

Факултет инжењерских наука Универзитета у Крагујевцу



Назив студијског програма: Машинско инжењерство

Ниво студија: Мастер академске студије

Модул: Индустијски инжењеринг

Предмет: Методе унапређења квалитета

Број индекса: 390/2018

Ђорђе Н. Милићевић

Примена "FMEA" анализе за унапређење процеса производње у аутомобилској индустрији

Мастер рад

Комисија за преглед и одбрану:

1. Доц. др Александар Алексић
2. _____
3. _____

Датум
одбране: _____

Оцена: _____

У оквиру овог завршног рада кандидат треба детаљно да опише функционисање и менаџмент ланца снабдевања, процесе производње и контролу квалитета у индустријском предузећу према IATF 16949 стандарду и другим стандардима на којима се контрола заснива. Кандидат треба да објасни поузданост процеса производње, као и могућност унапређењ процеса производње у аутомобилској индустрији помоћу методе за превентивно отклањање г решака које се јављају током процеса, познатије као "FMEA" анализа. Такође, од кандидата се захтева да представи примере из праксе и да на основу представљених примера изведе закључна разматрања.

Препоручена литература:

- [1] Stamatis, D. H. (2003). Failure mode and effect analysis: FMEA from theory to execution. Quality Press.
- [2] Banduka, N., Aleksić, A., Komatina, N., Aljinović, A., & Tadić, D. (2020). The prioritization of failures within the automotive industry: The two-step failure mode and effect analysis integrated approach. Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers, Part B: Journal of Engineering Manufacture, 234(12), 1559-1570.
- [3] IATF 16949:2016. *Quality management system requirements for automotive production and relevant service parts organizations*, International Automotive Task Force (2017).

Крагујевац, 2020.

Ментор:

Доц. др Александар Алексић

Садржај:

1. Увод.....	1
2. Теоријске основе и функционисање ланца снабдевања.....	3
2.1. Циљ ланца снабдевања	6
2.2. Управљање ланцем снабдевања	7
2.2.1. Фазе у доношењу одлука о управљању ланцем снабдевања	12
2.3. OEM- произвођачи оригиналне опреме	13
2.4. Додављачи	14
2.5. Купци	17
3. Процес производње	19
3.1. Поузданост процеса производње.....	21
3.1.1. Инжењеринг поузданости	23
3.2. Управљање квалитетом	24
3.2.1. Основе ISO 9001 стандарда.....	26
3.2.2. ISO/TS 16949 стандард у аутомобилској индустрији.....	29
3.2.3. Примена IATF 16949	30
4. "FMEA" метода.....	32
4.1. Развој " FMEA" методе	32
4.2. Класификација " FMEA" анализе	33
4.3. Функционисање процеса применом "FMEA" и процедура " FMEA".....	35
4.3.1. Број приоритета ризика	36
4.4. Недостаци " FMEA"	39
4.4.1. Недостаци везани за утицај људског фактора.....	39
4.4.2. Недостаци FMEA структуре	40
4.4.2. Недостаци процедуре FMEA	41
5. Примена "FMEA" методе у аутомобилској индустрији	43
5.1. PFMEA процедура	44
5.1.1. Извештај PFMEA	45
5.1.2. PFMEA тим.....	46
5.2. PFMEA и IATF 16949:2016	47
6. Унапређење процеса производње применом "FMEA" методе	50
6.1. "Lean" приступ.....	52
6.2. Интеграција "Lean" приступа у PFMEA	52

Ђорђе Н. Милићевић
*ПРИМЕНА "FMEA" АНАЛИЗЕ ЗА УНАПРЕЂЕЊЕ ПРОЦЕСА ПРОИЗВОДЊЕ У АУТОМОБИЛСКОЈ
ИНДУСТРИЈИ*

7. Пример из праксе	55
8. Дискусија	67
9. Закључак	70
10. Литература.....	72

Резиме: У овом раду анализиран је начин остварења поузданости процеса производње кроз FMEA методу и стандарде који су законом дефинисани и у практичној примени у многим индустријама. У сврху поузданости у овом раду за аутомобилску индустрију представљена је метода која се користи за анализу грешака и њихових последица позната као FMEA метода, прописана стандардом за аутомобилску индустрију (IATF 169491). Приказан је основни начин њене примене, недостаци, главни фактори од којих зависи и основно, да је део процеса управљања квалитетом у предузећу.

Кључне речи: ланци снабдевања, добављачи, купци, задовољење потреба купаца, управљање квалитетом, производни процеси, FMEA, PFMEA

Abstract: This thesis analyzes the way to achieve the reliability of the production process through the FMEA method and standards that are defined by law and in practical application in many industries. For the purpose of reliability for the automotive industry is presented the method used for the analysis of errors and their consequences, presented as the FMEA method, prescribed by the standard for the automotive industry (IATF 169491). The basic way of its application, shortcomings, floating factors on which it depends and basically, that it is part of the quality management process in the company are presented.

Keywords: supply chains, suppliers, customers, customer satisfaction, quality management, production processes, FMEA, PFMEA

1. Увод

Континуални развој нових технологија и глобалних иновација доводи до опстанка аутомобилске индустрије на тржишту. Аутомобилска индустрија има значајну улогу на глобалном тржишту већ деценијама, улога се са годинама све више увећава, а као таква, аутомобилска индустрија представља велики изазов за истраживаче. На почетку глобалне кризе, када је свет почео да се брине због убрзане потрошње глобалних резерви нафте, научници су почели да проналазе нова решења за погон аутомобила. То је била покретница за увођења иновација и нових технологија у аутомобилској индустрији. Поред ових промена, позанти су и други примери револуција у аутомобилској индустрији, као што су појаве нових, ефикаснијих и продуктивнијих производних система.

Процес производње један је од најважнијих сегмената производног система. Може се дефинисати као скуп људи, машина, опреме, материјала и информација са циљем производње полупроизвода или готовог производа или услуге. Процес производње се састоји од низа операција и зависи од низа фактора који утичу на производњу. Успех и одрживост компанија на глобалном тржишту у великој мери зависи од поузданости производног процеса. Поузданост производног процеса значи осигурање стабилности пословања у оквиру производног процеса.

Поузданост производног процеса у аутомобилској индустрији данас је веома важна из више разлога. Ова стабилност се углавном постиже смањењем грешака које настају током производног процеса. Пре него што је нови производ представљен на тржишту, производне компаније се суочавају са многим проблемима у фазама добављања робе, пројектовања, планирања, производње и испоруке. Купци захтевају производ који је испоручен на време, правог квалитета и по приступачној цени. Веома је важно открити и решити проблеме који се појављују пре него што производ дође до купца. Неке грешке је лако открити, а неке од њих остају скривене. Цео процес треба пажљиво проценити и користити одговарајуће технике контроле квалитета да би се открили ови скривени пропусти.

Најбоље класификована квалитативна метода за превентивно отклањање грешака и проблема који се јављају током производних процеса у аутомобилској индустрији је анализа грешака и њихових последица у производном процесу, у литератури позната као "PFMEA" (енг. *Process Failure Mode and Effect Analysis*) [1]. Ова анализа прописана је међународним стандардом који се примењује у аутомобилској индустрији: IATF 16949 [3].

Тема овог рада односи се на унапређење производних процеса у аутомобилској индустрији, што је директно повезано са побољшањем производних процеса и управљањем контролом квалитета.

У првом делу рада биће представљене теоријске основе ланца снабдевања, функционисање ланца снабдевања, карактеристике и структура. Затим је дат осврт на процесе производње у аутомобилској индустрији према предвиђеним стандардима,

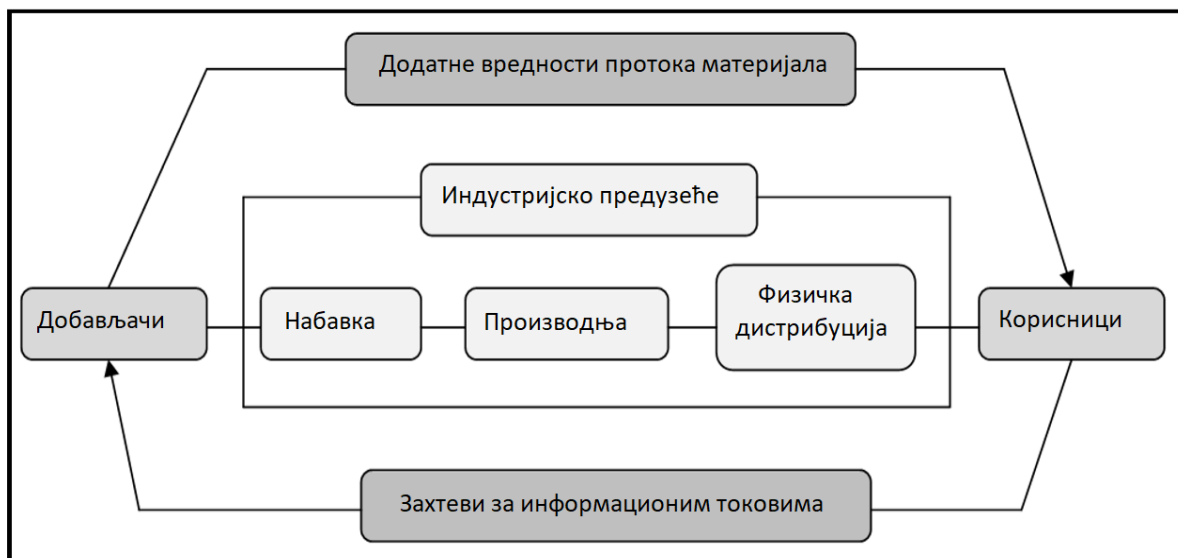
управљање квалитетом, поузданост производног процеса и могућност унапређења процеса производње.

У другом делу рада приказане су основе "FMEA" методе и њене могуће примене у аутомобилској индустрији. Дат је конкретан пример на основу кога су изведени закључци.

2. Теоријске основе и функционисање ланца снабдевања

Ланац снабдевања представља веома комплексан систем у који је укључен велики број учесника. Циљ менаџмента ланца снабдевања представља налажење оптималног нивоа ефективности и трошкова свих који у њему учествују [4]. Ланац снабдевања се састоји од свих процеса животног циклуса производа чија је сврха да задовоље захтеве крајњег корисника и обезбеде му производе или услуге више повезаних добављача. Ланац снабдевања се састоји од процеса који укључују порекло материјала, пројектовање производа, производњу, транспорт и дистрибуцију [5].

На слици 1 представљена је шема ланца снабдевања и процеси који му припадају. Основни процеси који карактеришу ланац снабдевања јесу извори добављача, подсистем набавке, производни процес, физичка дистрибуција и крајни корисници. Поред наведених процеса за ланац снабдевања веома су битни и информациони токови и додатне вредности материјалних токова [4].



Слика 1. Шема ланца снабдевања

Главни циљ у ланцу снабдевања је повезивање тачке производње са испоруком или куповином производа, али исто тако и планирање и праћење података. Да би се могла постићи свеукупна добит и задовољство свих учесника, неопходно је у његовој почетној фази извршити адекватно вредновање и избор добављача. Основни циљ управљања ланцем снабдевања је оптимизација трошкова, повећање нивоа пружене услуге и повећање квалитета производа [4]. Овај појам дефинише се и посматра на више начина, а неки од њих приказани су у даљем тексту као и хронолошки у оквиру табеле 1.

Према Stevens-у (1989)¹, ланац снабдевања представља систем чији су саставни делови снабдевачи материјала, производни објекти, дистрибутивне службе и корисници, повезани заједно преко тока материјала и повратног тока информација [6]. Ланцем снабдевања се управља са циљем да би се синхронизовали захтеви корисника са током материјала од снабдевача и избалансирао висок ниво услуге корисника, низак ниво залиха и ниски једнични трошкови [7].

Према Christopher-у (1994), ланац снабдевања представља мрежу организација које су повезане двосмерним везама, различитим процесима и активностима које стварају вредност у облику производа и услога за крајњег корисника [8].

Mentzer (2001)² дефинише ланац снабдевања као низ од три или више ентитета (организационих или појединачних), који су директно укључени у двосмерне токове производа, услуга, финансија и/или информација од изворишта до корисника [7].

Lummus и Vokurka (1999) сматрају да се ланац снабдевања може дефинисати кроз све активности које се односе на испоруку производа до корисника, а у њих спадају: снабдевање сировинама и деловима, производња и монтажа, складиштење и праћење залиха, унос наруџбина и управљање реализацијом наруџбине, дистрибуција дуж свих канала, испорука корисницима, као и информациони системи који су неопходни за праћење свих ових активности [9].

Min and Zhou (2002) ланац снабдевања посматрају као интегрисани систем који синхронизује низ између зависних пословних процеса у циљу да се [10]:

- набављају сировине и делови,
- дате сировине и делови трансформишу у готове производе,
- додаје вредност овим производима,
- ови производи дистрибуирају и промовишу продавцима и купцима,
- олакша раземна информација између различитих пословних ентитета (као што су: снабдевачи, произвођачи, дистрибутери, логистички даваоци услуга и малопродаја).

Табела 1. Хронолошки приказ дефинисања ланца снабдевања [5]

Аутори	Дефиниција
Stevens (1989)	Ланац снабдевања представља систем који чине низ активности у планирању, координацији и контроли материјала, компоненти и готових производа од добављача до потрошача.
Lee and Billington, (1992)	Ланац снабдевања представља ланац вредности током процеса промене сировог материјала до готовог производа за тржиште којег чине способност за производњом, дистрибуцијом, генерисањем услуга и обезбеђењем додатних активности.

¹ Stevens, J., 1989. Integrating the supply chain. International Journal of Physical Distribution and Materials Management 19 (8), 3-8.

² John T.Mentzer, 2001. Defining Supply Chain Management, Journal of Business Logistics, Vol.22, No.2

Ђорђе Н. Милићевић
 ПРИМЕНА "FMEA" АНАЛИЗЕ ЗА УНАПРЕЂЕЊЕ ПРОЦЕСА ПРОИЗВОДЊЕ У АУТОМОБИЛСКОЈ
 ИНДУСТРИЈИ

Christopher (1994)	Ланац снабдевања представља мрежу организација које су повезане двосмерним везама, различитим процесима и активностима које стварају вредност у облику производа и услуга за крајњег корисника.
Chow and etc. (1994)	Ланац снабдевања обухвата све компаније које учествују у производњи/преради, продаји и дистрибуцији производа од изворишта сировина до крајњих корисника.
Stewart (1995)	Ланац снабдевања се састоји из оних логистичких и информационих елемената који су прожети агрегираним захтевима тржишта са једне стране и испоруком одређеног производа/услуге кориснику са друге стране.
Thomas and Griffin (1996)	Управљање ланцем снабдевања дефинише се као управљање материјалима и информационим токовима унутар и између објеката, као што су трговачки, производни и монтажни објекти и дистрибутивни центри.
Beamon (1998)	Ланац снабдевања дефинише се као интегрисани процес у коме се налазе бројни различити пословни ентитети (добављачи, произвођачи, дистрибутери и трговци) који раде заједно са циљем да: набављају сировине, претварају сировине у одређене готове производе, испоручују готове производе трговцима.
Lummus and Vokurka (1999)	Ланац снабдевања може се дефинисати кроз све активности које се односе на испоруку производа до корисника, а у њих спадају: снабдевање сировинама и деловима, производња и монтажа, складиштење и праћење залиха, унос наруџбина и управљање реализацијом наруџбине, дистрибуција дуж свих канала, испорука корисницима, као и информациони системи који су неопходни за праћење свих ових активности.
Simchi-Levi and etc. (1999)	Управљање ланцем снабдевања представља низ приступа који се користе за ефикасно интегрисање добављача, произвођача, складишта и малопродајних објеката, тако да се роба производи и дистрибуира у правој количини, на праву локацију у право време, са циљем да се минимизирају трошкови у систему.
Lambert and Cooper (2000)	Управљање ланцем снабдевања дефинишу као интеграцију кључних пословних процеса од крајњег корисника до почетних добављача који обезбеђују производе, услуге и информације које додају вредност за кориснике и остале улагаче.
Mentzer and etc. (2001)	Да би се извршио циљ управљања ланцем снабдевања који представља синхронизовање захтева корисника са током материјала од добављача потребно је извршити балансирање између високог нивоа опслуге корисника ниског нивоа залиха и ниских јединачних трошкова.
Min and Zhou (2002)	Ланац снабдевања посматрају као интегрисани систем који синхронизује низ између зависних пословних процеса у циљу да се: набављају сировине и делови, ове сировине и делови трансформишу у готове производе, додаје вредност овим производима, ови производи дистрибуирају и промовишу било продавцима било корисницима, олакша размена информација између различитих пословних ентитета.

Frazelle (2002)	Ланац снабдевања види као мрежу објеката (складишта, фабрика, терминала, лука, малопродајних објеката и домаћинстава), транспортних средстава и логистичких информационих система који су повезани преко добављачевих добављача и корисникових корисника.
Hensher and Brewer (2004)	Сматрају да управљање ланцем снабдевања обухвата целокупан низ пословних и управљачких активности које се користе за претварање улазних ресурса у производе и услуге.
Olugu and Wong (2009)	Ланац снабдевања обухвата глобалну мрежу добављача, предузећа, складишта, дистрибуционих центара и трговина кроз коју се набављају сировине, трансформишу и испоручују корисницима.
Christopher (2010)	Ланац снабдевања је мрежа организација које су укључене и повезане у оба смера у различитим процесима и активностима које производе вредност у облику производа и услуга за крајњег корисника.
Monczka and etc. (2015)	Ланац снабдевања представља скуп три или више организација које су директно повезане са једним или више токова производа, услуга, финансија и информационих токова од извора до крајњег корисника.
Christopher (2016)	Ланац снабдевања се дефинише као обострани односи са добављачима и корисницима у циљу обезбеђивања веће и боље вредности за корисника из што мање трошкове комплетног ланца снабдевања.

2.1. Циљ ланца снабдевања

Ланац снабдевања се састоји од низа компанија које су укључене (директно или индиректно) у задовољавање захтева потрошача. Ланац снабдевања не укључује само произвођаче и добављаче, већ транспортне и компаније које складиште робу, трговце на мало и саме потрошаче. Унутар сваке организације (као што је произвођач) ланац снабдевања укључује све функције које су у вези са испуњењем захтева потрошача. Типичан ланац снабдевања може да обухвати више учесника, а најважнији су: купци, трговци на мало, трговци на велико и дистрибутери, произвођачи и добављачи компоненти и сировина.

У ланцу снабдевања се манифестује стални ток информација, производа и новца између различитих компанија. Свака компанија у ланцу извршава различите процесе и повезана је са другим компанијама у том ланцу. Купац је интегрални део ланца снабдевања. Основна сврха постојања било ког ланца снабдевања јесте да он задовољи потребе купаца у процесу стварања сопственог профита. Активности ланца снабдевања почињу са поруџбином купца и завршавају се када задовољан купац плати купљена добра.

Циљ сваког ланца снабдевања је да максимира укупну произведену вредност. Вредност коју генерише ланац снабдевања јесте разлика између вредности финалног производа за потрошача и издатка који настану због задовољења захтева потрошача. Код већине ланца снабдевања, вредност ће бити у корелацији са профитабилношћу ланца снабдевања, тј. са разликом између остварених прихода од купаца и укупних трошкова

ланца снабдевања. Успех ланца снабдевања се одређује у односу на његову профитабилност.

Такође, ланац снабдевања има за циљ да традиционалним вредностима добара као што су: тип производа, квалитет, цена итд., дода нове вредности: расположивост тражених добара на месту и у моменту у коме се манифестује потреба потрошача за тим добрима.

Циљ ланца снабдевања може се, уопштено, дефинисати као: Задовољење потреба купаца за испоруком траженог производа, захтеваног квалитета, на правом месту, у право време по минималној укупној цени. Одавде се може извући закључак да је циљ ланца снабдевања у ствари квалитетна и правовремена реализација токова материјалних добара и припадајућих информација. Рашчлањивањем овако дефинисаног општег циља ланца снабдевања могуће је диференцирати два основна под циља, и то:

- **ефикасност:** задовољавање потреба клијената за траженим производима на одређеном месту и у одређеном року;
- **ефективност:** задовољење потребе потрошача за траженом робом са минималним укупним трошковима реализације те потребе.

На основу изнетих поставки, циљеви и задаци ланца снабдевања, као нове пословне функције, могу се рашчланити на следеће компоненте:

- Економску или вредносну компоненту (шта, колико и где треба набавити, где ускладиштити, где прерадити и куда дистрибуирати);
- Техничку компоненту (коју технику и технологију користити за транспорт, претовар и складиштење робе);
- Информациону компоненту (на који начин се проток материјала може планирати, како са њим управљати и како га контролисати);
- Компоненту рационалног коришћења ресурса (како што боље искористити расположив простор, кадрове, организацију и техничку базу);
- Квалитативну компоненту (како избећи појаву грешака, како повећати поуздабост и спремност испоруке, како скратити време испоруке и сл.) и
- Временску компоненту (када треба реализовати поједине процесе да би се остварили постављени циљеви предузећа).

2.2. Управљање ланцем снабдевања

Управљање ланцем снабдевања (енг. *Supply chain management-SCM*) представља управљање протоком робе и услуга и укључује све процесе који претварају сировине у финалне производе. Концепт ланца снабдевања и управљања ланцем снабдевања познат је више од 20 година, али термин добија све већу популарност последњих година. Термин управљања ланцем снабдевања заменио је више традиционалних термина који

су коришћени за описивање процеса управљања токовима производа. Међу таквим терминима су: физичка дистрибуција, управљање материјалима, планирање производње, логистика, управљање каналима дистрибуције и индустријска логистика. Око 1990. године, академици су први пут описали SCM са теоријског становишта како би разјаснили како се разликује од традиционалних приступа управљању протоком материјала и повезаним протоком информација (табела 2). У оквиру табеле 2 наведене су и неке од основних карактеристика ланца снабдевања.

Иако се управљање ланцем снабдевања може дефинисати на различите начине, можемо рећи да оно укључује планирање, одржавање и деловање на процесе ланца снабдевања како би се у што већој мери задовољиле потребе крајњих потрошача. Често се овим појмом означава "процес планирања, организације и контроле тока материјала и услуга од добављача до крајњих корисника/потрошача". То је један интегрални приступ бизнису, јер обухвата добављаче, управљање снабдевањем, управљање интегрисаном логистиком и управљање проиизводним операцијама.

Управљање ланцем снабдевања је процес пројектовања, развијања, оптимизирања и управљања интерним и екстерним компонентама система набавке, укључујући набавку материјала, трансформисање материјала и дистрибуцију готових производа или услуга потрошачима. Управљање ланцем снабдевања обухвата управљање низом од три или више организација које су директно повезане са једним или више узводних или низводних токова производа, услуга, финансија и информација од извора до потрошача.

Савремени услови пословања данашњици намећу константност промена и спремност на усвајање новина као пословне оријентације свих тржишних учесника. SCM се фокусира на управљање односима зато су за управљање ланцем снабдевања неопходни едукативни и обучени менаџери који ће својим знањем и способностима донети профит компанији и побољшати њен рад. Од менаџера се очекује да ће на најбољи начин искористити све предности ланца снабдевања који подразумева координацију и интеракцију између произвођача, снабдевача, дистрибутера, превозника и продаваца [11].

Табела 2. Упоредна анализа карактеристика традиционалног управљања и новим менаџментом управљања ланцима снабдевања [12]

Карактеристика	Традиционално управљање	Менаџмент управљања ланцима снабдевања
<i>Управљање залихама</i>	Независно	Заједничко
<i>Укупни тошкови</i>	Минимални трошкови предузећа	Минимални трошкови за све учеснике у ланцу снабдевања
<i>Време извршења</i>	Краткотрајно	Дуготрајно
<i>Размена информација и праћење</i>	Ограничена на потребе текућих трансакција	Према потребама

Координација вишеструког нивоа	Појединачни контакти	Вишеструки контакти између различитих нивоа и учесника
Заједничко планирање	На нивоу трансакција	Стално, непрекидно, на више нивоа
Компактибилност корпорација	Није од важности	Компактибилност барем са кључним факторима
Ширина базе добављача	Велика	Мала
Руководство	Није потребно	Потребно како би се организације фокусирале
Подела ризика и користи	Свако носи одговорност за себе- нема поделе	Ризици и добити подељени

Управљање ланцем снабдевања врши се да би се постигло интегрисано планирање кроз активности ланца снабдевања, јер системи управљања ланцима снабдевања континуално повезују активности: набавке, производње и дистрибуције производа од добављача према купцима. На овај начин, са једним системом за управљање и сталним попуњавањем добара на складишту, елиминишу се залихе, а производња започиње оног тренутка када стигне поруџбина [5]. Добром процесном организацијом стварају се предуслови добијања захтеваних стандардних производа и услуга. Ланци снабдевања захтевају поклапање захтева за снабдевање, рад са минималним стањем залиха и пружање добре заштите људским и материјалним ресурсима. Обично управљање ланцима снабдевања покушава централно да контролише или повеже производњу, испоруку и дистрибуцију производа. Управљајући ланцем снабдевања, компаније су у могућности да смање вишак трошкова и брже испоруче производе потрошачу. SCM дефинишемо на следећи начин:

Управљање ланцима снабдевања или SCM је интегрисано планирање, координација и контрола свих пословних процеса и активности у ланцу снабдевања како би се испоручила супериорна потрошачка вредност по нижим трошковима за ланац снабдевања у целини, истовремено задовољавајући захтеве осталих актера у ланцу снабдевања. Управљање ланцем снабдевања интегрише управљање снабдевањем и потражњом унутар компанија и између њих, опњративном и интегрисаном логистиком унутар непрекидног процеса са циљем одржавања непрекидног тока производа и услуга.

Управљање ланцем снабдевања подразумева координацију управљања снабдевањем (supply management), управљање производним операцијама (operation management) и управљање интегрисаном логистиком (integrated logistic management) да би се омогућио континуиран проток производа или услуга. Имплементацијом концепта ланца снабдевања фирма проширује домен пословања јер се оријентише на повезивање са свим фирмама које учествују у токовима добара, почев од извора сировина до крајњег потрошача. Управљање снабдевањем, управљање производним операцијама и управљање интегрисаном логистиком су усмерени на:

- координацију набавке материјала из екстерних извора,
- елиминисање уских грла и смањење њиховог утицаја на потрошаче, и
- континуални ток производа и сулуга до, кроз и изван фирме.

Све фазе кретања производа кроз ланац снабдевања - од материјала до производње и дистрибуције - имају своје засебне пословне процесе и дисциплине. Процес управљања ланцима снабдевања започиње препознавањем производа које купци желе да имају и то представља рану фазу планирања ланца снабдевања.

Фаза *планирања ланца снабдевања* започиње планирањем потражње, процесом прикупљања историјских података везаних за претходне продаје, и применом статистичких метода за анализу и обраду података да би се креирало предвиђање или план потражње који процес продаје и неки други пословни процеси производње и процес маркетинга могу користити и управљати даљим током на основу плана. Предвиђањем се утврђују врсте и количине производа који ће се производити. Неке компаније изводе планирање потражње као део формализованог процеса који се назива планирање продаје и пословања, а који прописује итеративни процес прикупљања података, анализе тачности података, усаглашавања планова потражње са плановима производње и одобрењима управе.

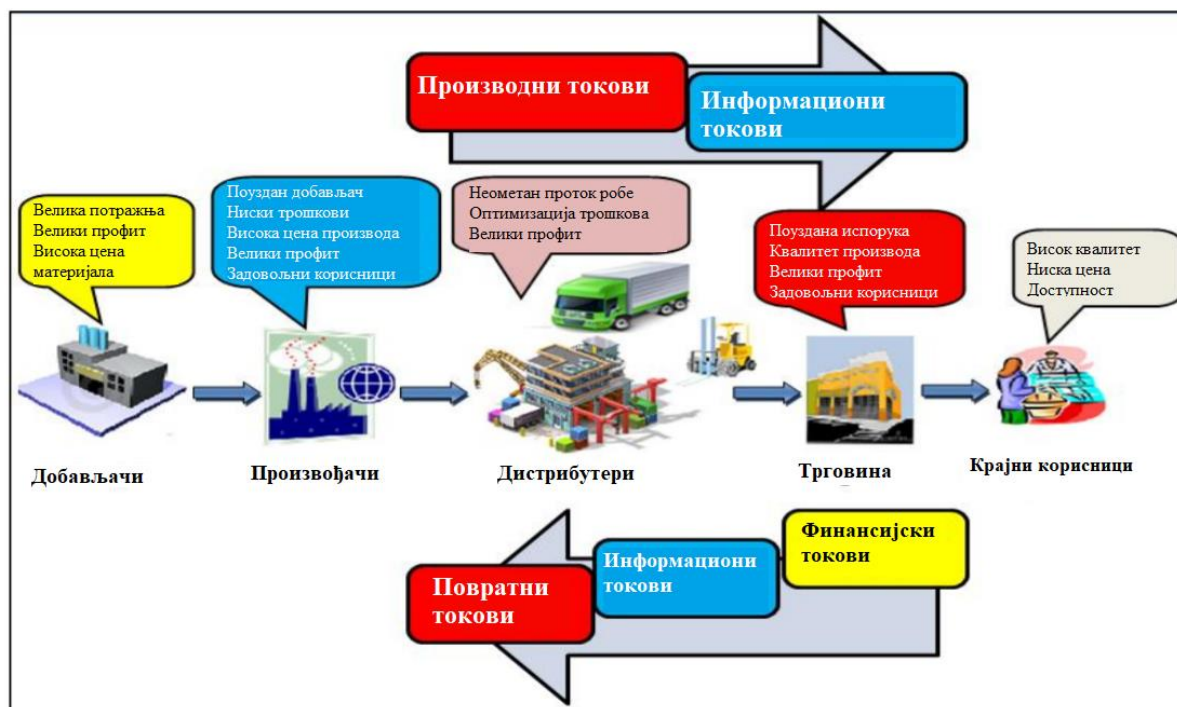
Следећи корак у управљању ланцима снабдевања је *планирање производње*, где компанија бележи специфичности где и како ће се производити производи тражени у плану потражње. У оквиру ове фазе веома се води рачуна и о ресурсима који улазе у производњу, њиховом квалитету, количини, пореклу итд. Зато се увек врши и процес *планирања захтева за материјалом*, како би се осигурало да довољно материјала и компоненти буде доступно за употребу у производном процесу. У овом процесу обавезно је надгледање стања у магацинима, попис свега што се налази у поседу компаније, идентификовање недостатака и вршење набавке недостајућих компоненти или сировина.

