

Debreceni Egyetem
Műszaki Kar
Műszaki Menedzsment és
Vállalkozási Tanszék



Stancológép átállási idejének csökkentése Lean módszerekkel, avagy SMED bevezetése a nyomda- iparban

Szerző: **Kátai Máté** műszaki menedzser MSc hallgató

Témavezető: Dr. Budai István

Tanszékvezető: Dr. T. Kiss Judit

Debrecen

2024.

NYILATKOZATOK

Plágium-nyilatkozat

Alulírott *Kátai Máté (Y5T9U3)* jelen nyilatkozat aláírásával kijelentem, hogy a „Stancológép átállási idejének csökkentése Lean módszerekkel, avagy SMED bevezetése a nyomdaiparban” című dolgozat

(a továbbiakban: dolgozat) önálló munkám, a dolgozat készítése során betartottam a szerzői jogról szóló 1999. évi LXXVI. tv. szabályait, valamint az egyetem által előírt, a dolgozat készítésére vonatkozó szabályokat, különösen a hivatkozások és idézések tekintetében.

Kijelentem továbbá, hogy a dolgozat készítése során az önálló munka kitétel tekintetében a konzulenszt, illetve a feladatot kiadó oktatót nem tévesztettem meg.

Kijelentem, hogy az elektronikusan feltöltött és a papír alapú dokumentum mindenben megegyezik. (TVSZ 24.§ (8). alapján)

Jelen nyilatkozat aláírásával tudomásul veszem, hogy amennyiben bizonyítható, hogy a dolgozatot nem magam készítettem vagy a dolgozattal kapcsolatban szerzői jogsértés ténye merül fel, a Debreceni Egyetem megtagadja a dolgozat befogadását és ellenem fegyelmi eljárást indíthat.

A dolgozat befogadásának megtagadása és a fegyelmi eljárás indítása nem érinti a szerzői jogsértés miatti egyéb (polgári jogi, szabálysértési jogi, büntetőjogi) jogkövetkezményeket.



.....
hallgató

Debrecen, 2024.11.10

Összefoglaló

A „Stancológép átállási idejének csökkentése Lean módszerekkel, avagy SMED bevezetése a nyomdaiparban” című dolgozatom alapjául egy magyarországi csomagoló- és nyomdaipari vállalatnál eltöltött időszakom alatti kutatómunkám szolgált.

Dolgozatomban elsődlegesen azt szerettem volna bebizonyítani, hogy komolyabb automatizálás, gépberuházás nélkül, csak és kizárólag az átállási folyamat felülvizsgálásával, a munkafeladatok újraosztásával és a teendők racionalizálásával is el lehet érni megtakarítást.

Kutatásomhoz először meg kellett ismerkednem a gyorsátállítás, Lean szótárakban SMED folyamatlépéseivel és gyakorlati megvalósítás példáival, a gyárban ismeretes folyamatokkal és berendezésekkel.

Tanulmányomban bemutatom a vizsgált stancológép kiválasztásának alapját, valamint a géphez tartozó átállítás jelenállapotát, valamint ismertetem az átállítás alatt felmerült észrevételeket és azok okait.

A jelenállapotból kiindulva a megfigyelések alapján meghatározásra kerülnek olyan változást elősegítő megoldások, amiket céges workshopok alkalmával a megfelelő irány kijelölése után megvalósíthatóság és eredményesség függvényében ellenintézkedés gyanánt megvalósítunk.

Kitértem az eset kapcsán az ellenintézkedések gyakorlati bevezetésére is, amelyek különböző verzióik által, a dolgozók bevonása segítségével hozzájárultak a gyorsátállítás elősegítéséhez

Ezek után már csak a megtérülési vizsgálatok következtek, amely során összevetettem a ráfordítás és megtérülés szempontját és levontam a következményeket.

Summary

My thesis "Reducing the changeover time of die-cutting machines with Lean methods, or the implementation of SMED in the printing industry" was based on my research work during my time in a Hungarian packaging and printing company.

The main aim of my thesis was to prove that savings can be achieved without major automation, without investing in machinery, just by reviewing the changeover process, by reallocating work and by rationalising tasks.

For my research, first I had to familiarise myself with the process steps and practical implementation examples of fast changeover, SMED in Lean dictionaries, with the processes and equipment known in the factory.

In my study, I will present the basis for the selection of the die cutting machine, the current state of the changeover for this machine, and describe the observations made during the changeover and the reasons for them.

Starting from the present state, the observations will be used as a basis for identifying solutions to facilitate change, which will be implemented as countermeasures during company workshops, after the appropriate direction has been set, depending on feasibility and effectiveness.

I also referred to the practical implementation of countermeasures in the case study, which, in their different versions, have contributed to a rapid changeover by the help of employees

I then went on to carry out a cost-benefit analysis, comparing the cost/benefit aspects and drawing conclusions.

Tartalomjegyzék

Összefoglaló	iii
Summary	iv
Táblázatok jegyzéke.....	3
Ábrajegyzék.....	4
Bevezetés.....	5
1. Folyamatfejlesztés tervezése, szakirodalmi áttekintés	7
1.1 Jelenállapot.....	7
1.2 Jövőállapot tervezése	8
1.3 Lean filozófia	9
1.4 A 7 Muda.....	10
1.5 Érték és értékfolyamat	11
1.5.1 Mi az érték?	11
1.5.2 Értékfolyamat azonosítása	11
1.6 Időfelmérési technikák.....	11
1.7 SMED	12
1.7.1 ECRS	13
1.8 Standard munka, a folyamatosság alapja	14
1.9 Spaghetti diagram	14
1.10 Gantt Diagram.....	15
1.11 Módosított FMEA	15
1.12 Scenario elemzés.....	17
2. Folyamatfejlesztés kivitelezése	18
2.1 Kiindulás a YOCO stancgéphez tartozó adatokból	18
2.2 Stancolást érintő folyamatlépések technológiai ismertetése	20
2.3 Teljesítendő feltételek.....	23

2.4	Átállás rögzítése	24
2.5	Felvételek elemzése	25
2.5.1	Külső és belső idők elhatárolása.....	27
2.5.2	Átállási résztevékenységek Gantt - diagramja	28
2.5.3	Átállás mozgásigénye spaghetti diagrammal szemlélítve.....	29
2.6	Átállási különbségek eltérő működési elvű gépeken	30
2.6.1	Kézi stancológép átállása	30
2.7	Átállások folyamán felmerült veszteségekhez tartozó észrevételek.....	32
2.8	Workshopok	33
2.8.1	Módosított FMEA.....	33
2.8.2	Kaizen pick diagram	36
2.9	Scenario elemzés a gyakorlatban.....	38
2.9.1	Elsőkörös átalakítások	38
2.9.2	Másodikkörös átalakítások.....	39
2.9.3	További jövőbeli átalakítások és elérhető eredmények	42
3.	További fejlesztési tevékenységek, megtérülési vizsgálatok.....	46
3.1	Ideális állapot kialakulása	46
3.2	Átállási idők alakulása a fejlesztések során	47
3.3	Standardizálás.....	48
4.	Megtakarítási vizsgálatok, más területeken való bevezetés lehetőségei	49
4.1	Ráfordítás-megtérülés összevetése	49
4.2	További fejlesztési lehetőségek.....	51
4.2.1	Fejlesztések az új módszertant érintve.....	51
	Konklúzió, tapasztalatok összegzése	52
	Irodalomjegyzék	53

Táblázatok jegyzéke

1. táblázat: Átállás résztvevő tevékenységei (Megfigyelő: Kátai Máté, Terület: YOCO – Saját szerkesztés).....	26
2. táblázat Kézi stancológép átállásának jellemzői – Saját szerkesztés.....	30
3. táblázat Veszteségekhez tartozó észrevételek – [17] alapján Saját szerkesztés	32
4. táblázat Módosított FMEA - Saját szerkesztés.....	34
5. táblázat Pick diagram betűjelölései magyarázat - Saját szerkesztés	37
6. táblázat: 2 emberes átállás 1. verzió - Saját szerkesztés	40
7. táblázat: 2 emberes átállás A (stancoló) tevékenységei - Saját szerkesztés.....	41
8. táblázat: 2 emberes átállás B (kisegítő) tevékenységei - Saját szerkesztés.....	42
9. táblázat Tálca csere által kiváltható tevékenységek - Saját szerkesztés	43
10. táblázat Helyettesítő lépések tálca csere esetén - Saját szerkesztés.....	43
11. táblázat ECRS tábla a kiválasztott változtatásokkal - Saját szerkesztés	45
12. táblázat Jövőbeli ideális állapot leendő fejlesztések mellett A (stancoló) - Saját szerkesztés	46
13. táblázat Jövőbeli ideális állapot leendő fejlesztések mellett B (kisegítő) - Saját szerkesztés	47
14. táblázat Megtakarítási kalkuláció a YOCO stancológép esetében - Saját szerkesztés ..	50

Ábrajegyzék

1. ábra Gyárban fellelhető stancológépek egyike – Saját kép (2024).....	7
2. ábra Átállási idők a YOCO stancológépen 2023 és 2024 szeptembere között – Saját szerkesztés [17] alapján.....	8
3. ábra YOCO stancológép - Saját kép (2024).....	9
4. ábra: A 7 Muda – [5] alapján Saját szerkesztés.....	10
5. ábra átállási idők összehasonlítása a gyártói idővel - Saját szerkesztés [17] alapján	18
6. ábra Átállási tevékenységsorozat előzetes elméleti ágrajza – Saját szerkesztés [15] alapján	19
7. ábra Szerszámrajz munkalap – [17] alapján Saját kép (2024)	21
8. ábra Maró- és hajlítóállomás – Saját kép (2024)	22
9. ábra Elkészült stancszerszám – Saját kép (2024)	23
10. ábra Pillanatképek az átállásról - Saját kép (2024).....	25
11. ábra Átállás Gantt diagramja – Saját szerkesztés	28
12. ábra Átállás spaghetti diagram – Saját szerkesztés	29
13. ábra Kézi és YOCO stancgép megfigyelt átállási idejének összevetése - Saját szerkesztés	31
14. ábra B1 kézi stancológép átállás és nyomás állítás - Saját kép (2024).....	31
15. ábra Kaizen pick diagram - Saját szerkesztés.....	36
16. ábra: Yoco skálázási segédlet - Saját szerkesztés	39
17. ábra Átálláshoz szükséges idő különböző verziók esetében - Saját szerkesztés	48
18. ábra Átálláshoz tartozó kiadások eloszlása - Saját szerkesztés	49
19. ábra Ráfordítás-megtakarítás összevetése Forintban - Saját szerkesztés	51

Bevezetés

Napjainkban, a rohamos ütemet diktáló ipar világában, ahol a költséghatékonyság minden eddiginél kiemeltebb szerepet játszik, valamennyi területnek -köztük a nyomdaiparnak is- jelentős kihívásokkal kell szembenéznie a versenyképességük fenntartása érdekében. A különböző vállalatokra nagyobb-nagyobb nyomás nehezedik. Elsődleges számukra, hogy a lehető legalacsonyabb költségek mellett gyorsan, ám mégis kiváló minőségű termékeket szállítsanak. Céljuk a hulladékcsökkentést és a környezettudatosságot szem előtt tartva végezni tevékenységüket, missziójukhoz hűen, a racionalizált működésüket fenntartva.

Jelen esetben a szervezetek közötti versenyhelyzetek fokozódó kiéleződésével egyre nagyobb fókuszot kap a termelékenység növekedése. Azonban mindezek tudatában nem szabad megfeledkezni arról sem, hogy a berendezések, saját dolgozók túlhajszolása nem vezet hosszútávon eredményességre és a kulcs talán a produktivitás növekedéséhez más módszerekben keresendő.

Ez a dolgozat egy nyomdaipari vállalat stancgépének átállás-fejlesztését mutatja be. A kutatómunkám elvégzéséhez számos eszköz és metódus segítségemre volt, amelyeket a dolgozatban részletesen kifejték, legyen szó LEAN szemléletről, veszteségekről és értékfolyamatokról, SMED mint gyorsátállásról (Single Minute Exchange of Die), vagy akár a hozzá szükséges spaghetti diagramról.

Tématervemnek azért választottam a Lean eszközök alkalmazása a nyomdaiparban, avagy SMED módszer bevezetése témakört, mert a szűkös erőforrással rendelkező világunkban a profitabilitás kritikus tényező egy vállalat fennmaradásának kérdésében. Ebből kifolyólag nem engedheti meg egy elszánt vezetéssel és céltudatossággal rendelkező vállalat magának, hogy a folyamataiban lévő veszteségek megszüntetésére ne reagáljon, hiszen ezzel a működését veszélyeztetné a konkurens cégekkel szemben.

Remek lehetőségnek éreztem a témaválasztáskor ezt a témakört nem csak arra, hogy a nyomdaiparban fellépő folyamatokkal és gépekkel megismerkedhessek, hanem a kaizen filozófia és a területet övező tevékenységekhez tartozó LEAN szellemű ötletekkel segíthessek a fejlesztésben és kamatoztathassam tudásomat. Kutatómunkámmal azt szeretném bebizonyítani, hogy komolyabb automatizálás, gépberuházás és gyártósor fizikai átalakítása nélkül is el lehet érni megtakarítást, csak és kizárólag az átállási folyamat felülvizsgálatával, a teendők racionalizálásával, munkafeladatok újra osztásával és a dolgozók oktatásával.

Kutatásomban egy olyan újszerű módszer alkalmazására is nagy hangsúlyt fektettem, amely egyedinek mondható a témában, ami nem más volt, mint egy módosított, idő alapú FMEA, mely a Kaizen pick diagrammal együtt használva kitűnő párosításnak bizonyult.

1. Folyamatfejlesztés tervezése, szakirodalmi áttekintés

1.1 Jelenállapot

A cégnél megtalálható termékpaletta felettébb színesnek mondható, képesek különböző termékekkel eltérő szegmensek igényeit is kiszolgálni, amely azonban a cégen belüli folyamatokat gyakran bonyolultabbá teszi. Ezen eltérő igények kielégítéséhez különféle alapanyagokkal szükségeltetik dolgozniuk, amelyek legtöbb esetben más-más lépéseket vonzanak magukkal.

Ahhoz, hogy a nagy mennyiségű megrendelést és a sokszínű rendeléseket teljesíteni tudják nem meglepő, hogy több berendezés egyidejű használata szükséges. Vannak olyan termékek, amelyek színes nyomtatást, mások kasírozást, akár 3D-s díszítést kapnak, ezek kombinációja is gyakori igény. Azonban minden termék folyamatlépéseiben van egy közös tevékenység, egy kihagyhatatlan lépés, amely nem más, mint a stancolás.



1. ábra Gyárban fellelhető stancológépek egyike – Saját kép (2024)

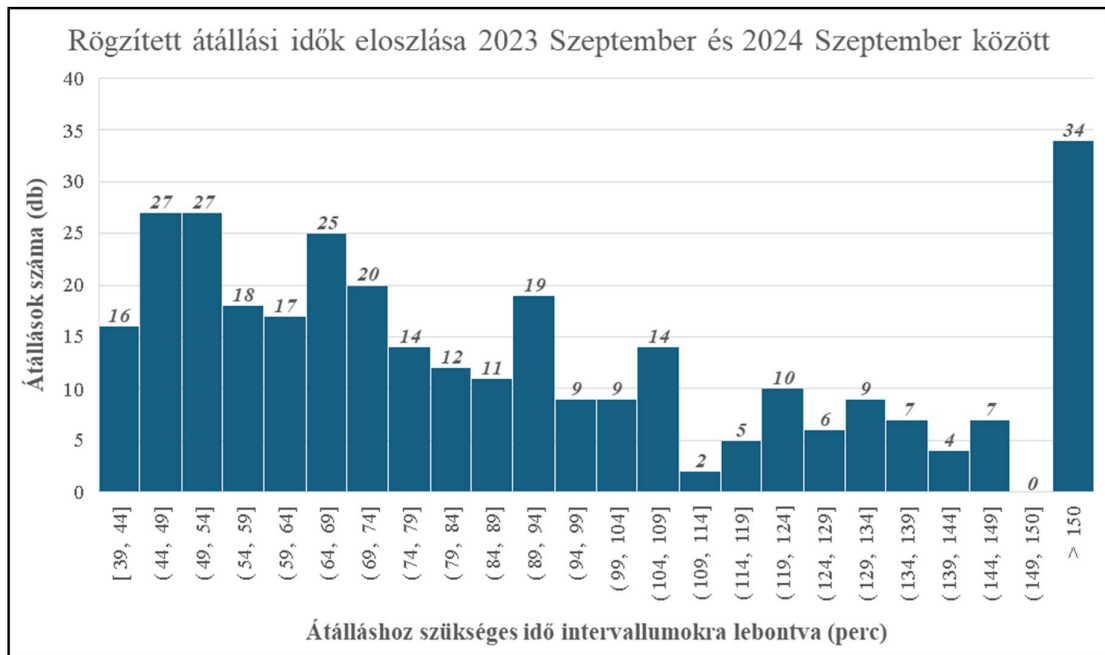
A stancolás egy olyan eljárás, amely során különféle anyagokat, esetünkben karton- vagy hullámpapírt egy speciális szerszámmal – melynek neve stancszerszám – vágnak vagy formáznak.

