

Debreceni Egyetem

Műszaki Kar

Műszaki Menedzsment és Vállalkozási Tanszék



Az IT alkalmazásának lehetőségei az üzleti folyamatok fejlesztésében.

Készítette: **Kocsi Balázs** hallgató

Belső konzulens: Dr. Budai István

Tanszékvezető: Dr. Szűcs Edit



Debrecen

2013

Tartalomjegyzék

1. Bevezetés	4
2. Kutatási terv	6
2.1 Problémafelvetés	6
2.2 Kutatási célkitűzés	6
2.3 Kutatási kérdések és feltételezések	6
2.4 Konceptualizálás	7
2.5 Operaconalizálás	7
3. Szakirodalmi áttekintés	10
3.1 Mi a Kaizen?	10
3.2 Folyamatmenedzsment	13
3.2.1 Folyamatmenedzsment rendszer felépítése	14
3.2.2 Folyamat átalakítás, folyamat fejlesztés	16
3.2.3 Folyamatfejlesztő minőségtechnikák	17
3.2.4 Folyamatmodellezés (20)	20
3.2.5 Folyamat szimuláció	21
3.2.6 Folyamatok mérése (20)	21
4. Szervezet Bemutatása	23
5. A folyamatracionalizálások gyakorlati megvalósítása	24
5.1 Alap folyamat bemutatása	26
5.2 Folyamat FMEA-val hibák detektálása.	27
5.3 Hagyományos FMEA által meghatározott javító intézkedések	30
5.4 ECRS-el módosított folyamat FMEA által megadott javító intézkedések	32
5.5 Folyamatok átfutási idő- és költség elemzése	34
5.6 PFMEA által módosított folyamat idő és költség elemzése.	34
5.7 Hagyományos PFMEA által javított folyamat idő és költség elemzés	36
5.8 Módosított PFMEA által javított folyamat idő és költség elemzése.	36
5.9 Racionalizálás eredményei összefoglalva	39

5.10	A folyamat szimulációk eredményeinek szignifikancia szint vizsgálata	40
6.	Eredmények értékelése	41
7.	Összefoglalás	42
8.	Irodalom jegyzék	43
9.	Mellékletek:.....	46

1. Bevezetés

Napjainkban a rohamosan változó környezetben helyt kell állniuk a vállalatoknak, hogy termékeikkel vagy szolgáltatásaikkal kielégítsék a vevői igényeket a megfelelő időben, költségben, minőségben. Ehhez az szükséges, hogy a vállalatok folyamatai optimálisan fussanak le, mellyel képesek megfelelni a vevői feltételeknek. Azt tekintem optimális folyamatnak mely az ideális vagy ahhoz közeli időben és költségben végbe megy. A korszakra jellemző gyors változásokra időben reagálni kell. Erre az egyik lehetséges megoldás, ha fejlesztjük a jelenlegi folyamatainkat, amellyel egy magasabb szintet elérve megoldjuk a fellépő problémákat. Ezzel javítva a gyártási, szállítási időket, csökkentve a hozzájuk tartozó költségeket.

Dolgozatomban a 2012-2013 munkámat folytatom tovább. A tavalyi munkámban a Partner – Pont Kft. gyártási folyamatát racionalizálta. Melyben egy minőségtechnikát alkalmazva megkerestük a folyamatban a hibákat és azokra javító intézkedéseket javasoltunk. A javított és az alap folyamatokat modelleztük, szimuláltuk, hogy megtudjuk határozni a folyamatok lefutási idejét és költségét. A racionalizálással sikerült a folyamat lefutási idejét és költségét csökkenteni.

Jelenlegi munkám célja, a korábban alkalmazott minőségtechnika továbbfejlesztése, ezzel növelni a racionalizálás hatékonyságát. A szakirodalmat áttekintve azt a következtetés vontam le, hogy az általam folyamatracionalizálásra használt minőségtechnikán lehetne fejleszteni. A tradicionális folyamat hibamód és hatás-elemzés (PFMEA) egy remek eljárás mellyel a folyamatban szereplő hibákat azok okait és hatásait fel tudjuk deríteni, de konkrét iránymutatást nem ad arra vonatkozóan, hogy hogyan határozzuk meg a folyamatjavító intézkedéseket. Ezzel szemben a Japán minőségiskolából ismert ECRS módszer iránymutatást ad az értéket nem teremtő tevékenység kiiktatására vagy a művelet átalakítására, hogy csökkentsük az értéket nem teremtő tevékenység bekövetkezési valószínűségét. Ebből a megállapításomból következik a **kérdés**, hogy a két módszert kombinálva, a kritikus hibák feltárására a PFMEA-t használva és a javító intézkedések, hibák kiiktatására ECRS elvek használva hatékonyabb folyamatfejlesztést érünk-e el, mintha csak a tradicionális PFMEA-t használnánk?

Erre a kérdésre próbálok meg válaszolni úgy, hogy a két minőség technikával detektált hibákat és a hibák kijavítására tett intézkedéseket folyamatmodellbe építem, és a folyamatmodelleken szimulációt hajtok végre. 10,000 folyamat lefutást szimulálok mind a kettő modellen, hogy össze tudjam hasonlítani azok eredményeit. Fontos megjegyezni,

hogy az előző munkámban vizsgált folyamat a jelenlegi vizsgálandó rendszernek egy része, mivel az azóta (előző dolgozat óta) a gyártási folyamatot kibővítettük a beszerzési folyamattal. Így újra racionalizáljuk a folyamatot tradicionális PFMEA-val és a kombinált PFMEA-val.

A megfogalmazódott kutatási kérdéseket a következő fejezetben ismertetem valamint a használt módszerekhez tartozó szakirodalmat is kifejtem az erre vonatkozó részben.

2. Kutatási terv

2.1 Problémafelvetés

Vizsgálatom tárgya, hogy az alap PFMEA minőségtechnikát összevonva a kaizen egyik alap eszközével ECRS-el, jobb eredményt érünk-e el a folyamat hibáinak a javító intézkedéseinek meghatározásánál. Úgy gondolom, hogy a PFMEA rendkívül jó módszer, mert azontúl, hogy detektálja a hibákat, foglalkozik a hiba okával és a hiba hatásával az egész folyamatra nézve. De van egy olyan „hátránya” hogy a javító intézkedések megadására egyértelmű iránymutatást nem ad. Ami nem baj, de kíváncsi vagyok arra, hogy egy másik módszerrel kiegészítve lehet-e növelni a hatékonyságát, ha erre van lehetőség.

2.2 Kutatási célkitűzés

A tradicionális folyamat hibamód és hatás elemző módszert kiegészítve a kaizen egyik alap eszközével az ECRS lépéseivel kívánom növelni az FMEA hiba javító intézkedések megadásának az eredményességét. Megvizsgálom, hogy az alap PFMEA-t használva folyamat racionalizálás céljából becsült folyamat teljes átfutási ideje és teljes folyamat költsége szignifikánsak különbözik-e ha a PFMEA és az ECRS módszerek kombinációját használom folyamat racionalizálásra. Informatika felhasználásával próbálom bizonyítani a kettő rendszer közötti különbséget,, ugyanis folyamat szimulációval és varianciaanalízissel hasonlítom össze a PFMEA és a „kaizen ECRS FMEA” eredményeit.

2.3 Kutatási kérdések és feltételezések

Első Kérdés: Csökkenthetőek-e a folyamatok átfutási ideje a folyamatok racionalizálásánál, az alap eljárás alkalmazásakor becsült átfutási időhöz képest, ha a PFMEA-ban a javító intézkedések meghatározásához ECRS módszert használunk?

Első Feltételezés: Ha az ECRS módszert használjuk iránymutatásnak a folyamat hibamód és hatás elemző módszer alkalmazásánál, a hibajavító intézkedések megadására akkor a folyamatunk becsült átfutási ideje csökken, az alap eljárás használatakor becsült folyamat átfutási időhöz képest.

Második kérdés: Csökkenthetőek-e a folyamatok költsége a folyamatok racionalizálásánál, az alap eljárás alkalmazásakor becsült költséghez képest, ha a PFMEA-ban a javító intézkedések meghatározásához ECRS módszert használunk?

Második feltételezés: Ha az ECRS módszert használjuk iránymutatásnak a folyamat hibamód és hatás elemző módszer alkalmazásánál, a hiba javító intézkedések megadására akkor a folyamatunk költsége csökken a folyamat racionalizálásánál, az alap eljárás használatakor becsült folyamat költséghez képest.

2.4 Konceptualizálás

Átfutási idő: A folyamat egyes tevékenységeinek lefutásához szükséges idő

Folyamat költség: A folyamatban szereplő tevékenységekhez tartozó emberi munkaidő és különböző felhasznált eszközök, anyagok pénzben kifejezett értékének összege.

Egyedi bútor: Konyhabútor melynek egyik fő eleme a korpusz, ami laminált bútorlapokból készül, másik fő eleme a profil, ami tömör fából készül.

Folyamat racionalizálása: Folyamat minőségjavító technika használata alapján javított folyamat.

ECRS: Kaizen egyik alap eszköze. Egy betűszó, mely megszüntet, párhuzamosít, átrendez, egyszerűsít szavak, angol megfelelőinek a kezdőbetűiből áll össze. Eltüntet, Párhuzamosít, Átrendez, Egyszerűsít angol szavak kezdőbetűje

PFMEA: Folyamat hibamód és hatás elemző módszer. A hibák detektálására, azok okainak a megtalálására szolgál. A hibák rangsorolása után javító intézkedést adunk meg a kritikus hibákra.

PFMEA + ECRS: A hibamód és hatáselemző eljárás hiba javító intézkedéseinek a meghatározására ECRS módszert alkalmazunk.

2.5 Operaconalizálás

Az operacionalizáláshoz felállítottam egy input-output modellt, melyet az 1. ábra szemléltet. A modell azokat a bemeneti adatokat tartalmazza, melyekből szimulációs vizsgálatok hatására keletkező kimeneti adatok, megfelelő eredményül szolgálnak a kutatási kérdések és feltételezések vizsgálatához. Bemeneti adatok minden esetben ugyanazoknak a feltételeknek felelnek meg.



1. ábra Input-output modell

Ahhoz, hogy össze tudjam hasonlítani a két módszert, el kell végeznem mind a két módszerrel a folyamatracionalizálást, aminek a lépései a következők:

Először megvizsgáljuk a folyamatot, azonosítjuk a tevékenységeket és hozzárendeljük a tevékenységekhez a paramétereket, ezek az átfutási idő és költség adatok, majd a paramétereknek megadjuk az értékét.

Ezután elkészítjük ARIS express toolset modellező eszköz segítségével a kibővített eseményvezérelt folyamatlánc diagramot. Erre azért van szükség, mert az így elkészített modellt tekintem alaprendszernek a folyamat hibamód és hatás elemzés elvégzésére. PFMEA-val feltárjuk a kritikus hibákat azok okait és megvizsgáljuk a folyamatra gyakorolt hatásait.

A hibák feltárás után az elemző csapattal (csapattagokat bemutatom a 7. fejezetben) két különböző időpontban elvégezzük a hibajavító intézkedések meghatározását, egyszer a hagyományos PFMEA-val, utána a **módosított PFMEA (ECRS-el kibővített)** eljárás alkalmazásával. Következő lépésekben elkészítünk három folyamat modellt.

1. Folyamatmodell melyben szerepelnek az PFMEA által feltárt hibák
2. Folyamatmodell melyben szerepelnek a hagyományos PFMEA által meghatározott hibajavító intézkedések
3. Folyamatmodell melyben szerepelnek a módosított PFMEA által meghatározott hibajavító intézkedések.

Az elkészített modelleken Monte-Carlo szimulációt hajtunk végre, hogy megtudjam határozni a folyamat teljes átfutási idejét és a teljes folyamat költségét. Majd a három különböző folyamat-időn és -költségen egyváltozós varianciaanalízist végzek, hogy megtudjam van-e szignifikáns különbség a folyamatok között, ezáltal meg tudjam állapítani, hogy van-e szignifikáns különbség a folyamat átfutási idő és költsége között.

Bemeneti változók:

Idő és logika kapcsolata

- tevékenységek logikai kapcsolata

- tevékenységek maximális időtartama
- tevékenységek minimális időtartama
- tevékenységek szükséges idejének valószínűségi eloszlás-függvénye

Költségek

- változó költségek
 - az ár minimális és maximális értéke és eloszlási függvénye

Kimeneti változók:

Tevékenységek szimulált idő szükséglete

- Egyedi bútorgyártás teljes időtartama (TPT) és gyakorisága

Költségek szimulált értékei

- Egyedi bútorgyártás teljes költsége (TPC) és azok gyakorisága

Adatok beszerzése (2012 június – 2013 november, PARTNER - PONT Kft.)

- Folyamatok mérése
- Szakértői megbeszélések
- Szakmai gyakorlati tapasztalatok
- Monte Carlo szimuláció
- PFMEA
- PFMEA ECRS

Adatok elemzése

- Varianciaanalízis (One-way ANOVA)

Felhasznált szoftver eszközök

- MS Excel
- Aris Express

3. Szakirodalmi áttekintés

A szakirodalmi háttér összefoglalása a japán minőségiskola egyik jellemzőjére épül, ami áthatja az egész szervezetet, de mi mégis egy eszközként tekintünk rá. Ez nem más, mint a kaizen. A vizsgálatomban a kaizen egyik alap eszközét próbálom meg beleintegrálni egy amerikai minőségtechnikába, hogy annak a hatásfokát növeljem. A japán és az amerikai minőség iskolák jellemzőit röviden ismertetem. A 3.2.3-as fejezetben bemutatom részletesebben azokat a módszereket melyek kombinálásával növelni kívánom a folyamatracionalizálás hatékonyságát.

3.1 Mi a Kaizen?

A Kaizen lehet egy eszköz, egy módszer, de pontosabb értelmezésben inkább egy filozófia gondolkodásmód, melyet 1980-as években hivatalosan is elfogadnak menedzsmentfilozófiának. A személyes hatékonyságban, illetve a gyakorlati életben megszülető folyamatos fejlesztés, melyet bármely szervezet bevezethet, működtethet. Alap tételének tekinthetjük a következő kijelentést, miszerint egyetlen nap sem telhet el úgy, hogy ne fejlesztenénk valamin. A kaizen alkalmazásával hosszú távú és nagy jelentőséggel bíró változásokat hozhatunk létre, mégis a változások fokozatosak és kisléptékűek (1).

A Kaizen szó kettő japán szóból tevődik össze. KAI=change=változás, valamilyen irányba történő elmozdulás, továbbá a zen=better=jobban. Magyarul egy olyan elmozdulás mely a jelenlegi helyzetünkhöz viszonyítva jó, jobb irányba történik, és a pozitív fejlődésünket szolgálja. A célja egy jobb jövő megvalósítása a folyamatos fejlesztés hatékony alkalmazásával. Ezzel képesek lehetünk a felvenni a versenyt a konkurenssekkel (2).

