SZAKDOLGOZAT

Göncz Gábor

2024.

Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem

Szent István Campus

Agrár- és Élelmiszergazdasági Intézet

Szakirányú továbbképzés

Executive MBA menedzser

Gyártósori hatékonyság monitoring rendszer eredményességének vizsgálata üzleti és vállalati kultúra szempontjából

Belső konzulens: **Dr. Horváth Zoltán**

egyetemi docens PhD

Belső konzulens intézete/tanszéke: **Agrár- és Élelmiszergazdasági Intézet**

Mezőgazdasági és Élelmiszeripari Vállalati Gazdaságtan Tanszék

Készítette: **Göncz Gábor**

Gödöllő

2024.

Tartalom

1. Bevezetés ... 3
2. Szakirodalmi áttekintés ... 5
2.1. Ipar 4.0 ... 5
2.1.1. Az Ipar 4.0. definíciója ... 6
2.1.2. Az ipar 4.0 főbb jellemzői és legfontosabb kifejezései ... 6
2.1.3. Az Ipar 4.0 előfeltételei ... 9
2.1.4. Az Ipar 4.0 hatásai iparáganként ... 11
2.1.5. Az Ipar 4.0 hatásainak SWOT elemzése ... 17
2.1.6. Az Ipar 4.0 jövője ... 18
2.2. Valós idejű hatékonyság mérés ... 18
2.2.1. Az OEE (Teljes eszközhatékonyság) mérési módszer története ... 19
2.2.2. Az OEE (Teljes eszközhatékonyság) mutatószám számítása ... 19
2.2.3. OEE adatgyűjtési gyakorlata ... 21
2.2.4. A Valós idejű hatékonyság mérés jelentősége ... 23
2.2.5. A Valós idejű hatékonyság mérés megvalósítási lehetőségei ... 25
3. Anyag és módszer ... 29
3.1. Primer információgyűjtés adatai ... 29
3.2. A vizsgálat körülményei és helyszíne ... 29
3.4. Interjúvázlat ... 29
4. Gyártósori hatékonyság monitoring rendszer eredményességének vizsgálata ... 37
4.4.1. Greiner Packaging Kft. ... 37
4.4.2. Mars Magyarország Kisállateledelgyártó Kft. ... 41
4.4.3. Pölöskei Italgyártó Zrt. ... 47
4.4.4. Saint-Gobain Hungary Kft. – Weber üzletág ... 51
4.4.5. Tamási Hús Kft. ... 56
5. Következtetések, javaslatok ... 59
5.1. A kutatás eredményeiből megállapítható következtetések ... 60
5.2. A kutatási hipotézisek kiértékelése ... 62
5.3. Az eredményekre alapozott javaslatok ... 64
6. Összefoglalás ... 65
Irodalomjegyzék ... 68
Ábrajegyzék ... 70
Táblázatjegyzék ... 71

1. melléklet: Vezetői interjúvázlat 72
2. mellékelt: operátori interjúvázlat 76

1. Bevezetés

Több, mint tizenöt éve foglalkozom termelésvezetéssel és karbantartással, volt szerencsém dolgozni különböző iparágban, söripar, tejipar és építőipar, a tapasztalataim alapján elmondhatom, a terméktől függetlenül mindenhol az egyik legfontosabb dolog a termelési hatékonyság kérdése. Ahhoz, hogy ezt fejleszteni lehessen mindenekelőtt megbízhatóan kell tudni mérni. A legtöbb tömegterméket előállító nagy kapacitású gépsoron sokféle terméket gyártanak, sokszor különböző kiszerelési egységekbe és ebből adódóan különböző kapacitásokkal. A hatékonyság mérése és számítása ezen esetekben egyáltalán nem könnyű. Pályám elején a 2005-ben ezt csak jelentős egyszerűsítések és átlagolások árán tudtuk megtenni és egy utólagos számításokat végeztünk, legjobb esetben is egy nappal a műszak végét követően. Sok gyárban akár hat-nyolc különböző gyártósor termel egy gyárban különböző termékeket, ezt az adatgyűjtést és elemzést még táblázatkezelő programokban is nagyon munkaigényes követni és a naprakész kimutatásokat készíteni.

Összességében ez a folyamat több szempontól is kihívásokat tartogat kezdve adatgyűjtéstől, az adatok feldolgozásán át, a kapott információ vizuális megjelenítéséig és kiértékeléséééig az időbeli elcsúszásról és az eredményekbe vetett bizalomról nem is beszélve. Ennek a problémának a korszerű megoldása a valós idejű hatékonyság monitorozás, ami egy nagyon jó eszközt ad a termelés- és karbantartásvezetők kezébe.

Napjainkban az alapanyagok, energiahordozók drágulása, a bérek emelkedése miatt a versenyképesség növelése, a hatékonyságjavulás és veszteségcsökkentés még inkább kiemelt témának számítanak. Ezeket a kihívásokat célozta meg a legújabb ipari forradalom, vagy ás néven az Ipar 4.0, amely a digitalizáció fejlődésével már számos megoldást kínál a versenyképesség növelésére. Dolgozatomban ezen megoldások egyikével, az online hatékonyság méréssel foglalkozom részletesen,

A legfejlettebb iparágak, akik a Lean módszertanban is élen járnak már évekkel ezelőtt valamilyen megoldást megpróbáltak találni a pontos hatékonyság mérésre. Ők sokszor jelentős beruházással fejlesztettek egyedi rendszereket, ezzel kötöttséget vállaltak a fejlesztő iránt és képezték ki rá saját embereiket. Más esetekben az anyacég teljesen iparág specifikus rendszereket fejlesztett. Sokan az előző szempontok miatt idegenkedtek az új és modern technológiák bevezetésétől. Ha jobban megnézzük a gyártó vállalatokat, akkor nagyrészt

valamilyen egyszerű tömeggyártás, csomagolás, kiszerelés folyik, amelynek mérésére ma már léteznek olyan egyszerű és költséghatékony szoftverek, amelyekkel a nagy rendszerekhez hasonlóan professzionális módon megoldható az OEE monitorozás.

Szakdolgozatomban olyan gyártó cégeket vizsgálok, akiket szakmai kapcsolataim révén ismertem meg. Ezek a cégek különböző iparágakban szerepelnek, a közös pont bennük az, hogy bevezettek valós idejű monitoring rendszereket és így hasznos gyakorlati tapasztalatokkal tudnak szolgálni.

A szakdolgozatom célja választ keresni az alábbi kérdésekre:

1. Az ipar 4.0 melyik iparágakban alkalmazható?
2. Milyen számszerűsíthető gazdasági és pénzügyi előnyöket hozott a monitoring rendszer bevezetése?
3. Milyen hatásokat gyakorol a vállalati kultúrára?
4. Kimutatható kapcsolat van-e LEAN tevékenység és a monitoring rendszer között?
5. Egy ilyen rendszer miként javítja kommunikációt és csökkenti-e az adminisztrációt?

Az irodalmi feldolgozásban először egy tágabb átfogó képet adok az Ipar 4.0-ról, amelynek része a valós idejű folyamat megfigyelési képesség, vagy más néven az online monitoring. Az Ipar 4.0.-hoz kapcsolódóan tisztázom a fontos fogalmakat és számba veszem a legfontosabb előfeltételeket. Ezután részletesebb kitekintést adok arra vonatkozóan, hogy az egyes termelő iparágakat tekintve melyik ipar 4.0 összetevő milyen konkrét fejlődést hoz. Ezt követően egy SWOT elemzés segítségével bemutatom a technológiai fejlődés erősségei mellett a gyengeségeket, veszélyeket és lehetőségeket is. A jövőbe való kitekintésként az ipar 5.0 és 6.0 fogalmát is bemutatom.

Az irodalmi feldolgozás második részében a tágabb értelmezéstől a konkrét kutatási cél felé haladva részletesebben rátérek a valós idejű hatékonyság mérésre. Elsőként a témakörhöz kapcsolt legfontosabb mutatószám, az OEE (Teljes eszközhatékonyság) történetével és számítási módszerével foglalkozom, majd a jellemző adatgyűjtései gyakorlattal, a témakör jelentőségével, majd végül az online mérés megvalósítási lehetőségeivel.

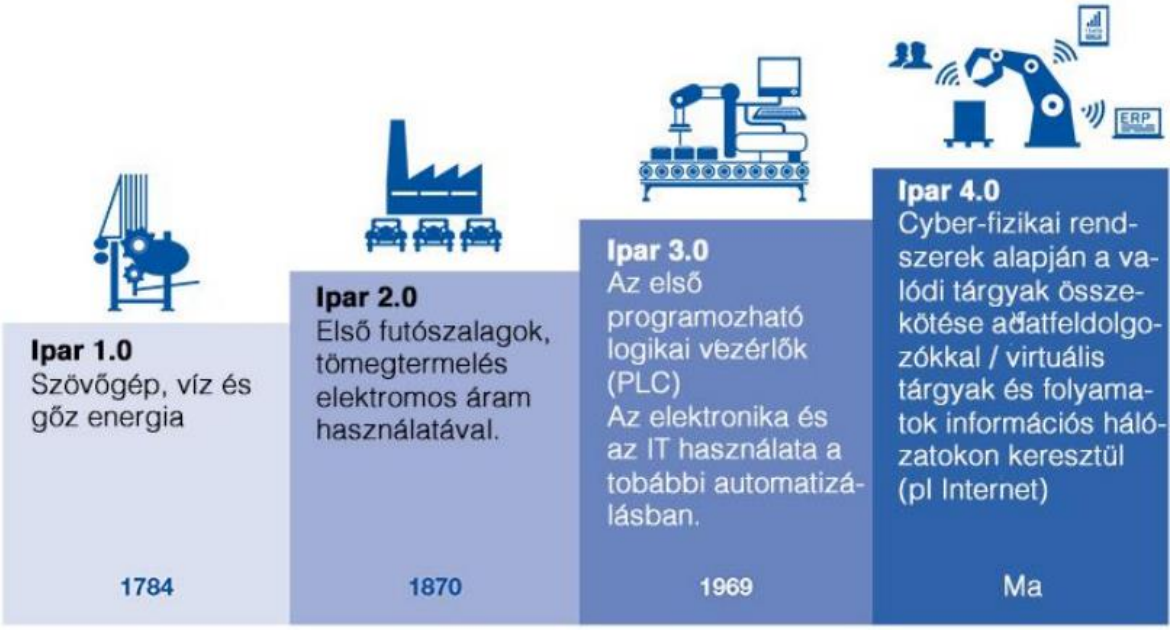
2. Szakirodalmi áttekintés

A szakirodalmi áttekintés során elsőként az Ipar 4.0 témakörét vizsgálom kezdve a fogalmi értelmezésektől, a feltételeken át eljutva a különböző iparágakra gyakorolt hatásokig egészen konkrét példákat is megfogalmazva. Ezután egy rövid jövőbeli kitekintés is teszek.

A szakirodalmak vizsgálatának második felében leszűkítve a vizsgálat tárgyát rátérek az Online hatékonyság mérés témakörére, ami az Ipar 4.0 egyik fontos összetevője. Ebben a témakörben elsőként az OEE (Overall Equipment Effectiveness – Teljes eszközhatékonyság) mutatószám számítását fejtem ki részletesen, majd kitérek az adatgyűjtés gyakorlatára, a témakör jelentőségére és végül bemutatom a konkrét megvalósítási módokat is.

2.1. Ipar 4.0

Az Ipar 4.0-t eredetileg a német kormány dolgozta ki Németország ipari versenyképességének fenntartásához. Ez az új termelési filozófia több forradalmi újítást tartalmaz a termelésben és a teljes értékláncban, amelyek segítségével lényegesen magasabb termelékenység érhető el. Az *1. ábra* bemutatja időrendben az ipari forradalmakat a gőzgép 1784-es rendszerbe állításától az 1870-es első futószalagok megjelenésén át a z 1969-es programozható logikai vezérlőkön keresztül (PLC-k) eljutva a mai korunkig és az ipar 4.0-ig. Megállapítható, hogy amíg az első - második és a második - harmadik ipari forradalmak között közel 100 év telt el, úgy a harmadik - negyedik között már csak 50 év. Ez a felgyorsult fejlődés előrevetíti, hogy a majdani ötödik, vagy hatodik ipari forradalom még gyorsabban fog eljönni.



1. ábra: Az ipari forradalmak időrendben (Kumar & Kumar, 2020)

2.1.1. Az Ipar 4.0. definíciója

Az Ipar 4.0 a gyártási folyamatok technológián alapuló szervezését és az értéklánc mentén egymással autonóm módon kommunikáló eszközöket jelenti. A modell a jövő „okos" gyárára épít, ahol számítógép-vezérelt rendszerek figyelik a fizikai folyamatokat, létrehozzák a fizikai világ virtuális másolatát és decentralizált döntéseket hoznak. A koncepció figyelembe veszi az ipar megnövekedett digitalizálását, ahol a fizikai objektumok zökkenőmentesen integrálódnak az információs hálózatba, lehetővé téve a decentralizált termelést és a valós idejű folyamatok megfigyelését. (Smit, Kreutzer, Moeller, & Carlberg, 2016) (Nagy, 2019) (Kumar & Kumar, 2020)

2.1.2. Az ipar 4.0 főbb jellemzői és legfontosabb kifejezései

A témakörhöz kapcsolódóan használt kifejezések nemzetköziek, sokszor csak a rövid betűszóval jelölik őket, a következőkben ezeket a legfontosabb kifejezések taglalom. A témakör bemutatását elsősorban Nagy Judit Management Review-ban megjelent, Az Ipar 4.0 Fogalma és kritikus kérdései – Vállalti interjúk alapján című cikke alapján (Nagy, 2019) és az Európai parament Industry 4.0 Economic and Scientific Policy (Ipar 4.0 gazdasági és

tudományos politika) című szabályzata alapján végeztem. (Smit, Kreutzer, Moeller, & Carlberg, 2016)

A tárgyak internete (IoT. Internet of Things): A vállalatok valós időben felügyelhetik és utasíthatják az eszközeiket. Ebbe beletartozik a hálózatra csatlakoztatott minden okos eszköz alrendszerekkel együtt. Az IoT célja, hogy ezek az eszközök egymással és az emberekkel kommunikáljanak és együttműködjenek. 2020-ra nagyságrendileg 30 milliárd eszköz csatlakozott az internetre, amelybe minden beleértendő: szenzorok, kamerák, okos gépek, robotok, számlálók stb.

A szolgáltatások internete (IoS - Internet of Services): olyan belső és szervezetek közötti szolgáltatásokra utal, amelyeket az értéklánc résztvevői használnak. A szolgáltatás alapja a big data és a felhő alapú számítástechnika.

Az Ipari Internet (Industrial network): Ebben az ipari és az internetes forradalom összeér. Az ipari internet túlmutat a gyártáson, és lefedi az internet szélesebb körű alkalmazását a gazdaság más tevékenységi formáiban.

Fejlett gyártás (Advanced manufacturing): a termékeket vagy folyamatokat javító technológiai innovációk

Kiber-fizikai rendszerek (CPS - Cyber-Physical Systems): Ezek hardverbe ágyazott szoftverekből állnak, mint például az érzékelők, processzorok és kommunikációs technológiák. Ezek az eszközök önállóan is képesek az információátadásra, folyamatokat indíthatnak el és egymástól függetlenül is irányíthatják egymást. A gyártásban ez azt jelenti, hogy a fizikai gyártási lépéseket számítási alapú folyamatok kísérik, a mindenütt jelenlévő számítástechnikai megoldásokat alkalmazva.

Intelligens gyár (Smart factory): Másnéven a „jövő gyára" kifejezés néhány példát mutat be az Ipar 4.0 technikai újításaiból, új gyártási folyamatokból és ezek gyakorlat megvalósulásából.

Interoperabilitás, ahol a szabványosítás és a szemantikai leírás a fontos, mivel ez azt jelenti, hogy a vállalatok, az embereket és a kiber-fizikai rendszereket (CPS-eket) a tárgyak internetét (IoT-t) és a szolgáltatások internetét (IoS-t) köti össze.

Virtualizáció, a kiber-fizikai rendszereken (CPS-en) keresztül a fizikai világ összekapcsolható a virtuálissal. Más szóval, az érzékelőktől származó adatok virtuális és

szimulációs modellekhez kapcsolódnak. Így létrejön a fizikai világ virtuális másolata, amely lehetővé teszi a kiber-fizikai rendszereket (CPS-t) a fizikai folyamatok figyelésére.

Valós idejű folyamat megfigyelési képesség, folyamatos adatelemzés szükséges ahhoz, hogy a környezet változásaira valós időben reagálhassunk, mint például az útválasztási vagy kezelési hibák.

A decentralizáció azt jelenti, hogy autonómiát, erőforrásokat és felelősséget adunk az alacsonyabb szintű döntésekhez. Az egyes beavatkozóknak önállóan kell döntéseket hozniuk, vagy a döntéseket a szervezet magasabb szintjeire delegálniuk a hibába ütközés, vagy összetett helyzetek esetén.

Szolgáltatás-orientált architektúra (SOA), a számítógépes szoftverek tervezésének architektúrai mintája, mely alkalmazáskomponensek nyújtanak szolgáltatásokat más komponenseknek egy kommunikációs protokollon keresztül. jellemzően ezen keresztül lehetővé teszi a különböző szolgáltatások beágyazását, hogy összekapcsolják és megkönnyítsék azok kihasználását.

Az **Infokommunikációs technológiát** (**IKT-technológiát**) alkalmazó adatcserében hangsúlyt kell fektetni az információbiztonságra és a magánélet védelmére.

Modularitás: az intelligens gyárak rugalmas alkalmazkodása a változó követelményekhez az egyes modulok cseréje vagy bővítése által.

Összefoglalva az ipar 4.0-nak, mint a negyedik ipari forradalomnak az a küldetése, hogy hangsúlyozzák a teljes digitalizálást, a fizikai eszközöket beépítsék és összekapcsolják a digitális ökoszisztémákba. Az értékláncban résztvevőket plusz fejlesztési lépésre sarkallja a feldolgozóiparban érintett teljes folyamat megszervezésében és irányításában. Ez az új fogalom az értéklánc-szervezési technológiák és koncepciók kombinációját jelenti. A moduláris felépítésen belül az okos gyárakban (smart factories), a Kiber-fizikai rendszerek (CPS) figyelik a fizikai folyamatokat, virtuális másolatot készítenek a fizikai világról és decentralizált döntéseket hoznak. A dolgok internetén (IoT-n) keresztül valós időben kommunikálnak, együttműködnek egymással és az emberekkel, majd döntéseket hoznak. A Szolgáltatások internetén (IoS-en) keresztül belső és szervezetek közötti szolgáltatásokat kínálnak és használnak. A vevői igények egyre személyre szabottabbak és a termékvariációk száma is növekszik. (Kumar & Kumar, 2020) (Mohamed, 2018)

Az Ipar 4.0-hoz szorosan kapcsolódik a **Lean módszertan**, amelyre különböző cégeknél különböző neveken hivatkoznak, TPM (Total Productive Maintenance, vagy Management – teljes termelékeny karbantartás vagy menedzsment), WCM (Word Class Manufacturing – világszínvonalú gyártás) Ezek a módszertanok nagyon nagy átfedésben vannak egymással, ugyanazt a nulla veszteségre törekvő filozófiát követik. (Gil-Vilda, Yagüe-Fabra, & Sunyer, 2021)

A szakdolgozat összefoglalóan és egységesen Lean módszertankét fogok rá hivatkozni.

