

Факултет инжењерских наука Универзитета у Крагујевцу

Иван Н. Милошевић

**Примена FMEA у фази развоја лимова
за аутомобилске каросерије
Дипломски рад**

Крагујевац, 2016.

Факултет инжењерских наука Универзитета у Крагујевцу



Назив студијског програма: Машинско инжењерство

Ниво студија: Мастер академске студије (студије по старом програму)

Модул: Машинске конструкције и механизација

Предмет: Поузданост машинских конструкција

Број индекса: 28/94

Иван Н. Милошевић

Примена FMEA у фази развоја лимова за аутомобилске каросерије дипломски рад

Комисија за преглед и одбрану:

1. Проф.Др.Добривоје Ћатић - ментор
2. Проф.Др.Славко Арсовски
3. Проф.Др.Миладин Стефановић

Датум
одбране: _____

Оцена: _____

У оквиру овог завршног рада кандидат треба да

Тежиште свога рада усмери на практичну примену FMEA процеса, од потребе за њеним спровођењем до предузетих мера за отклањање уочених недостатака у процесу. Све то треба да буде пропраћено описом технолошких процеса захваћених недостацима и отказима, детаљним описом недостатака односно отказа, описом мера за њихово предупредивање и смањење ризика. Такође је важно да буду приложене стране FMEA образаца за постројења, односно делове процеса на којима се појављују недостаци, као и процењени фактори ризика недостатака. Након тога је потребно приказати и рангирање недостатака према усвојеним критеријумима од стране FMEA тима, као и издвајање групе недостатака где су неопходне мере за побољшање квалитета процеса. На крају потребно је приказати мере за издвојене недостатке процеса, као и поновна процена вредности фактора ризика што би и представљало приказ резултата спроведених мера у циљу обезбеђивања захтеваног квалитета производа као последице регуларног процеса производње.

Читав горе наведени след догађаја у спровођењу поступка FMEA процеса треба да буде приказан на примеру процеса производње хладноваљаних каросеријских лимова .

Препоручена литература:

- [1]
- [2]
- [3]

Крагујевац, датум

Ментор:
Добривоје Ћатић Професор Др.

САДРЖАЈ

1. Увод.....	1
2. Анализа начина и последица отказа у производним процесима.....	3
2.1. Опште информације о методи FMEA процеса.....	3
2.2. Кораци у спровођењу методе FMEA процеса.....	4
2.3. Начин и последице могућег отказа.....	7
2.4. Могући узроци отказа, постојеће контроле процеса и откривање узрока отказа.....	13
3. Примена FMEA у фази развоја лимова за аутомобилске каросерије.....	21
3.1. Опис процеса производње хладноваљаних лимова.....	21
3.2. Отказ и формирање FMEA тима у процесу производње хладноваљаних лимова.....	26
3.3. FMEA процеса на постројењу Декапирница.....	28
3.4. FMEA процеса на постројењу Тандем и Жарионица чврсто намотаних котурова.....	34
3.5. FMEA процеса на постројењима за дресирање DCR (<i>Double Coils Reduction</i>) и Дресир.....	52
3.6. FMEA процеса на постројењима за дресирање по основу рекламације и захтева купца.....	71
3.7. FMEA процеса на постројењу Слитер и у технолошкој јединици Паковање,Складиштење и Отпрема.....	79
4. Закључак.....	91
5. Литература.....	92

1. УВОД

Када погледамо дубоко уназад кроз историју човечанства, можемо засигурно закључити да је човек у свим фазама свога развоја тежио ка обезбеђивању што квалитетнијих услова живота пре свега. Значи, по самој природи ствари човеку као разумном бићу је у подсвести тежња и борба ка обезбеђивању вишег нивоа квалитета у свим сферама живота, како у обављању свакодневних, основних егзистенцијалних радњи, тако и у области конкретних радних задатака постављених пред њим у савременом свету.

Услед техничко технолошког, економског и укупно привредног развоја, у савременом свету су се захтеви за квалитет производа, услуга, самих процеса и система, жестоко појачале, тако да је у складу са тим човек усавршавао разновразне методе обезбеђења квалитета и процене ризика.

