% felett van. Ez egy azért nagyon fontos érték, mert így a jövőbeli kiegyensúlyozások, vagy egy egyszerűbb időszámítás is pontosabb végeredményhez fog vezetni. Az autóiparban kiemelt fontosságú, hogy minden számolt információ a lehető legközelebb álljon a valósághoz, ugyanis az előzetes elméleti mérések nagyban befolyásolják a jövőbeli projekteket. Amennyiben a megszokott 85%-os értékkel tervezünk, az egy magasabb időt/időintervallumot fog eredményezni, így a végeredményben kevesebb darabszám lesz a termelés során, vagy a szolgáltatás alul lesz tervezve, miközben a valóságban sokkal többet is le lehetett volna gyártani, vagy a szolgáltatás nem a maximumot fogja jelenteni. Ez hosszú, de már akár rövid távon is nagy profit kiesést jelenthet. Azonban érdemes ezeket a számokat is a megfelelő biztonsággal kezelni ugyanis, ha az idő túlbecslésre kerül, akkor a vállalat többet „ígért”, mint amire képes, és ez ugyanúgy jövedelem veszteséggel járhat. Fontos kiemelni, hogy a rendszer által számolt OEE csak a nettó munkaidővel számol, azaz a szünetek, műszakváltások, felfutások és lefutások is bele vannak kalkulálva. A jövőben itt érdemes lesz egy megbeszélés keretein belül ezt az értéket növelni, hogy a számolt hatékonyság magasabb legyen.

Termelési naptár			
Hét	Műszak		
1	C	B	A
2	B	A	C
3	A	C	B
4	C	B	A
5	B	A	C
6	A	C	B
7	C	B	A

23. ábra A termelési naptár első 7 hete

Ahhoz, hogy a kiértékelések nyomon követhetővé váljanak a műszak szempontjából is, a termelési naptár követése szükséges (23. ábra). A Daimler minden év elején meghatározza, hogy a műszakok hogyan és miként fognak forogni, melyik héten melyik műszak kezdi a délelőtti gyártást vagy éppen melyik zárja az éjszakait. A Duvenbeck is ezt a stratégiát követi, leköveti a Mercedes gyár működését, így, ha ott kimarad egy egész hét, akkor egyik

csarnokban sem megy a termelés. Azonban ez kihatással lehet a műszakok forgására is, így érdemes ezeket figyelemmel követni. Azért, hogy a rendszer is figyelje ezt, és ne képezzen fals adatokat, létre lett hozva egy termelési naptár rész, ahol nyomon lehet követni a változásokat. Ezeket az értékeket manuálisan lehet frissíteni annak érdekében, hogy az mindig aktuális maradjon.



24. ábra A stancolás részletesebb kiértékelése

Lehetőség nyílik a kiértékelte adatokat még pontosabban megvizsgálni. A rendszer egy részletes kiértékelést ad hibatípusonként. Egy diagram generálódik a hibák számából, ami egy vizuális megjelenítést ad a kiértékelésről. A 24. ábrán a stancolás állomás részletes kiesett időadatai láthatóak 1 hónapos időintervallumban. Ezen a munkaterületen 7 hibakép lett megfogalmazva, ami részletesnek számít. A dolgozat elején szó esett arról, hogy az „egyéb” lehetőséget csak ritkán kell kiválasztani, ugyanis a hibák több mint 90%-át lefedik a megadott opciók, azonban most a legtöbb ok, ami leállást eredményez az „egyéb” kategóriába sorolható. Ennek oka lehet az, hogy a hibaképek felvétele 2023 júniusában történtek, a kiértékelés pedig 2023 októberére valósult meg, azaz az akkori hibák gyakoriak voltak, de a 4 hónap alatt ezek egy része már megoldódott. A szkennelési hibák, illetve a címke hibák gyakoriak voltak egy beszállítónál, a nyomtatójuk rendellenesége miatt előfordult, hogy rossz minőségű címkét ragasztottak fel, és mire a felhasználási pontjaig elér, vagy lekopnak a vonalkód egyes részei, vagy nem megfelelően ragasztották fel. Mivel egy alkatrész sok információt hordoz magában, ezért egynél több vonalkód is megtalálható