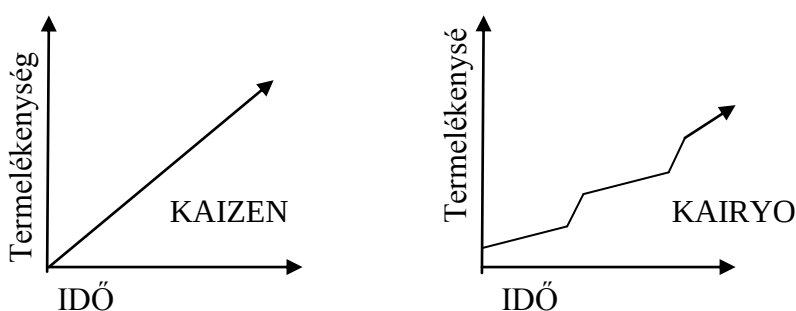
A Kaizen központjába az ember áll, az emberek törekvéseit helyezi a középpontba, amellettt hogy az alapja a folyamatorientált gondolkodásmód, hiszen akkor tudunk eredményt elérni, ha a folyamatot fejlesztjük (3). Jelen esetünkben az eredmény az **átfutási idő csökkenésében** vagy a **költségek csökkenésében** nyilvánul meg.

Kaizen négy alapeleme:

- Rövidítés: Egy művelet, vagy mozdulat sor lehet-e rövidebb az által, hogy elhagyunk belőle fölösleges mozdulatot vagy műveletet?
- Összekapcsolás: Tudunk-e szimultán végezni két műveletet, vagy két szerszámból egyet elkészítve, eltudunk-e végezni kettő feladatot?

- Átrendezés: A hatékonyabb munka végzés miatt megtudjuk-e változtatni egy elrendezést, vagy ezzel a következő vagy előző munkavégzés hatékonyságát tudjuk-e növelni?
- Egyszerűsítés: Tudunk-e az eszközön, a műveleten, vagy a módszeren úgy egyszerűsíteni, hogy megfeleljen a követelményeknek? (4)

Fontos itt megemlítenem, hogy létezik a kairyo amikor nem tudjuk a problémát megoldani kaizennel ilyenkor a fejlesztést tökebefektetéssel tudjuk megvalósítani. Mindig érdemes átgondolni, hogy milyen módszert alkalmazzunk. Számos módszer található a kaizen eszköztárában, néhányat a későbbiekben részletesebben kifejték.



2. ábra KAIZEN és KAIRYO

Tehát a kaizen egy végtelen folyamat, amely apró fejlesztési lépcsőkből áll, és elsődlegesen a dolgozók kreativitását használja az anyagi erőforrások befektetésével szemben. Természetesen a kaizenek többségének van egy minimális költsége, de a lényeg hogy a kairyo tevékenységgel szemben a fejlesztést nem egy új berendezés megvásárlásával vagy komoly anyagi befektetéssel érjük el. A kaizen talán legfontosabb lényege hogy ne egy kiválasztott csoport, hanem az összes dolgozó művelje. A kaizen megfelelő használatával a termelési rendszerünk folyamatosan fejlődik és követi a vevői igények változását. (4)

Kaizen formái:

- Ötletelő kaizen: A dolgozók ötleteire alapozva majd ezt rangsorolva próbálják meg a hatékonyságot növelni. A dolgozók érdeke hogy hatékonyság javító ötletekkel álljanak elő, hiszen ezzel saját munkájukat tehetik könnyebbé.
- Analizáló, problémamegoldó kaizen: Matematikai statisztikai módszerekkel tárjuk fel és próbáljuk meg megoldani a problémákat, ezzel egy magasabb szintre emelni a folyamatot. Tehát ez egy mélyebb elemzés.

- Új technológiát bevezető kaizen: Ez részben átfedi a kairyo tevékenységet. Ekkor egy nagyobb beruházással, technológiai újítással javítjuk a folyamatot.(5)

A Kaizen a munkakörülmények minden területén kíván javítani. Alkalmazásánál nagyon fontos az alapproblémák pontos feltárása, melyek az idő, költség, minőség, biztonság.(6)

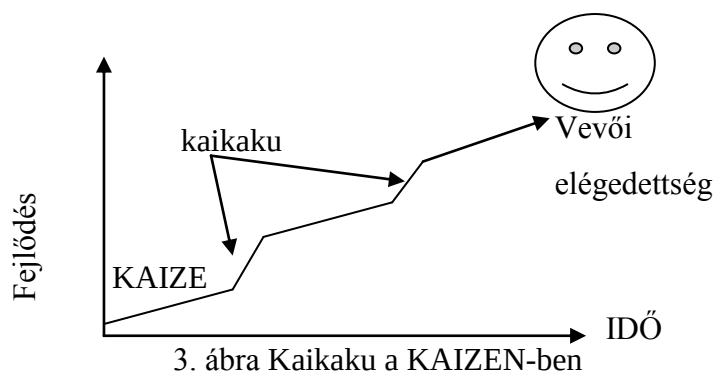
Fontosnak tartom megvizsgálni azt, hogy egy másik kultúrában oly sikeresen alkalmazott vállalati filozófiát hatékonyan lehet-e egy magyar vállalkozásba adaptálni. Valószínűleg teljes egészében ez nem lehetséges, de vannak olyan előnyei a filozófiának, ami a számunkra is hasznos lehet. Ilyen a folyamatos fejlesztés és a szervezet összes dolgozójának aktív és elkötelezett hozzájárulása. Az alábbi táblázat szemléltetem a magyar és japán vezetési rendszer hasonlóságát és különbségét, a teljesség igénye nélkül.

Magyarország	Japán
teljesítményorientáltság	folyamatorientáltság
kockázatkerülés	kockázatkedvelés
Hatalom forrása a hierarchiában elfoglalt hely	hatalom forrása a rokoni kapcsolatok; a szervezeti tagok paternalisztikus, ám közvetlen kapcsolatban állnak egymással
bürokrácia	személyorientált bürokrácia
garancia keresés	képességek keresése

1. táblázat Magyar és Japán vezetési rendszer jellemzői saját szerkesztés (forrás [6])

A japán embereknek a vérükben van a takarékoskodás, mert a korábbi időkben ezzel a hozzáállással a bizonytalan jövő kockázatait akarták kivédeni. A szűkösség kezelése és a takarékoskodás megtanította őket, a pontos, fegyelmezett munkavégzésre. (6)

A klasszikus kaizen folyamat felgyorsítására megjelent egy új forma a lean megjelenésével, melynél a probléma megoldására kisebb 3-5 fős csapatokat hoznak létre, melyek megfelelő előkészítéssel a meghatározott problémával foglalkoznak. Ezt különbözőképpen nevezik: kaikaku, Kaizen workshop, Kaizen-blitz. A csapatmunkában részt vesznek operátorok, mérnökök, de valamikor az adott részterület mélységébe be nem látó szakember is. A megfelelő előkészítéssel és az előzőleges oktatással tarkított workshopokkal kisebb ugrásokkal tudjuk felgyorsítani a kaizen folyamatot, amit az alábbi ábra szemléltet (7).



A 90-es években a költségcsökkentésre használt módszerek az eladási ár vagy az értékesítési volumen növelése. Napjainkban a magas hozzáadott értékű termékek gyártásával lehet versenyben maradni. Ezzel egyidejűleg változott a vezetési filozófia is, mely régebben a szervezeti hatékonyságot a rendszerben és nem az emberben látta. (7)

Az értékteremtő, nyereséges tevékenységek számát növelni a veszteséges tevékenységek minimálisra csökkentésével tudjuk a költségeket csökkenteni melyben a szervezeti egység minden egyes tagja részt kell, hogy vegyen, az emberi ötleteket fejlesztéseket figyelembe véve. A termelési folyamatban a veszteségforrásokat három fő kategóriába sorolhatjuk:

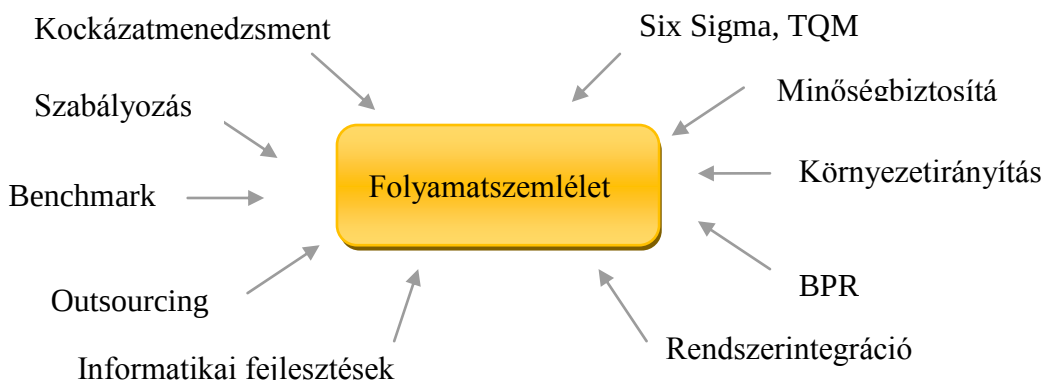
1. Szükségtelen ráfordítás, felesleges tevékenység, pazarlás, kár
2. Szabálytalanság, egyenetlenség, logikátlanság
3. túlterheltségből adódó kiegyensúlyozatlanság

Akkor tekinthetjük sikeresnek a költségcsökkentési stratégiát, ha az elért eredmény nagyobb, mint a kaizen tevékenységhez szükséges ráfordítás (6).

3.2 Folyamatmenedzsment

A vállalatok fejlődése közben egyes területek elkülönülnek, specializálódnak, továbbá egyes tevékenységeket az informatika vagy külső vállalat végez el. Ezáltal megfigyelhető hogy némelyik folyamatokban szakadások következnek be, amely rontja a vállalat hatékonyságát. Ezért szükségszerű volt egy olyan rendszer kialakítása mely a szervezeti egységeken belül és a szervezeti egységek közötti eseményeket egységesíti és a közös cél elérése irányába vezényli. Erre jelent megoldást a folyamatmenedzsment, mely egyes szakértők szerint akkora jelentőséggel bír a vállalatszervezési módszerek körében, mint a gyártásban a sorozatgyártás megjelenése (8, 9).

A folyamatelvűség lényege, hogy a vállalatban szereplő folyamatok eredményei adják meg a szervezet eredményességét, hatékonyságát, illetve üzleti teljesítményét. Éppen ezért a folyamatokat fontos megfelelően tervezni, kialakítani és fejleszteni. Akkor tekintünk egy folyamatot hatékonnak, ha az, az ideálishoz közeli lefutási idővel rendelkezik, minősége megfelelő és hiba mentes lefutás jellemzi. A legfontosabb mérce a folyamat hatékonyságában az a belső külső vevői elégedettség, továbbá a folyamatban résztvevők által meghatározott egyéb célok megvalósulása. Ha egy vállalat elér egy bizonyos szervezeti méretet, akkor az eredményessége fokozottan fog függeni attól, hogy a bonyolultsága miatt szétvált részek hogyan végzik el a feladataikat. Külső szereplő bevonására akkor lehet szükség, ha a feladatok komplexitása, mennyisége több szereplő koordinált együtt működését igényli. A folyamat menedzsment körülbelül 20-25 éve jelent meg a gyakorlatban, több területei is van, mint például a BMP és a BPR ezeket később bővebben kifejtem, és megvizsgálom milyen fejlődés történt ezen a területen (9, 10).



4. ábra A folyamatszemplélet több rendszer kiindulópontja is - saját szerkesztés (Forrás [10])

A következő fejezetben röviden bemutatom, hogy egy folyamatmenedzsment rendszer hogyan épül fel és milyen követelményei vannak.

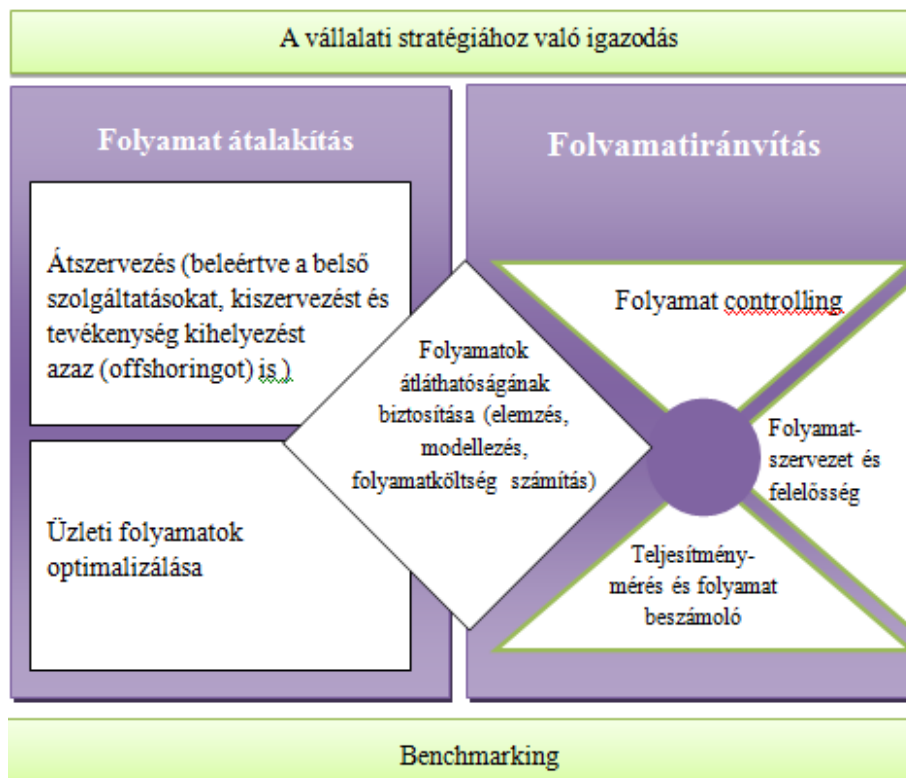
3.2.1 Folyamatmenedzsment rendszer felépítése

A szervezet tagjai akkor tudják mérni a teljesítményüket és követni a folyamatfejlesztés színvonalát, ha ismerik az üzleti folyamatokat. Ehhez először szükséges minden folyamatot azonosítani és rögzíteni, hogy milyen attribútumokkal rendelkezik. Ilyenek lehetnek például lefutási idő, költség, vagy egyedileg meghatározott minőségi paraméterek. A megfelelően meghatározott és számszerűsített paraméterek alapján lehet a

folyamatot mérni és értékelni (11). A szakirodalom szerint a következő követelményeknek kell megfelelni egy jól működő rendszernek:

1. Stratégiát támogató folyamatok
2. Gyakorlatiasság
3. Átláthatóság
4. Felhasználóbarát

A folyamatmenedzsment rendszer két részből áll, az egyik a folyamat átalakítás, a másik a folyamatirányítás. Fontos kiemelni, hogy a rendszer a stratégiai célokhoz való igazodással képes megfelelően működni, ahogy ezt a 2. ábra is szemlélteti. Az első blokkban található a folyamat átszervezés és a folyamatoptimalizálás ez jelentheti a klasszikus BPM és BPR együttes alkalmazását, attól függően, hogy az adott folyamattal, melyik módszerrel tudunk eredményt elérni. Nyilván a rendszer bevezetése előtt, ha voltak jól működő folyamatok, akkor azokat nem szükséges átszervezni, de fontos figyelemmel kísérni és fejleszteni. A második blokkban a folyamathoz kapcsolódó funkciók találhatók mellyel eredményesen tudjuk üzemelni és fenntartani a folyamatainkat (12).