Ilyesféle berendezésekből különböző elven működő típusokkal is rendelkezik a cég (1. ábra) melyek segítségével képes lefedni a vevők igényeit. Beszélhetünk kézi vezérléses vagy automata stancgépről, de megtalálható már lézeres elven működő típus is az üzemcsarnokban. Ezen gépek nem csak működési elvükben, de hatékonyságukban, munkaerőigényükben és a

hozzájuk tartozó üzemelési normadíjban is különböznek, amelynek optimalizálása, mint tudjuk, kritikus pont egy cég versenyképességének szempontjából.

1.2 Jövőállapot tervezése

A befektetői kör a vállalatvezetéssel együtt a megnövekedett igények kielégítése érdekében, a hatékonyság növekedését tűzte ki célul, melynek egyik pontja a gyártócsarnokban lévő gépek magas átállási idejének lecsökkentése volt. Amint azt már említettem, ahhoz, hogy a legtöbb termék átfutási idejében képesek legyünk időbeli változást elérni, első körben közös pontot kellett találni a palettában, ami a stancolás, mint folyamat volt. Az elmúlt időszakhoz tartozó termékek átfutási idejéből hamar kiderült, hogy az eltérő típusú stancológépek más és más átállási időkkal rendelkeznek, azonban volt egy gép, amely ideje kimagaslott a többi közül.



2. ábra Átállási idők a YOCO stancológépen 2023 és 2024 szeptembere között – Saját szerkesztés [17] alapján

A fenti táblázat (2. ábra) a különböző időszükségletű átállásokat reprezentálja, amit intervallumokra osztva számszerűsít is.



3. ábra YOCO stancológép - Saját kép (2024)

Ez a gép egy automata stancgép volt, a YOCO-JY 105E kínai gyártmányú szerkezet (3. ábra), amely egy német márka, a Bobst egyik modelljének, pénztárcabarátabb, azonban kompromisszumokkal járó, régebbi modellje volt, mely egyébként teljesen megfelelt céljának ellátásában.

1.3 Lean filozófia

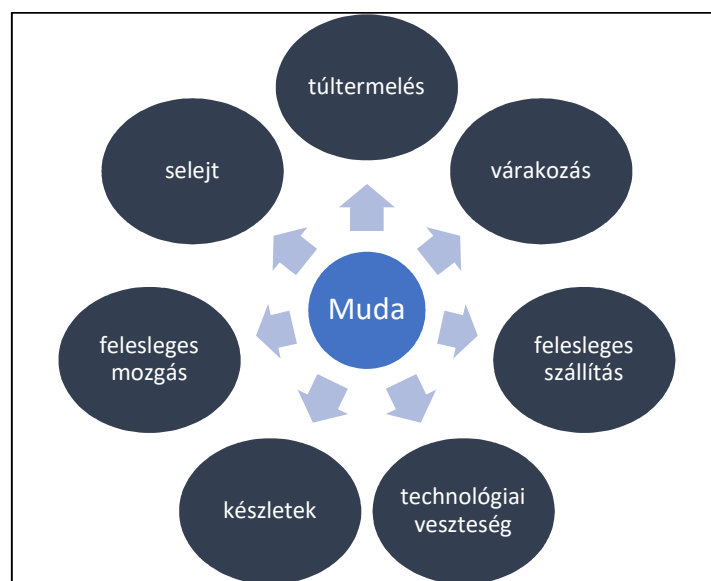
A Lean napjainkban rendkívüli népszerűségnek örvendő termelési filozófia a termelő és a szolgáltató szektorban egyaránt. Kutatómunkám helyszínén a közismeretben egyre elterjedtebb vállalatvezetési kultúra alapjaival találkozhattam, amely módszernek alapelve, a veszteségek csökkentése, valamint a minőségbeli javulásra való törekvés, ami a mai kiélezett versenyhelyzetben kritikus fontosságú [1] [17]. A Lean módszer alapvető doktrínája, hogy az eredményes működés kezdőlépéseként a mindennapi folyamatokba kell beépíteni a filozófia eszközeit. Fontos, hogy vezetői szerepvállalással a cégen belül a menedzseri szintekről kell példával előljárni, hogy átfogja a szervezet egészének működését, valamint a szervezet valamennyi alkalmazottja azonosulhasson a szemléletmóddal [2].

A téma egyik meghatározó szakirodalmában a Lean szemlélet nevű műben James P. Womack és Daniel T. Jones így vélekednek a vállalati struktúrák 5 alapelvéről [3]:

- **Érték (value):** A vállalat azon tevékenységei identifikálása, amelyek a vevő számára értéket állítanak elő;
- **Értékáram (value stream):** A termék értékfolyamatának és áramlásának elemzése, valamint azok optimális sorrendben való felsorakoztatása;
- **Áramlás (flow):** Folyamatok átalakítása az értékteremtő tevékenységek megszakítás nélküli áramoltatásának céljából;
- **Húzórendszer (pull):** Termelés ütemezése a vevői igények mentén;
- **Folyamatos fejlesztés (kaizen):** Folyamatok fejlesztése a veszteségek felderítésével és a tökéletesítésre való törekvés.

1.4 A 7 Muda

A nyomdában a termelés során előforduló jelentős negatív hatást gyakorló tényezők egyike nem más volt, mint a veszteség, japán nevén „muda”. A muda minden olyan emberi tevékenységet magába foglal, amely az erőforrások felhasználása ellenére nem teremt értéket. Ahogyan a Lean filozófia is kimondja, az érték az, amiért a vevő fizet, a termelőiparban számos olyan folyamatlelemmel találkozhatunk ennek ellenére is, amely értéket nem teremtő művelet. A szakirodalomban a filozófia atyja Taaichi Ohno 7 típusát különböztette meg (4. ábra) a fizikai termelésre általánosan jellemző veszteségeknek [4] [5] [17].



4. ábra: A 7 Muda – [5] alapján Saját szerkesztés

1.5 Érték és értékfolyamat

1.5.1 Mi az érték?

A lean filozófia, valamint az átállások folyamatainak alappillére, ahogy azt már kifejtettem, az érték. Értéket csak a végfelhasználó határozhatja meg, és csak akkor beszélhetünk értékről, ha egy adott áru vagy szolgáltatás (vagy gyakran a kettő kombinációja) az adott áron és az adott időpontban megfelel az ügyfél igényeinek [3].

Jelen esetben gyakran olyan apró, elhanyagolhatónak tűnő hajtási vagy illesztési eltérések is minőségi problémát okoztak, ezért a finombeállítások és ellenőrzési munkálatok kiemelten fontossá váltak a folyamatban.

1.5.2 Értékfolyamat azonosítása

Az értékáramlás magában foglal minden olyan eljárást, amely egy adott áru vagy szolgáltatás végigvezetéséhez szükséges a vállalat alapvető vezetői funkcióin keresztül. Az elemzések során fontos, hogy ne különálló tevékenységekben, illetőleg gépezetekben gondolkozunk, hanem fókuszáljunk műveletgyűtesekre, majd szükség esetén azokból szűrjük ki a felesleges mozdulatokat. Az értékfolyamat-elemzés során háromféle művelettípussal találkozhatunk [3]:

- értékteremtő tevékenység,
- nem értékteremtő tevékenység, muda (azaz veszteség),
- értéket nem teremtő, de szükséges tevékenység.

1.6 Időfelmérési technikák

A menedzsmenttudomány egyik rohamosan fejlődő területe napjainkban az időgazdálkodás. Az 1950-es évek közepén kezdődött a menedzsment szakirodalomnak ez az alterülete. Az angolszász időgazdálkodási irodalmat az azóta eltelt 70 év alatt négy generációba sorolták, az első generáció az 1950-es években kezdődött. Az első jelentős fordulópontra 1955-ben következett be Ray Josephs ma már klasszikusnak számító *How to Gain an Extra Hour Every Day* című könyvének megjelenésével [6].

Ezt a művet tekintik az első komoly időgazdálkodásról szóló könyvnek, amely keretrendszer jelenleg is megfelel napjaink időgazdálkodás alapjának. A három alaptétel, amelyre épült, a következő volt [6]:

- „A szükségtelen megszokásból végzett dolgok kiiktatása.
- Egyszerű, könnyebb, gyorsabb megoldások keresése, azaz egyszerűsítés.
- Egyszerre két három dologgal foglalkozni.” [6, p. 169].

Ezen pontok teljesítéséhez a napi célok rangsorolásával, kitűzésével, a megfelelő út kiválasztásával és a gyakorlatba ültetésével juthatunk el. A rendszer fő célja a hatékonyság volt, és a fejlődés megközelítésben is az apró, folyamatos lépésekben történő haladás szükségességét hangsúlyozza, ami a mai Kaizen filozófia struktúrájának adja alapját [6].

Napjainkban az iparágak egyre több magasan képzett munkaerőt szereznek be, hogy kielégítsék az egyedi áruk és szolgáltatások iránti igényt, az ilyen alkalmazottak költségeinek és munkaidejének csökkentése elengedhetetlenül fontos az iparág sikeréhez. Az egyedi munkák elvégzéséhez szükséges magasan képzett munkaerő többbe kerül, mint a minimálbér. Ezért a munkaidő csökkentése jelentős költségmegtakarítást jelent a munkaadó számára, gyorsabb választ ad az ügyfélnek, és nagyobb munkakapacitást is képes biztosítani [7].

Napjainkban a két legelterjedtebb időfelmérési technika az amerikai MTM és a német REFA-elemzés, amelyek között dönt el, hogy mely módszerrel fogunk dolgozni a későbbiekben.

1.7 SMED

A gyors átállás egy olyan módszer, amelyet Shiego Shingo fejlesztett ki még a Toyotánál azzal a céllal, hogy elemezze és csökkenteni tudja a különböző terméksorozatok közötti átállás időveszteségeit [9].

Az egy számjegyű szerszámcseré, azaz a Single Minute Exchange of Die biztosítja a gyors és hatékony váltást az éppen futó termékről a következőre.

A nevéből eltekintve léteznek olyan gépek, amelyek átállása még a gyártó becsült ideje alapján sem közelítik meg a 10 perc alatti átállást, ami jelen esetünkben is fennáll. Az átállási idő az utolsó legyártott jó termék és a következő típusú legyártott első jó termék közötti időt foglalja magába. Ez az idő legtöbbször -mint ahogyan a stancológép esetében is látható lesz-

a gépalkatrészek tisztítására és átállítására, szerszámcserére, valamint a következő termék beállítására fordítódik.

A SMED-fejlesztési rendszer megfelelő végrehajtása kulcsfontosságú tényező lehet az átállási idő, valamint ebből kifolyólag a tételméret csökkentésének eléréséhez, ami nagyobb rugalmasságot és jobb termékáramlást biztosít a gyártóterületen [10].

Ez a módszer a belső és külső átállási időkön alapszik, amelyek közti különbség a gép ki- vagy bekapcsolt állapotában rejlik. Amennyiben az adott lépést csakis akkor tudjuk elvégezni, amikor a gép már áll, belső átállásról beszélünk, ezzel szemben, ha el lehet végezni egy lépést a gép működése közben is, akkor ezt külső átállásnak nevezzük [9].

SMED 5 lépése [9]:

1. Jelenlegi állapot felmérése
2. Külső és belső idők elkülönítése
3. Belső idők külsővé való átalakítása
4. Belső idők csökkentése
5. Külső idők csökkentése

A várt eredmények gazdasági hasznot hoznak, ami a megnövekedett termékkibocsátásban tükröződik. A gépek valós kapacitása nő, csökken az átfutási idő, a folyamatközi készletek, illetve a beruházási és termelési költségek is redukálódhatnak. A gazdasági előnyökön túl további eredmények, például jobb ergonómiai feltételek, szabványosítás, csapatmunka és munkaterhelés, valamint a berendezések integrált teljes hatékonysága (OEE) is borítékolható [9] [10].

1.7.1 ECRS

Az ECRS egy gyártósorok javítására használt mozgástanulmányozási technika hatékony megközelítése, amely 4 alapelvet képvisel. Első lépésként a folyamatban fellelhető veszteség eliminálását (E), például a várakozási időt, szállítást vagy akár a mozgatás megszüntetését vizsgálja. Másodszor kimondja, hogy egyesítsük a felesleges munkalépéseket (C), hogy csökkentsük a folyamatban lévő tevékenységek soros elvégzésének mennyiségét és így a teljes átfutási időt azzal, hogy egyes lépéseket összevonunk vagy párhuzamosan végzünk. Harmadszor pedig a tevékenységek lépésének módosítását és a sorrendjének átszervezését

célozza (R) a fejlesztések mennyiségének csökkentése érdekében. Végül racionalizálja, (S) igyekszik egyszerűbb technikát javasolni a munkához [10].

1.8 Standard munka, a folyamatosság alapja

A tömegtermelésben szükséges folytonosság kielégítéséhez elengedhetetlen tényező a standard munka kialakítása, amely az átállási tevékenységek jövőállapotának kialakításában is fontos szerepet játszik. Az elsődleges lesz, hogy a legegyszerűbben, legbiztonságosabban és a leghatékonyabb módon tudjuk az egyes lépések sorrendjét kialakítani, mind emberi, mind pedig a folyamat szempontjából [11]. Emellett törekednünk kell a minőségbeli problémák nullához konvergálására is.

A standard munka kialakításához tisztában kell lennünk a folyamatunkhoz tartozó takt idővel, műveleti sorrenddel, valamint a folyamatközi készlettel is. Az említett adatok tudatában képesek vagyunk az operátor munkavégzéséhez precíz eljárásokat és utasításokat meghatározni, amely az ekvivalens színvonal fenntartásához járul hozzá [11].

Előnyeihez tartozik, hogy a variábilis tevékenységeket, folyamatlépéseket megszünteti, amely az egyes sorok közötti rugalmas munkaerőelosztást, valamint a betanítási folyamatot is nagyban leegyszerűsíti, illetve a standardtól eltérő termékeket vagy folyamatokat is egyszerűbb detektálni, dokumentálni. Továbbá kiváló eszközt láttunk benne ahhoz, hogy a folyamatos fejlesztés bölcsőjeként tudják a sori dolgozók használni, ugyanis a gembán történő információszerzés elsődleges felismerői mindig maguk az operátorok, akik ismerik a terméket és a folyamatot [11].

1.9 Spaghetti diagram

A Lean alapok szerinti Zero waste, vagy legalábbis a minimális veszteség melletti gyártás megteremtéséhez, valamint az ütemidőre való gyártás kielégítéséhez ki kellett találnunk az egyes tevékenységek és munkaállomások kialakításának és elrendezésének optimális variációját, amelyhez a spaghetti diagramot alkalmaztam.

A spagetti diagram egy olyan metódus, amely a rendszerben lévő objektumok mozgását vonalak segítségével illusztrálja. A vizsgált mozgó objektum lehet operátor vagy anyag is. A

rendszer, amelyben ilyen objektum mozog, lehet egy termelési terület, egy műhely, amely jelen esetben egy csarnokrészlet volt [12].

Ezen vizuális eszköz segítségével nyomon követhetjük a termékek, a munkavállalók vagy a köztes termékek mozgási útvonalát is. Lehetőség van arra is, hogy különböző színeket használjunk a különböző termékek, dolgozók vagy technikai eszközök számára és nyomon kövessük a mozgást különböző időpontokban. Az elemzés után a választott osztályzás szerint azonosíthatjuk a mozgás hosszát, a mozgások számát, illetőleg az átfedő és keresztező mozgásokat és azok jellemzőit. A spaghetti diagram eredményét alkalmazva azonosíthatjuk a nem hatékony mozgásokat és területeket, kialakíthatjuk a dolgozói létszámszükségletet és változtatásokat hajthatunk végre a munkaszervezésben vagy a munkaállomások elrendezésében [12].

1.10 Gantt Diagram

A Gantt-diagramok jelentősek a modern projektmenedzsment történetében, mert felismerték a nagy projektek kisebb, kezelhető feladatokra való bontásának előnyeit. Figyelembe veszik azt is, hogy egyes feladatok függhetnek egymástól és segítségükkel könnyen értelmezhetjük a lebontott tevékenységek idő- és feladateloszlását. Hasznos vizuális támaszt biztosítanak, segítségükkel könnyen leolvashatóak egy lépést megelőző, valamint követő folyamat jellemzői, hogy volt-e párhuzamosan végzett tevékenység, avagy sem. További segítséget nyújthat kimutatások és döntéselőkészítések folyamataiban, főleg amennyiben veszteségvadászattal és az egyes lépések érték vagy veszteség mivoltjának eldöntésével kombináljuk [13].