2.1.3. Az Ipar 4.0 előfeltételei

Szabványosítás: A rendszerek, platformok, protokollok, kapcsolatok, interfészek (két számítógépes hardver vagy szoftver eszköz, vagy a számítógép és az azt használó ember érintkezési felülete) szabványosítása.

Munkaszervezés: Meg kell változnia az üzleti modellek változásainak megfelelően. Az összetett rendszereket meg kell tervezni és a modell megfelelő oktatása és magyarázata után lehet használni. A valós idejű vezérlés átalakítja a munka tartalmát és a folyamatait, ami fokozott felelősségvállalást és folyamatos fejlődést eredményez. A folyamatot nem könnyű elsajátítani, a sikeres bevezetéshez az érdekelt felek bevonására, elkötelezettségére és összehangolt együttműködésére van szükség.

Elérhető termékek: A termékeket úgy kell átalakítani, hogy egyrészt igazodjanak a fejlett gyártási folyamatokhoz, másrészt értékesíthetők legyenek a felhasználók számára.

Új üzleti modellek: Új üzleti modellek kidolgozására van szükség, amelynek jelentős költségei és kockázatai vannak

A know-how biztonsága és védelme: Egy globális versenyhelyzetben ez kritikus fontosságú. A vállalatok és kormányok csak akkor készek a befektetésekre, ha az innovációk és a tudás megfelelő védelem alatt áll. Amennyiben ez könnyen másolható, akkor egy másik cég, vagy ország sokkal versenyképesebbé válik, mert nem kellett viselnie a K+F(Kutatásfejlesztés) költségeit. Emellett fontos szempont még a munkavállalók védelme. Erre a problémára a megfelelő biztonsági szint, az egyedi jelszavak és a dolgozók magas szintű oktatása a megoldás.

Képzett szakemberek: Az Ipar 4.0 tervezésére és működtetésére is nagy számban szüksége van a vállalatoknak szakképzett munkaerőre. Felmerülhet a kérdés, hogy ki fektet be készségeibe és képzésébe és milyen következményekkel jár ez az ilyen képességekkel nem rendelkezők foglalkoztatása szempontjából. Mára egyre inkább előtérbe kerül az egész életen át tartó tanulás gondolata, ami ebben az összefüggésben különösen fontos. Az Ipar 4.0 esetében rendkívül kifinomult technológiai rendszerek vannak, megkövetelik konkrét készségek meglétét.

Kutatás: Az ipar 4.0 továbbfejlesztéséhez kutatásokra van szükség, amelynek finanszírozása egyrészt állami, másrészt piaci forrásokból valósulhat meg.

Jogszabályi háttér: Ez előfeltétele annak, hogy a cégek megvalósítsák Ipar 4.0-ra vonatkozó terveiket, mivel a jogszabályi háttér lehetővé teszi számukra az erőforrások összevonását, támogatja és megkönnyíti a termelési rendszereik integrálásához szükséges beruházásokat. A vállalati adatok védelmét, a felelősségi kérdéseket, a személyes adatok kezelését és a kereskedelemi a korlátozásokat jogszabályokkal kell szabályozni. A mobil szélessávú infrastruktúra fejlesztése is egy fontos szempont, ez kulcskérdés a fejlett ipari megoldások elterjedésében és a digitális egységes piac létrejöttében.

Az Ipar 4.0 megvalósításához **jelentős vállalati beruházásokra**, korszerű termelő berendezésekre, gépekre és eszközökre van szükség. Az integrációhoz kapcsolódnak fejlett infokommunikációs technológiák, szükség van az energia- és anyaghatékonyság javítására a költségmegtakarítás érdekében. Egy vállalat akkor hajlandó jelentős összeget új technológiákba fektetni, ha látja annak a megtérülését és ezáltal javul a versenyképessége. A modern és takarékos technológia mellett jelentős erőforrásokra van szükség a folyamatokat működtető személyzet és a vezetőség képzéséhez is.

A szemléletváltáshoz elengedhetetlen a **változásmenedzsment szemszögéből** is vizsgálni, hogy milyen dimenziók megváltoztatására van szükség: technológiai változás, társadalmi változás és üzleti paradigma váltás. Ami a technológiai változásokat illeti, a digitalizáció a változások egyik fő mozgatórugója az teljes értékláncban. A nagyobb cégek általában gyorsabban felismerik a változás szükségességét, a KKV-k esetében erre ösztönző programokra van szükség. A szakszervezetek többször aggodalmukat fejezték ki a dolgozókat érintő esetleges negatív hatások ellen. Komoly változásmenedzsmentre és szemléletváltásra van szükség a digitális biztonság, a szellemi tulajdon, a személyi adatok

és magánélet védelmében is, a modern technológia olyan veszélyeket rejteget, amelyre nagyon sokan nincsenek felkészülve. (Smit, Kreutzer, Moeller, & Carlberg, 2016)

2.1.4. Az Ipar 4.0 hatásai iparáganként

Összegyűjtöttem néhány konkrét alkalmazási példát, amelyekkel szemléletesen bemutatható az ipar 4.0 által eszközölt fejlődés egyes iparágakra gyakorolt hatása

Autógyártás

Ez az az iparág, ahol az Ipar 4.0 megoldások talán a legjelentősebb változásokat hozták a teljes gyártási és ellátási lánc folyamatokban.

Az autógyártást korábban is jellemezte a nagyfokú automatizáltság és a robotok alkalmazása, de az intelligens gyártási cellák, amelyek képesek egymással kommunikálni és optimalizálni a feladatokat, lehetővé teszik a még gyorsabb és hatékonyabb gyártást.

Az önvezető járművek, robotok és drónok alkalmazása a termelékenység növelését és az emberi munkaerő terhelésének csökkentését eredményezi. Az intelligens városok a jövőnket jelentik hatékonyabb működésükkel, kevesebb balesettel, kevesebb környezetszennyezéssel, kevesebb bűnözési lehetőséget és biztonságosabb életet kínálnak. (Pisarov & Mester, 2020)

Az érzékelők és szenzorok segítik a gépek állapotának folyamatos monitorozását. Az adatok elemzése alapján előre jelezhetővé válnak a lehetséges meghibásodások, így optimalizált karbantartási tervek készíthetők. (Javaid, Haleem, A., R. P., & Suman, 2021)

Az okos kamerák és képfelismerő rendszerek lehetővé teszik a részletek pontos felismerését és a minőségellenőrzést a gyártási folyamatok során. Nyomon követik a termékek előrehaladását a gyártósorokon.

Az 3D nyomtatás alkalmazása prototípusok gyorsabb és gazdaságosabb létrehozását teszik lehetővé. Ezen kívül mára így könnyen elérhetővé váltak az egyedi alkatrészek is. (Sakhar, 2021)

Az autonóm járművek bevezetése lehetővé teszi az okos közlekedési rendszerek integrációját, és segíthet a gyártóknak és flottakezelőknek az üzemeltetés optimalizálásában. (Pisarov & Mester, 2020)

Az autógyártás terén az Ipar 4.0 megoldások segíthetnek a gyártóknak növelni az agilitásukat, csökkenteni a költségeket és optimalizálni a teljes gyártási folyamatot az autók tervezésétől kezdve egészen az értékesítésig. (Smit, Kreutzer, Moeller, & Carlberg, 2016)

Véleményem szerint az autóipar a technológiai fejlődésben a jövőben is egy húzóágazat lesz, amelyből a fejlett technológiák használatát a többi iparág is próbálja majd átvenni. Ez az átvétel a mérnökök-vezetők más céghez vándorlásával is bekövetkezhet.

Az ipar 4.0 megítélése az autóiparon belül a mérnökök és a gyártósorokon dolgozók esetén eltér. A mérnökök izgalommal tekintenek a technológiai újításokra, míg a sori dolgozók esetében megjelenik a munka elvesztésétől való félem, illetve a robotok okozta biztonsági kockázat is aggályokat vet fel nekik. (Keszey & Tóth, 2020.)

Élelmiszeripar

Az élelmiszeriparban is egyre inkább elterjednek az Ipar 4.0 megoldások, amelyek lehetővé teszik az iparági szereplők számára a hatékonyság, minőség és fenntarthatóság javítását.

Az érzékelők és szenzorok segítik a folyamatok folyamatos monitorozását, beleértve a gyártósorok hatékonyságát, vagy a termékminőséget befolyásoló paramétereket, például a hőmérsékletet vagy a páratartalmat. (Javaid, Haleem, A., R. P., & Suman, 2021)

Az RFID címkék alkalmazása lehetővé teszi a termékek követését a gyártástól az értékesítésig. Ez segíthet az átláthatóság és a hatékonyabb készletkezelés terén. (Elbasani, Siriporn, & Choi, 2020)

Az okos kamerák és képfeldolgozó rendszerek segíthetnek a termékek minőségellenőrzésében és a csomagolási folyamatok optimalizálásában.

A digitális kétvonalas rendszerek lehetővé teszik a termékek egyedi azonosítását és nyomon követését az élelmiszerek előállításától a fogyasztásig.

Az okos hűtők, intelligens készülékek és a Dolgok internete (IoT) alkalmazások révén az élelmiszeripar részt vesz a kapcsolódó szolgáltatások fejlesztésében, például az okos konyhában vagy az egészségtudatos életmódot támogató alkalmazásokban.

Az élelmiszeriparban lezajló ipari forradalom is elsőként a nagy multinacionális cégeknél és a startup vállalkozásoknál lesz megfigyelhető, ezek a technológiák egyre univerzálisabbak, olcsóbbak és elérhetőek lesznek.

Az élelmiszeriparban is napjaikban egyre inkább előtérbe kerül a minőség, a rugalmasság és a gyorsaság, valamint a fogyasztói igények teljes körű kielégítésének kérdése. Az Ipar 4.0 megoldások jelentősen visszaszoríthatják a hulladék mennyiségét azáltal, hogy javítják az eddigi gyártási folyamatokat és meghatározzák a selejt keletkezésének okait. Egy 2021 Statisztikai kutatás szerint az élelmiszeripari vállalatok 44%-a mutat jelentős érdeklődést az (Erdei, Popp, Neményi, & Oláh, 2021)

Energiaszektor

Az intelligens mérőórák és hálózatok segítik az energiatermelés és fogyasztás hatékonyabb kezelését. Mára már lakossági szinten is gyakori, hogy napelemek telepítésével párhuzamosan táv leolvasású okos villanyórákkal látják el a háztartásokat. Maga a napelem is egy internetre kapcsolt okos mérőeszköz, amely valós időben megjeleníti az energiatermelést, a ház felhasználást és számtalan statisztikát.

Az érzékelők és adatok elemzése segíthet az energiatermelő berendezések karbantartásának időzítésében, csökkentve az üzemzavarokat. Az összekapcsoltságnak köszönhetően az energiaszolgáltató weboldalán mára már bárki valós időben megnézheti egy áramszünet esetén, hogy pontosan melyik utca és hány fogyasztó esett ki a szolgáltatásból.

Saját tapasztalatként elmondhatom, hogy valós időben mérő intelligens mérőóra rendszert telepítettem, amelyek segítségével első lepésként az elektromos áramfogyasztást monitorozzuk, de tervben van a gáz és a vízórák monitorozása is.

(Smit, Kreutzer, Moeller, & Carlberg, 2016)

Egészségügy

A Dolgok internete (IoT) és szenzorok segíthetik a betegek folyamatos monitorozását és az egészségügyi adatok gyűjtését. Az okosórák rohamos terjedésével a személyi diagnosztika és adatgyűjtés már a következő dolgok monitorozására is képes: pulzus, véroxigén, testhőmérséklet, alvásdiagnosztika, vérnyomás, vércukor mérésre és EKG mérésre is.

Egészségügyi ellátási láncok optimalizálása: Az Ipar 4.0 lehetőséget teremt a gyógyszeriparban és az egészségügyi ellátási láncokban az optimalizált gyártásra és a gyorsabb szállításra.

Egy 2022-es 1500 mintára kiterjedő vizsgálat* megállapította, hogy a válaszadók 14% már folyamatosan használ és további 47% szeretné kipróbálni az egészségügyi szenzorokat. A válaszadók azt remélik, hogy a digitális egészségügyi eszközök használatával az ellátás kényelmesebbé válik, időt lehet vele spórolni és csökken az orvos-beteg személyes találkozások száma, javul az ellátás gyorsasága és hatékonysága. Hátrányként említették az ellátás elszemélytelenedését és jelentős kockázatnak tekintik a szenzorok esetleges meghibásodásából adódó téves diagnózisokat. (Girasek, 2022)

Magyarországon „Gondosóra" néven néhány éve bevezetésre került a 65 év felettiek részére egy olyan ingyenes okosóra szolgáltatás, amely egy központba be van kötve. Pulzus vesztés, vagy elesés (az órába épített giroszkóp alapján jelez) esetén először megpróbálnak az órán keresztül kapcsolatba lépni a megfigyelt személlyel, majd ha nem sikerül, akkor értesítik a családtagjait és azonnal küldik a mentőt.

Én 2019 óta használok szenzoros okosórát, amelyet elsősorban futás támogatására használok. A pulzus folyamatos monitorozása segítségével lehet kombinálni a különböző típusú futóedzéseket, a GPS segítségével az útvonal is nagyon jól nyomon követhető.

Logisztika és Szállítás

Az RFID címkékkel ellátott áruk követése és azok helyszíni azonosítása a raktárban egyrészt gyorsítja a kiszállítási folyamatot, másrészt segíti a készletek pontosabb és hatékonyabb kezelését.

Robotok és automatizált rendszerek segítik a raktárakban történő áruk mozgatását és tárolását. Erre a legjobb példák az Amazon automatizált raktárai, amelyek élen járnak a

robotok alkalmazásában és a technológiai innovációk bevezetésében. A csomagok feldolgozási sebessége lélegzetelállító gyorsasággal és hatékonysággal zajlik. Az Amazon elemzése alapján minden innovációba fektetett dollár tízszeres megtérülést hoz a hatékonyság nagyarányú javulása által. A raktárakban dolgozó emberek hatékonyságát is figyelemmel kísérik és folyamatosan javítják. Az Amazon raktári dolgozók elmondása alapján ez már nem egy raktárosi munka, hanem olyan, mintha egy gyárban több nagysebességű gyártósor mellett dolgoznának. (Delfanti, 2021)

Korszerű vezető nélküli targoncák nagyban csökkentik a raktári költségeket. Ilyen esetekben létrehozzák a raktárak digitális iker másolatát, amelyen szimulálni tudják a targoncák mozgását. (Fükő, Illés, & Tamás, 2020)

Az érzékelők és adatgyűjtő rendszerek felhasználása a szállítási adatok elemzésére, előrejelzések készítésére és a szállítási teljesítmény optimalizálására.

Az okos eszközök és telematikai rendszerek alkalmazása a járműveken és szállítási eszközökön segíti azok nyomon követését és azok állapotának folyamatos monitorozását.

Az IoT eszközök a szállítási konténerekbe beépítve lehetővé teszik az áruk pontos követését és állapotának folyamatos monitorozását.

Az IoT lehetővé teszi a járművek közötti kommunikációt, optimalizálva a járművek útvonalát és csökkentve az üresjáratot, emellett folyamatosan figyelik a járművek műszaki paramétereit a megelőző karbantartás és a leállási idő minimalizálása érdekében. (Hollik & Egri, 2018)

Okos megrendelési rendszerek használata, algoritmusok és mesterséges intelligencia alkalmazása az előrejelzés pontosságának növelése, valamint a készletek és a készletkezelés optimalizálása érdekében. (Hollik & Egri, 2018)

A Saint-Gobain Webernél is vannak már olyan fuvarozók, amik a futárszolgálatokhoz hasonlóan valós időben megjelenítik az aktuális helyét.

Informatikai és Pénzügyi Szolgáltatások

Az Ipar 4.0 lehetőséget teremt a big data (nagy adatbázis) hatékonyabb kezelésére és elemzésére. Az informatikai és pénzügyi szolgáltatások terén az adatok elemzése segíthet a pontosabb előrejelzésekben, a trendek felismerésében és a döntéshozatalban.

Az adatok elemzése révén a pénzügyi intézmények jobban megismerhetik ügyfeleik igényeit, optimalizálhatják portfóliójukat és növelhetik a hatékonyságot.

Az Ipar 4.0 előrevetíti az intelligens technológiák térnyerését, mint például a mesterséges intelligencia (MI) és a gépi tanulás (ML). Az ilyen technológiák alkalmazása lehetővé teszi az önálló döntéshozatalt, a személyre szabott szolgáltatásokat és az ügyfélélmény javítását.

A mesterséges intelligencia és a gépi tanulás alkalmazása a kockázatkezelésben, csalásfelismerésben is jelentős szerepet játszik, amire égető szükség van az információ és adatbiztonsági kihívások leküzdéséhez.

Az Ipar 4.0 lehetőséget teremt az informatikai és pénzügyi szolgáltatóknak az ügyfélélmény javítására. Az intelligens technológiák segítségével személyre szabottabb szolgáltatásokat nyújthatnak, például az azonnali válaszokat adó chatbotokkal vagy az intuitív mobilalkalmazásokkal. Az ügyfélélmény fokozott javítása hozzájárulhat a lojalitás növeléséhez és az ügyfélelégedettséghez. (Becsei, Bógyi, Csányi, & Kovács, 2019) (Smit, Kreutzer, Moeller, & Carlberg, 2016)

2.1.5. Az Ipar 4.0 hatásainak SWOT elemzése

Az irodalmi hivatkozásokat és a saját tapasztalatokat alapul véve készítettem egy SWOT elemzést:

Erősségek	**Gyengeségek**
Megnövekedett termelékenység és hatékonyság Versenyképesség nagyfokú növekedése A magas képzettséget igénylő és jól fizetett munkahelyek jönnek létre Fokozott ügyfél elégedettség Megnövekedett kapacitás Testre szabható termékválaszték Gyártási rugalmasság és minőségszemlélet	Jelentős beruházásigény Technológia és hálózatok kitettsége a zavaroknak A szabványok és jogszabályi háttér kialakítása elmarad a fejlődés ütemétől Megfelelő szaktudással rendelkező munkaerő képzése még nem megoldott Az ipar 4.0-ba kevésbé bevont idősebb generáció
Lehetőségek	**Fenyegetések**
Az Ipar 4.0-át magas fokon használó országok erősödése a világpiacon Új piacok kialakítása a termékek és szolgáltatások terén (pl.: IT infrastruktúra és szolgáltatások) Egyesek számára alacsonyabb belépési korlátok Alacsonyabb belépési korlátok a KKV-k részére (Innovációk támogatása által, új piacok és megváltozó ellátási lánc által)	Kiberbiztonsági kérdések, szellemi tulajdon, adatok és magánélet védelme Azok a munkavállalók, KKV-k, iparágak és nemzeti gazdaságok, amelyekből hiányzik az ipar 4.0 átállásra való hajlandóság jelentős versenyhátrányba kerülhetnek Az ellátási láncok globális sérülékenysége (pl.: A Szuezi-csatornában elakadt konténerhajó) Az Ipar 4.0-át nagyrészt külföldi (EU-n kívüli) versenytársak valósítják meg

1. táblázat: Az Ipar 4.0 hatásainak SWOT elemzése (Saját szerkesztés Smit, Kreutzer, Moeller, & Carlberg, 2016 alapján)

2.1.6. Az Ipar 4.0 jövője

Az ipar 4.0 jövője már az ipar 5.0, ami egy olyan új koncepció, amely a humán és a technológiai erőforrások együttműködését helyezi előtérbe az ipari folyamatokban. Ez a fogalom a következő ipari forradalomra utal, amely az emberi munkaerőt és a robotika közötti harmonikus együttműködést célozza. Az Ipar 5.0 arra törekszik, hogy a technológiai fejlődést és az emberi kreativitást összehangolja a termelési folyamatokban. Míg az Ipar 4.0 fókuszált a digitalizációra és az automatizálásra, az Ipar 5.0 az emberi képességekre, mint például a problémamegoldás, a kreativitás és a rugalmasság fontosságát.