5. ábra IFUA H&P folyamatmenedzsment koncepció saját szerkesztésben (forrás [12])

3.2.2 Folyamat átalakítás, folyamatfejlesztés

A folyamatfejlesztésnek három összefüggő területe van, a szervezet, technológia és a folyamat. A cél, hogy a három területet figyelembe véve olyan folyamatot alakítsunk, ki mely megfelel a szervezeti és technológiai tényezőknek és a kulcsszereplők bevonásával éri el az eredményt (9).

A gyakorlatban ismert hármas módszer alkalmazásával hatékonyan tudjuk fejleszteni a folyamatainkat. Ezek a módszerek a következők:

- BPM (Business Process Management) vagyis az üzleti folyamat menedzsment
- Két szintű folyamat analízis
- PPMF(Process-based Performance Measurement) azaz folyamatalapú teljesítménymérés keretrendszere.

A BPM alkalmazásával először megkeressük a problémás javítandó területeket, majd folyamattervet készítünk, amely alapján kiépítjük az új folyamatot és végrehajtjuk azt. Ezt követően makro és mikro szinten analízist végzünk, melynél először meghatározzuk, hogy mely folyamatok állnak kapcsolatba a szervezet stratégiájával, majd mikroszinten szimulációval előre jelezzük, megbecsüljük, hogy az adott változásokkal elérhető-e az adott teljesítmény. Itt összehasonlítjuk az eredeti folyamatot a jövőbeli folyamattal. Ahhoz, hogy jobban be tudjuk azonosítani a fejlesztendő területeinket a PPMF ad segítséget (13).

Egy másik lehetőség a folyamataink javítására a PDCA ciklus alkalmazása, azaz tervez, cselekedj, ellenőriz, avatkozz be ciklus. A PDCA ciklust alkalmazhatjuk folyamatos javításra, vagyis ha a ciklus lefutott automatikusan újra indul, ezzel növelve a hatékonyságot, ezt a működés közben végezzük el. Következő lehetőség amikor periodikusan benchmarkinggal összekötve használjuk a nagyobb haszon elérése érdekében. Harmadrészt a drámai áttörések eléréséhez újraszervezéssel együtt alkalmazva van módunk a nyereség növelésére (14).

Érdekes számomra hogy milyen különbségek vannak a különböző minőség iskolák között és mégis, ahogy haladunk előre az időben vannak pontok ahol ezek kapcsolódnak. Láthatjuk a japánok már az 50-es években előtérbe helyezték az embert és a folyamatos fejlesztést, a nyugati részeken ez a szemlélet a 80-as években kezdett megjelenni. Észrevehetjük, hogy a folyamatmenedzsment egyik fontos alapja is. A felfogásban és az alkalmazásban mégis vannak különbségek, míg ez a Japánoknál az alap vállalati kultúrába be

van építve és áthatja a szervezet mindenét, addig például nálunk Magyarországon ezek csak eszközök.

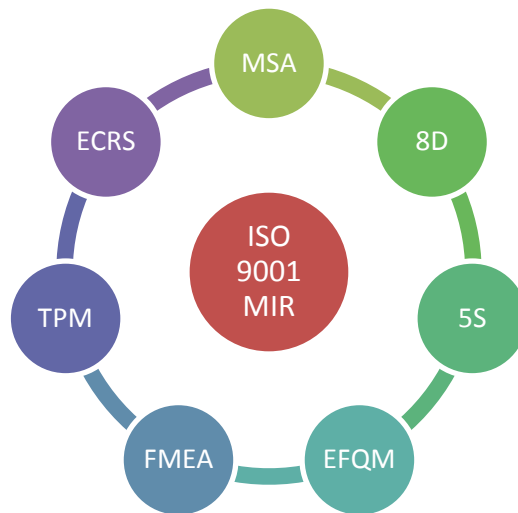
A BPR a folyamatátszervezés akkor szükséges, amikor a folyamatfejlesztéssel már nem tudunk olyan eredményeket elérni, mint egy mélyreható változtatással a folyamatban. Ilyenkor a meglévő folyamatokat elimináljuk a folyamatból és egy teljesen új folyamatot helyezünk a helyébe. Az átszervezés általában több területet érint, és radikális változást eredményez (12).

A folyamat átszervezést ellehet végezni gyors beavatkozással, amikor a szervezet saját csapatával változtat. A szakmai hiánnyal és gyakorlatlansággal rendelkező vállalatoknál előfordulhat, hogy sikertelenséget érnek el, ezzel a fajta átszervezéssel. Nekik jelenthet megoldást külső tanácsadó felfogadása, de ez bizony költséges beruházás, viszont veszélytelenebb. Egy megfelelő előkészítés után viszont tanácsadó felfogadása nélkül is remek eredményeket lehet elérni, de ez a leg időigényesebb változat (12).

A következőkben bemutatam azokat a technikákat, amikkel lehet a folyamatokat fejleszteni. Japán, Európai, Amerika minőség iskolákból és megpróbálok következtetést levonni, hogy ezek együttes implementálásával képesek vagyunk-e eredményes folyamatfejlesztést elvégezni az adott vállalat a Partner-Pont Kft. szervezeti felépítését és kulturális hátterét figyelembe véve. A módszerek a teljességigénye nélkül kerülnek bemutatásra, mert hatalmas a számmal fordulnak elő ilyen technikák.

3.2.3 Folyamatfejlesztő minőségtechnikák

A minőségtechnikák fogalom alatt rengetek módszer, eszköz található. Ezeket számtalan cég alkalmazza több-kevesebb sikerrel. A módszerek közös jellemzője hogy könnyen elsajátíthatóak, egyszerűek. A csoportmunkában rejlő előnyöket kihasználják. Jól áttekinthetőek, dokumentáltak, ezáltal visszakövethetőek. Az alkalmazásuknál kis mértékben avatkoznak be a folyamatba, nem zavarják azt. Kis költséggel használhatóak. Valamint rendelkeznek egy olyan hátránnyal hogy idő igényesek, de bátran kijelenthetjük, hogy a befektetett idő többszörösen megtérül a hiba kijavításából, vagy a problémák megelőzéséből. A technikákból pár darabot szemléltetek a teljesség igénye nélkül (15).



6. ábra Folyamatfejlesztő minőségtechnikák saját szerkesztésben (forrás: [15])

Tekintsünk át röviden párat mire és hogyan is használhatók, ezek a technikák és miben tudnak segítséget adni a vezetőknek és a folyamatokban résztvevő munkatársaknak.

3.2.3.1 FMEA mint folyamatjavító minőségtechnika

A tradicionális hiba és hatásmód elemzésnek három típusa létezik. A tervezési a termék és a folyamat hiba és hatásmód elemzés. A lényege hogy a hibákat feltárjuk, azonosítsuk, és hatásuk alapján rangsoroljuk. Az eljárás csapatmunkát igényel melynél érdemes az egyéneket különböző szakterületről bevonni. A módszertanba a feltárt hiba okokhoz, és azokhoz tartozó hibamódokhoz különböző paramétereket rendelünk. Ezek a paraméterek a következők: S=Secerity a hibamód hatásának súlyossága, O=Occurance, hibamód előfordulásának gyakorisága, D=Detectabilty a hiba megfigyelhetősége. A paraméterekhez hozzá rendelt értékek szorzatával kapjuk meg az úgy nevezett RPN=kockázati rangsor érték. Ezen érték alapján tudjuk sorrendbe rendezni a hibákat. A paraméterekhez hozzárendelt értékeket egy 1-10 számskálán adhatjuk meg (16, 17):

ahol: S: a hibamód hatásának a súlyossága

O: a hibamód előfordulási gyakorisága

D: a hibamód megfigyelhetősége

A tradicionális FMEA eljárás lépései:

- Az elemzést elvégző csapat létrehozása

- Hibafeltárás és adatgyűjtés: A lehetséges hibamódokat azok okait és hatásait meghatározzuk, valamint ezeket értékeljük súlyosság, előfordulás, és detektálhatóság szerint egy 1-10 skálán.
- Elemzés: Kockázati rangsor meghatározása
- Jóváhagyás, akciótervek kidolgozása (17).

A tradicionális eljárásnak sokféle tovább fejlesztett változata létezik. Ilyen például a költségalapú FMEA melynél a vállalaton belül és a vállalaton kívül előfordulható hibák költségének a számításba vételével határozzuk meg a kockázati rangsort (18).

Miután többfajta FMEA-t megvizsgáltam arra a következtetésre jutottam, hogy a folyamat FMEA rendkívül jól használható a hiba okok felkutatására és azok hatásainak a meghatározására, de egyértelmű iránymutatást nem ad arra vonatkozóan, hogy ezeket a hibákat milyen módon javítsuk ki. Az is lehetséges, hogy erre nem is lehet egy általános formulát használni, mert minden vállalat más és más, de az elméletem szerint a vállaltunk számára hatékonyabb lehet, ha a folyamat hiba és hatásmód elemző módszer használatánál hibajavító intézkedések meghatározásához az ECRS kaizen alapszert használjuk. Ezért a következő fejezetben az ECRS módszert mutatom be.

3.2.3.2 ECRS mint folyamat javító eszköz.

Az ECRS módszert is a minőségtechnikák alá vettem ugyanis rendelkezik azzal a tulajdonsággal, amivel a többi technika, miszerint megvezeti a gondolkodást és a szakértelmet a kreativitással kombinálja. Az ECRS a kaizen alapeszköze mely beépült a lean-be és a TPM-be is. A lényege hogy detektált, értéket nem teremtő tevékenységeket, műveleteket, mozdulatokat próbálja eltüntetni vagy értékteremtővé tenni a folyamatban. Ehhez megvizsgálja, hogy az adott műveletet vagy mozdulatot ellehet-e tüntetni, vagy párhuzamosítani más művelettel vagy mozdulattal, vagy átszervezni, vagy egyszerűsíteni. A megvalósításhoz az alábbi kérdés csoportokat használja (7).

	Kérdések
Eltüntetni	Mennyi érték adódik a termékhez ezzel a művelettel?
	Milyen szerszámok vagy eszközök szükségesek ahhoz, hogy a mozgás/művelet még természetesebb legyen?
	Mennyi munkaterület szükséges a folyamathoz?
Párhuzamosít	Hogyan tudunk 2 feladatot két kézzel hatékonyan elvégezni?
	hogyan tudunk rugós mechanizmust vagy kart beépíteni, amivel párhuzamosítani tudjuk a

	folyamatot? Milyen más eszközöket tudunk használni, amit már előzőleg használtunk a folyamatban? Betudunk-e építeni egy másik műveletet, amivel elérhetjük a párhuzamosítást?
Átrendezés	Mi a helyes sorrend, hogy a folyamat, jobban, biztonságosabban, hatékonyan lefusson? Hogyan tudunk változtatni a sorrenden hogy, fejlesszük a folyamatot? Hogyan tudjuk csökkenteni a lépéseket vagy mozgásokat, a munkaterület átrendezése nélkül? Mi történne, ha a másik kezünket használnánk ahhoz, hogy ezt a mozgást elvégezzük?
Egyszerűsít	Milyen természetes erőket tudunk használni ahhoz, hogy, egyszerűsítsük a folyamatot? Hogyan tudunk összetett mozgásokat egyszerűsíteni, speciális eszközökkel Mik azok az eszközök, amivel ergonomikusabbá tehetjük a mozgást? Melyek azok a tanácsok, amik szükségesek ahhoz, amivel a munka színvonalát és megítélését emelni tudjuk

2. táblázat ECRS elvek kérdései saját szerkesztés – (forrás [19])

Mi esetünkbe az optimalizáláshoz a folyamat FMEA-ba ültetjük be a módszert ahol a hiba javító intézkedések meghatározásra lesz segítségünkre. Az eljárást és annak a lépéseit a 4. fejezetben bővebben kifejtem.

3.2.4 Folyamatmodellezés (20)

A folyamatmenedzsmentben a tervezési és szervezési tevékenységek elvégzéséhez nyújt hasznos segítséget a folyamatok modellezése. Egy folyamat hibanélküli lefutásához nélkülözhetetlen a jó tervezés, a tervezést segítik a folyamatmodellező módszereket, amelyek egy vizuális képet adnak a folyamatban résztvevő, tevékenységekről, erőforrásokról, funkciókról, és ezeknek a kapcsolatairól. Legfontosabb célja hogy megfelelő pontossággal írjuk le a jelenleg működő rendszert, illetve hogy az igényelt rendszerrel szemben támasztott követelményeket és szemléltessük a rendszer működését (21).

Fontosnak tartom bemutatni azokat az iránymutatásokat, amik segítségemre lesznek a bútorgyártási folyamat modellezésénél. Ez a hét irányelv figyelembevételével olyan folyamatmodellt tudunk létrehozni, ami legjobban, fedi a valóságot.

A 7PMG(Seven process modeling guidelines) segítséget ad a modellezéshez. A 7PMG biztosít egy sor ajánlást, ami segít felépíteni egy folyamat modellt a nulláról, valamint javítja a jelenlegi folyamatmodelleket. Az iránymutatások empirikus kutatásra épülnek (22).

Az iránymutatások a következők:

- ✓ A lehető legkevesebb elem használata a modellben, hogy a legerthetőbb legyen. A nagyobb modelleket általában nehezebb értelmezni és hibák detektálása is nehezebb, mint egy kisebb modellben.
- ✓ Az elemek a lehető legrövidebb útvonallal kössük össze. Egy elemhez minél kevesebb bemenetet vagy/és kimenetet rendelünk hozzá, annál átláthatóbb lesz.
- ✓ A folyamatokat egy kezdő eseménnyel kell nyitni, és egy záró eseménnyel befejezni, hogy érthető átlátható legyen a modellben.
- ✓ A modell a lehető legstrukturáltabb legyen. A folyamatmodell felépítésénél minden elágazás és csatlakozáspont a megfelelő helyre csatlakozzon.
- ✓ Azok a modellek ahol ÉS (and) illetve KIZÁRÓVAGY (XOR) operátorok vannak jobban értelmezhetőek. Az OR csatlakozásra szemantikai ellentmondások léphetnek fel, ezért ennek az alkalmazását, ha lehet, kerüljük.
- ✓ Ige-tárgy esetű érthető címkékkel ruházzuk fel a tevékenységeket és eseményeket, hogy mindenki számára érthető legyen.
- ✓ Ne tartalmazzon 50-nél több elemet a modellünk, ha mégis akkor redukálnunk kell az elemek számát.(22)

3.2.5 Folyamat szimuláció

Jelenleg nem áll rendelkezésünk nagymennyiségű vállalati adathalmaz a folyamatok paramétereiről, ezért az egyes tevékenységekhez tartozó adatokat szimulációval fogom kinyerni. Szimulációról akkor beszélünk, ha nem a folyamat vagy rendszerhez meghatározott adatokat vizsgáljuk, hanem az azokról leképzett modellt. Ehhez megfelelő módszer a Monte-Carlo szimuláció.