Два сложена процеса играју важну улогу у већини главних корака управљања ланцима снабдевања, то су: *управљање залихама* и *логистика*. Управљање залихама састоји се од различитих техника и формула за обезбеђивање адекватног снабдевања - од сировина у производном погону, до упаковане робе у малопродајним бјектима или складиштима- уз најмању потрошњу времена и ресурса. Управљање залихама укључује и процес набавке који представља проналажење добављача робе, управљање односима са добављачима и куповину производа [4].

Логистика је све што има везе са транспортом и складиштењем производа од почетка ланца снабдевања, испоруком делова и материјала произвођачима, до испоруке готових производа у продавнице или директно потрошачима, па чак и даље за сервисирање, враћање и рециклирање производа. Управљање залихама је повезано кроз читав логистички процес. Важност ланца снабдевања је у томе што скоро свака активност у одређеној мерији зависи од доступности материјала који се доноси од добављача и испоруке производа купцима. Ове основне активности су организоване као

токови кроз ланац снабдевања. Дакле, логистика је од суштинског значаја, скупа је, директно утиче на добит, формира главне везе између добављача и купаца, одређује време испоруке, поузданост, јавно је изложена, односно информације у вези тог процеса су отворене и доступне, може бити ризична, одређује величину и локацију објекта и може забранити неке операције.

На слици 2 дата је шема савременог ланца снабдевања са процесма и учесницима, као и приказ основних циљева различитих учесника у ланцу снабдевања.



Слика 2. Шема савременог ланца снабдевања са процесима и учесницима [4]

Неизоставан процес у данашњем управљању ланцем снабдевања је контрола великог броја активности који се извршавају у истом. Данас, услед повећања сложености структуре и задатака у ланцу снабдевања, као и услед честих и брзих промена које се дешавају на тржишту и утичу на пословање ланца снабдевања повећава се и број активности које је потребно извршавати током одвијања ланца снабдевања. Компаније, у циљу ефикасног пословања, су приморане да се посвете само кључним активностима, док остале мање важне активности усмеравају на друге компаније које могу да их изврше квалитетније, брже и јефтиније. Ту се огледа значај дистрибутера који преузима улогу логистичког пружаоца услуга. Оваквим концептом смањују се трошкови, тежи се повећању квалитета производа и извршених услуга како би се добио задовољан корисник с једне стране, док са друге стране могућност контроле над целокупним процесом се смањује, а повећава се ризик прекида тока ланца снабдевања.

Да би се могло адекватно управљати ланцем снабдевања потребно је подићи сарадњу између учесника на највиши могући ниво, изградити поверење међу учесницима и тежити што већој прегледности свих операција. На слици 2 дат је приказ основних циљева различитих учесника у ланцу снабдевања, где се поуздан добављач

који извршава све своје уговорне обавезе на адекватан начин и неометан ток робе могу издвојити као једни од најважнијих циљева од којих може зависити комплетан ток ланца снабдевања и остваривање циљева његових учесника.

2.2.1. Фазе у доношењу одлука о управљању ланцем снабдевања

Успешно управљање ланцем снабдевања захтева доношење неколико одлука у вези са током информација, производа и новца. Ове одлуке се доносе у три фазе, у зависности од фреквенције сваке одлуке и времена у коме се оне могу применити, то су следеће фазе:

- I. Стратегијска фаза или фаза пројектовања ланца снабдевања,
- II. Фаза планирања ланца снабдевања,
- III. Фаза операционализације ланца снабдевања.

Током стратегијске фазе (или фазе пројектовања) компанија дноси одлуку о структури ланца снабдевања. Компанија одлучује о томе каква ће бити конфигурација ланца и које ће процесе да обави сваки члан тог ланца. Одлуке које су донете у овој фази имају стратешки значај и тичу се:

- локације и величине производних и складишних капацитета,
- производа које треба произвести или складиштити на различитим локацијама,
- начин транспорта и типа информационог система који треба користити.

Компанија мора обезбедити да конфигурација ланца снабдевања подржава њене стратегијске циљеве за време ове фазе.

У фази планирања компаније дефинишу сет оперативних политика које треба да омогуће краткорочно управљање пословним операцијама. Оквир за доношење одлука у овој фази детерминисан је конфигурацијом ланца снабдевања у стратегијској фази. Планирање укључује одлуке о: тржиштима која ће фирма снабдевати са поједних локација; планираном повећању залиха; закључивању уговора о производњи; политици попуне залиха; реаговању у случају недостатка робе на залихама и динамици и обиму промотивних активности.

Фаза операционализације ланца снабдевања се односи на временски период од недељу дана или једног дана. Током ове фазе компаније доносе одлуке које се односе на индивидуалне поруџбине потрошача. На оперативном нивоу, конфигурација ланца снабдевања се сматра фиксном категоријом, а политика планирања је дефинисана.

Пројектовање, планирање и операционализација ланца снабдевања утичу на његову профитабилност.

2.3. OEM- произвођачи оригиналне опреме

Произвођач оригиналне опреме (енг. original equipment manufacturer-OEM) традиционално се дефинише као компанија чија се роба користи као компонента у производима друге компаније, која затим готов производ продаје корисницима. Друга компанија се назива препродавац са додатом вредношћу (енг. Value-Added Reseller-VAR) јер допуњавањем или уграђивањем карактеристика или услуга додаје вредност оригиналном артиклу. OEM се разликује од препродавца са додатом вредношћу (VAR), који је компанија која купује оригинални или компонентни производ од OEM-а, а затим додаје његову вредност додавањем производа или услуга производу или уградњом у већи производ, пре него што га коначно препродају, најчешће крајњим корисницима.

VAR блиско сарађује са OEM-ом, који често прилагођава дизајн на основу потреба и спецификација компаније VAR. OEM-ови најчешће продају своје производе пословним предузећима, док VAR-ови најчешће продају потрошачима или другим крајњим корисницима. Један од најосновнијих примера односа између произвођача оригиналне опреме и VAR-ова је однос између произвођача аутомобила и произвођача аутоделова. Разне делове потребне за састављање аутомобила, попут издувних система или кочних цилиндара, производи широка палета произвођача оригиналне опреме. OEM делови се затим продају произвођачу аутомобила, који додаје вредност оригиналном производу чинећи га делом аутомобилског возила. Затим се аутомобил продаје појединачним потрошачима или другим крајњим корисницима [13].

Дакле, VAR и OEM произвођачи раде заједно. OEM произвођачи израђују делове за склопове како би их продали VAR -овима. Иако неки произвођачи оригиналне опреме производе комплетне производе за VAR на тржишту, они обично не играју велику улогу у одређивању готовог производа. Традиционално, OEM произвођачи су се фокусирали на пословну продају, док су VAR-ови пласирани на тржиште јавности или другим крајњим корисницима. Од почетка 2019. године, све већи број произвођача оригиналне опреме продаје своје делове или услуге директно потрошачима (што их на неки начин чини VAR).

Удруживањем са OEM-ом, произвођач или продавац може смањити трошкове. Компаније не требају да граде производне погоне или да се саме баве производњом OEM-а. Они једноставно интегришу OEM делове у свој систем и продају произведена добра под својим именом. Овакав начин производње најоучљивији је у аутомобилској индустрији, где се врши продукција најкомплекснијих производа-аутомобила. Да би се један аутомобил произвео, потребно је много посебних делова које једна компанија није у стању самостално да произведе, и због тог разлога она поједине делове набавља од других произвођача који раде у договору са главном компанијом и склапа се јединствен, оригинални производ.

OEM произвођачи су углавном мање компаније које се баве тачно дефинисаном производњом делова или опреме. Такве компаније своје производе продају другим, већим компанијама, које производе користе за склапање тих делова у готов производ,

који се пласира на тржиште и продаје купцу (слика 3). OEM произвођађи су саставни део глобалних ланаца снабдевања.



Слика 3. Учесће OEM компанија код производње комплексних производа [14]

Како је процес производње гланог производа у аутомобилској индустрији сложен и захтева велики број делова, главна компанија, чији назив бренда носи производ, зависи у великој мери од OEM-ова, од којих купује делове као што су нпр.: мотор, акумулатор, контролна табла, филтери, свећице, друге електричне и хидрауличне компоненте, точкови, седишта, безбедносни појас, стакла, огледала итд. Зато се овакве OEM компаније, које своје пословање могу вршити на различитим локацијама и континетима, сматрају неопходним добављачима, од којих готов производ зависи.

2.4. Добављачи

Квалитет услуге у великој мери зависи од времена реализације испоруке, а испорука почиње добављачима, јер ако се роба испоручи у право време, на право место, у правом стању, за правог купца постиже се задовољство крајних корисника, које се директно одражава на сам квалитет услуге.

Набавка се третира као интегисана стратешка пословна функција која има за циљ да повеже све остало, да омогући неометани извођење свих процеса и активности у компанији, као и стварање веома високе додатне вредности која је утемељена на основу са добављачима [15]. Из тога се може закључити колика је важност набавке, да ће она и даље расти и колико се она временом мења.

У савременим ланцима снабдевања адекватан избор добављача представља питање од стратешког значаја за целокупно пословање компанија и кључни је стратешки фактор. Избор добављача критична је активност набавке у управљању ланцем снабдевања због кључне улоге карактеристике добављача на цену, квалитет, испоруку и сервис у остваривању циљева ланца снабдевања. Неуспех добављача да испуне обећања и очекивања у вези испоруке један је од три главна извора неизвесности који оптерећују ланац снабдевања.

Правилан избор добављача значајно зтиче на смањење трошкова, који представљају и до 70% цене производа и повећање конкурентности. Улога набавке

знатно се променила од 1070-их и од тада јављају се специфични циљеви набавке, као што су:

- Добити најбољу набавку- одговарајући квалитет уз минималне трошкове;
- Платити разумно ниске цене уз преговарање и извршавање свих обавеза компаније;
- Развијати задовољавајуће изворе снабдевања и одржавати добре односе са њима;
- Обезбедити оптималне перформансе добављача, понекад тражећи процесе побољшања преко граница између трговинских партнера.

Политика односа и вредновања добављача има статешки карактер за комплетан подсистем набавке. Овај подсистем може ефикасно извршити задатке који се односе на снабдевање компаније, уколико одабере добављача или добављаче (мањи број) који могу задовољити захтеве који се постављају у подистему набавке. Традиционално пословање је подразумевало неколико добављача сировинама, док је данас ситуација другачија јер се компаније све чешће одлучују за ближу сарадњу само са једним или два добављача, пре свега из финансијских разлога.

Захтеве које треба испунити односе се на квалитет, количину, цену, рокове испоруке робе и друге рокове, поузданост, флексибилност, као и остале циљеве које је потребно испунити задовољавајући друге критеријуме. Тражење добављача који испуњавају наведене стандарде је перманентан и примаран задатак. У ту сврху неопходно је континуално прикупљати и обрађивати податке о добављачима, са њима управљати и одржавати адекватне везе, затим је потребно разрађивати и примењивати методе за евалуацију и рангирање потенцијалних добављача. Након што је набавка упозната са потребама средстава за производњу према свим карактеристикама као што је количина, врста, тренутне залихе итд., она даље мора истражити изворе набавке, те изабрати најповољнијег добављача.

Пожељни добављачи треба да испуне одређене услове [16]:

- да конзистентно обезбеђују квалитет производа утврђен од стране купаца,
- да нуде производе по прихватљивој цени,
- да испуњавају све рокове,
- да пружају искористиву подршку и сервис,
- да пружају информације које су корисне организацији која врши набавку,
- да преузимају одговорност за проблеме када се појаве и одговара потребама организације коју снабдева,
- да информишу купца о евентуалним проблемима поручбинеили испоруке,
- да уживају стабилну финансијску позицију,
- да упореду буду заинтересовани за одређене вредности организацији коју снабдевају без нарушавања квалитета,

- да имају сличан систем вредности у погледу етичких норми у пословању,
- да дају нагласак на квалитет,
- да запошљавају високо мотивисане људе како би смањили проблеме превелике флукутације радника и штрајкове,
- да имају искрене интересе да помогну организацији коју снабдевају да достигне свој циљ,
- да су приступачни, што се највише огледа кроз једноставну комуникацију.

Четири фазе за избор добављача приказане су на слици 4. Поступак избора добављача почиње дефинисањем проблема који подразумева дефинисање потребних елемената за извршење процеса набавке, затим формулисање критеријума који су битни компанији са аспекта њених тренутних потреба и захтева који се постављају пред њом и на основу којих ће се вршити вредновање потенцијалних добављача. Трећа фаза је квалификација добављача на основу њихових карактеристика које поседују, а према формиранј критеријумима у претходној фази. На крају, последња фаза је избор најповољнијег добављача или више њих у зависности од компаније која врши избор.



Слика 4. Четири фазе избора добављача

Мрежа добављача дели се углавном на 3 основне врсте добављача. То су добављачи I, II и III реда. Добављачи I реда су углавном трговинске компаније или трговци на велико. Они обично не преузимају власништво над робом, већ само врше продају робе коју производи нека друга компанија и посредници су у комуникацији између компаније која жели да купи производ и оне која та производ прави. Добављачи II реда су дистрибутери. Ови добављачи обично купују производ од произвођача и онда те производе продају другим компанијама. Добављачи III реда су сами произвођачи који су прави власници производа. Куповина од произвођача је обично јефтинија и поузданија у погледу испоруке и поправке или сервисирања од куповине од дистрибутера и продавца, али то је донекле условљено величином поруџбине

Када је у питању аутомобилска индустрија неопходно је набавити делове који се уграђују у готов производ од оргиналних произвођача, односно ОЕМ-ова. Ти произвођачи представљају заправо главне добављаче са којима је сарадња неопходна.

Њихове компаније могу се налазити на различитим територијалним удаљеностима, тако да набавка може захевати одређено време или представљати препреку.

У свакодневном пословању доношење одлука које ће с једне стране обезбедити уштеду трошкова, а са друге стране задовољење потреба корисника свакако представља изазов. Према томе, велику одговорност при моделирању ланца снабдевања који укључује наведеноо имају доносиоци одлука. Њихов задатак може се манифестовати кроз остварење логистичког троугла, којег чине трошкови, време и квалитет. Задовољавање ових потреба које се постављају пред доносиоце одлука захтева систематски приступ који се огледа у смањењу трошкова у свим подсистемима логистике, скраћењу времена потребном за извршавање одређених операција, као и укупног времена потребног за реализацију испоруке робе. Поред тога, мора се тежити повећању квалитета самог производа како би крајни купац био задовољан и постао лојалан корисник.

2.5. Купци

Купци и задовољење потреба купаца игра најзначајнију улогу у производним процесима. Уколико не би било купаца производња се не би дешавала. Зато је веома битно пратити њихове потребе и жеље. На основу тога како доносе одлуке при куповини и њихових потреба, најчешће се врши подела на 5 типова купаца:

1. Лојални купци.
2. Импулсни купци.
3. Купци који купују у зависности од цене.
4. Купци који купују због потребе.
5. Лутајући купци.

Лојални купци су најважнији сегмент коме треба удовољити и требали би бити најважнији за сваку компанију. Ова врста купаца углавном представља око 20% базе купаца компаније, али доприноси већини прихода од продаје. Лојални купци су, као што и само име каже, лојални и високо цене производ. То су купци који ће вероватно препоручити производе компаније другим људима. Стога је важно истражити њихово мишљење и жеље и повратне информације и укључити их у процес доношења одлука компаније.

Импулсни купци су најбољи купци за продају и други су најатрактивнији сегмент на који се треба фокусирати. Овакви немају на уму одређену листу за куповину и производе купују спонтано. Поред тога, импулсни купци обично прихватају препоруке о производима.

Купци који купују у зависности од цене која се нуди играју важну улогу јер пред компанију стављају задатак да њихов производ буде што јефтинији, али да квалитет и даље буде задовољавајући. Због ових купаца компаније све више воде рачуна о финансијским токовима приликом производње.

Купци који купују због потребе купују одређени производ јер им је неопходан. Другим речима, брзо одаберу шта им је потребно и уколико то нађу купе шта им треба и оду. Уколико компанија не нуди оно што они у том тренутку желе, такви купци бирају друге компаније.

Лутајући купци привлаче највећи промет компанији, док чине најмањи проценат прихода од продаје. Немају на уму посебне потребе или жеље и више их привлачи локација предузећа. Ови купци уживају у друштвеној интеракцији искуства куповине. Углавном немају конкретне захтеве и жеље и могуће им је продати производ за који други сматрају да је адекватан.

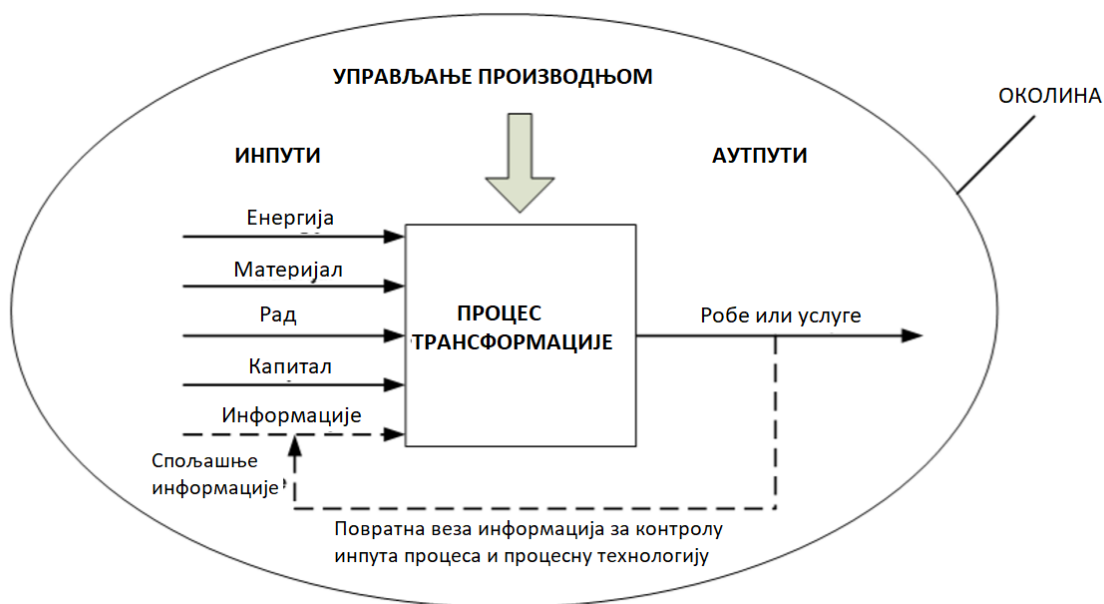
3. Процес производње

Производња представља један од кључних сегмената индустријских активности и заузима око 20-30% укупне вредности свих произведених доабра или пружених услуга. Производа се дефинише као сврсисходна људска делатност у којој се одређени скуп ресурса- инпута (енг. *Input*), трансформише у одређене производе- аутпуте (енг. *Output*) који служе задовољењу људских потреба. Аутпути или производи могу бити материјалне природе, а могу бити и разноврсне услуге намењене одређеној групи корисника. Производња представља најважнију фазу у процесу друштвене репродукције, јер је она материјална основа за функционисање осталих друштвених процеса и активности [17].

За функционисање процеса производње потребно је обезбедити одређене услове (чиниоце). Ти сулови деле се у две основне групе, од којих у једну спадају субјективни, а у другу материјални чиниоци производње. Субјективне чиниоце представља радна снага као облик енергије човека (интелектуалне и физичке способности) [17]. У материјалне услове производње спадају сви они материјални предмети које човек користи приликом своје производне активности. Према њиховој улози у процесу производње они се деле у две основне групе. Прву групу представљају они материјални чиниоци којима човек даје одређене облике и форме. Сваки такав материјални део природе на који се делује људским радом назива се предметом рада. Други део материјалних чиниоца чине она материјална средства преко којих човек непосредно или посредно утиче на делове предмета рада. Посредници између човека и предмета рада (сировине) називају се средствима за рад. Ако се обе групе материјалних чиниоца посматрају са становишта коначног резултата процеса производње, онда се оба чиниоца (средства за рад и предмети рада) испољавају као средства за производњу. Производња има припремну, основну и завршну фазу, и управо се у фази припреме производње обезбеђују њени чиниоци, у сновној се остварује производња као процес рада, док завршна фаза има функцију да се у њој определи кретање резултата процеса производње, према различитим облицима потрошње [18].

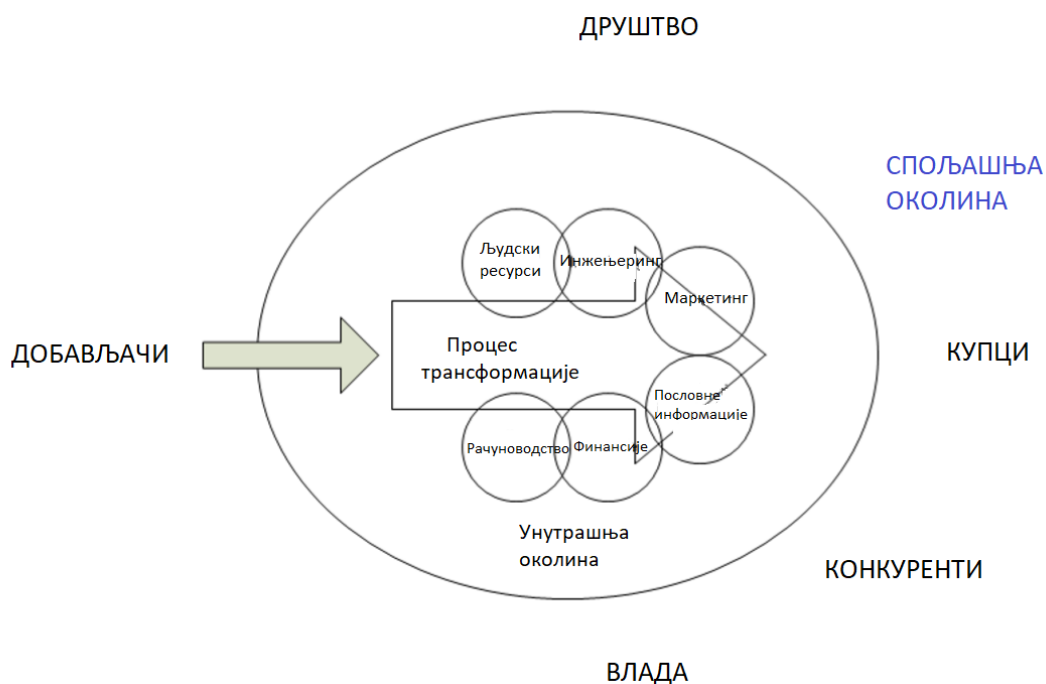
Сама производња се реализује кроз бројне технолошке процесе. Процес производње представља динамички систем у коме постоји кретање материјала (материјални токови) и кретање информација (информациони токови). Код сложенијих производних система ови токови могу бити веома сложени, па захтевају одређене системе за њихово управљање. Овом проблематиком се бави менаџмент производње. Систем управљања производњом функционише на принципу повратне спреге, на тај начин што се врши оцена квалитета финалног производа, у којој мери она задовољава планиране вредности. Ако постоји одступање, онда се на основу добијених информација врши корекција полазних елемената (материјал, технолошки процес и друго) да би се добио жељени резултат [17].

На слици 5 приказана је шема функционисања процеса производње са свим факотима који утичу на тај процес.



Слика 5. Шема производног процеса и фактори који утичу на исти [19]

С обзиром на значај производње, може се закључити да је управљање производњом један од најважнијих и најсложенијих задатака у компанији. Управљање производњом се пре свега односи на одлуке које се тичу производних процеса, запослених, квалитета и капацитета. Процес трансформације у производном преоцесу је у сталној интеракцији са својим унутрашњим и спољашњим окружењем (слика 6), што може довести до одређених промена у производним инпутима, производима или систему трансформације. Зато управљање производњом укључује и континуално надгледање животне средине.



Слика 6. Однос производње и околине [19]

Када је реч о процесима производње у аутомобилској индустрији, према потреби производња се може поделити на производњу која се бави производњом одређених делова (производња) и на производњу која се бави спајањем већ произведених делова (монтажа) [20]. Неке од додатних активности које се спроводе у току производње су: управљање документацијом и дизајном производа, избор материјала, планирање, процес производње, осигуравање квалитета, маркетинг, итд.

У наставку рада стављен је акценат на поузданост процеса производње и процес управљање квалитетом који је неопходан да би се испунили сви захтеви купаца у погледу рокова, цена производа и њиховог квалитета, јер од купаца у највећој мери зависи опстанак производње.

3.1. Поузданост процеса производње

Поузданост производног процеса у аутомобилској индустрији данас је изузетно важна из више разлога. Купци захтевају производ испоручен на време, захтеваног квалитета и наравно по приступачној цени. Поузданост у овом случају значи да ће бити испуњени договорени услови према купцу. Да би се то постигло, потребно је између осталог, заштитити производ током процеса производње од појаве нежељених застоја, производних грешака и било којих других непожељних фактора или активности који би могли довести до неусклађености са купчевим договореним условима. Због тих разлога постоје препоруке да се ове врсте грешака које могу пореметити услове поузданог рада производног процеса елиминишу системом квалитета на извору, пре свега спречавањем, а не откривањем [21].

Поузданост у аутомобилској индустрији игра веома важну улогу. То може доказати истраживање о релевантности критеријума приликом избора аутомобила од стране купаца (слика 7). Истраживање поставља 11 кључних критеријума [22] :

- 1) Поузданост,
- 2) Потрошња горива,
- 3) Цена,
- 4) Дизајн,
- 5) Пратећа опрема,
- 6) Трпшкови поправке/ одржавања,
- 7) Вредност употребе,
- 8) Мрежна услуга,
- 9) Време испоруке,
- 10) Престиж и
- 11) Добра цена приликом замене.

Критеријуми су оцењени помоћу скале од 1 (веома важно) до 4 (небитно). Према извршеној анкети над купцима, поузданост је на првом месту као најважнија, са вредношћу 1,3 на скали оцењивања 506. Критеријуми су оцењени помоћу скале од 1 (веома важно) до 4 (небитно). Према анкетираним купцима, поузданост је на првом месту као најважнија, са вредношћу 1,3 на скали оцењивања. Само су трошкови / цене били важнији од поузданости у неколико случајева [9].



Слика 7. Критеријуми купаца при куповини аутомобила [22]

Производни процес је веома важан део животног циклуса производа, те се из тог разлога посебна пажња мора посветити осигуравању поузданости производног процеса. Поузданост производног процеса неки аутори такође дефинишу као оперативну поузданост. Израз оперативна поузданост наводно је први пут употребио Дуран 2000. године, али такви подаци не постоје нигде осим у литератури [23]. Према Дурановој дефиницији, оперативна поузданост је флексибилан процес који оптимизује људе, процесе и технологију у циљу повећања доступности и додане вредности производних средстава. Оперативна поузданост састоји се од четири кључна сегмента: поузданости људског фактора, поузданости опреме, одржавања опреме и поузданости процеса (слика 8). У овом раду ће се задржати термин поузданост производног процеса, док ће се радна поузданост сматрати синонимом.



Слика 8. Фактори који утичу на оперативну поузданост према Дурану [23]

Непоуздан производни процес може довести до низа оштећења производа, а у најгорем случају то се може открити тек када производи дођу до купаца. Квантитативне методе које се користе за процену и побољшање поузданости производних процеса углавном су статистичке методе и теорије вероватноће. С друге стране, PFMEA се најчешће користи као квалитативна метода у аутомобилској индустрији како би се осигурала поузданост производног процеса [1].

10 основних активности које треба спроводити да би се осигурала поузданост процеса производње [24]:

1. Управљање конфигурацијом производа: преглед и увођење документације, контрола и процена, након што су уведене промене и модификације.
2. Избор и квалификација производних постројења и процеса.
3. Надгледање и контрола производних поступака.
4. Заштита од оштећења током производног процеса.
5. Систематско прикупљање, анализа и исправљање грешака које се јављају у процесу производње.
6. Осигуравање квалитета и поузданости током набавке (преглед документације, улаз, контрола, ревизија добављача итд.).
7. Калибрација мерне и опреме за испитивања.
8. Перформансе у процесу и завршно тестирање.
9. Демонстрација критичних компонената и склопова.
10. Оптимизација трошкова и распоређивање за тестирање и демонстрацију.