Számomra is nagy segítséget nyújtott a stancológépek átállásainak megfigyelésekor, valamint a projekt előrehaladásának nyomon követésekor is. Segítségével vizuális támpontot kaphattam a tevékenységek időbeli lebontásával kapcsolatban, valamint visszajelzésként a dolgozóknak is kiváló szemléltetést nyújtott az egyes lépések elemzése kapcsán.

1.11 Módosított FMEA

A hagyományos Hibamód- és hatáselemzés (FMEA) egy szisztematikus módszer a termék- (DFMEA) és folyamat- (PFMEA) problémák azonosítására és megelőzésére, mielőtt azok

bekövetkeznének. Az FMEA-k a hibák elkerülésére, a biztonság fokozására és a vevői elégedettség növelésére összpontosítanak. Ideális esetben az FMEA-t a terméktervezés vagy a folyamatfejlesztés szakaszában végzik, bár a meglévő termékek és folyamatok FMEA-jának elvégzése is jelentős előnyökkel járhat. Az FMEA folyamatának lépései [19]:

1. FMEA csapat létrehozása.
2. Az elemezni kívánt termék/folyamat/rendszer leírása.
3. A termék vagy folyamat blokkdiagramjának elkészítése, amely a főbb komponenseket vagy folyamatlépéseket mutatja be.
4. A lehetséges meghibásodási módok megállapítása, a hibák okainak és hatásaik rendszerezése.
5. A súlyosság (S), előfordulás (O), észlelés (D) rangsor megadása az összes hibamódhoz. A szempontokat egy 10 pontos skálán írják le, ahol a 10 a legmagasabb érték.
6. A kockázati prioritási szám (RPN) számítása.

$$RNP = S * O * D \quad (1)$$

7. Cselekvési terv készítése, feladatok és végrehajtók meghatározása.
8. Az FMEA csapata által azonosított intézkedések végrehajtása.
9. Az intézkedések végrehajtása után a kockázati prioritási szám (RPN) ismételt számítása.
10. A megvalósítás előtti kockázati prioritási szám és az intézkedések utáni kockázati prioritási számok összehasonlítása. Az egyes lehetséges hibák újraértékelése a fejlesztések hatásainak vizsgálat.

Az FMEA eredménye egy akcióterv kidolgozása és végrehajtása kezdve a legmagasabb prioritású hibamóddal megelőzni vagy minimalizálni azok bekövetkezését.

Az FMEA módszer számos területen alkalmazzák pl: szoftvertervezés [20], anyagtervezés [21]. A módszernek számos módosított és más módszerrel kombinált változatát fejlesztették ki. Például termelés folyamatokban lévő zavarok csökkentésére kombinálták az FMEA-t vektorszámítással és fuzzy alapú döntéstámogatási módszerrel [22]. Az átállási idő csökkentésére SMED eszközt integrálták a fuzzy alapú FMEA módszerbe [14].

1.12 Scenario elemzés

A különböző scenariók kidolgozása, mint a tervezés segédeszköze, a jövő alternatív elképzeléseinek kidolgozására összpontosít. Az elemzés remek módszernek bizonyult a lehetséges jövőképek elképzelésére, amelyekben a döntések lejátszódhatnak. Továbbá hatékony eszköznek mutatkozott a „mi lenne, ha” kérdések feltevésére, a bizonytalan kimenetek következményeinek feltárására. A forgatókönyvek olyan események lehetséges halmazának leírása, amelyek nagy valószínűséggel bekövetkezhetnek. Kidolgozásának fő célja, hogy gondolkodásra ösztönözzön a lehetséges eseményekről, az ezen a történésekhez kapcsolódó feltételezésekről, a lehetséges lehetőségekről és kockázatokról, valamint a cselekvési irányokról” [16] [18].

Hasznos eszköz volt számunkra a projekt végső fázisában a scenario elemzés, mivel az akciólisták elkészülésével így tisztább képet kaptunk a különböző fejlesztések irányába való elindulási lehetőségekről.

A négy alapvető lépése a forgatókönyvelemzésnek a következő [15]:

1. Scenario elemzés témájának/problémájának meghatározása
2. A kulcstényezők azonosítása
3. A kulcstényezők elemzése
4. Scenario generálása

A forgatókönyv elemzés segítségével mélyebb megértést nyerhetünk a jövőbeli események fejleményeiről és azok hatásáról, miközben elősegíti a közös gondolkodást, céljaink letisztázását és támogatja a stratégiai döntéshozatalt. A bizonytalanságok feltárásával új perspektívákban gondolkodhatunk, elősegítve ezzel a rugalmas és hosszútávú tervezhetőséget [15] [18].

2. Folyamatfejlesztés kivitelezése

2.1 Kiindulás a YOCO stancgéphez tartozó adatokból

Annak érdekében, hogy jobban megértsük a szükségletét a YOCO gépen való változáskezelésnek, néhány adattal szeretném demonstrálni a jelenlegi helyzetet.

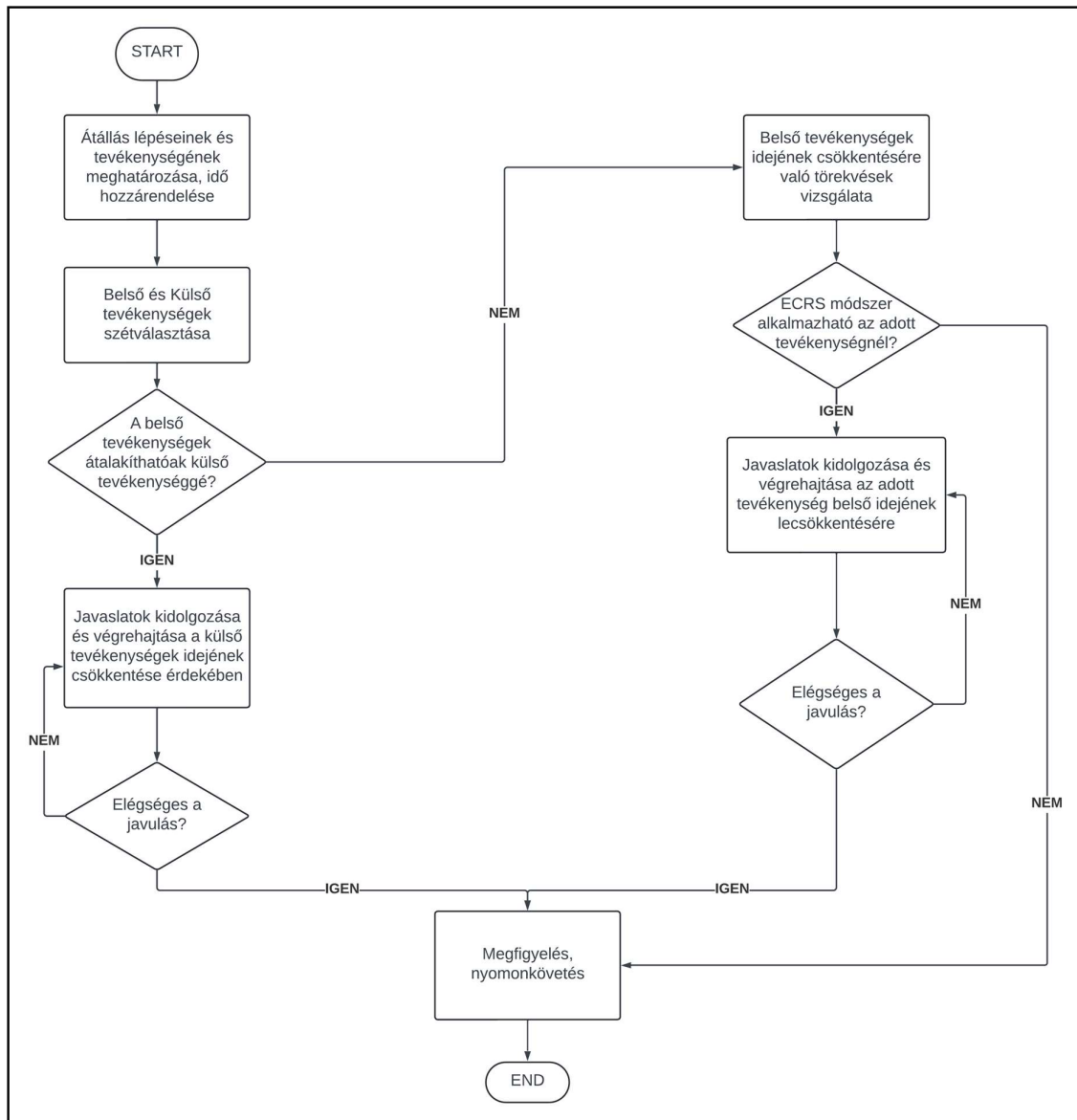
A cégnél használatos adatrögzítő program segítségével egy specifikusabb kimutatást is el tudtam készíteni, így pontosabb képet alkothatunk magáról az átállást érintő időkről, melyek a YOCO esetében merültek fel az elmúlt 1 év távlatában.



5. ábra átállási idők összehasonlítása a gyártói idővel - Saját szerkesztés [17] alapján

Amint az a fenti ábrán is látszik (5. ábra), 2023 és 2024 szeptembere közötti átállási adatokat összehasonlítva egészen nagy eltérések mutatkoznak. 322 mért átállás esetében a legrövidebb átállási idő - amely minden valószínűséggel a legegyszerűbb termékre való átállást foglalja magában - 39 perc volt, holott előfordult olyan eset is, hogy 301 perc kellett minden átállási tevékenység elvégzéséhez, amely egész nagy szórásról tesz tanúbizonyságot, ennek érték pontosan 49 perc. Az átlagos időszükséglet azonban 95 perc, ami a gyártó által állított

30 perces átállásidő háromszorosa (lásd 5. ábra). Ezen ismeretek tudatában jogosan állapíthatjuk meg, hogy a berendezésen elvégzésre szánt gyorsátállási tevékenységsorozat abszolút megalapozott, időszerű és helyes döntés.



6. ábra Átállási tevékenységsorozat előzetes elméleti ágrajza – Saját szerkesztés [15] alapján

Az egyes eljárások megkezdése előtt, egy ágrajzon szemléltettem azokat a lépéssorozatokat, amelyek mentén terveztem végighaladni kutatómunkám során. Ez támpontnak bizonyult a feladatok kihívásokkal teli lefutásában (6. ábra).

2.2 Stancolást érintő folyamatlépések technológiai ismertetése

A stancológépünk működésének elve egyszerűnek mondható, azonban, ha a hozzá közvetlenül kapcsolódó kiegészítő, valamint megelőző tevékenységeket is számításba vesszük, akkor a gép hatékony és megfelelő minőségű gyártását már komplexebbnek gondolhatjuk.

A vevői igényre reagálva, miután a megrendelő leadta az igénylését, a folyamatunk a tervezéssel kezdődik. Ideális esetben a vevő már konkrét elképzeléssel keresi fel a céget, a termékhez szükséges adatokkal, mérettel, alapanyag-szükséglettel és a csomagolás kivitelezési formájával. Ezek alapján a tervezők elkészítik a stancrajzot.

A vevői igények teljesítése érdekében a cég egy síkágvas plotteren előállított anyaghelyes nyomatlan makettet készít és küld el a megrendelőnek, aki amennyiben elégedett a csomagolással, termékét belepróbálta és a formai megfelelőségről is megbizonyosodott, az általa rendelt mennyiség függvényében kalkulált árajánlatról dönthet.

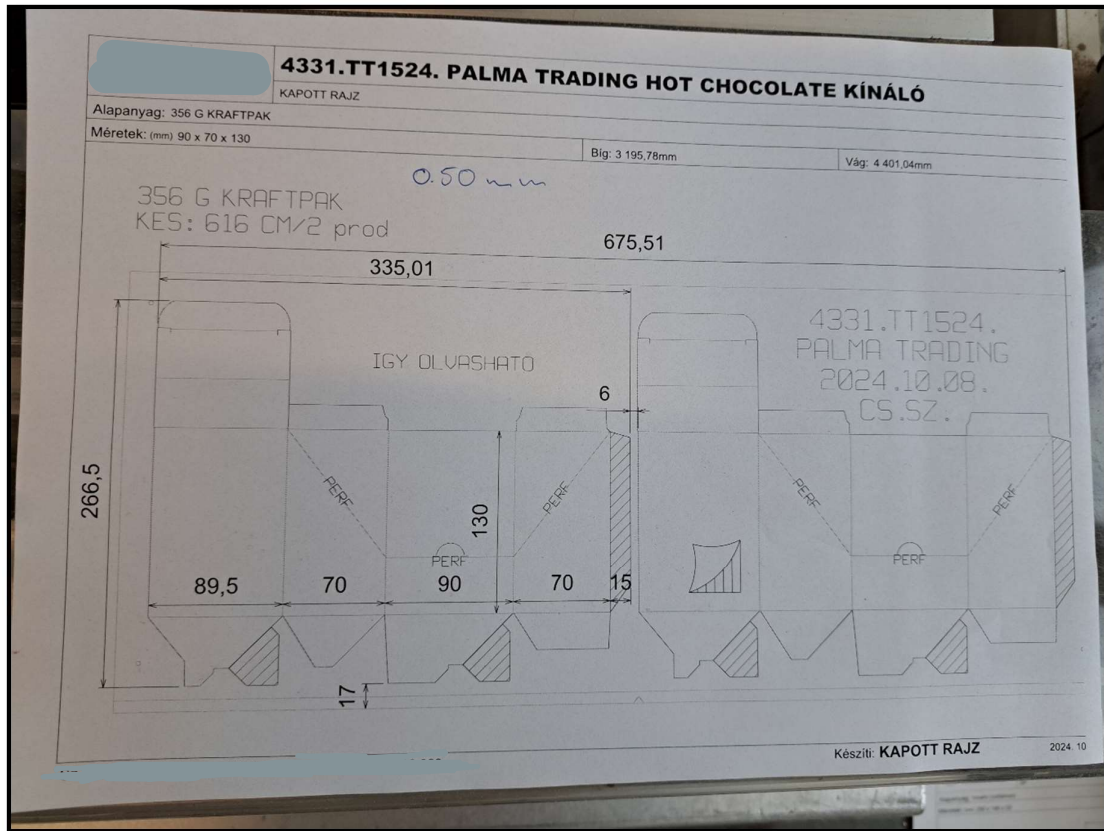
Amennyiben létrejön a megállapodás a vevő megkapja a stancrajzot, amire felszereli a legyártásra szánt grafikát, amelyet a cégen belül már csak nyomdai előkészítés szempontjából kell felülvizsgálni.

A megrendelt mennyiség vonzatában a gyártástervezés is változik, ugyanis kis mennyiség esetében a kézi gépen fog végbemenni a gyártás, nagy volumen esetén azonban automata gépsoron fog végigfutni. Másik döntési tényező a kvantitatív jellemző mellett a gyártáshoz szükséges alapanyag, ugyanis hullámtermék esetében a Yoco, míg karton termék esetében az Easymátrix, vagy a Káma stancolóberendezés lehet a választás.

Amint letisztázódott az adott gyártást és a stancszerszámot övező kérdés, a tervezők továbbítják a gyártandó eszköz igényeit és a hozzá kapcsolódó adatokat a szerszámkészítőnek, aki ezen információk alapján elkészíti a szerszámot a gyártás elindulása érdekében.

Elektronikus rendszerben a termelés tervezői felületen a legyártandó termékekhez hozzá vannak társítva olyan információk, melyek a munkavégzés helyét, idejét és egyéb részleteket foglalnak magukba, többek között a stancoláshoz szükséges szerszámot is. Ezen társított szerszámok színkóddal vannak ellátva. A fekete színnel jelöltek új szerszámmal való gyártást jelentenek, ami szerszámgyártási tevékenységet vonz magával.

A szerszámkészítő a tervezőtől különböző kommunikációs csatornán keresztül kapja meg a – vevővel elfogadtatott – csomagoláshoz tartozó szerszám elektronikus rajzát, amely a gyártást támogató információkkal van ellátva, melyet nyomtatott formában az alábbi ábrán (7. ábra) vehetünk szemügyre.