Једна од многобројних метода је тзв. FMEA метода (*Failure Mode and Effects Analysis*) што подразумева методу анализе врсте, односно начина настанка отказа, као и анализу утицаја ефеката, последица од појаве отказа у процесима, на производима, у вршењу услуга или у самом процесу пројектовања односно планирању истих. Ова метода такође се дубоко бави пре свега анализом превенције од настанка отказа или ако до истог дође, онда смањивањем или елиминацијом тешких последица услед отказа, у горе наведеним категоријама (производима, процесима, услугама и самом пројектовању процеса) [1].

FMEA је још 1949. године развијена за војне потребе САД, и коришћена као званични документ под ознаком МИЛ-П-1629 под називом "Процедура за извођење анализе начина последица и критичности отказа." Циљ увођења овог документа је био да се врши процена поузданости анализом, односно одређивањем последица различитих начина отказа техничких система у војној индустрији [7].

Шездесетих година FMEA добија на значају у преиспитивању пројектних решења у свемирској и авио техници код америчке свемирске агенције а након тога, где је и сада најраспрострањенија, осамдесетих година, се имплементира у аутомобилску индустрију такође у Америци и то у светски познатој компанији за производњу аутомобила ФОРД [7].

Опширна дефиниција изложена у овом раду је само последица различитих превода у многобројној литератури из ове области, али то свакако не мења суштину ове методе.

Једноставније речено ова метода омогућава да се путем аналитичких метода укаже односно препозна ризик од појаве отказа, затим да се одговарајућим корективним акцијама заштити корисник производа, процеса, услуге и процеса пројектовања, од штете која се у сваком случају одражава на материјалну односно финансијску сферу пословња корисника [2,4].

У општем смислу корисник немора да буде увек крајњи корисник односно купац, већ и неко ко у процесу настајања производа, користи производ као улазни репроматеријал или полупроизвод у фази за даљу прераду. (Пример: Замислите да имате процес производње неког вратила, оно се ради по фазама од сечења материјала, па до завршне обраде – толарисања мера чиме се добија готов производ неке радне јединице, сваки оператор у међуфазној обради може се сматрати корисником производа само у одрђеној фази).

FMEA је захваљујући једноставности и ефикасним резултатима услед практичне примене освојила многа поља и области у којима је применљива, поред области производње, производних процеса, услуга и пројектовања производа, заступљена је и у системима заштите на раду, заштите животне средине, банкарству, многим административним непроизводним системима итд [4,5].

Собзиром да је према горе наведеном ова метода често имплементирани алат у циљу обезбеђња квалитета производа, процеса, услуга, система итд, а самим тим и у смањењу трошкова у свим овим областима и категоријама, постоји различит приступ у подели FMEA методе у различитим литературним изворима, али најчешће се могу срести следеће поделе:

- 1) FMEA система подразумева процену ризика сложенијих и великих процеса као што су читаве производне линије и овде је важна међусобна зависност свих саставних елемената, подсистема, оваквог једног система
- 2) FMEA процеса се односи на анализу начина отказа и последица отказа на сам процес у коме су тачно дефинисани како улазни тако и излазни захтеви процеса, затим контролне мере и ресурси неопходни за остварење свих процесних корака.
- 3) Пројекта односно конструкцијска FMEA, се применјује за елиминацију потенцијалних грешака на производу али још у самом процесу пројектовања односно дизајнирања производа, што покрива читав животног век производа од стварња до рециклаже.
- 4) FMEA услуга, као што само име говори је метода којом се анализира отказ односно последице отказа и њихова елиминација пре него што се сама услуга пружи.

Област која ће бити покривена и приказана примером из праксе у овом раду биће везана пре свега за изворни FMEA а то је област индустријске производње, те ћемо се овде фокусирати на FMEA процеса и FMEA производа.