3.1.1. Инжењеринг поузданости

Глобално гледано, појам поузданост може се дефинисати као способност организације да испуни унапред дефинисане услове и захтеве, у одређеном временском периоду. Поузданост се углавном може посматрати са две кључне тачке гледишта: гледишта купца / корисника и гледишта произвођача. Са становишта купца / корисника, поузданост значи испуњавање свих договорених услова и карактеристика везаних за готов производ / услугу. С друге стране, поузданост са становишта произвођача значи да ће производ бити произведен у складу са одговарајућим захтевима купца у договореном року и по договореној цени [2].

Према литератури, инжењеринг поузданости најчешће се дефинише као вероватноћа да ће објекат извршити тражену функцију без режима грешака у датом временском оквиру, под одређеним условима [25]. Основне вештине потребне за ефикасно управљање инжењерингом поузданости су инжењерско знање и искуство примењено у фази развоја или производње. Стога се инжењеринг поузданости може квантификовати или квалификовати помоћу различитих алата, метода и техника, у

зависности од фазе у којој се производ налази. То су углавном две фазе: фаза дизајна / развоја и фаза производње / рада.

Идентификовано је четири основна циља инжењерства поузданости која су наведена по приоритету [25]:

-Примена професионалних и научних инжењерских техника за спречавање и смањење појава грешака;

-Откривање и отклањање узрока грешака;

-Проналажење начина за решавање грешака које се догоде ако њихови узроци нису отклоњени;

- Примена метода за процену поузданости новог стања, али и за анализу података о поузданости.

Како би се процес производње одигравао на поуздан и ефикасан начин потребно је увести и појам управљања квалитетом који одређује тачне кораке и предлоге како треба радити и функционисати једна организација да би захтеви купаца били потпуно задовољени.

3.2. Управљање квалитетом

"Квалитет" се може употребити када се објашњава поузданост при употреби, колико дуго се производ може употребљавати, поједине особине производа, укус или задовољство које се осећа при коришћењу неке услуге или производа. Под квалитетом могу се наћи различити одговори који зависе од позиције, функције, у ланцу производње или услуга, коју обавља особа која дефинише појам. Тако је наведено да су у истраживању "Gallupovog" института у САД менаџери фирми под квалитетом подразумевали [26]:

-Перфекцију,

-Конзистентност,

-Елиминацију шкарта,

-Брзину испоруке,

-Поштовање норми и процедура,

-Испоруку сврсисходног производа,

-Обављање посла из прве,

-Задовољство корисника,

-Потпуну услогу и задовољење потреба корисника.

О квалитету се може говорити из различитих позиција [26]:

- Прописаних захтева;

- Сврсисходности;
- Поузданости;
- Одсуства дефеката;
- Супериорности над конкуренцијом;
- Испуњења жеља корисника.

Производ или услуга која се на тржишту нуди да би се сматрала за квалитетну мора да буде *сврсисходна*. Под сврсисходношћу се сматра испуњавање основне замисли због које је настала. Односно, ако је производ или услуга пројектована и направљена да служи одређеној намени, од њих се очекује да то и успе. Испуњавајући своје постојање корисници траже да производ или услуга буду *функционални*. Односно, ако од превозног средства очекују да превезе кориснике од места А до места В и ако је такву функцију производ који користе испунио без проблема, тада се он сматра квалитетним. *Поузданост* је карактеристика коју производ или услуга морају да испуне да би се сматрали квалитетним. Корисник мора бити сигуран да ће производ или услуга независно од тренутка коришћења бити увек функционалан. Од производа се очекује да буде *ослобођен дефеката* и потребе за додатним дорадама или поправкама. *Супериорност над конкуренцијом* је посматрање квалитета у поређењу са функционално сличним производима или услугама. Заснива се на прихватању става да су квалитетнији они производи или услуге који према мишљењу корисника испуњавају више захтева или нуде више од конкуренције. Квалитетан производ или услуга се сусрећу у *испуњењу жеља и очекивања корисника*, а циљ је постизање одушевљења при коришћењу.[26]

Управљање квалитетом или контрола квалитета односи се на контролу производног процеса током његовог развоја. Контрола квалитета врши се у 2 дела. Први део обухвата унутрашњу контролу, коју врше сами произвођачи. Други део обухвата спољашњу контролу која се врши од стране органа за оцењивање усаглашености, купаца, конкурената и самог тржишта [27].

Неки од циљева управљања квалитетом јесу:

- Успостављање стандарда квалитета који су прихватљиви за купце;
- Откривање недостатака производа и процеса производње како би се обезбедила несметана производња;
- Процена квалитета метода и процеса у производњи и њихово систематско побољшање;
- Праћење и процена одступања квалитета производа током производње и детаљна анализа узрока тих одступања;
- Предузимање радњи које омогућавају да се постигне жељени квалитет производа.

Како би процес производње био на задовољавајућем нивоу уводи се појам потпуно управљање квалитетом. **Потпуно управљање квалитетом** (енг. *Total Quality Management, TQM*) је приступ управљања који подразумева дугоричну оријентацију ка

трајном побољшању квалитета који ће задовољити очекивања купаца. TQM тежи формирању ланца у који су укључени сви који имају додира да формирањем и коришћењем производа или услуга. TQM описује менаџмент приступ који узрокује континуално побољшање свих процеса у производњи и/или услугама поштујући утицаје који остварују сви чиниоци на перформансе организације.

Главни проблем са којим се компаније у данашње време суочавају је опстанак на тржишту, а разлог томе је све већа конкуренција која се појављује. Производња квалитетног и поузданог производа игра кључну улогу у томе да се компанија истакне на тржишту. Провера квалитета производа у аутомобилској индустрији је од великог значаја. Да би се дефинисао квалитетан производа, постоје одређени стандарди којих се мора придржавати произвођач. Најновији стандард праћења квалитета у аутомобилској индустрији је IATF 16949:2016 који је заснован на старом ISO 9001 стандарду [3].

3.2.1. Основе ISO 9001 стандарда

ISO (International Organisation for Standardization) је независна невладина организација и највећи светски произвођач међународних стандарда, која обухвата 162 земље чланице широм света. Међународни стандарди пружају светску класификацију производа, услуга и система, обезбеђују квалитет, сигурност и ефикасност. Они су средство које олакшава међународну трговину. ISO организација је објавила више од 19.500 међународних стандарда који покривају готово сваку индустрију, од технологије до безбедности хране, пољопривреде и здравствене заштите [28].

Међународни стандард ISO 9001 је први стандард који обједињује захтева за системом управљања квалитетом у свим областима људске активности. Први стандард из серије ISO 9000 појавио се 1987.године и доживео је четири издања до данас, а основни циљеви примене овог стандарда су: постизање задовољства купаца и континуирано унапређење свих процеса у организацији. ISO 9001 је једини универзално прихваћен стандард по коме се организације широм света могу упоредити. Представља начин разлишљања и приступа у управљању на такав начин да се најбоље праксе управљања преводе у захтеве стандарда.

Сам систем управљања квалитетом према стандарду ISO 9001 заснован је на поштовању осам основних принципа управљања квалитетом [29,30]:

1. Организација оријентисана ка купцу.

Главни циљ компанија је израда производа и пружање услуга купцима. Организације зависе од својих купаца, те купац одређује квалитет. Комуникација започиње упознавањем клијената и њихових захтева. Важно је осигурати да сви чланови организације буду свесни потреба и очекивања купаца, организације морају тежити да испуне њихова очекивања, односно морају пружити и више него што купац очекује. Одржавање комуникације са клијентима током процеса и праћење њиховог задовољства начин је за мерење перформанси.

2. Руководство.

За сваку организацију важно је добро руководство јер представници управе на водећим позицијама успостављају јединство циљева организације. Свако мора разумети визију, мисију и начела вођења, као и политику квалитета, циљеве и критичне процесе организације. Пословање се мора континуирано пратити и мора се комуницирати.

3. Ангажман људи.

Важан фактор у свакој организацији су људи, па би сваки запослени требало да буде укључен у систем управљања квалитетом, зато што сваки појединац може допринети. Успешне организације укључују све запослене у рад организације и на тај начин подстичу рад на заједничким циљевима и осигуравању одговарајућег окружења за напредак целокупног колектива.

4. Процесни приступ.

Контрола, унапређење и побољшање целог система може бити компликован процес, али ако се цео систем посматра као више мањих повезаних процеса, деловање се може усмеравати према предвидљивим резултатима појединих процеса у систему. Контролом и побољшањем појединих процеса лакше је и ефикасније побољшати цео систем. Да би се то постигло потребан је образован кадар и могућност за сталним усавршавањем знања у складу са активностима које се обављају у процесу.

5. Приступ менаџменту.

Представници управе на водећим позицијама који управљају системом међусобно повезаних процеса доприносе ефикасности организације у остваривању својих циљева.

6. Континуално побољшање.

Главни покретач TQM-а је континуално побољшавање процеса. Континуално побољшање подстиче организацију да буде аналитичка и креативна у проналажењу начина да постане конкурентнија и ефикаснија у испуњавању очекивања заинтересованих страна.

7. Одлучивање на основу чињеница.

Одлуке се доносе на темељу анализе прикупљених података. TQM захтева да организација непрестано прикупља и анализира податке како би побољшала тачност одлучивања и омогућила предвиђање на темељу резултата из прошлости пословања.

8. Однос са добављачима.

Потребно је да организације негују обострано искрен и уважавајући однос са својим добављачима, јер се на тај начин ствара успешно пословање на задовољство обе стране.

На слици 9 приказана је шема процеса управљања квалитетом. Купац се обраћа својим захтевом, а на којим примећених захтева купаца одговорност руководства је да одреди потребне радње и ресурсе за реализацију процеса. Процеси морају бити документовани како би се осигурао ефикасан рад организације.



Слика 9. Модел система управљања квалитетом заснован на процесима [31]

Током година дошло је до побољшања ISO стандарда, а самим тим и до промена унутар стандарда. ISO 9001 стандард има неколико издања: ISO 9001:1987, ISO 9001:1994, ISO 9001:2000, ISO 9001:2008, ISO 9001:2015. Тренутно је у индустрији у примени најновији ISO 9001:2015 стандард [3].

ISO 9001:2015 је заснован на 2 основна приступа [30]:

1. Модел процеса- дефинише процесе, улазе и излазе из процеса, потребне ресурсе, циљеве и начине мерења ефикасности процеса. Пословни процеси се могу описати као низ логистички повезаних активности које користе ресурсе компаније, а чији је крајњи циљ да задовољи потребе клијената за производима или услугама одговарајуће цене и квалитета, у адекватно време, истовремено постижући неку вредност.
2. PDCA модел (Plan – Do – Check – Act) је континуални циклус планирања, имплементације, верификације и акције (слика 10). У фазама процеса континуалног побољшања врши се:

-планирање (Plan)- детаљно истраживање и анализа постојећег процеса, а затим стандардизација (нормализација), прикупљање података ради идентификације проблема и израде плана побољшања кроз спецификацију критеријума за процену плана;

-обављање (Do)- спровођење плана, креирање евиденције о спроведеним изменама и прикупљање података за процену;

-провера (Check)- процена података прикупљених у ужем подручју и проверавање како остварени резултати одговарају циљевима постављеним планом;

- акција (Act)- ако су резултати успешни следи стандардизација нове методе и упознавање особља са истом, као и спровођење обуке. Ако резултати нису задовољавајући, потребно је преиспитати читав план или део плана, односно пројекта, или одустати од имплементације нове методе.



Слика 10. Основа на којој се базира стандард ISO 9001:2015

3.2.2. ISO/TS 16949 стандард у аутомобилској индустрији

Аутомобилска индустрија представља веома значајан чинилац сваке привреде. Потребно је испунити захтеве које модерна аутомобилска индустрија поставља пред испоручиоце. Специфичности ауто индустрије које се огледају у брзом развоју, комплексности производа, великој- серијској производњи, високој технологији, потреби да производ буде веома поуздан с обзиром на фаталне последице у случају отказа и великом броју испоручилаца- довеле су до развоја посебног стандарда за систем управљања квалитетом ISO/TS 16949 [3] .

Прва верзија овог стандарда датира из 1999.године када је IATF (International Automotive Task Force) формиран на иницијативу удружења произвођача аутомобила из Америке, Немачке, Италије, Енглеске и Француске- хармонизовао прилично различите захтеве OEM-ова везане за систем управљања квалитетом испоручилаца [19].Следећа верзија овог стандарда појавила се 2002.године и била је усаглашена са процесним приступом, односно захтевима стандарда ISO 9001:2000. Последња верзија овог стандарда је ISO/TS 16949:2009 и измена се односила само на захтеве стандарда ISO 9001:2008, док су додаци везани за аутомобилску индустрију остали исти као у верзији из 2002.године [3].

Поред овог стандарда, произвођачи аутомобила дефинисали су и своје специфичне захтеве. Познавање, разумевање и доследна примена ових специфичних захтева се показала као слаба тачка и чест извор неусаглашености приликом сертификације система управљања квалитетом испоручилаца у аутомобилској индустрији. Специфични захтеви остали су изван стандарда и представљају додатак стандарду ISO/TS 16949.

Произвођачи аутомобила захтевају од своји испоручилаца поузданост која подразумева, пре свега, квалитет у складу са спецификацијом и испоруком на време. Пракса показује да то може бити постигнуто у оквиру адекватно постављеног и доследно

примењеног система управљања квалитетом. Пут до "листе одобрених испоручилаца" води преко детаљних аудита од стране купаца. Аудит од стране купаца је базиран на упитнику коју у основи садржи [3]:

1. Захтеве стандарда ISO / TS 16949;
2. Специфичне захтеве купаца везане за систем управљања квалитетом;
3. Захтеве из приручника за методе и технике:
 - APQP (Advance Product Quality Planing)- напредно планирање квалитета производа,
 - PPAP (Production Part Approval Process)- процес одобравања дела за производњу,
 - FMEA (Failure Mode and Effect Analysis)- анализа грешака и њихових последица,
 - SPC (Statistical Process Control)- статистичко управљање процесом,
 - MSA (Measurement System Analysis)- анализа система мерења.

3.2.3. Примена IATF 16949

У августу 2016, ISO (International Standards Organization) је потврдила да ће ISO/TS 16949:2009 бити замењен новим међународним стандардом за ауто индустрију, IATF 16949:2016, који се базира на ISO 9001:2015 стандарду и мора се користити у комбинацији са посебним захтевима. IATF 16949:2016 стандард је заправо наследник ISO/TS 16949:2009 стандарда.

IATF 16949:2016 је структуром и захтевима потпуно на линији са ISO 9001:2015, али је и стандард намењен једном сектору који надограђује ISO 9001:2015. IATF 16949:2016 је иновативни документ снажно оријентисан на купце. Стваран је на основу одзива од институција, сертификације, аудитора, добављача и OEM-ова који су размотрени и садрже опште захтеве купаца у аутомобилској индустрији. Процедура сертификације дефинисана је у посебном документу: "Правила за постизање IATF признања".

IATF 16949 је базиран на "Структури Високог Нивоа" из ISO 9001:2015. IATF 16949 и мора бити коришћен заједно са ISO 9001:2015. То значи да се оба стандарда морају паралелно користити да би се покрили сви захтеви. IATF 16949 се не може користити одвојено.

У IATF 16949 стандарду прецизирају се захтеви за систем управљања квалитетом у развоју и производњи, уградњи и сервисирању аутомобилских производа. Систем управљања квалитетом IATF 16949 је систем који [3]:

- Одређује начин на који организација може задовољити захтеве својих купаца и других заинтересованих страна;
- Подстиче стално побољшавање и унапређивање;

- Захтева да организација дефинише циљеве и константно унапређује своје процесе;
- Наглашава превенцију и отклањање недостатака;
- Укључује посебне захтеве и основе методе аутомобилске индустрије;
- Тежи смањењу варијација и отпада у ланцу снабдевања;
- Захтева документовану и спроведену политику друштвене одговорности.

Примена IATF 16949 купцима пружа квалитетне и поуздане производе и услуге. Стандард одређује захтев за системом управљања квалитетом када организација жели да [3] :

-Покаже способност пружања производа који задовољавају захтеве купаца и применљиве законске, регулативне и сигурносне захтеве;

-Повећа задовољство корисника кроз ефикасну примену система;

-Спроведе процесе за побољшавање система;

-Дефинише целокупни контекст;

-Јасно дефинише циљеве и идентификује нове пословне могућности;

- Увери се да су потребе њихових клијената доследно испуњене и повећа њихово задовољство;

-Повећа лојалност купаца, придобије нове клијенте и повећа пословање;

-Прошири своје пословање на нова тржишта;

-Идентификује и отклони ризике;

-Ради на ефективнији начин ради повећања продуктивности и ефикасности, смањујући интерне трошкове на тај начин;

-Постане друштвено одговорнија кроз документовање и спровођење политике друштвене одговорности.

4. "FMEA" метода

Анализа ризика и њихових последица (енг. *Failure Modes and Effects Analysis*-FMEA) је метода која се користи током развоја производа и управљања операцијама за откривање потенцијално могућих грешака/отказа подсистема, склопова, компоненти или функција у систему. Стандардизована је метода анализе поузданости система. Служи за идентификовање отказа који знатно утичу на радно својство техничких система и/или употребни квалитет.

FMEA је индуктивна (спроводи се на нивоу елемената ка нивоу система), превентивна (усмерена ка спречавању настанка отказа), тимска (потребно је ангажовање људи различитог профила уз мултидисциплинарни приступ), и квалитативна (откази се дефинишу у форми описивања) метода која захтева време и добро познавање система који се анализира. Један од главних циљева је идентификовање потенцијалних отказа и њихових последица, који могу неповољно утицати на поузданост целог система, као и сакупљање постојећих знања и искустава, преко карактера отказа, и на крају предлагање решења за смањење и отклањање тих грешака. Крајњи циљ је производња без грешака, побољшање сигурности и поузданости, те побољшање задовољства купаца.

Још једна од карактеристика FMEA је то што је предвиђена да буде "жив" документ, односно да би је требало непрестано допуњавати новијим подацима, нарочито након промена на дизајну или унутар процеса производње. Такође, FMEA се може користити и превентивно и корективно, с тим што је много битније да се увек користи превентивно, када за то постоји одговарајућа могућност.

Ова метода се у производним процесима користи када [2]:

- Када је процес, производ или услуга дизајнира или редизајнира, након увођења норми квалитета;
- Када се постојећи процес, производ или услуга примењују на нови начин;
- Пре израде планова контроле за нови или модификовани процес;
- Када су планирани циљеви за побољшање постојећег процеса, производа или услуге;
- Када се анализирају откази и грешке у процесима, као и могућности њихових отклањања и спречавања.

4.1. Развој " FMEA" методе

Оригинална верзија FMEA дизајнирана је за потребе америчке војске под називом- војни поступак MIL-P-1629, а документована је 9. новембра 1949. године [32]. Касније 1974. из поступка MIL-P-1629 настала су два америчка војна стандарда: MIL-STD-1629 и MIL-STD-1629A. Ова анализа је тада коришћена као техника за одређивање режима грешака у системима, као и за утврђивање последица које те грешке проузрокују.

Концепт имплементације FMEA који се тада користио није данас у употреби, јер су корисници FMEA новијег времена концепт и процедуре у потпуности прилагодили својим стандардима и потребама.

Прва формална употреба FMEA какву индустрија данас познаје била је 1963. године за свемирску индустрију. Конкретно, NASA је користила ову анализу за превентивну поузданост и управљање ризиком у пројекту "Apolio" [32]. Нешто касније, 1965. године, започела је активна примена FMEA за потребе свемирске технологије и ваздухопловства, а десет година касније и за потребе нуклеарне индустрије [33]. Тек раних 1980-их FMEA је пронашао примену у аутомобилској индустрији. Америчке компаније (међу првима "Ford Motors" 1973. године) почињу да уводе FMEA поступке у процесе развоја производа.

Године 1977. "Ford Motors" је званично представио FMEA као превентивни метод за управљање квалитетом у фази развоја производа, али и у фази производње производа [33]. Године 1990. америчке аутомобилске компаније (познати трио "Ford Motors", "Chrysler" и "General Motors") увеле су FMEA као обавезни поступак за своје добављаче, а 1984. издале су приручник „Приручник за анализу потенцијалних кварова и анализу ефеката“ према којем је FMEA требало да се примени. Овај приручник је био веома компликован за употребу због одступања између различитих прописа, што је створило многе проблеме добављачима приликом примене FMEA. Сходно томе, група AIAG13 објединила је све прописе и створила јединствен приручник по мери добављача, што је резултирало објављивањем приручника за Анализу ризика и ефеката потенцијалних кварова 1993. године. Друго издање овог приручника издато је у фебруару 1995, треће у јулу 2001., а четврто тренутно активно издање је из јуна 2008. године [34].

4.2. Класификација " FMEA" анализе

FMEA је у пракси највише коришћена анализа. Најчешће се користи у почетним фазама развоја да би се осигурало да сви потенцијални откази буду уочени и елиминисани на време. FMEA је применљива на сваки систем, и на било који жељени ниво детаљности – систем, подсистем, склоп или компоненту.

Основни појмови који се користе у FMEA су [1]:

– Отказ (Failure) - Одступање од планиране функције или понашања; немогућност система, подсистема или компоненте да обаве потребну функцију.

– Начин (облик) отказа (Failure mode) - начин на који елемент отказује; облик или стање елемента у коме се елемент налази после отказа.

– Узрок отказа (Failure cause) - процес или механизам одговоран за покретање отказа. Процеси који могу проузроковати отказ компоненте су нпр. физички отказ, мана у моделу, дефект у производњи, утицај околине итд.

– Ефекат отказа (Failure effect) - последица отказа на функционисање или статус елемента и система.

У зависности од примене FMEA је класификована као производна FMEA или процесна FMEA. Производна FMEA анализира пројекат производа или система испитивањем начина на који отказ елемента утиче на производ или систем. Процесна FMEA анализира процесе укључене у производњу, коришћење и одржавање производа. Испитује начин на који откази у процесу утичу на производ или систем.

По начину спровођења, FMEA може бити функционална и структурна. У функционалној, систем се анализира са аспекта његове функционалности и декомпонује на подфункције. У структурној FMEA, систем се анализира са аспекта његове структуре (саставних делова).

Краткорочно, FMEA даје листу потенцијалних отказа и идентификује озбиљност њихових ефеката и одређује приоритет акција корекције. Дугорочно FMEA: развија критеријум за планирање тестирања система; обезбеђује документацију за будуће анализе поузданости у случају измене дизајна система; обезбеђује основу за планирање одржавања; обезбеђује основу за квалитативну и квантитативну анализу поузданости система.

Поред поменутих постоје још и следећи типови FMEA анализе [2]:

- Систем или концепт FMEA (S/CFMEA). Овај тип је имплементиран за проверу функција система. Обично се примењује у најранијој фази пре увођења одређеног хардвера.
- DFMEA и PFMEA, који се користе у фази дизајнирања и производње.
- FMEA услуга. Овај тип FMEA се користи као стандардизована техника за процену система и компоненти у фази пројектовања или дизајнирања. Примарни циљ је побољшати употребљивост производа
- FMEA окружења. Овај тип FMEA се користи за процену временских услова. Спроводи се у циљу провере испуњености услова анализираног дизајна, процеса, машина.
- FMEA машине. Ово је тип FMEA која се спроводи ради провере машина, алата и опреме.

FMEA је техника која даје одговор на питања:

-Шта може да откаже?

-Како отказује?

-Колико често ће да отказује?

- Који су ефекти отказа?

-Које су последице отказа по поузданост / сигурност?

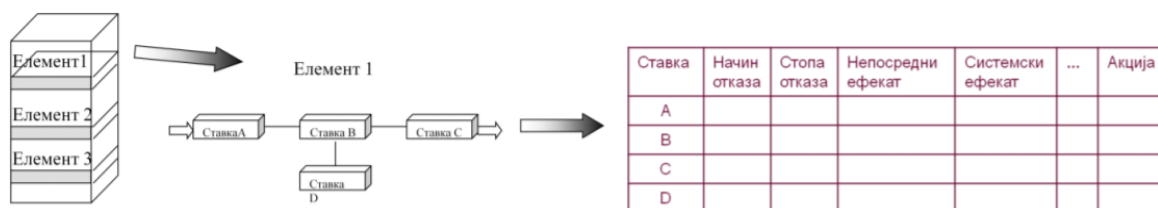
4.3. Функционисање процеса применом "FMEA" и процедура " FMEA "

У ширем смислу, FMEA процедура обухвата следеће кораке:

- Формирати тим,
- Утврдити правила и улоге,
- Прикупити и проучити релевантне информације,
- Идентификовати компоненте или процесе који ће се анализирати,
- Идентификовати начине, ефекте, узроке и акције за сваку компоненту или процес,
- Оценити ризик компоненте (анализом),
- Одредити приоритет корективних акција,
- Извести корективне акције и поново оценити ризик,
- Проследити, направити извештај и повремено понављати поступак, ако је потребно.

У ужем смислу, FMEA процедура обухвата следеће кораке [2]:

1. Идентификовати компоненте или процесе који ће се анализирати.
Основни концепт методе FMEA подразумева разлагање (декомпозицију) система на саставне елементе, до нивоа (дубине) који је процењен као значајан за анализу. На тај начин се врши детаљна идентификација компоненти, елемената (слика 11)...
- а) Определити се за функционални или структурни приступ
2. Идентификовати начине, ефекте, узроке и акције за сваку компоненту или процес
- а) Направити блок дијаграм производа или процеса
- б) Попунити FMEA радни лист (слика 12)
3. Оценити ризик компоненте (анализом)
- а) Одредити елементе РПН (озбиљност, појављивање, детектовање)
4. Одредити приоритет корективних акција



Слика 11. Декомпозиција система ради лакшег сагледавања свих компоненти које су битне за анализу

FMEA											
Систем:				Подсистем:				Фаза:			
Део	Функција	Начин отказа	Ефекти отказа		Озбиљност	Узрок отказа	Вероватноћа појављивања	Како отказ може да се детектује?	Детектовање	Р П Н	Акција
			Непосредни	Системски							
Аналитичар:							Датум:		Страна:		

Слика 12. Изглед заглавља радног листа за FMEA

4.3.1. Број приоритета ризика

FMEA се имплементира у тиму испуњавањем унапред дефинисаног облика извештаја и израчунавањем традиционалног броја приоритета ризика у литератури познатој као RPN (енг. Risk Priority Number- RPN) 514.

RPN се добија множењем три индекса: **S**, **O** и **D**, према једначини (1):

$$S \times O \times D = RPN \quad (1);$$

Где је:

S- Индекс озбиљности грешке,

O-индекс учесталости појаве грешке,

D- индекс способности откривања грешака.

Обично се сваки од три наведена индекса креће од 1 до 10. Стога се RPN може кретати од 1 до 1000. У литератури се понекад помиње скала од 1 до 5 [2]. Према неким правилима која је највероватније усвојила аутомобилска индустрија, корективне мере су обавезне када RPN прелази 100 или када један од три индекса S, O или D има вредност већу од 8. У суштини, ова правила треба прилагодити по потреби.

4.3.1.1. Идентификовање начина отказа и ефекта отказа

Идентификовање начина отлаза захтева добро познавање функционисања система. Појава отказа једне компоненте може узроковати до квара другеПримери отказа могу бити: електрични кратак спој, корозија или деформација, нефункционисање постројења у потребном тренутку, недостатак потребног излаза, промењен излаз или смањен оперативни квалитет, неадекватан стручни кадар...

За сваки начин отказа је потребно утврдити какав је његов ефекат на функционисање система. Нивои ефеката могу бит:

-Локални ефекти – односе се на ефекте које отказ има на јединице које су на истом нивоу као јединица која се посматра. Локални ефекат може бити и сам отказ посматране јединице.

-Следећи виши ниво. Крајњи (системски) ефекат – ефекат који подразумевају утицај отказа на функционисање целог система. Крајњи ефекат може бити:

- 1) Катастрофални ефекат на функционисање система
- 2) Умањује функционисање система али мисија система и даље може бити испуњена
- 3) Нема непосредног ефекта на функционисање система.

Сваком ефекту се даје број озбиљности (S) који се дефинише скалом од 1 (без опасности) до 10 (критично). Ови бројеви помажу инжењеру да да приоритет отказима и њиховим последицама. Ако јачина ефекта има број 9 или 10, сматра се да ће акције променити дизајн тако што ће елиминисати грешке, ако је могуће, или заштитити корисника од њихових ефекта. Оцена озбиљности од 9 или 10 је углавном резервисана за оне ефекте који би могли да нанесу штету кориснику или на неки други начин доведу до трагичног поступка.

У табели 3 приказана је скала са оценама ефеката отказа.