Különböző tényezők befolyásolhatják a folyamatok lefutását. Megismerjük kísérleti vagy elméleti alapon a tényezők eloszlását. Tetszőleges eloszlású valószínűségi tényezőt létre tudunk hozni. Ha szimuláljuk a véletlen tényezők konkrét értékeit, akkor megkapjuk a folyamat egy véletlen, de konkrét lefutását. Ezzel az eljárással Monte-Carlo szimuláció segítségével fogom a folyamataimat elemezni (23).

3.2.6 Folyamatok mérése (20)

Az üzleti folyamatok fejlesztésének és optimalizálásnak alapja a folyamatok és tevékenységek megfigyelése és mérése. A teljesítményről és a folyamat megfelelőségéről akkor kaphatunk reális képet, ha megfelelő mérést alkalmazunk. A teljesítmény mérés hiánya gátat szab a rendszeres fejlődésnek és nem tudjuk érzékelni a változások hatását (24). A

folyamatok teljesítményének mérésénél figyelembe kell vennünk azokat a tényezőket, amelyek a mérési eredmény kimenetelét befolyásolhatják. A legfontosabb tényező az üzleti célhoz való illeszkedés. A stratégiai célokat szolgáló folyamatok négy különböző típusra bonthatóak:

1. adminisztratív munkafolyamat
2. ad-hoc munkafolyamat
3. kiegészítő folyamatok
4. termelési munkafolyamat (25).

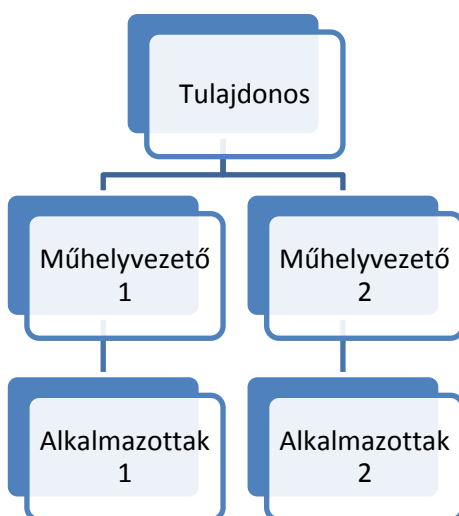
A folyamatok komplexitásai befolyásolja a mérést ugyanis minél összetettebb egy folyamat annál nehezebben tudjuk azonosítani a részfolyamatokat, tevékenységeket és ebből következik, hogy a mérési paraméterek hozzárendelése is bonyolultabb (25).

4. Szervezet Bemutatása

A PARTNER PONT Kft. dinamikus fejlődésének, és hatalmas szakmai tapasztalatának köszönheti, hogy a térség legjelentősebb egyedi bútor gyártójává vált. 2004-ben kezdte el működését családi vállalkozásként, ekkor a fő vezérvonal az egyedi, személyre szabott, és a versenytársaknál jobb minőségű asztalosipari termékek előállítása volt. A széles termékpalettában megtalálható belsőépítészeti kiegészítők, bútorok, lépcsők, falburkolatok, nyílászárók. Az innovatív gondolkodásmódnak, köszönheti a cég mára bővült termék palettáját, amely tartalmaz szabadlommal védett 100%-ig vízálló, igényes, stílusos falburkolatot, aminek a sajátossága, hogy bármilyen fából készíthető, nem kell a legdrágább trópusi fát alapanyagként venni.

A vállalkozás fő profilja kültéri és beltéri nyílászárók, falburkolatok, lépcsők, konyhabútorok, beépített szekrények és belső berendezési tárgyak. Nincsenek hasonló termékek, mivel egyedi megrendelés alapján történik a tervezés és kivitelezés. A PARTNER PONT Kft profiljának megfelelően, működését támogató ügyvezető igazgató irányítása alatt folyik az értékesítés és a könyvelés. A termelési osztály vezetője jelenleg egy, négyfős csapat munkáját koordinálja. Mivel a marketingtevékenység ellátására nem lett külön részleg létrehozva, ezért ez az értékesítéssel foglalkozó személy feladatkörébe tartozik. A telephely Pest megyében szentendre ipartelepén található, ahol egy 400 m² műhely és egy 200 m² raktár áll rendelkezésre.

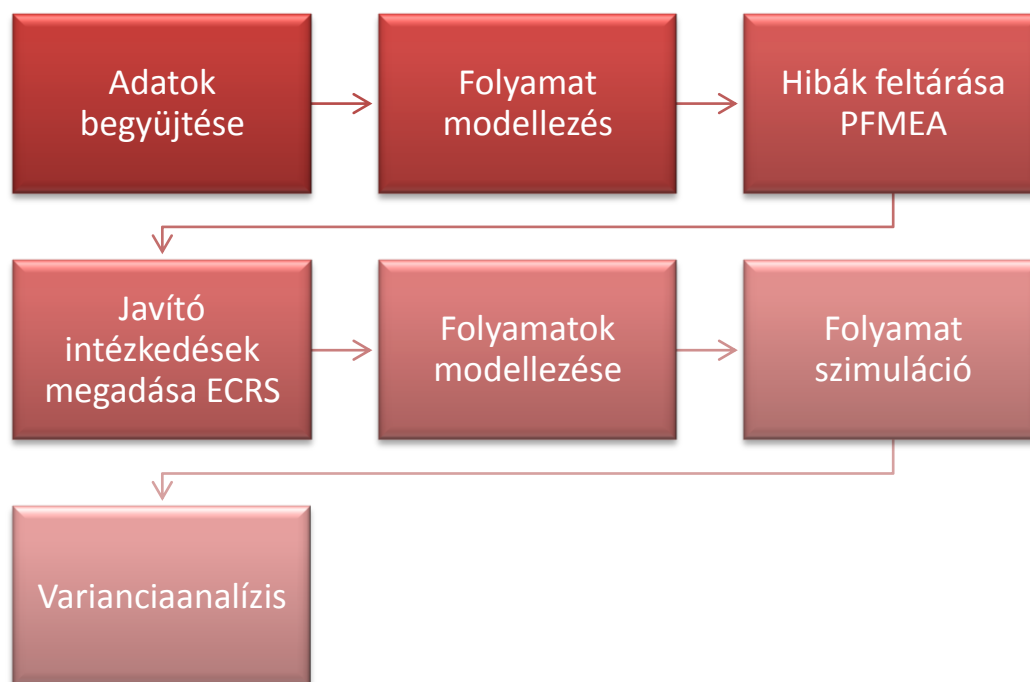
A kiváló minőségű, és exkluzív termékek készítésének feltételei kiváló alapanyag, megfelelő technológia, jó munkahelyi, megfelelő munkafeltételek és a megfelelő információ-áramlás biztosítása.



7. ábra Vállalat szervezeti felépítése (saját szerkesztés)

5. A folyamatracionalizálások gyakorlati megvalósítása

A 2012 évi nyári gyakorlatom során elvégzett folyamatfejlesztés a vártnál nagyobb eredményt hozott. De úgy gondolom, hogy a módszer fejlesztésével (PFMEA) még eredményesebb folyamatfejlesztést tudunk elvégezni. Ezért az alpmódszert (PFMEA) továbbfejlesztettem a következő képen. A folyamat modellezés és a hibák meghatározásáig minden ugyanúgy történik. Az alapesetben a hibajavító intézkedések megadását egyszerű brainstorming alapján végeztük el. Nyilván azoknál a hibáknál ahol egyértelműek voltak a lépések a megoldásra vonatkozóan, ott csak egyszerűen megadtuk a javító intézkedéseket. Az módosított módszernél az ötletroham helyett az ECRS módszerrel határozzuk meg a javító intézkedéseket. Ezáltal egy meghatározott út mentén dolgozzuk ki a megoldást. Ez azért jó, mert feltevésem szerint elég eshetőséget megvizsgál ahhoz, hogy jobb eredmény szülessen és átfogóbban lehessen meghatározni a javító intézkedéseket. A következő ábra mutatja be a folyamatfejlesztés teljes lépését.

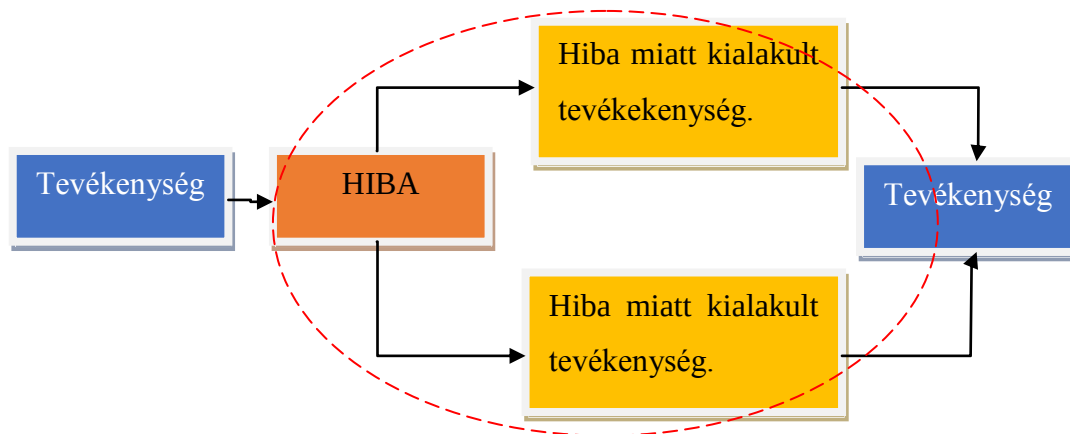


8. ábra A fejlesztés teljes lépései

Az ECRS-sel két fajta hibára tudunk javító intézkedést adni. Az egyik, amikor a hiba generál plusz egy hurkot a folyamatba. Ilyenkor a hibát kiváltó tevékenységet elemezzük le, és a kijavítására tett intézkedésnek meghatározzuk az RPN értékét. Ezután a hurokban levő tevékenységeket elemezzük és határozzuk meg az RPN értékét. A kettő RPN érték átlaga adja

meg az adott hiba kockázati számát. Nyilván, ha a hibát kiváltó tevékenységet sikerült eltüntetni a folyamatból és nem keletkezik hurok, akkor a második lépésnek nincs értelme.

A másik fajta hiba, amikor a folyamatban lévő hibás tevékenység nem generál hurkot a hiba kijavítására. Ilyenkor hibás tevékenységen végezzük el az elemzést. Az alábbi ábrák szemléltetik a hibák kialakulását a folyamatban.



9. ábra ECRS javítására hiba plusz hurok



10. ábra ECRS javítására hibás tevékenység

A meghatározott javító intézkedések után, elkészítünk egy folyamat modellt, melyben feltüntetjük a hibákat, valamint elkészítjük a racionalizált folyamatmodellt, melybe behelyezzük a javító intézkedéseket. Ezen a két modellen szimulációt végzünk, hogy meg tudjuk állapítani a folyamatok átfutási idejét, és a folyamatok költségét. Végül a két folyamaton varianciaanalízist futtatunk, ami megadja, hogy van-e a két folyamat között szignifikáns különbség.

A szakirodalomban nem találtam részletes (1-7) leírást az ECRS eljárásról. Az olvasottak alapján annyi megállapítás tudok tenni, hogy létezik műveleti és tevékenység ECRS. Mi a tevékenység ECRS-t használtuk. Az eljárásnál az általunk megfogalmazódott kérdések a következők:

Eltüntetni	Ezzel a tevékenységgel teremtünk-e értéket, ha mennyit?
	Az adott tevékenység elhagyása hogyan befolyásolná a folyamatot?
	Van-e másik olyan a folyamatra pozitívan ható tevékenység melynek a beépítésével a negatív

	tevékenységet elhagyhatom a folyamatból?
Párhuzamosít	Össze tudjuk-e vonni egy másik tevékenységgel?
	Betudunk-e építeni másik tevékenységet, amivel elérhetjük a párhuzamosítást:
	Található a folyamatba másik olyan tevékenység mivel eltudjuk végezni az adott tevékenységet is?
Átrendezés	Mi a helyes sorrend, hogy a folyamat, jobban, biztonságosabban, hatékonyan lefusson?
	Hogyan tudunk változtatni a sorrenden hogy az pozitívan hasson a folyamatra?
	Előbb vagy utóbb végezve a tevékenységet, változik-e az eredmény? Biztonságosabb hatékonyabb munka végzés?
Egyszerűsít	Milyen természetes erőket tudunk használni ahhoz, hogy, egyszerűsítsük a folyamatot?
	Hogyan tudjuk plusz egy tevékenység beépítésével egyszerűsíteni a tevékenységet?
	Hogyan tudjuk plusz műveletekkel beépítésével egyszerűsíteni a tevékenységet?
	Melyek azok a tanácsok, amik szükségesek ahhoz, amivel a munka színvonalát emelni tudjuk?

4. táblázat ECRS általunk meghatározott kérdések

Úgy próbálom meg eldönteni, hogy van-e haszna a fejlesztett módszernek, hogy az alapeljárással – amikor a tradicionális PFMEA-t használok – racionalizálok egy vállalati folyamatot. Majd ugyanazt az alapfolyamatot racionalizálok a fejlesztett módszerrel melynél módosított PFMEA-t használok ECRS eljárással kiegészítve. A két eljárással kapott idő- és költségadatokon varianciaanalízist végzek. Tehát egy folyamaton két racionalizálást végzek és megnézem, hogy melyikkel érünk el jobb eredményt. Fontos kiemelnem, hogy az adott vállalat folyamataira végzem el a vizsgálatot, ezért vállalat-specifikusan fogok következtetéseket levonni. Lássuk mely folyamatokon lesz használva a módszer

5.1 Alapfolyamat bemutatása

A folyamat melynek az optimalizálásával összehasonlítom a két módszert, a Partner-Pont Kft. egyedei bútor gyártási folyamata. A folyamat terméke egy 10m²-es felületű konyhabútor. Azért ez a termék, mert az egyedi bútorok gyártásánál minden termék más tevékenységen esik át, mire elkészül. Ámbár a konyhabútor az a termék, melynek a gyártásánál nagy valószínűséggel minden egyes tevékenység bekövetkezik, ami más termékénél is. A bútor két fő részből áll: az egyik a korpusz mely a tartó elem ez laminált faanyagból készül, a másik a front, mely tömör faanyagból készül.

A folyamat a termék tervezésével kezdődik, melyet a belsőépítész végez el. Ez után a terv eljut a projektfelelőshöz, aki elkészíti az szabás- és alkatrészjegyzéket. Ha a termékkel

szemben támasztott feltételek megkövetelik, akkor új beszállítót keresnek az alapanyag beszerzéshez. Nyilván ez nem történik meg, de a folyamat optimalizálásánál bevettük, mert maga a tevékenység lineárisan következik be, ha bekövetkezik. Ha nem akkor csak egyszerűen ki kell vonni a tevékenységhez tartozó időt a teljes folyamat időből. Az árajánlatok lebonyolítása után kiválasztjuk a megfelelő beszállítót. Telefonon vagy személyesen megtörténik az alapanyag beszerzés. Először a fronthoz szükséges alapanyag érkezik meg. Az első felületkezelés után következik a minta kialakítása. A minta elkészülte után beérkezik a bútor másik részéhez szükséges alapanyag. Ettől a résztől a folyamat kettéválk és a két rész gyártása párhuzamosan történik. A frontnál a következő lépés az újbóli felületkezelés, melynél az utolsó réteg felvitele és száradása után elkészül ez a termék rész. A másik termék résznél az alapanyag beérkezése után egy tevékenység van: a korpusz összeépítése. Úgy van időzítve a korpusz összeszerelése, hogy egy időben legyen kész a fronttal. Nincs konkrét időpont megadva a vasalatok és kiegészítők beszerzésére, amikor a többi projekt úgy engedi, akkor azokat hozzák. A beérkezett vasalat és kiegészítők után kialakítják a két termék részen a furatokat, majd az összeszereléssel elkészül a bútor.