Az Ipar 5.0 célja, hogy a fejlődést az emberi munkaerővel kapcsolatos technológia összehangolja, és olyan munkakörnyezetet teremtsen, ahol az emberek és a robotok együttműködve dolgoznak. Ez lehetővé teszi az emberek számára, hogy kihasználja a robotika és az automatizálás előnyeit, akkor egy saját egyedi képességeiket és kreativitásukat is beépítik a folyamatokba. Az Ipar 5.0 továbbá a fenntarthatóságot és a társadalmi felelősségvállalást az ipari tevékenységekben. Az emberi központú megközelítésre építve az Ipar 5.0 arra törekszik, hogy az ipari folyamatok ne csak hatékonyak és termelékenyek legyenek, hanem fenntarthatóak és a társadalom számára előnyöket biztosítanak.

Ez az új ipari forradalom egy olyan jövőképet jelent, ahol az emberi munkaerő és a technológiai fejlődés együttműködik, hogy előmozdítsa a hatékonyságot, a fenntarthatóságot és a társadalmi fejlődést az iparban. (Henci, 2023) (Oláh, 2019)

Itt fontos még megemlíteni az ipar 6.0-át, amely a megújuló energia, a teljes gépfüggetlenség és a bolygóközi erőforrás-gyűjtés és gyártás korszaka lesz. (Duggal, 2022)

2.2. Valós idejű hatékonyság mérés

Az ipar 4.0 egyik újdonsága az, hogy képessé tette a gyárakat, hogy valós időben meg tudják figyelni a termelő eszközeiket és a folyamataikat. Mindezt a megfigyelést egy idővonalon jelenítik meg valamilyen formában, ahol a teljesítményt egy beállított kapacitáshoz hasonlítják és így jöhetnek létre mutatószámok.

2.2.1. Az OEE (Teljes eszközhatékonyság) mérési módszer története

Az OEE (Overall Equipment Effectiveness - Teljes eszközhatékonyság) az egyik legfontosabb gyártási teljesítménymutató. Egyszerű számítások segítenek a gépek hatékonyságának, rendelkezésre állásának, teljesítményének és minőségének mérésében.

Az OEE számítást eredetileg a Toyota vezette be a Toyota Production System (TPS) részeként, amelyet a Lean gyártási elvek köreiben fejlesztették ki és az1980-as években került be a nemzetközi köztudatba. Az 1990-es évek elejétől kezdve az OEE és a Lean gyártási elvek más gyártók és iparágak körében is terjedni kezdtek, és egyre több vállalat kezdte alkalmazni a teljesítményük mérésére és javítására. (Earley, 2016)

A 2000-es évektől az OEE alkalmazása tovább erősödött és elterjedt a különböző iparágakban, beleértve az autóipart, az elektronikai gyártást, az élelmiszeripart is. Ebben az időszakban az informatikai fejlesztések és az adatelemzési eszközök előretörése tovább segítette az OEE hatékonyabb alkalmazását. A módszer terjedését segítette az egyre növekvő globalizáció miatt kialakult verseny, majd az elmúlt években támogatták a környezetvédelmi és fenntarthatósági törekvések. (Hansen, 2005)

2.2.2. Az OEE (Teljes eszközhatékonyság) mutatószám számítása

Az OEE három fő komponensből származik: rendelkezésre állás, teljesítmény és minőség. Az OEE értéke 0% és 100% között változhat, ahol a magasabb értékek jobb teljesítményt jelentenek. (D.H.Stamatis, 2017) (Kennedy, 2018)

Az OEE komponenseinek a számítása a következőképpen történik:

Rendelkezésre állás (Availability):

Rendelkezésre állás az idő, amely alatt a gép rendelkezésre áll és működőképes. A kiszámítás módja:

$$\text{Rendelkezésre Állás (\%)} = \left(\frac{\text{Összes Idő} - \text{Ütemezett Leállás}}{\text{Összes Idő}} \right) \times 100$$

Teljesítmény (Performance):

Teljesítmény az a hányados, amely azt mutatja, hogy a gép mennyire működik az ideális teljesítményhez képest. A kiszámítás módja:

$$\text{Teljesítmény (\%)} = \left(\frac{\text{Aktuális Termelés}}{\text{Maximális Termelés}}\right) \times 100$$

Minőség (Quality):

Minőség azt mutatja meg, milyen arányban állították elő a jó minőségű termékeket. A kiszámítás módja:

$$\text{Minőség (\%)} = \left(\frac{\text{Jó Termékek}}{\text{Összes Termék}}\right) \times 100$$

OEE Számítás:

Az OEE a három komponens szorzataként kiszámolható:

$$\text{OEE (\%)} = \text{Rendelkezésre Állás (\%)} \times \text{Teljesítmény (\%)} \times \text{Minőség (\%)}$$

Az OEE értéke segít a gyártóknak azonosítani és javítani azokat a területeket, ahol a hatékonyság növelése érdekében beavatkozás szükséges.

Hiroyuki Nakajima, a Toyota Production System (TPS) egyik vezetőjeként 6 fő veszteséget azonosított a három OEE komponensben, amelyek csökkentik a termelékenységet és növelik az időveszteséget a gyártási folyamatok során. (Liker & Hoseus, 2012)

Leállási veszteségek (Rendelkezésre állás összetevőnél kell számításba venni):

1) A berendezések meghibásodása időveszteségnek minősül, ekkor a termelékenység csökken, kiesik a gyártott mennyiség és selejt is keletkezhet

2) A beállítási időveszteségek: Amikor az egyik típusú termék gyártása véget ér és átszerelési, vagy tisztítási műveletek szükségesek az új termék gyártása előtt. Termékváltások alkalmával is gyakran keletkeznek minőséghibás termékek.

Sebességveszteségek (Teljesítmény összetevő)

3) Rövid leállási veszteségek akkor fordulnak elő, amikor a gyártást átmeneti kisebb meghibásodások, vagy elakadások szakítják meg.

4) A sebességveszteség a berendezés tervezési sebessége és a tényleges működési sebessége közötti különbséget jelenti. Gyakori hiba, hogy a berendezéseket csökkentett sebességgel üzemeltetik ezzel elfedve az olyan működési hibákat, amelyek a tervezett sebességnél jönnek elő.

Minőségi veszteségek (Minőség összetevő):

5) Csökkent kihozatal (Yield) jellemző a gépindításokat, vagy termékváltásokat követően. A cél, hogy minél előbb a stabilizációs szakaszba lépjen a termelés.

6) Minőségi hibákat és selejt termék gyártás okozhat a gyártógép hibás működése. A selejt, vagy félkész termékek egy részét a belső szabályoknak megfelelően vissza lehet dolgozni, de a számítási metódust tekintve az első rossz gyártás veszteségként kell elkönyvelni, hiszen ugyanezt az időt lehetett volna jó termék gyártására is fordítani.

Összességében elmondható, hogy az OEE sok mindentől függ: a termelési környezettől, az üzemeltető személyzet intézkedéseitől, a termeléstervezéstől, a minőségi politikától és a karbantartási eljárásoktól. (D.H.Stamatis, 2017) (Kennedy, 2018)

2.2.3. OEE adatgyűjtési gyakorlata

Egy 2016-os Richard Hedman, Mukund Subramaniyan és Peter Almström által jegyzett 23 vállalat 884-gépsor mináira alapozott tanulmány a „Kritikus tényezők elemzése az OEE automatikus mérésével” címmel rávilágít néhány érdekes összefüggésre, amelyeket én is tapasztaltam már a munkám során, de ez a kutatás sok esetben megerősíti a korábbi feltételezéseimet az OEE-t meghatározó adatgyűjtés esetleges hiányosságai kapcsán.

A kutatás több iparágat vizsgál: Élelmiszeripar és palackozás; fémipar; műanyagipar; egyéb automatizált gyártás. Az átlagos hatékonyság (OEE) 65%, a legjobban az élelmiszeripar teljesített 75% -os eredménnyel.

Érdekes megállapítás, hogy a gyártósorok 80%-a esetén az OEE **Teljesítmény összetevőjeként** mindig 100%-ot jelentettek, ami szerint nem voltak rövid leállásaik és sebességveszteségeik.

A tanulmány másik figyelemreméltó eredménye az, hogy a gyártósorok 90% -a esetén az OEE **Minőség összetevőjeként** 100%-ot jelentettek, azaz mindig csak kifogástalan minőségű termékeket gyártottak.

Szakmai pályafutásom alapján több száz gyártósort láttam már, szerintem nem létezik olyan gyártósor, ahol nincs selejt és ahol hiba nélküli termelés zajlik mindig maximális sebességen. Egyetértek a szerzők megállapításával, miszerint sok esetben rosszul kategorizáljak be a gyárak hibákat mind a teljesítmény, mind a minőség összetevő esetén, ezek a hibák ilyenkor **„nem azonosított hiba" kategóriába** esnek. A Tanulmány azt is megállapítja, hogy ez a legmagasabb időveszteségi kategória (19%). A korábban említett 65% -os OEE esetén ez a 19% a hibák több, mint a felét jelenti, a megfelelő ellenintézkedések meghatározása miatt jó lenne ezezeket a hibákat sokkal részletesebben látni.

Az OEE Teljesítmény összetevőjével kapcsolat sok gyár bevallotta, hogy nem méri megfelelően a ciklusidőket és **nem jól határozza meg az elméleti maximum kapacitást**. A célokat csak valamilyen korábbi gyakorlatra hivatkozva adják meg, nincsenek megfelelő sztenderdek és nincs meg a megfelelő tudásuk arról, hogy ezt miként határozzák meg. Ez a döntően tudja befolyásolni a veszteség mérését.

Saját tapasztalatom alapján elmondhatom, hogy **kapacitás** meghatározásának a kérdéssel a cégcsoportunk sokat foglalkozott és 2023.-ban egy olyan **központi sztenderd** született, ami előírja a megfelelő számítási metódust és a valós idejű OEE monitoring (OEEWEB program) által mért adatokra támaszkodik. A Saint-Gobain Weber vakolat gyáraiban jelenleg 35 országban használják ezt a programot, a nemzetközi összehasonlításnak akkor van igazán értelme, ha a mérési metódus is egységesítésre kerül. A nemzetközi összehasonlítás mellett az OEE% -ot természetesen a saját gyártási folyamat fejlődésére is értelmezhető, de az időegységeként történő objektív összehasonlítás miatt a termelési kapacitások változtatása nem célszerű, mert akkor már nem almát hasonlítunk almával.

Az idézett tanulmány egy olyan összefüggést is vizsgál, hogy az **operátoroknak mennyire van ráhatásuk** az egyes leállások okozta időveszteségre. Az állásidő kategóriákat három különböző csoportba osztották: Van ráhatásuk (1) (pl: termékváltás ideje, műszaki hiba javítása, mérések, beállítások), részben van ráhatásuk (2) (pl: Alapanyagok újra töltése) és

nincs ráhatásuk (3) (pl: Beszállítói alapanyag hiány, szállítási hiba). Az eredmény magáért beszél, 90%-ban van ráhatásuk, 9%-ban részben ráhatásuk és mindössze az időveszteség 1%-ban mondható el, hogy az operátoroknak nincs ráhatása a veszteségekre. Ez az eredmény rávilágít arra, hogy miként vannak megszervezve és mennyire fontosok a hatékony termeléshez az operátorok által végzett előkészítő, támogató, ellenőrző tevékenységek.

A tanulmány szerzői a korábban jelzett kételyek ellenére bizakodók és megállapítják, hogy a valós idejű automatikus mérés valóban rendelkezik azzal a képességgel, hogy jól beállított rendszer esetén kiküszöböljék ezeket a hibákat. Véleményem szerint is a modern technológia elérhetősége önmagában nem nyújt megoldást a az OEE mérés és számítás kihívásaira. Egyrészt iparági szabványosításokra is szükség van (pl: kapacitások sztenderdjének meghatározása, az időveszteségek helyes besorolása), másrészt a szabványok oktatására és a betartásuk ellenőrzésére. (Hedmana, Subramaniyan, & Almström, 2016) (Liker & Hoseus, 2012)

2.2.4. A Valós idejű hatékonyság mérés jelentősége

A valós idejű hatékonyság mérés rendkívül fontos a gyártási folyamatokban, és számos előnyt kínál a vállalatoknak. A legfontosabb előnyei véleményem szerint a következők:

Azonnali visszajelzést tesz lehetővé teszi a gyártók számára, hogy valós időben lássák és értelmezzék a gyártási folyamatok teljesítményét.

Gyors reakcióra és **hibakorrekcióra késztet**. Amikor valós idejű adatok alapján azonosítanak egy problémát vagy veszteséget, az operátorok, vagy a karbantartók azonnal beavatkozhatnak és megoldhatják a problémát, mielőtt az további kárt okozna.

Segíti a vállalatokat az **optimalizált gyártási folyamatok** kialakításában. Az adatok alapján a termékek gyártási paramétereit és a termeléstervezést is felül lehet vizsgálni, maximalizálva a hatékonyságot és csökkentve az időveszteségeket.

Könnyen nyomon követhetők a teljesítménymutatók, beleértve az OEE-t, az egyes veszteségeket, termelt mennyiségeket. Ez hozzájárul a hosszú távú teljesítményjavítási stratégiákhoz. Sok gyár kivetíti az OEE-t egy nagy TV-n, vagy monitoron a gépsor mellett. Ez az egyik első javasolt lépés a LEAN-ben, ami segíti a gépsoron dolgozókat, a gyors reagálásban, illetve modern környezetet teremt.

Precíz leállás rögzítés nélkül a gyártók nem tudhatják, hogy valóban mennyire hatékony a termelésük. Kézi rögzítésnél a dolgozók gyakran kihagyják a rövidebb állásidőket, így sokan több száz órát veszíthetnek évente csak a rövid leállások által. Ezen rövid leállások sok esetben könnyen elhárítható és egyszerű okokra vezethetők vissza, melyek megoldása után látványosan nő a hatékonyság.

Egy valós idejű hatékonyság monitoring rendszer használatával a **karbantartási részleg** is sok értékes információhoz juthat. A szoftver által gyűjtött statisztikák és havi-heti diagrammok segítségével néhány kattintással világosan kirajzolódnak a problémák és ezekre fejlesztő aktivitások indíthatók, amelyek eredménye nagyon precízen mérhető.

Sok vállalat az OEE% növekedését **prémium célként tűzi ki** az adott gépsoron dolgozó operátorok részére. Így ez a mutató garantáltan nagyobb figyelmet kap.

A manuális **adatgyűjtés és számítás sok időt és energiát kíván** mindenkitől és az eredmény is megkérdőjelezhető. További probléma a kézi adatgyűjtésre alapozott esetleges OEE% prémium célkitűzéssel, hogy a dolgozók gyakran megkérdőjelezik akár már a saját adatgyűjtésüket is, mondván nincs rá idejük, hogy precízen vezessék. Emellett a számítást sem látják át, amivel a termelésvezetőre hárítják a felelősséget. Ilyenkor a cégvezetést is érheti a kritika, hogy úgy számol, hogy ne kelljen bónuszt fizetni. Az OEE monitorozással a termelésvezető, a gyártósori dolgozók és a cégvezetés is ugyanúgy ugyanazt a megbízható adatot látja, ami nagyban csökkenti köztük a bizalmatlanságot. Véleményem szerint ez a megbízhatóság nagyban hozzájárul a vállalati kultúra fejlődéséhez is.

Saját tapasztalatomból elmondhatom, hogy a monitoring rendszer bevezetése után a dolgozók **fejlesztési ötleteket javasoltak,** majd kipróbálták azokat. Mindez ugye nem valósulhatott volna meg, ha úgy érezték volna, hogy már így is elérték a maximumot.

A folyamatos mérés által gyakran magától is felbukkan a műszakok közti **versenyszellem**. Ez szinte mindig egy barátságos verseny, hogy ki tudja a legjobb hatékonyságot hozni a műszakban. Ez a rendszer **rekordok követésére** is lehetőséget ad, amelyeket mindig érdemes kiemelni és jutalmazni. Ez egy sokkal pontosabb mutatószám, mint a gyártott mennyiség, mert a beállított kapacitásokhoz viszonyít és nem a teljes

A gyártók többségénél gyakoriak a különböző **auditok és partneri látogatások,** amelyek alkalmával vizuálisan és modern bemutatót lehet tartani.