Суштина ове методе јесте да се посвети пажња анализи отказа и последица за сваки елемент процеса, за сваки склоп, подсклоп, систем и подсистем у производњи, једноставно је важно да се не испусти сваки корак у процесу и да буде подвргнут свим корацима анализе отказа и последица услед отказа. Наравно у сваку анализу отказа и последица уткана је и превенција и корекција у циљу елиминације материјалне штете како власника процеса тако и купаца.

2. АНАЛИЗА НАЧИНА И ПОСЛЕДИЦА ОТКАЗА У ПРОИЗВОДНИМ ПРОЦЕСИМА

2.1. Опште информације о методи FMEA процеса

Захтеви фамилије стандарда JUS ISO 9000, који представљају стандарде за управљање квалитетом захтевају спровођење метода поузданости у циљу што адекватнијег управљања квалитетом процеса у разним фазама стварања производа. Тако је једна од верзија овог стандарда и стандард QS 9000 који се користи у америчкој аутоиндустрији. Овај стандард налаже произвођачима у области аутоиндустрије коришћење разних метода и техника поузданости од самог почетка, односно од пројектовања производа па до краја животног циклуса производа. Одавде и потичу методе пројектне и процесне FMEA.

Још прецизније техничке захтеве у области аутоиндустрије прописује и стандард ISO/TS 16949 и он је практично додатак у смислу захтева стандарда на стандард ISO 9001 који специфицира захтеве у управљању квалитетом производа у области пројектовања и развоја производа и технолошких процеса производње у аутоиндустрији. Значи свака организација везана за аутоиндустрију према овом стандарду је у обавези да спроведе преиспитивање и верификацију метода поузданости и одговарајућих активности у области пројектовања и развоја производа и производних процеса. Стандард ISO/TS 16949 је прво развијен од стране *Chrysler LLC, Ford Motor Company I General Motors Corporation* и он се поред фокуса на усмеравање процеса такође фокусира и на захтеве корисника [4,7].

Као што је већ напоменуто, сви у ланцу стварања производа из области аутоиндустрије, односно у свим процесима у аутоиндустрији, па тако и у процесу снабдевања произвођача аутомобила, захтев стандарда је да снабдевачи буду сертификовани стандардом ISO 9000 и ISO/TS 16949. У складу са горе наведеним сви процеси и постројења, заправо читав систем произвођача лимова за аутоиндустрију морају бити подвргнут ISO/TS 16949 а у оквиру овог стандарда морају имати и спроведен FMEA процеса, пре почетка производње за купца.

Као што је већ у уводу напоменуто предмет овог рада биће примена FMEA методе на конкретном проблему у процесу производње лимова за каросеријски лим. Собзиром да је проблем лоциран само у делу, читавог система производње челика, односно у завршној производњи челичних лимова, што ће касније бити приказано дијаграмом тока процеса, овде ће се FMEA посматрати на процесу производње хладно ваљаних лимова.

FMEA процеса у општем смислу омогућава:

- утврђивање могућих отказа у процесу
- утврђивање узрока њихових појављивања
- утврђивање мера за управљање ризицима услед њиховог појављивања
- документовање свих претходно наведених активности

2.2 Кораци у спровођењу методе FMEA процеса

Спровођење методе FMEA процеса/производа се врши у следећим случајевима [4]:

- Када се појави нови купац односно корисник
- Када постојећи купац односно корисник захтевају нову техничку спецификацију
- Када се модернизује опрема и постројења на којима се обавља процес
- Када се изврши измена технолошких параметара процеса
- Када то захтева купац односно корисник у случају озбиљних недостатака или поремећаја излазних резултата одвијања процеса, односно грешака и дефеката на производу(рекламације, притужбе....)
- И када истекну рокови за препоручене мере у процесу

Поступак спровођења методе FMEA процеса/производа се иначе започиње утврђивањем циљева и одговорности. Одговорност за спровођење поступка FMEA методе се додељује појединцу који координира мултидисциплинарним FMEA тимом, вођи тима, при чему су чланови овог тима учесници разних образовних и стручних профила, који узимају учешће у самом процесу или својим деловањем утичу на одвијање процеса.