Ez a folyamat lefutás ideális, amikor nincs a folyamatban hiba. Ezt tekintem alap rendszernek, amire a PFMEA hiba és hatásmód elemző módszer elvégzésével, detektáljuk a hibákat és megpróbáljuk azokat kijavítani.

5.2 Folyamat FMEA-val hibák detektálása.

A gyártási folyamat racionalizáláshoz folyamat-FMEA (PFMEA = process failure mode and effects analysis) elemzést végeztünk. A célunk az, hogy csökkentsük a folyamat teljes lefutási idejét és költségét a kritikus hibák feltárásával és azok kijavításával. A módszert egy háromfős csapattal végeztem el. Melyben résztvevők voltak: a Termelésirányító és két a folyamatban operatíván résztvevő kollega. Az elemzés elkezdődött azzal, hogy meghatároztuk az értékelendő rendszert és a rendszer időbeli és logikai struktúráját. A folyamat grafikus ábrázolásával, kibővített eseményvezérelt folyamatlánc diagram segítségével értük el ezt. A modell elkészítése és a csapat összeállítása után, kezdtük keresni a folyamatban a hibákat azok okait, és a folyamatra gyakorolt hatásaikat. A következő lépésben megállapítottuk a hibák előfordulási gyakoriságát. Érdekes módon megfigyeltük azt, hogy találhatók olyan hibák a folyamatban, melyek, ha bekövetkeznek újabb tevékenységet generálnak, ezzel nő a folyamat idő és költség. Vannak olyan hibák is melyek nem generálnak újabb tevékenységeket ezzel hurkokat, csak az alap lefutásuk nem megfelelő. A hibák detektálása után a kockázati rangsort határoztuk meg úgy, hogy az RPN számhoz megadtuk a hozzá

tartozó S, O, D értéket és ezen paraméterek szorzatával megkaptuk minden hiba kockázati számát, amelyeket sorba rendeztünk. Az RPN rangsor felállítása után, csak azokra a hibákat próbáljuk meg kijavítani melyek RPN értéke eléri a 135-ös értéket. Azért ez a határ, mert az e feletti kockázati számmal rendelkező hibamódok vannak nagyobb hatással a teljes folyamatra. Ezeket a hibákat nevezzük kritikus hibáknak. A kritikus hibák kijavításától várjuk azt, hogy a folyamat teljes lefutási ideje és költsége csökken. Persze a racionalizálás csak akkor eredményes, ha a hibajavítás megvalósítható.

Tevékenység	Hiba mód	Hiba hatása	Hiba okok	Hiba felfedezés	S	O	D	RPN
Szabásjegyzék megrendelése telefonon	Anyag nem felel meg a rendelésnek	Nem lehet elkészíteni a bútort	Pontatlan szabásjegyzék Rossz szállítás	Szemmel látható	10	6	4	240
Méretre vágás	Rossz méret	Nem lehet összeépíteni	Pontatlan vágás Gép rossz kalibrálás	Szemmel látható	7	2	5	70
Fedőzés	Szín nem megfelelő	Vevői elégedetlenség	Rossz felületkezelő anyag	Szemmel látható	7	2	6	84
Furatok kialakítása	Furat átmérő nem megfelelő	Nem lehet felszerelni a kiegészítőket	Rossz méret megadás kopott eszköz	Szemmel látható	5	7	6	210
Ragasztás	Nincs derékszög	Nem lehet összeilleszteni a frontot	Mérés nem az átmérő síkján történt	Szemmel látható	8	2	5	80
Erőforrásokat másik bútor is felhasznál	Elfogyott az alapanyag	Csúsznak tevékenységek	Másik bútorhoz felhasználták az alapanyagokat	front összeszerelés/	8	6	5	240
Beszállító nem szól időben, hogy nincs anyag	Késik a szállítás	A folyamat lefutási ideje megnő	A beszállító későn jelzi a problémáját	Gyártás közben összeszerelésnél	8	2	3	48
Árajánlat elfogadása sok idő	Késik az árajánlat	a folyamat lefutási ideje megnő,	Kommunikáció hosszú	T4 tevékenység	7	5	4	140

5. táblázat FMEA hiba feltáró űrlap

Az alábbi táblázatban foglaltam össze a rangsort. A vörös színű értékekhez tartozó hibákat próbáljuk meg kijavítani. De előtte kifejttem a kritikus hibákat és azok okait.

1 RPN: 240	5 RPN: 84
2 RPN: 240	6 RPN: 80
3 RPN: 210	7 RPN: 70
4 RPN: 140	8 RPN: 48

6. táblázat RPN rangsor

Az első hiba a folyamat elején jön létre. A hiba ok például lehet az, hogy a szabásjegyzék rosszul lett megírva, vagy a rendelés rosszul lett leadva, vagy a szállító rossz anyagot szállít. Az első hiba ok merül fel a legritkábban, ezért a későbbikében azt fogjuk vizsgálni, hogy a másik kettő miért alakul ki. Ha a hiba bekövetkezik, akkor a *tömörfa szállítása/átvétele* és a *laminált szállítása/átvétele* tevékenységeknél lehet észrevenni. A tömör fa szállítása 8 vagy 35 munkaóra is lehet. Ez attól függ, hogy mikor adjuk fel a rendelést, mert csak meghatározott napokon van területi szállítás. Kérhetünk egyéni kiszállítást is, de az plusz költséggel jár. A laminált faanyag szállítása 14-41 óra, és rá is azok vonatkoznak, mint a tömör fára. Ezt a termékrészt is lehetne együtt szállítani a tömörfával, de rá nincs szükség jó ideig a folyamatba ezért csúsztatva szállítják. A hiba súlyossága eléggé komoly, hiszen ha a szállítás rosszul történik meg, akkor újra kell rendelni, és ezzel rengeteget csúszik a folyamatunk. A legrosszabb a folyamatra nézve, ha mind a két termékrésznél bekövetkezik a hiba. A következő hiba a vasalatok felszerelésénél következik. Ennek az oka, hogy nem áll rendelkezésre a megfelelő alapanyag. A cég meghatározott alapanyagokkal dolgozik, amely minden bútornál megegyezik. Ennek oka a minőség. De pont emiatt előfordulhat, hogy másik projekt előbb felhasználja a standard alapanyagokat. Ezek az alapanyagok személyes beszerzés által kerülnek be a termelésbe, ezért ha a hiba bekövetkezik, akkor újbóli beszerzésre kell, hogy sor kerüljön. Ez nem kívánatos, mert így is akár napokat csúszhat a termék legyártása. A harmadik hiba a folyamat végén keletkezik, amikor a vasalatokat és kiegészítőket felszereljük fel. Vagyis nem szereljük fel, mert a kialakított furatok nem megfelelőek. A hiba oka lehet, hogy rossz méretmegadás történt, vagy rossz furatkialakítás. A legsúlyosabb, azaz eset, amikor a helyszínen vesszük észre a hibát, mert akkor vagy eszközért kell visszamenni vagy a komplett bútort kell visszavinni a műhelybe. Ez vevői elégedetlenséget és időnövekedést eredményez a folyamatban. Az utolsó hibát, ami a folyamat legelején következhet be, utoljára hagytam a tárgyalásban. Azért, mert ez rendelkezik a legkisebb RPN értékkel továbbá a hibához tartozó tevékenység nem minden

folyamat lefutásnál jelenik meg, hiszen nem kell minden esetben új beszállítótól árajánlatot kérnünk. A hiba az, hogy az árajánlat lebonyolítása sokáig tart. A hiba okai, hogy a belső rendszeren hosszú utat kell megtennie mire, elfogadják, vagy a külső cég későn küldi vissza. Ez azért nagy gond, mert bizonyos beszállítóknál ciklikus kiszállítás, tehát meghatározott napokon küldik az anyagot. Ha rossz időben történik az árajánlat lebonyolítása, akkor később kapjuk meg az alapanyagot, így csúszik a többi tevékenység is és a folyamat átfutási ideje megnő. Ezeket a hibákat építem be az alapfolyamatba, amire elvégzem a szimulációt, hogy meghatározzam a folyamat idejét és költségét. A következő fejezetben bemutatom azokat a tevékenységeket, melyeket a hibák kijavítására hoztunk.

5.3 Hagyományos FMEA által meghatározott javító intézkedések

Folyamat FMEA		Részleg: Egyedi konyhabútor						Dátum: 2013.09.16	
Tevékenység	Hiba mód	Javasolt intézkedés	Határidő	S	O	D	RPN		
Szabásjegyzék megrendelése telefonon	Anyag nem felel meg a rendelésnek	Informatikai rendszer bevezetése	2012.11.03	10	2	1	20		
Furatok kialakítása	Furat átmérő nem megfelelő	Plusz egy ellenőrzési tevékenység beépítése a folyamatba	2013.10.29	5	0	4	0		
Erőforrásokat másik bútor is felhasznál	Elfogy az alapanyag	Ellenőrző tevékenység beépítése	2013.09.25	7	3	3	63		
Árajánlat lebonyolítása	Késve történik meg	Email forgalom fokozása a felek között.	2013.10.01	5	4	3	60		

7. táblázat PFMEA által javasolt intézkedések

Az első hiba javítására tett javaslat a következő: Bevezetünk egy informatikai rendszert mellyel a rendelések lebonyolítása egyszerűbb, pontosabb és az alapanyagainkat is figyelemmel tudjuk kísérni. Ennek a működése a következő: Sablon űrlapokkal történik a rendelés. A szabásjegyzéket tételesen rögzítjük az űrlapon, amit e-mailen keresztül elküldünk a külső céghez. A beszállító küld egy visszaigazolást, amiben feltünteti, hogy milyen feltételek mellett tudja teljesíteni a rendelést. Leellenőrizve az űrlapot jóváhagyjuk a rendelést,

vagy korrigáljuk a tételeket. Ennek a rendszernek több előnye is van. A beépített plusz egy ellenőrzési tevékenységgel kiküszöböltük azt a lehetőséget, hogy a hiba a rossz szabásjegyzék megadása miatt következzen be, ezzel a plusz alapanyag költséget keletkezését kizártuk a folyamatból. Így rossz szállításból keletkezhet hiba, aminek a költségei a külső céget terheli. Ebben az esetben is sajnos nekünk keletkezik idővesztés, de a kockázati szám meghatározásánál nagyon jó értéket kapunk. A hiba bekövetkezési valószínűségének a csökkentésére szükség van egy kisebb beruházásra.

A második hiba javítására tett javaslat a következő: Standard alapanyagokat használ fel a vállalat minden bútornál, ezért szükséges kijelölni egy helyet a munkakörnyezet közelében ahova az adott bútorhoz használt alapanyagot elkülönítik. Minden bútornak a megfelelő helyen a megfelelő mennyiségű alapanyag a rendelkezésre áll. Így ez a hiba csak figyelmetlenségből fordulhat elő, ha egy prioritást élvező másik projektnek szüksége van az alkatrészekre, vagy a dolgozók előre rosszul határozták meg a mennyiséget az adott alkatrészekből. Ezzel a megoldással a hiba bekövetkezési valószínűsége lecsökkent 0,07-ről 0,02-re.

A harmadik hiba javítására tett javaslat a következő: Mivel egyedi terméket gyártunk ezért sokszor egyedi kérések alapján kell bizonyos kiegészítőket kialakítani. Ilyenkor előfordulhat, hogy az adott kiegészítőt le kell gyártani vagy gyártatni. Ebben az esetben az első leadott méret nem mindig egyezik meg a tényleges mérettel és nem lehet a kiegészítőt felszerelni. A probléma orvosolására beépítünk egy újabb ellenőrző tevékenységet mellyel az adott eszközt és a méreteket ellenőrizzük le. Az ellenőrzés rövid időt vesz igénybe és a hiba bekövetkezését 0,00-ra tudjuk csökkenteni, vagyis sikerült eltüntetni a folyamatból a hibát.

A negyedik hiba kijavítására tett javaslat a következő: Egy új beszállítóval való szerződéskötéshez két személynek kell engedélyezni a megbízást. Ha a külső cég gyorsan küldi vissza az árajánlatot és a vállalaton belül az egyik személy például éppen egyeztet, akkor az aláírás addig vár ameddig ez a személy meg nem nézi a szerződéseket. Sajnos előfordult, hogy ez 1-2 napot is igénybe vett. A megoldás a belső kommunikáció fokozása, minden reggel a megbeszélésen erre a pontra is kitérni, illetve ha új szerződéskötés történik, akkor aznap figyelmeztető jeleket kapnak a felek, hogy ne felejtődjenek el az egyeztetések. Ehhez a hibához tartozó javító intézkedéseket nem tudom a folyamatban feltüntetni, mert a folyamat kezdetétől és befejezésétől független helyen és időben történik. Ezért a megoldáshoz tartozó legkedvezőtlenebb adatokkal számolok a szimulációnál.

Ezeket a hibajavító intézkedéseket, tevékenységeket beépítem a folyamatba és szimulációval meghatározom az átfutási idejét és költségét, melyet az 5.5 fejezetben ismertetek.

A következő részben azokat a hibajavító tevékenységeket mutatom be részletesen, amelyeket az ECRS alapelvek alapján határoztunk meg.

5.4 ECRS-el módosított folyamat FMEA által megadott javító intézkedések

Minden hiba kijavításához a fentebb említett kérdéscsoporton átmentünk és megpróbáltuk a hibát eltüntetni a folyamatból, vagy a hiba által keletkezett plusz tevékenységeket párhuzamosítani, hogy a folyamatidőnk csökkenjen. A harmadik eset volt a hibát kiváltó tevékenység felülvizsgálása, átrendezés szempontjából, aminek az eredménye képen eltűnik a hiba, vagy a bekövetkezési valószínűsége csökken. Végül megvizsgáltuk, hogy hibás tevékenységet, illetve annak a műveleteit tudjuk-e egyszerűsíteni. Remek volt, hogy egy megadott sablonnal minden hiba okot megvizsgáltunk, mert így találtunk olyan összefüggéseket, amiket az előző módszernél nem vettünk észre, vagy ha észrevettünk nem tudtuk, hogy hogyan valósítsuk meg. De itt mivel minden hibára feltettük az adott kérdéseket és az adott válaszok alapján rangsoroltuk a javító intézkedéseket így más megközelítésből is meg tudjuk oldani a problémát. Az hogy, ez eredményesebb-e arra majd a szimuláció és a varianciaanalízis fog választ adni, de nézzük most a hozott javító intézkedéseket.