Табела 3. Оцена озбиљности ефеката отказа (Severity- S)

Озбиљност	Оцена
Никаква. Нема разлога да се очекује да ће отказ имати ефекат на сигурност, здравље, окружење или мисију	1
Врло мала. Незнатни поремећај функционисања. Оправка може бити завршена чим се уочи отказ.	2
Мала. Незнатни поремећај функционисања. Оправка може трајати дуже али неће угрозити мисију.	3
Мала до умерене. Умерени поремећај функционисања. Неки делови мисије се морају прерадити или делови процеса одложити.	4
Умерена. Умерени поремећај функционисања. Цела мисија се мора прерадити или цео процес одложити.	5
Умерена до велика. Умерени поремећај функционисања. Неки делови мисије су изгубљени. Умерено кашњење у обнављању система.	6
Велика. Велики поремећај функционисања. Неки делови мисије су изгубљени. Значајно кашњење у обнављању система.	7
Веома велика. Велики поремећај функционисања. Цела мисија је изгубљени. Значајно кашњење у обнављању система.	8
Хазард. Потенцијална опасност за сигурност, здравље или окружење. Отказ се јавља са упозорењем.	9
Хазард. Потенцијална опасност за сигурност, здравље или окружење. Отказ се јавља без упозорења.	10

4.3.1.2. Идентификовање узрока отказа и појављивања

Након утврђених начина и ефеката отказа у следећем кораку потребно је сагледати узрок отказа и број његових појама. То се углавном постиже помоћу научених лекција из прошлости, где су се откази појављивали на сличним или истим производним процесима. У табели 4 приказана је скала која дефинише оцену могућности појављивања отказа.

Табела 4. Оцена појављивања ефеката отказа (Occurrence – O))

Појављивање	Оцена
Незнатно. Отказ је скоро невероватан.	1
Мало. Врло ретки откази.	2
Мало. Релативно мало отказа.	3
Умерено мало. Нечести откази.	4
Умерено. Повремени откази.	5
Умерено велико. Фреквентни откази.	6
Велико. Откази се јављају често.	7
Велико. Откази се понављају	8
Велико. Откази и безотказни рад су скоро исти.	9
Веома велико. Отказ је скоро неизбежан	10

4.3.1.3. Планирање испитивања

Кад се утврде одговарајуће акције, потребно је тестирати њихову ефикасност. Поред тога, потребна је верификација дизајна. Потребно је и одабрати одговарајуће методе инспекције.

Прво, инжењер треба да погледа тренутне контролне система које спречавају појаву отказа или које откривају квар пре него што производ стигне до купца. Након тога треба идентификовати испитивање, анализу, надзор и друге технике које се могу или су се користиле на сличним системима за откривање грешака. Из ових контрола инжењер може сазнати колика је вероватноћа да се грешка не препозна или открије.

У број детекције (D) сврстава се способност планираних испитивања и инспекција за уклањање недостатака или откривање начина отказивања на време. Додељени број детекције мери ризик да грешка не буде откривена. Висок број откривања указује на то да су велике шансе да ће отказ избећи откривање, или другим речима, да су шансе за откривање мале.

У табели 5 дата је скала која представља оцене изгледности детекције отказа (D).

Табела 5. Оцена изгледности детектовања отказа (Detection- D)

Детекција	Оцена
Скоро извесно	1
Веома висока.	2
Висока.	3
Умерено висока.	4
Умерена.	5
Ниска.	6
Веома ниска.	7
Незнатна.	8
Веома незнатна.	9
Скоро немогућа.	10

4.4. Недостаци " FMEA "

Иако је FMEA дефинисана различитим стандардима, и у активној је примени око 60 година, могу се издвојити поједини недостаци (ограничења). Недостаци FMEA могу се расподелити по групама у зависности од природе проблема. Према томе може се рећи да постоје 3 групе недостатака [2]:

- недостаци FMEA везани за утицај људског фактора,
- структурни недостаци FMEA,
- недостаци процедуре FMEA.

4.4.1. Недостаци везани за утицај људског фактора

Људски фактор је основни проблем који се јавља код FMEA, који је веома тешко контролисати, јер се извештај FMEA (у квалитативном смислу) испуњава на основу субјективног мишљења људског фактора или FMEA тима. Кредибилитет утврђивања грешака, последица, узрока, индекса S, O и D обично у потпуности зависи од мишљења стручњака тимова, што у суштини доводи до релативности у погледу поузданости производног процеса. Неки од проблема који се јављају са овом врстом недостатка FMEA су [2]:

- Проблеми у доношењу одлука. Ова врста проблема јавља се у свим фазама имплементације FMEA. Од почетка доношења одлука приликом формирања FMEA тима, преко доношења одлука у фази идентификовања и процене грешака, до фазе увођења решења.
- Проблеми непажње у примени FMEA. Ови проблеми су чести у многим компанијама различитих врста индустрије, а такође и у аутомобилској индустрији. Главни узрок проблема непажње је недостатак заједничке културе и филозофије у предузећу. FMEA је живи документ који треба стално ажурирати. Стога је неопходно да FMEA води савесно особље које ће редовно ажурирати FMEA извештај и континуирано побољшавати идентификоване проблеме или грешке. Неки од додатних проблема који могу утицати на овај проблем су недостатак мотивације и времена запослених [2].
- Проблеми са дуговечношћу примене FMEA.
- Проблеми недостатка обуке. Искуство је неопходно за ефикасну и ефективну примену FMEA, али погрешно искуство у примени FMEA може водити тим у погрешном смеру. Студија проведена на 150 добављача из аутомобилске индустрије показала је да PFMEA тимови нису добро схватили и да се PFMEA сматра додатном административном обавезом [35]. Закључено је да испитаници често мешају узроке и последице, а у неким случајевима и режиме грешака. Такође, превентивне (корективне) мере се уводе само када RPN пређе задовољавајућу границу. Ови показатељи указују на недостатак одговарајуће обуке.

4.4.2. Недостаци FMEA структуре

Структурни оквир FMEA (извештај FMEA) садржи бројне недостатке које су утврдили различити аутори. Неки од проблема који се јављају код ове врсте недостатака су [36]:

- Ограничен простор за попуњавање FMEA извештаја. Простор за попуњавање поља у оквиру FMEA је ограничен и било која опсежнија објашњења воде до непрозирности.
- Немогућност поновне употребе извештаја FMEA.
- Ограничења S, O и D индекса. Проблем субјективности S, O и D индекса може се поделити на три одвојена проблема за сваки од индекса. Индекс S указује на озбиљност грешке, која се углавном посматра са аспекта осигурања квалитета или у ретким случајевима са становишта сигурности. Други утицајни фактори се уопште не узимају у обзир, као што су време на располагању за примену FMEA или трошкови грешке. Индекс је можда највећи проблем јер зависи искључиво од предвиђања, вероватноће и статистике. D индекс је чак и најмањи у погледу проблема.

Поред тога што се посебно посматрају ограничења сваког од три индекса, 3 најчешћа проблема у вези са S, O и D индексима су:

- 1) Релативна важност индекса S, O и D није узета у обзир. Односно, индекси S, O и D не могу имати исту тежину. На пример, RPN са индексима S=8, O=8 и D=2 (RPN=128) може имати нижу вредност од RPN са индексима S=4, O=6 и D=6 (RPN=144). Случај два са РПН 144 углавном је већи приоритет, мада је први случај са РПН 128 критичнији.
- 2) Ова три индекса је тешко тачно проценити. Обично се индекси S, O и D оцењују као ниски, високи, умерени и слично. Не постоји јасна дефиниција ризика. Индекс је готово немогуће прецизно дефинисати.
- 3) Сваки од индекса вреднује се према различитом значењу, па је могућност умножавања истих под знаком питања.
 - Ограничења RPN. 7 значајних недостатака RPN-а [2]:
 - 1) Различите комбинације S, O и D индекса могу дати исту RPN вредност, али ризици изазвани грешкама могу дати потпуно различите исходе.
 - 2) Математичка формула за израчунавање RPN је упитна и дискутабилна.
 - 3) RPN се не може користити за мерење ефикасности превентивних (корективних) активности.
 - 4) RPN-и нису непрекидни, тј. Током времена се мењају.
 - 5) Математичка формула за израчунавање RPN је веома осетљива на промене у процени фактора ризика.
 - 6) RPN елементи имају много двоструких фактора.
 - 7) RPN узима у обзир само три фактора ризика, углавном у погледу квалитета и сигурности.
 - Трошкови нису укључени у FMEA. Трошкови које грешке могу проузроковати су бројни. Све грешке које у производном процесу остану непримећене и дођу до купца или корисника, представљају финансијску потенцијалну опасност за компанију у зависности од тежине грешке. Такође нема укључивања трошкова у доношење одлука о увођењу корективних мера (тј. С индекс не укључује трошкове). Поред трошкова везаних за купца, постоје и трошкови који узрокују грешке и односе се на само предузеће. Стога, PFMEA треба да надгледа трошкове или финансијске губитке настале током производног процеса.

4.4.2. Недостаци процедуре FMEA

Недостаци процесуре опет делом зависе од људског фактора, али и од структуре FMEA. Може се рећи да је ова врста недостатка последица интеракције људског фактора и извештаја FMEA. Неки од проблема који се јављају код ове врсте недостатака су [36]:

- Међузависност између различитих режима грешака и последица није узета у обзир.
- Погрешан приступ при утврђивању основног узрока грешака или само површно дефинисање узрока.
- Не постоји принцип стандардизације грешака или се старе грешке понављају у извештајима FMEA.
- Попуњавање FMEA извештаја или вођење FMEA поступка је дуготрајан процес и захтева посвећеност. Време је веома важан фактор који утиче на FMEA, јер утиче и на људски фактор. Имплементација FMEA тима није примарна активност и питање је колико времена тим може посветити примени FMEA, а самим тим и колико пажње.
- Поступак не прецизира приступ континуираном побољшању и обавезно решавање грешака, па се зато често дешава да се грешке решавају само када индекси RPN или S, O и D пређу задовољавајуће вредности.

5. Примена "FMEA" методе у аутомобилској индустрији

Почетак употребе PFMEA у аутомобилској индустрији датира из 1980. године, када су познате аутомобилске корпорације у САД-у представиле ову анализу. PFMEA је врста FMEA која се користи у фази производног процеса. Примена PFMEA у фази производње обавезна је за све компаније које се баве производњом (монтажом) делова за аутомобилску индустрију и може се рећи да се ова анализа данас широко користи.

Иако ова анализа налази обавезну примену у аутомобилској индустрији, идентификоване су различите врсте ограничења извршења, који се напоменуте у претходним поглављима. им поглављима. Бог тога се може рећи да је PFMEA и данас, након дужег периода постојања, веома занимљива област која се може непрестано побољшавати, допуњавати и мењати. Поред недостатака о којима је било речи, наравно, постоји и низ предност при правилном спровођењу ове методе у аутомобилској индустрији [21]. Неке од предности су:

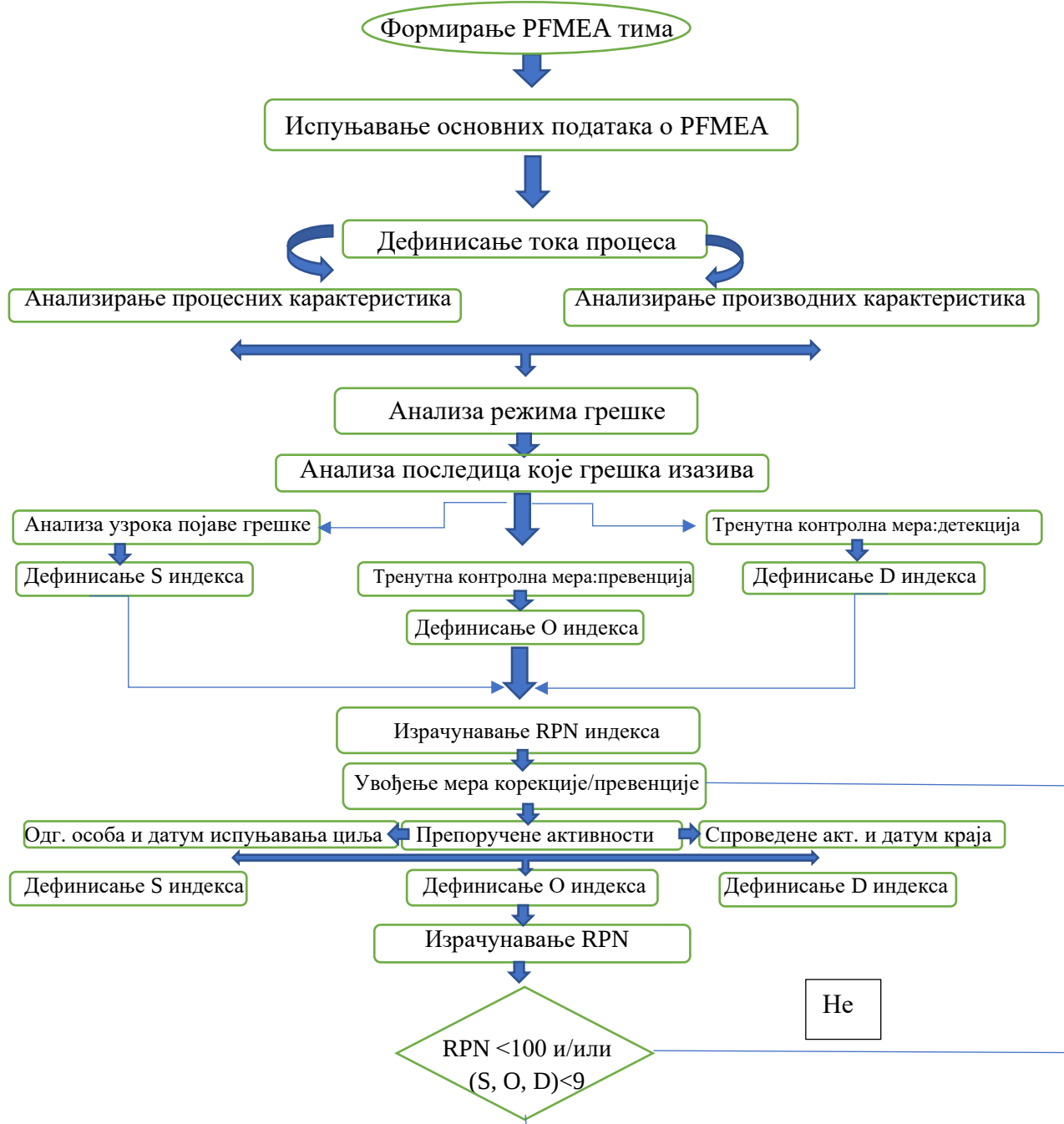
- Уверење да су сви ризици идентификовани у раној фази производног процеса, или чак и пре почетка производње, и да су над њима спроведене одговарајуће превентивне и корективне мере;
- Приоритети и оправдања за активности унапређења производа или процеса;
- Смањење отпада, дораде и трошкова производње;
- Очување и стицање знања о процесима или производима;
- Смањење грешака у одређеним процесним поступцима и трошкова гаранције;
- Документовање грешака и активности које доприноси побољшању неких будућих производних процеса;
- Идентификација потенцијалних грешака које се могу појавити;
- Идентификујте потенцијалне последице које ове грешке могу да проузрокују;
- Процена озбиљности сваке од грешака;
- Утврђивање потенцијалних узрока грешака;
- Увођење новог дизајна или контроле који ће спречити појаву грешака у будућности;
- Идентификација корективних радњи потребних за спречавање појаве грешака;
- Постављање приоритета за увођење корективних активности у фази производног процеса.

Имплементација PFMEA врши се у тиму користећи процедуру са унапред дефинисаним корацима, као што је већ и описано. Ово поглавље ће представити поступак за примену PFMEA у аутомобилској индустрији, са објашњењем

терминологије која се јавља у анализи. Такође, биће више објашњена конкретно о тиму PFMEA који чини важан фактор PFMEA уопште.

5.1. PFMEA процедура

Процедура спровођења PFMEA може се разликовати од компаније до компаније и углавном се дефинише у складу са потребама одређене компаније. Постоји традиционални, односно конвенционални поступак PFMEA (шема: Алгоритам традиционалног спровођења процедуре) који је усвојен према приручнику AIAG³(Акциона група за аутомобилску индустрију)- "Потенцијални FMEA".



³ Енг. Automotive Industry Actiona Group (AIAG)- агенција за аутомобилску индустрију основана ос стране 3 аутомобилске компаније: Ford Motors, Chrysler i General Motors

Крај

Мултидисциплинарни тим се формира пре почетка примене PFMEA. Основни подаци ПФМЕА се затим попуњавају како би се олакшало праћење документације. Затим се дефинише ток процеса, за сваки поједини корак спроводи анализа грешака у процесу. Такође, пре почетка саме анализе грешке, треба проверити посебне карактеристике које је произвођач навео у извештају. Тек тада се врши анализа потенцијалне грешке, односно режима грешака. Након тога се анализирају се последице које ова грешка може проузроковати, као и узроци грешке и провера тренутног стања (да ли су и које превентивне и корективне мере уведене). Након свих ових анализа долази до процене ризика и процене индекса S, O и D који резултирају добијањем RPN-ова. За одређене ризике тада се уводе превентивне или корективне мере, у зависности од политике компаније или тима PFMEA. Ако RPN или било који од индекса S, O или D премашују граничне мере, тада се морају увести превентивне или корективне мере.

Одговорно лице дефинише препоручене мере као и датум испуњења циља, а при завршетку испуњења циљева документоване су све спроведене активности као и датум њиховог завршетка. Након уведених активности, индекси S, O и D се поново процењују и вреднују и проверава се да ли је RPN смањен увођењем превентивних или корективних мера. Ако RPN или било који од индекса S, O или D премаши граничне вредности, поступак увођења превентивних или корективних мера се понавља. Ако не премаши, PFMEA се примењује за одређену грешку. Поступак се понавља за сваку нову грешку.

Уоснови се метода FMEA може применити кроз 5 основних корака:

1. Дефинисање граница и теме. У оквиру овог корака треба дефинисати зашто се врши анализа, дати конкретан задатак, одредити како ће се он решавати.
2. Састављање мултидисциплиновог тима.
3. Прављење дијаграма процеса. Циљ овог корака је на најразумнији начин приказати како ће се ток процеса одвијати, ко у њему учествује, који су кораци и како им треба поступити.
4. Анализа опасности. Главни део FMEA методе у коме треба пажљиво идентификовати све потенцијалне грешке које се могу јавити у извршењу производних процеса.
5. Акције и мерења. У оквиру овог корака треба идентификовати начине којима ће се потенцијални недостаци уклонити и како ће се спречити настајање грешке или отказа.

5.1.1. Извештај PFMEA

PFMEA као метода подразумева обавезно попуњавање извештаја. AIAG је предложио стандардни извештај са минималним садржајем информација за примену PFMEA (слика 13), и генерално се овај облик извештаја најчешће користи у пракси, мада су компаније слободне да извештај прилагоде својим условима и потребама.

Борђе Н. Милићевић
 ПРИМЕНА "FMEA" АНАЛИЗЕ ЗА УНАПРЕЂЕЊЕ ПРОЦЕСА ПРОИЗВОДЊЕ У АУТОМОБИЛСКОЈ
 ИНДУСТРИЈИ

PFMEA извештај										FMEA број: _____								
Предмет: _____					Одговорност за процес: _____					Страница: _____								
Модел и год.: _____					Кључни датум: _____					Спровео/ла: _____								
Главни тим: _____										Датум спровођења: _____								
Процесни корак/ функција	Захтеви	Потенцијал ни режим грешке	Потенцијал на последица коју грешка изазива	Обилност	Класификација	Потенцијал ни узрок појаве грешке	Тренутна контрола процеса превенције	Тренутна контрола процеса детекције	Учесталост грешке	Детекција	RPN	Препоруче не акције	Одговорност и датум испуњавања циља	Спроведене активности и датум завршетка	Обилност	Учесталост грешке	Детекција	RPN

Слика 13. PFMEA извештај препоручен од стране AIAG [34]

5.1.2. PFMEA тим

PFMEA је анализа која треба да се уради у тиму, а према неким стандардима за аутомобилску индустрију чак је и обавезна. Стандард IATF 16949 у клаузулама 8.3.2.1 и 8.3.3.3 предвиђа да се PFMEA мора применити у мултидисциплинарном тиму. Релевантност и поузданост PFMEA зависе од стручњака из различитих области. Стога се може рећи да се PFMEA обично састоји од мултидисциплинарног тима који предводи вођа PFMEA. Према неким ауторима, препоручени број чланова тима је од 4 до 6 [37]. У принципу, број чланова тима је релативан и одређује се према потребама производног (монтажног) процеса за који је тим формиран.

Поред редовног састава тима формираног у оквиру компаније, применом PFMEA у производни процес, односно тим, могу бити укључени: купци и добављачи, спољне компаније, чланови DPFMEA тима, у неким случајевима производни радници итд. Тим PFMEA може бити посебна тема истраживања у оквиру решења за побољшање PFMEA, јер квалитет и поузданост PFMEA у великој мери зависе од људског фактора, односно чланова тима.

Имплементацију PFMEA спроводи вођа тима. Вођу тима обично бира руководство компаније, али у неким случајевима може и сам тим. Често је грешка ако се каже да је вођа тима фактор који има пресудну улогу у PFMEA тиму. Вођа тима треба да има апсолутно иста права и обавезе као и остали чланови тима. Неке од одговорности вође тима су:

- планирање и вођење састанака,
- обезбеђивање потребних ресурса,
- обезбеђивање поузданости примене PFMEA [37].

Поред лидера PFMEA, значајна особа за PFMEA је и стручњак за процес. Овај профил је важан због познавања самог процеса. Идеалан случај је када је вођа тима такође стручњак за процес. Неки од стручних профила који се обавезно налазе у PFMEA тиму:

- процесни/производни инжењер,
- инжењер квалитета,
- менаџер.

Да би тим могао да изврши своју улогу у примени PFMEA на одговарајући начин, неопходно је да чланови тима пре свега прођу одговарајућу обуку. Ако чланови тима имају неке сертификате или су већ прошли редовну обуку или можда имају искуства у вођењу PFMEA, додатна обука није потребна, али је свакако пожељна. Ако аутомобилска компанија користи неки необичан приступ у примени PFMEA или неки софтвер који није познат члановима тима, онда је неопходно да сви чланови тима прођу одговарајућу обуку. Поред обуке за извођење PFMEA анализе, пожељно је да чланови тима прођу и обуку за тимски рад.

5.2. PFMEA и IATF 16949:2016

За разлику од претходних стандарда за аутомобилску индустрију (QS 9000 и ISO/TS 16949) у којима се PFMEA помиње у само неколико поглавља, у IATF 16949: 2016 стандарду PFMEA се помиње у чак 18 поглавља [2]:

Поглавље 4.4.1. Безбедност производа. Потребно је да организације има документоване процесе за управљање сигурношћу за одређене производе и производне процесе, који треба да укључују посебна одобрења PFMEA.

Поглавље 7.2.4. Надлежности интерне ревизије. Организација треба да има документоване процесе како би могла да потврди компетентност интерних ревизора узимајући у обзир посебне захтеве купаца. Сви ови ревизори треба да показу одређене компетенције. У оквиру ових надлежности, ревизори одређених производних процеса треба да буду у стању да покажу техничко разумевање производног процеса који се ревидира, штко укључује, између осталог, разумевање и знање PFMEA.

Поглавље 7.2.4. Надлежности ревизора друге стране. Друга страна су углавном купци или корисници за које се производи или којима компанија пружа неку услугу. Као и у претходно наведеном опсиу поглавља, ревизори друге стране морају показати одређене компетенције које укључују PFMEA.

Поглавље 7.5.3.2.2. Инжењерске спецификације. Због ажурирања или прегледа процесне документације, PFMEA се такође мора ажурирати.

Поглавље 8.3.2.1 Планирање дизајна и развоја. Организација треба да осигура планирање дизајна и развоја у различитим областима. Једно од ових подручја је развој и преглед PFMEA.

Поглавље 8.3.3.3 Посебне карактеристике. Организација се обавезује да ће користити мултидисциплинарни приступ у успостављању докумената и спровођењу процеса како би идентификовала посебне карактеристике. Ове карактеристике укључују оне које одређују купци, као и анализу ризика (PFMEA) коју је спровела сама организација.

Поглавље 8.3.5.2 Излази из дизајна производног процеса. Организација треба да документује излазне податке дизајна производног процеса на начин који ће омогућити валидацију улазних података дизајна производног процеса. Излази за дизајн производног процеса требало би да укључују, између осталог, PFMEA.

Поглавље 8.5.1.1. План контроле. Ово поглавље описује обавезну употребу плана контроле који прати анализу PFMEA.. Такође је истакнуто да се након сваке ревизије плана контроле PFMEA мора ревидирати и обрнуто.

Поглавље 8.5.6.1.1 Привремена промена процеса управљања. У њему се наводи да би организација требало да документује процес који је укључен у употребу алтернативних метода контроле. Процес треба да укључује PFMEA.

Поглавље 8.7.1.4 Контрола готових производа. Организација треба да користи PFMEA методологију за процену ризика у завршном процесу.

Поглавље 1. 8.7.1.5 Преглед поправљених производа. Организација треба да користи PFMEA методологију за процену ризика у завршном процесу.

Поглавље 9.1.1.1 Надгледање и мерење производног процеса. Организација треба да одржи способност производног процеса или резултате перформанси које су одредили купци, а у оквиру тога треба да испуни и прати PFMEA.

Поглавље 9.1.1.2 Идентификација статистичких алата. Организација треба да успостави одговарајуће статистичке алате. Притом треба проверити учешће ових алата у напредном процесу планирања квалитета производа, који укључује PFMEA.

Поглавље 9.2.2.3 Ревизија производног процеса. Организација треба да изврши ревизију свих производних процеса сваке три године како би утврдила ефикасност и ефективност процеса. Ова ревизија такође укључује ревизију резултата и PFMEA.

Поглавље 9.3.2.1 Преглед улазних података управљања - накнадни. Ови улази треба да укључују, између осталог, PFMEA.

Поглавље 10.2.3 Решавање проблема. Организације би требале имати документоване процесе решавања проблема, који укључују преглед PFMEA и додавање информација тамо где је то потребно.

Поглавље 10.2.4 Превентивна заштита од грешака. Организација треба да има документован процес употребе одговарајуће методологије за превентивну заштиту од грешака. Једна од ових метода је PFMEA.

Поглавље 10.3.1 Стално побољшање. Организација треба да има документован процес сталног усавршавања. Такође би требало да укључује PFMEA.

Како би се методологија PFMEA ускладила са стандардом који се односи на квалитет процеса производње, и како би се сам процес производње у предузећу побољшао/унапредио, потребно је пратити све наведене кораке из претходних корака. Такође, важну улогу игра постављање и праћење "SIPOC" дијаграма.

6. Унапређење процеса производње применом "FMEA" методе

Најуспешније компаније данашњице су оне које креирају своје пословне процесе из перспективе клијената и потпуно их прилагођавају њима. Савремено пословање и његови основни покретачи одређују неопходност оријентације компаније према својим клијентима [38]. Како технологија напредује и захтеви купаца постају све већи и већи, од производних компанија се очекује да могу понудити одговарајуће производе који купци захтевају по приступачним ценама и задовољавајућем квалитету. Такође, како би компаније опстале на тржишту морају се стално трудити да унапреде своје пословне процесе, буду иновативне, нуде уштеду времена купцима континуираним пружањем потребних информација и нуђењем персонализованих производа и услуга.

У данашњим условима постизање конкурентске предности изузетно је тежак задатак. Дистрибуција постаје компликованија, купци постају све захтевнији, желе тренутни приступ производима и услугама, па се њихови пословни модели морају прилагодити и понудити им вредности које очекују и желе. Узимајући у обзир факторе који утичу на то да се компаније окрену купцима, а посебно њихово задовољство и лојалност, вредност купца за компанију постаје непроцењива. С обзиром да клијенти представљају генератор прихода, може се рећи да је вредност предузећа већа, што више клијената има. Због тога је важно посветити се клијенту и постићи његово задовољство.

FMEA метода о којој је било реч у претходним поглављима је метода која је прописана обавезним прописом за индустријско предузеће и која се активно користи за унапређење пословних процеса. Препознавање отказа пре њиховог настајања у производном процесу од кључне је важности за успех, бзину и квалитет производње. Адекватном и активном применом FMEA анализе може се доћи до потребних информација које утичу на ефективност и ефикасност процеса.

FMEA метода може се упоредити са методологијом 6 сигми (six sigma) која се примењује за стално побољшање пословних процеса кроз поступак уклањања грешака. Циљ методологије је постизање нивоа квалитета означеног са „6σ“ (шест сигма). Поред методологије шест сигми, FMEA се може упоредити или користити и у комбинацији са "lean" производњом [2].

Да би се унапредио/побољшао процес, користи се и алат који резимира улазе и излазе једног или више процеса у облику табеле- SIPOC. Користи се за дефинисање пословног процеса од почетка до краја пре почетка самог рада. Скраћеница SIPOC означава добављаче (suppliers), улазе (inputs), процесе (process), излазе (outputs) и купце (customers) који чине колоне табеле .

Да би се нагласило стављање потреба купаца у први план, алат се понекад назива COPIS, а информације о процесу попуњавају се у смеру од последње колоне, почев од купца па до добављача.