Затим се врши прикупљање свих релевантних података, процесних параметара, материјала за анализу, документације, шема процесакоје ће послужити у сврху анализе могућих отказа и проблема, као и последица отказа у посматраном процесу/производу.

Након овог корака, FMEA тим започиње са оцењивањем ризика пратећи дијаграм тока процеса, анализирајући сваки елемент процеса посебно, сваку операцију у процесу и међусобну повезаност елемената и операција у посматраном процесу. (слика бр.3 Дијаграм тока процеса погона Хладна Ваљаоница)

Процена ризика, односно анализа начина и последица могућих отказа се реализује уз помоћ одговарајућег “алата”/обрасца, који није стандардизован, он се може разликовати по облику од компаније до компаније, с’тим што би требало да садржи сва поља приказана на примеру датом на слици бр.1 (FMEA образац) [6].

Analiza načina i posledica mogućih otkaza - FMEA procesa														QMS.PO.SM-.....						
														BrojPFMEA		1				
														Strana:						
Deo- 2				Odgovornost - 3				Izradio: 4												
Godina modela/ Vozilo(a): 5				Ključni datumi: 6				Datum izrade: 7				Datum izmene: 8								
Tim- 9																				
Broj	Proces	Zahtevi	Način mogućeg otkaza	Moguće posledice otkaza	Ozbilnost	Klasifikacija	Mogući uzroci/ mehanizmi otkaza	Pojavljivanje	Postojeće kontrole procesa Prevenција	Postojeće kontrole procesa Detekcija	Otkrivanje	RPN	Preporučene mere	Odgovornost	Datum primene	Rezultati preduzetih mera				
10		10a	11	12	13	14	15	16	17	18	19		20	21		22	Ozbilnost	Pojavljivanje	Otkrivanje	RPN

Слика бр.1 FMEA Образац

У горњој табели су бројчано означена поља која садржи FMEA образац и која обавезно треба попунити при спровођењу овог поступка, тако да је у даљем тексту дато образложење сваког корака FMEA процеса са смерницама за попуњавање овог обрасца и спровођење методе FMEA процеса.

1) Број FMEA

Поље у коме се уписује број FMEA документа, који касније може служити за идентификацију или лакше проналажење FMEA документа одређеног процеса.

2) Производ (део, елемент)

Поље које садржи назив дела, производа, елемента или материјала, се односи на производ чији је уствари процес производње предмет FMEA анализе.

3) Одговорност (за процес)

Поље које носи назив испоручиоца производа, или назив целине, организационе јединице или постројења на коме/у коме се обавља процес.

4) Израдио

У овом пољу се уноси име и презиме особе која је одговорна за спровођење FMEA процеса.

5) Година модела

У случају који ћемо посматрати и овом раду година модела се односи на возило које ће користити производе анализираног процеса односно бити под утицајем посматраног процеса.

6) Кључни датуми

Овде се наводи рок завршетка иницијалне FMEA процеса и она мора бити обављена увек пре почетка процеса производње за корисника који инсистира, поставља као услов за сарадњу или ако стандард налаже, спровођење FMEA методе над процесом.

7) Датум израде/издања

Поље које садржи датум издања прве измене FMEA посматраног процеса.

8) Датум измене

Уноси се датум издања измене важеће FMEA процеса.

9) FMEA тим

Поље које садржи имена и презимена чланова мултидисциплинарног тима.

2.3 Начини и последице могућег отказа

10) Функција процеса

Ово поље садржи једноставан опис процеса или дела процеса, или операције процеса који се анализира. Може се десити да се процес састоји од низа операција, што је најчешћи случај, тада је потребно да ради ефикаснијег коришћења документа, сваки део процеса или чак и операцију разматрамо кроз посебан образац. Наравно ово зависи и од циљева FMEA процеса и детаља до којих желимо да радимо анализу, зашта је смерница опет потенцијални отказ операције, или дела процеса на коме постоји потенцијал отказа.