Folyamat FMEA		Részleg: Egyedi konyhabútor Dátum: 2013.09.16								
Tevékenység	Hiba mód	Javasolt intézkedés	E	C	R	S	S	O	D	RPN
Szabásjegyzék megrendelése telefonon	Anyag nem felel meg a rendelésnek	Informatikai rendszer bevezetése	X		X		10	1	1	10
Furatok kialakítása	Furat átmérő nem megfelelő	Plusz egy ellenőrzési tevékenység beépítése a folyamatba		X	X		5	0	4	0
Erőforrásokat másik bútor is felhasznál	Elfogy az alapanyag	Ellenőrző tevékenység beépítése		X	X		7	0	3	0
Árajánlat lebonyolítása	Késve történik	Email forgalom fokozása				X	5	4	3	60

8. táblázat ECRS FMEA által javasolt intézkedések
E=Eliminate; C=Combinate; R=Rearrange; S=Simplify

Az első hiba javítására tett intézkedés a következő: A fentebb írt informatikai rendszer bevezetése mellyel tudjuk kellőképpen dokumentálni, nyomonkövetni a megrendeléseinket, és sablonszerű űrlappal és visszaigazolással lebonyolítani az alapanyag rendelést. De kiegészítve egy olyan tulajdonsággal, hogy a program összehasonlítsa a tervező által készített rajz elemeit a szabásjegyzékkel, hogy a visszaigazolt elemlistával a kivitelezés megoldható-e? A kérdés, amivel ez a javító intézkedés született. A hiba egyik oka a faipari cég által elkövetett tevékenységből keletkező rossz szállítás eltüntethető-e a folyamatból? Az informatikai rendszer beruházásánál számításba kell venni ezt a modult is, és ha van lehetőség, akkor még csökkenthető a hiba bekövetkezésének a valószínűsége.

A második hiba javítására tett javaslat: Kialakítani azt a helyet ahol tartjuk minden projektnek a standard alkatrészeit. Továbbá az alapanyag beszerzést korábbi időszakra hozni a modellbe, amivel megoldható azaz eset, ha a hiba bekövetkezik, akkor az alapanyag újraszállítását még időben ellehet intézni, ezáltal a következő tevékenység nem vár, és nem csúszik a folyamat. Így párhuzamosítottuk és átrendeztük a folyamatunkat, amivel pozitív fejlődést várunk. Még egy intézkedés van, amivel a hiba bekövetkezése 0,00-ra csökkenthető, ami nem más, mint az informatikai rendszerbe beépíteni egy készletfigyelő modult, amivel ha a meghatározott szint alá csökken az alapanyag, akkor a program jelez és esedékes az újabb beszerzés.

Harmadik hibára tett javító intézkedés. Itt is a párhuzamosítás és átrendezés elvet alkalmazzuk. A furat kialakítására vonatkozó ellenőrző tevékenységet beépítjük a vasalat ellenőrzés tevékenységbe, ezáltal párhuzamosan végezzük el az ellenőrzést mind a kettő tevékenységre vonatkozóan, valamint átrendezzük a folyamatot és ezt az ellenőrzést felvisszük a baloldali ágba így szimultán történik, még a másik ágba folyik a gyártás.

A negyedik hibára tett javító intézkedés nagyon egyszerű. A vállalaton belül két ember szükséges ahhoz, hogy egy szerződést megkössenek. Megvizsgáltuk azt, hogy valóban szükséges-e mind a két ember ehhez a tevékenységhez. Arra a következtetésre jutottunk, hogy lényegében egy ember birtokában van azon információ, amivel lehet dönteni, így a másik ember felesleges. Ezáltal az eltüntet eljárást alkalmazzuk persze kicsit átértelmezve, hiszen itt nem tevékenységet, hanem személyt tüntettünk el a tevékenységből, de ahhoz hogy ez létrejöhessen, picit át is kell rendezni az adott tevékenységet, így az eltüntet és átrendez elveket alkalmazzuk.

Összességben megállapítom, hogy az ECRS módszer alapelveivel meghatározott hibajavító tevékenységek átfedésben vannak az alap módszer által meghatározottakkal, de a megvalósítás másképpen történik. Ez pedig abból következik, hogy az ECRS alapelvek

alapján közelítettük meg és próbáltuk megoldani a problémákat. Az átrendez és párhuzamosít elveket használtuk többször. Az alapelvek rávilágítottak olyan összefüggésekre is, amiket az előző módszer alkalmazásánál nem vettünk észre.

A következő fejezetben bemutatom a szimulációs módszert, amit alkalmaztam, hogy meg tudjam határozni a teljes folyamat időket és költségeket, valamint bemutatom ennek eredményeit is minden folyamatra nézve.

5.5 Folyamatok átfutási idő- és költség elemzése

Annak érdekében, hogy a feltevéseimet alá tudjam támasztani vagy elvetni és ezzel válaszolni a kutatási kérdéseimre, szükséges a jelenlegi folyamat átfutási idő és költség szempontú elemzése. A szimulációval elvégzett kutatás eredményeit fogom összehasonlítani: a tradicionális FMEA által végzet szimuláció eredményeivel és a módosított FMEA által végzet szimuláció eredményeivel. A folyamathoz tartozó paraméterek értékei egyenletes eloszlás alapú optimista és pesszimista becslések. Ezek a paraméterek: idő és költség. Optimista idő a legrövidebb idő, ami alatt a tevékenység bekövetkezik. A pesszimista idő a legkedvezőtlenebb, leghosszabb idő, ami alatt a tevékenység lefut. A tevékenység költségeit idő által meghatározott bérköltségekkel számoltam. Egy óra idő bérköltsége 300 P\$. Ezzel az értékkel szoroztam be a tevékenységek optimista és pesszimista idő egységeit. Így megkaptam a tevékenység optimista és pesszimista költségét. Azért ezzel a P\$-ral számoltam, mert nem publikusak a Partner - Pont Kft. adatait. A P\$ értékét úgy határoztam meg, hogy egy a forinton elvégzett matematikai művelettel megadtam a P\$. Ez bármikor visszafejthető. A tradicionális FMEA és a módosított FMEA által meghatározott hibajavító intézkedések tevékenységeit beépítem a folyamatba és azok költség és idő adatait is a fentebb említett módon határozom meg. A mellékletben ezek a táblázatok megtalálhatóak.

Miután a szükséges adatok a rendelkezésemre állnak a Microsoft Office Excel-el tudom végezni a folyamat teljes átfutási idejének és teljes költségének a meghatározását.

5.6 PFMEA által módosított folyamat idő és költség elemzése.

Először azt a folyamatot elemzem melybe beépítettem az FMEA által detektált kritikus hibákat. Első lépésben a folyamat teljes átfutási idejét határozom meg. Az Excel munkalapra a folyamat időbeli és logikai struktúráját figyelembe véve minden tevékenységre bevitettem az optimista és pesszimista idő adatokat. Ezen adatok felhasználásával minden egyes tevékenységre generáltam egy értéket, az egyenletesen elosztott véletlen számgeneráló VÉL függvény segítségével. Minden egyes értéket beszoroztam az adott tevékenységhez tartozó

bekövetkezési valószínűségével. Erre azért van szükség, mert vannak olyan tevékenységek, amelyek nem minden esetben következnek be a hibák miatt.

$$[(VÉL()*(Tp-To)+To)*V] \quad (1)$$

T_p = pesszimista idő, alsó korlát

T_o =optimista idő, felső korlát

V = bekövetkezés valószínűség

Ezáltal szimuláltam minden tevékenységhez 10,000 tevékenység lefutást. Ezekkel az adatokkal számolva megtudok határozni 10,000 db folyamat lefutást. A folyamat teljes átfutási idejének a meghatározásánál figyelembe kell venni azt, hogy vannak olyan ágak melyek párhuzamosan futnak le, illetve szerepelnek olyan ágak melyeket a KIZÁRÓLAGOS VAGY operátor oszt ketté. Az operátorokat figyelembe véve megadtam a folyamat teljes költségét úgy, hogy összeadtam egy folyamatra vonatkozó tevékenységek értékét de a párhuzamosan folyó ágaknál kivontam a MIN függvénnyel ahhoz az ághoz tartozó értékeket melyek előbb lefut mint a vele párhuzamos hosszabban lefutó ág. Ezt elvégeztem az összes szimulált folyamatra és megkaptam 10,000 db folyamat átfutási idejét. A kapott eredményekből ki tudtam számolni az ÁTLAG és SZÓRÁS függvények használatával a folyamatok átfutási idejének átlagát és szórását. Ez azért fontos, mert adott megbízhatósági szint mellett így meg tudom adni a folyamat teljes lefutási idejét a 10,000 szimulációból következő függvénnyel.

$$[=INVERZ.NORM(M;TPTÁ;TPTS)] \quad (2)$$

M = megbízhatósági szint 95%

$TPTÁ$ = Teljes folyamat átfutási idő átlaga 10,000 szimuláció alapján

$TPTS$ = Teljes folyamat átfutási idő szórása 10,000 szimuláció alapján

A jelenlegi (hibás) folyamat esetén kapott eredményeket a következők. A szimulált folyamatok átlaga 66,7 óra. A szimulált folyamatok szórása 7,66 óra. A megbízhatósági szintnek 95%-ot adtam. Így 10,000 szimuláció alapján megállapítható hogy egy 10m²-es konyhabútor 80,042 óra alatt készül el. A csoport által ez az idő elfogadott, mert 8 órás napi munkaidővel számolunk így 10 nap alatt készítenek el egy ilyen terméket.

A folyamat teljes költségének meghatározására is a fentebb leírt módon számoltam. Annyi különbséggel hogy a párhuzamos ágaknál a rövidebbiket nem vontam ki, mert költség minden elvégzett tevékenység után keletkezik. Itt is megadtam a sokaság ÁTLAGÁT mely 65745,75 P\$ a SZÓRÁSÁT mely 1081,5 P\$. Szintén 95% megbízhatósági szintet vettem alapul így a 10m² –es konyhabútor 67516 P\$ költséggel készül el. **Tehát a jelenlegi gyártásban 80,042 óra alatt és 67516 P\$ költséggel tudjuk elkészíteni a konyhabútort.**

5.7 Hagyományos PFMEA által javított folyamat idő és költség elemzés

Látható hogy az első hibát nem tudjuk teljesen eltüntetni a folyamatból, de az informatikai támogatás bevezetésével csökkenthetjük annak bekövetkezését. A furatok kialakításánál a hiba okát megszüntettük így annak bekövetkezése 0. A vasalat felhasználási hiba maradt még bent a folyamatban, de ennek is a bekövetkezési valószínűségét csökkentettük, ezáltal a hiba ritkábban fordul elő. Látható hogy a folyamat modellünk kicsit átalakult és 30 helyet 31 tevékenységgel fut le. A szimuláció fogja megadni az eredményt, hogy a racionalizálás hozott-e pozitív változást a folyamat idejére és költségére nézve.

A szimuláció során az eredeti adatokkal számoltam kivéve ott ahol változott a tevékenység ideje vagy költsége. A szimulációt a fentebb leírtak alapján végeztem el és 10,000 lefutást figyelembe véve a folyamat átlaga ideje 60,25 óra a szórása 7,54 óra. 95%-os megbízhatósági szint mellett a folyamat teljes lefutási ideje 73,01 óra. Látható hogy a racionalizálásnak köszönhetően a terméket 7 órával rövidebb idő alatt le tudjuk gyártani. A racionalizált folyamathoz tartozó költségek a következők: szimulációk költség átlaga: 61510,3 P\$; szórás 839,5 P\$. 95%-os megbízhatósági szintet alapul véve a folyamat teljes költsége 61325 P\$. **Tehát a javított folyamatban a terméket 73 óra alatt tudjuk elkészíteni és 61325 P\$ költséggel.** A következő részben megvizsgálom azt, hogy a módosított FMEA-val jobb eredményeket érünk-e el a racionalizálás során.

5.8 Módosított PFMEA által javított folyamat idő és költség elemzése.

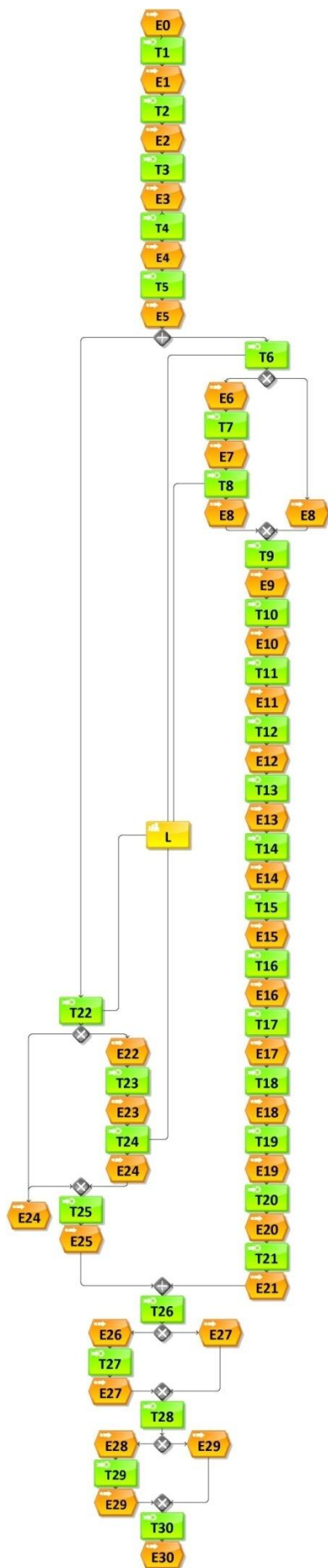
Az első hibának a bekövetkezési valószínűségét csökkentettük azzal, hogy az informatikai rendszer összehasonlítja a tervező által készített terv elemlistáját a szabás jegyzék elem listájával. Hozzá kell tennem, hogy erre egy egyszerű Microsoft Excellel is képesek vagyunk, nem kell több milliós beruházásra költeni, hogy egy komplex szoftver megvásároljunk, egy ilyen egyszerű funkció igénye miatt. Továbbá azzal hogy összevontunk, párhuzamosítottunk két ellenőrző tevékenységet és párhuzamosítottuk a vasalat rendelése és a

front gyártása tevékenységeket, ezáltal csökkent az előzőhöz képest a folyamatunk tevékenység száma.