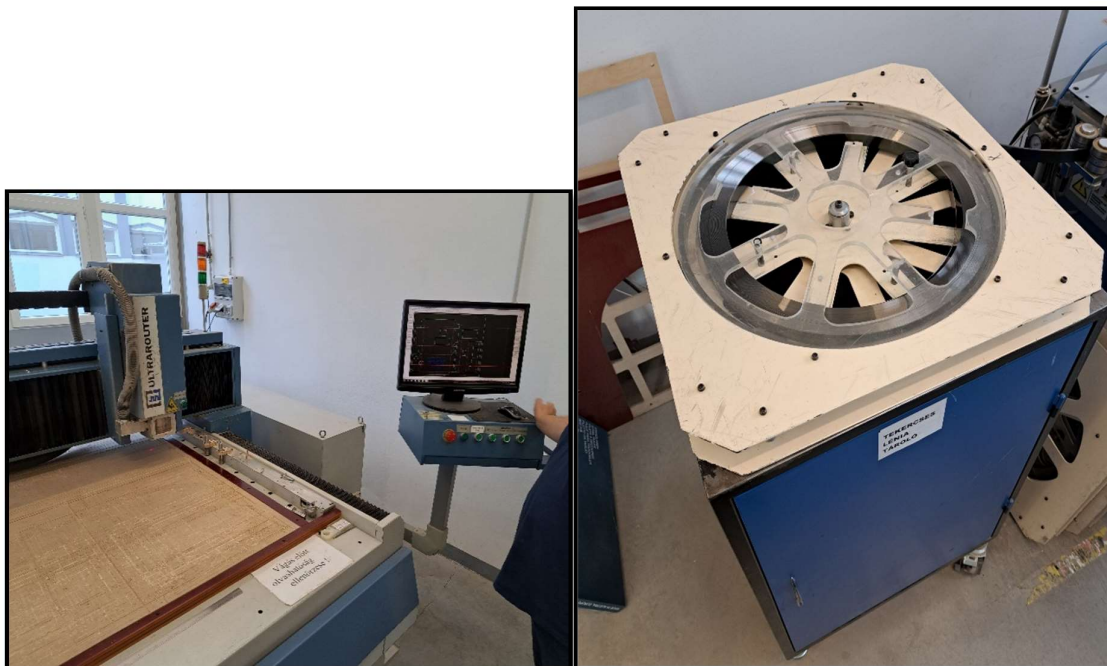
7. ábra Szerszámrajz munkalap – [17] alapján Saját kép (2024)

A munkalapon feltüntetett rajzok és adatok támpontot nyújtanak készítőjének a biegek és kések elhelyezéséhez, valamint azok magasságának beállításához, melyet gyártási segédtablák és kalkulátorok segítségével az alapanyag-vastagság függvényében tud optimalizálni.

Ezek után következhetnek a gyártás lépései, amely a következő sorrendben zajlik:

- Marás – ahol a szerszám alapját vágja ki egy kétrétegű fapanelből méretre (8. ábra, bal).
- Hajlítás – ezen az állomáson gép segítségével behajlítja a késeket a kimart fapanelbe (8. ábra, jobb)

- Gumizás – a kések mentén gumiszalagokat ragaszt a panelra, hisz a stancolás technológiai igénye, hogy a papírt ledobja magáról, ennek elhagyása esetén nem történne meg és felragadnának az alapanyagok a szerszámról.



8. ábra Maró- és hajlítóállomás – Saját kép (2024)

A már majdnem késznek mondható stancszerszámot végül ellátja egy kísérőcímkével, melyen a rá jellemző sajátosságokat tünteti fel, valamint a stancolást végző dolgozó által későbbiekben használandó ajánlott csatornatípust is rögzíti a gyártói kalkulátorok segítségével.

Amennyiben a termékhez tartozó színkód nem fekete, hanem sárga színnel van ellátva, a stancolandó árut már gyártották valamely stancológépen és rendelkezik hozzá tartozó szerszámmal. Ilyen esetben termelés előtt a szerszámkészítő végigellenőrzi a már használt szerszámot és amennyiben eltérést talál, még a gyártás előtt orvosolja a problémát és megjavítja a szerszámot annak érdekében, hogy az esetleges szerszámhiba miatt ne álljon le a gyártás.

Ha valamilyen okból kifolyólag a terméket egy másik gépre kell áthelyezni a korábban elkészült szerszám esetében, ez csak szerszámmódosítással kivitelezhető. A különböző gépek közötti átjárhatóság eltérő szintű beavatkozást igényel. A főként automata gépről kézi gép irányába lehetséges ennek a megvalósítása. Ha az eredetileg választott berendezés esetleg meghibásodna, vagy éppen karbantartás alatt állna, ez kifejezetten hasznos tud lenni (9. ábra).



9. ábra Elkészült stancszerszám – Saját kép (2024)

2.3 Teljesítendő feltételek

Az időfelvétel folyamata az átálláshoz szükséges idő megbecsülésére szolgál, amely való idő mérésén és elemzésén kell alapuljon, melynek részeként fontos, hogy részletesen rögzítsük a munkarendszerek, használt technika, valamint a munkakörülmények jellemzőit. Magához az időfelvételhez tartozik hozzá a referenciamennyiségek meghatározása, a befolyásoló tényezők vagy akár a teljesítményszintek azonosítása, az adott folyamat időigényének dokumentálása mellett.

Az időfelvételezés hatékonysága érdekében a felvételt készítő személyek kötelesek betartani egyes feltételeket, melyeknek alapjai a következők:

1. A felvételt végző személynek megfelelő folyamatszintű ismeretekkel kell rendelkeznie a látottakról a folyamat és az elvégzett tevékenységek háttérének ismerete miatt.
Ennek érdekében szükséges volt többször megfigyelnem az átállás folyamatát, amelynek lépéseit a szerszámcsereát végző dolgozó részletes magyarázattal és kérdéseim megválaszolásával segítette.
2. Az átállást végző személynek kellő gyakorlottsággal és tapasztalattal kell rendelkeznie a folyamat ismeretének terén, ezért egy betanuló dolgozó átállási ideje irreleváns.

- 3 Fontos, hogy az időfelvételezést végző személy elhelyezkedésével a megfigyelt dolgozót ne akadályozza, azonban a felvétel jól látható és folyamatszinten is átlátható legyen.
- 4 Az átállási tevékenységet végző dolgozó sem a felvételt készítővel, sem harmadik féllel nem beszélgethet feladatainak végrehajtása során annak érdekében, hogy valós eredményeket kaphassunk a szükséges mozdulatok és munkarendszer leírása érdekében és ne befolyásolják ezek az átállás idejét.
- 5 Az átállást végző megfigyelendő személyt tájékoztatni kell tevékenységünk céljáról és beleegyezését kell adnia a videó készítés előtt.
- 6 Szükséges biztosítani a biztonságtechnikai előírások betartását.

Amennyiben a fentiekben felsorolt pontok valamelyikét elmulasztjuk, a rögzített munkaidők eltérhetnek a valóságtól, ezen felül egyes pontok esetében jogi vonzatai is lehetnek a mulasztásnak.

2.4 Átállás rögzítése

A rögzítés folyamata során az említett előírásokat követve jártam el, ahol első lépésként a dolgozó beleegyezését kértem, majd miután jóváhagyásra került, hogy felvételt készíthetek a munkavégzéséről. Ezután elmagyaráztam neki, hogy a felvétel készítésének nem az a célja, hogy megfigyeljem a munkavégzésének idejét és minőségét, hanem a feladat elvégzéséhez szükséges folyamatlépéseket és az ehhez szükséges időt vizsgálom, így nem a leggyorsabb ideje foglalkoztat, hanem a mindennapi, berögzült munkafolyamatának jellemzőit szeretném felmérni.

A felvételezés során igyekeztem olyan pozícióból rögzíteni a lépéseket, ahonnan megfelelő rálátásom van a dolgozó által végzett tevékenységsorozat egészére, miközben figyelmet fordítok arra is, hogy a biztonsági szempontoknak eleget tehessek.



10. ábra Pillanatképek az átállásról - Saját kép (2024)

Az engedélykérés és a tájékoztatás után megtörtént a videó rögzítés, avagy néhány esetben a szimpla időmérés (10. ábra). Fontos kritérium volt az átállás rögzítésnél a SMED által megfogalmazottak ismerete, amely az átállást írja le, ez a következő: Az átállási idő az utolsó legyártott jó termék és a következő típusú legyártott első jó termék közötti idő.[9] Ennek tudatában a felvételezést már az előző széria utolsó legyártott terméke után el kellett kezdeni annak érdekében, hogy teljes képet kaphassunk és az egész folyamatot átlássuk.

2.5 Felvételek elemzése

Amint végeztem a video- és időrögzítésekkel, megkezdtem azok elemzését. Az analízis során az átállás folyamatának egésze helyett, résztevékenységekre és mozdulatokra bontottam le a műveleteket és azokra helyeztem a fókuszot.

A műveletek szétbontása után a felvételből hozzárendeltem az egyes résztevékenységek idejét, ezeket egy táblázatban kellett összefoglalom a lentebb látható módon (1. táblázat), amely segítségével a későbbiekben egyéb mutatókat is képesek voltunk meghatározni.

Ezzel párhuzamosan figyeltem a rögzített felvételek alapján a felmerülő problémákat, veszteségeket, amelyeknek ideje megjelenik a folyamat egészében, de nem értékteremtő tevékenységként tekinthetünk rájuk. Ezek a veszteségek voltak, másnéven a mudák, amelyek keletkezhetnek anyagmozgatásból, várakozásból, felesleges mozdulatból, illetve felesleges tevékenységekből vagy akár selejt miatt is (1. táblázat).

1. táblázat: Átállás résztevékenységei (Megfigyelő: Kátai Máté, Terület: YOCO – Saját szerkesztés)

Idő	Tevékenység	Átállás	Operatív	Idő	Veszteség	Idő
0:02:00	Előző paletta eltávolítása	B	x	0:02:00		0:00:00
0:00:30	Dokumentáció lejelentés	B	x	0:00:30		0:00:00
0:00:30	Szétállás szerszámcsere	B	x	0:00:30		0:00:00
0:06:00	Fém tálca kihúzása, régi csatorna eltávolítása	B	x	0:06:00		0:00:00
0:03:00	Tálca tisztítása citosollal (közben kifogyott, el kellett menni újért)	B		0:00:00	x	0:03:00
0:00:20	Tálca visszatolás, lezárás	B	x	0:00:20		0:00:00
0:00:40	Egyengető film kivétele	B	x	0:00:40		0:00:00
0:02:40	Sablon + szerszám kivétele (csavarokkal)	B	x	0:02:40		0:00:00
0:03:00	Új szerszám behelyezése, rögzítése	B	x	0:03:00		0:00:00
0:01:40	Csavarok meghúzása	B	x	0:01:40		0:00:00
0:03:10	Csatorna matrica levétel	B	x	0:03:10		0:00:00
0:01:30	Folyamatot ismertet nekünk	B		0:00:00	x	0:01:30
0:01:20	Szerszámrajzot ellenőriz, vonalzóval sablonba méri a helyét	B		0:00:00	x	0:01:20
0:02:10	Szerszámrajzot tálcára illeszt, ragaszt és ellenőriz	B	x	0:02:10		0:00:00
0:00:30	ragasztalagot előkészít, vág	B	x	0:00:30		0:00:00
0:00:30	Fémlepet ráilleszt, betol, lezár	B	x	0:00:30		0:00:00
0:00:50	Motor+szétállást indít, hogy felragadjon a csatorna	B	x	0:00:50		0:00:00
0:02:35	Csatorna ragasztót leválaszt	B	x	0:02:35		0:00:00
0:07:05	Csatornát lecserél, hogy elkerülje a szakadást	B		0:00:00	x	0:07:05
0:01:00	Tálcát visszatol, hullámpapírral elmozdít és az első beleilleszti a görgőknél	B	x	0:01:00		0:00:00
0:00:50	Első terméket próbagyárt	B	x	0:00:50		0:00:00
0:02:40	Készterméket kivesz, illesztést, hajtást ellenőriz, feljelöl	B	x	0:02:40		0:00:00
0:03:00	Tálcát kihúzza, egyengető filcen feljelölés alapján egyengetést javít, tálcát visszatol	B		0:00:00	x	0:03:00
0:22:35	Tervezői jóváhagyásra vár	B		0:00:00	x	0:22:35
0:00:20	Oldalméretet állít	B	x	0:00:20		0:00:00
0:00:40	Anyagot elől rátölt, indít	B	x	0:00:40		0:00:00
0:00:30	Hiba, duplán vesz fel anyagot ('duplázás')	B		0:00:00	x	0:00:30
0:00:45	Oldalbeállítást állít, próbagyárt	B		0:00:00	x	0:00:45
0:00:40	Hajtást néz, késztermék MEO	B		0:00:00	x	0:00:40
0:01:00	Kartonokat pozícionál elől a fém támaszloppal	B		0:00:00	x	0:01:00
0:01:00	Próbagyárt és raklapért megy, gép hátuljához helyezi	B	x	0:01:00		0:00:00
0:01:40	Próbagyártást befejez	B	x	0:01:40		0:00:00
1:09:35				0:35:15		0:41:25

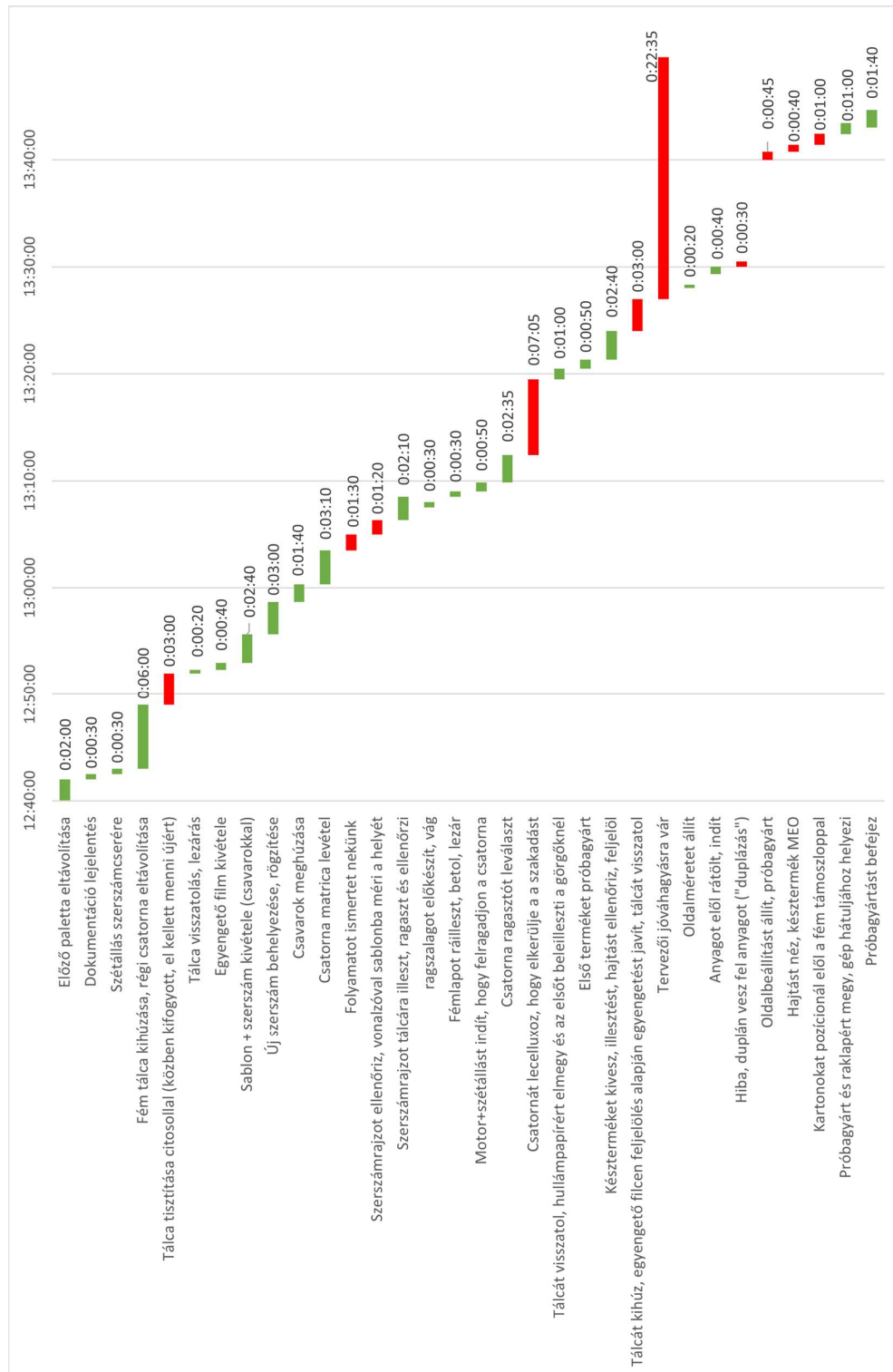
A mérés (1. táblázat) egy közepes nehézségű, karton anyag stancolásának adatait foglalja magába. A megfigyelt átállások tevékenységének lefutása közel azonos lépésekből áll, azonban a lépések sorrendje egyes dolgozók között helyenként eltérő, erre jelenleg nincsen kialakított standard eljárásuk.