rajtuk, de ha a megfelelőt nem tudta beolvasni a szkennert, és az operátor rosszul tartotta oda azt, a sokadik próbálkozásra egy rossz kód beolvasása lehetséges volt. Ha ezt nem ellenőrizte a dolgozó, és elakadt, akkor a piros gombot megnyomva segítséget kért, ezért szeparálni kellett a két különböző hibát. Ha a címke nem volt jó, és nem tudott tovább haladni a munkás, akkor az címke hibának minősült, azonban, ha nem volt jó a címke, és ennek ellenére is megtörtént a – rossz – címkének a beolvasása, az operátori hibaként lett elkönyvelve. Abban az esetben, ha sok ilyen hiba fordul elő, akkor a megoldás az oktatás elmélyítése ezen a területen, a címke pedig a reklamációk során javításra kerül. Mivel ez a hiba már nem állt fenn októberben, így nyomon követhető, hogy a hiba elhárult, de érdemes lehet az egyéb opciók feltárása. Ezen felül kétszer fordult elő olyan géphiba, amit a csoportvezető meg tudott oldani, de ezen felül egyszer a karbantartók beavatkozása is szükséges volt, illetve egy alkalommal rendszerhiba is történt. A kiértékelésből az következik, hogy a múltbéli hibák megszűntek, újabbak azonban keletkeztek, amelyek azonban még nincsenek kategorizálva, így ezeket érdemes lesz megvizsgálni, és osztályozni.

Stancolás	TOTAL DOWNTIME	AMOUNT	TOTAL REACTION TIME	TOTAL WORKING TIME	REACTION PERCENTAGE	WORKING PERCENTAGE
Géphiba - csoportvezető	0:04:16	2	0:03:57	0:00:19	92,58%	7,42%
Címke hiba	0:00:00	0	0:00:00	0:00:00	0,00%	0,00%
Operátor - szkennelés	0:00:00	0	0:00:00	0:00:00	0,00%	0,00%
Rendszerhiba	0:05:07	1	0:04:29	0:00:38	87,62%	12,38%
Egyéb géphiba - karbantartás	0:08:27	1	0:05:40	0:02:47	67,06%	32,94%
Anyag - QM	0:00:00	0	0:00:00	0:00:00	0,00%	0,00%
Egyéb	0:08:24	3	0:08:06	0:00:18	96,43%	3,57%
	0:00:00	0	0:00:00	0:00:00	0,00%	0,00%
	0:00:00	0	0:00:00	0:00:00	0,00%	0,00%
	0:00:00	0	0:00:00	0:00:00	0,00%	0,00%
TOTAL	0:40:12	7	0:22:12	0:04:02	84,63%	15,37%

25. ábra Stancolás állomás részletes gépleállás adatai

Fontos megvizsgálni, hogy melyik hiba mennyi ideig okozta a termelés leállítását, illetve, hogy hányszor fordult elő az adott probléma. Bár vizuálisan is meg van jelenítve (24. ábra) az adat, az idő adatok azonban ebben a formában jobban és könnyebben értelmezhetőek (25. és 26. ábra). Az első oszlopok a teljes leállásra vonatkoznak, az adott időintervallumban, a többi oszlop pedig jobban részletezi a leállási időket. A reakcióidőnél megfigyelhető, hogy sokkal magasabb, mint a tényleges elvégzett munka a területeken. Ennek két oka lehet. Az egyik, hogy az operatív vezetők megfelelően használják a gombokat, és elfelejtik megnyomni az „elkezdve” gombot, mikor kiérnek a területre. A másik lehetséges indok, hogy a spoiler stáció viszonylag messze helyezkedik el a műszakvezetői szigettől, és sokáig tart odaérni, vagy éppen másik feladatot lát el, ami miatt nem tud időben odaérni. Itt egy hatalmas fejlesztési potenciál van elrejtve, ugyanis az időkből az látszik, hogy a teljes leállítások 84,63%-át a reakcióidő teszi ki, miközben a tényleges munka csak 15,37%-ban van jelen. Ezeknek az indokoknak a megvizsgálása hozhat olyan eredményeket, ami akár 1%

javulást is jelenthet az összegzett OEE értékben. Továbbá az adatokból még az is leolvasható, hogy a teljes leállás 40 perc volt, de a reakcióidők és a munkavégzési idők csak 26 percet tesznek ki, vagyis a fennmaradó időt az anyagellátás hiányának ideje okozza. Ezt a 24. ábrán a „LoMS” (Lack of Material Supply) résznél tekinthetjük meg, ami 13 perc és 58 másodperc volt. A másik fejlesztési lehetőség itt található meg, a logisztikai ellátás javításában. A QM beavatkozásait egyelőre csak számokban mérjük.