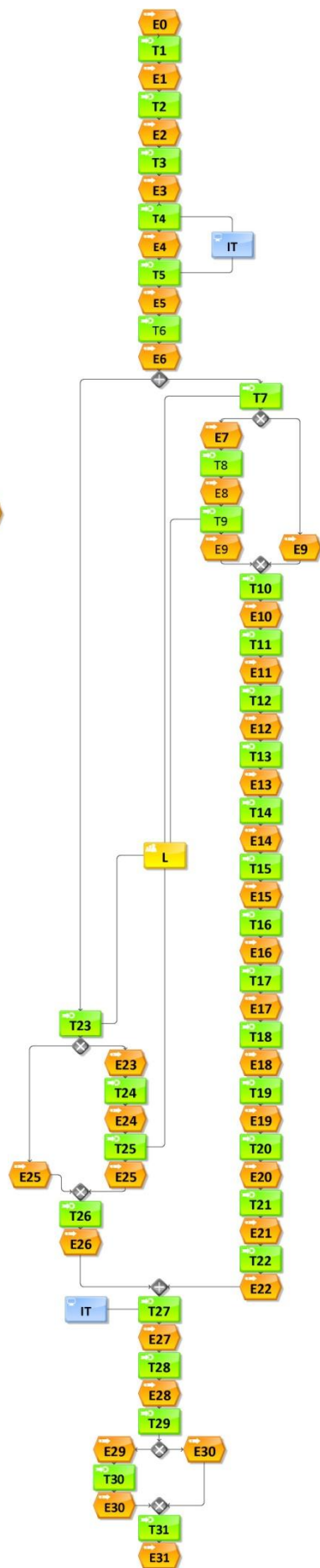
A fentiekben leírt módon itt is elvégeztem a szimulációt figyelembe véve a folyamat időbeli és logikai struktúráját. A kapott eredmények a következők. A folyamat lefutásánál a szimulációs sokaság átlaga 55,8 óra. a szórása 8,1 óra. 95%-os megbízhatósági szintet figyelembe véve a folyamat teljes lefutási ideje 68,21 óra. Körülbelül így 12 órával előbb be tudjuk fejezni a bútorgyártást az alap folyamathoz viszonyítva és körülbelül 5 órával előbb betudjuk fejezni a folyamatot az előző racionalizáláshoz képest, ha módosított FMEA-val racionalizáljuk a folyamatot.

De nézzük meg hogy ez költségekben milyen eredményeket ad. A 10,000 sokaság átlaga 59815,9 P\$ a szórása 758,9 P\$. Itt is a 95%-os megbízhatósági szinttel számolva a folyamat teljes költsége 600145 P\$. A költségek tekintetében is értünk el csökkenést az első racionalizáláshoz képest, de koránt sem akkorát, mint az idő tekintetében. 1200 P\$-os csökkenést ez úgy 2%-os költség csökkenés az első racionalizáláshoz képest. 14%-os csökkenést az alap folyamathoz képest mely 7400 P\$ csökkenést eredményezett számunkra.

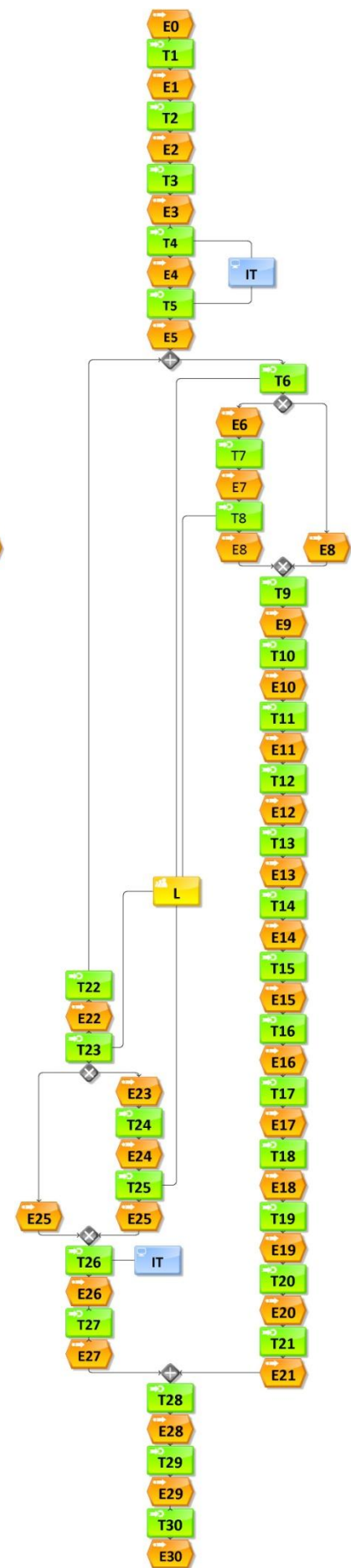
A következő ábrákon látható a folyamatmodellek és grafikonokon a racionalizálásokkal elért eredmények.



11. ábra Hibás folyamat

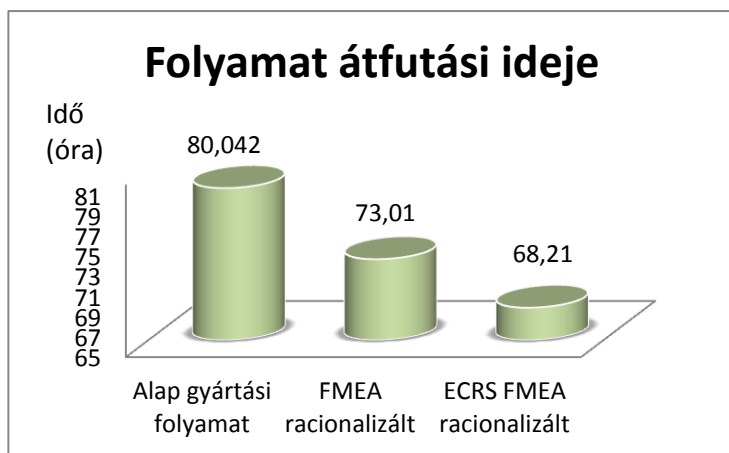


12. ábra Hagyományos
PFMEA-val racionalizált

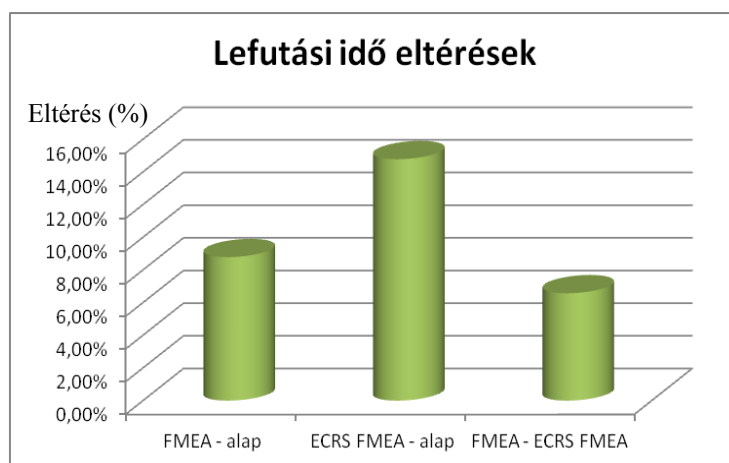


13. ábra Módosított PFMEA-
val racionalizált

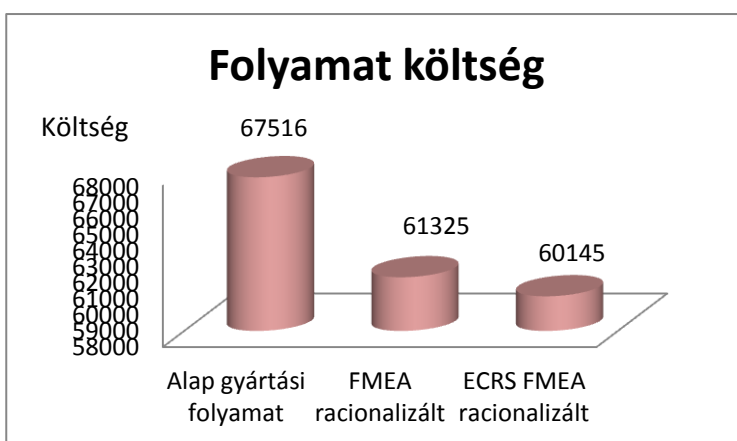
5.9 Racionalizálás eredményei összefoglalva



14. ábra folyamat idők



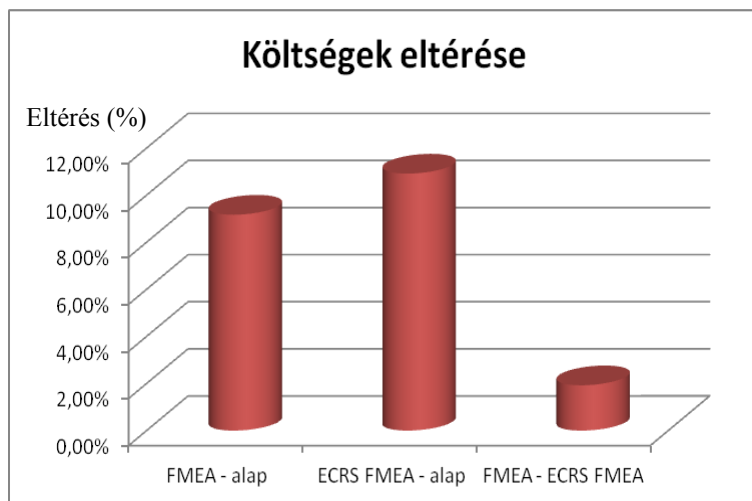
15. ábra idő eltérések százalékban



16. ábra folyamat költségek

Az ábrán látható hogy mind a kettő racionalizálással tudunk csökkenést elérni a folyamat lefutási idejére vonatkozóan. A hagyományos FMEA-val a csökkenés 7 óra. Ez azt jelenti hogy majdnem 1 nappal tudtuk csökkenteni a folyamat lefutásához szükséges időt. Az ECRS FMEA-val végzett racionalizálással közel 12 órával tudtuk csökkenteni a folyamatot vagyis 14%-os csökkenést tapasztalhatunk. A két racionalizálás között pedig 6%-os csökkenés az eredmény az ECRS FMEA javára.

A folyamat teljes költségét tekintve, racionalizálva a folyamatot a tradicionális FMEA-val közel 6500 P\$ csökkenést értünk el. Az ECRS FMEA-val racionalizált folyamatnál közel 7500 P\$ költség csökkenést értünk el. A két módszert összehasonlítva kisebb az eredmény mint az időt tekintve itt mindössze köze 1200 P\$ a különbség



17. ábra költségek közötti eltérések százalékban
 itt ez az eredmény csekélyebb. A következő fejezetben bemutatom az egyváltozós varianciaanalízis eredményeit. Ezzel tudom megállapítani, hogy az alap folyamat és a hagyományos FMEA-val racionalizált folyamat között van-e szignifikáns különbség, továbbá hogy a hagyományos FMEA-val racionalizált és az ECRS FMEA-val racionalizált folyamat között van-e szignifikáns különbség.

Megállapíthatjuk, hogy időben jelentős javulást tudtunk elérni mind a kettő módszer alkalmazásával és ráadásul a javulás még nagyobb ha az ECRS FMEA-t alkalmazzuk a folyamat racionalizálásakor. A folyamat időt tekintve is megfigyelhetünk javulást a két módszer alkalmazása között, de

5.10 A folyamat szimulációk eredményeinek szignifikancia szint vizsgálata.

Ebben a részben varianciaanalízissel hasonlítom össze a folyamatok lefutási idejét, és költségét abból a célból, hogy megállapítsam, hogy a folyamatok között van-e szignifikáns különbség. Microsoft Office Excel programot használtam az elemzés elvégzésére. A folyamatidejére és költségére vonatkozó felhasznált adatok a 10,000 db szimulált teljes folyamat lefutási idő és költség az alap folyamatnál, az FMEA által racionalizált folyamatnál és az ECRS FMEA által racionalizált folyamatnál. Akkor jelenthetjük ki hogy van szignifikáns különbség a két folyamat között, ha a szignifikancia szint kisebb mint 0,05. Az eredményül kapott szignifikancia szint mind a 3 folyamatot összehasonlítva 0,00 lett. Tehát kijelenthetem, hogy az alap és az FMEA által racionalizált folyamat között szignifikáns különbség van és az FMEA által racionalizált és az ECRS FMEA által racionalizált folyamat között is szignifikáns különbség van.

6. Eredmények értékelése

Az elért eredmények alapján a feltételezéseim és a kutatási kérdésem megválaszolhatóak. Miszerint:

Első Kérdés: Csökkenthető-e a folyamatok átfutási ideje a folyamatok racionalizálásánál, az alap eljárás alkalmazásakor becsült átfutási időhöz képest, ha a PFMEA-ban a javító intézkedések meghatározásához ECRS módszert használunk? Ehhez tartozó feltételezés.

Első Feltételezés: Ha az ECRS módszert használjuk iránymutatásnak a folyamat hibamód és hatás elemző módszer alkalmazásánál, a hiba javító intézkedések megadására akkor a folyamatunk becsült átfutási ideje csökken, az alap eljárás használatakor becsült folyamat átfutási időhöz képest. A feltételezést igazoltam ezáltal a kutatási kérdésre a válasz **igen**.

Második kérdés: Csökkenthető-e a folyamatok költsége a folyamatok racionalizálásánál, az alap eljárás alkalmazásakor becsült költséghez képest, ha a PFMEA-ban a javító intézkedések meghatározásához ECRS módszert használunk? Ehhez tartozó feltételezés.

Második feltételezés: Ha az ECRS módszert használjuk iránymutatásnak a folyamat hibamód és hatás elemző módszer alkalmazásánál, a hiba javító intézkedések megadására akkor a folyamatunk költsége csökken a folyamat racionalizálásánál, az alap eljárás használatakor becsült folyamat költséghez képest. A feltételezést igazoltam ezáltal a kutatási kérdésre a válasz **igen**.

Tehát a Partner – Pont Kft.-nél az egyedi bútorgyártási folyamat racionalizálásánál, ha a tradicionális PFMEA és az ECRS módszer alapelveit kombinálva használjuk, úgy hogy az ECRS alapelvek segítségével határozzuk meg a hibajavító tevékenységeket, akkor a folyamat racionalizálásánál idő és költség csökkenést érhetünk el, mintha a hagyományos PFMEA-val racionalizáltuk volna a folyamatot.

Azt tapasztaltam, hogy a hibák megoldására hozott intézkedéseket egyszerűbb volt megtalálni, mert az ECRS elvek egy fajta keretet biztosítottak számunkra.

A racionalizálás eredményeképpen született tevékenységek közül a szabásjegyzék megrendeléséhez szükséges informatikai rendszert és a vasalatok ellenőrzéséhez szükséges tevékenységeket a szervezet bevezette és alkalmazza.

7. Összefoglalás

Dolgozatomban választ kerestem arra, hogy a folyamat fejlesztésekor ha ECRS módszer elveivel határozzuk meg a PFMEA-ban a javító intézkedéseket, akkor jobb kimenetelű eredményeket kapunk a folyamat átfutási idejére és költségére vonatkozóan a Partner – Pont Kft. egyedi bútorgyártási folyamatánál. Ennek a megállapítására elvégeztem két fajta folyamat racionalizálást. Egyik esetben a tradicionális PFMEA-t használva, másik esetben a módosított PFMEA-t alkalmazva (ECRS-el kibővített). A racionalizálásból származó eredményeken varianciaanalízist végeztem, hogy megtudjam van-e szignifikáns különbség a folyamatok között.

Először kibővített eseményvezérelt folyamatlánc diagram segítségével modellezte a gyártási folyamatot. A folyamatban szereplő tevékenységekhez hozzárendeltem a szakértői becslés alapján megadott idő és költség adatokat. Ezután tradicionális PFMEA eljárással feltártuk a kritikus hibákat és azokra javító intézkedéseket tettünk. A hibákat beépítve elkészítettem egy folyamatmodellt és a javító intézkedéseket beépítve szintén elkészítettem egy újabb folyamat modellt. Microsoft Office Excel program segítségével elkészített Monte-Carlo szimulációval megadtam a folyamatok átfutási idejét és költségét. Majd a módosított PFMEA-val is megkerestük a kritikus hibákat melyben az ECRS módszer elvei alapján meghatároztuk a hibajavító tevékenységeket. Az így kialakult új folyamatnak is meghatároztam a folyamat teljes költségét és idejét. Következő lépésben a hibás folyamat a hagyományos FMEA-val fejlesztett és a módosított FMEA-val fejlesztett folyamat átfutási idő és költség adatain egyváltozós varianciaanalízist futattam, hogy megállapítsam folyamatok között van-e szignifikáns különbség.