A dolgozók szempontjából is pozitív jó dolog egy mérés bevezetése, mert így világos, hogy mit várnak el tőlük, ezt a mérési rendszert igazságosnak és objektívnek tekintik. (Devonshire, 2021)

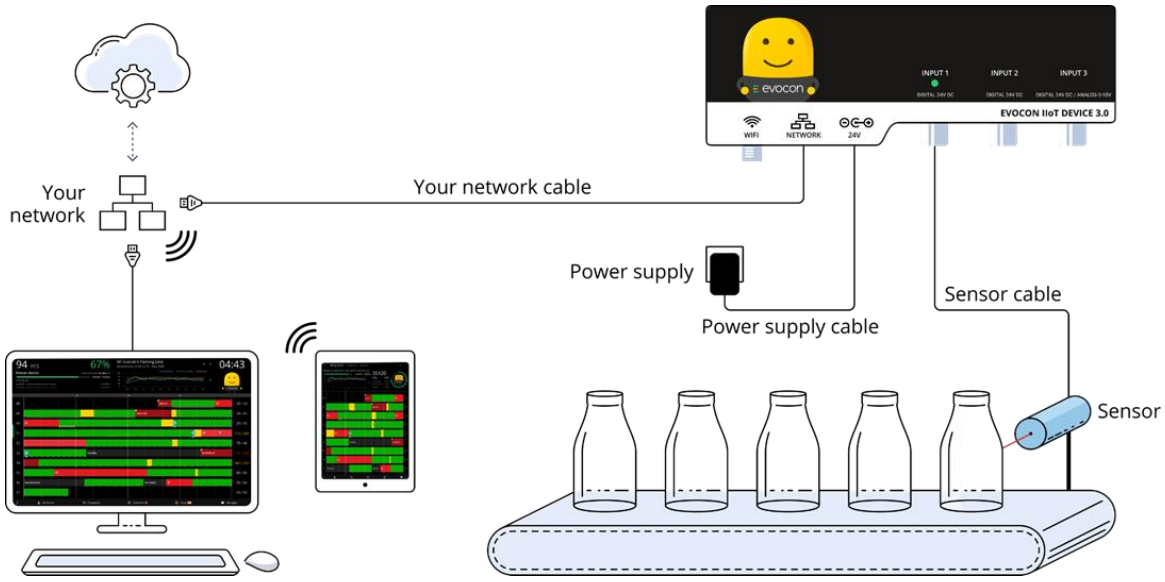
2.2.5. A Valós idejű hatékonyság mérés megvalósítási lehetőségei

Az egy szenzoros rendszer

Ennek a rendszernek a hardware oldala optikai szenzorokból és egy internetre kapcsolt modemből áll. Az adatbevitelt az operátor választja ki a szoftveres adatbázisban regisztrált termékek és hibakódok segítségével. A rendszer egy egyszerű logika alapján működik: A szenzor segítségével méri a termékek számát, amit előre beállított sztenderd kapacitásokkal hasonlít össze (pl: 6000palack/óra). Állásidő esetén a szoftver kéri az operátort, hogy válassza ki a megállás okát. Így lesz az időbélyegekkel ellátott adatokból okos adat. Sokféle állásidő típus kiválasztható (Műszaki hiba gépenként, takarítás, termékváltás, ebédszünet, áramszünet stb.). Mindez vizuálisan megjelenítést kap, a fejlett rendszereknél már felhő alapon bárki számára elérhető módon. A vezetők, a karbantartók, az operátorok, vagy bárki akinek hozzáférése van a weboldalhoz folyamatosan figyelemmel tudja kísérni a termelés menetét, kész és valós idejű statisztikákat és riportokat láthat.

A piacon elérhetők régóta fejlesztett és kipróbált nemzetközileg elterjedt szoftverek, például az Evocon (Észt) és a Factbird (Dán). (www.evocon.com, 2023) (www.factbird.com, 2023)

Saját tapasztalatként elmondható, hogy az egy szenzoros rendszereket jól ismerem, 2019-től négy évig használtam az Evocon nevű szoftvert a Saint-Gobain pilisvörösvári vakolat gyárában, 2023 nyarán áttértünk a cégcsoport által fejlesztett saját egy szenzoros szoftverre (OEEWeb), ami funkcióiban teljesen hasonló a korábbi Evocon rendszerhez, vizualizációban és a felhasználóbarát megközelítésben még folyamatos fejlesztés zajlik.



2. ábra: Az egy szenzoros rendszer felépítése (www.evocon.com, 2023)

MES rendszer részeként megvalósított hatékonyság monitoring

A MES (Manufacturing Execution System- gyártás végrehajtó rendszer) egy olyan informatikai rendszer, amelyet gyártási folyamatok támogatására és irányítására terveztek. A MES rendszerek célja, hogy a gyártóknak segítsenek a termelékenység javításában, az erőforrások hatékonyabb kihasználásában, a gyártási folyamatok jobb ellenőrzésében és a gyártási adatok alapján való döntéshozatalban.

A MES rendszer főbb összetevői:

- termeléstervezés és ütemezés;
- **valós idejű hatékonyság mérés**;
- minőség-ellenőrzés;
- termelékenység- és teljesítményelemzés;
- termék nyomkövetés és riasztási rendszer működtetés;
- dokumentáció kezelés;
- kapcsolat az ERP (Enterprise Resource Planning - Vállalati Erőforrás Tervezési) rendszerrel.

Látható, hogy a valós idejű hatékonyság mérés csak egy kis része ennek a nagy program csomagnak. A mérés önmagában az egy szenzoros rendszerhez hasonlóan valósul meg, a fő különbség ezen esetben a szoftverben van.

A MES rendszer bevezetése önmagában elég bonyolult és költséges, minden alprogramnak professzionálisnak és leteszteltnek kell lennie, amelynek több hónapos bevezetésekor és oktatásakor kompetens, gyakorlott és elkötelezett személyzetnek kell jelen lennie. Ilyen ideális körülmények ritkán állnak rendelkezésre, a legtöbb gyártó vállalatnál a dolgozók a napi munkájukkal is nagyon elfoglaltak, ha mindezek felett még hat-nyolc új programot is meg kell tanulniuk, az jelentős többletmunkát igényel. Erre a problémára egy megoldás lehet, hogy professzionálisan kidolgozott Valós idejű hatékonyság mérő rendszereket integrálnak szoftveresen a MES rendszerekbe. Ez időben eltolva is megvalósítható. Egyrészt ilyenkor több idő van rá, másrészt ezek a szoftverek általában nagyságrendekkel jobbak a MES rendszer részeként elérhető alszoftvereknél. Jellemzően a piacon elérhető vezető hatékonyság mérő szoftverek nagyon felhasználóbarátok, sok éves folyamatos fejlesztőmunka eredményeként jöttek létre, több ezer gyártósoron teljesítenek a legkülönbözőbb iparágakban. (Sós, 2019) (Mantravadi & Møller, 2019.) (Hörmann, 2022)

Az egyes gépek PLC jelének automata gyűjtése

Ebben az esetben a gyártósoron lévő fő gépek PLC (Programozható logikai vezérlő) jelei kerülnek összegyűjtésre, jellemzően egy helyi szerveren és belső ipari hálózaton működik a szoftver. A hibák automatán rögzítésre kerülnek, a kiértékelés utólag történik valamilyen előre beállított riportok alapján. Ezek a rendszerek egyedi fejlesztésűek, jelentős a beruházás igényük, az adatokat általában csak néhány mérnök nézi meg. Az iparban ezt a megoldást régóta használják, a kézi adatgyűjtésnél sokkal precízebb, viszont ez csak részben teljesíti a valós idejű hatékonyság mérés kritériumait. (Plantera, 2020)

Egy ilyen rendszert használtam 2011 és 2013 között a Danone budapesti joghurt gyárában. Öt termelési gépsor volt rákötve erre a rendszerre, helyi szerveren gyűjtöttük az adatokat. A műszaki hibákat automatán rögzítette a rendszer, a gépkezelőknek csak a termékváltásoka és takarításokat kellett kiválasztania.

Véleményem szerint a rendszer legnagyobb hátránya az volt, hogy nem volt lehetőség ara, hogy a gépkezelők megjegyzéseket fűzzenek a műszaki hibákhoz, így nem is éreztek érte túl

nagy felelősséget. A gondolkodásuk inkább arra irányult, hogy a hibák javításáért a vezetők és a karbantartók a felelősek, a gép úgyis rögzít mindent, nézze meg a programban, aki akarja. Számomra bebizonyosodott, hogy ez egy hibás gondolkodás, amelyet ráadásul még támogat is ez a rendszer. Valójában nem jöttek létre okos adatok, mert azoknak kevés információ tartalma volt.

A Danone-os tapasztalataimból **a következő példa** illusztrálja leginkább a fenti megállapításomat: Jelezte a rendszer, hogy az előző műszakban 17-szer megállt a vágókés, ami 94 perc kiesést okozott összesen. A kérdés inkább az volt, hogy miért? Sokféle válasz lehetett: Beállítás, alapanyag hiba, kopott volt-e a kés, pontosan melyik részén akadt el, vagy sok esetben a vágókés megállása csak a következménye volt az azt követő gép megállásának, mert nem tudta továbbítani a termékeket. Mindezek akkor derültek ki, amikor másnap megkérdeztük a gépkezelőt. Egy jól beállított rendszernél a sokadik hibánál már értesítéseket küldene a rendszer és lenne lehetősége a gépkezelőnek magas információtartalommal leírni a részleteket. Összességében a Danonnál az OEE% -ot utólag precízen ki tudtuk számolni, viszont a hibák gyors elhárításában, elemzésében és a megfelelő ellenintézkedések meghatározásában nem nyújtott kell segítséget ez a rendszer, arról nem is beszélve, hogy a belső szerverről az adatokat rendszeresen át kellett tölteni és excelben saját statisztikákat készíteni, mert az öt-hat éve telepített programot egyszer üzembe helyezték és azóta nem történt rajta fejlesztés.

3. Anyag és módszer

A szakirodalmi elemzések során a az ipar 4.0 fontos összetevőjeként pozitívan hivatkozik minden irodalom a valós idejű OEE monitoring megoldásokra. Dolgozatomban esettanulmányokon keresztül kívánom igazolni ezt az állítást az üzleti érdekek és a közvetlenül a dolgozókat érintő vállalati kultúra elemeinek szemszögéből.

A kutatás célja, hogy a monitoring rendszer gyakorlati tapasztalatai által megértsem és rangsoroljam a rendszer előnyeit és összehasonlítsam a tapasztalatokat a nemzetközi kutatásokkal.

3.1. Primer információgyűjtés adatai

Módszertanilag a **feltáró jellegű mélyinterjút** gondoltam a legalkalmasabbnak. A kutatási mintaszámot 5-ben határoztam meg. Ehhez olyan a szakmai ismertségemben lévő cégeket kerestem meg, akik rendelkeznek online monitoring rendszerrel. Ez az öt cég a Mars Magyarország Kft, a Pölöskei Italgyártó Kft, a Saint-Gobain-Hungary Kft, a Tamási Hús Kft. és a Greiner Packaging Kft. Látható, hogy ez az öt cég különböző iparágban tevékenykedik.

3.2. A vizsgálat körülményei és helyszíne

A vizsgálatot online interjúk segítségével bonyolítottam le 2024 január és február hónap során. Elsőként megfogalmaztam az interjú vázlat kérdéseit, amelyeket e-mailben előre kiküldtem az érintett cégeknek, ezzel segítve a felkészülést az online meetingre. A válaszokat visszakaptam e-mailben is, de az online meeting segítségével lehetőség nyílt részletesen átbeszélni a válaszokat.

3.4. Interjúvázlat

A mélyinterjúkra való felkészülés részeként, illetve irányítva a beszélgetést készítettem egy részletes interjúvázlatot, amelyet a célcsoportoknak megfelelően kétfelé bontottam, vezetői és operátori szintre.

Az interjúvázlat alapadatainál elsőként rákérdezek a cégnévre és az iparágra, a kitöltő nevére, pozíciójára és életkorára, illetve, hogy milyen régóta dolgozik a cégnél. Emellett

rákérdezek, hogy milyen típusú OEE monitoring rendszert használnak. Ideális esetben azt várom, hogy döntő többségében olyan személyek válaszoljanak, akik az OEE monitoring rendszer bevezetésekor már az adott cégnél dolgoztak, így első kézből tudnak értékes tapasztalati információkkal szolgálni.

A vezetői interjúvázlat

Az első négy kérdés **(V1.-V4.)** az OEE monitoring rendszer bevezetési körülményeivel foglalkozik. Rákérdezek a bevezetés dátumára, arra, hogy hány gyártósoron vezették be, mennyi a gyártósorok életkora, milyen módon gyűjtötték és elemezték korábban az adatokat, illetve, hogy milyen problémákat akartak megoldani vele, azaz miért is kezdtek el ezzel foglalkozni.

A következő három kérdés **(V5.-V7.)** már a számszerűsíthető eredményekre kérdez rá. Az ötödik kérdésnél az OEE% javulását vizsgálom, majd a megtakarítások összegét. A következő (7.) kérdésben a megtakarításokat költséghelyekre bontva tervezem vizsgálni úgy mint, kapacitásnövekedés; selejt elkerülése; bérköltség (kevesebb túlóra, vagy plusz műszak); energia költség (a hatékonysággal arányos energiafelhasználás javulása által.) Ezek az adatok nagyon értékes információval szolgálnak a megtakarítás kalkulációkhoz. A multinacionális vállalatoknál szinte mindenhol célkitűzés és elvárás, hogy éves szinten minimum 2-3% gyártási megtakarítást tudjanak kimutatni az előző évi költségekhez képest. Ezen esetekben az is elvárás, hogy ezeket a megtakarításokat objektív módon lehessen mérni és ezeknek a számszerűségét kontrolling vezetők hagyják jóvá. Sok éve foglalkozom ezzel a kérdéssel, a pénzügyi szakemberek első kérdése mindig az, hogy a P&L-ben (Profit&Loss - Profit és veszteségkimutatás) pontosan melyik soron jelentkezik az adott megtakarítási akció hatása és azt objektív módon mérték-e, vagy csak becslésen alapul.

Az ebben a részben lévő utolsó kérdésfeltevésnek **(V8.)** inkább közép és hosszú távú céljai vannak, a termelés és kapacitástervezésre, termékenként elemzésre kérdez rá. Amennyiben az OEE monitoring rendszer megfelelően be van állítva és helyesen töltik az operátorok, akkor olyan stabil adatokat tudunk kinyerni belőle, amelyet a következő éves budget (Vállalat éves költségvetése) tervezésére, vagy hosszú távú, például 3 éves tervezésre is fel lehet használni. Amennyiben pontos adatok állnak rendelkezésre az OEE%-ra, kapacitásokra, kiterheltségekre vonatkozóan, úgy ezekből nagy biztonsággal kiszámíthatók azok az esetek, hogy mi történik, hogy hogyha 10 - 20% -al növelni kell a termelési

mennyiségeket, hány műszakra lesz szükség, illetve elegendő lesz-e az adott gépsor teljes kapacitása, vagy új gépsor beruházására van szükség.

Az következő két kérdésnél **(V9.-V10.)** az OEE monitoring rendszer használati gyakoriságára kérdez rá a különböző pozíciók esetében. Ezekből a válaszokból látható lesz, hogy miként alakul a jövőben a digitális eszközök használata. Korábban minden hatékonyságfejlesztéssel (TPM, LEAN, vagy Toyota módszer) kapcsolatos szakirodalom a Gemba Walk-ot (Bejárás és megfigyelés) tartotta mindennek az alapjának, de véleményem szerint ez a szemlélet az Ipar 4.0 rohamos fejlődésével és szenzorok és kamerák előretörésével egy kicsit megváltozott. Személyes véleményem alapján a régi elveket érdemes kombinálni a modern technológiával, igenis szükséges személyesen saját szemmel megismerni az adott gyártósort és folyamatot, de az adatok precíz gyűjtésével és szoftveres valós idejű elemzésével megvalósul az Ipar 4.0 azon elve, hogy mára már nem szükséges fizikailag az adott helyszínen lenni, a dolgok összeköttetésben vannak a dolgok internete (IoT) által.

A következő három kérdésnél **(V11-V13.)** a középvezetőknél, operátoroknál és karbantartóknál tapasztalt OEE monitoring rendszer kapcsán viselkedési elemekre kérdezek rá. Érdekes szempont lehet, hogy a különböző pozícióban dolgozók hogyan ítélik meg a változást.

A hatodik kérdésnél **(V14.)** arra keresem a választ, hogy mennyire építették be az egyes cégeknél a motivációs rendszerbe az OEE%-ot, vagy annak valamelyik összetevőjét. pl: BD (Géphibák száma, vagy százaléka?), selejt %. Kérem a válaszadókat, hogy példát is említsenek. Véleményem szerint minél több helyen szerepel számszerűsített célként egy ilyen mutatószám az annál inkább azt jelzi, hogy fontos a vezetőségnek a kulcsmutatók iránti elkötelezettség és a dolgozóknál is sokkal nagyobb figyelmet fog kapni, hiszen az év végi, vagy a havi bónusza függ annak a számnak az elérésétől. Sok esetben láttam már, hogy ilyen célok beépítése után, amikor a dolgozók év közben kaptak jelzéseket arról, hogy a mutatószám értéke még alacsony, akkor javítási és fejlesztési ötleteket adtak be és ezek megvalósításában is segítettek, érezhetően sokkal motiváltibbak voltak a jó eredmény elérésére, már nem csak az számított, hogy teljen le a nyolc óra, hanem az, hogy értékes munkával teljen az idő.

A hetedik kérdésnél **(V15.)** arra kérdezek rá, hogy miként segítette a LEAN csapattevékenység és a fejlesztési ötletek mérhetőségét a monitoring rendszer használata.

Példák említését is kérem. Ebben az esetben sokféle különböző gyakorlati alkalmazás említését várom: átállási idők csökkentése, géphibák számának csökkentése, sebességveszteség feltárása stb. Esettanulmányok kidolgozása esetén ez a kérdés nagyon értékes olyan tapasztalatokat hozhat, amelynek jó gyakorlatait a későbbiekben más iparágak számára is hasznosak lehetnek.

A következő kérdésnél **(V16.)** a modern ipari gyártókörnyezet fontosságára kérdezek rá, példák említését is kérem. Az OEE monitoring rendszer használatához sokhelyen tableteket és számítógépeket vesznek a dolgozóknak, illetve nagy képernyős TV-ken, vagy monitorokon jelenítik meg az eredményeket. Vannak iparágak, hogy jellemzően néhány éves, modern gépekkel dolgoznak, de sok gyárban még húsz évnél idősebb gépsorokat s használnak. Fontos hangsúlyozni, hogy a szenzoros OEE monitoring rendszer a termékeket számolja és ez alapján építi fel az adatbázist, így ez a rendszer akár egy 40 éves gépsorra is telepíthető. A kérdésre adott válaszokból azt várom, hogy a modern ipari környezet megteremtését elsősorban a régebbi gyártósorokon fogjuk látni.

A következő **(V17.)** kérdésnél a kommunikáció javulására kérdezek rá a termelés-karbantartás, és a vezetők és operátorok között. Példák említését is kérem. Ezt a kérdést azért tartom fontosnak vizsgálni, mert tapasztalatom alapján a társosztályok közötti, vagy vezető és beosztott közti kommunikáció nagyban meghatározza egyrészt a vállalati kultúrát másrészt a dolgozói elégedettséget is. Ennek fontossága rendszeresen visszaköszön az elégedettség felmérési kutatásokon is és jellemzően gyenge és fejlesztendő osztályzatokat szokta kapni.

A **(V18.)** -as kérdésnél az adminisztrációs feladatok valószínűsíthető csökkenésére kérdezek rá. Ez a vezetőknél és az operátoroknál is egy fontos kérdés. Egy KPI(kulcsmutató) vezérelt vállalatnál adatbáziskezelők (jellemzően excel) segítségével kimutatásokat és diagrammokat készíteni nagyon időigényes feladat és egy rendseres feladat, a válaszokból azt várom, hogy nagy mértékben segített ezen a problémán az OEE monitoring rendszer bevezetése.