A rendszer segítségével képesek lehetünk megállapítani jövőbeli hibákat is. Mivel a rendszer képes az akár percenkénti frissítésre is, így egy kiugró értéket lehetséges lesz előre jelezni, akár mint előrejelzés. Éves levetítésekben akár sémákat is fel lehet majd fedezni, és előre jelezni egyes időszakokban a várható hibajelzések számát. Ha a rendszer képes valószínűsíthető problémák felfedezésére is, akkor lehetőség nyílik felkészülni rá, és az intézkedések meghozásakor rengeteg idő megspórolására lehet szert tenni. Erre egy külön modul létrehozása segítheti ennek a nyomon követését, ami szöveges és grafikus formában is támogatja az adatok megértését. A megfelelő adatok összegyűjtése sok időt venne igénybe, azonban rövid és hosszú távon is megtakarításokat lehetne elérni vele.

TOTAL EVENT ROOF SPOILER (GIVEN PERIOD)	5
DOWNTIME ROOF SPOILER (GIVEN PERIOD)	0:47:23
TOTAL QUALITY INVOLVEMENTS (GIVEN PERIOD)	3

26. ábra Rövid összetekintő adatok a statisztikában

A program és a kezelőfelület is rengeteg potenciált hordoz magában és minden nap számos új ötlet kerül fel a listára. Ezeket két külön csoportra lehet bontani, az egyik az operatív részén történő fejlesztés, a másik a statisztikai kiértékelés bővítése és frissítése. Az első és legfontosabb a rendszer használatának fejlesztése, ugyanis az adatokból sokszor kiderül, hogy a nem megfelelő kezelés eltorzíthatja az adatokat. Ilyen a reakció idő és a tényleges munkával eltöltött idő aránya. A feldolgozott adatok jelenleg azt mutatják, hogy a gépleállások idejének akár 95%-a reakció időből áll, ami a valóságot nem fedi mindig. Ezt a részét operatív vezetés szintjén kell megoldani, azaz oktatások szervezésével nagyban

javíthatóvá válik. Ezen felül a rendszer általános működését lehet jobbra tenni oly módon, hogy az még stabilabb és még gyorsabb legyen. Ide akár egy egyéni applikáció fejlesztése is megoldás lehet, ami kimondottan erre a célra lesz kitalálva és használva. Statisztikai oldalról az adatok feldolgozásának sebességét lehet növelni, ugyanis jelenleg sok időt igénybe vehet az összesítés, ha sok gombnyomás történik. A statisztikai információk közötti váltás körülményes lehet, ugyanis sok adat van egy helyen, így ezek felismerése nehézséget okozhat. Erre a célra van kihelyezve egy legördülő menü, ahol egy egyszerű kiválasztással lehet azt az adatot megtekinteni, amelyikre kíváncsi a felhasználó. Továbbá a fő diagram változtatására is lehetőség lesz, ha a QM által mért adatok is abban a formában valósulnak meg, ami az ideális a rendszer szempontjából. Ehhez oktatások és a program bővítésére is szükség lesz. Amennyiben az erre fordított idők a QS kollégák által nincsenek megfelelően mérve, akkor nehéz kimutatni, ezáltal pedig intézkedéseket is nehéz rá hozni (26. ábra). Ezeket az adatokat pedig 3 féle módon szeretném megjeleníteni a képernyőn. Az egyik a kiválasztott stáció gépleállás ideje, a másik az ehhez tartozó anyaghiányok által okozott kiesett idő, és végül a QM által tett beavatkozások száma és ideje. Ezek mindig az adott időszakra fognak vonatkozni, így összehasonlíthatóvá válik akár egy másik összeszerelési részleggel is.

Összefoglalás

Az autóipar nem csak saját magával szemben állít magas elvárásokat, hanem a beszállítóival is. Azért, hogy az általuk diktált tempó megvalósítható legyen, gondos előkészületek és alapos számolások szükségesek. Ha a tervezett folyamatok nem úgy valósulnak meg, ahogyan az elvárt, akkor komoly kártérítési összegekkel kell számolni.

Dolgozatomban azt tűztem ki célul, hogy bevezessem az andon rendszert, majd statisztikai adatokat gyűjtsek és kiértékeljem azokat, illetve, hogy a cég dolgozói számára megkönnyítsem a mindennapi munkát a lean és a 6Sigma módszerek segítségével.