10a)Захтеви

Ова поља служе како би се описали захтеви за сваку функцију процеса, дела процеса или операцију како је већ претходно наведено. Заправо захтеви могу бити улазни параметри или услови процеса како би се остварио пројектовани циљ процеса, или неки посебни захтеви корисника односно купца.

11) Начин могућег отказа

Мултидисциплинарни тим FMEA утврђује све начине могућих отказа за сваки захтев и уноси у поља колоне бр.11 обрасца са слике бр.1. Сваки захтев посебно може имати више начина могућих отказа. Начини могућих отказа могу бити последице претходног дела процеса, или претходне операције али исто тако могу бити и узроци могућих отказа наредних корака у процесу, или наредних операција, у општем смислу корисника или купаца. Такође, тим има обавезу да разматра питања која се односе на то како може доћи до отказа и шта корисник/купац, може сматрати проблемом, без обзира на пројектована остварења односно излазе из процеса или операција процеса. Ради појашњења, корисник /купац може поставити и оштрије критеријуме односно захтеве пред процесом у поређењу са понуђеним резултатима /излазима процеса, зато је важно да тим размотри и те оштрије захтеве купца а не да се слепо држи уобичајених и понуђених резултата процеса (рецимо толеранција дебљине неког равноваљаног производа је по стандарду $\delta=3\pm0,2\text{mm}$ завршног ваљања, док купац може захтевати и $\delta=3\pm0,15\text{mm}$, што је неретка појава).

Начини могућег отказа се могу изнаћи и дефинисати коришћењем помоћног алата, односно у пракси најчешће коришћених смерница у облику "речи смернице" (табела бр.2) [2].

Како се у ставри користи табела смерница? (табела бр. 2)

Комбинацијом смисла речи смерница из табеле бр.2 и захтева процеса или операције као дела процеса, наводи се FMEA тим на правилну дефиницију начина могућег отказа, наравно ово је само помоћни алат у дефинисању начина могућег отказа, али он својим садржајем свакако не ограничава и садржај начина могућих отказа само на смернице које су дате у њему. Погледајмо пар смерница из табеле бр.2, како се у ствари могу користити. Ако узмемо прву смерницу која гласи "не, није" указује на потпуну

Табела бр.2 Смернице за дефинисање начина могућих отказа
(пример из аутоиндустрије)

Реч смерница	Тумачење
Не није...	потпуна негација утврђених/одређених захтева за операцију,производњу
Више...	Квантитаивно повећање
Мање...	Квантитаивно смањење
Као и...	Испуњење прецизираних али и непрецизираних захтева за ову операцију односно производњу
Делимично...	Парцијално испуњење прецизираних захтева за операцију,производњу
Обрнуто...	Остварује се логичка супротност прецизираних захтева за операцију ,производњу
Уместо...	Испуњени су захтеви који нису прописани у операцији, производњи
Раније...	Раније у смислу времена
Касније....	Касније у смислу времена
Пре...	Раније у смислу логичког редоследа
После...	Касније у смислу логичког редоследа

негацију утврђених захтева за процес или операцију у процесу.(нпр. Узмимо да је у приложеној технологији за обраду неког комада на стругу тачно дефинисан режим обраде у смислу броја обртаја главе струга, попречни и уздужни посмак, врста алата, ножа односно плочице време односно период на који се врши замена алата, садржај и врста расхладне течности и тако редом.....Ако бисмо сада применили изналажење начина могућих узрока помоћу смерница датих у горњој табели, за смерницу која гласи "не није", начин могућег отказа за овај пример би могао да се дефинише рецимо као "Није испоштован прописан број обртаја главе струга за посматрану операцију" или следећи начин могућег отказа са истом смерницом , "Не користи се расхладна течност" итд.

Узмимо сада смерницу која гласи "пре" или следећу по реду "касније" обадве се односе на логички или прописани редослед одрђених операција у процесу. Ако се вратимо на горе дати пример и применимо ове смернице за дефинисање начина могућих отказа изгледао би овако један од начина могућег отказа "Пре захвата алата и обратка није дошло до укључења расхладне течности" или "После истека прописаног времена експлоатације ножа/резне плочице, иста није замењена новом"

На сличан начин корситили бисмо табелу бр.2 за дефинисање и осталих начина могућих отказа, како на операцијама тако и на читавим процесима).