A következő kérdésnél **(V19.)** a cégen, vagy cégcsoporton belüli benchmarkingra (összehasonlításra) kérdezek rá. A mai globalizálódott világban egy típusú terméket gyártó gyártósorból egy cégcsoporton belül több tíz, vagy akár száznál is előfordulhat világszerte. Például egy sörgyár esetén a Heineken dobozos sört világszerte számtalan országban gyártanak, de így van ez a Weber papírzsákos építőanyag esetén is, vagy állateledeleknél,

édeségeknél, gyógyszer kiszerelő (bliszterező) gépsoroknál, műanyag- vagy fém alkatrészek gyártásánál, a lista szinte végtelen. Ezek a gépsorok lehetnek más gyártmányúak, más életkorúak és gyárthatnak különböző kiszerelési egységekben, de a hasonló előállított termékek miatt igenis összehasonlíthatók és jövedelmezőség vagy megtérülés számítás szempontjából jól elemezhetők. A legyártott mennyiséget könnyű volt korábban számolni és mérni, mert azzal mindig el kellett számolni a készletmozgások miatt is, de az eszközhatékonyság, (OEE%) kérdése már messze nem ilyen egyértelmű. A multinacionális cégek jellemzően működtetnek valamilyen globális központi technológiai irányítási osztályt, aminek a műszaki támogatás, a sztenderdek kidolgozása és oktatások szervezése mellett a jelentési rendszer bevezetése is működtetése is a feladata. Ezekben a riportokban már sok éve egyik fő mutatószám az OEE%. Az OEE monitoring rendszerek terjedésével a cégcsoportok arra törekszenek, hogy egységes szoftverrel mérjék az összes országot, így lehetőségük nyílik arra, hogy a korábbinál sokkal objektívebb módon összehasonlítsák az országok teljesítményét.

Az utolsó **(V20.)** kérdésnél azt kérdezem, hogy a dolgozók többségében szeretik-e használni a monitoring rendszert, vagy felesleges adminisztrációnak tekintik-e. Ezt a kérdést egy nyitott összefoglaló vélemény feltárására szántam. A válaszokban pozitív érzések és esetleges ellenérzések megjelenését várom.

Az operátori interjúvázlat

Az első kérdésnél **(O1.)** rákérdezek a részvételre és a bevezetési tapasztalatokra az OEE Monitoring rendszert illetően. A válaszoknál azt várom, hogy többségében olyan dolgozók válaszoljanak, akik ezt első kézből megtapasztalták és részei voltak a folyamatnak.

A következő **(O2.)** kérdésnél megkérdezem, hogy miként regisztrálták korábban a gyártósor teljesítményét befolyásoló eseményeket. Válaszként valamilyen papíros, vagy adatbázis kezelőben végzett (excel alapú) adatgyűjtést várok. Tapasztalatom alapján is elmondhatom, hogy kézi rögzítésnél a dolgozók gyakran kihagyják a rövidebb állásidőket, így sokan több száz órát veszíthetnek évente csak a rövid leállások által. Ezen a hibák sok esetben könnyen elhárítható és egyszerű okokra vezethetők vissza, melyek megoldása után látványosan nőhetne a hatékonyság

A harmadik kérdésnél **(O3.)** arra keresem a választ, hogy az operátorok szerint pozitívan járul-e hozzá a monitoring rendszer a problémák feltáráshoz és megoldásához. Példák említését is kérem. A problémák feltárása kifejezés alatt azt értem, hogy precíz adatrögzítés esetén világosan látszik, hogy melyik gépegységgel van gond és azonnal visszakereshető, hogy hányszor fordult elő az előző műszakokban. Ez egy fontos információ lehet az operátorok számára, hiszen műszakváltás után azonnal vissza tudja nézni, hogy az előző műszakban milyen hibák történtek.

A következő kérdésnél **(O4.)** azt kutatom, hogy a kitöltőnek személy szerint milyen előnyöket nyújt az OEE monitoring rendszer napi szintű használata, kérem, hogy az előnyöket fontossági sorrendben tüntesse fel, példák említését is kérem.

Az ötödik kérdésnél **(O5.)** rákérdezek, hogy regisztrálják-e a selejtet az OEE monitoring rendszerben. A szakirodalmi feldolgozásban tárgyalt kutatásra hivatkozva azt várom, hogy az esetek 90%-ban nem rögzítik a selejtet, vélhetően az én válaszaim is ezt fogják igazolni.

Az operátori interjúvázlat hatodik kérdésénél **(O6.)** arra keresem a választ, hogy a kitöltőnek erősödött-e a bizalma az OEE monitoring rendszer bevezetése után az a OEE% mérési és számítási módszere iránt és objektívebbnek találja-e a korábbiakhoz képest. Tapasztalatom alapján automatizált rendszerek hiányában a dolgozók gyakran időhiányra hivatkozva mellőzik a megfelelő az adatgyűjtést, vagy változó precizitással végzik. Mivel tudják, hogy a már a bemenő adatok sem megfelelőek, így egyáltalán nem tulajdonítanak jelentőséget például az OEE mérőszámnak. A kapott válaszok alapján azt várom, hogy jelentős mértékben javuljon a bizalom a az OEE mérés és számítás iránt.

Az operátori hetedik kérdésnél **(O7.)** arra kérdezek rá, hogy az OEE monitoring rendszer bevezetésével kapcsolatban, javult-e a hibák elhárítási ideje, illetve ez szerintük miben segítette a karbantartók munkáját. Nagyon fontos szempontnak tartom, hogy egy gyártósor üzemeltetésénél egyrészt megfelelő kommunikáció legyen a termelés és a karbantartás között, másrészt a karbantartás számára pontos és naprakész adatok álljanak rendelkezésre, amelyek alapján megelőző szintű karbantartási terveket tudnak készíteni.

A következő kérdésnél **(O8.)** az operátorok esetében is rákérdezek, hogy szerepel-e a prémium céljai között az OEE%, vagy valamelyik OEE%-ot érintő kulcsmutató (pl: műszaki hibák száma, átállási idő csökkentése stb. Az eddigi tapasztalataim alapján a multinacionális

cégeknél az éves bónusz három fő részből áll: Az első rész a közös vállalati üzleti eredmény elérése (általában 40-50% súllyal), a második rész a 0 munkanapkieséssel járó baleset elérése (általában 5-10% súllyal) és a harmadik részt a munkavállalóra lebontott egyéni célok alkotják (40-50% súllyal). Ezek az egyéni célok általában területenként a pozícióktól függően kerülnek meghatározásra: termelékenység, hatékonyság, veszteség, LEAN aktivitás. Az egyéni célok esetén az általános ajánlás a céges motivációs rendszerekben az, hogy a cél legyen minél inkább személyre, vagy kisebb csapatra szabott és legyen mérhető és számszerűsíthető. Ezeknek az elveknek az OEE% javítása, vagy az OEE% javításához hozzájáruló valamelyik összetevő javítása (műszaki hibák száma, átállások ideje stb.) maximálisan megfelelnek.

A következő kérdésnél **(O9.)** arra keresem a választ, hogy a kitöltő részt vett-e ön valamilyen LEAN csapattevékenységben, vagy adott-e be olyan fejlesztési ötletet, amelyeknek a mérhetőségét az OEE monitoring rendszer biztosította. Példák említését is kérem. (pl.: Átállási idők csökkentése, gépfejlesztések). Ez a kérdés egy kicsit más szinten a vezetői kérdések között is szerepel, fontosnak tartom megvizsgálni, hogy az operátorok hogyan gondolkodnak erről. Válaszként azt várom, hogy a fejlettebb LEAN kultúrával rendelkező cégek több ilyen módszert említenek, a többiek pedig inkább fejlesztési ötleteket és projekteket. Ez a kérdés szerintem hasznos abban is, hogy az esettanulmányhoz minél több gyakorlati alkalmazást tudjunk majd megemlíteni.

A tizedik kérdésnél **(O10.)** kutatom, hogy miként járult hozzá monitoring rendszer bevezetése a kommunikáció javulásához a termelés-karbantartás, vagy a vezetők és operátorok között? Példák említését is kérem. A kommunikációt a vezetői kérdésekben is vizsgálom, amellett, hogy általánosságban feltáró jelleggel szeretném megtudni, hogy konkrétan milyen példákat tudnak említeni megvizsgálom azt is, hogy eltérően vélekednek-e a vezetők és az operátorok, vagy egyetértenek ebben a kérdésben.

A következő kérdésnél **(O11.)** rákérdezek, hogy az operátoroknak jelentős plusz adminisztrációs terhet jelent-e az OEE monitoring rendszer, vagy a korábbiakhoz képest más típusú adminisztrációt végeznek miatta. Annak a leírását is kérem, hogy miként viszik be a programba az adatokat (pl.: PC, amit másra is használnak/ Csak erre a célra fenntartott PC / tablet). Vélhetően azoknak az operátoroknak, akiknek korábban nem kellett adatokat gyűjteni ez egy plusz feladatként jelenik meg, de mivel néhány kattintásról van szó és rövid megjegyzések beviteléről, így azt várom, hogy erre nem tekintenek majd jelentős

adminisztrációs teherként. Az olyan vállalatoknál, ahol korábban valamilyen más adatgyűjtés volt azt várom, hogy úgy nyilatkozzanak, hogy másféle és könnyebb az adminisztrációs feladat és sokkal több hasznosságot látnak benne. Az adatbevitel módját azért vizsgálom, mert szeretném látni az operátori válaszoknál is a modernebb környezethez való hozzájárulás témáját egy indirekt kérdésen keresztül.

Az utolsó kérdés **(O12.)** az, hogy a kitöltő összességében szereti-e használni az OEE monitoring rendszert. Egy nyitott és feltáró kérdésként lehetőséget szerettem volna adni a saját vélemény megfogalmazására, a válaszokból azt várom, hogy a felhasználóbarát programok iránt nagyobb legyen az elköteleződés.

A kutatási interjúvázlatot az 1.számú melléklet tartalmazza a vezetők részére (V1-V20. jelölésű kérdésekkel) és a 2. számú melléklet az operátorok részére (O1-O12.jelölésű kérdésekkel)

3.3. Kutatási hipotézisek

Az alábbi hipotézisek állításait kívánom vizsgálni:

1.Hipotézis: Az OEE% (Teljes eszközhatékonyság) az esetek több, mint 80%-ban kimutatható mértékben nőtt (minimum 5 %) az OEE monitoring rendszer bevezetéséve által

2. Hipotézis: Ezt a valós idejű követési módszert széleskörűen használják a selejtek számának mérésére

3. Hipotézis: Kimutatható kapcsolat van LEAN tevékenység a monitoring rendszer között

4. Hipotézis: A monitoring rendszer nagyban javítja a kommunikációt és csökkenti az adminisztratív terhet

4. Gyártósori hatékonyság monitoring rendszer eredményességének vizsgálata

A vizsgálati eredmények bemutatását a cégnév szerinti ABC sorrendben végzem. Minden esetben elsőként röviden bemutatom a céget, majd általánosságban hivatkozok a gyártási technológiára, végül egy közös szempontrendszer szerint közlöm az eredményeket. Fontos megjegyezni, hogy az itt bemutatott gyártási technológiáknál csak iparági általános leírások láthatók, nem a konkrét és megvalósított technológia.

4.4.1. Greiner Packaging Kft.

A Greiner Packaging Kft. egy osztrák székhelyű vállalat, fő tevékenységi területei közé tartozik a műanyag flakonok, üvegek, kupakok, fóliák, tasakok és egyéb műanyag csomagolóeszközök gyártása. Ezeket a termékeket számos iparágban használják, például élelmiszeriparban, italiparban, gyógyszeriparban, kozmetikai iparban és háztartási termékek gyártásában.

A vállalat kínálata magában foglalja a standard csomagolóanyagokat, valamint egyedi tervezésű és személyre szabott csomagolási megoldásokat is. Emellett a Greiner Packaging folyamatosan fejleszti termékeit és keresi az új innovatív megoldásokat, például fenntartható csomagolóanyagokat és újrahasznosítható termékeket.

Fontos megemlíteni, hogy a Greiner Packaging a fenntarthatóság és a környezetvédelem iránt elkötelezett, és törekszik arra, hogy csomagolóanyagait újrahasznosíthatóak legyenek, illetve minimalizálja a környezeti hatásait a gyártási folyamatok során.

A cég fröccsöntési technológiát alkalmaz a műanyag csomagolóanyagok és egyéb termékek gyártásához. A fröccsöntés egy olyan eljárás, amely során műanyag nyersanyagot olvasztanak fel és injektálják egy formába vagy formákba, hogy létrehozzák a kívánt alakú és méretű termékeket. Ez egy gyors és hatékony módszer a műanyag alkatrészek tömegtermelésére.

A fröccsöntési folyamat lépései általánosságban a következők:

Nyersanyag előkészítése: A fröccsöntési folyamat során használt műanyag nyersanyagot granulált formában szállítják és tárolják. A nyersanyagot először megfelelően előkészítik és adagolják a fröccsöntőgépbe.

Olvasztás: A granulált műanyagot a fröccsöntőgépben fűtik és olvasztják. Ezután a folyékony műanyag beáramlik egy hengerbe, ahol nagy nyomással injektálják.

Injektálás: Az olvasztott műanyagot a formába vagy formákba injektálják, amelyeket a kívánt termék alakjának és méretének megfelelően alakítottak ki. A fröccsöntőgép nyomása segítségével a műanyag kitölti a formát és megfelelően eloszlik benne.

Hűtés: Miután a műanyag beömlött a formába, hűtőrendszert alkalmaznak a formában lévő műanyag hűtésére és megkeményítésére. Ez általában vízhűtés vagy levegőhűtés lehet.

Kiszedés és késztermék ellenőrzése: Amikor a műanyag megkeményedett, kinyitják a formát, és a kész termékeket eltávolítják. A termékeket általában további minőségellenőrzésnek vetik alá, hogy biztosítsák a megfelelő minőséget és specifikációkat.

A vizsgálat eredményei

1. Monitorozással ellátott folyamatok száma

A Greiner Packaging üzemében 7 fröccsöntő gépen vezettek be MES típusú online monitoring rendszert. A gépsorok életkora 13 - 2 év közötti.

2. Korábban alkalmazott módszer

A termelési adatokat és a hatékonyságot korábban a gépkezelők vezették papír alapon, majd excelben elemezték az eredményeket, ezt váltotta ki az online monitoring. A vezetők beszámoltak róla, hogy az új rendszer pontosabb az állásidő meghatározásban és ezáltal pontosabb az OEE eredmények kimutatásában. Könnyebb a visszatérő problémák feltárása, illetve ellenőrzése.

3. A monitoring rendszer előnyei rangsorolva

A műszakvezetők a legfontosabb előnyként említették az online távfelügyeleti lehetőséget, a pontos mérőszámokat és a gyorsabb visszakeresési lehetőséget.

4. Számszerűsíthető megtakarítások

Mivel a rendszert csak 2023-ban vezették be, így a megtakarítás még csak 1-5% közötti gépeket tekintve. A hibák száma még nem csökkent jelentős mértékben, többször előfordulnak még visszatérő hibák, viszont az elmondható, hogy a javítási idők csökkentek.

5. A termelési selejt mérése

A selejtet a rendszer jelenleg nem regisztrálja, ezt még papír alapon vezetik, de a jövőben tervben van ennek az integrálása is.

6. A bizalom

A műszakvezetők részéről erősödött a bizalom az OEE% mérési rendszere iránt.

7. Célkitűzések

A Geriner Packagingnél még nem használják az OEE% -ot prémium cél kitűzésére, csak 2023-ban vezették be a rendszert, viszont a jövőben tervben van ennek a bevezetése.

8. Lean csapat tevékenység

LEAN csapat tevékenységet tekintve a monitoring rendszerre alapozva a műszakvezetők részt vettek egy termelés felgyorsítási projektben, ami az átszerelési idők gyorsítására irányult. A projekt kiinduló pontja az volt, hogy a mintoring rendszer által rögzített adatok elemzése volt. Ez rámutatott egy olyan fejlesztési lehetőségre, amivel éves szinten plusz 250 óra megtakarítás vált elérhetővé. Az átszerelési lépések optimalizálásra kerültek és időkorlátok kerültek kijelölésre, ezáltal gyorsult fel a folyamat. Az eredmények fenntarthatóságát a monitoring rendszerben könnyen és egyszerűen nyomon követik.

9. Modern ipari gyártókörnyezet

Ez még csak kis mértékben mutatkozott meg

10. Kommunikáció

A pontosabb állásidő adatok segítségével javult a kommunikáció az egyes területek között.

11. Adminisztráció szempontok

Az adminisztráció csökkent azáltal, hogy a fröccsöntő gépek üzemóra számlálókkal lettek felszerelve, így a kezelőknek a bevezetést követően már csak a hiba kategóriákat kell kiválasztani.

12. Nemzetközi összehasonlítás

A cégcsoporton belül használják nemzetközi összehasonlításra a rendszert.

4.4.2. Mars Magyarország Kisállateledelgyártó Kft.

A Mars egyike azoknak a multinacionális vállalatoknak, amelyek kisállateledel gyártásával is foglalkoznak. A vállalat egyik ága a "Mars Petcare" (Mars háziállat), ami egyik vezető márkája a kisállatoknak szánt táplálékoknak világszerte.

A Mars állateledel-gyártása során gyakran alkalmazzák a legújabb technológiákat és tudományos kutatásokat annak érdekében, hogy folyamatosan javítsák termékeiket és reagáljanak a piaci igényekre és a kisállatok egészségével kapcsolatos legújabb kutatási eredményekre.

A Mars állateledel gyártási technológiája a modern gyártási folyamatokra épül, amelyeket a legmagasabb minőségi és biztonsági szabványoknak megfelelően fejlesztettek ki. A Marsnak számos gyára van világszerte, amelyekről elmondható, hogy általánosságban az alábbi folyamat alapján zajlik a gyártás:

Összetevők előkészítése és keverése: Az alapanyagokat, mint például hús, gabonafélék, vitaminok és ásványi anyagok, először alaposan előkészítik és tisztítják. Ezeket az alapanyagokat speciálisan kialakított keverőkben keverik össze, hogy a végtermék megfelelő tápértéket és ízt biztosítson.

Extrúzió vagy formázás: Az előkészített és összekevert alapanyagokat általában extrudáló vagy formázó gépeken dolgozzák fel. A formázási folyamat során az alapanyagokat forró vízzel vagy gőzzel keverik, majd kifújják az a formázót. Ez lehetővé teszi a különböző formák, például granulátumok kialakítását. Alternatívaként, különféle formázó gépeket is alkalmazhatnak a kívánt formák és méretek létrehozásához.

Sütés vagy szárítás: Az extrudált vagy formázott termékeket általában sütik vagy szárítják, hogy megszilárduljanak és meghosszabbítsák a termékek eltarthatóságát. Ez a lépés segít abban is, hogy a termékek könnyebben tárolhatóak és szállíthatóak legyenek.

Csomagolás: A kész termékeket különböző csomagolási formákban csomagolják, például zacskókba vagy dobozokba. A csomagolás fontos szerepet játszik a termékek frissességének és minőségének megőrzésében, valamint az információk megjelenítésében a vásárlók számára, például az összetevők listája és a táplálkozási útmutatók.

Minőségellenőrzés: A gyártási folyamat minden egyes lépésében szigorú minőségellenőrzési folyamatokat alkalmaznak annak érdekében, hogy biztosítsák a termékek magas minőségét és biztonságát.