2.5.1 Külső és belső idők elhatárolása

A SMED keretrendszer következő lépése a már részekre bontott átállási tevékenységek csoportosítása, amely alapján elkülöníthetünk külső és belső időket.

Jelen esetünkben könnyű dolgunk volt a meghatározás során, ugyanis már a legelső tevékenység is csak akkor kezdődött el, miután a dolgozó a stancológépet leállította, tehát az összes átállási lépésünk belső átállásnak mondható, amely magas fejlesztési potenciált hordoz magában.

2.5.2 Átállási résztevékenységek Gantt - diagramja



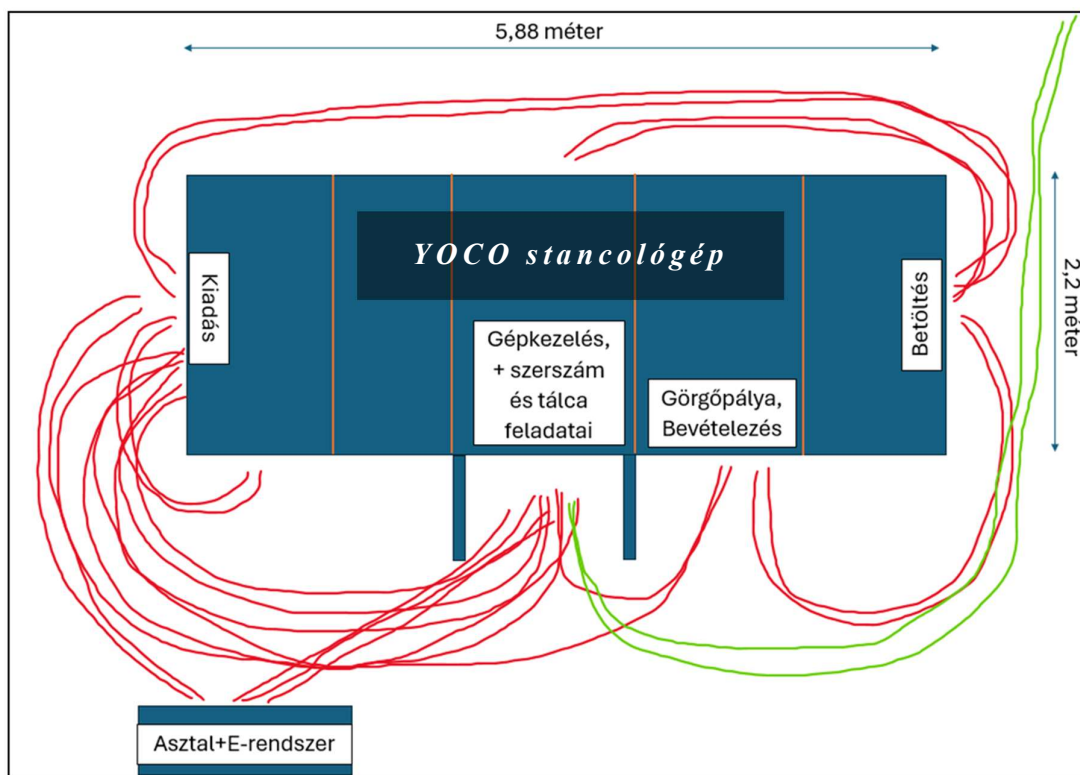
11. ábra Átállás Gantt diagramja – Saját szerkesztés

Az egyes lépések vizuális szemléltetésének érdekében a Gantt – diagramot használtam segítségül, amely hasznos eszköznek bizonyult a különböző lépések időbeli behatárolásában, valamint a párhuzamos lefutások helyes demonstrációjában.

A fentebb látható ábrán (11. ábra) a piros színre festett sávok a veszteségnek vélt tevékenységek idejét illusztrálják, míg zölddel az operatív tevékenységek lettek ábrázolva.

2.5.3 Átállás mozgásigénye spaghetti diagrammal szemléltetve

Az átálláshoz tartozó idő nem kizárólag maga a tevékenység, avagy résztevékenységek elvégzésének idejéből adódik. Számításba kell venni egy másik fontos tényezőt is, ami a 7 fő veszteség egyike, a mozgási veszteség. Jelen esetben a berendezésünk – amelyen a szerzőszámcsere-t vizsgáltuk – nem kis paraméterekkel bír, ebből adódóan, mint ahogyan azt az alábbi ábra (12. ábra) is szemlélteti, jelentős mozgásigény szükséges az átállás elvégzéséhez, ami magas időtöbbletet vonz magával.



12. ábra Átállás spaghetti diagram – Saját szerkesztés

A megrajzolt spaghetti diagramhoz tartozó magas mozgásszükséglet mérhető volt, ugyanis a bejárt útvonalak és a hozzájuk tartozó lépések szorzatából megkaptam, hogy az átállást

végző dolgozó megközelítőleg 155 lépést tett meg, ami közel a 100 méternek felel meg egyetlen gép mellett, és ebbe nem tartozott bele a 2 zölddel jelölt kitérője, amikor olyan eszközért kellett elmennie, vagy azt megkeresnie a gyárban, ami nem volt a berendezés mellett.

2.6 Átállási különbségek eltérő működési elvű gépeken

Elhatároztam, hogy megfigyelek 1-1 átállást különböző elven működő stancológépek esetében is, a folyamatismertek javítása és az előzetes adatok helytállóságának vizsgálata céljából, valamint átültethető és javulást hozó lépések felfedezésének reményében.

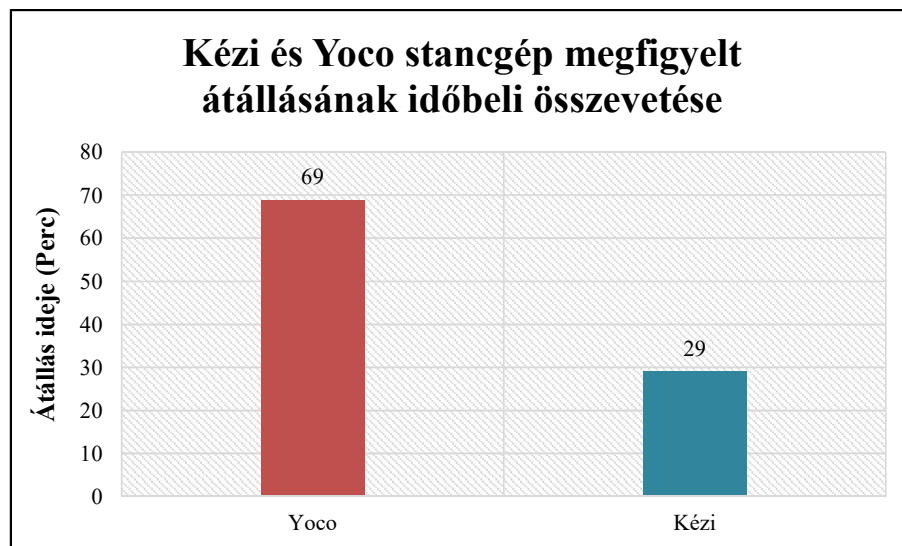
2.6.1 Kézi stancológép átállása

Összehasonlításként a kézi stancológépet vettem szemügyre, amelynek az átállása nem várt eredményt hozott, még annak fényében is, hogy egy egyszerűbb termékre kellett átállni, meglepően rövid időre volt szüksége a dolgozónak.

A folyamatlépések közel azonosak voltak a Yoco-éhoz, azonban az automatizáció hiánya néhol természetesen időben is jelentkezett. Az alábbi táblában (2. táblázat) felsorakoztattam a szigorúan átállási szempontból figyelt előnyöket és hátrányokat a YOCO géppel szemben.

2. táblázat Kézi stancológép átállásának jellemzői – Saját szerkesztés

Előnyök	Kialakításából adódóan egyszerűbb a szerszámcseré és az ahhoz szükséges csatorna eltávolítása. Méretéből adódóan kevesebb mozgásvesztés merül fel a tevékenységek elvégzése során.
Hátrányok	Stancoláshoz szükséges nyomás beállítása manuális, kézi szerszámmal állítandó két oldalt egyaránt, amely a Yoco érintőképernyőn való beállításához képest idő-, mozgás- és energiaszükséglet többletét vezet.



13. ábra Kézi és YOCO stancgép megfigyelt átállási idejének összevetése - Saját szerkesztés



14. ábra B1 kézi stancológép átállás és nyomás állítás - Saját kép (2024)

Csak és kizárólag az átállási folyamat összehasonlításával, a termelési terv és a gyártási volumenek figyelmen kívül hagyásával juthatunk arra a következtetésre, amit a fenti diagram (13. ábra) szemléltet, amely egy újabb iránymutatást ad számunkra, miért a Yoco gép átállási idejének csökkentését választottuk, és nem a kézi berendezését (14. ábra).

2.7 Átállások folyamán felmerült veszteségekhez tartozó észrevételek

A videó elemzésekkel egyidejűleg a felmerülő veszteségek és problémák kiküszöbölésére is figyelmet fordítottunk. Az elemzés során, valamint a soron töltött idő alatt a dolgozók bevonásával történő közös ötletelések alkalmával megfigyeltük a felmerülő veszteségeket, amely az alábbi táblázatban látható (3. táblázat).

3. táblázat Veszteségekhez tartozó észrevételek – [17] alapján Saját szerkesztés

Rövid jellemzés	Részletes leírás
Cserelemek	Amennyiben több cserelemünk lenne a stancológéphez, a csatornázást nem kellene minden alkalommal megcsinálni, ami sok időt takaríthatna meg minden átállás során.
Lemez+keret mint külső állomás	Felmerült észrevételként, hogy ha lemezek mellett lenne egy olyan szerkezet, mint a YOCO lemez és szerszám tálcája, akkor nem csak a csatornázást, de a szerszám behelyezését, rögzítését is meg lehetne csinálni előre, amivel további időnyereséget lehetne elérni.
Citosol kifogyott	Menet közben az átállásnál, amikor használni kellett volna, kifogyott a Citosol tisztító-szer, ami a tálca letisztításához kell az eltávolított celluxok után.
Gyorszáras szerszámbefogó	A YOCO gépnek a szerszám rögzítése idő szempontjából nagyon kedvezőtlen és kissé elavult. A csavarokkal való rögzítés az EASY gép mintájára időmegtakarítást tudna jelenteni.
Csatorna-bieg csatlakozás	Csatorna gyengén csatlakozik a bieg-hez. Ezt előre el lehetne készíteni?
Papír leszedése a csatornáról előre	A csatornáról a papírt már a keretbe való berögzítés után szedjük le, azonban kérdéses, hogy meg tudnánk-e oldani, hogy előre leszedné valaki és egy pormentes tárolóban tartaná az átállásig.
Egyengető film továbbfejlesztés	Az egyengető film az EASY gépnél hatásosabban van kialakítva, meg kellene nézni, hogy lehetséges-e annak mintájára lemásolni.
Csatorna lera-gasztás elha-gyása	Jelen állapotban, miután a csatorna felkerült és ráragadt a lemezre, valamilyen módon utómunkálatot kell végeznie a dolgozónak annak érdekében, hogy a termelés során az érkező ívek ne kezdjék ki és szedjék fel a csatornákat széleiknél fogva. Jelenleg cellux-szal ragasztja le a dolgozó a lemezen lévő csatornákat, amely időigényes folyamat (jelenleg 7 perc volt.) Volt már erre úgynevezett "békás" leragasztás is, amikor néhány helyre tettek csak karton-cellux emelvényt, bár elmondásuk szerint az a megoldás nem biztonságos.
+1 fő besegítő tevékenységei	Vannak olyan tevékenységek, amelyeket lehetne párhuzamosan is végezni, ezek például: gép elejénél raklap felstócolása, betolása, különböző ívméretnél görgők és kefék beállítása, hátulsó raklap elhelyezése...
Gépbeállítások feljegyzése	Sok olyan beállítási pont van a gépeken, amelyeket minden alkalommal beállít és finomhangol a dolgozó. Ezen beállítások nagy része leolvasható a gépnél. Amennyiben a különböző stancolandó termékeknek minden fixen beállított gyártásnál ezeket a számokat feljegyeznénk és a termékekhez társítanánk, a következő alkalommal, amikor ugyanazon terméket gyártjuk, be lehetne őket előre állítani, még ha nem is 100%-ban egyezne meg, egy kiindulási alapként időnyereséghez vezetne.
Hézagoló hiány-zott	A szerszámcserakor nem találta a gépnél a hézagolót a dolgozó, így el kellett mennie megkeresni azt.

Rövid jellemzés	Részletes leírás
Félkésztermék tartó raklap helyének standardizálása	A félkésztermékek raklapra érkeznek a gép hátuljánál, amelyek a beállítások és finomhangolások után egyenesen, szépen, sorban kerülnek lerakásra jó esetben, azonban ehhez is idő kell. Amennyiben a használatban lévő raklapok (2 típusú) helye standardizálva lenne, akár csak átváltanánk hátul a kisebb méretű raklap használatára, és/ színes ragasztószalaggal megjelölnénk a pontos pozíciót, ahová az üres raklapot oda kell készíteni a termék érkezéséhez, így utómunkától tudnánk a dolgozót felszabadítani.
Ívek felstócolása vagy beütögtetése/egyéb	A stancolásra váró ívek előkészítése (raklapon előrébb való elhelyezése) jelenleg 2 módon zajlik. A dolgozó vagy felstócolja kézzel egy másik raklapra az íveket, amely lassú és ergonómiai szempontból különösen hátrányos, vagy a békával mozgatja (üti) ki a stóc alól a raklapot igazításként, hogy lehessen gyártani, ami gyorsabb, azonban ez a megoldás sem optimális. Így az ívek a raklapon nem állnak olyan szabályosan, mintha stócolnák őket és a termelés során több a gépleállás az ívek nem olyan pontosan állásából adódóan.

2.8 Workshopok

Az imént ismertetett veszteségekhez tartozó észrevételeket a különböző ágazatok egyes képviselőinek jelenlétével, vagyis a termelésvezetővel, műszakvezetővel, Lean vezetővel és néhány magasan képzett operátorral, egy workshop keretein belül volt szükséges pontosítani a végleges akciólista kidolgozása érdekében. A megbeszélés segítségével a különböző szervezeti egységek szemszögéből felvetődő ötleteket, javaslatokat és az esetlegesen felmerülő kivitelezést megnehezítő problémákat tudtuk megbeszélni, a vezetés céljainak minél magasabb szintű kielégítése érdekében.

A felvetett pontokat ismertettem a dolgozókkal és a projekttel újonnan ismerkedő kollégákkal, majd a megfigyelt, azonosított veszteségeket pontról pontra közösen átbeszéltük, a felmerült hibák és a rendeltetésszerű működés közötti eltéréseket keresve. Az egyes pontok helytállósága mellett a technikai megvalósíthatóság terén merültek fel olyan észrevételek, amelyek miatt néhány javaslatot módosítani kellett vagy el kellett vetni.

2.8.1 Módosított FMEA

Jelen esetünkben a hagyományos FMEA, mint a hibák bekövetkezés előtti azonosító eszköz nem volt hasznomra, azonban egy általam kidolgozott egyszerűsített és módosított verziójával lényeges adatok birtokába juthattam. A módosítás alapját az képezte, hogy az átállás fejlesztendő pontjait az átállási idő függvényében vizsgáltam, valamint, hogy milyen gyakran léptek fel különböző termékek átállása esetében az adott problémák és azok mennyire voltak észlelhetőek. A szakirodalomban csak egy hasonló módosított fuzzy alapú FMEA

találtam [14]. Ennek hátránya bonyolultsága, aminek alkalmazása egy magyar kisvállalat számára nem reális.

Az átalakított összetevők tehát így néztek ki.

1. Idővesztés (T)
2. Előfordulás (O)
3. Észlelés (D)

A fent említett szempontokat egy 10 pontos skálán írtam le, ahol a 10 a legmagasabb.

Az idővesztés alapján módosított kockázati prioritási szám (RPNt) számítsa:

$$RPNt = T * O * D \quad (2)$$

A megmaradt és ígéretesnek tartott felvetéseket tehát 3 szempont mentén értékeltem. Az egyik maga a hibához tartozó idővesztés, vagy fordított szögből nézve a megoldáshoz társuló javulási lehetőség percben kifejezve, amely az átállások felvételezésénél ötlött szembe több alkalommal is, melyből a javító tevékenységekkel a táblázatban feltüntetett becsült időmegtakarításokat tudjuk elérni. Másik két pont, már a hagyományos FMEA-ban is szempont, a probléma előfordulása átállások esetén volt, valamint a probléma bekövetkezésnek gyakorisága.