Да би се креирао SIPOC дијаграм, прво је потребно мапирати целокупан процес у неколико корака. Тада се морају идентификовати излазни подаци процеса, ко ће их добити и који су неопходни улазни подаци и добављачи за сваки процес. Последњи корак је подела дијаграма са заинтересованим странама ради процене и верификације резултата. Пример SIPOC дијаграма за потребе преправке аутомобила дат је у наставку.



6.1. "Lean" приступ

"Lean" је амерички израз који описује Тојотин производни систем (ТПС). Појава ТПС-а повезана је са периодом након Другог светског рата. Овој компанији је требало велико решење које ће компанију укључити поново на тржиште и учинити конкурентнијом на тржишту. ТПС је био то решење. Масовна производња која је била широко коришћена широм света, замењена је производњом производа који су тражили само купци [39]. Фокус компаније је промењен у континуирано унапређивање и управљање квалитетом у сваком кораку били су од кључног значаја за успех.

"Lean" приступ могао би се применити на било који други пословни аспект или у било којој пословној ситуацији. "Lean" приступ у аутомобилској индустрији углавном се користи за побољшање производних процеса. За ова побољшања обично се користе различити алати. Главне сврхе "lean"-а су идентификовање, спречавање и исправљање кварова и проблема. Према томе, "lean" приступ има готово исту сврху у производном процесу као и PFMEA. Због тога постоји пуно простора за интеграцију "lean" приступа у PFMEA за побољшање производног процеса и спречавања неуспеха.

6.2. Интеграција "Lean" приступа у PFMEA

Идеја је интегрисати "lean" приступ у кораке ка реализацији PFMEA. Али прво, недостаци који се јављају током реализације PFMEA морају се идентификовати и отклонити уз помоћ "lean" приступа. За многе од ових недостатака већ су пронађена различита решења. На пример, за RPN, трошкове, S, O, D индексе итд. Пронађено је пуно решења, али још увек има пуно простора за побољшања.

Идентификовани недостаци, који се могу отклонити "lean" приступом, представљени су у табели 6. Те недостатке дефинишу различити аутори под различитим називима који су представљени у левој колони. У десној колони су представљена решења "lean" приступа за отклањање одређених недостатака.

Табела 6. Примена "lean" приступа за отклањање одређених недостатака PFMEA

Недостаци	"Lean" приступ за отклањање недостатака
Погрешан приступ у откривању основног узрока кварова [40]	Основни узрок квара може се идентификовати помоћу "lean" алата за утврђивање основног узрока проблема - 5 зашто метода
Неискоришћени постојећи ресурси [40]	Много је ресурса који се не користе у компанијама и који се могу користити за побољшања током реализације PFMEA. Један од најнеискоришћенијих ресурса су људи у компанији. У "lean" системима сви

	запослени треба да буду укључени у побољшања.
Проблем током дефинисања RPN-а [36]	Кварове треба третирати са већим RPN. Свакако, све кварове треба решити или смањити због циља „нултог квара“ "lean" приступа.
Понављање кварова [36]	Кварове треба решавати решењима која су стандардизована. Захтева се стандардизовани рад.
Традиционални приступ је дуг и досадна [41]	Идентификација неуспеха треба да се врши директно у радњи, а радници такође треба да буду укључени у анализу.
Немогуће је поново користити FMEA извештај [42].	Употреба софтвера са табелама у којима се може извршити ревизија која подразумева стално побољшање.
Испуњавање FMEA извештаја захтева много времена [43].	"Lean"-у треба приступити полако и темељно, а не брзо и површно. Стандардизација кварова PFMEA значи мање кварова. Тако ће реализација PFMEA ићи брже.

Нови приступ PFMEA предложен је у облику алгоритма представљеног на шеми . Предложени алгоритам подељен је у четири фазе, основе на којој се базира стандард ISO 9001:2015 (поглавље 3.2.1.) PDCA циклуса за решавање проблема- План (P), урадити (D), проверити (C), деловати (A). Фаза плана је подељена у неколико сегмената за детаљну анализу. Фаза урадити је повезана са извршењем плана. Фаза провере је потребна за проверу сваког напретка. Фаза деловати повезана је са признатим и стандардизованим решењем.

Нови PFMEA приступ започиње формирањем мултидисциплинарног тима. Када се тим формира, требало би започети идентификовање проблема. Прво, тим мора да оде директно до места на којем ће се процес изводити и посматра како процес заиста изгледа. Такође, топло се препоручује да се радници у радњама укључе у процес доношења одлука. Радници су у директном контакту са процесом и обично најбоље знају какве се проблеми могу појавити. Када су ови услови испуњени, тим треба да предложи дијаграм тока процеса [2].

Након дефиниције дијаграма тока, карактеристике процеса и производа треба детаљно анализирати. Идентификација кварова је један од најважнијих корака, јер директно зависи од мишљења чланова тима. Постоје две врсте кварова: стандардизовани и нови. Стандардизовани кварови су већ познати и постоје у бази података. Нови

кварови који се јављају први пут морају се дефинисати, решити и стандардизовати. За ове нове кварове морају се утврдити ефекти и узроци кварова. Тим често меша ефекте и узроке, што је врло велики проблем. Према тренутном стању, треба дефинисати индексе S, O и D. Затим на основу дефинисаних вредности индекса израчунати RPN.

Након фазе планирања, следи фаза или фазе реализације. За све дефинисане RPN треба предузети корективне мере. Предложена побољшања морала су се наћи на листи решења, са тачним роковима и са одговорним члановима тима.

Трећа фаза је фаза провере у којој се предузета радња мора проверити понављањем израчунавања RPN -а. Ако нема напретка, онда би требало поново извршити корективне мере. Ова фаза провере мора се реализовати врло пажљиво, јер би након ове фазе квар требало стандардизовати.

Последња фаза је фаза деловања. Када се коначно пронађе решење и постигне напредак, неуспех и изабрано решење морају бити стандардизовани и спремни за употребу.

7. Пример из праксе

Компанија изабрана за студију случаја је компанија "AUSTOSTOP Interiors" која послује у оквиру аутомобилске индустрије и бави се производњом делова за унутрашњост возила као што су седишта, пресвлаке, инструмент табле, безбедносни системи итд. Ова компанија представља OEM компанију. У конкретном примеру врши се анализа на Тојотиним кожним сетовима, чија је крајња сврха помоћ у проналажењу потенцијаних проблема који могу настати у будућности и могућност унапређивања производног процеса ради стварања веће ефикасности, ефективности и добити.

Пример FMEA попуњеног извештаја дат на наредним сликама, где се може детаљно сагледати на који начин се она врши и при чему помаже.

Слика 15 представља попуњено заглавље извештаја у коме је дат лого фирме, број извештаја, назив производа, датум документовања, наведени су чланови тима и сви основни подаци које извештај треба да садржи.

AUSTOSTOP INTERIORS	PROCESS FAILURE MODE AND EFFECT ANALYSIS /// Анализа могућих грешака и њихових последица				DO 8.02.000.001 Rev. A8 Date: 11.12.2017. Revision Date: 12.04.2019.	
	PFMEA No: L 01/2016	PROTOTYPE	PRE-PRODUCTION / PRE-LAUNCH	PRODUCTION B		
Product/Производ:	TOYOTA LEATHER KITS (RAV4, HILUX, YARIS, PRIUS PLUS, PRIUS NG, C-HR, LAND CRUISER, NEW RAV4, LEXUS)					
	TOYOTA KOŽNI SETOVI					
Prepared by - Team Members: / Припремљено од стране чланова тима:						
1. Nenad Vulić, Quality manager / Менаџер квалитета						PFMEA Date original/Датум формирања документа: 11/12/2017
2. Zoran Zivković, Engineer Chief / Руководилац инжењерског одељења						
3. Ljiljana Nikić, Production manager / Менаџер производње						PFMEA Date of revision/Датум ревизије: 12.04.2019 - A8
4. Boris Pavlović, Quality coordinator / Координатор квалитета						
5. Dušan Pešić, Incoming and claim support / Улазна контрола						
6. Filip Vucković, Process eng. / Инжењер процеса						

Слика 15 . Изглед попуњеног заглавља извештаја

Након попуњавања заглавља приступа се попуњавању саме структуре извештаја који првенствено захтева дефинисане конкретне процесе који се врше током производње наведеног дела. Први процес подразумева поручивање, затим следи складиштење и улазна контрола, маркирање, сечење, ламинација, опшивање (ако је потребно), шивење, контрола квалитета и на крају паковање. Сваки од ових поменутих процеса пролази кроз одређене фазе у којима може доћи до одређене грешке, а где се помоћу овог извештаја врши анализа могућих грешака у виду њихових ефеката, узрока, фазе детекције итд.

На слици 16 приказан је попуњен извештај са описом и оценом за процес поручивања потребног материјала. У оквиру овог првог корака производног процеса јављају се фазе процеса као што су планирање и наручивање.

Ђорђе Н. Милићевић
ПРИМЕНА "FMEA" АНАЛИЗЕ ЗА УНАПРЕЂЕЊЕ ПРОЦЕСА ПРОИЗВОДЊЕ У АУТОМОБИЛСКОЈ
ИНДУСТРИЈИ

Process Phases Фазе процеса	Possible Failure Потенцијална грешка	Potential Failure Effect Ефекат грешке	Severity (S) / озбиљност	Potential Failure Cause Узрок потенцијалне грешке	Classification (C) / учесталост	Current Control Method Тренутни начин контроле	Phase of Failure Detection Фаза детекције грешке	Detection (D) / откриће	Recommended Action Предложена акција	Responsible and Completion Одговорна особа и датум остварења	Actions Taken Предузета акција	Action Results / Res. Analysis S O D U R P N e s t i m e n t = v e r i f i c a t i o n = t e s t i n g = c o n f i r m i n g
10. Ordering / Поручивање												
10.11 Planning / Планирање	Materials for leather stock are not valid Материјали за стој коње нису валидни	1. Incorrect information flow for purchasing dept. 2. Incorrect information flow towards customers 1. Некоректан ток информација до набавке; 2. Некоректан ток информација ка купцима.	4	1. Incorrect inventory 2. Incorrect forecast 1. Нетачна информација о стању; 2. Нетачна прогноза планирања.	H	3	Comparison and visual verification of life and real stock Упоредбено и визуелно верификовање информације из документа са реалним стањем	2	24			
10.12 Planning / Планирање	There is no planning for materials Нема планирања за материјал	Production delayed-unavailable material Производња одложена - нема материјала	5	1. No planning of supplier and/or transportation 2. Delay 1. Нема планирања; 2. Одлагање од стране добављача и транспорта	H	6	Comparison and visual verification of real stock according to project's demands Упоредбено и визуелно верификовање информације из документа са реалним стањем, у складу са захтевима купаца	1	30			
10.2.1 Order / Поручивање	Wrong code Погрешан код	Wrong material Погрешан материјал	6	Supplier factor Добављач	H	2	Visual control / Визуелна контрола	2	24			
10.2.2 Order / Поручивање	Wrong shipment / Погрешан код	Wrong material / Погрешан материјал	6	Supplier factor / Добављач	H	2	Visual control / Визуелна контрола	2	24			

Слика 16. Поступак поручивања материјала у производном процесу са попуњеним детаљним FMEA извештајем

Могуће грешке које се могу појавити су или да материјали нису валидни или да није било планирања када је фаза планирања у питању, док је могућа грешка при наручивању материјала уношење погрешног кода.

Ефекат грешке код фазе планирања:

- некоректан ток информација до набавке, оцена озбиљности 4;
- некоректан ток информација ка купцима, оцена озбиљности 4;
- производња одложена јер нема материјала, оцена озбиљности 5;

Ефекат грешке код фазе наручивања: погрешан материјал, оцена озбиљности 6.

Узрок потенцијалне грешке код фазе планирања:

- нетачна информација о стању, оцена учесталости 3;
- некоректна прогноза планирања, оцена учесталости 3;
- нема планирања, оцена учесталости 6;
- одлагање од стране добављача и транспорта, оцена учесталости 6.

Узрок потенцијалне грешке код фазе наручивања: добављач, оцена учесталости 2.

Тренутни начин контроле код фазе планирања и фаза детекције грешке:

-уопређивање и визуелно верификовање информације из документа са реалним стањем у складу са захтевима купаца, фаза детекције- сечење, ламинирање, шивење и паковање, оцена детектовања 2.

Тренутни начин контроле код фазе наручивања и фаза детекције грешке:

-визуелна контрола, фаза детекције- магацин, оцена детектовања 2.

Ђорђе Н. Милићевић
ПРИМЕНА "FMEA" АНАЛИЗЕ ЗА УНАПРЕЂЕЊЕ ПРОЦЕСА ПРОИЗВОДЊЕ У АУТОМОБИЛСКОЈ
ИНДУСТРИЈИ

Након поручивања следи складиштење набављеног материјала у магацин и улазна контрола. Попуњен део извештаја овог процеса приказан је на слици 17.

Warehouse/Receiving control / Магацинска контрола																	
20.1 Twice reading / читање факта	Wrong number / Порекло факта	Production delayed / Одлагање производње	5	Supplier / Добављач	HE	5	Visual / Визуелно	Warehouse phase / Магацин	3	10	WImprovement / Унапређење радних инструкција	Process Engineer / Магацинска контрола	There are instruction for any step in full / У радном упутству постоје инструкције за сваки корак	5	4	2	40
20.1.2 Twice reading / Читање количине	Wrong quantity / Порекло количине	Production delayed / Одлагање производње	6	Supplier / Добављач	HE	5	Visual / Визуелно	Warehouse phase / Магацин	3	10	WImprovement / Унапређење радних инструкција	Process Engineer / Магацинска контрола	There are instruction for any step in full / У радном упутству постоје инструкције за сваки корак	6	4	2	48
20.2.1 Comparison - Invoice vs Actual material / Поређење - фактура и актуелни материјал	Wrong material / Порекло материјала	Production delayed / Одлагање производње	6	Supplier / Добављач	HE	6	Visual / Визуелно	Warehouse phase / Магацин	3	10	Issue 8D Report from Supplier, WImprovement / Неуртањивости ове 8D извештаја од добављача. Унапређење радних упутстава	Process Engineer / Магацинска контрола	We started asking for Issue 8D Report from Supplier. There are instruction for any step in full / Почели смо да тражимо 8D извештаје од добављача. У радном упутству постоје инструкције за сваки корак	6	4	2	48
20.2.2 Comparison - Invoice vs Actual material / Поређење - фактура и актуелни материјал	Wrong amount of material / Порекло количине материјала	Production delayed / Одлагање производње	6	Supplier & transport / Добављач и транспорт	HE	4	Counting / Поређење	Warehouse phase / Магацин	3	10	WImprovement / Унапређење радних инструкција	Process Engineer / Магацинска контрола	There are instruction for any step in full / У радном упутству постоје инструкције за сваки корак	6	4	2	48
20.2.3 Comparison - Invoice vs Actual material / Поређење - фактура и актуелни материјал	Damaged material / Оштећен материјал	Production delayed / Одлагање производње	6	Supplier & transport / Добављач и транспорт	HE	4	Measuring / Поређење	Warehouse phase / Магацин	3	10	WImprovement / Унапређење радних инструкција	Process Engineer / Магацинска контрола	There are instruction for any step in full / У радном упутству постоје инструкције за сваки корак	6	4	2	48
20.3 Approved material stickers making / Прављење етикета	Missing of stickers / Недостаје етикета	Production delayed / Одлагање производње	5	Mixing / Пешуку у кувању	HE	2	Visual / Визуелно	Warehouse phase / Магацин	3	10							
20.4 Sticking the sticker onto appropriate material / Лепљење етикета на одговарајући материјал	Confusing of stickers / Оштећене етикета	Production delayed / Одлагање производње	5	Mixing / Пешуку у кувању	HE	2	Visual / Визуелно	Warehouse phase / Магацин	3	10							
20.4.2 Sticking the sticker onto appropriate material / Лепљење етикета на одговарајући материјал	Missing of stickers / Оштећене етикета	Production delayed / Одлагање производње	3	Mixing / Пешуку у кувању	HE	2	Visual / Визуелно	Warehouse phase / Магацин	3	10							
20.5 Material positioning / Постављање материјала	Wrong position of unloaded material / Постављање материјала на погрешно место	Production delayed / Одлагање производње	6	Taken area for the placement / Узета површина намењена за нови други материјал	HE	5	Visual / Визуелно	Warehouse phase / Магацин	2	10	WImprovement / Унапређење радних инструкција	Process Engineer / Магацинска контрола	There are instruction for any step in full / У радном упутству постоје инструкције за сваки корак	6	4	2	48
20.6.1 Inspection of Air bag freweld / Испитивања АБ-своја	Wrong color / Порекло боје	Product is not according to specification / Производ није по спецификацији	6	Supplier / Добављач	HE	2	Visual inspection according to master sample / Визуелна контрола на основу мајстор узора	Warehouse phase / Магацин	1	10							
20.6.2 Inspection of Air bag freweld / Испитивања АБ-своја	Wrong label / Порекло етикета	Mixing / Мешање	6	Human factor / Људски фактор	HE	2	Visual / Визуелно	Warehouse phase / Магацин	4	10							
20.6.3 Inspection of Air bag freweld / Испитивања АБ-своја	Tensile strength and elongation are not according to specification / Порекло чврстоће и извлачења није по спецификацији	Product is not according to specification / Производ није по спецификацији	10	Supplier / Добављач	SC	1	Visual checking of test report with every delivery / Визуелна провера извештаја испитивања (Test Report) са	Warehouse phase / Магацин	3	10							
20.7.1 Inspection of Air bag tensile / Испитивања АБ-тежишта	Wrong thread / Порекло тежишта	Product is not according to specification / Производ није по спецификацији	6	Supplier / Добављач	HE	2	Visual inspection according to master sample / Визуелна контрола на основу мајстор узора	Warehouse phase / Магацин	1	10							
20.7.2 Inspection of Air bag tensile / Испитивања АБ-тежишта	Weight / Тежина	Product is not according to specification / Производ није по спецификацији	6	Supplier / Добављач	HE	2	Measuring of weight / Мерење масе	Warehouse phase / Магацин	3	10							
20.7.3 Inspection of Air bag tensile / Испитивања АБ-тежишта	Wrong label / Порекло етикета	Mixing / Мешање делова	6	Human factor / Људски фактор	HE	2	Visual / Визуелно	Warehouse phase / Магацин	4	10							
20.7.4 Inspection of Air bag tensile / Испитивања АБ-тежишта	Material width / Ширина материјала	Efficiency of production cutting is affected / Утицај на скорост резања и цену производа	5	Supplier / Добављач	HE	2	Measuring of roll width / Мерење ширине рола	Warehouse phase / Магацин	3	10							
20.7.5 Inspection of Air bag tensile / Испитивања АБ-тежишта	Tensile strength and elongation are not according to specification / Порекло чврстоће и извлачења није по спецификацији	Product is not according to specification / Производ није по спецификацији	10	Supplier / Добављач	SC	1	Visual checking of test report with every delivery / Визуелна провера извештаја испитивања (Test Report) са	Warehouse phase / Магацин	3	10							
20.8.1 Inspection of Air Bag clips / Испитивања АБ-клипови	Wrong color / Порекло боје	Product is not according to specification / Производ није по спецификацији	6	Supplier / Добављач	HE	2	Visual inspection according to master sample / Визуелна контрола на основу мајстор узора	Warehouse phase / Магацин	3	10							
20.8.2 Inspection of Air Bag clips / Испитивања АБ-клипови	Wrong label / Порекло етикета	Mixing / Мешање	6	Human factor / Људски фактор	HE	2	Visual / Визуелно	Warehouse phase / Магацин	4	10							
20.8.3 Inspection of Air Bag clips / Испитивања АБ-клипови	Dimensions of Air bag clips are not according to specification / Димензије АБ-клипова није по спецификацији	Product is not according to specification / Производ није по спецификацији	10	Supplier / Добављач	SC	1	Measurement of Air bag clips with each shipment by caliper / Мерење АБ-клипова калипром, приликом сваког испоруке	Warehouse phase / Магацин	4	10							
20.9.1 Inspection of leather / Контрола коже	Thickness is not according to specification / Дебелина није по спецификацији	Product is not according to specification / Производ није по спецификацији	7	Human factor / Људски фактор	SC	2	Measuring of every batch / Мерење сваког лота	Warehouse phase / Магацин	3	10							
20.9.2 Inspection of leather / Контрола коже	Wrong label / Порекло етикета	Mixing / Мешање	7	Human factor / Људски фактор	SC	2	Visual / Визуелно	Warehouse phase / Магацин	4	10							
20.9.3 Inspection of leather / Контрола коже	Visual appearance / Визуелни изглед	Product is not according to specification / Производ није по спецификацији	7	Supplier / Добављач	SC	2	Visual / Визуелно	Warehouse phase / Магацин	3	10							
20.10.1 Inspection of foam and carpet / Испитивања пене и карпета	Thickness is not according to specification / Дебелина није по спецификацији	Product is not according to specification / Производ није по спецификацији	6	Supplier / Добављач	HE	2	Measuring of every batch / Мерење сваког лота	Warehouse phase / Магацин	3	10							
20.10.2 Inspection of foam and carpet / Испитивања пене и карпета	Wrong label / Порекло етикета	Mixing / Мешање	6	Human factor / Људски фактор	HE	2	Visual / Визуелно	Warehouse phase / Магацин	4	10							
20.10.3 Inspection of foam and carpet / Испитивања пене и карпета	Weight beyond limits / Маса изван граница	Product is not according to specification / Производ није по спецификацији	6	Supplier / Добављач	HE	2	Measurement with scales / Мерење сваког лота	Warehouse phase / Магацин	4	10							
20.10.4 Inspection of foam and carpet / Испитивања пене и карпета	Visual appearance / Визуелни изглед	Product is not according to specification / Производ није по спецификацији	6	Supplier / Добављач	HE	2	Visual / Визуелно	Warehouse phase / Магацин	3	10							

Ђорђе Н. Милићевић
ПРИМЕНА "FMEA" АНАЛИЗЕ ЗА УНАПРЕЂЕЊЕ ПРОЦЕСА ПРОИЗВОДЊЕ У АУТОМОБИЛСКОЈ
ИНДУСТРИЈИ

20.11 Inspection of thread / инспекција нижа	Color / боја	Product is not according to specification / производ није по спецификацији	6	Supplier / добављач	HE	2	Visual inspection according to master sample / визуелна контрола на основу мајстор узорка	Warehouse phase / Магацин	3	95								
20.12 Inspection of thread / инспекција нижа	Wrong label / погрешна етикета	Mixing / мешање	6	Human factor / људски фактор	HE	2	Visual / Визуелно	Warehouse phase / Магацин	4	95								
20.13 Inspection of thread / инспекција нижа	Test results for tensile strength and elongation are not in tolerance / резултати testa за чврстоћу и извлачење	Product is not according to specification / производ није по спецификацији	6	Supplier / добављач	HE	1	Visual checking of test report / визуелна контрола на основу извештаја	Warehouse phase / Магацин	3	95								
20.12.1 Inspection of Syntex / leather, Alcantara, Jordan 5.8 1.3 / контрола садржаја синтекса, алкантара и јордан 5.8 1.3	Thickness is not according to specification / дебљина није по спецификацији	Product is not according to specification / производ није по спецификацији	6	Supplier / добављач	HE	2	Measuring of every batch / мерење сваког лота	Warehouse phase / Магацин	3	95								
20.12.2 Inspection of Syntex / leather, Alcantara, Jordan 5.8 1.3 / контрола садржаја синтекса, алкантара и јордан 5.8 1.3	Wrong label / погрешна етикета	Mixing / мешање	6	Human factor / људски фактор	HE	2	Visual / Визуелно	Warehouse phase / Магацин	4	95								
20.12.3 Inspection of Syntex / leather, Alcantara, Jordan 5.8 1.3 / контрола садржаја синтекса, алкантара и јордан 5.8 1.3	Visual appearance / визуелни изглед	Product is not according to specification / производ није по спецификацији	6	Supplier / добављач	HE	2	Visual / Визуелно	Warehouse phase / Магацин	3	95								
20.13 Inspection of plastic parts and sprays / инспекција пластичних делова и спреја	Wrong label / погрешна етикета	Mixing / мешање	6	Human factor / људски фактор	HE	2	Visual / Визуелно	Warehouse phase / Магацин	4	95								
20.13.2 Inspection of plastic parts and sprays / инспекција пластичних делова и спреја	Dimension is not according to specification / димензија није по спецификацији	Product is not according to specification / производ није по спецификацији	6	Supplier / добављач	HE	2	Measuring of every batch / мерење сваког лота	Warehouse phase / Магацин	3	95								
20.13.3 Inspection of plastic parts and sprays / инспекција пластичних делова и спреја	Visual appearance / визуелни изглед	Product is not according to specification / производ није по спецификацији	6	Supplier / добављач	HE	2	Visual / Визуелно	Warehouse phase / Магацин	3	95								
20.14 Inspection of Labels / контрола етикета	Wrong label / погрешна етикета	Mixing / мешање	6	Human factor / људски фактор	HE	2	Visual / Визуелно	Warehouse phase / Магацин	4	95								
20.14.2 Inspection of Labels / контрола етикета	Dimension is not according to specification / димензија није по спецификацији	Product is not according to specification / производ није по спецификацији	6	Supplier / добављач	HE	2	Measuring of every batch / мерење сваког лота	Warehouse phase / Магацин	3	95								
20.14.3 Inspection of Labels / контрола етикета	Visual appearance / визуелни изглед	Product is not according to specification / производ није по спецификацији	6	Supplier / добављач	HE	2	Visual / Визуелно	Warehouse phase / Магацин	3	95								
20.15 Tensile strength and elongation test for leather / мерење опне чврстоће и извлачења коже	Tensile strength and elongation are not according to specification / опне чврстоћа и извлачење није по спецификацији	Product is not according to specification / производ није по спецификацији	7	Supplier / добављач	SC	2	Measurement of tensile strength tester 01 / мерење опне чврстоће тестером 01	Laboratory / лабораторија	3	92								
20.16 Flexural rigidity test of leather method A / еластичност тестерске чврстоће коже метода А	Rigidity of leather is not according to specification / чврстоћа коже није по спецификацији	Product is not according to specification / производ није по спецификацији	7	Supplier / добављач	SC	2	Measurement with LABD and roller L262 / мерење са ролером за еластичност тестерске чврстоће 01	Laboratory / лабораторија	3	92								
20.17 Flexural rigidity test of leather method C / еластичност тестерске чврстоће коже метода С	Rigidity of leather is not according to specification / чврстоћа коже није по спецификацији	Product is not according to specification / производ није по спецификацији	7	Supplier / добављач	SC	2	Measurement of tensile strength tester 01 / мерење опне чврстоће тестером 01	Laboratory / лабораторија	3	92								
20.18 Tear strength test / Tear strength тестерске	Tear strength of leather is not according to specification / Tear strength тестерске чврстоће да кожа није по спецификацији	Product is not according to specification / производ није по спецификацији	7	Supplier / добављач	SC	2	Measurement of tensile strength tester 01 / мерење опне чврстоће тестером 01	Laboratory / лабораторија	3	92								
20.19 Seam strength test / Копчавање јачине шав	Seam strength is not according to specification / јачина шав није по спецификацији	Product is not according to specification / производ није по спецификацији	7	Supplier / добављач	SC	2	Measurement of tensile strength tester 01 / мерење опне чврстоће тестером 01	Laboratory / лабораторија	3	92								
20.20 Flex resistance test / еластичност тест отпорности	Flex resistance is not according to specification / еластичност теста отпорности није по спецификацији	Product is not according to specification / производ није по спецификацији	7	Supplier / добављач	SC	2	Checking with Microscope LABD 05 / провера микроскопом јав 05	Laboratory / лабораторија	3	92								
20.21 Modulus test / Копчавање модула еластичности	Rigidity of leather is not according to specification / тврдост није по спецификацији	Product is not according to specification / производ није по спецификацији	7	Supplier / добављач	SC	2	Measurement of tensile strength tester 01 / мерење опне чврстоће тестером 01	Laboratory / лабораторија	3	92								
20.22 Constant force set rate and elongation test / Копчавање опште константне силе и извлачења	Elongation rate of leather is not according to specification / извлачење опште константне силе није по спецификацији	Product is not according to specification / производ није по спецификацији	7	Supplier / добављач	SC	2	Measurement of tensile strength tester 01B by ruler L263 / мерење опне чврстоће тестером 01B и мерачом L263	Laboratory / лабораторија	3	92								
20.23 Taber abrasion test / тест табер-абразија	Wear resistance of leather is not according to specification / отпорност на абразију није по спецификацији	Product is not according to specification / производ није по спецификацији	7	Supplier / добављач	SC	2	Measurement wearing with Microscope LABD 05 / мерење абразије микроскопом јав 05	Laboratory / лабораторија	3	92								
20.24 Scratch strength test / Копчавање отпорности на грабље	Scratch resistance is not according to specification / отпорност на грабље није по спецификацији	Product is not according to specification / производ није по спецификацији	7	Supplier / добављач	SC	2	Measurement wearing with Microscope LABD 05 / мерење абразије микроскопом јав 05	Laboratory / лабораторија	3	92								
20.25 Spectrophotometric analysis / Мерење спектрофотометром	Color of leather is not according to specification / боја коже није по спецификацији	Product is not according to specification / производ није по спецификацији	7	Supplier / добављач	SC	2	Measurement of color with spectrophotometer LAB07 / мерење боје спектрофотометром LAB07	Laboratory / лабораторија	3	92								

Слика 17. Попуњен део извештаја о процесу складиштења материјала у магацин и улазне контроле

Улазна контрола се сматра као веома важан корак, јер се помоћу ње јасно добијају информације о томе чиме компанија располаже и какве су њене могућности за даљу производњу. У овом конкретном примеру у оквиру улазне контроле пре магационирања, врши се, углавном, инспекција, обележавање и етикетирање сваког материјала који се користи у производњи, и јансо се приказују добијени подаци контроле. Квалитет улазног материјала одређује квалитет процеса производње и готовог производа који купци очекују.