Fontos megemlíteni, hogy a Marsnak szigorú etikai irányelvei vannak az állatjóléttel és a fenntarthatósággal kapcsolatban, ezért a gyártási folyamatok során törekednek a fenntartható források felhasználására és a környezeti hatások minimalizálására.

A vizsgálat eredményei

1. Monitorozással ellátott folyamatok száma

A Mars Magyarország Kft. -nél a 2019 előtt vezettek be egy saját fejlesztésű Online hatékonyság monitoring rendszert. Ezt a rendszert 12 formázó gépen és 22 csomagológépen használják. A gépek életkora vegyes, a 40 éves technológiától egészen az új gépekig. A bevezetés alkalmával a régi és az új rendszert egy időben kellett használni, ami több időt vett igénybe, de ezt a műszakvezetők megértették és elfogadták.

2. A korábban alkalmazott módszer

A hatékonyság monitorozás bevezetése előtt a késztermékek raklapos mennyiségéből számolták vissza az adott műszakra vonatkozóan. Ebben az esetben is kiszámítható a OEE %, de így a veszteségek felosztása elmaradt.

3. A monitoring rendszer előnyei rangsorolva

A rendszer bevezetésével elsősorban azt a problémát szerették volna kezelni, hogy felderítsék ezeknek a veszteségeknek a pontos okát. A műszakvezetők legfőbb előnyként azt említették, hogy gyorsabb beavatkozást tesz lehetővé, nagyban csökkenti az adatok utáni keresési időt és az állásidő mellé könnyen lehet problémát hozzárendelni, ezzel felgyorsul a kommunikáció. A rendszer beépült a napi problémamegoldó megbeszélésekbe a heti teljesítmény megbeszélésekbe, illetve a területenként indított fejlesztési projektekbe.

4. Számszerűsíthető megtakarítások

A hatékonyság összeségében 70-75% -os értékről 5 év alatt 80-85% -os értékre javult, ami 10%-os OEE mérőszám emelkedésnek felel meg. Beszámoltak róla, hogy a hatékonyság javulás miatti megtakarítás mára már átlépte az egymillió eurós megtakarítást, a befektetett összeg kevesebb, mint 1 év alatt megtérült. A pontos megtakarítási összeg és kalkuláció üzleti titok részét képezi.

A megtakarítások elsősorban a selejt és visszadolgozások számának csökkenésében jelentkezett és a bérköltségen. Indirekt módon a teljesen kihasznált vonalokon nyert kapacitás plusz árbevételt generált, valamint kapacitás beruházási igényt tudott késleltetni, ami a cash-flow-t segítette.

A Marsnál rendszeresen használják a monitoring rendszer adatain alapuló elemzéseket termelés és kapacitástervezésre, illetve termékenként történő elemzésekre.

5. A termelési selejt mérése

A selejtek gyártási idejét és okát pontosan rögzítik, a pontos mennyisége csak részben kerül rögzítésre

6. A bizalom

A KPI-k és az OEE számítás iránti bizalom kialakulása előtt egyértelműen voltak kezdeti nehézségek és megfigyelhető egyfajta változásokkal szembeni ellenállás, amely után a klasszikus változási görbéken végig kellett mennie a szervezet minden érintett szintjének. A karbantartók esetében is erősödött a bizalom, segített közös platformra hozni a gyártást és a karbantartást. Érzések helyett adatok és tények alapján kezdtek el beszélgetni és együttműködni.

A termelési vezetők és a műszakvezetők szerint is egyértelműen erősödött a bizalom az OEE mérés iránt. A rendszer napi szintű használata széleskörű: gépkezelő operátorok, terület koordinátorok, műszakvezetők és karbantartók. Az elemzéseket első sorban a termelési vezetők használják.

7. Célkitűzések

A Marsnál több éve sikeresen használják prémium célként az OEE% -ot.

8. Lean csapat tevékenység

A monitoring rendszer bevezetése a csapat tevékenység és fejlesztési ötletek tekintetében a sztenderdek kialakítását és azok monitoringját elősegítve a hatékonyság mellett a munkabiztonságot és a minőséget is előre mozdította.
A műszakvezetők részt vettek termékváltási idő csökkentési projektben (SMED) és rendrakási (5S) projektben is.

9. Modern ipari környezet

A rendszer bevezetése a modern ipari gyártókörnyezethez úgy járult hozzá, hogy gépegységenként, valamint az irányítószobákban nagyméretű okos TV-k kerültek kihelyezésre. Ezek valós időben frissítve modern felületen jelenítik meg az egyes gépsorok idővonalát, statisztikáit és az aktuális OEE%-ot. Az ilyen munkakörnyezetben a dolgozókban automatikusan kialakul egy kép arról, hogy a cégnek és a vezetőknek milyen fontos dolog hatékony kontrol alatt tartani a folyamatokat.

10. Kommunikáció

A monitoring rendszerből jövő adatok egyrészt a gépek PLC-iből, valamint a gépeket üzemeltető operátoroktól származnak, melyeket jóváhagyott adatként „egy igazság" felfogással használ az összes társterület a közös megbeszéléseken. Ez egyértelmű és világos kommunikációt tesz lehetővé. Ezen adatokra építve, ahol szükséges helyesbítő és megelőző akciók születnek.

11. Adminisztráció szempontok

A monitoring rendszer a közép és felső vezetőknek jelentős mértékben (legalább 70-80%-kal) csökkentette az adminisztratív, keresztellenőrző, nyomozó jellegű munkáját. Az riportok, vizualizációk adminisztratív jellegű generálása, ellenőrzése helyett a valós értéket adó elemzés, kollaboráció vette át a helyet. Ezek az automatikus riportok gyorsabb és egyszerűbb formában segítik a döntéshozatalt és gyorsabban eljutnak a megfelelő szintekhez, ahol felelősök és határidő kijelölése is előbb megtörténik. A gépsorokon dolgozókról elmondható, hogy többségében nem szeretik az adminisztrációt, de tisztában vannak vele, hogy ezáltal tudják ők maguk elősegíteni a gépsoraik fejlesztését, ami biztonságosabb és stresszmentesebb munkavégzést tesz számukra lehetővé, így kölcsönös

együttműködésben nincs gond a monitoring rendszer használatának fegyelmével. Többen úgy nyilatkoztak, hogy nem jelent plusz időt a számukra.

12. Nemzetközi összehasonlítás

Az nemzetközi összehasonlítást tekintve a Mars Magyarország egy globálisnagyvállalat részeként működik, ami lehetőséget ad arra, hogy az egy szegmensben tevékenykedő testvérgyáraiktól tudjanak tanulni és fordítva – köszönhetően annak, hogy a monitoring rendszeren keresztül „közös nyelvet” beszélnek.

4.4.3. Pölöskei Italgyártó Zrt.

A Pölöskei 100%-ban magyar cégként készít gyümölcsszörpöket, diabetikus szörpöket, gyümölcsszirupokat és gyümölcsízű szörpöket. Több éve már Szlovéniában, Szlovákiában, Csehországban és Romániában is jelen vannak és webshopon keresztül további országokból is rendszeresen érkeznek megrendelések.

Évente több, mint 5204 tonna gyümölcsöt dolgoznak fel, amelyből 13 millió liter szörpöt állítanak elő negyvennél is több ízben.

A Pölöskei minőségi és ízletes és egészséges termékek előállítására törekszik elsősorban természetes alapanyagok felhasználásával.

A szörp gyártása során különböző gyümölcsökből, bogyókból vagy más természetes alapanyagokból készítenek ízletes és frissítő italokat. Az alábbiakban általánosan bemutatom a szörp gyártásának lépéseit:

Alapanyagok előkészítése: Sűrítmények formájában érkeznek az alapanyagok.

Bekeverés és ízesítés: Ebben a lépésben történik a cukor hozzáadása, a cukormennyiség a recepttől és a kívánt édességtől függ, diabetikus termékek esetén a cukor helyettesítésre kerül.

Szűrés, pasztőrözés: A bekevert termék szűrésre kerül, amely során homogénné válik a szörp, amelyet a következő lépésben pasztőrözéssel sterilizálnak.

Palackozás: A Pölöskei üzemében a termékek palackozására 5 féle palackozó sort használnak, a PET palackok esetében az előformák fújása is az üzemben történik.

A vizsgálat eredményei

1. Monitorozással ellátott folyamatok száma

A Pölöskei Szörpnél 2021.-ben vezettek be egy palackozó gépsorra egy sokféle gyártószegmensben elérhető online monitoring rendszert, az Evocont. A palackozó gyártósor újnak mondható, jelenleg négyéves.

2. A korábban alkalmazott módszer

A teljesítmény mérését korábban a napi záró darabszámmal jellemezték.

3. A monitoring rendszer előnyei rangsorolva

A rendszer bevezetésével elsősorban nem probléma megoldás volt a cél, hanem a teljesítmény részletes mérésének lehetőségeit keresték.

A folyamatos teljesítménymérés, illetve a mérési eredmények kiértékelése, jó alapot adott a teljesítményt javító intézkedések foganatosítására. A műszakvezetők előnyként említették a napi gyártási folyamatok, az állásidők és szünetek, valamint a meghibásodások idejének a követését.

4. Számszerűsíthető megtakarítások

Százalékos arányban az eszköz támogatásával közel 10%-os optimalizálást tudtak megvalósítani. Az aktiválást követő második évben megtakarítás helyett hatékonyság növekedést hozott, a legfontosabb eredménynek tekinthető a túlórák számának jelentős csökkenése.

5. A termelési selejt mérése

A Selejtek követését nem rögzítik a monitoring rendszerben.

6. A bizalom

A KPI-ket és bizalmat tekintve elmondható, hogy eddig leginkább a kitöltést végző operátorok és műszakvezetők sajátították el a rendszert és számukra erősödött leginkább a bizalom, a vezetők és a karbantartók részéről még az elfogadtatás fázisában van.

7. Célkitűzések

A Pölöskeinél jelenleg az állásidők csökkentését tűzték ki célul, még nem használják prémium célként az OEE%-ot, de tervben van a személyi állomány és a felelősségi körök újra strukturálása és azáltal majd lehetőség nyílhat rá.

8. Lean csapat tevékenység

Csapat és fejlesztői tevékenységet tekintve a rendszer által rögzített rendkívüli leállások ok-okozati összefüggéseinek elemzése- értékelése hozzájárult a tervszerű megelőző karbantartások eredményes felkészüléséhez. A Pölöskeinél naponta végeznek a hatékonyság monitoring rendszer adatain alapuló elemzéseket termelés, vagy kapacitástervezésre.

9. Modern ipari környezet

A rendszer jelenléte és annak alkalmazása jótékony hatást gyakorolt a gyártókörnyezet modern megítélésére a dolgozók megítélése alapján is.

10. Kommunikáció

A kommunikáció javulása kapcsán a műszakvezetők beszámoltak róla, hogy amikor más tevékenységgel vannak elfoglalva és később vissza szeretnék követni a hibák okát, akkor is van rá lehetőség így az operátorok is számokérhetővé válnak. A műszakban a hibák elhárítási idejét is jobban nyomon tudják követni. A monitoring rendszer széleskörű napi használatban van az üzemvezető, termelésvezető, műszakvezetők és a műszaki vezető által. Heti és havi rendszerességgel is ugyanezek az emberek végeznek elemzéseket benne.

11. Adminisztrációs szempontok

Az adminisztrációs többletet tekintve a dolgozók többnyire elfogadják, azonban nem mindenki ismeri el a rendszer hozzáadott értékét.

12. Nemzetközi összehasonlítás

Önálló magyar cégként működik a Pölöskei, így nem használják nem használják a rendszert összehasonlításra.

4.4.4. Saint-Gobain Hungary Kft. – Weber üzletág

A Saint-Gobain cégcsoporton belül a Weber egy világszinten vezető építőanyag-gyártó nemcsak a vakolatok és habarcsok terén, de innovatív, egyszerűen alkalmazható megoldásokat kínál teljes hőszigetelő rendszerekhez, homlokzatok dekorálásához, felújításához, hidegburkolati munkálatokhoz, aljzatrendszerekhez és vízszigeteléshez egyaránt.

A Saint-Gobain Weber vállalat a műszaki innováció és a fenntarthatóság területén is tevékenykedik, és folyamatosan törekszik a termékek és folyamatok fejlesztésére a fenntartható építészet és az energiatakarékosság előmozdítása érdekében.

A zsákos építőipari portermékek gyártása során különféle alapanyagokat kevernek össze és dolgoznak fel a kívánt minőségű és tulajdonságú termékek előállítása érdekében. A gyártási technológiájának fő lépései a következők:

Alapanyagok előkészítése: A termékek töltőanyagból, kötőanyagból és egyéb alapanyagokból állnak. A fő töltőanyag lehet homok, dolomit, vagy mészkő, attól függ, hogy melyik gyártó milyen beszerzési forrással, vagy bányával rendelkezik. A Weber gyára dolomitból gyártja a termékeit. Ezeket az alapanyag előkészítés, őrlés, osztályozás és szárítás után silókban tárolják. Az anyagok nedvesség tartalmát 0.5% alatt kell tartani. Emellett beszállításra kerül a cement, mészhidrát, pernye és egyéb segéd és adalékanyagok.

Keverés: A silókban tárolt alapanyagokat adagoló csigák és mérlegek segítségével egy számítógép vezérelte rendszer receptúra alapján beméri és keverőgépbe, egy keverés általában 2.5 tonna tömegű. A pontos recept és az alapanyagok aránya a kívánt portermék típusától és minőségétől függ. Ezek a receptúrák nagyon sokfélék lehetnek, például: Falazóhabarcs, ajzatbeton, vakolat, csemperagasztó, EPS lap ragasztó stb.

Adalékanyagok hozzáadása: A keverés során szükség van különböző adalékanyagok, például víztaszító anyagok, színezékek, üvegszál, rugalmasságot javító anyagok vagy egyéb speciális összetevők hozzáadására a kívánt tulajdonságok eléréséhez.

Csomagolás és tárolás: A kész porkeverékeket három rétegű (papír-fólia-papír) papír zsákokba töltik, majd raklapokra palettázzák, fóliázzák és általában kültéren tárolják. A zsákológép 1400-1800 zsák / óra kapacitással dolgozik és a sokféle termék miatt gyakori termékváltásra van szükség.

A vizsgálat eredményei

1. Monitorozással ellátott folyamatok száma

A Weber Pilisvörösvári vakolat gyárában 2020-ban vezettek online monitoring rendszert egy nagy teljesítményű körülbelül 20 év éves zsákoló gépsor teljesítményének a mérésére. Eredetileg egy piacon kapható Evocon szoftvert használtak a mérésre, majd 2023-ban ez lecserélésre került a Saint-Goban francia központ által fejlesztett OEEWeb nevű programra, amely hasonló tulajdonságokkal rendelkezik, éppen folyamatban van iparág specifikus töltő gépenként való mérés kialakítása, amelynek tesztelésében a magyar gyár is rész vesz.

2. A korábban alkalmazott módszer

Korábban a hatékonyságot excel táblázatokban próbálták követni, de ez nehezen volt követhető, mert sokféle terméket gyártanak, amelyek különböző súllyal és kapacitással termelnek. Csak átlag hatékonyságokat lehetett számolni. Egy fontos műszakvezetői visszajelzés, hogy a hatékonyságot korábban csak utólag, sokszor másnap lehetett látni, a pillanatnyi teljesítmény követésére nem volt mód.

3. A monitoring rendszer előnyei rangsorolva

A rendszer bevezetésének oka az volt, hogy szerették volna meghatározni és azonosítani a különböző veszteségeket, illetve üzemvezetői és termelés tervezési szempontból így valós időben láthatóvá vált, hogy éppen hol tart a gyártás a kiírt programhoz képest. Harmadrészt a kommunikáció gyorsulását említették, már nem volt szükség felhívni a műszakvezetőt, hogy hogy megy a termelés.

4. Számszerűsíthető megtakarítások

A legfontosabb eredményként elmondható, hogy a folyamatos nyomon követés hatására a hatékonyság körülbelül 10% -ot javult 3 év alatt 58-60% -os szintről 68-70% -os szintre. Fontos megjegyezni, hogy a rendszer bevezetésekor a megfelelő sztenderdek

meghatározásai is egy komoly projekt volt, a célértékek a Weber esetében tényleg maximumokat jelölnek és nem átlagokat.

Az OEE% növelésével a bevezetés óta összességében 20M Ft -os megtakarítást értek el. A legnagyobb hatékonyságnövelési projekt a rövid leállások csökkentésére irányult, ez 12M Ft-os megtakarítást hozott, amelyből 7M Ft az energiaköltségen és 5M Ft a túlórák számának csökkentésén jelentkezett. A termékváltási idők okcsökkentése 6M Ft megtakarítást eredményezett, míg a műszaki hibák csökkentése 2M Ft-ot. Ezeket a megtakarításokat úgy számolták ki, hogy az OEE% javulását átszámolták gépi munkaórákra, amelyekhez energia és bérköltség is hozzárendelhető. Ezen esetben nem számoltak a kapacitáscsökkenésből elmaradt haszonnal, ezzel csak magas szinten (90% felett) kihasznált gyártósorok esetén érdemes számolni.

Műszakvezetői szempontból a legfontosabb rendszertulajdonságok a következők voltak: Folyamatos valós idejű hatékonyság visszajelzés, hogy azonnal módosítani lehessen a beállításokon, a részletek követése és a visszaellenőrizhetőség. Ez egy hasznos dolog, mert többműszakos rendszerben, illetve szabadságok esetén könnyedén vissza lehet nézni, hogy mi történt a gépsoron.

5. A termelési selejt mérése

A Webernél a selejt termékek számát jelenleg nem mérik, de tervben van ennek fejlesztése. A program lehetőséget ad kézi selejt bevitelére.

A monitoring rendszer adatbázisa lehetőséget ad a termékenként történő elemzésre és a Weber ezt használja is, egyrészt a termékre fordított gyártási költség meghatározásához, másrészt a kapacitások tervezésél is sokkal pontosabban lehet számolni.

A Webernél a termelésben a vezetők között gyakorlatilag minden érintett napi szinten használja a monitoring programot, a reggeli megbeszélésen a statisztikákat közösen elemzi a termelés és a karbantartás, a WCM csapat tevékenységekhez is ezek az elemzések járulnak hozzá.

6. A bizalom

Az emberek többségében erősödött a bizalom a KPI-k és a mutatószám iránt, de vannak akiknek több idő kell a programhoz való hozzászokáshoz.

7. Célkitűzések

A gépsoron dolgozók részére már több éve prémium célként tűzik ki az OEE% elérését, ezt a dolgozók ismerik és elfogadják, mert objektívnek tekintik ezt a mérési módot.

8. Lean csapat tevékenység

Lean csapat tevékenységet tekintve a műszakvezetők részt vettek műszaki hiba csökkentő fejlesztésben, ahol például az alátét fólia elakadások számát csökkentették. Ezen megállások száma jól kimutatható volt a rendszerben. Emellett indult egy Kaizen csapat tevékenység a termékváltási idők szabványosítására és csökkentésére, amivel éves szinten 1%-kal sikerült javítani az OEE%-ot.