4. táblázat Módosított FMEA - Saját szerkesztés

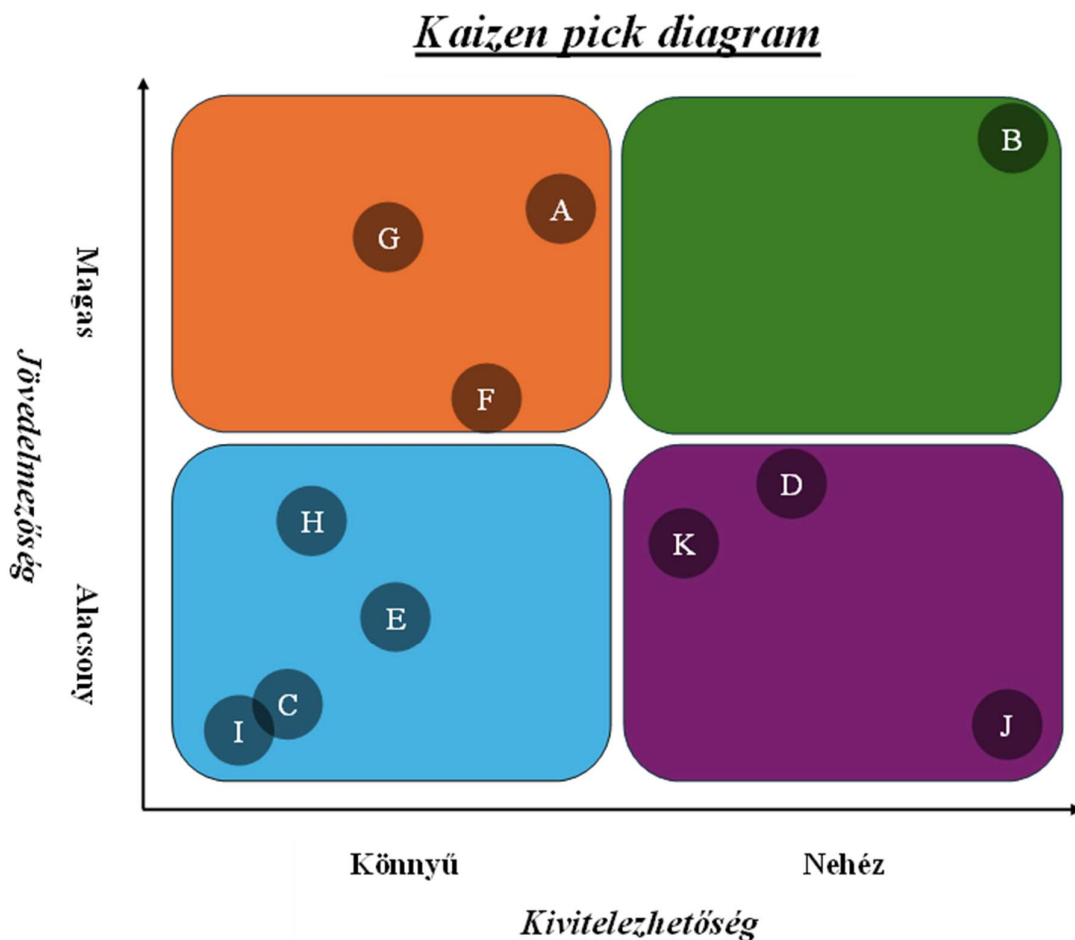
Megfigyelt hiba	Perc	T	O	D	RPN	Javító intézkedés
		Hibához tartozó idővesztés	Előfordulás	Bekövetkezett hiba észlelhetősége	Kockázati szám (T×O×D)	
Csatornázás általi rendszeres idővesztés	20–25	9	10	10	900	Cserелеmek
Csatornázás és szerszám behelyezés általi rendszeres idővesztés	30–35	10	10	10	1000	Lemez + keret, mint külső állomás
Munkaeszköz rendelkezésre nem állása	2	2	2	3	12	Citosol napi TPM-be való felvétele
Elavult, lassú technológiai lépés	3	3	10	7	210	Gyorszáras szerszám befogó
Elavult egyengető film tálca kialakítás	0,5	1	10	8	80	Egyengető film továbbfejlesztés
Idővesztés technológiai folyamattól eltérés	5	5	8	10	400	Csatorna leragasztás elhagyása

Megfigyelt hiba	Perc	T	O	D	RPN	Javító intézkedés
		Hibához tartozó idővesztés	Előfordulás	Bekövetkezett hiba észlelhetősége	Kockázati szám (T×O×D)	
Elhúzódozó folyamatlépések	15–30	9	9	9	729	+1 fő besegítő tevékenységei
Beállítási idővesztések gépbeállításnál	2-6	5	9	8	360	Gépbeállítások feljegyzése
Munkaeszköz rendelkezésre nem állása	2	2	2	2	8	Hézagoló 5S-be való felvétele
Beállítási idővesztés kiadásnál	0,5	1	10	3	30	Félkésztermék tartó raklap helyének standardizálása
Mikroleállításokat okozó folyamatlépés	2–6	5	10	8	400	Ívek felstócolása vagy beütögtetése/egyéb

Amint az a táblázatból is kitűnik (4. táblázat), eltérő súlyú és kockázatú folyamatterhelések merültek fel az átállások során, ezen tényezők számértékileg is megmutatkoznak a 3 szempontunk alapján. A táblázat részletes adatokkal szolgál az egyes fejlesztési lehetőségekkel történő átállás előremozdításában, azonban pontosabb képet a következő alfejezetben kapunk egy másik összegzés formájában.

2.8.2 Kaizen pick diagram

Amint összegyűjtöttük és kiválogattuk az egyes ellenintézkedéseket a felmerült átállást lassító problémákra, el kellett dönteni, hogy mely tevékenységhez milyen erőforrásigényre, felésre és valójában milyen összesített kimenetelre számíthatunk, amennyiben megvalósítjuk az aktuális lépést.



15. ábra Kaizen pick diagram - Saját szerkesztés

A cég erőforrásainak és a javító intézkedések optimális kihasználása érdekében egy úgynevezett Kaizen pick diagramba gyűjtöttem össze a Módosított FMEA diagramomban fellelhető akciókat, (15. ábra) amely két eszköz kombinálásával vizuális támpontot kaphatunk az egyes ellenintézkedés hatásáról a jövedelmezőség és kivitelezhetőség tengelyén, és segítségül lehet a teendők priorizálásában is.

A diagramon feltüntetett betűjelölések az FMEA táblában is megnevezett javító intézkedések voltak, melyek a következők (5. táblázat):

5. táblázat Pick diagram betűjelölései magyarázat - Saját szerkesztés

A	Cserelemezek	G	+1 fő besegítő tevékenységei
B	Lemez + keret, mint külső állomás	H	Gépbeállítások feljegyzése
C	Citosol napi TPM-be való felvétele	I	Hézagoló 5S-be való felvétele
D	Gyorszáras szerszámbefogó	J	Félkésztermék tartó raklap helyének standardizálása
E	Egyengető film továbbfejlesztés	K	Ívek felstócolása vagy beütögtetése/egyéb
F	Csatorna leragasztás elhagyása		

A pick chart segítségével a különböző ellenintézkedéseket 4 kategóriába soroltuk, amely segítségével így kialakíthattuk a beavatkozási stratégiát a csoportokba sorolt tevékenységekhez.

- A sárga színű csoportban megtalálható ellenintézkedéseket az egyszerű kivitelezhetőség és a relatív magas jövedelmezőség jellemzi, melyek gyorsan és könnyen megvalósíthatóak és jelentős pozitív hatással bírnak. A beavatkozási igény azonnali, az itt elhelyezkedő teendőket prioritizálnunk kellett.
- A kék színű táblában fellelhető teendők szintén könnyen megvalósíthatóak, azonban nem hoznak túl nagy változást az átállás idejének lecsökkentésében, mégis érdemes minél hamarabb megvalósítani, hiszen ezek elvégzése, mint például az 5S vagy TPM kiegészítése gyors sikereket hoznak, amelyek fenntartják a motivációt.
- A zöld színű rubrikába azok a projektek kerültek, amelyeknek a megvalósítása nehézségekkel, vagy magas kezdeti költséggel járna, azonban hosszútávú sikereket eredményezhet. Ez kitűnik az FMEA táblánkból is, amelyben például az ide sorolt lemez és külső nyomó állomás magas időcsökkentést eredményezne annak ellenére, hogy ennek megvalósítása költséges lenne.
- Végül a lila rovatban elhelyezkedő javaslatok, mint például a raklap-standardizáció magas munka-, beruházás- és időigénnyel járna, azonban csak az átállásra vetítve elhanyagolható időbeli javulást eredményezne.

2.9 Scenario elemzés a gyakorlatban

A projekt végső szakaszában, miután a feltérképezések felszínre hozták a jelenállapotban rejlő veszteségeket, felderítettük a lehetséges ellenintézkedéseket és azok hatását az átállásokra, valamint ezen elképzelések megvalósíthatóságát és a várható következményeit. Ezt követően nem volt más hátra, mint a jövőállapot kialakításához szükséges forgatókönyveket felállítani és azok közül meghatározni, hogy milyen várható eredményeket képesek hozni az ellenintézkedések, illetve mely területekkel érdemes a fejlesztést megkezdeni.

2.9.1 Elsőkörös átalakítások

A „gyors győzelmek” elérése érdekében fontos volt valamilyen előrelépést megélniük a dolgozóknak az átállások terén, ebből kifolyólag a könnyen megvalósítható, azonban alacsony jövedelmezőséggel járó módosítások elvégzését szorgalmaztuk.

Az alábbi 3 feladatot oldattunk meg velük ebből a mezőből:

- Hézagoló 5S-be való felvétele
- Citosol napi TPM-be való felvétele
- Gépbeállítások feljegyzése

A feladatok elvégzésénél törekedtünk a Lean, emberek tisztelete alapfilozófiájának szem előtt tartásában, így a felsorolt feladatokat 3 különböző, a Yoco gépen végzett tevékenységük szempontjából aktív dolgozója között osztottuk szét, hogy a változásokat mindenki magának tudja érezni.

A hézagoló 5S-be való felvételére a gép mellett egy állandó, feljelölt és elkülönített hely lett kialakítva, ahová használat után kell visszahelyeznie a dolgozónak az eszközt, hogy ne kelljen keresgélnie.

A citosol tisztítószer kifogyásának megelőzésére egy másik dolgozó vizuális jelzőszintes megoldással látta el a palackot, amely a reggeli, teljeskörű megelőző karbantartásba is felvételre került, így amennyiben a tartalma a jelzőszint alá csökkenne, még reggel, a műszakkezdés előtt észlelné a fogyást és fel kellene tölteni az üveget.

A gépbeállítások feljegyzése során a dolgozó a stancológépen az összes beállítandó és finomhangolásra használt beállítási felületet feljegyzett és minden különböző stancolásra szánt papírméret esetében a beállított méreteket utólag leolvassa és ezeket egy táblázatba

tölti, (16. ábra) amely segítségével a következő gyártás alkalmával ezeket a beállítási értékeket megközelítő pontossággal előre be lehet állítani.

16. ábra: Yoco skálázási segédlet - Saját szerkesztés

	Apparát	Bal terelő	Jobb terelő	Oldaljegy	Kirakó hajtási	Kirakó kezelési	Kirakó hátul
1000 x 700	827	103	102	566	1000		720

Ide írd be a méretet és megkapod a **közelítőleges** beállítási pontokat!

Kérlek vezesd minden **új méretnél** a mérési beállításokat az eddigiek mentén sorban végig!

Táska	Anyag	Méret	Apparát	Bal terelő	Jobb terelő	Oldaljegy	Kirakó hajtási	Kirakó kezelési	Kirakó hátul
241453	E-hullám	995 x 697	825	103	95	570	985		720
241455	E-hullám	995 x 697	825	105	97	562,5	1000		720
241246	E-hullám	700 x 500	625	73	71	416,5	710		530
231450	EB-hullám	700 x 500	625	74	70	415,5	710		530
231449	E-hullám	700 x 650	779	73	71	413	710		670
241408	Kas. E-hullám	700 x 496	622	73	71	414	710		510
241428	Kas. E-hullám	1000 x 700	827	103	102	566	1000		720

Ennek naprakész és átlátható megvalósításában segítségére voltam és az általa javasolt elképzelés mentén készítettem egy egyszerű excele keresőmezőt, amely a betáplált előző adatok folyamatos bővítése segítségével automatikusan kiadja a beállítandó értékeket az egyes helyeken.

A citosol és a hézagolóból fakadó idővesztések megszüntetésével, körülbelül ahogyan az FMEA-ban is látható, 2-2 percet voltunk képesek spórolni, azonban a gépbeállítások előzetes beállítása önmagában nem hozta el az időbeli változást, ezt egy másik átalakítással együtt tudtuk elérni, ahogyan az a következő fejezetben is látható.

2.9.2 Másodikkörös átalakítások

A következőkben szeretnénk volna kamatoztatni a gépbeállítási feljegyzéseket, másnéven a skálázást és megvizsgálni annak a módosításnak az időbeli vonzatát, hogy az átállás 2 ember szimultán feladatvégzésével milyen javulást hozhat, hiszen rendelkezünk azzal az előzetes információval, hogy a stancológép állásideje miatti kiesés –összevetve bármely dolgozó adott időre vetített órabérével– szignifikáns különbséget mutat a gépi állásidő irányába.

Ennek érdekében kialakítottam egy első verziós tervet az átállási tevékenységek elosztásáról a 2 dolgozó között, aminek tesztelése a következő eredményre mutatott rá:

6. táblázat: 2 emberes átállás 1. verzió - Saját szerkesztés

"A" Feladatai	"B" Feladatai
Előző paletta eltávolítása	Dokumentáció lejelentés
Szétállítás szerszámcsereére	
Fém tálca kihúzása, régi csatorna eltávolítása	Fém tálca kihúzása, régi csatorna eltávolítása
Új egyengetőfilm kivétele a dobozból, + felhelyezés	Tálca visszatolás, lezárás
	Régi egyengetőfilm elrakása
Sablon + szerszám kivétele (csavarokkal)	Sablon + szerszám kivétele (csavarokkal)
Új szerszám behelyezése, rögzítése	Új szerszám behelyezése, rögzítése
Csavarok meghúzása	Csavarok meghúzása
Csatorna matrica levétel	Csatorna matrica levétel
Szerszámrajzot ellenőriz, vonalzóval sablonba méri a helyét	Beállításokat előre megcsinál, különböző felírt, rögzített pontoknál
Szerszámrajzot tálcára illeszt, ragaszt és ellenőrzi	
ragasztalgot előkészít, vág	
Fémleplezt, betol, lezár	
Motor+szétállást indít, hogy felragadjon a csatorna	
Csatorna ragasztót leválaszt	Csatorna ragasztót leválaszt
Csatornát békáz	Csatornát békáz
Tálcát visszatol	hullámpapírral/kartonért elmegy és az első beleilleszti a görgőknél
Első terméket próbagyárt	
Készterméket kivesz, illesztést, hajtást ellenőrzi, feljelöl	Tálcát előre kihúzza az egyengetés javítása érdekében
egyengető filcen feljelölés alapján egyengetést javít, tálcát visszatol	
Egyéb szükséges finomító beállítást elvégz	Egyéb szükséges finomító beállítást elvégz
ráklapért megy, gép hátuljához helyezi	Anyagot elől rátölt, indít
Próbagyártást befejez	Próbagyártást befejez

Ezen kialakítást a részfeladatokhoz tartozó idők egyenletes elosztása alapján készítettem el, ahol (6. táblázat) a sárga mezők a tevékenységek közös elvégzését, a fehérek pedig az egyéni feladatvégzést reprezentálják. A gyakorlati megvalósítás után hamar rá kellett jönnöm, hogy talán más kialakítás célravezetőbb lenne, ugyanis legtöbb alkalommal a megosztott feladatvégzés egymás akadályozásába torkollott, így nem mutatkozott hatékonynak.

Ahogy a tesztek is mutatták, az eredményes kialakítás érdekében külön kellett választanunk a stancoló és kisegítő feladatkört, ennek köszönhetően a következő leosztás alakult ki (7. táblázat).