A kapott eredmények alapján a kutatási feltételezéseket és kérdéseket kiértékeltem.

Kiderült számomra hogy a Partner – Pont Kft. gyártási folyamatának a folyamat racionalizálásánál, ha a fentebb írt módosított PFMEA eljárást alkalmazzuk, akkor eredményesebb folyamatfejlesztést tudunk véghezvinni mintha a tradicionális FMEA-t alkalmaznánk.

8. Irodalom jegyzék

1. Masaaki Imai (1997): Gemba Kaizen: A Commonsense, Low-Cost Approach to Management; Copyright by the Kaizen Institute
2. Marosi Miklós (1997): Távol-keleti menedzsment, Közgazdasági és Jogi Könyvkiadó, Budapest
3. Masaaki Imai (1986): Kaizen, the key to Japan's competitive success
4. Kosztolányi János – Schwahofer Gábor (2012) : Lean szótár, Kaizenpro Budapest
5. Vincze Attila (2000): Kaizen – Módszer vagy szemléletmód?, Munkaügyi szemle
6. Fejes Zsófia A Kaizen Costing nyomában - A Kaizen mint szervezetalakítási filozófia 2007 Budapest CORVINUS
7. Tóth Csaba László (2007) A karcsúsított Gyártás – a Lean Production. Magyar Minőség XVI évfolyam 8-9. szám. 2007
8. Solti Árpád (2006): Folyamatmenedzsment-tapasztalatok a tanácsadó szemszögéből. Magyar Minőség, 2006. 6. szám, ISSN: 1416-9576, pp. 13-15.
9. Németh Balázs (2008): Folyamatmenedzsment megvalósítása a vállalati gyakorlatban. Minőség és megbízhatóság, 2008. 1. szám, ISSN: 0580-4485, pp. 27-31.
10. Dobák Miklós (1998): Szervezeti formák és vezetés. Közgazdasági és Jogi Könyvkiadó, Budapest, 1998, ISBN: 963 224 243 2
11. Závadsky Jan – TurCok Lukas (2010): Simulation and its purpose in implementing of Business Process Management, *Advances in Management*, Vol. 3 No. 3, 2010, pp. 9-12.

12. IFUA Horváth & Partner Vezetési és Informatikai Tanácsadó Kft. –
Folyamatmenedzsment a gyakorlatban - IFUA Horváth & Partners – Budapest –
ISBN: 978-9639-659-21-6 – 2008
13. Han, Kwan Hee – Kang, Jin Gu – Song, Minseok (2009): Two-stage process analysis using the process-based performance measurement framework and business process simulation. *Expert Systems with Applications*, 2009, Vol. 36, ISSN: 0957-4174, pp. 7080-7086.
14. Becser Norbert (2006): A szolgáltatásminőség fejlesztésének elmélete és gyakorlata II. rész. *Magyar Minőség*, 2006. 6. szám, ISSN: 1416-9576 pp. 6-8.
15. Nagy Sándor (2009): Folyamat és irányítási rendszer fejlesztése minőségtechnikákkal, *Magyar minőség*, 2009. 11. szám, ISSN: 1216-9576, pp. 25-29.
16. N. Sellappan – R. Sivasubramanian (2008): Modified Method for Evaluation of Risk Priority Number in Design FMEA, *The Icfai Journal of Operations Management*, Vol. VII, No. 1, pp. 1-11.
17. D. H. Stamatis.(2003): Failure Mode Effect Analysis: FMEA from Theory to execution, *American Society for Quality, Quality Press*, Milwaukee, ISBN: 0-87389-598-3
18. Anette von Ahsen (2008): Cost-oriented failure mode and effects analysis, *International Journal of Quality & Reliability Management*, Vol. 25 No. 5, ISSN: 0265-671X, pp. 466-476.
19. ECRS worksheet
http://www.gembapantarei.com/2008/01/101_kaizen_templates_ecrs_analysis_sheet.html
letöltve 2013.10.05
20. Kocsi Balázs (2012) Gyártási folyamat racionalizálása a Partner – Pont Kft.-nél
szakdolgozat, Debrecen

21. Kosztyán Zsolt Tibor (2009): Gazdasági informatika c. tantárgy előadásanyaga, Pannon Egyetem, Veszprém, 2009
22. Mendling, J. – Reijers, H. A. – van der Aalst, W. M. P. (2010): Seven process modeling guidelines (7PMG). *Information and Software Technology*, Vol. 52, No. 2. pp. 127-136.
23. Szobol, I. M. (1981): A Monte-Carlo módszerek alapjai. Műszaki Könyvkiadó, Budapest, 1981, ISBN: 963 10 3819 X
24. Tenner, Arthur R. – DeToro, Irving J. (1998): BPR vállalati folyamatok újraformálása. Műszaki Könyvkiadó, Budapest, 1998, ISBN: 963 16 3001 3
25. Vincent C. Yen (2009): Az integrated model for business process measurement, *Business Process Management Journal*, Vol. 15 No. 6, ISSN: 1463-7154, pp. 865-875.

9. Mellékletek:

1. sz. melléklet

Alap folyamat

Oszlop1	T/E Neve	O idő	P idő	O Ktg	P Ktg	val
E0	Rendelés beérkezett					
T1	Szabásjegyzék megírása	0,5	2,5	150	750	1
E1	Elkészült szabásjegyzék					
T2	Árajánlatok lebonyolítása	0,2	8	60	2400	1
E2	Árajánlatok véglegesítve					
T3	Szállítók kiválasztása	0,2	3	60	900	1
E3	Szállító meghatározva					
T4	Szabásjegyzék megrendelése telefonon	0,5	3	150	900	1
E4	Rendelés rögzítve					
T5	Vasalat megrendelése/átvétel	1	3	6300	6900	1
E5	Vasalat átvétele					
T6	Tömör fa szállítása/átvétele	8	35	31200	31200	1
E6	Tömör fa nem megfelelő					
T7	Tömör fa újra rendelés	0,5	3	150	900	0,06
E7	Tömörfa újra rendelve					
T8	Tömörfa szállítás	8	35	31200	31200	0,06
E8	Tömörfa megfelelő					
T9	Szabás	0,5	1	150	300	1
E9	Tömör fa előszabva					
T10	Egyengetés	0,2	1	60	300	1
E10	Tömörfa egyengetve					
T11	Vastagolás	0,22	1,1	66	330	1
E11	vastagság kialakítva					
T12	Méretre vágás	0,1	0,35	30	105	1
E12	Végső méret					
T13	Csapolás	0,34	1	102	300	1
E13	Csapolt Tömör fa					
T14	Profilozás	0,2	0,5	60	150	1
E14	Profil kialakítva					
T15	Ragasztás	0,14	0,36	42	108	1
E15	Összeragasztott profil					
T16	Csiszolás	0,2	0,56	60	168	1
E16	Lecsiszolt profil					
T17	Vizezés	0,05	0,22	15	66	1
E17	Vizezett profil					
T18	Pácolás	1,3	2,5	390	750	1
E18	Pácolt profil					
T19	Alapozás	5	8,4	1500	2520	1

E19	Alapozott profil					
T20	Csiszolás	1,3	3,7	390	1110	1
E20	Végső csiszolt profil					
T21	Fedőzés	5,4	8,3	300	650	1
E21	elkészült profil					
T22	Laminált szállítása/átvétele	12	41	13800	13800	1
E22	Laminált nem megfelelő					
T23	Laminált újrendelése	0,5	3	150	900	0,06
E23	Újra rendelt laminált					
T24	Laminált átvétele	12	41	13800	13800	0,06
E24	Laminált megfelelő					
T25	Korpusz összeépítése	1	3,4	300	1020	1
E25	Korpusz elkészült					
T26	Furatok kialakítása	1	5,2	300	1560	1
E26	nem megfelelő					
T27	újra fűrés	1	5,2	300	1560	0,04
E27	javított furat					
T28	Vasalatok felhelyezése	2	6	600	1800	1
E28	nincs elég alkatrész					
T29	Újbóli vasalat beszerzés/felszerelés	1	3	1600	1900	0,07
E29	Összeszerelésre kész					
T30	Korpusz és Front összeépítése	1	3,8	300	1140	1
E30	Összeszerelt bútor					

2. sz. melléklet.

hagyományos PFMEA javított

1	T/E Neve	O idő	P ido	O ktg	P ktg	valós zínűs ég
E0	Rendelés beérkezett					
T1	Szabásjegyzék megírása	0,5	2,5	150	750	1
E1	Elkészült szabásjegyzék					
T2	Árajánlatok lebonyolítása	0,2	4	60	1200	1
E2	Árajánlatok véglegesítve					
T3	Szállítók kiválasztása	0,1	0,2	30	60	1
E3	Szállító meghatározva					
T4	szabjegyzék rendelés üldése	0,1	0,2	30	60	1
E4	Rendelés elküldve					
T5	Rendelés visszaigazolása	0,1	0,2	30	60	1
E5	visszaigazolás megtörtént					
T6	Vasalat megrendelése/átvétel	1	3	6300	6900	1

E6	Vasalat átvétele					
T7	Tömör fa szállítása/átvétele	8	35	31200	31200	1
E7	Tömör fa nem megfelelő					
T8	Tömör fa újra rendelés	0,5	3	150	900	0,02
E8	Tömörfa újra rendelve					
T9	Tömörfa szállítás	8	35	31200	31200	0,02
E9	Tömörfa megfelelő					
T10	Szabás	0,5	1	150	300	1
E10	Tömör fa előszabva					
T11	Egyengetés	0,2	1	60	300	1
E11	Tömörfa egyengetve					
T12	Vastagolás	0,22	1,1	66	330	1
E12	vastagság kialakítva					
T13	Méretre vágás	0,1	0,35	30	105	1
E13	Végső méret					
T14	Csapolás	0,34	1	102	300	1
E14	Csapolt Tömör fa					
T15	Profilozás	0,2	0,5	60	150	1
E15	Profil kialakítva					
T16	Ragasztás	0,14	0,36	42	108	1
E16	Összeragasztott profil					
T17	Csiszolás	0,2	0,56	60	168	1
E17	Lecsiszolt profil					
T18	Vizezés	0,05	0,22	15	66	1
E18	Vizezett profil					
T19	Pácolás	1,3	2,5	390	750	1
E19	Pácolt profil					
T20	Alapozás	5	8,4	1500	2520	1
E20	Alapozott profil					
T21	Csiszolás	1,3	3,7	390	1110	1
E21	Végső csiszolt profil					
T22	Fedőzés	5,4	8,3	300	650	1
E22	elkészült profil					
T23	Laminált szállítása/átvétele	12	41	13800	13800	1
E23	Laminált nem megfelelő					
T24	Laminált újrendelése	0,5	3	150	900	0,02
E24	Újra rendelt laminált					
T25	Laminált átvétele	12	41	13800	13800	0,02
E25	Laminált megfelelő					

T26	Korpusz összeépítése	1	3,4	300	1020	1
E26	Korpusz elkészült					
T27	Ellenőrzés	0,1	0,25	30	75	1
E27	Ellenőrzés megtörtént					
T28	Furatok kialakítása	1	5,2	300	1560	1
E28	javított furat					
T29	Vasalatok felhelyezése	2	6	600	1800	1
E29	nincs elég alkatrész					
T30	Újbóli vasalat beszerzés/felszerelés	1	3	1600	1900	0,02
E30	Összeszerelésre kész					
T31	Korpusz és Front összeépítése	1	3,8	300	1140	1
E31	Összeszerelt bútor					

3. sz. melléklet

Módosított FMEA alapján javított folyamat						
1	T/E Neve	O idő	P idő	O Ktg	P Ktg	valószínűség
E0	Rendelés beérkezett					
T1	Szabásjegyzék megírása	0,5	2,5	150	750	1
E1	Elkészült szabásjegyzék					
T2	Árajánlatok lebonyolítása	0,1	1	30	300	1
E2	Árajánlatok véglegesítve					
T3	Szállítók kiválasztása	0,1	0,2	30	60	1
E3	Szállító meghatározva					
T4	szabjegyzék rendelés üldése	0,1	0,2	30	60	1
E4	Rendelés elküldve					
T5	Rendelés visszaigazolása	0,1	0,2	30	60	1
E5	visszaigazolás megtörtént					
T6	Tömör fa szállítása/átvétele	8	35	31200	31200	1
E6	Tömör fa nem megfelelő					
T7	Tömör fa újra rendelés	0,5	3	150	900	0,02
E7	Tömörfa újra rendelve					
T8	Tömörfa szállítás	8	35	31200	31200	0,02
E8	Tömörfa megfelelő					
T9	Szabás	0,5	1	150	300	1
E9	Tömör fa előszabva					

T10	Egyengetés	0,2	1	60	300	1
E10	Tömörfa egyengetve					
T11	Vastagolás	0,22	1,1	66	330	1
E11	vastagság kialakítva					
T12	Méretre vágás	0,1	0,35	30	105	1
E12	Végső méret					
T13	Csapolás	0,34	1	102	300	1
E13	Csapolt Tömör fa					
T14	Profilozás	0,2	0,5	60	150	1
E14	Profil kialakítva					
T15	Ragasztás	0,14	0,36	42	108	1
E15	Összeragasztott profil					
T16	Csiszolás	0,2	0,56	60	168	1
E16	Lecsiszolt profil					
T17	Vizezés	0,05	0,22	15	66	1
E17	Vizezett profil					
T18	Pácolás	1,3	2,5	390	750	1
E18	Pácolt profil					
T19	Alapozás	5	8,4	1500	2520	1
E19	Alapozott profil					
T20	Csiszolás	1,3	3,7	390	1110	1
E20	Végső csiszolt profil					
T21	Fedőzés	5,4	8,3	300	650	1
E21	elkészült profil					
T22	Vasalt rendelés átvétel	1	3	6300	6900	1
E22	Vasalat átvéve					
T23	Laminált szállítása/átvétel	12	41	13800	13800	1
E23	Laminált nem megfelelő					
T24	Laminált újra rendelés	0,1	0,2	30	60	0,02
E24	Laminált újrarendelve					
T25	Laminált szállítás átvétel	12	41	13800	13800	0,02
E25	Laminált megfelelő					
T26	Vasalatok ellenőrzése/furatok ellenőrzése	0,05	0,15	15	45	1
E26	Megfelelő					
T27	Korpusz összeépítése	1	3,4	300	1020	1
E27	Korpusz elkészült					
T28	Furatok kialakítása	1	5,2	300	1560	1
E28	jó furat					
T29	Vasalatok/alkatrészek felhelyezése	2	6	600	1800	1
E29	vasalatok felrakva					
T30	Korpusz és Front összeépítése	1	3,8	300	1140	1
E30	Összeszerelt bútor					