A monitoring rendszer előnye még, hogy percízen mérhető, hogy melyik gépen és ezen belül melyik gépegységen van a legtöbb probléma, erre karbantartás tervezhető és ezáltal javul a gépsor megbízhatósága.

9. Modern ipari környezet

A monitoring rendszer eredményeit termelési irodában megjelenítik egy TV segítségével, emellett egy okos telefonon futó mobil applikáció segíti termelési és karbantartás vezetők munkáját.

10. Kommunikáció

A kommunikáció javulását tekintve a műszakvezetők véleménye szerint csak pozitív hozadéka van a bevezetésének. A monitoring rendszerrel a kommunikáció maximálisan digitalizálva lett, tehát visszakövethető és ellenőrizhető, ami nagy segítséget jelent, a termelés összes részvevője számára mivel nem enged teret a későbbi félreértéseknek. A

hibákról az érintettek minden esetben időben értesülnek, így sokkal jobban ellenőrizhető a bejelentés és a korrekció között eltelt idő és annak hatékonysága is. A kommunikáció javulásához az is hozzátartozik, hogy a gépsort üzemeltető személyzet részletes kommentjei alapján a karbantartások, vagy fejlesztések sokkal jobban tervezhetővé váltak.

11. Adminisztrációs szempontok

A műszakvezetők beszámoltak róla, hogy nem jelent plusz adminisztrációs terhet, mivel eddig is minden normál és a normálistól eltérő tevékenységemről írásban jelentést kellet tenni, csak egy excelben, vagy e-mailben, a hiba jelzése így egyszerűbbé vált.

12. Nemzetközi összehasonlítás

A Webernél mára már közel 50 ország hasonló gyártósorainak eredményeit mérik online módon. Elsősorban az összehasonlítás mindig az adott gyár korábbi teljesítményéhet képest releváns, de a termékkategóriák szintjén is elindult egy szabványosítás.

4.4.5. Tamási Hús Kft.

A Tamási Hús Kft. az osztrák Gierlinger csoport tagja, a bacon gyártás piacvezető specialistája Magyarországon. Sikereit az innovatív megoldásoknak, a magas minőségnek, a tradíciók megőrzésének és az emberközpontú gondolkodásmódnak köszönheti. A termékek a húsfeldolgozás legújabb technológiáit, leggondosabb alapanyagkiválasztását és az egyik legharmonikusabb ízvilágot képviselik. A Tamási-Hús Kft. az elmúlt években jelentős beruházásokat és fejlesztéseket hajtott végre a zöldebb termelés érdekében is.

A Tamásiban lévő gyár egy nyers bacon, főtt bacon és Crispy Bacon (ropogós szalonna) gyártására specializálódott üzem. A Crispy Bacon 4 gyártóvonala teljes kihasználtság alatt áll, illetve, emellett van 3 nyers bacon gyártó vonal és az 1 kockázó vonal. Az üzemben 400 fő dolgozik 14.000 m² -en

A bacon gyártása hosszú folyamat, amely számos lépésből áll és vállalatonként eltérhet, az alábbiakban általánosan bemutatom a bacon gyártásának folyamatát:

Alapanyagok előkészítése: A bacon gyártásához sertéshúsra van szükség, általában a sertés hasi részéről. Az alapanyagot előkészítik, például tisztítják, vágják és formázzák.

Pácolás: Az előkészített sertéshúst pácolják egy fűszeres, sós lében. A páclé általában tartalmazhat sót, cukrot, fűszereket és egyéb ízesítőket, amelyek javítják az ízt és segítik a tartósítást.

Füstölés: A pácolt sertéshúst füstölőkamrába helyezik, ahol hosszú ideig füstölve készítik el. A füstölés folyamata hozzáadja a baconnak a jellegzetes füstös ízt és aromát.

Szárítás: A füstölést követően a bacont szárítják, hogy eltávolítsák a felesleges nedvességet és javítsák a textúrát.

Hűtés: A bacont hűtőházakban hűtik le, hogy megőrizzék a frissességét és biztonságát.

Szeletelés és csomagolás: A bacont szeletekre vágják és csomagolják, általában vákuumcsomagolásban vagy módosított légkörű csomagolásban, hogy megőrizzék a frissességét és meghosszabbítsák a tárolási időt.

A vizsgálat eredményei

1. Monitorozással ellátott folyamatok száma

A Tamási húsüzemében 2023 év elején vezettek be három bacon szeletelő gépsoron Evocon nevű hatékonyság mérő rendszert.

2. A korábban alkalmazott módszer

A műszakvezetőknek pozitívok a kezdeti tapasztalatai. A hatékonyságot ezt megelőzően néha csak papíron számolták, de sok esetben nem is mérték.

3. A monitoring rendszer előnyei rangsorolva

A rendszer legfontosabb előnyei a műszakvezetők szerint, hogy közvetlen visszajelzést lehet adni a problémákra vonatkozóan. Emellett a termelés tervezők, üzemvezetők is azonnal láthatják, hogy a gyártósorok éppen hol tartanak a termelési tervben. A műszaki hibák elhárítási ideje javult, láthatóvá váltak a valós veszteségek.

4. Számszerűsíthető megtakarítások

A monitoring rendszert 2023 év közben vezették be, csak 2-3%-os javulás tapasztalható.

5. A termelési selejt mérése

A selejtet nem rögzítik a monitoring rendszerben, ennek pontos mérése nem is lenne könnyen megoldható.

6. A bizalom

A dolgozók beszámolója alapján nőtt a bizalom a KPI-k iránt, az OEE% számítást sokan nem ismerték korábban, csak a termelésvezető számolta.

7. Célkitűzések

Egyelőre az OEE% elérését még nem kapcsolták prémium célokhoz.

8. Lean csapat tevékenység

Lean csapat tevékenység tekintetében tamásiban szerveztek 5S workshopot az átállási idők csökkentésére vonatkozóan. Ennek egyik fő eredménye az lett, hogy beszerzésre került egy eszközkocsi, aminek segítségével felgyorsult az átállás. Az online monitoring mérés segítségével tudták igazolni az átállási idő gyorsulását és a javulást is stabilizálni tudták.

9. Modern ipari környezet

Tabletek segítségével viszik be az adatokat, ami egy modern benyomást kelt.

10. Kommunikáció

A kommunikáció javulását tekintve a vezetők heti megbeszéléseken a rendszer segítségével elemzik a hibákat, visszanézik a statisztikákat. Ez csökkenti a vezetők dokumentációs terhet is. Az osztályok közti kommunikáció is javult ezáltal, mert megbízható és mindenki által elfogadott adatokból dolgoznak.

11. Adminisztrációs szempontok

Az adatbevitel tablet segítségével történik, emiatt egy minimális, nem megterhelő adminisztrációs többletről számoltak be a műszakvezetők.

12. Nemzetközi összehasonlítás

A rendszert még nem használják nemzetközi összehasonlításra, de cégcsoport szinten tervben van egy közös program bevezetése.

5. Következtetések, javaslatok

Ebben a fejezetben elsőként a 2. táblázatból leszűrhető tanulságokra hivatkozom, majd a felállított hipotézisek igazolását, vagy elvetését állapítom meg, végül a témák sorrendjében javaslatokat és ajánlásokat fogalmazok meg a cégek számára.

	Greiner P.	Mars Mo.	Pölöskei	S.G. Weber	Tamási hús
Monitorozással ellátott gyártósorok száma	7	34	1	1	3
Bevezetés ideje	2023.	2018.	2021.	2020.	2023.
Korábban alkalmazott módszer	excel, késztermék mennyiség alapján	excel, késztermék mennyiség alapján	excel, késztermék mennyiség alapján	excel, átlag kapacitás alapján	excel, késztermék mennyiség alapján
A monitoring rendszer előnyei 1. helyen	online folyamat figyelés	pontos OEE veszteségek feltárása	pontos OEE veszteségek feltárása	online folyamat figyelés	kommunikáció javulása
A monitoring rendszer előnyei 2. helyen	pontos OEE veszteségek feltárása	azonnali beavatkozás lehetősége	online folyamat figyelés	pontos OEE veszteségek feltárása	online folyamat figyelés
A monitoring rendszer előnyei 3. helyen	gyors statisztikák és adatok	kommunikáció javulása	gyors statisztikák és adatok	kommunikáció javulása	pontos OEE veszteségek feltárása
Számszerűsíthető megtakarítások	2023-as bevezetés, még incs releváns adat (1-5% közé becsülik)	10% OEE - 380M Ft+	10% OEE	10% OEE - 20M Ft	2023-as bevezetés, még incs releváns adat
A termelési selejt mérése	nem	részben	nem	nem	nem
A bizalom	közepes mértékben nőtt	nagy mértékben nőtt	kis mértékben nőtt	közepes mértékben nőtt	kis mértékben nőtt
Célkitűzések	még nem, de tervben van	Prémium cél	még nem, de tervben van	Prémium cél	nem szerepel
Lean csapat tevékenység	termékváltás csapat	termékváltás csapat, fejlesztési ötletek	műszaki hibák csapat	termékváltás csapat, műszaki hiba csapat, rövid leállás csapat	termékváltás csapat
Modern ipari gyártókörnyezet	még nincs hatása	TV kivetítés	tablet	TV kivetítés, mobil applikáció	tablet
Kommunikáció	kis mértékben javult	nagyban javult, "egy igazság" amit mindenki elfogad	kis mértékben javult	nagyban javult	nagyban javult
Adminisztráció szempontok - műszakvezetők	csökkent	nem változott a mennyisége (De jobbnak tartják)	kissé nőtt, de elfogadják	nem változott a mennyisége (De jobbnak tartják)	kissé nőtt
Adminisztráció szempontok - termelési vezetők	csökkent	70-80%al csökkent	csökkent	nagyban csökkent	nagyban csökkent
Nemzetközi összehasonlítás	használják	használják	nem releváns, mert magyar cég	használják	még nem, de később tervben van

2. táblázat: A kutatási eredmények összefoglaló táblázata (saját szerkesztés)

5.1. A kutatás eredményeiből megállapítható következtetések

Korábban alkalmazott módszer

Általánosságban elmondható, hogy a monitoring rendszer bevezetése előtt mindenhol a termelt mennyiségből visszaszámolva excelben végeztek valamilyen kalkulációkat.

A Monitoring rendszer előnyei

A két legfontosabb előnyként a pontos OEE veszteségek feltárása és az online folyamat figyelés jelent meg, mindkét előnyt ketten említették az első és a második helyen. A harmadik legfontosabb szempont a kommunikáció javulása, a negyedik a gyors statisztikai adatok elérhetősége.

Számszerűsíthető megtakarítások

Itt három olyan cég volt, akik hosszabb időszakra is vissza tudott tekinteni, a másik két cég csak 2023.-ban vezette be a monitoring rendszert. Mindhárom cég 10% körüli megtakarítást jelenített meg. A megtakarítás összegéttekintve a Marsnál 34 folyamatot monitoroznak, így a megtakarítás összege is ennek megfelelően jóval magasabb, mint a Webernél, ahol csak 1-et.

A termelési selejt mérése

A szakirodalmi feldolgozással (Hedmana, Subramaniyan, & Almström, 2016) összecseng az általam kapott eredmény is, miszerint 90%-ban nem használják ki a cégek a selejt mérésében rejlő potenciált.

A bizalom

A bizalom kérdésköre nagyban összefügg azzal, hogy milyen régóta vezették be a monitoring rendszert az adott cégnél. Megállapítható, hogy a régebben bevezetett és több megtakarítást hozó rendszerben jobban bíznak az emberek.

Célkitűzések

Ez a témakör is összefügg a rendszer bevezetési dátumával, két cégnél használják már éves prémium célként, másik két cég nyilatkozott úgy, hogy tervben van a bevezetése.

Lean csapat tevékenység

Fontos megállapítás, hogy mind az öt cégnél elsőként termékváltások, vagy átszerelések idejének a szabványosítására és csökkentésére használták a monitoring rendszert. Ezekből minden termelő gépsoron sok van, így ezzel összeségében nagy hatást lehet elérni. Emellett második helyen a műszaki hibák csökkentésére irányuló csapatokat említették, majd az ötletek hatásának a mérését.

Modern ipari gyártó környezet

A modern hatást tekintve a nagy TV-ken való kivetítést említették és a tabletet említették a legtöbbször, de az okostelefonon futó mobilalkalmazás is felmerült.

Kommunikáció javulása

Ez a kérdéskör is nagyban összefügg a bevezetési idővel, ahol régóta használják a rendszert, ott arról számoltak be, hogy nagyban javult a kommunikáció. A Marsnál felmerült „Egy igazság” elv egy nagyon jó példa mások számára.

Adminisztrációs szempontok

Műszakvezetői, vagy másként megközelítve kitöltői oldalról arról számoltak be a dolgozók, hogy vagy nem változott, vagy kis mértékben nőtt az adminisztráció, de ezt elfogadják, mert látják az értelmét és a hasznosságát. A vezetői, vagy más néven elemzői szempontot tekintve nagy mértékben csökkent az adminisztráció, pontos adatokból azonnali diagrammokat és statisztikákat tudnak kinyerni.

Nemzetközi összehasonlítás

Itt elmondható, hogy a négyből három nemzetközi cég már ma is használja az online monitoringot nemzetközi összehasonlításra, de a negyediknél is tervben van ennek a bevezetése.

5.2. A kutatási hipotézisek kiértékelése

1.Hipotézis: Az OEE% (Teljes eszközhatékonyság) az esetek több, mint 80%-ban kimutatható mértékben nőtt (minimum 5 %) az OEE monitoring rendszer bevezetéséve által

Mars, Webernél és Pölöskeinél 10%-os OEE mutatószám emelkedésről számoltak be 3-5 éves időtávon belül. A másik két cég esetében még csak 1 éve vezették be az online monitoringot, így még nem volt lehetőségük ilyen mértékű megtakarítást mérni. A szakirodalomban konkrét OEE%-os értéket nem találtam. Ezt a hipotézist igazoltnak találom, mert öt esetből csak az első három eset volt releváns.

2. Hipotézis: A valós idejű követési módszert széleskörűen használják a selejtek számának mérésére

Az öt vizsgált minta közül mindössze a Marsnál használták részlegesen a valós idejű követést a selejt követésére, így erre a hipotézis nem igazolódott be.

Az egyik általam vizsgált szakirodalomban Analysis of critical factors for automatic measurement of OEE (AZ OEE mérés kritikus összetevőinek elemzése) címmel (Hedmana,

Subramaniyan, & Almström, 2016) hivatkoztak egy 23 gyár 884 gyártósorán végzett kutatásra, amelyben azt állapították meg, hogy a cégek 90%-ban nem regisztrálják a selejtet. Az általam végzett kvalitatív 5 mintás kutatásom is erre az eredményre jutott. Az általam vizsgált programok mindegyike lehetőséget ad a selejt rögzítésére, mérésére, ez egy fejlesztési lehetőség azoknak, akik már hozzászoktak a rendszer használatához.

3. Hipotézis: Kimutatható kapcsolat van LEAN tevékenység a monitoring rendszer között

Mind az öt válaszadó említett olyan LEAN alapú csapat tevékenységet, amelyet a monitoring rendszer segítségével azonosítottak be és a rendszer segítségével tudták visszamérni az eredményt. Ez a hipotézis igazolásra került. Az általam vizsgált öt különböző iparág mindegyikében elsőként említették az átállási, vagy átszerelési idő csökkentési projekteket. Mind az öt vizsgált vég beszámolt róla, hogy sok átállásra van szükség, mert azonos gyártósoron sokféle terméket gyártanak. Ebből következően az átállással töltött időveszteség egy dolog, amivel elsőként érdemes foglalkozni.

4. Hipotézis: A monitoring rendszer nagyban javítja a kommunikációt és csökkenti az adminisztratív terhet

Minden válaszadó pozitívan értékelte ezt a kérdéskört, egyértelműen beigazolódott ez a hipotézis. A kutatás eredményeként meglepő, hogy milyen nagy súllyal említették mind a műszakvezetők, mind a termelési vezetők, hogy nagyon hasznos számukra valós időben látni a termelést és azt, hogy az adott terméknél éppen hol tart a gyártás. Ez kifejezetten annak jelent nagy segítséget, aki a termelési tervet összeállítja. Korábban ezt az információ telefonálással tudták kideríteni és a késésekről is sokkal később értesültek.

Kommunikáció javulásának példáját talán a MARS-nál bekövetkezett azon folyamat írja le a legjobban, hogy a monitoring rendszer adatait tekintik „egy igazságnak” és ezáltal hitelesnek.

A monitoring rendszer bevezetése az esetek döntő többségében az Excel táblázatokban való követést váltotta ki.

5.3. Az eredményekre alapozott javaslatok

1. Az online monitorig rendszer egy olyan ipar 4.0 eszköz, aminek használata már néhány éven belül is jelentős megtakarítást és hatékonyságjavulást eredményez, ezért minden termelő cégnek érdemes bevezetnie.

2. A Selejt mérésének és csökkentésének a lehetőségét érdemes lenne kihasználnia azoknak a cégeknek, akik a rendszert már régebb óta használják és a hatékonyságban jelentős eredményeket értek el, így a selejt csökkentésével is meg tudnák ezt tenni.

3. Mindenhol érdemes prémium célként kitűzni az OEE% -ot, ezzel ösztönzve a dolgozókat a hatékonyság növelésére és a selejt csökkentésére.

4. A modern ipari gyártókörnyezetet megteremtése miatt érdemes minden cégnek TV-ken, kivetíteni a monitoring rendszer idővonalát és statisztikáit ezzel segítve, hogy minél inkább beépüljenek a vállalati kultúrába.

6. Összefoglalás

Szakdolgozatomban a az ipar 4.0 egyik fontos elemét, az online hatékonyság monitorozást vizsgáltam üzleti és vállalati kultúra szempontjából. A kutatásom célja, hogy a monitoring rendszer gyakorlati tapasztalatai által megértsem és rangsoroljam a rendszer előnyeit és összehasonlítsam a tapasztalatokat a nemzetközi kutatásokkal.

A szakirodalmi áttekintés során elsőként az ipar 4.0-át mutattam be részletesebben, ami röviden összefoglalva a gyártási folyamatok technológián alapuló szervezését és az értéklánc mentén egymással autonóm módon kommunikáló eszközöket jelenti, ahol számítógép-vezérelt rendszerek figyelik a fizikai folyamatokat, létrehozzák a fizikai világ virtuális másolatát és decentralizált döntéseket hoznak. Ezután bemutattam a legfontosabb fogalmakat, az ipar 4.0 előfeltételeit, majd az egyes iparágakra gyakorolt hatásokat.

A szakirodalom második részében az Online monitoring mérést mutatom be részletesen, az OEE számítási módszert, az adatgyűjtési gyakorlatát, a jelentőségét és a mérés megvalósítási lehetőségeit.