7. táblázat: 2 emberes átállás A (stancoló) tevékenységei - Saját szerkesztés

2024.10.31	2 emberes átállás A. (stancoló) tevékenysége ideális állapot		Megfigyelt stancoló: Zoli		Terület: YOCO	
Időtartam	Tevékenység	Átállás	Operatív	Idő	Veszteség	Idő
0:03:00	Dokumentáció lejelentés	A	x	0:03:00		0:00:00
0:00:15	Szétállás szerszámcsere	A	x	0:00:15		0:00:00
0:01:50	Fém tálca kihúzása, Citosollal tisztítás	A	x	0:01:50		0:00:00
0:00:35	Tálca visszatolás, lezárás	A	x	0:00:35		0:00:00
0:00:20	Új egyengetőfilm kivétele a dobozból, + felhelyezés	A	x	0:00:20		0:00:00
0:00:20	Sablon + szerszám kivétele (csavarokkal)	A	x	0:00:20		0:00:00
0:02:15	Új szerszám behelyezése, rögzítése	A	x	0:02:15		0:00:00
0:04:35	Csavarok meghúzása	A	x	0:04:35		0:00:00
0:01:35	Csatorna matrica levétel	A	x	0:01:35		0:00:00
0:00:20	Fémleplezt ráilleszt, betol, lezár	A	x	0:00:20		0:00:00
0:01:20	Motor+szétállást indít, hogy felragadjon a csatorna	A	x	0:01:20		0:00:00
0:02:10	Csatorna ragasztót leválaszt	A		0:00:00	x	0:02:10
0:03:00	Egyengetőfilmet ellenőriz, vonalzóval sablonba méri a helyét	A	x	0:03:00		0:00:00
0:01:10	Egyengetőfilmet tálcára illeszt, ragaszt és ellenőrzi	A	x	0:01:10		0:00:00
0:01:20	Motor+szétállást indít, hogy felragadjon a csatorna	A	x	0:01:20		0:00:00
0:07:30	Kis csatornákat lecserél	A		0:00:00	x	0:07:30
0:05:00	Nagy csatornákat békáz	A		0:00:00	x	0:05:00
0:02:00	Tálcát visszatol, hullámpapírral/kartonra elhelyez és az első beleilleszti a görgőknél	A	x	0:02:00		0:00:00
0:00:25	Első terméket próbagyárt	A	x	0:00:25		0:00:00
0:02:35	Hajtást néz, késztermék MEO	A		0:00:00	x	0:02:35
0:01:30	Oldalbeállítást állít, próbagyárt	A		0:00:00	x	0:01:30
0:01:00	Dokumentáció lejelentés	A	x	0:01:00		0:00:00
0:03:10	Próbagyárt	A	x	0:03:10		0:00:00
0:00:50	Bevételezés átállítás	A	x	0:00:50		0:00:00
0:01:00	Próbagyártást befejez	A	x	0:01:00		0:00:00
0:49:05				0:30:20		0:18:45

Az „A” jelű, többnyire a stancolást közvetlenül érintő feladatlépések elvégzését szorgalmazó dolgozóhoz tartozó lépések mind ehhez a munkavégző személyhez kerültek, ugyanis az önálló, egymást nem akadályozó feladatvégzés mutatkozott a leghatékonyabbnak az idő és erőforrás felhasználás szempontjából.

A másik dolgozó kisegítő feladatok ellátásával szabadította fel a stancolót, melyek között megtalálhatóak voltak előkészítési és beállítási lépések is.

8. táblázat: 2 emberes átállás B (kisegítő) tevékenységei - Saját szerkesztés

2 emberes átállás B. (kisegítő) tevékenysége ideális állapot			Megfigyelt stancoló: Tamás	
Időtartam	Tevékenység	Átállás	Operatív	Idő
0:02:00	Előző paletta eltávolítása	B	x	0:02:00
0:02:00	Skálázás	B	x	0:02:00
0:10:00	Egyéb skálázás	B	x	0:10:00
0:04:00	Következő termékért géphez készit	B	x	0:04:00
0:14:00	anyagot rátölt elől (felstócol)	B	x	0:14:00
0:02:00	Duplázást beállít	B	x	0:02:00
Amennyiben már begyakorolt lenne a tevékenység végzése:				0:20:00

Ezen feladatokat (8. táblázat) a kisegítő első alkalommal nagyobb időszükséglettel végezte el, látszott a gyakorlottság hiánya, ami természetes egy új folyamatsorozat kezdeti fázisában, azonban ahogyan ezt a táblázat összefoglaló sorában is feltüntettem, a reális feladatellátásra szánt idő rutinszerű munkavégzés mellett, megközelítőleg 75%-ra, de akár 50%-ra is redukálódhat, ami így 20-25 perces időcsökkenést jelent az átállások folyamán. Felmerülhet a kérdés, hogy ezen elképzelés mentén 3 operátorral, vagy még több dolgozóval nem lenne-e a folyamat még rövidebb, azonban a válasz mindenképpen nem lenne. A gép körül a 2 dolgozó úgy tevékenykedik párhuzamosan különböző feladatokon, hogy közben egymást nem zavarja és ugyanazon tevékenységben nem vesz részt közösen, mivel a helyszűke és a feladatok jellege miatt többszöri próbálkozás sem mutatott ezzel a megoldással kielégítő eredményt. Ebből az következik, hogy két dolgozón felüli létszám csak egymás zavarását és a feladatok közel sem optimális kivitelezését vonja maga után.

2.9.3 További jövőbeli átalakítások és elérhető eredmények

Az FMEA-ban és a Kaizen pick diagrammon is feltüntetett ellenintézkedések és megoldások között számos olyan eset volt, amelynek kivitelezése hosszabb folyamat volt, amely főként beruházásszükséglettel volt indokolható, azonban a folyamatra való hatását már előzetesen közelítő pontossággal meghatároztuk, így a későbbiekben az azokkal való számolás nem ütközhet akadályokba.

A folyamatban lévő változtatások között az egyik legígéretesebb módosítás a cserелеmezek elképzelése volt. A segítségével számos jelenleg végzett lépést teljesen eliminálhatnánk az átállások többségében, amennyiben a leggyakoribb gyártandó termékeknel rendelkezne a cég cserélhető, felcsatornázott és leragasztott lemezzel.

9. táblázat Tálcacsere által kiváltható tevékenységek - Saját szerkesztés

2 emberes átállás A. (stancoló) kiváltható tevékenységei			Megfigyelt stancoló: Zoli		Terület: YOCO	
	Tevékenység	Átállás	Operatív	Idő	Veszteség	Idő
0:01:20	Citosollal tisztítás	A	x	0:01:20		0:00:00
0:01:35	Csatorna matrica levétel	A	x	0:01:35		0:00:00
0:00:20	Fémlepet ráilleszt, betol, lezár	A	x	0:00:20		0:00:00
0:01:20	Motor+szétállást indít, hogy felragadjon a csatorna	A	x	0:01:20		0:00:00
0:02:10	Csatorna ragasztót leválaszt	A		0:00:00	x	0:02:10
0:01:20	Motor+szétállást indít, hogy felragadjon a csatorna	A	x	0:01:20		0:00:00
0:07:30	Kis csatornákat lecsexoz	A		0:00:00	x	0:07:30
0:05:00	Nagy csatornákat bekáz	A		0:00:00	x	0:05:00
0:20:35				0:05:55		0:14:40

A változtatás kihatása a folyamatokra a gyakorlatban ezen opció esetében úgy nézne ki, hogy a jelenlegi folyamatok közül a fenti táblázatban (9. táblázat) felsorolt stancolói tevékenységeket el lehetne hagyni.

A részben operatív tevékenységnek, részben veszteségnek vélt lépések ideális esetben felhasználhatóak lehetnének, amelyek kiváltásához csak a következő tevékenységek elvégzése lenne szükséges.

10. táblázat Helyettesítő lépések tálcacsere esetén - Saját szerkesztés

1 mm-es tálcacsere		Megfigyelt dolgozó: Tamás	
Tevékenység	Átállás	Operatív	Idő
Tálcát kihúz	B	x	0:00:18
Imbuszkulcsért megy	B	x	0:00:05
4 imbuszt kicsavar	B	x	0:01:05
1 mm-es lemezt felemeli, majd letámasztja a földre	B	x	0:00:25
Másik tálcát felhelyez, 4 imbuszt visszacsavar	B	x	0:02:39
			0:04:32

Amint a fenti tábla (10. táblázat) is jól szemlélteti, a megspórolt lépésekkel szembeállított helyettesítő tevékenységek, amik a tálcacserének a lebontását foglalják magukba szignifikánsan rövidebb időt vesznek igénybe, ezzel hozzájárulnak az átállás átfutási idejének lecsökkentéséhez.

A megfigyelések alapján az is szembetűnő volt, hogy amennyiben a tálcacsere során elektromos behajtóval végezte volna el az imbuszos behajtást a dolgozó, megközelítőleg 2 perces további időnyeréséget tudott volna elérni.

Másik két olyan napirendre tűzött fejlesztési pont irányába fűzhetünk hosszútávú megtakarítási célokat, amelyek megvalósítása kisebb-nagyobb átalakítással elvégezhető. Ezek közül a cégen kívüli átalakítást nem igénylő, egyengető filc alatti lemez feljelölése, ami segítségével beigazítási és mérési illesztési lépéseket lennénk képesek megspórolni. Amennyiben a lemez rendelkezne olyan feljelölésekkel, amik támpontként funkcionálnak minden egyengetőfilm felhelyezése esetében, az az átállások alkalmával többszörösen megfigyelt hibák elkerüléséhez vezethetne.

Ezen kivitelezésben közösen összedolgozva kellene a tervezéssel közreműködni, ugyanis a támpontok nem elég, hogy a lemezen lennének feljelölve, de az egyengetőfilmen is meg kellene jelenniük a pontos és gyors illesztés elérése céljából.

A másik fejlesztési irány, ami minden átállást érintene a gyorszáras szerszámbefogó lenne, amire már láthattunk egy jól működő példát a stancológépek esetében az Easymatrix berendezésen.

Összehasonlítva a két stancgépen végzett méréseket, a stancszerszám befogójának fellazítása és megszorítása a Yoco gép esetében, ahol a csavarok villáskulcsos lazítása és meghúzása történik, 2-3 perccel több időt vesz igénybe, mint az Easy gépen, ahol ugyanezen feladathoz kézzel állítható gyorszáras befogót használnak.

Az átalakításokat összegezhethetjük egy táblázatban is, ahol az átalakítás jellegével írjuk le a megtett intézkedéseket, ebben az esetben az adott táblázat a következőképp nézne ki.

11. táblázat ECRS tábla a kiválasztott változtatásokkal - Saját szerkesztés

Eliminálás • Megoldások a munkaeszközök, mint Citosol és hézagoló rendelkezésre nem állása esetében.	Egyesítés • Elhúzódozó folyamatlépések 2 dolgozóval való párhuzamos végzése.
Átszervezés • Gépbearrállítási idővesztések megoldása kisegítő dolgozóval elvégezve előre.	Egyszerűsítés • Csatornázás általi rendszeres idővesztés megoldása cserelmezék használatával. • Elavult, lassú technológiai lépés felváltása a szerszámbefogó esetében. • Egyengető film tálcán illesztési támpont hiányának megoldása.

A tábla (11. táblázat) összefoglalja azokat a már megoldott és közeljövőben megoldásra kerülő problémákat, amelyek a megbeszélések alkalmával kiválasztásra kerültek a magas szakértelmű dolgozók és az átállási projektben résztvevő vezetők és projekttagok által.

3. További fejlesztési tevékenységek, megtérülési vizsgálatok

3.1 Ideális állapot kialakulása

A workshopokon meghatározott reális fejlesztési irányok és a részben már gyakorlatban is kialakításra kerülő kivitelezések alapján az alábbi következtetést vonhatjuk le arra vetítve, hogyan nézne ki a már átalakításokkal újjászervezett átállási tevékenységsorozat.

12. táblázat Jövőbeli ideális állapot leendő fejlesztések mellett A (stancoló) - Saját szerkesztés

2 emberes átállás A. (stancoló) tevékenysége jövőbeli ideális állapot		Megfigyelt stancoló: Zoli		Terület: YOCO	
Tevékenység	Átállás	Operatív	Idő	Veszteség	Idő
Dokumentáció lejelentés	A	x	0:03:00		0:00:00
Szétállás szerszámcserére	A	x	0:00:15		0:00:00
Fém tálcá kihúzása	A	x	0:00:30		0:00:00
Ímbusz kulcsért megy	A	x	0:00:05		0:00:05
4 ímbuszt kicsavar	A	x	0:01:05		0:00:00
1 mm-es lemezt felemeli, majd letámasztja a földre	A	x	0:00:25		0:00:00
Másik tálcát felhelyez, 4 ímbuszt visszacsavar	A	x	0:02:39		0:00:00
Tálcá visszatolás, lezárás	A	x	0:00:35		0:00:00
Új egyengetőfilm kivétele a dobozból, + felhelyezés	A	x	0:00:20		0:00:00
Sablon + szerszám kivétele (csavarokkal)	A	x	0:00:20		0:00:00
Új szerszám behelyezése, rögzítése	A	x	0:02:15		0:00:00
Csavarok meghúzása	A	x	0:02:30		0:00:00
Egyengetőfilmet ellenőriz, vonalzóval sablonba méri a helyét	A	x	0:02:00		0:00:00
Egyengetőfilmet tálcára illeszt, ragaszt és ellenőrzi	A	x	0:01:10		0:00:00
Tálcát visszatol, hullámpapírrt/kartonért elmegy és az első beleilleszti a görgőknél	A	x	0:02:00		0:00:00
Első terméket próbagyárt	A	x	0:00:25		0:00:00
Hajtást néz, késztermék MEO	A		0:00:00	x	0:02:35
Oldalbeállítást állít, próbagyárt	A		0:00:00	x	0:01:30
Dokumentáció lejelentés	A	x	0:01:00		0:00:00
Próbagyárt	A	x	0:03:10		0:00:00
Bevételezés átállítás	A	x	0:00:50		0:00:00
Próbagyártást befejez	A	x	0:01:00		0:00:00
	0:29:44		0:25:34		0:04:10

Ezen állapot a már scenario elemzés során megvalósított és közeljövőben bevezetésre kerülő felvetett átalakításokat tartalmazzák, melyek segítségével a fenti (12. táblázat) és a lentebb lévő táblázatban (13. táblázat) összefoglalt 2-operátoros átállás alakulna ki.

13. táblázat Jövőbeli ideális állapot leendő fejlesztések mellett B (kisegítő) - Saját szerkesztés

2 emberes átállás B. (kisegítő) tevékenysége jövőbeli ideális állapot			Megfigyelt stancoló: Tamás	
Időtartam	Tevékenység	Átállás	Operatív	Idő
0:02:00	Előző paletta eltávolítása	B	x	0:01:30
0:02:00	Skálázás	B	x	0:02:00
0:10:00	Egyéb skálázás	B	x	0:05:30
0:04:00	Következő termékért géphez készít	B	x	0:01:00
0:14:00	anyagot rátölt elől (felstócol)	B	x	0:08:00
0:02:00	Duplázást beállít	B	x	0:02:00
				0:20:00

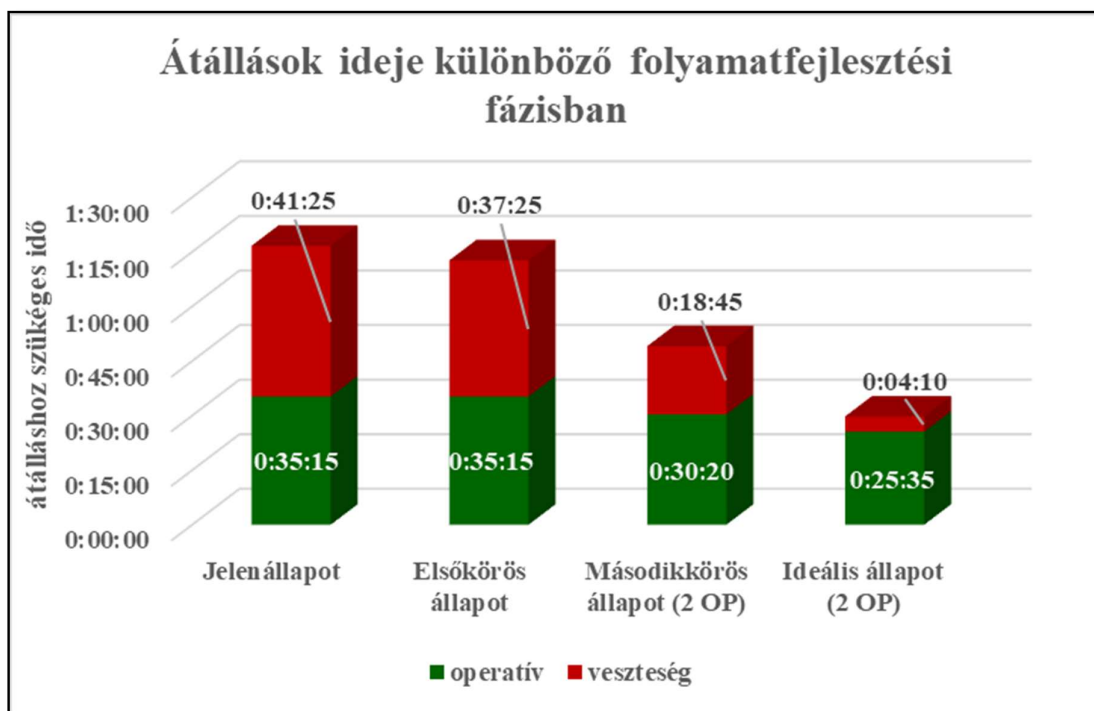
Az veszteség és operatív tevékenységcsoport oszlopának időcsökkenéséhez hozzátartozott a napi TPM-be és 5S-be való felvétele az első rögzítésnél rendelkezésre nem álló hézagolónak és citosol tisztítószernak. Ezen felül az elvégzendő lépések fel lettek osztva 2 dolgozó között olyan szempontból, hogy az egyik a stancolási folyamat elvégzéséért felelős, míg a másik a kisegítő tevékenységeket végzi párhuzamosan, bárminemű input tevékenység igénye nélkül a stancoló részéről.