Ђорђе Н. Милићевић
ПРИМЕНА "FMEA" АНАЛИЗЕ ЗА УНАПРЕЂЕЊЕ ПРОЦЕСА ПРОИЗВОДЊЕ У АУТОМОБИЛСКОЈ
ИНДУСТРИЈИ

Следећи корак је маркирање. Попуњен део извештаја дат је на слици 18.

36. Marking / Маркирање																	
36.1.1 Marking faults and defects on the hides Означивање грешака и дефеката на хардима	Incomplete, wrong or faulty marks of defects on the hides Непотпуно, погрешно и погрешно означавање дефеката на хардима	Final product not complying with customer's requirements Завршни производ не одговара захтевима купаца	5	1. Lights are not ok 2. Human factor 1. Светла нису добра 2. Лудост фактор	HE	4	1. Visual control 2. Leather acceptance criteria 1. Визуелна контрола 2. Критеријум прихватљивости коже	Marking, Cutting, Lamination, Overlock, Separation, Sewing Означивање, Сечење, Ламинација, Прекојачање, Раздвајање, Шивање	3	100	Rotation of operators due to monotonous and repeatable operation Потпуно оператерска ротација монотоних и понављајућих операција	Ujjana Nishi (Production Manager) Џијана Ниши (Менаџер производње)	9/15/2017	5	2	2	20
36.1.2 MSA Measurement system analysis (attributive) for all items on QC MSA Анализа система мерења (атрибутивна) за све на контроли	MSA result is NOK for leather Quality Резултат анализе мерења квалитета коже није добар	Final product not complying with customer's requirements Завршни производ не одговара захтевима купаца	4	Operator is not sufficiently trained to make control Оператор није довољно упућен за обављање контроле	HE	3	MSA statistical tool Метода статистичке анализе система мерења	Quality control Контрола квалитета	2	36							
36.2.1 Measurement of leather defects Мерење дефеката на кожи	Dimensions of defects are bigger - above allowed limits Димензије дефеката су веће - изнад дозвољених граница	Customer requirements deflection Неспособност означавања купаца	6	Supplier factor Утицај добављача	HE	3	Measuring with ruler J247 Мерење лењиром J247	Marking, Cutting, Lamination, Overlock, Separation, Sewing Маркирање, Сечење, Ламинација, Прекојачање, Раздвајање, Шивање	3	36							
36.2.2 Measuring System Analysis (MSA) Анализа система мерења (MSA)	MSA result is NOK for leather defects Резултат анализе контроле дефеката на кожи није добар	Final product not complying with customer's requirements Завршни производ не одговара захтевима купаца	6	Operator is not sufficiently trained to do measurements Оператор није довољно упућен да врши мерења	HE	3	MSA statistical tool MSA статистички метод	Marking Маркирање	2	36							
36.2.3 Measuring System Analysis (MSA) Анализа система мерења (MSA)	MSA result is NOK for leather defects Резултат анализе контроле дефеката на кожи није добар	Final product not complying with customer's requirements Завршни производ не одговара захтевима купаца	6	Measuring device is not appropriate Среда која се користи за мерења није добра	HE	2	MSA statistical tool MSA статистички метод	Marking Маркирање	2	36							
36.2.4 Measuring System Analysis (MSA) Анализа система мерења (MSA)	MSA result is NOK for leather defects Резултат анализе контроле дефеката на кожи није добар	Final product not complying with customer's requirements Завршни производ не одговара захтевима купаца	6	Measurement method is not appropriate Метода мерења није добра	HE	2	MSA statistical tool MSA статистички метод	Marking Маркирање	2	36							
36.3 Measuring of leather thickness Мерење дебелине коже	Leather thickness is not according to specification Дебелина коже није по спецификацији	Final product not complying with customer's requirements Завршни производ не одговара захтевима купаца	6	Supplier factor Утицај добављача	HE	2	Measuring with thicknessmeter T04 Мерење тикометром T04	Marking, Cutting, Lamination, Overlock, Separation, Sewing Маркирање, Сечење, Ламинација, Прекојачање, Раздвајање, Шивање	3	36							
Measuring System Analysis (MSA) Анализа система мерења (MSA)	MSA result is NOK for leather defects Резултат анализе контроле дебелине коже није добар	Final product not complying with customer's requirements Завршни производ не одговара захтевима купаца	6	Operator is not sufficiently trained to do measurements Оператор није довољно упућен на обављање мерења	HE	3	MSA statistical tool MSA статистички метод	Marking Маркирање	2	36							
Measuring System Analysis (MSA) Анализа система мерења (MSA)	MSA result is NOK for leather thickness Резултат анализе контроле дебелине коже није добар	Final product not complying with customer's requirements Завршни производ не одговара захтевима купаца	6	Measuring device is not appropriate Среда која се користи за мерења није добра	HE	2	MSA statistical tool MSA статистички метод	Marking Маркирање	2	36							
Measuring System Analysis (MSA) Анализа система мерења (MSA)	MSA result is NOK for leather thickness Резултат анализе контроле дебелине коже није добар	Final product not complying with customer's requirements Завршни производ не одговара захтевима купаца	6	Measurement method is not appropriate Метода мерења није добра	HE	2	MSA statistical tool MSA статистички метод	Marking Маркирање	2	36							
36.4 Measurement of lighting Мерење осветљености	Bad visibility on the process Слаба видљивост на процесу	Final product not complying with customer's requirements Завршни производ не одговара захтевима купаца	5	Some neon stick do not work properly Неки од неонки не функционишу	HE	2	Measuring with luxmeter Мерење луксметром	Marking Маркирање	3	30							

Слика 18. Попуњен извештај за процес маркирања током производње

Током маркирања потребно је означити све грешке и дефекте који се налазе у магацину или током припреме материјала за производни процес, врши се анализа система за мерење као и само мерење материјала и одређивање потребних димензија за производњу.

Сечење је корак у поризводном процесу који следи одмах након маркирања. Попуњен извештај приказан је на слици 19.

40. Cutting / Сечење													
40.1.1 Cutting Machine Set-up Подешавање машине за сечење коже	Big height Велика висина сечења	No cutting Нема сечења	3	Wrong determined cutting height, high vertical distance of rollers (Wrong set parameter from the leader) Погрешно дефинисана висина сечења, високо вертикално растојање између вала (погрешно параметар уведен од стране лидера сечења)	HE	4	Visual Визуелно	Lamination, Sewing, Quality control Ламинација, шивање, контрола квалитета	5	100			
40.1.1 Cutting Machine Set-up Подешавање машине за сечење коже	Big height Велика висина сечења	Operator need to manually cut off part Оператор треба да ручно одсече од комада који није довољно сечен	3	Different material thickness Различита дебелина материјала	HE	4	Visual Визуелно	Lamination, Sewing, Quality control Ламинација, шивање, контрола квалитета	5	100			
40.1.1 Cutting Machine Set-up (Only press for cutting leather) Подешавање машине за сечење коже (Овакв прес за сечење коже)	Small height Мала висина сечења	Material and tool damage and missing Оштећења и недостајући материјали или алата	3	Short vertical distance of roller Мало вертикално растојање између вала	HE	4	Visual Визуелно	Lamination, Sewing, Quality control Ламинација, шивање, контрола квалитета	4	100			
40.1.2 Cutting velocity (Only press for cutting leather) Сечење коже (Овакв прес за сечење коже)	Slow/fast cutting Споко/брзо сечење	Badly cut part Лош, сечен део	3	The leader himself has changed parameters Лидер сам мењао параметре	HE	2	Visual Визуелно	Lamination, Sewing, Quality control Ламинација, шивање, контрола квалитета	4	34			
40.1.3 Cutting tool sharpness (Only press for cutting leather) Оштрина алата за сечење (Овакв прес за сечење коже)	Blunt blade of tool Тупа оштрина алата	Badly cut part Лош, сечен део	3	Tool has lost sharpness through time Алат губи оштрину током времена	HE	2	Visual Визуелно	Lamination, Sewing, Quality control Ламинација, шивање, контрола квалитета	3	18			

Ђорђе Н. Милићевић
ПРИМЕНА "FMEA" АНАЛИЗЕ ЗА УНАПРЕЂЕЊЕ ПРОЦЕСА ПРОИЗВОДЊЕ У АУТОМОБИЛСКОЈ
ИНДУСТРИЈИ

40.2 Tool Accuracy (Only press for cutting leather) Прецизност алата (Олиг преса за сечење коже)	Tool not in tolerance Алат није у толеранцији	Badly cut part Лоше исечен део	5	Not proper maintenance Неадекватно одржавање	H	2	Ruler, Paper pattern sheets Метар, папери/тепси	Lamination, Sewing, Quality control Ламинација, шивење, контрола квалитета	3	30								
40.3 Tool selection (Only press for cutting leather) Избор алата (Олиг преса за сечење коже)	Wrong choosing Погрешан изабир	Badly cut part Лоше исечен део	6	Wrong tool list (matrix) using. Not enough clear documentation for tool choosing Користио/ла погрешан листе алата (матрица). Недовољно јасна документација за избор алата	H	3	Visual Визуално	Lamination, Sewing, Quality control Ламинација, шивење, контрола квалитета	4	73	To make referent charts and clear documentation /napraviti odgovarajuću listu i jasnu dokumentaciju/	Igor JIC, Quality Eng. Rig Rad, Dževan Eng.	The referent charts and clear documentation is made Табела и документација су направљени	6	3	2	36	
40.4.1 Material choosing (Only press for cutting leather) Избор материјала (Олиг преса за сечење коже)	Wrong type of leather Погрешан тип коже	Part does not satisfy requirements Део не задовољава захтеве	7	Not proper reading of the order Неадекватно читање наруџбеница	SC	4	Visual Визуално	Lamination, Sewing, Quality control Ламинација, шивење, контрола квалитета	2	56								
40.4.2 Material choosing (Only press for cutting leather) Избор алата (Олиг преса за сечење коже)	Wrong type of leather Погрешан тип коже	Part does not satisfy requirements Део не задовољава захтеве	7	Not proper reading of the order Неадекватно читање наруџбеница	SC	2	Visual Визуално	Lamination, Sewing, Quality control Ламинација, шивење, контрола квалитета	2	28								
40.5 Material Placing (Only press for cutting leather) Постављање материјала (Олиг преса за сечење коже)	Wrong placement Погрешно постављање	Badly cut part Лоше исечен део	5	WT is not followed by operator Радоно упутство није испорачано од стране оператора	H	3	Visual Визуално	Lamination, Sewing, Quality control Ламинација, шивење, контрола квалитета	3	45								
40.6 Mold (tool) placing (Only press for cutting leather) Постављање калупа/алата (Олиг преса за сечење коже)	Wrong placement Погрешно постављање	Decrease in productivity Осмањерење продуктивности	3	WT is not followed by operator Радоно упутство није испорачано од стране оператора	H	3	Visual Визуално	Lamination, Sewing, Quality control Ламинација, шивење, контрола квалитета	3	47								
40.6 Mold (tool) placing (Only press for cutting leather) Постављање калупа/алата (Олиг преса за сечење коже)	Placement onto marked area of hole Постављање на означеном подручју	Product is not according to customer requirements Производ није по спецификацији купца	4	WT is not followed by operator Радоно упутство није испорачано од стране оператора	H	3	Visual Визуално	Lamination, Sewing, Quality control Ламинација, шивење, контрола квалитета	3	54								
40.4 Mold (tool) placing (Only press for cutting leather) Постављање калупа/алата (Олиг преса за сечење коже)	Tool Damage Оштећење алата	Not properly cut part - reject / Нискокоји алат није треба - одбацио	5	Tool over tool Алат преко алата	H	2	Visual Визуално	Lamination, Sewing, Quality control Ламинација, шивење, контрола квалитета	4	40								
40.7.1 Leather cutting CNC machine (Derbar Taurus II CNC leather cutting machine) set-up of vacuum Постављање CNC машине за сечење коже (Derbar Taurus II машина за сечење коже) - вакуум	Low Vacuum Нисок вакуум (претисак)	Not good fixation of hyde onto the table and not well cut part because of that Лош причвршћивање (фиксација) коже за сто. Лоше исечење	4	Machine, factory pneumatic system Машина или пнеуматски систем фабрике	H	3	Visual Визуално	Lamination, Sewing, Quality control Ламинација, шивење, контрола квалитета	3	36								
	High Vacuum Висок вакуум (претисак)	Elongation of the parts Изадужење делова	2	Machine, factory pneumatic system Машина или пнеуматски систем фабрике	H	3	Visual Визуално	Lamination, Sewing, Quality control Ламинација, шивење, контрола квалитета	4	24								
40.7.2 Leather cutting CNC machine (Derbar Taurus II CNC leather cutting machine) set-up of velocity Постављање CNC машине за сечење коже (Derbar Taurus II машина за сечење коже) - velocity	Low velocity Ниска брзина	Bad dimensions of part Лоша димензија дела	4	WT is not followed by operator Радоно упутство није испорачано од стране оператора	H	2	Visual Визуално	Lamination, Sewing, Quality control Ламинација, шивење, контрола квалитета	4	32								
	High velocity Висока брзина	Cut rash Осечени делови	4	WT is not followed by operator Радоно упутство није испорачано од стране оператора	H	2	Visual Визуално	Lamination, Sewing, Quality control Ламинација, шивење, контрола квалитета	4	32								
40.7.3 Leather cutting CNC machine (Derbar Taurus II CNC leather cutting machine) set-up of pressure of head Постављање CNC машине за сечење коже (Derbar Taurus II машина за сечење коже) - притисак главе	Low Pressure of Head Нисак притисак главе	Bad dimensions of part Лоша димензија дела	4	WT is not followed by operator, factory pneumatic system Радоно упутство није испорачано од стране оператора, пнеуматски систем у фабрици	H	2	Visual Визуално	Lamination, Sewing, Quality control Ламинација, шивење, контрола квалитета	4	32								
	High Pressure of Head Висок притисак главе	Safety valves turn on Сигурносне вентили се активирају	2	WT is not followed by operator, factory pneumatic system Радоно упутство није испорачано од стране оператора, пнеуматски систем у фабрици	H	2	Visual Визуално	Lamination, Sewing, Quality control Ламинација, шивење, контрола квалитета	4	16								
40.7.3 Leather cutting CNC machine (Derbar Taurus II CNC leather cutting machine) set-up - Blade Постављање CNC машине за сечење коже (Derbar Taurus II машина за сечење коже) - Ноже	Blunt blade Туп ноже	Badly cut (more than one) part Лоше исечење (или више од једног) део	4	WT is not followed by operator, factory pneumatic system Радоно упутство није испорачано од стране оператора, пнеуматски систем у фабрици	H	2	Visual Визуално	Lamination, Sewing, Quality control Ламинација, шивење, контрола квалитета	3	24								
40.8 Program choosing (Derbar Taurus II CNC leather cutting machine) Бирање програма (Derbar Taurus II машина за сечење коже)	Wrongly chosen program Погрешан изабир програма	Wrong cut set of cut parts Погрешно исечење сета	4	WT is not followed by operator, factory pneumatic system Радоно упутство није испорачано од стране оператора, пнеуматски систем у фабрици	H	2	Visual, Comparing to drawings Визуално, у поређењу са цртежима	Lamination, Sewing, Quality control Ламинација, шивење, контрола квалитета	3	24								
40.9.1 Material choosing (Derbar Taurus II CNC leather cutting machine) Избор материјала (Derbar Taurus II машина за сечење коже)	Wrong type of leather Погрешан тип коже	Part does not satisfy requirements Део не задовољава захтеве	7	Not proper reading of the order Неадекватно читање наруџбеница	SC	4	Visual Визуално	Lamination, Sewing, Quality control Ламинација, шивење, контрола квалитета	2	56								
40.9.2 Material choosing (Derbar Taurus II CNC leather cutting machine) Избор материјала (Derbar Taurus II машина за сечење коже)	Wrong colour of leather Погрешан боја коже	Part does not satisfy customer's requirements Део не задовољава захтеве купца	7	Not proper reading of the order Неадекватно читање наруџбеница	SC	4	Visual Визуално	Lamination, Sewing, Quality control Ламинација, шивење, контрола квалитета	2	56								
40.10 Material Placing (Derbar Taurus II CNC leather cutting machine) Постављање материјала (Derbar Taurus II машина за сечење коже)	Wrong placement Погрешно постављање	Badly cut part Лоше исечен део	3	WT is not followed by operator Радоно упутство није испорачано од стране оператора	H	3	Visual Визуално	Lamination, Sewing, Quality control Ламинација, шивење, контрола квалитета	3	27								
40.10.1 Material choosing (spreader machine) Избор материјала (посељач)	Wrong Type of material Погрешан тип материјала	Decrease in productivity Осмањерење продуктивности	4	WT is not followed by operator Радоно упутство није испорачано од стране оператора	H	3	Visual Визуално	Lamination, Sewing, Quality control Ламинација, шивење, контрола квалитета	3	36								
40.10.2 Material choosing (spreader machine) Избор материјала (посељач)	Wrong Type of material Погрешан тип материјала	Product is not according to customer requirements Производ није по спецификацији купца	4	WT is not followed by operator Радоно упутство није испорачано од стране оператора	H	3	Visual Визуално	Lamination, Sewing, Quality control Ламинација, шивење, контрола квалитета	3	36								
40.12.1 Assort Bulmer Machine Setting (spreader machine) Постављање Ассорта Булмер машине	Not appropriate layer quantity Неадекватан број слојева	Decrease in productivity Смањерење продуктивности	4	WT is not followed by operator Радоно упутство није испорачано од стране оператора	H	3	Visual Визуално	Lamination, Sewing, Quality control Ламинација, шивење, контрола квалитета	3	36								
40.12.2 Assort Bulmer Machine Setting (spreader machine) Постављање Ассорта Булмер машине	Delayed production Осмањерење производње	Delayed production Осмањерење производње	4	Electrical/mechanical issue with machine Електрична/механичка грешка на машини	H	4	Visual Визуално	Lamination, Sewing, Quality control Ламинација, шивење, контрола квалитета	3	48								
40.13 Material Roll Feeding (spreader machine) Подстицање рола материјала (посељач)	Wrong Roll Direction Погрешан правец роле	Delayed production Осмањерење производње	4	WT is not followed by operator Радоно упутство није испорачано од стране оператора	H	4	Visual Визуално	Lamination, Sewing, Quality control Ламинација, шивење, контрола квалитета	3	48								
40.14 Material on the Machine Length Measuring (spreader machine) Мерење дужине материјала на машини (посељач)	Measuring performed / Премерење	Decrease in productivity Смањерење продуктивности	4	WT is not followed by operator Радоно упутство није испорачано од стране оператора	H	5	Visual, measuring by ruler Визуално, мерење линијером	Lamination, Sewing, Quality control Ламинација, шивење, контрола квалитета	2	40								

Ђорђе Н. Милићевић
ПРИМЕНА "FMEA" АНАЛИЗЕ ЗА УНАПРЕЂЕЊЕ ПРОЦЕСА ПРОИЗВОДЊЕ У АУТОМОБИЛСКОЈ
ИНДУСТРИЈИ

40.15 Layer Quantity Check on the Machine (Oros/Gerber soft-material cutting machine)	Re-measuring performed Premezura	Delayed production Oduzina proizvodnje	4	WT is not followed by operator Radno uputstvo nije ispravno od strane operatera	H	3	Visual Визуелно	Lamination, Sewing, Quality control Ламинација, шивење, контрола квалитета	3	60						
40.16.1 Cutter (Oros/Gerber soft-material cutting machine) Setting	Low head Pressure Nizl pritisk glave	Delayed production Oduzina proizvodnje	4	Electrical issue with machine Kvar oko elektrike na mašini	H	5	Visual Визуелно	Lamination, Sewing, Quality control Ламинација, шивење, контрола квалитета	2	40						
40.16.2 Cutter (Oros/Gerber soft-material cutting machine) Setting	High Cutting Velocity Veliki brzina sečenja	Lower quality, Decrease in productivity Manji kvalitet, smanjena produktivnost	6	WT is not followed by operator Radno uputstvo nije ispravno od strane operatera	H	5	Visual Визуелно	Lamination, Sewing, Quality control Ламинација, шивење, контрола квалитета	2	60						
40.16.2 Cutter (Oros/Gerber soft-material cutting machine) Setting	Low/High Knife Velocity Nizki/veliki brzina reza	Lower quality, Decrease in productivity Manji kvalitet, smanjena produktivnost	6	Electrical issue with machine Kvar oko elektrike na mašini	H	5	Visual Визуелно	Lamination, Sewing, Quality control Ламинација, шивење, контрола квалитета	2	60						
40.16.3 Cutter (Oros/Gerber soft-material cutting machine) Setting	Low Vacuum Niski vakuum	Not good fixation of hyde onto the table and not well cut part because of that Loše pričvršćenje (fiksiranje) hidra na sto, što deluje	5	Machine, factory pneumatic system Mašina i pneumatski sistem fabrike	H	3	Visual Визуелно	Lamination, Sewing, Quality control Ламинација, шивење, контрола квалитета	3	45						
40.16.3 Soft material (Oros & Gerber) Setting	High Vacuum Veliki vakuum	Elongation of the parts Izduženje delova	3	Machine, factory pneumatic system Mašina i pneumatski sistem fabrike	H	3	Visual Визуелно	Lamination, Sewing, Quality control Ламинација, шивење, контрола квалитета	4	60						
40.17 Program choosing Брање програма	Wrongly chosen program Pogrešno izabran program	Wrong cut set of cut parts Pogrešno izabran set	5	WT is not followed by operator Radno uputstvo nije ispravno od strane operatera	H	2	Visual, Comparing to drawings Визуелно, у поређењу са цртежом	Lamination, Sewing, Quality control Ламинација, шивење, контрола квалитета	3	30						

40.18.1 Material choosing Брање материјала	Wrong type of material Pogrešan tip materijala	Part does not satisfy requirements Delo ne zadovoljava zahtev	5	Not proper reading of the order Ne dobro čitanje narudžbenice	H	5	Visual Визуелно	Lamination, Sewing, Quality control Ламинација, шивење, контрола квалитета	2	50							
40.18.2 Material choosing Брање материјала	Wrong colour of material Pogrešna boja materijala	Part does not satisfy requirements Delo ne zadovoljava zahtev	7	Not proper reading of the order Ne dobro čitanje narudžbenice	SC	5	Visual Визуелно	Lamination, Sewing, Quality control Ламинација, шивење, контрола квалитета	3	70	1. Make WT for Order reading - Made 2. Order translation in Serbian language - Made 3. Nagraviti r.r. za čitanje narudžbenice - 4. Prevod narudžbenice na srpski -	Igor Stk, Quality Eng. Pip Petic, Process Eng.	1. Make WT for Order reading - Made 2. Order translation in Serbian language - Made 3. Nagraviti r.r. za čitanje narudžbenice - Odobreno 4. Prevod narudžbenice na srpski - Odobreno.	7	3	2	42
40.19 Placing of Air Bag Textile Postavljanje A/B tekstila	Wrong Direction Pogrešan pravac postavljanja	AB textile strength is not according to specification Jačina A/B tekstila nije po specifikaciji	9	WT is not followed by operator Radno uputstvo nije ispravno od strane operatera	Y EC	1	Poka Yoke	Lamination, Sewing, Quality control Ламинација, шивење, контрола квалитета	1	9							
40.20.1 Placing and cutting of Material Postavljanje i sečenje materijala	Wrong Material Position Pogrešno pozicionisanje materijala	Badly cut part Loše isečen deo	3	WT is not followed by operator Radno uputstvo nije ispravno od strane operatera	H	4	Visual Визуелно	Lamination, Sewing, Quality control Ламинација, шивење, контрола квалитета	3	36							
40.20.2 Placing and cutting of Material Postavljanje i sečenje materijala	Wrong Number of Layers Pogrešan broj slojeva	Badly cut part Loše isečen deo	3	WT is not followed by operator Radno uputstvo nije ispravno od strane operatera	H	4	Visual Визуелно	Lamination, Sewing, Quality control Ламинација, шивење, контрола квалитета	3	36							
40.20.3 Placing and cutting of Material Postavljanje i sečenje materijala	Wrong parameters set on Oros machine Pogrešno podređeni parametri	Final product not complying with customer's requirements Završni proizvod nije po zahtevima kupca	6	Wrong parameters of machine (speed, vacuum, head speed, tool number of layers) Pogrešno postavljanje materijala	H	4	Visual Визуелно	Lamination, Sewing, Quality control Ламинација, шивење, контрола квалитета	3	72	1. Improved WT on each cutting machine. 2. Table with parameters on each machine. 3. Unaprediti radno uputstvo na svakoj mašini za sečenje. 4. Tablica sa parametrima otklapan na svakoj mašini.	Igor Stk, Quality Eng. Pip Petic, Process Eng.	1. WT are improved (WT 40.16, 40.3) 2. Table with parameters are placed on each machine. 3. Ispravljeni radni uputstva na svakoj mašini za sečenje (WT 40.16, 40.3) 4. Tablica sa parametrima otklapan na svakoj mašini.	6	3	2	36
40.20.4 Placing and cutting of Material Postavljanje i sečenje materijala	Wrong roll direction Pogrešan pravac rotacije	Final product not complying with customer's requirements Završni proizvod nije po zahtevima kupca	4	Wrong placement of material Pogrešno postavljanje materijala	H	3	Visual Визуелно	Lamination, Sewing, Quality control Ламинација, шивење, контрола квалитета	2	36							
40.21 Cut part control and sorting Контрола i sortiranje isečenih delova	Bad leather quality Loš kvalitet kože	Customer requirements deflection Nepostizanje očekivanja kupca	6	There is no criteria for determining good / no good Ne postoji kriterijum za određivanje dobrog/lošeg	H	3	Visual Визуелно	Lamination, Sewing, Quality control Ламинација, шивење, контрола квалитета	4	72	Definition of boundary book (book of defects) with the customer Definisanje mreže defekata sa kupcem	Henad Vulić	Boundary book (book of defects) with the customer defined Knjiga defekata definisana sa kupcem	6	2	3	36

Слика 19. Део извештаја током поступка сечења у производњи

Сечење спада међу главне процесе производње, где набављени материјал за производ почиње да поприма изглед производа који се жели добити. У овом кораку процеса производње врши се подешавање машине за сечење, избор алата, избор материјала, постављање калупа, постављање материјала, провера карактеристика алата за рад, сечење материјала, постављање и сечење материјала, контрола и сортирање сечених делова, итд.

Такође, поступак ламинације и попуњен извештај приказани су на слици 20.