Az első fejezetben áttekintettem a dolgozatomhoz szükséges lean alapelveket, illetve az ehhez tartozó összefüggéseket, majd kitértem azokra a logisztikai fogalmakra, amiket felhasználtam a teljes dolgozat során, illetve az általam ismert programozási nyelvet is ismerttettem.

A következő fejezetekben bemutattam a vállalatot, ahol a dolgozatomat írtam, majd ismerttettem a megoldandó problémát majd bemutattam hátterét a tanulmányomnak. Tézisként meghatároztam, hogy a múltban használt folyamatok nem hatékonyak, amiket időmérésekkel és egyéb módszerekkel támasztottam alá. Az elemzéseim során olyan adatokat gyűjtöttem, aminek segítségével a folyamatos fejlesztést meg tudtam valósítani, és egy stabil rendszert felépíteni. Ezután ismerttettem a múltban történt folyamatokat, és hogy ezek miért okoztak veszteségeket, valamint bemutattam annak fontosságát, hogy miért elengedhetetlen, hogy ezeket megfelelően kezeljük. A sok változónak köszönhetően számos kihívással szembesültem arra vonatkozóan, hogy egy rendszer bevezetése során milyen nehézségek merülhetnek fel, és hogy azokat hogyan lehet a lehető leghatékonyabban megoldani. Ezután bemutattam és részletesen kifejtettem a fejlesztési folyamatot, illetve a megoldáshoz vezető utat. A dolgozatom zárásaként statisztikai adatok összegyűjtéséből történő elemzést mutattam be, valamint azt, hogy milyen kiértékeléseket és információkat lehet kinyerni a nyers adatokból.

A dolgozat elején meghatározott célt sikerült teljesítenem, ugyanis a folyamatok jelentős mértékben stabilabbak lettek, a gépleállási idők csökkentek, a dolgozók ergonómiai helyzete, valamint hosszútávon a biztonság és az egészség helyzete is javult. A visszajelzések alapján a kiértékelte adatok megfelelőek, elegendő információt hordoznak ahhoz, hogy a folyamatok a megfelelő irányba fejleszthetők legyenek. Fontosnak tartom, hogy a jövőben nagy figyelmet fordítsunk a rendszer további fejlesztésére és bővítésére, annak érdekében, hogy a lehető legmegfelelőbbben működhessen, mind a felsővezetés, a dolgozók és a termelés szempontjából is.

Summary

The automotive industry not only sets high expectations for itself but also for its suppliers. In order to meet the pace dictated by them, careful preparations and thorough calculations are necessary. If the planned processes do not unfold as expected, substantial compensation amounts must be considered.

In my thesis, my goal was to introduce the andon system, collect and evaluate statistical data, and facilitate the daily work of the company's employees through the use of lean and 6Sigma methods. In the first chapter, I outlined the lean principles necessary for my thesis, along with their correlations, and delved into the logistics concepts used throughout the entire paper. I also introduced the programming language I utilized.

In the following chapters, I presented the company where I wrote my thesis, and outlined the literary background of the problem to be solved. I defined the thesis by asserting that past processes were inefficient, supported by time measurements and other methods. During my analysis, I collected data to enable continuous improvement and build a stable system. I then explained past processes, why they caused losses, and emphasized the importance of properly managing them. Due to numerous variables, I faced many challenges in terms of the difficulties that may arise during the introduction of a system and how to solve them most effectively. Subsequently, I presented and detailed the development process and the path leading to the solution. As a conclusion to my thesis, I presented an analysis of statistical data collection, as well as the evaluations and information that can be extracted from raw data.

I successfully achieved the set goal at the beginning of the thesis. The processes became significantly more stable, machine downtime decreased, and the ergonomic situation of the workers, as well as the long-term conditions of safety and health, improved. According to feedback, the evaluated data is sufficient and provides enough information to develop processes in the right direction. It is important to focus on further development and expansion of the system in the future to ensure optimal operation from the perspectives of top management, employees, and production.