12) Могуће последице отказа

Наредни корак у FMEA методи као и корак испуњавања FMEA обрасца(Слика бр.1) од стране FMEA тима је утврђивање могућих последица за сваки начин могућег отказа у процесу, односно у свакој операцији процеса. Могуће последице отказа се дефинишу у односу на пројектоване перформансе процеса или производа који произилази из процеса односно у односу на оно што је захтев купца, корисника уопштено речено, оно што купац може приметити као неусаглашеност са пројектованим и/или захтеваним перформансама процеса или производа.

Ако се осврнемо на горе наведени пример израде неког дела на стругу, то може бити димензиона неусаглашеност, односно немогућност уградње у неки склоп произведеног појединачног дела на стругу због промашених димензија приликом обраде, оштећење других делова у склопу у који се уграђује због лошег квалитета обрађене површине итд. Овде је дат најједноставнији пример последица отказа, где ће се касније у овом раду видети на конкретном проблему шта је све могуће да буде последица могућег отказа.

Неки од често сусретаних примера последица могућих отказа, наравно у зависности опет од самог процеса или производа могу бити и :

- Нестабилност конструкције
- Груба површина
- Колапс конструкције
- Проверемо заривавање (код лежајева)
- Убрзано хабање (точкови кранова рецимо)
- Неудобност (код возила рецимо)
- Бука (код преносника рецимо)
- Вибрација
- Несреће које могу довести у питање безбедност живота људи

Као и све могуће последице отказа а посебно оне које могу директно утицати на безбедност корисника, односно купаца, FMEA тим мора јасно навести у својој анализи,

како би се исти елиминисали пре почетка експлоатације производа или онога што произилази из процеса који је подвргнут поступку FMEA анализе.

13) Озбиљност

Након идентификације свих могућих последица отказа потребно је да мултидисциплинарни тим FMEA процени, односно вреднује озбиљност свих тих могућих последица. Вредновање или оцењивање озбиљности могућих последица отказа се врши такође коришћењем препорученог алата/обрасца, који се у пракси FMEA у аутомобилској индустрији показао као веома користан. У овом раду ће се користити такође као пример из области аутоиндустрије, образац за оцену озбиљности.(табела бр.3) [4].

У наведеном обрасцу су дате смернице око критеријума и рангирања озбиљности. Пре него тим уђе у оцењивање потребно је да усагласи критеријуме за оцењивање озбиљности.

14) Класификација

Уколико процес или део процеса, има специјалне карактеристике, у смислу критичне карактеристике, кључне карактеристике, главне карактеристике.....значајне карактеристике, које могу захтевати и додатне контроле процеса, онда се обавезно то и наглашава ознаком "S" у колони бр.13, FMEA обрасца, под називом класификација (слика бр.1 FMEA образац).

У том случају се мора обавестити особа (инжењер) одговорна за пројекат, производа или процеса јер се може утицати на измену техничке документације која се односи на идентификацију ових карактеристика.

Табела бр.3 Образац за оцену **озбиљности** (пример из аутоиндустрије)