50. Lamination/Полупреја																	
50.1.1 Adjusting of parameters on machine for glue spreading Подешавање параметара на машини за наносење лепка	Not sufficient gluing (amount of glue) Nedovoljno lepljenje (količina lepka)	Final product not complying with customer's requirements (Lamination form) Završni proizvod ne zadovoljava zahtev kupca (laminaaciona oznaka)	4	WT is not followed by operator Radno uputstvo nije ispravno od strane operatera	H	2	Visual control Визуелна контрола	Lamination, Overlook, Separation, Sewing, QC Ламинација, општење, сортирање, шивење, контрола квалитета	4	32							
50.1.2 Adjusting of parameters on machine for glue spreading Подешавање параметара на машини за наносење лепка	Wrong speed of belt Pogrešna brzina kasete	Final product not complying with customer's requirements (Lamination form) Završni proizvod ne zadovoljava zahtev kupca (laminaaciona oznaka)	4	WT is not followed by operator Radno uputstvo nije ispravno od strane operatera	H	2	Visual control Визуелна контрола	Lamination, Overlook, Separation, Sewing, QC Ламинација, општење, сортирање, шивење, контрола квалитета	4	32							
50.1.3 Adjusting of parameters on machine for glue spreading Подешавање параметара на машини за наносење лепка	Wrong temperature of heaters Pogrešna temperatura zagrevanja	Final product not complying with customer's requirements (Lamination form) Završni proizvod ne zadovoljava zahtev kupca (laminaaciona oznaka)	4	WT is not followed by operator Radno uputstvo nije ispravno od strane operatera	H	2	Visual control Визуелна контрола	Lamination, Overlook, Separation, Sewing, QC Ламинација, општење, сортирање, шивење, контрола квалитета	4	32							
50.2 Placement of roll on machine Постављање ролне на машину	Wrong side of roll (face and backing mixing) Pogrešna strana rolne (mешanje lica i leđa)	Lamination is not possible Laminacija nije moguća	4	WT is not followed by operator Radno uputstvo nije ispravno od strane operatera	H	2	Visual control Визуелна контрола	Lamination, Overlook, Separation, Sewing, QC Ламинација, општење, сортирање, шивење, контрола квалитета	4	32							
50.3.1 Checking of parameters for lamination Провера параметара за ламинацију	Wrong parameters (Temperature) Pogrešni parametri (temperatura)	Final product not complying with customer's requirements Završni proizvod ne zadovoljava zahtev kupca	4	WT is not followed by operator Radno uputstvo nije ispravno od strane operatera	H	4	Visual control Визуелна контрола	Lamination, Overlook, Separation, Sewing, QC Ламинација, општење, сортирање, шивење, контрола квалитета	4	64	1. Improve WT 2. Table with parameters on each machine 3. Unaprediti radno uputstvo 4. Tablica sa parametrima na svakoj mašini	Igor Stk, Quality Eng. Pip Petic, Process Eng.	Improved WT 50.1 Table with parameters attached on machine Унапредито радно упутство WT 50.1 Табела са параметрима додана на машину	4	2	4	32

Ђорђе Н. Милићевић
ПРИМЕНА "FMEA" АНАЛИЗЕ ЗА УНАПРЕЂЕЊЕ ПРОЦЕСА ПРОИЗВОДЊЕ У АУТОМОБИЛСКОЈ
ИНДУСТРИЈИ

50.3.2 Checking of parameters for lamination Провера параметара за ламинацију	Wrong parameters (Tune up) Погрешни параметри (дешине тунел)	Final product not complying with customer's requirements (delamination force) Завршни производ не задовољава захтеве купаца (деламинациона сила)	WT is not followed by operator Радоно упућство није испуњено од стране оператора	H	4	Visual control Визуелна контрола	Lamination, Overlock, Separation, Seiving, QC Ламинација, опшивање, сортирање, шиевање, контрола квалитета	4	6.4	1. Improve WT 2. Table with parameters on each machine 3. Unify weight ratio uniformly 4. Unify weight ratio uniformly 5. Table with parameters on each machine	Igor Rik, Quality Eng. Rip Paid, Process Eng.	Improved WT 50.1 Table with parameters attached on machine Унаправљено радно упућство WT 50.1 Табела са параметрима записана на машини	4	2	4	32
50.3.3 Checking of parameters for lamination Провера параметара за ламинацију	Wrong parameters (transporter speed) Погрешни параметри (брзина транспорта)	Final product not complying with customer's requirements (delamination force) Завршни производ не задовољава захтеве купаца (деламинациона сила)	WT is not followed by operator Радоно упућство није испуњено од стране оператора	H	4	Visual control Визуелна контрола	Lamination, Overlock, Separation, Seiving, QC Ламинација, опшивање, сортирање, шиевање, контрола квалитета	4	6.4	1. Improve WT 2. Table with parameters on each machine 3. Unify weight ratio uniformly 4. Unify weight ratio uniformly 5. Table with parameters on each machine	Igor Rik, Quality Eng. Rip Paid, Process Eng.	Improved WT 50.1 Table with parameters attached on machine Унаправљено радно упућство WT 50.1 Табела са параметрима записана на машини	4	2	4	32
50.4 Delamination test Тест деламинације	Small delamination force Мала деламинациона сила	Final product not complying with customer's requirements (delamination force) Завршни производ не задовољава захтеве купаца (деламинациона сила)	Wrong process parameter Погрешан процесиони параметар	SC	2	Visual control Визуелна контрола	Lamination, Overlock, Separation, Seiving, QC Ламинација, опшивање, сортирање, шиевање, контрола квалитета	3	4.2							
50.5.1 Placement of pattern for lamination Постављање шаблона за ламинацију	Wrong foam thickness Погрешна дебљина пене	Product not according to drawings Производ није по цртежу	WT is not followed by operator Радоно упућство није испуњено од стране оператора	H	2	Visual control Визуелна контрола	Lamination, Overlock, Separation, Seiving, QC Ламинација, опшивање, сортирање, шиевање, контрола квалитета	4	2.4							
50.5.2 Placement of pattern for lamination Постављање шаблона за ламинацију	Wrong part used for lamination Погрешан део за ламинацију	Product not according to drawings Производ није по цртежу	WT is not followed by operator Радоно упућство није испуњено од стране оператора	H	2	Visual control Визуелна контрола	Lamination, Overlock, Separation, Seiving, QC Ламинација, опшивање, сортирање, шиевање, контрола квалитета	4	2.4							
50.6 Cutting of laminated leather pattern from foam roll Сечење ламинираних делова од пене	Damaged part during cutting Део оштећен током ламинације	Visual appearance is NOK Визуелни изглед није добар	WT is not followed by operator Радоно упућство није испуњено од стране оператора	H	2	Visual control Визуелна контрола	Lamination, Overlock, Separation, Seiving, QC Ламинација, опшивање, сортирање, шиевање, контрола квалитета	4	2.4							
50.7.1 Control and sorting of laminated part Контрола и сортирање ламинираних делова	Part with defect on leather Део са кожном дефектом	Visual appearance is NOK Визуелни изглед није добар	WT is not followed by operator Радоно упућство није испуњено од стране оператора	H	2	Visual control Визуелна контрола	Lamination, Overlock, Separation, Seiving, QC Ламинација, опшивање, сортирање, шиевање, контрола квалитета	4	2.4							
50.7.2 Control and sorting of laminated part Контрола и сортирање ламинираних делова	Part dimension are out of tolerance Димензије делова су ван толеранције	Product not according to drawings Производ није по цртежу	Wrong lamination parameter Погрешан параметар ламинације	H	2	Measured by ruler Мерење лежином	Lamination, Overlock, Separation, Seiving, QC Ламинација, опшивање, сортирање, шиевање, контрола квалитета	3	1.8							
50.7.3 Control and sorting of laminated part Контрола и сортирање ламинираних делова	Part dimension are out of tolerance Димензије делова су ван толеранције	Product not according to drawings Производ није по цртежу	Wrong lamination parameter Погрешан параметар ламинације	H	2	Measured by ruler Мерење лежином	Lamination, Overlock, Separation, Seiving, QC Ламинација, опшивање, сортирање, шиевање, контрола квалитета	3	1.8							
50.7.4 Control and sorting of laminated part Контрола и сортирање ламинираних делова	Part dimension are out of tolerance Димензије делова су ван толеранције	Product not according to drawings Производ није по цртежу	Wrong lamination parameter Погрешан параметар ламинације	H	2	Measured by ruler Мерење лежином	Lamination, Overlock, Separation, Seiving, QC Ламинација, опшивање, сортирање, шиевање, контрола квалитета	3	1.8							
50.7.5 Control and sorting of laminated part Контрола и сортирање ламинираних делова	Wrong sorting Погрешно сортирање	Impact on productivity or production delayed Утицај на продуктивност или одлагање производње	WT is not followed by operator Радоно упућство није испуњено од стране оператора	H	4	Visual control Визуелна контрола	Lamination, Overlock, Separation, Seiving, QC Ламинација, опшивање, сортирање, шиевање, контрола квалитета	4	4.8							
Capability Способност	Capability results are NOK Резултати провере способности нису добри	Process is not stable and capable Процес није стабилан и способан	Different abnormalities in process Различити абнормалности у процесу	H	1	Capability statistical tool Статистички метод провере способности	Lamination Ламинација	2	6							
Measuring System Analysis (MSA) Анализа система мерења (MSA)	MSA result is NOK for profile dimension Резултат система мерења није добар за димензију профила	Product not according to drawings Производ није по цртежу	Operator is not sufficiently trained to make measurements Оператор није довољно обучен за вршење мерења	H	3	MSA statistical tool MSA статистички метод	Lamination Ламинација	3	1.8							
	MSA result is NOK for profile dimension Резултат система мерења није добар за димензију профила	Product not according to drawings Производ није по цртежу	Measuring device is not appropriate Мерећи инструмент није одговарајући	H	2	MSA statistical tool MSA статистички метод	Lamination Ламинација	2	1.2							
	MSA result is NOK for profile dimension Резултат система мерења није добар за димензију профила	Product not according to drawings Производ није по цртежу	Measurement method is not appropriate Метод мерења није одговарајући	H	2	MSA statistical tool MSA статистички метод	Lamination Ламинација	3	1.2							

Слика 20. Део извештаја током обављања поступка ламинације

Ламинација подразумева кораке као што су: подешавање параметара на машини за nanoшење лепка, постављање ролне на машину, провера параметара за ламинацију, тест деламинације, контрола и сортирање ламинираних делова, итд. Представљене су и потенцијални узроци и ефекти грешке који се углавном односе на радну снагу која не прати упутства, нема довољно знања и вештина или није довољно мотивисана за рад, па зато настају могући проблеми.

Процес опшивања врши се уколико је то потребно и ако је потребно бежали се у оквиру FMEA форме извештаја као на слици 21.

Ђорђе Н. Милићевић
ПРИМЕНА "FMEA" АНАЛИЗЕ ЗА УНАПРЕЂЕЊЕ ПРОЦЕСА ПРОИЗВОДЊЕ У АУТОМОБИЛСКОЈ
ИНДУСТРИЈИ

60. Overlock (if needed) / Опшивање (ако је потребно)										
60.1.1 Overlock Machine setup / Подешавање машине за опшивање	Wrong position of guider / Погрешна позиција граничника	Smaller parts / Product not according to drawings / Мањи делови / Производ није по цртежу	3	WI is not followed by operator / Радно упутство није испраћено од стране оператора	HI	3	Visual control / Визуална контрола	Overlock, Separation, Sewing / Опшивање, сепарација, шивење	4	36
60.1.2 Overlock Machine setup / Подешавање машине за опшивање	Blunt knife for foam cutting / Туп нож за сечење пене	Damaged parts or foam not properly cut / Оштећени делови или пена није исправно исечена	3	WI is not followed by operator / Радно упутство није испраћено од стране оператора	HI	3	Visual control / Визуална контрола	Overlock, Separation, Sewing / Опшивање, сепарација, шивење	4	36
60.2 Measuring of overlocked parts / Мерење опшивених делова	Checking is not performed / Провера није извршена	Product not according to drawings / Производ није по цртежу	3	WI is not followed by operator / Радно упутство није испраћено од стране оператора	HI	3	Measured by ruler / Мерење лењиром	Overlock, Separation, Sewing / Опшивање, сепарација, шивење	3	27

Слика 21. Попуњен извештај за процес опшивања током производње

Корак у коме се врши сортирање полупроизвода и пупуњен део извештаја везан за овај корак производног процеса приказани су на слици 22.

70. Separation / Сортирање										
70.1 Checking of order / Провера наруџбенице	Mixed, PN colors, model, thread color, perforation etc. / Измешано, PN colors, model, thread color, perforation etc.	Product not according to drawings / Производ није по цртежу	4	Not clear understanding of order / Нејасно разумевање наруџбенице	HI	2	Visual control / Визуална контрола	Separation, Sewing / Сепарација, шивење	4	32
70.2.1 Separation of cut parts / Сепарација сечених делова	Wrong distribution of parts / Погрешна дистрибуција делова	Delayed of production (sewing) / Одложена производња (шивење)	3	WI is not followed by operator / Радно упутство није испраћено од стране оператора	HI	3	Visual control / Визуална контрола	Separation, Sewing, Quality control / Сепарација, шивење, контрола квалитета	4	36
70.2.2 Separation of cut parts / Сепарација сечених делова	Wrong quantity of received parts / Погрешна количина примљених делова	Delayed of production (sewing) / Одложена производња (шивење)	3	WI is not followed by operator / Радно упутство није испраћено од стране оператора	HI	3	Visual control / Визуална контрола	Separation, Sewing / Сепарација, шивење	4	36
70.2.3 Separation of cut parts / Сепарација сечених делова	Damaged parts (scars, vains, color) / Оштећени делови (ожигици, вене, боја)	Delayed of production (sewing) / Одложена производња (шивење)	3	WI is not followed by operator / Радно упутство није испраћено од стране оператора	HI	3	Visual control / Визуална контрола	Separation, Sewing, Quality control / Сепарација, шивење, контрола квалитета	4	36

Слика 22. Попуњен део извештаја везан за процес сортирања током производње

Шивење је корак у производњи у коме се већ препознаје облик крајњег производа. Попуњен део извештаја са почетним фазама за овај корак дат је на слици 23.

80. Sewing / Шивење										
80.1.1 Sewing machine settings / Подешавање машине за шивење	Not proper implementation of thread / Не добро уведан конц	Not proper sewing. Product not according to drawings / Шивење није добро. Производ није по цртежу	4	WI is not followed by operator / Радно упутство није испраћено од стране оператора	HI	2	Visual control and comparison with sketch / Визуална контрола и поређење са скицом	Sewing, Quality control / Шивење, контрола квалитета	3	24
80.1.2 Sewing machine settings / Подешавање машине за шивење	Not proper rotation of bobbin for lower thread / Потпуна зупина за доњи конц није добра	Not proper sewing. Product not according to drawings / Шивење није добро. Производ није по цртежу	4	WI is not followed by operator / Радно упутство није испраћено од стране оператора	HI	2	Visual control and comparison with sketch / Визуална контрола и поређење са скицом	Sewing, Quality control / Шивење, контрола квалитета	3	24
80.1.3 Sewing machine settings / Подешавање машине за шивење	Wrong needle ten / Погрешна игла	Not proper sewing. Product not according to drawings / Шивење није добро. Производ није по цртежу	4	WI is not followed by operator / Радно упутство није испраћено од стране оператора	HI	2	Visual control and comparison with sketch / Визуална контрола и поређење са скицом	Sewing, Quality control / Шивење, контрола квалитета	3	24
80.1.4 Sewing machine settings / Подешавање машине за шивење	Wrong thread ten used / Погрешна игла	Not proper sewing. Product not according to drawings / Шивење није добро. Производ није по цртежу	4	WI is not followed by operator / Радно упутство није испраћено од стране оператора	HI	2	Visual control and comparison with sketch / Визуална контрола и поређење са скицом	Sewing, Quality control / Шивење, контрола квалитета	3	24
80.1.5 Sewing machine settings / Подешавање машине за шивење	Wrong color of thread / Погрешна боја конка	Product not according to drawings / Производ није по цртежу	4	WI is not followed by operator / Радно упутство није испраћено од стране оператора	HI	3	Visual control / Визуална контрола	Sewing, Quality control / Шивење, контрола квалитета	3	24
80.1.6 Sewing machine settings / Подешавање машине за шивење	Blunt needle / Тупа игла	Not proper sewing. Defective products / Шивење није добро. Дефектни производи	4	WI is not followed by operator / Радно упутство није испраћено од стране оператора	HI	3	Visual control / Визуална контрола	Sewing, Quality control / Шивење, контрола квалитета	3	24
80.1.7 Sewing machine settings / Подешавање машине за шивење	Damaged bobbin / Оштећена зупина	Not proper sewing. Defective products / Шивење није добро. Дефектни производи	4	WI is not followed by operator / Радно упутство није испраћено од стране оператора	HI	3	Visual control / Визуална контрола	Sewing, Quality control / Шивење, контрола квалитета	3	24

Слика 23. Почетак попуњавања извештаја за процес шивења

Након сашивеног производа врши се обавезна контрола квалитета која је прописана стандардима и која заправо доприноси побољшању производних процеса. Попуњен извештај који се односи на контролу квалитета дат на слици 24. У приказаном примеру врши се контрола квалитета сашивених делова, и у већини случајева врши се

Ђорђе Н. Милићевић
ПРИМЕНА "FMEA" АНАЛИЗЕ ЗА УНАПРЕЂЕЊЕ ПРОЦЕСА ПРОИЗВОДЊЕ У АУТОМОБИЛСКОЈ
ИНДУСТРИЈИ

визуелна контрола. Оваква врста контроле мора бити веома прецизна уколико се компанија жели пласирати ,међу бољима, када је овај производ у питању.

30. Quality control / Контрола квалитета													
90.1.1 Quality control of seam parts / Контрола квалитета савезних делова	Missing or wrong position of identification label / Недостатке или погрешна позиција идентификационе етикета	Product not according to drawings / Производ није по цртежу	WT is not followed by operator / Радно упутство није испуњено од стране оператера	H	2	100% Visual control / 100% визуелне контроле	Quality control / Контрола квалитета	3	36				
90.1.2 Quality control of seam parts / Контрола квалитета савезних делова	Wrong position of component and wrong natural or color / Погрешна позиција компонента и погрешан материјал или боја	Product not according to drawings / Производ није по цртежу	WT is not followed by operator / Радно упутство није испуњено од стране оператера	H	3	100% Visual control / 100% визуелне контроле	Quality control / Контрола квалитета	4	40				
90.1.3 Quality control of seam parts / Контрола квалитета савезних делова	Wrong type and color of thread / Погрешан тип и боја ница	Product not according to drawings / Производ није по цртежу	WT is not followed by operator / Радно упутство није испуњено од стране оператера	H	3	100% Visual control / 100% визуелне контроле	Quality control / Контрола квалитета	3	36				
90.1.4 Quality control of seam parts / Контрола квалитета савезних делова	Seam with not in tolerance / Шпразна шав није у толеранцији	Product not according to drawings / Производ није по цртежу	WT is not followed by operator / Радно упутство није испуњено од стране оператера	H	3	100% Visual control / 100% визуелне контроле	Quality control / Контрола квалитета	4	40				
90.1.5 Quality control of seam parts / Контрола квалитета савезних делова	Notch misalignment not in tolerance / Померање одступања није у толеранцији	Product not according to drawings / Производ није по цртежу	WT is not followed by operator / Радно упутство није испуњено од стране оператера	H	3	100% Visual control / 100% визуелне контроле	Quality control / Контрола квалитета	3	45				
90.1.6 Quality control of seam parts / Контрола квалитета савезних делова	Material misalignment not in tolerance / Померање материјала није у толеранцији	Product not according to drawings / Производ није по цртежу	WT is not followed by operator / Радно упутство није испуњено од стране оператера	H	3	100% Visual control / 100% визуелне контроле	Quality control / Контрола квалитета	3	45				
90.1.7 Quality control of seam parts / Контрола квалитета савезних делова	Not proper position of double-stitch / Није добра позиција дуплог шав	Product not according to drawings / Производ није по цртежу	WT is not followed by operator / Радно упутство није испуњено од стране оператера	H	2	100% Visual control / 100% визуелне контроле	Quality control / Контрола квалитета	2	20				
90.1.8 Quality control of seam parts / Контрола квалитета савезних делова	Not proper position of top stitch / Није добра позиција врховног шав	Product not according to drawings / Производ није по цртежу	WT is not followed by operator / Радно упутство није испуњено од стране оператера	H	2	100% Visual control / 100% визуелне контроле	Quality control / Контрола квалитета	2	20				
90.1.9 Quality control of seam parts / Контрола квалитета савезних делова	Missing or wrong position of plastic profile / Недостатке или погрешна позиција пластичног профила	Product not according to drawings / Производ није по цртежу	WT is not followed by operator / Радно упутство није испуњено од стране оператера	H	3	100% Visual control / 100% визуелне контроле	Quality control / Контрола квалитета	3	36				
90.1.10 Quality control of seam parts / Контрола квалитета савезних делова	Missing or wrong position of tie-down / Недостатке или погрешна позиција везивача	Product not according to drawings / Производ није по цртежу	WT is not followed by operator / Радно упутство није испуњено од стране оператера	H	3	100% Visual control / 100% визуелне контроле	Quality control / Контрола квалитета	3	36				
90.1.11 Quality control of seam parts / Контрола квалитета савезних делова	Missing or wrong position of self-healer / Недостатке или погрешна позиција самозајечивача	Product not according to drawings / Производ није по цртежу	WT is not followed by operator / Радно упутство није испуњено од стране оператера	H	3	100% Visual control / 100% визуелне контроле	Quality control / Контрола квалитета	3	36				
90.1.12 Quality control of seam parts / Контрола квалитета савезних делова	Missing or wrong position of zipper / Недостатке или погрешна позиција затезача	Product not according to drawings / Производ није по цртежу	WT is not followed by operator / Радно упутство није испуњено од стране оператера	H	3	100% Visual control / 100% визуелне контроле	Quality control / Контрола квалитета	3	36				
90.1.13 Quality control of seam parts / Контрола квалитета савезних делова	Missing or wrong position of rubber band / Недостатке или погрешна позиција резиничке траке	Product not according to drawings / Производ није по цртежу	WT is not followed by operator / Радно упутство није испуњено од стране оператера	H	3	100% Visual control / 100% визуелне контроле	Quality control / Контрола квалитета	3	36				
90.1.14 Quality control of seam parts / Контрола квалитета савезних делова	Missing or wrong position of velcro / Недостатке или погрешна позиција вискро	Product not according to drawings / Производ није по цртежу	WT is not followed by operator / Радно упутство није испуњено од стране оператера	H	3	100% Visual control / 100% визуелне контроле	Quality control / Контрола квалитета	3	45				
90.1.15 Quality control of seam parts / Контрола квалитета савезних делова	Missing or wrong position of wire / Недостатке или погрешна позиција жице	Product not according to drawings / Производ није по цртежу	WT is not followed by operator / Радно упутство није испуњено од стране оператера	H	3	100% Visual control / 100% визуелне контроле	Quality control / Контрола квалитета	3	36				
90.1.16 Quality control of seam parts / Контрола квалитета савезних делова	Missing or wrong position of heater / Недостатке или погрешна позиција грелаче	Product not according to drawings / Производ није по цртежу	WT is not followed by operator / Радно упутство није испуњено од стране оператера	H	3	100% Visual control / 100% визуелне контроле	Quality control / Контрола квалитета	3	36				
90.1.17 Quality control of seam parts / Контрола квалитета савезних делова	Missing or wrong position of Top Yellow label / Недостатке или погрешна позиција етикета означивача девети деценија	Product not according to drawings / Производ није по цртежу	WT is not followed by operator / Радно упутство није испуњено од стране оператера	H	3	100% Visual control / 100% визуелне контроле	Quality control / Контрола квалитета	3	45				
90.1.18 Quality control of seam parts / Контрола квалитета савезних делова	Missing or wrong of hot melt tape / Недостатке или погрешна позиција термолепљиве траке за хот-мелт	Product not according to drawings / Производ није по цртежу	WT is not followed by operator / Радно упутство није испуњено од стране оператера	H	2	100% Visual control / 100% визуелне контроле	Quality control / Контрола квалитета	3	30				
90.1.19 Quality control of seam parts / Контрола квалитета савезних делова	Missing or wrong of Piping tape / Недостатке или погрешна позиција водоводне траке	Product not according to drawings / Производ није по цртежу	WT is not followed by operator / Радно упутство није испуњено од стране оператера	H	2	100% Visual control / 100% визуелне контроле	Quality control / Контрола квалитета	3	36				
90.1.20 Quality control of seam parts / Контрола квалитета савезних делова	Missing or wrong position of Iso fit label / Недостатке или погрешна позиција Iso-fit етикета	Product not according to drawings / Производ није по цртежу	WT is not followed by operator / Радно упутство није испуњено од стране оператера	H	3	100% Visual control / 100% визуелне контроле	Quality control / Контрола квалитета	3	36				
90.1.21 Quality control of seam parts / Контрола квалитета савезних делова	Missing or wrong position of Blowing tape / Недостатке или погрешна позиција ватроводне траке	Product not according to drawings / Производ није по цртежу	WT is not followed by operator / Радно упутство није испуњено од стране оператера	H	3	100% Visual control / 100% визуелне контроле	Quality control / Контрола квалитета	3	45				

Ђорђе Н. Милићевић
ПРИМЕНА "FMEA" АНАЛИЗЕ ЗА УНАПРЕЂЕЊЕ ПРОЦЕСА ПРОИЗВОДЊЕ У АУТОМОБИЛСКОЈ
ИНДУСТРИЈИ

95.1.1 Quality control of seam parts Контрола квалитета савезних делова	Missing or wrong position of the button label Недостатке или погрешна позиција батон етикета	Product not according to drawings Производа није по цртежу	5	WT is not followed by operator Радоно упућство није испуњено од стране оператера	H	3	100% Visual control 100% визуалне контроле	Quality control Контрола квалитета	3	45									
95.1.2 Quality control of Air bag strap Контрола квалитета стропа ваздушног јастука	Missing or wrong position of the bag strap Недостатке или погрешна позиција стропа ваздушног јастука	Product not according to drawings Производа није по цртежу	10	WT is not followed by operator Радоно упућство није испуњено од стране оператера	CC	2	100% Visual control 100% визуалне контроле	Quality control Контрола квалитета	3	50									
95.2.2 Quality control of Air bag strap Контрола квалитета стропа ваздушног јастука	Wrong seam width Погрешна ширина савеза	Ab straps not according to requirements Стропови нису по захтеву	9	WT is not followed by operator Радоно упућство није испуњено од стране оператера	CC	2	100% Visual control 100% визуалне контроле	Quality control Контрола квалитета	3	54									
95.2.3 Quality control of Air bag strap Контрола квалитета стропа ваздушног јастука	Notch misalignment not in tolerance Поклопавање цицкова није у толеранцији	Ab straps not according to requirements Стропови нису по захтеву	7	WT is not followed by operator Радоно упућство није испуњено од стране оператера	SC	2	100% Visual control 100% визуалне контроле	Quality control Контрола квалитета	3	43									
95.2.4 Quality control of Air bag strap Контрола квалитета стропа ваздушног јастука	Natural misalignment not in tolerance Поклопавање материјала није у толеранцији	Ab straps not according to requirements Стропови нису по захтеву	7	WT is not followed by operator Радоно упућство није испуњено од стране оператера	SC	2	100% Visual control 100% визуалне контроле	Quality control Контрола квалитета	3	42									
95.3.1 Quality control of N-jean Контрола квалитета N савеза	Missing N-jean N савез фали	N-jean not according to requirements N савез није по захтеву	10	WT is not followed by operator Радоно упућство није испуњено од стране оператера	CC	2	100% Visual control 100% визуалне контроле	Quality control Контрола квалитета	4	60	Quality Alert to post on Sewing Machine & QC - done Поставили аларм квалитета на шавалачку машини и контролу квалитета - савршено	Igor M., Quality Eng. Igor Peric, Process Eng.	Quality Alert on Sewing Machine & QC - done Аларм квалитета на шавалачкој машини и контролу квалитета - савршено	1	0	2	3	60	
95.3.2 Quality control of N-jean Контрола квалитета стропа ваздушног јастука	Wrong position of N-jean Погрешна позиција N савеза	N-jean not according to requirements N савез није по захтеву	9	WT is not followed by operator Радоно упућство није испуњено од стране оператера	CC	2	100% Visual control 100% визуалне контроле	Quality control Контрола квалитета	4	55	Quality Alert to post on Sewing Machine & QC - done Поставили аларм квалитета на шавалачку машини и контролу квалитета - савршено	Igor M., Quality Eng. Igor Peric, Process Eng.	Quality Alert on Sewing Machine & QC - done Аларм квалитета на шавалачкој машини и контролу квалитета - савршено	9	2	3	54		
95.4.1 Quality control of AB clips Контрола квалитета клипса ваздушног јастука	Missing of AB clips Недостатке клипса ваздушног јастука	Ab clips not according to requirements Клипсови ваздушног јастука нису по захтеву	10	WT is not followed by operator Радоно упућство није испуњено од стране оператера	CC	2	100% Visual control 100% визуалне контроле	Quality control Контрола квалитета	3	60									
95.4.2 Quality control of AB clips Контрола квалитета клипса ваздушног јастука	Wrong position of AB clips Погрешна позиција AB клипса	Ab clips not according to requirements Клипсови ваздушног јастука нису по захтеву	10	WT is not followed by operator Радоно упућство није испуњено од стране оператера	CC	2	100% Visual control 100% визуалне контроле	Quality control Контрола квалитета	3	60									
95.5.1 Quality control of Ab-jean Контрола квалитета савеза ваздушног јастука	Missing Ab-jean Недостатке савеза за ваздушни јастук	Ab-jean not according to customer's requirements Савез за ваздушни јастук није по захтеву	10	WT is not followed by operator Радоно упућство није испуњено од стране оператера	CC	1	100% Visual control 100% визуалне контроле	Quality control Контрола квалитета	3	30									
95.5.2 Quality control of Ab-jean Контрола квалитета савеза за ваздушни јастук	Notch misalignment not in tolerance Поклопавање цицкова није у толеранцији	Ab-jean not according to requirements Савез за ваздушни јастук није по захтеву	7	WT is not followed by operator Радоно упућство није испуњено од стране оператера	SC	2	100% Visual control 100% визуалне контроле	Quality control Контрола квалитета	3	42									
95.5.3 Quality control of Ab-jean Контрола квалитета савеза за ваздушни јастук	Natural misalignment not in tolerance Поклопавање материјала није у толеранцији	Ab-jean not according to requirements Савез за ваздушни јастук није по захтеву	7	WT is not followed by operator Радоно упућство није испуњено од стране оператера	SC	2	100% Visual control 100% визуалне контроле	Quality control Контрола квалитета	3	42									
95.5.4 Quality control of Ab-jean Контрола квалитета савеза за ваздушни јастук	Visual appearance of Ab-jean is not according to spec. Контрола квалитета савеза за ваздушни јастук	Ab-jean not according to requirements Савез за ваздушни јастук није по захтеву	7	WT is not followed by operator Радоно упућство није испуњено од стране оператера	SC	2	100% Visual control 100% визуалне контроле	Quality control Контрола квалитета	3	42									
95.6.1 Control of reinforcement rib Контрола савеза за ојачање	Missing or wrong position of Air bag strap Недостатке или погрешна позиција савеза за ојачање	Product not according to drawings Производа није по цртежу	10	WT is not followed by operator Радоно упућство није испуњено од стране оператера	SC	2	100% Visual control 100% визуалне контроле	Quality control Контрола квалитета	3	60									
95.7.1 Quality control of Ab label Контрола квалитета AB етикета	Missing or wrong ab label Недостатке или погрешна етикета за ваздуш	Ab label is not according to requirements, does not exist even at all Етикета ваздушног јастука	7	WT is not followed by operator Радоно упућство није испуњено од стране оператера	SC	2	100% Visual control 100% визуалне контроле	Quality control Контрола квалитета	3	42									
95.7.2 Quality control of Ab label Контрола квалитета AB етикета	Wrong position of air bag strap Погрешна позиција ваздушног јастука	Ab-jean is not according to requirements Савез за ваздушни јастук није по захтеву	10	WT is not followed by operator Радоно упућство није испуњено од стране оператера	CC	2	100% Visual control 100% визуалне контроле	Quality control Контрола квалитета	3	60									
95.8.1 Quality control of leather and visual appearance of cover Контрола квалитета коже и визуални изглед прекривача	Natural defects on material Природни дефекти материјала	Product not according to drawings Производа није по цртежу	6	WT is not followed by operator Радоно упућство није испуњено од стране оператера	H	3	100% Visual control 100% визуалне контроле	Quality control Контрола квалитета	3	34									
95.8.2 Quality control of leather and visual appearance of cover Контрола квалитета коже и визуални изглед прекривача	Stains on parts Прљава на деловима	Product not according to drawings Производа није по цртежу	6	WT is not followed by operator Радоно упућство није испуњено од стране оператера	H	3	100% Visual control 100% визуалне контроле	Quality control Контрола квалитета	3	34									
95.8.3 Quality control of leather and visual appearance of cover Контрола квалитета коже и визуални изглед прекривача	Long threads Дугици конци	Product not according to drawings Производа није по цртежу	6	WT is not followed by operator Радоно упућство није испуњено од стране оператера	H	3	100% Visual control 100% визуалне контроле	Quality control Контрола квалитета	3	36									
95.9 Measuring of Lightening Мерење светлости	Missing of defects on leather hide Недостатке дефеката на кожи	Light intensity under limit Интензитет светлости испод границе	5	A neon light turned out Нека неона не гори	H	3	Regular measuring by luxmeter or visual Редовно мерење луксметром или визуално	Quality control Контрола квалитета	3	43									
HSA Measurement system analysis (methodical) for all items on QC HSA Analysis система мерења (методично) за све на контроли	HSA result is NOK for seam width HSA резултат није ОК за ширину савеза	Product not according to drawings Производа није по цртежу	6	Operator is not sufficiently trained to make control Оператер није довољно обучен за обављање контроле	H	3	HSA statistical tool HSA статистички метод	Quality control Контрола квалитета	2	36									
	HSA result is NOK for seam width HSA резултат није ОК за ширину савеза	Product not according to drawings Производа није по цртежу	6	Control method is not appropriate Контролни метод није погодан	H	2	HSA statistical tool HSA статистички метод	Quality control Контрола квалитета	2	24									

Слика 24. Извештај везан за контролу квалитета готовог производа

Последњи корак процеса производње је паковање финалног производа који задовољава све норме контроле квалитета. Попуњен FMEA извештај овог корака приказан је на слици 25. Врши се провера делова намењених за паковање, селекција одговарајуће кутије, паковање делова у одговарајућу кутију, смештање кутија на палете.