Irodalomjegyzék

- [1] Czékus Mihály, Just In Time” – a logisztikai csúcsra járatása a termelésben, <https://transpack.hu/2017/10/19/just-in-time-a-logisztika-csucsra-jaratasa-a-termelesben/>. Megtekintés: 2023.05.07
- [2] Dan Jones – Jim Womack, Seeing the Whole, The Lean Enterprise Institute Inc, Cambridge, 2008
- [3] Investopedia, <https://www.investopedia.com/terms/v/visual-basic-for-applications-vba.asp>, Megtekintés: 2023.10.03
- [4] Irmay Maszaaki, Kaizen stratégia, HVG Könyvek, Budapest, 2022
- [5] James P. Womack – Daniel T. Jones, Lean szemlélet, HVG Kiadó Zrt., Budapest, 2009
- [6] Jeffrey K. Liker and Gary L. Convis, The Toyota way to lean leadership, McGraw-Hill Companies Inc, 2012
- [7] Martin Breing-Jones and Jo Dowdall, Lean Six Sigma for dummies, John Wiley & Sons Inc., Hoboken, New Jersey, 2022
- [8] Martin Christopher, Logistics and supply chain management, Pearson Education Limited, Great Britain, 2005
- [9] Matt Frisbie, Professional JavaScript for Web Developers, 4th Edition, Wrox, 2019
- [10] Michael Ballé – Nicholas Chartier – Pascale Coignet – Sandrine Olivencia – Daryl Powell – Eivind Reke, Lean Sensei, Lean Enterprise Hungary, 2020
- [11] Microsoft, <https://learn.microsoft.com/en-us/visualstudio/get-started/visual-studio-ide?view=vs-2022>, Megtekintés: 2023.06.10
- [12] Mike Rother and Rick Harris, Creating Continuous Flow, Lean Enterprise Institute, Cambridge, 2001
- [13] Natalie J. Sayer and Bruce Williams, Lean for dummies, Wiley Publishing Inc., Indianapolis Indiana, 2007
- [14] Pascal Dennis, Lean Production Simplified, CRC Press, Boca Raton 2015
- [15] Robert O. Martichenko, Elemi Lean, LEI Magyarországi Egyesülete, 2013
- [16] Szegedi Zoltán – Prezenszki József, Logisztikaimenedzsment, Kossuth Kiadó, 2010
- [17] TechTarget, <https://www.techtarget.com/searchenterprisedesktop/definition/Excel>, Megtekintés: 2023.05.13
- [18] Toshiko Narusawa és John Shook, Kaizen Expressz, LEI Magyarországi Egyesülete, 2014

Ábrajegyzék

1. ábra Lean ház (saját szerkesztés [7] [13] alapján)	4
2. ábra Lean alapelvek [7]	5
1. ábra Az érték és a veszteségek aránya (saját szerkesztés).....	6
4. ábra DMAIC (MMEFE) körfolyamat (saját szerkesztés [13] alapján)	12
5. ábra Állomás idők.....	19
6. ábra Kiegyensúlyozott idők kiugrással.....	20
7. ábra Sori kiegyensúlyozás	21
8. ábra A kezdeti interfész	23
9. ábra A kezdeti adatok gyűjtése a vezetői Excel fájlban	24
10. ábra Start&Stop rendszer koncepció	27
11. ábra Az első Excel független verzió	29
12. ábra A második és harmadik verzió összehasonlítva	30
13. ábra Előtte/utána kép a fejlesztésről	33
14. ábra Tetőspoiler antenna állomás kezdeti adatai	34
15. ábra Kezdeti összesített adatok.....	35
16. ábra Végleges felhasználói felület	36
17. ábra A folyamat lépései	39
18. ábra Azonnali visszajelzések üzenetei (példa)	39
19. ábra Feldolgozott adatok a hegesztés állomáson.....	40
20. ábra Adatok napi lebontásban.....	41
21. ábra Adatok heti lebontásban	42
22. ábra Adatok havi lebontásban.....	42
23. ábra A termelési naptár első 7 hete.....	43
24. ábra A stancolás részletesebb kiértékelése	44
25. ábra Stancolás állomás részletes gépleállás adatai	45
26. ábra Rövid összefoglaló adatok a statisztikában.....	46

Képletjegyzék

$\ddot{U}temidő = Rendelkezésre álló idő$	$Igény \quad (1)$	8
$Dolgozók száma = \ddot{O}sszes munkatartalom$	$\ddot{U}temidő \quad (2)$	8
$Treakció = treakció - tstop$	(3)	37
$Tmunka = tstart - treakció$	(4)	37
$Tteljes = tstart - tstop$	(5)	37