További leendő fejlesztési pont becsült változásai is kihatással voltak a jövőbeli ideális állapot kialakult időszükségleteihez, amelyek a tálcacsere által nyerhető előny, a gyorszáras befogó, valamint a lemeztálcán való feljelölések voltak.

3.2 Átállási idők alakulása a fejlesztések során

Az alábbi diagramon (17. ábra) összefoglalásra kerültek az átállás időcsökkenései az egyes fázisaiban a fejlesztések hatására, melyben nyomon követhetjük az egyes változtatások kihatását a folyamatunkra.

Érdekes megfigyelni az ideális állapot által elérhető átállási időt, ez közel 30 percnak felel meg optimális esetben, ami megegyezik a gépgyártó által leírt 30 perces átállási idővel.



17. ábra Átálláshoz szükséges idő különböző verziók esetében - Saját szerkesztés

3.3 Standardizálás

Fontos elvégzendő lépés lesz a gyorsátállítás legvégső fázisában az átállási lépések standardizációja is az alábbi okok miatt. A megfigyelt folyamatbeli Muda veszteségek mellett a Muri, azaz a kiegyenlítetlenség veszélye is fennáll, még a Mudák sikeres visszaszorítása mellett is. Ugyanis megfigyeltem más-más dolgozókat az átállás végrehajtásában, és vannak eltérő folyamatlépések, időbeli különbszésekkel, vagy csak sorrendiségbeli differenciák, amelyek miatt nem nevezhető egy átállás egységesítettnek, melynek funkciója pont azt szolgálná, hogy megteremtsük a további folyamatos fejlesztés alapját, ami a standard munkák továbbfejlesztésén és tovább javításán alapszik.

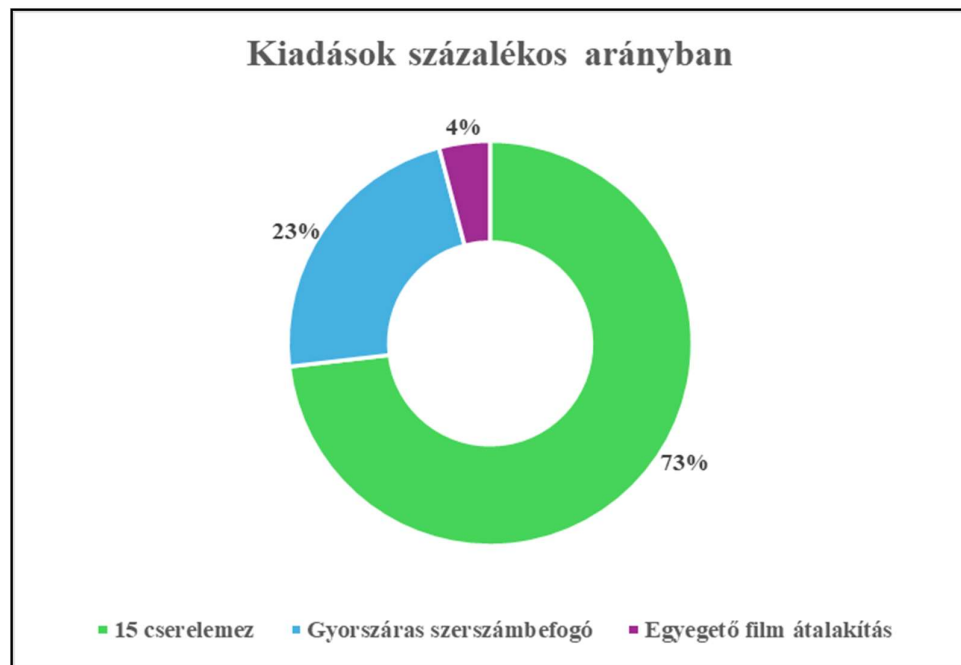
Ebből kifolyólag a gyárban már nagytöbbségben megfigyelhető standard munkautasítások készítése itt is szükségessé fog válni, hogy fenntartható és továbbfejleszthető lehessen az átállási folyamat.

4. Megtakarítási vizsgálatok, más területeken való bevezetés lehetőségei

4.1 Ráfordítás-megtérülés összevetése

Ahogy a dolgozat elején is említettem, az átállási idő csökkentésének eredendő célja a költségmegtakarítás volt, ugyanis az egyre növekvő igények mellett a gépállás a termelés kiesését, azaz az árbevétel generálását fogja vissza. Ebből adódóan fontos számügyileg is vizsgálnunk az átálláshoz igénybe vett időtartam lecsökkentésének pénzben kifejezett értékét.

Kiadás terén az átalakításokhoz tartozó ráfordítások összege –amelyek egyébként a jövőbeli átalakítások alkalmával fognak megjelenni– feltételezhetően 615 000 Ft lenne.



18. ábra Átálláshoz tartozó kiadások eloszlása - Saját szerkesztés

A kiadásoknál (18. ábra) a cserелеmek esetében 15 darabbal számoltam, ami előzetes felmérés szerint körülbelül a paletta 40%-át fenné le, amely adattal a megtérülés részlegben is kalkuláltam.

Az időcsökkenéssel járó megtérülési kalkuláció már komplikáltabb volt, ahol a következő adatok segítségével kaphattuk meg a választ.

Ahogy a táblázatban (14. táblázat) is részleteztem, szükséges volt az egyes fejlesztési ötletekhez tartozó megtakarítások kiszámításában az átlagos napi átállások és az 1 évhez tartozó munkanapok száma, valamint az a forintban kifejezett adat, hogy 1 perc állásidő a stancológépnek hány forint kiesést takar, amit termeléssel is tölthetne. Ezen adatok ismeretében, valamint a 2 operátoros verziónál a stancoló órabérének számszerűsítésével eljuthatunk a különböző átalakítási lépések költségben megjelenő megtakarításához.

14. táblázat *Megtakarítási kalkuláció a YOCO stancológép esetében - Saját szerkesztés*

YOCO átállási megtakarítás kalkuláció

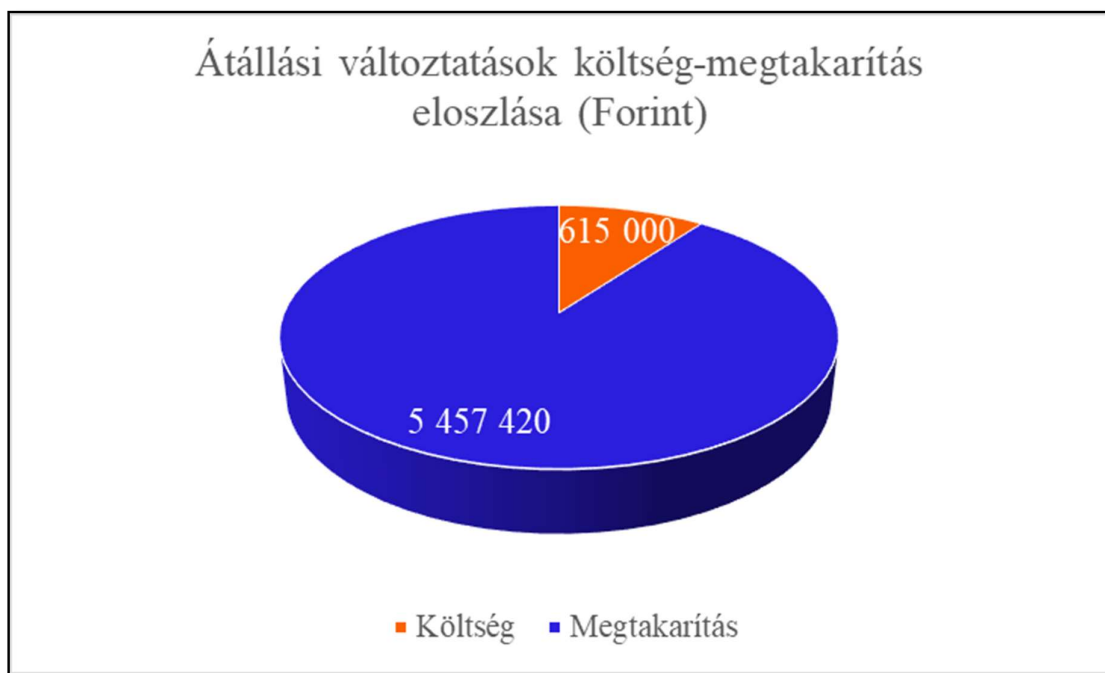
2025-ös adatok alapján

Alapadatok:

Átlagos napi átállás (db)	2
Munkanapok száma (db)	252
1 percnyi gépi állásidő Forintban (Ft)	360
Stancoló órabére percre lebontva (Ft)	41

Elérhető megtakarítások fejlesztésekre lebontva	Elérhető időnyereség (perc)	Számolás menete	Megtakarítás/év (Ft)
Kisegítő operátor általi időcsökkenés	20	$2 * 252 * 360 * 20 - (41 * 20)$	3 627 980
Cserелеmek alkalmazása	15	$(2 * 252 * 360 * 15) * 0,4$	1 088 640
Gyorszáras szerszámbefogó alkalmazása	2	$2 * 252 * 360 * 2$	362 880
Egyengető film feljelölése a lemezen	0,5	$2 * 252 * 360 * 0,5$	90 720
Összesen			5 170 220

Ezen két oldal összevetése segítségével (19. ábra) kijelenthetjük, amint az alábbi diagram is jól szemlélteti, a cég évente közel 5,5 millió forintot képes megspórolni, egy egyszeri 615 000 Ft-os beruházással a fejlesztések megvalósítása érdekében.



19. ábra Ráfordítás-megtakarítás összevetése Forintban - Saját szerkesztés

4.2 További fejlesztési lehetőségek

A bemutatott gyorsátállási fejlesztés a cégnél megtalálható 9 stancológép közül 1 részletes fejlesztését mutatta be, azonban úgy vélem, hogy ha időben talán nem is lehet mindegyik gépnél hasonlóan magas időcsökkenést elérni, bizonyára optimalizálni lehetne a többi be-
rendezés átállási hatékonyságát is, ami nem titok, hogy a cégnek is napirenden lévő terve a jövőre nézve.

4.2.1 Fejlesztések az új módszertant érintve

A dolgozatban bemutatott újszerű módszer, az Idő alapú FMEA és Kaizen pick diagram kombinációja meglátásom szerint magas potenciált és különféle továbbfejlesztési lehetőséget rejt magában. A Kaizen pick diagram helyenként szubjektív meghatározásait, legyen szó a kivitelezhetőségről, jól definiált és mérhető határokhhoz lehetne illeszteni, ami alapján akár különböző szintezési rendszert is be lehetne vezetni az egyes kategóriák pontosabb felosztása érdekében. Ezen felül a táblázatba egy újabb változó bevezetését sem tartom kizártnak, ami akár a megoldás megvalósításának árát tükrözné.

Konklúzió, tapasztalatok összegzése

A projekt időszaka alatt a cégnél meglepően érdekes és korábbi tapasztalataimtól részben eltérő megfigyelésekkel és impressziókkal gazdagodhattam. Különleges élménnyel töltött el az emberek reakciója az újításokra.

Előző tapasztalatom alkalmával, egy multinacionális, magasabb dolgozói létszámú cégnél azzal kellett szembesülnöm, hogy a dolgozók újításokhoz való hozzáállás alapvetően negatív, meglehetősen szkeptikusak. Ezzel szemben egy jóval kisebb cég életében az a nyitottság és a hozzám fűzött remények, a fejlesztések során megjelenő türelem és segítőkészség igen csak meglepetésként ért, ezáltal hamarabb megértettem a folyamatokat és nagy elszántsággal kezdtem az átállás fejlesztésébe. Ez is alátámasztja azt a tényt, hogy egy fejlesztés sikerében az emberi tényező milyen fontos szerepet játszik.

A gyorsátállás során a sokrétű megfigyelések segítségével a fellépő hibák és a megnövekedett időszükséglet kérdését orvosolni tudtuk. Az utolsó átalakítások megvalósulásával közel 5,5 millió forintos éves megtakarítást képes a cégnek felhalmozni, ami az egyszeri, nagyjából hatszázezer forintos ráfordítást figyelembe véve egy meglehetősen jó eredménynek mondható. A jelen esetünkben vizsgált gyorsátállás által elérhető megtakarítás csak 1 optimalizált stancológépet érintett, azonban számos potenciál rejlik a további 8 berendezés hasonló elvű felülvizsgálatában is.

Irodalomjegyzék

- [1] G. P. Kovács, Logisztika-Informatika-Menedzsment Tudományos Folyóirat II. Évfolyam, 2017. 1. szám.
- [2] B. Gyenge , T. Kozzma és H. Szilágyi , Lean menedzsment alkalmazása szolgáltatóvállalat esetén, 2015.
- [3] James P. Womack és Daniel T. Jones, Lean szemlélet, 2003.
- [4] J. K. Liker, A Toyota-módszer, 2004.
- [5] G. Thalmeiner, V. Harmat és S. Gáspár, „Értéket nem teremtő folyamatok feltárása VSM módszer alkalmazásával, egy kisvállalkozás gyártórendszerének esettanulmányán keresztül,” *Economica XI. Új évf., 1-2. sz.*, 2020.
- [6] G. László, Az időgazdálkodás, különös tekintettel William Oncken III. "majom üzletére", 2018.
- [7] T. Best, Work Measurement in Skilled Labor Environments.
- [8] V. Gábor, Lean ismeretek, Szombathely: Nyugat-magyarországi Egyetem Kiadó, 2015.
- [9] R. Junior, R. Inácio, I. da Silva, A. Hassui és G. Barbossa, „A novel framework for single-minute exchange of die (SMED) assisted,” *The International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, 21 január 2022.
- [10] P. Burawat, „Productivity improvement of highway engineering industry by implementation of lean six sigma, TPM, ECRS and 5S,” *Humanities & Social Sciences Reviews* , 1. kötet Vol 7 No 5, pp. 83-92, 2019.
- [11] Toshiko Narusawa és John Shook, Kaizen Expressz, 2017.

- [12] Katarína Senderská, Albert Mares és Stefan Václav, „Spaghetti diagram application for worker's movement analysis,” *University Politehnica of Bucharest Series D: Mechanical engineering*, 1. kötetVol 79. Iss. 1, 2017.
- [13] T. L. Joana Geraldi, „Emerald Article: Gantt charts revisited: A critical analysis of its roots and implications to the management of projects today,” *International Journal of Managing Projects in Business*, 1. kötetVol. 5 Iss: 4 pp., p. 578, 2012.
- [14] K. Yazici, S. Gökler és S. Boran, „An integrated SMED-fuzzy FMEA model for reducing setup time,” *Journal of Intelligent Manufacturing*, 2021.
- [15] L. A. G. Peter N. Duinker, „Scenario analysis in environmental impact assessment: Improving explorations of the future,” *Environmental Impact Assessment Review*, 1. kötet27, pp. 206-219, 2007.
- [16] R. G. Hannah Kosow, *Methods of future and scenario analysis: overview, assessment, and selection criteria*, 1. kötet39, Bonn: Deutsches Institut für Entwicklungspolitik , 2008.
- [17] *Belső vállalati anyag.*
- [18] A. Nyárádi, B. Kocsi, I. Budai és I. Tornyos, „Autóipari termelő vállalat gyártási folyamatának optimalizálása lean eszközökkel,” *International Journal of Engineering and Management Sciences (IJEMS) Vol. 1. No.2*, 2016.
- [19] Kapil Dev Sharma, Shobhit Srivastava J. of Advance Research in Aeronautics and Space Science Volume 5, Issue 1&2 - 2018, Pg. No. 1-17
- [20] Wu, D. D., Kefan, X., Gang, C. and Ping, G. (2010), “ARisk Analysis Model in Concurrent Engineering Product Development”,*Risk Analysis*, Volume 30, Issue 9, pp.1440 - 1453
- [21] M. Molhanec (2011), “The ontology based FMEA of lead free soldering process” *IEEE Explore*, pp. 267-273.

- [22] Qiu, Y.; Zhang, H. A Modified FMEA Approach to Predict Job Shop Disturbance. *Processes* 2022, 10, 2223