A kutatáshoz feltáró jellegű mélyinterjút használtam, amihez olyan a szakmai ismertségemben lévő cégeket kerestem meg, akik rendelkeznek online monitoring rendszerrel. Ez az öt cég a Mars Magyarország Kft, a Pölöskei Italgyártó Kft, a Saint-Gobain-Hungary Kft, a Tamási Hús Kft. és a Greiner Packaging Kft. Ez az öt cég különböző iparágban tevékenykedik. A vizsgálatot online interjúk segítségével bonyolítottam, amelyekhez interjú vázlatokat készítettem.

Az általam megfogalmazott kérdésekre a következő válaszokat találtam:

1. Az ipar 4.0 melyik iparágakban alkalmazható?

Az irodalmi feldolgozásból látható, hogy az ipar 4.0 elvei mára már szinte az összes iparágat elérték, nem csak a modern autógyártást, de a pénzügyi, energetikai, élelmiszeripari, logisztikai és az egészségügyi szektorokat is. Nem találtam olyan iparágat, ahol ne hozott volna jelentős fejlődést.

2. Milyen számszerűsíthető gazdasági és pénzügyi előnyöket hozott a monitoring rendszer bevezetése?

A szakirodalmi adatok és a monitoring szoftvert kínáló cégek kommunikációja alapján 10-15% hatékonyság javulást eredményez a rendszer megfelelő használata. A kutatásom során 10% -os javulást ötből három esetben is sikerült igazolnom. A bevezetett rendszerekre vetítve a megtakarítás 10-20M Ft volt két esetben, ami egy 34 rendszeres gyár esetében már egymillió euro feletti megtakarítást jelentett.

3. Milyen hatásokat gyakorol a vállalati kultúrára?

A mérési rendszerbe és az OEE mutatóba vetett bizalom növekedett, formálisabbá, adat alapúvá vált a kommunikáció, modernebb lett a gyártókörnyezet még a régebbi gyártósorok esetén is.

4. Kimutatható kapcsolat van-e LEAN tevékenység és a monitoring rendszer között?

Egyértelműen kimutatható ez a kapcsolat, a legtöbb esetben valamilyen átállás, vagy termékváltásra irányuló LEAN csapat eredményességét mérik vele.

5. Egy ilyen rendszer miként javítja kommunikációt és csökkenti-e az adminisztrációt?

Egyrészt a pontos, stabil és megbízható adatok által, másrészt a kutatásból is kirajzolódott, hogy mennyire fontos a folyamatos termelés nyomon követés a termelésvezetők-termelést tervezők részére. A monitoring rendszer az adminisztrációt főként a vezetők részére csökkenti azáltal, hogy sokkal gyorsabb a riportok elkészítése. A műszakvezetők adminisztrációja nem csökkent jelentősen, viszont többször beszámoltak róla, hogy a monitoring rendszerben egyértelműen hozzáadott értékű adminisztrációt végeznek.

A legfontosabb következtetések:

1. Az online monitorig rendszer bevezetése jelentős megtakarításokat és hatékonyjavulást eredményez.
2. A selejt mérésére is be kellene vezetni mindenkinek, ez egy fejlesztési lehetőség
3. A monitoring rendszer nagyban támogatja a Lean csapat tevékenységet, elsősorban a termékváltás, vagy átszerelés szabványosítására és időveszteségének csökkentésére használják
4. Az OEE% prémium célként való kitűzése egy jó gyakorlat és követendő mindenki számára
5. A vizualizációt és modern ipari környezet elérését segíti a rendszer TV-ken való megjelenítése

Későbbi vizsgálatok

A jelenleg vizsgált cégekkel egy év múlva egy utókövető vizsgáltot érdemes lenne végezni, hogy a megfogalmazott javaslatok és a jó példák alapján milyen szempontokból tudtak fejlődni.

Felhasználhatóság

A szakdolgozat eredményeit megosztom a kutatásban részt vevő cégekkel, akik kifejezték, hogy kifejezetten szívesen fogadnak egy ilyen irányú átfogó és több iparágra kiterjedő kutatást.

A saját cégemnél használt monitoring rendszer tekintetében is be fogom építeni a kutatási tapasztalatokat, például a selejt mérését is tervezzük megvalósítani.

Irodalomjegyzék

Becsei, A., Bógyi, A., Csányi, P., & Kovács, L. (2019). *"A jövő bankja, a bankok jövője": A Magyar Bankszövetség digitalizációs javaslatai.* Gazdaság és Pénzügy 6.3 (2019): 299-310.

D.H.Stamatis. (2017). *The OEE Primer: Understanding Overall Equipment Effectiveness, Reliability and Maintainability.* CRC Press.

Delfanti, A. (2021). *The Warehouse Workers and Robots at Amazon.* New Wing, Somerset House, Strand, London WC2R 1LA: Pluto Press.

Devonshire, J. (2021. https://evocon.com/articles/oee-the-executive-kpi-manufacturers-cannot-ignore/ letöltve: 2023.12.20.). OEE: The Executive KPI Manufacturers Cannot Ignore.

Duggal, A. S.-A. (2022). A sequential roadmap to Industry 6.0: Exploring future manufacturing trends. *Iet Communications,*, 16(5) 521-531.

Earley, J. (2016). *The Lean Book of Lean: A Concise Guide to Lean Management for Life and Business.* Wiley.

Elbasani, E., Siriporn, P., & Choi, J. S. (2020). *Internet of Things for Industry 4.0.* Springer.

Erdei, E., Popp, J., Neményi, M., & Oláh, J. (2021). Az Ipar 4.0 technológiák szerepe az élelmiszergyártó vállalatok innovációs tevékenységében. *Statisztikai szemle,* 99. ÉVFOLYAM 10. SZÁM 978–996. OLDAL.

Fükő, L., Illés, B., & Tamás, P. (2020). A korszerű vezető nélküli targoncák alkalmazási szempontjainak bemutatása az Ipar 4.0 szemszögéből. *Multidiszciplináris Tudományok* , 3 sz.pp. 382-386.

Gil-Vilda, F., Yagüe-Fabra, J. A., & Sunyer, A. (2021). From Lean Production to Lean 4.0: A Systematic Literature Review with a Historical Perspective. *applied sciences,* 11, 10318.

Girasek, E. B. (2022). E-páciensek Magyarországon: Digitális egészséggel kapcsolatos ismeretek. *Orvosi Hetilap,* Vol. 164, No. 4, pp 132, 1788-6120. Forrás: https://akjournals.com/view/journals/650/163/29/article-p1159.xml

Hansen, R. C. (2005). *Overall Equipment Effectiveness.* Industrial Press.

Hedmana, R., Subramaniyan, M., & Almström, P. (2016). Analysis of critical factors for automatic measurement of OEE. *49th CIRP Conference on Manufacturing Systems* (old.: 128.-133.). Sciencedirect.

Henci, T. (2023. február 2024.02.28.). *ictglobal.hu.* Forrás: https://ictglobal.hu/cimlapsztori/ipar-5-0-forradalom-vagy-evolucio/

Hollik, C., & Egri, I. (2018). Az Ipar 4.0 néhány példája a logisztikában. *Logisztikai trendek és legjobb gyakorlatok,* 33-40.

Hörmann, B. O. (2022). Industrial intelligent software applications of the overall equipment effectiveness (OEE) in manufacturing. *In MATEC Web of Conferences . EDP Sciences.*, (Vol. 299, p. 05011.

Javaid, M., Haleem, A., S., R. P., R., & Suman, R. (2021). Significance of sensors for industry 4.0: Roles, capabilities, and applications. *Sensors International,*, 2, 100110.

Kennedy, R. K. (2018). *Understanding, Measuring, and Improving Overall Equipment Effectiveness.* CRC Press.

Keszey, T., & Tóth, R. (2020.). Ipar 4.0 az autóiparban. A fehér- és kékgalléros munkavállalók technológiaelfogadási aggályai. LI. ÉVF. 2020. 06. SZÁM/ ISSN 0133-0179.

Kumar, A., & Kumar, S. (2020). Industry 4.0: Evolution, Opportunities and Challenges. *International Journal of Research in Business Studies ISSN*, 139-147.

Liker, J. K., & Hoseus, M. (2012). *Toyota Culture: The Heart and Soul of the Toyota Way.* McGraw Hill.

Mantravadi, S., & Møller, C. (2019.). An Overview of Next-generation Manufacturing Execution Systems: How important is MES for Industry 4.0? *Sciencedirect*, 588-595.

Mohamed, M. (2018). Challenges and Benefits of Industry 4.0: An overview. *International Journal of Supply and Operations Managemen*, 256-265.

Nagy, J. (2019). Az Ipar 4.0 Fogalma és kritikus kérdései – Vállalti interjúk alapjá. *Vezetéstudomány / Budapest Management Review*, L . ÉVF. 2019. 1. SZ ÁM/ ISSN 0133- 0179.

Oláh, J. é. (2019). Az Ipar 5.0 Emeberek és robotok együttműködése. old.: 12-19. oldal.

Pisarov, J., & Mester, G. (2020). The impact of 5G technology on life in 21st century. *IPSI BgD Transactions on Advanced Research (TAR),*, 16(2), 11-14.

Plantera, F. (2020. https://evocon.com/articles/manual-vs-automated-data-collection-in-manufacturing letöltve: 2023.12.02.). Manual vs Automated Machine Data Collection in Manufacturing.

Sakhar, G. (2021). 3D nyomtatás fejlődése, jelene és jövője. *Computers & Learning,*, 4(1), 40-40.

Smit, J., Kreutzer, S., Moeller, C., & Carlberg, M. (2016, February 2024.02.28.). *Industry 4.0 Policy Department Economic and Scientific Policy,*. Retrieved from https://www.europarl.europa.eu/RegData/etudes/STUD/2016/570007/IPOL_STU(2016)570007_EN.pdf

Sós, A. (2019. November 6). A MES bevezetésének kérdései. *Gyártástrend*.

www.evocon.com. (2023). Forrás: www.evocon.com A letöltés ideje: 2023.12.31.

www.factbird.com. (2023). Forrás: https://www.factbird.com/ A letöltés ideje: 2023.12.30.

Ábrajegyzék

1. ábra: Az ipari forradalmak időrendben 5. oldal
2. ábra: Az egy szenzoros rendszer felépítése 25. oldal

Táblázatjegyzék

1. táblázat: Az Ipar 4.0 hatásainak SWOT elemzése 16. oldal
2. táblázat: A kutatási eredmények összefoglaló táblázata 58. oldal

1. melléklet: Vezetői interjúvázlat

Alapadatok

Cégnév:

Iparág:

Kitöltő neve:

Kitöltő pozíciója:

Milyen típusú OEE Monitoring rendszert használnak?

Életkor:

Mióta dolgozik a cégnél:

1. Mikor vezettek be az OEE monitoring rendszert?

2. Hány gyártósoron használnak OEE monitoring rendszert? Mennyi a gyártósorok életkora?

3. Miként mérték és számolták korábban a hatékonyságot?

4. Milyen problémákat szerettek volna megoldani az OEE monitoring rendszerrel?

5. Miként jellemezné az OEE% javulását az OEE Monitoring rendszer bevezetését követően? Mennyit javult az első időszakban és mennyit összességében?

6. A bevezetés óta mennyi megtakarítást hozott a monitoring rendszer használata? Ön szerint mennyi idő alatt térült meg?

7. A Megtakarítások elsősorban milyen költségelemeken jelentkeztek? (pl.: Kapacitásnövekedés; selejt elkerülése; bérköltség = kevesebb túlóra, vagy plusz műszak; energia költség= a hatékonysággal arányos energiafelhasználás javulása)

8. Önök használtak-e hatékonyság monitoring rendszer adatain alapuló elemzéseket termelés, vagy kapacitástervezésre, illetve termékenkénti elemzésekre?

9. Az Ön cégénél milyen pozícióban lévő kollégák használják az OEE monitoring rendszert napi rendszerességgel?

10. Az Ön cégénél milyen pozícióban lévő kollégák használják az OEE monitoring rendszert heti, vagy havi rendszerességgel?

11. Mit tapasztalt a monitoring rendszer bevezetésével kapcsolatban a középvezetők részéről? Erősödött-e a bizalom a KPI-k (kulcsmutatók) és az OEE számítás iránt?

12. Mit tapasztalt a monitoring rendszer bevezetésével kapcsolatban az operátorok részéről? Erősödött-e a bizalom a KPI-k és az OEE számítás iránt?

13. Mit tapasztalt a monitoring rendszer bevezetésével kapcsolatban a karbantartók részéről? Erősödött-e a bizalom a KPI-k és az OEE számítás iránt?

14. Prémium célként használják-e az OEE% (hatékonyság%), vagy valamelyik összetevőjét pl: BD (Géphibák száma, vagy százaléka?), selejt %. Kérem írjon néhány példát!

15. Ön szerint miként segítette a TPM / WCM / LEAN csapattevékenység és a fejlesztési ötletek mérhetőségét a monitoring rendszer használata? (pl:Átállási idők csökkentése, gépfejlesztések) Kérem írjon néhány példát!

16. Az Ön cégénél miként járult hozzá a monitoring rendszer használata a modern ipari gyártókörnyezet megteremtéséhez? Kérem írjon néhány példát!

17. Ön szerint miként járult monitoring rendszer bevezetése a kommunikáció javulásához a termelés-karbantartás, vagy a vezetők és operátorok között? Kérem írjon néhány példát!

18. Önt vezetőként mennyiben segítette a monitoring rendszer az adminisztráció csökkentésében és a riportok készítésében?

19. Az Ön cégénél használják-e a monitoring rendszer adatait cégen, vagy cégcsoporton belüli benchmarkingra (összehasonlításra)?

20. Ön szerint a gyártósoron dolgozók többségében szeretik-e használni a monitoring rendszert, vagy csak felesleges adminisztrációnak tekintik?

2. mellékelt: operátori interjúvázlat

Alapadatok

Cégnév:

Iparág:

Kitöltő neve:

Kitöltő pozíciója:

Életkor:

Mióta dolgozik a cégnél?

21. Ön részt vett-e az OEE Monitoring rendszer bevezetésében? Ha igen, mik a tapasztalatai?

22. Miként regisztrálták korábban a gyártósor teljesítményét befolyásoló eseményeket?

23. Ön szerint pozitívan járul-e hozzá a monitoring rendszer a problémák feltáráshoz és megoldásához? Kérem írjon néhány példát!

24. Önnek személy szerint milyen előnyöket nyújt az OEE monitoring rendszer napi szintű használata? Kérem ez előnyöket fontossági sorrendben tüntesse fel! Kérem írjon néhány példát!

25. Önök regisztrálják-e a selejt termékeket az OEE monitoring rendszerben?

26. Önnek erősödött-e a bizalma az OEE monitoring rendszer bevezetése után az a OEE% mérési és számítási módszere iránt? Objektívebbnek találja-e a korábbiakhoz képest?

27. Mit tapasztalt az OEE monitoring rendszer bevezetésével kapcsolatban, javult-e a hibák elhárítási ideje, illetve segítette-e a karbantartók munkáját?

28. Az Ön prémium céljai között szerepel-e az OEE%, vagy valamelyik OEE%-ot érintő kulcsmutató (pl: műszaki hibák száma, átállási idő csökkentése stb.)?

29. Részt vett-e ön valamilyen TPM / WCM / LEAN csapattevékenységben, vagy adott-e be olyan fejlesztési ötletet, amelyeknek a mérhetőségét az OEE monitoring rendszer biztosította? (pl.: átállási idők csökkentése, gépfejlesztések) Kérem írjon néhány példát!

30. Ön szerint miként járult monitoring rendszer bevezetése a kommunikáció javulásához a termelés-karbantartás, vagy a vezetők és operátorok között? Kérem írjon néhány példát!

31. Önnek jelentős plusz adminisztrációs terhet jelent az OEE monitoring rendszer, vagy a korábbiakhoz képest más típusú adminisztrációt végez? Kérem írja le miként viszik be az adatokat (pl: PC, amit másra is használnak/ Csak erre a célra fenntartott PC / tablet)!

32. Ön összességében szereti-e használni az OEE monitoring rendszert?

MATE Szervezeti és Működési Szabályzat
III. Hallgatói Követelményrendszer
III.1. Tanulmányi és Vizsgaszabályzat
6.13. sz. függeléke: A MATE egységes szakdolgozat / diplomadolgozat / záródolgozat / portfólió készítési útmutatója
4.1. sz. melléklete: Konzulensi nyilatkozat

NYILATKOZAT

Göncz Gábor (név) (hallgató Neptun azonosítója: MTBOUE) konzulenseként nyilatkozom arról, hogy a záródolgozatot/szakdolgozatot/diplomadolgozatot/portfóliót[1] áttekintettem, a hallgatót az irodalmi források korrekt kezelésének követelményeiről, jogi és etikai szabályairól tájékoztattam.

A záródolgozatot/szakdolgozatot/diplomadolgozatot/portfóliót a záróvizsgán történő védésre **javaslom / nem javaslom**[2].

A dolgozat állam- vagy szolgálati titkot tartalmaz: igen nem*[3]

Kelt: Gödöllő, 2024. év április hó 4. nap

belső konzulens

[1] A megfelelő dolgozattípus meghagyása mellett a többi típus törlendő.
[2] A megfelelő aláhúzandó.
[3] A megfelelő aláhúzandó.

MATE Szervezeti és Működési Szabályzat
III. Hallgatói Követelményrendszer
III.1. Tanulmányi és Vizsgaszabályzat
6.13. sz. függeléke: A MATE egységes szakdolgozat / diplomadolgozat / záródolgozat / portfólió készítési útmutatója
4.2. sz. melléklete: Nyilatkozat a záródolgozat/szakdolgozat/diplomadolgozat/portfólió nyilvános hozzáféréséről és eredetiségéről

NYILATKOZAT

a záródolgozat/szakdolgozat/diplomadolgozat/portfólió[1] nyilvános hozzáféréséről és eredetiségéről

A hallgató neve:	GÖNCZ GÁBOR
A Hallgató Neptun kódja:	MTBOUE
A dolgozat címe:	Gyártósori hatékonyság monitoring rendszer eredményességének vizsgálata üzleti és vállalati kultúra szempontjából
A megjelenés éve:	2024
A konzulens intézetének neve:	Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem Agrár- és Élelmiszergazdasági Intézet
A konzulens tanszékének a neve:	Mezőgazdasági és Élelmiszeripari Vállalati Gazdaságtan Tanszék

Kijelentem, hogy az általam benyújtott záródolgozat/szakdolgozat/diplomadolgozat/portfólió[2] egyéni, eredeti jellegű, saját szellemi alkotásom. Azon részeket, melyeket más szerzők munkájából vettem át, egyértelműen megjelöltem, és az irodalomjegyzékben szerepeltettem.

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

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

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

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

- nem titkosított dolgozat a védést követően
- titkosításra engedélyezett dolgozat a benyújtásától számított 5 év eltelte után

nyilvánosan elérhető és kereshető lesz az Egyetem könyvári repozitori rendszerében.

Kelt: Budapest év április hó 4. nap

Hallgató aláírása

[1] A megfelelő dolgozattípus meghagyása mellett a többi típus törlendő.
[2] A megfelelő dolgozattípus meghagyása mellett a többi típus törlendő.