Ђорђе Н. Милићевић
ПРИМЕНА "FMEA" АНАЛИЗЕ ЗА УНАПРЕЂЕЊЕ ПРОЦЕСА ПРОИЗВОДЊЕ У АУТОМОБИЛСКОЈ
ИНДУСТРИЈИ

100. Packaging / Пакетовање														
100.1 Checking of parts ready for packing / Провера делова спреми за паковање	Missing identification label or missing info on the one / Недостатак идентификационих етикета	Missing identification label / Пропуштена паковања	6	WT is not followed by operator / Радно упутство није испуњено од стране оператера	HE	2	100% Visual control / 100% визуелна контрола	Packaging / Паковање	4	40				
100.2.1 Selection of proper box / Селекција саговарajuће кутије	Used wrong box / Користио погрешну кутију	Bigger box used, lack of space in truck / Користио већу кутију, могуће боре на провозу	3	WT is not followed by operator / Радно упутство није испуњено од стране оператера	HE	2	100% Visual control / 100% визуелна контрола	Packaging / Паковање	4	24				
100.2.2 Selection of proper box / Селекција саговарajuће кутије	Used wrong box / Користио погрешну кутију	Smaller box used, possible wrinkles on product / Користио мању кутију, могуће боре на провозу	6	WT is not followed by operator / Радно упутство није испуњено од стране оператера	HE	2	100% Visual control / 100% визуелна контрола	Packaging / Паковање	4	40				
100.2.4 Packaging of parts in proper boxes / Паковање делова у саговарajuћу кутију	Packaging method not followed / Начин паковања није испуњен	Damaged product during transport / Оштeћен производ током транспорта	6	WT is not followed by operator / Радно упутство није испуњено од стране оператера	HE	2	100% Visual control / 100% визуелна контрола	Packaging / Паковање	4	40				
100.3.2 Packaging of parts in proper boxes / Паковање делова у саговарajuћу кутију	Wrong qty (missing part) / Погрешна количина (недостатак дела)	Customer line interruption / Прекид корисничке линије	6	WT is not followed by operator / Радно упутство није испуњено од стране оператера	HE	2	100% Visual control / 100% визуелна контрола	Packaging / Паковање	4	40				
100.3.3 Packaging of parts in proper boxes / Паковање делова у саговарajuћу кутију	Wrong qty (additional parts) / Погрешна количина (допунски делови)	Smaller box used, possible wrinkles on product / Користио мању кутију, могуће боре на провозу	6	WT is not followed by operator / Радно упутство није испуњено од стране оператера	HE	2	100% Visual control / 100% визуелна контрола	Packaging / Паковање	4	40				
100.3.3 Packaging of parts in proper boxes / Паковање делова у саговарajuћу кутију	Wrong way of closing boxes / Погрешан начин затварања кутија	Damaged product during transport / Оштeћен производ током транспорта	3	WT is not followed by operator / Радно упутство није испуњено од стране оператера	HE	3	100% Visual control / 100% визуелна контрола	Packaging / Паковање	4	60				
100.3.4 Packaging of parts in proper boxes / Паковање делова у саговарajuћу кутију	Wrong label / Погрешна етикета	Missing label / Недостатак етикета	6	The order paper is not followed properly / Notice in Order / наруџница није добро испуњена, грешка у наруџници	HE	3	100% Visual control / 100% визуелна контрола	Packaging / Паковање	3	54				
	Wrong Position of Label / Погрешна позиција етикета	Delay of delivery / Одлагање испоруке	4	WT is not followed by operator / Радно упутство није испуњено од стране оператера	HE	3	100% Visual control / 100% визуелна контрола	Packaging / Паковање	3	36				
	Missing Label / Недостатак етикета	Delay of delivery / Одлагање испоруке	5	WT is not followed by operator / Радно упутство није испуњено од стране оператера	HE	3	100% Visual control / 100% визуелна контрола	Packaging / Паковање	3	45				
100.4.1 Placement of boxes on pallets / Пласовање кутија на палете	Wrong pallet used / Користио погрешну палету	Bigger box used, lack of space in truck / Користио већу кутију, недостатак простора у камиону	3	WT is not followed by operator / Радно упутство није испуњено од стране оператера	HE	2	100% Visual control / 100% визуелна контрола	Packaging / Паковање	4	24				
100.4.2 Placement of boxes on pallets / Пласовање кутија на палете	Wrong position of box on pallet / Погрешна позиција кутија на палету	Unloading issue, more time necessary to unload / Проблеми са утоваром, више времена потребно за истовар	5	WT is not followed by operator / Радно упутство није испуњено од стране оператера	HE	2	100% Visual control / 100% визуелна контрола	Packaging / Паковање	4	40				
100.4.3 Placement of boxes on pallets / Пласовање кутија на палете	Wrong position of box on pallet / Погрешна позиција кутија на палету	Missing boxes / Недостатак кутија	6	WT is not followed by operator / Радно упутство није испуњено од стране оператера	HE	2	100% Visual control / 100% визуелна контрола	Packaging / Паковање	4	40				

Слика 25. FMEA извештај последњег корака производног процеса

Сваки од наведених корака у процесу производње кожних сетова за аутомобил представљен је детаљно и за сваки корак процеса производње објашњене су све потенцијалне могућности које могу довести до појаве грешке, отказа, застоја у процесу производње. Такође, за поједине кораке представљени су и начини на које се проблеми могу превазићи и отклонити, а за које је потребно наћи нови начин или савет, од стандардног, који се лако може уочити.

8. Дискусија

Уколико се сагледа изложени теоријски део о производним процесима, начину побољшања производних процеса, праћењу квалитета, пратећим стандардима који преписују квалитет и можим методама које се могу користити за праћење тог побољшања може се видети да је процес производње веома захтеван. Стандарди одређују сваки корак који се треба поштовати да би се добио високо квалитетан производ или услуга. Поштовање и праћење дефинисаних начина и корака, контролом и сарадњом између запослених може се остварити јединствени начин пословања који се ће компанију одвајати од других.

На почетку, како би се процес производње уопште и десио, потребно је да постоје купци који ће те производе користити и куповати. Дакле, мора да постоји потреба за производњом која задовољава жење и потребе купаца. Уколико купци постоје, њихове потребе се ослушкују и развијају се идеје о томе на који начин их задовољити.

Када идеје постоје, и када постоје могућности, простор, алат и радна снага која може обављати процесе, потребно је прибавити сировине/материјал за рад. Материјал се набавља од добављача. У аутомобилској индустрији добављачи су од веома важног значаја, јер се од њих прибавља велики број делова потребних за склапање финалног производа који користе купци.

Сам процес производње не може се одвијати насумично и напамет, већ постоје прописи и правила које је потребно схватити и пратити да би се добио квалитетан производ. Квалитет је најважнија карактеристика сваког производа и зато се појављује појам управља квалитетом, који заправо врши контролу квалитета.

Како је појам управљања квалитетом веома широк, у том поступку постоји низ начина пословања његовог унапређивања.

Према приказаном примеру попуњавања FMEA извештаја за процес производње кожних сетова за аутомобиле, можемо видети да се тај процес обавља према јасно дефинисаним корацима по одређеном распореду. Сваки од корака мора се испоштовати у у сваком од њих дефинишу се потенцијалне грешке које се могу појавити у том кораку, ефекти тих грешака, узроци појављивања грешака, тренутни начин контроле, приказују се и предложена решења и акције, као и одговорна лица која ће спровести промене.

Према извршеној анализи може се видети да већина корака процеса производње има вредност индекса RPN који је мањи од 70, тако да процес произвођаче не захтева велики број корективних мера. У случајевима када RPN индекс прелази вредност 70, у овом примеру, предложене су акције које могу допринети решавању проблема и спречавању појаве грешке у производном процесу, иако се традиционално корективне мере предузимају када је индекс RPN већи од 100.

Службени који се односе на вредности RPN индекса већег од 70 приказани су на следећим сликама. За сваки корак приказана је предложена акција, одговорна особа за спровођење акције, предвиђени датум спровођења, као и крајње предузета акција. На основу предузете акције, проучавањем су израчунати индекси S, O и D, као и RPN

Ђорђе Н. Милићевић
ПРИМЕНА "FMEA" АНАЛИЗЕ ЗА УНАПРЕЂЕЊЕ ПРОЦЕСА ПРОИЗВОДЊЕ У АУТОМОБИЛСКОЈ
ИНДУСТРИЈИ

индекс, који након спроведене акције имају мању вредност и сматрају се прихватљивим за обављање производног процеса без ризика.

На слици 26. може се видети да у оквиру корака улазе контроле и магационирања у производниом процесу долази до већих вредности RPN индекса. Током читања фактуре могуће грешке могу бити погрешан број или погрешна количина која је уписана или је погрешно прочитана, ефекат ове грешке јесте одлагање процеса производње, оцен индекса озбиљности је 5 и 6 ретроспективно. Узрок такве грешке може бити добављач, а оцена учесталости у извештају је 5 за оба случаја. Тренутни начин детекције је приказан као визуелни, фаза детекције у магацину, а оцена индекса детекције 3. На основу тога добијене су вредности за RPN 75 и 90.

20. Warehouse/incoming control of finishedness company																
20.1.1 Invoice reading / Читање фактуре	Wrong number / Погрешан број	Production delayed / Одлагање производње	5	Supplier / Довољач	H	5	Visual / Визуелно	Warehouse phase / Магацин	3	Improving / Актуализирање радних инструкција	Process Engineer / Warehouse Chief / Инженер процеса / Глав магацина	There are instruction for any step in full / У радном упутству постоје инструкције за сваки корак	5	4	2	40
20.1.2 Invoice reading	Wrong quantity / Погрешна количина	Production delayed / Одлагање производње	6	Supplier / Довољач	H	5	Visual / Визуелно	Warehouse phase / Магацин	3	Improving / Актуализирање радних инструкција	Process Engineer / Warehouse Chief / Инженер процеса / Глав магацина	There are instruction for any step in full / У радном упутству постоје инструкције за сваки корак	6	4	2	48
20.2.1 Comparison - Invoice vs Actual material / Упоредба - фактура и актуелни материјал	Wrong material / Погрешан материјал	Production delayed / Одлагање производње	6	Supplier / Довољач	H	6	Visual / Визуелно	Warehouse phase / Магацин	3	Issue 8D Report from Supplier / Внедрити извештај о 8Д проблемима од добављача. Актуализирање радних инструкција	Process Engineer / Warehouse Chief / Инженер процеса / Глав магацина	We started asking for Issue 8D Report from Supplier. There are instruction for any step in full / Почели смо да тражимо извештај о 8Д проблемима од добављача. У радном упутству постоје инструкције за сваки корак.	6	4	2	48
20.2.2 Comparison - Invoice vs Actual material / Упоредба - фактура и актуелни материјал	Wrong amount of material / Погрешна количина материјала	Production delayed / Одлагање производње	6	Supplier & transport / Довољач и транспорт	H	4	Counting / Бројање	Warehouse phase / Магацин	3	Improvement / Актуализирање радних инструкција	Process Engineer / Warehouse Chief / Инженер процеса / Глав магацина	There are instruction for any step in full / У радном упутству постоје инструкције за сваки корак.	6	4	2	48
20.2.3 Comparison - Invoice vs Actual material / Упоредба - фактура и актуелни материјал	Damaged material / Оштећен материјал	Production delayed / Одлагање производње	6	Supplier & transport / Довољач и транспорт	H	4	Measuring / Мерење	Warehouse phase / Магацин	3	Improvement / Актуализирање радних инструкција	Process Engineer / Warehouse Chief / Инженер процеса / Глав магацина	There are instruction for any step in full / У радном упутству постоје инструкције за сваки корак.	6	4	2	48

Слика 26. Предложене акције за спречавање појаве грешке у оквиру корака улазне контроле и магационирања у производном процесу

У оба случаја предложене су сличне акције, односно, дат је предлог ажурирања радних инструкција, а на крају је спроведено писање инструкција у радном упутству, које ће осигурати да особа одговорна за обављање задатог процеса обрати пажњу и изврши проверу током рада. Смањени су индекси, као и индекс, што значи да је предложена акција ефикасна и да не захтева додатне корективне мере, а да се обезбеђује унапређене производног процеса, односно осигурава сигурност и квалитет током производње.

На слици 27 приказан је корак производног процеса у току сечења, који показује вреднос индекса већу од 100 и који обавезно захтева корективне мере.

40.21.2 Cut part control and sorting / Контрола и сортирање сечених делова	Bad cut part (dimensionally not proper) / Лош исечен део (димензионално не сагласно)	Customer requirements deflection / Непостизање очекивања купца	7	Lack of adequate measure points / Недостатак обележених позиција за мерење	SC	5	Measuring - by ruler / Мерење линијером	Lamination, Sewing, Quality control / Ламинирање, шивење, контрола квалитета	5	To make patterns with refer points, GO-NO-GO / Направити шаблоне са референтним тачкама "Пролази - Не пролази"	Igor Jic, Quality Eng. / Ђорђе Јић, Процес Инж.	Patterns with refer points, GO-NO-GO / Шаблони са референтним тачкама "Пролази - Не пролази"	7	2	3	42
--	--	--	---	--	----	---	---	--	---	--	---	--	---	---	---	----

Слика 27. Предложене и извршене акције за унапређене производног процеса током контроле и сортирања сечених делова

У току процеса сечења материјала за производњу коначних производа, врши се контрола и сортирање исечених делова, како се и осигурава квалитет и унапређене самог производног процеса. Током контроле и сортирања већ исечених делова, може се појавити део који је лоше исечен, односно не одговара потребним димензијама материјала за рад, што представља једну од могућих грешака током овог корака у процесу производње. Ефекат овакве грешке наведен је као непостизање очекивања купаца, а оцена индекса озбиљности дата је као велика (7). Као узрок ове потенцијалне грешке наведен је недостатак обележених позиција за мерење, а оцена учесталости овог узрока је 5. Детекција грешке врши се током тренутне контроле која се врши мерењем лењиром у току ламинације, шивења, контроле квалитета.

Предложена акција за случај настајања ове грешке прављење патерна са референтним тачкама "Пролази- Не пролази", која се најчешће усваја у пракци и даје добре резултате

На претходно приказаним сликама поља са RPN индексом обојена су различитим бојама, где свака боја приказује тип акције која се спроводи за приказан потенцијални ризик. Табела 7 приказује значење сваке боје и вредност RPN индекса који прати одређену боју.

Табела 7. Вредности RPN индекса и боје којима су означени и које представљају тип акције које се спровode

Important / Важно: $RPN \geq 100$
Acceptable / Прихватљиво: $60 > RPN > 100$
None / Никаква акција: $RPN \leq 60$

Прегледајући приказани FMEA извештај OEM компаније која се бави производњом кожних сетова за аутомобилску индустрију, примећује се детаљно извршена анализа са свим могућим грешкама које се могу појавити у процесу производње, њиховим ефектима и узроцима. Неке од грешака нису кобне по производни процес, док неке носе велике ризике за обављање производног процеса. Такве грешке неопходно је детаљно анализирати и особљу које ради у производњи унапред дефинисати које су могућности за избегавање појаве проблема и застоја производног процеса.

Овакво извршена FMEA анализа веома може допринети поузданости и унапређењу пословног процеса, јер унапред дефинише све могућности и предлаже решења за сваки проблем. У конкретно представљеном примеру, извештај FMEA анализе доприноси првенствено квалитету производног процеса, као и самог производа, јер дефинисањем сваког корака и представљањем решења могућег проблема за сваки корак избегавају се грешке, што и јесте циљ ове анализе. Уколико нема грешака у производном процесу, крајњи производ одговарајућег квалитета добиће се тачно на време, и може се даље испоручивати како би дошао до купца у жељеном облику, што је и суштина саме производње.

9. Закључак

Квалитет и поузданост производа и производних процеса су пресудни за перформансе финалних производа. Такође су важни показатељи за упознавање купаца и њихових потреба и жеља. Да би се испунили захтеви купца за квалитетом и поузданошћу, у процесу производње и доношење одлука морају се укучити запослени на свим нивоима и морају сарађивати међусобно. Овакво функционисње односи се на менџмент ланца снабдевања, који се обавезноо успешно спроводити.

Такође, како би се захтеви купаца задовољили потребно је водити поуздане и квалитетне производне процесе, а поуздан производни процес подразумева онај који се обавља без отказа и грешака. Праћење појављивања потенцијалних грешака, узрок појаве и ефекат грешке могуће је претпоставити за сваки корак у производном процесу и забележити га. Поред примећивања може се вршити и анализа на који начин се примећени проблем/грешка/отказ може решити. Решавањем сваке грешке и застоја производни процеси се унапређују и функционишу на брз и квалитетан начин. Управо овом проблематиком бави се FMEA методологија, која олакшава пословање и унапређује производне процесе.

Познавајући сложеност аутомобилске индустрије може се лако доћи до различитих облика отказа и застоја који могу тај производни процес успорити или зауставити. Зато се баш у оквиру овог сектора методологија највише развила и има највише позитивних страна.

FMEA се већ дуго користи у аутомобилској индустрији. Њена основа предност је то што пружа решење свим запосленима који раде у оквиру одређеног производног процеса. Али, и поред ове предности која заправо утиче на унапређење, методологија има и ограничења, која се углавном односе на наведене недостатке у тескту, а конкретно се мисли на људски фактор који треба да примени методологију или изврши анализу и процену. FMEA у потпуности зависи од одлука особа надређених за њено спровођење.

Иако је FMEA методологија прописана и препоручена важећим стандардима, није је могуће свуда спровести. Првенствено је за овакве анализе потребно одговорно, мотивисано и стручно особље, које ће бити посвећено и упознато са производним процесом, како би било у стању да доноси одлуке и предвиђа грешке.

У примеру из праксе предсављен је један FMEA извештај који детаљно приказује сваки корак производног процеса, све могуће грешке, ефекте и узроке, израчунате индексе и описе који се односе на корективне мере. Пример се односи на производњу кожних сетова за аутомобиле и може се видети да се тај процес производње углавном одвија без великих застоја уколико се контрола врши адекватно и константно. Ипак, могу се појавити фаталне грешке које би процес производње потпуно обуставиле или уништиле, а што би много коштало компанију. Из тих разлога, уколико дође до таквих грешака, у оквиру FMEA извештаја тачно су наведене корективне мере и акције које се предлажу за решавање насталих проблема, или пак за спречавање појаве таквих проблема.

Потпуним праћењем и поштовањем специфициране методологије, производни процеси се унапређују, јер се сваки застој решава без одуговлачења и не постоји особа која не зна како да реши проблем у било ком тренутку. Производња се убрзава, добијају се производи високог квалитета, већи број производа, а самим тим и велико задовољство купаца.

10. Литература

- [4] Жељко Стевић: *Интегрални модел вредновања добављача у ланцима снабдевања*, докторска дисертација, Факултет техничких наука, Нови Сад, 2018.
- [5] Милован Томашевић: *Адаптивни модел за управљање ланцима снабдевања у малим и средњим предузећима*, докторска дисертација, Факултет техничких наука, Нови Сад, 2017.
- [6] Aberdeen Group, *Strategic e-Sourcing: A Framework for Negotiating Competitive Advantage*, April, 2001.
- [7] Mentzer, J.T., DeWitt, W., Keebler, J. S., Min, S.: *Defining supply chain management. Journal of Business Logistics*, Vol. 22, No. 2, pp. 1 – 26, 2001.
- [8] Christopher, M., *Logistics and supply chain management*, Financial Times, Irwin Professional Publishing, New York, 1994.
- [9] Lummus, R. R., Vokurka, J. R.: *Defining supply chain management: a historical perspective and practical guidelines*, *Industrial Management & Data Systems*, 99/1, pp. 11 – 17, 1999.
- [10] Min, H., Zhou, G.: *Supply chain modeling: past, present and future*, *Computers & Industrial Engineering*, 43, pp. 231-249, 2002.
- [11] Ayers J. B., *Making Supply Chain Management Work: Design, Implementation, Partnerships, Technology, and Profits*, Auerbach Publications CRC Press LLC, 2002.
- [12] Martha C. Cooper, Lisa M. Ellarm: *Characteristics of Supply Chain Management & the Implications for Purchasing & Logistics Strategy*, *The International Journal of Logistics Management* 4(2):13-24, July 1993.
- [13] Интернет сајт: <https://www.investopedia.com/ask/answers/041515/what-original-equipment-manufacturer-oem-automotive-sector.asp>, приступљено: 3.8.2020.
- [14] Интернет сајт: <https://www.youtube.com/watch?v=M8bJdNso9m8>, приступљено: 3.8.2020.
- [15] Кнежевић Б., Делић М., Ловрић С.: *Evaluation Of Suppliers As A Basis Of Strategic Procurement. Business Logistics in Modern Management*, 12, 61-74., 2012.
- [16] Hayes, D. K.: *Purchasing: A guide for hospitality professionals*. Pearson Education India, 2010.
- [17] Бојан Стојиљковић; *Производња, врсте и типови производње*, Висока пословна школа струковних студија, Нови Сад, 2012.
- [18] Richard Schonberger; *Just-in-time production systems: Replacing complexity with simplicity in manufacturing management*, *New approaches To aterial Flow and Inventory Control*, Page No. (52-84)

- [19] Roger G. Schroeder: *Upravljanje proizvodnjom: Odlučivanje u funkciji proizvodnje*, MATE d.o.o., Zagreb, 1999.
- [20] Singh, R.: *Introduction to Basic Manufacturing Process and Workshop Technology*. New Age International, 2006.
- [21] Никола Бандука; *Унапређење поузданости процеса производње у аутомобилској индустрији примјеном PFMEA анализе*, Факултет Електротехнике, стројарства и бродоградње, Свеучилиште у Сплиту, 2017.
- [22] Bertsche, B.: *Reliability in automotive and mechanical engineering: determination of component and system reliability*, Springer Science & Business Media, 2008.
- [23] Schuman, C. A., & Brent, A. C.: *Asset life cycle management: towards improving physical asset performance in the process industry*, International Journal of Operations & Production Management, 25(6), 566-579., 2005.
- [24] Birolini, A. (2007). *Reliability engineering* (Vol. 5). Heidelberg: Springer
- [25] O'connor, P. D., O'Connor, P., & Kleyner, A.: *Practical reliability engineering*. John Wiley & Sons, 2012.
- [26] Др. Милорад Килибарда: *Управљање квалитетом у логистици*, Интернет сајт: <http://vssp.edu.rs/wp-content/uploads/2017/03/Prirucnik-Upravljanje-kvalitetom.pdf>, приступљено: 10.8.2020.
- [27] Интернет сајт: <http://www.svijet-kvalitete.com/index.php/kvaliteta>, приступљено: 10.8.2020.
- [28] ISO: About ISO, raspoloživo na: <http://www.iso.org/iso/home/about.htm> [12. 06. 2016.]
- [29] Goran Cindrić: *Quality Management System of production companies in automotive Industry according to IATF 16949:2016*
- [30] Никола Перковић; *Управљање квалитетом применом ISO 9001 у индустрији намештаја*, Економски Факултет, Сплит, 2016.
- [31] Интернет сајт: <http://www.hchbearing.com/Manuquality.aspx?cid=29&Seccid=36> , приступљено: 12.8.2020.
- [32] Pentti, H., & Atte, H. (2002). Failure mode and effects analysis of software-based automation systems. VTT Industrial Systems, STUK-YTO-TR, 190, 190.
- [33] Korenko, M., Krocko, V., & Kaplík, P. (2012). Use of FMEA method in manufacturing organization. Journal of Manufacturing and Industrial Engineering, 11(2), 48-50.
- [34] Chrysler LLC, Ford Motor Company, General Motors Corporation (2008). *POTENTIAL FAILURE MODE AND EFFECT ANALYSIS (FMEA)*, AIAG – Automotive Industry Action Group
- [35] Johnson, K. G., & Khan, M. K. (2003). *A study into the use of the process failure mode and effects analysis (PFMEA) in the automotive industry in the UK*, Journal of Materials Processing Technology, 139(1), 348-356.

- [36] Liu, H. C., Liu, L., & Liu, N. (2013). *Risk evaluation approaches in failure mode and effects analysis: A literature review*, Expert systems with applications, 40(2), 828-838.
- [37] Press, D. (2003): Guidelines for Failure Mode and Effects Analysis (FMEA), for Automotive, Aerospace, and General Manufacturing Industries. CRC Press.
- [38] Burnnet, K.: Customer Relationship Managemen, Pearson Education Limited, Great Britain. 2001., pp. 4-8
- [39] Vujica-Herzog, N., Tonchia, S. (2014). An instrument for measuring the degree of lean implementation in manufacturing, *Strojniški vestnik – Journal of Mechanical Engineering*, Vol. 60, No. 12, 797-803
- [40] Johnson, K.G., Khan, M.K. (2003). *A study into the use of the process failure mode and effects analysis (PFMEA) in the automotive industry in the UK*, Journal of Materials Processing Technology, Vol. 139, No. 1-3, 348-356, doi: 10.1016/S0924-0136(03)00542-9
- [41] Montgomery, T.A., Pugh, D.R., Leedham, S.T., Twitchett, S.R. (1996). FMEA automation for the complete design process, In: Proceedings of Reliability and Maintainability Symposium – International Symposium on Product Quality and Integrity, IEEE, Las Vegas, NV, USA, 30-36.
- [42] Teoh, P.C., Case, K. (2007). An evaluation of failure modes and effects analysis generation method for conceptual design, *International Journal of Computer Integrated Manufacturing*, Vol. 18, No. 4, 279-293
- [43] Arabian-Hoseynabadi, H., Oraee, H., Tavner, P.J. (2010). Failure modes and effects analysis (FMEA) for wind turbines, *International Journal of Electrical Power & Energy Systems*, Vol. 32 No. 7, 817-824