Последица	Критеријум:Озбиљност утицаја	Оцена	Последица	Критеријум:Озбиљност утицаја
Отказ утиче на безбедносне и/или правно регулативне односно законске захтеве	Начин могућег отказа угрожава безбедан рад односно коришћење возила и/или укључује неусаглашеност са законском регулативом без икаквог упозорерња пре појаве отказа.	10	Отказ утиче на безбедносне и/или правно регулативне односно законске захтеве	Могућа угроженост оператора (машине или склопа) без упозорења
	Начин могућег отказа угрожава безбедан рад односно коришћење возила и/или укључује неусаглашеност са законском регулативом уз упозорерње пре појаве отказа.	9		Могућа угроженост оператора (машине или склопа) уз упозорење
Губитак или деградација примарне функције	Губитак примарне функције (возило неисправно али нема утицаја на безбедан рад или коришћење).	8	Велики/Крупн ији поремећај	Постоји могућност да се 100% производа шкартира.Производна линија и отпрема производа заустављена.
	Деградација примарне функције (возило је употребљиво али су му перформансе редуковане).	7	Значајан поремећај	Постоји могућност да се део производње шкартира.Девијација примарних процеса укључујући смањење брзине процеса или ангажовање додатне радне снаге.
Губитак или деградација секундарне функције	Губитак секундарне функције (возило употребљиво али су функције удобности/погодности неисправне).	6	Умерен поремећај	Постоји могућност да се 100% производње доради ван производне линије и комплетна буде прихваћена.
	Губитак секундарне функције (возило употребљиво али су функције удобности/погодности на редукованом	5		Постоји могућност да се део производње доради ван производне линије и буде прихваћен.

	нивоу перформанси).			
Сметња	Спољашност или бука, возило је употребљиво, ставка на производу није у складу са захтевима и већина купаца то примећује(75%).	4	Умерен поремећај	Постоји могућност да се 100% производње доради испред производне линије пре него што буде процесирана.
	Спољашност или бука, возило је употребљиво, ставка на производу није у складу са захтевима и већина купаца то примећује(75%).	3		Постоји могућност да се део производње доради испред производне линије пре него што буде процесирана.
	Спољашност или бука, возило је употребљиво, ставка на производу није у складу са захтевима и то примећују пробирљивији купци(50 %).	2	Незнатан поремећај	Блага неугодност која утиче на оператора, рад или процес.
Без последица	Без приметних последица	1		Без приметних последица

2.4 Могући узроци отказа, постојеће контроле процеса и откривање узрока отказа

15) Могући узроци/механизми отказа

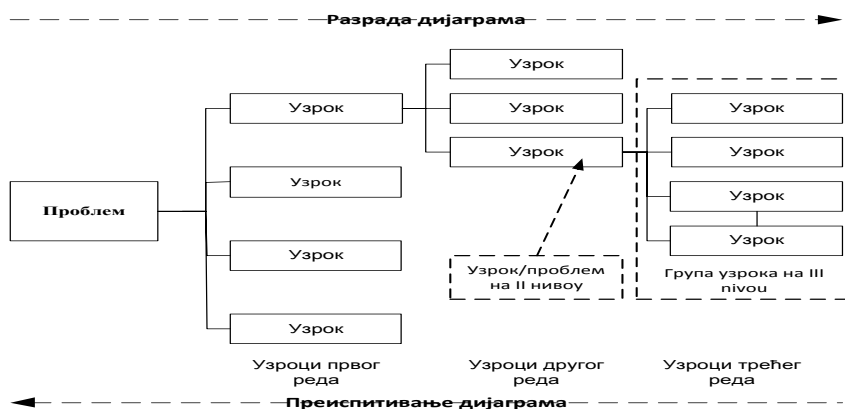
За сваки начин могућег отказа потребно је одредити и могуће узроке тог отказа. Могући узроци се морају недвосмислено формулисати како би једноставно описали проблем или недостатак у односу на пројектовано стање, у односу на основну функцију, или усвојену процедуру и писано правило, елемената процеса на којима се јавио отказ или чија је функција утицајна на наредни корак или елемент процеса. Могући начин отказа најчешће има више различитих могућих узрока који нису међусобно искључиви и то свакако отежава анализу. Уколико имамо случај да један начин могућег отказа има само један могући узрок отказа и да се корекцијом могућег узрока спречава отказ, онда је процес FMEA анализе ту и окончан. Нажалост чешћи су случајеви где један начин могућег отказа има више могућих узрока, при чему они не искључују један другог.

Тим FMEA у том случају треба да користи системски дијаграм, чији је пример дат на слици бр.2, (слика бр.2 Системски дијаграм нивоа утицаја и међузависности могућих узрока отказа) за приказ могућих узрока по нивоима утицајности на отказ, и да их у складу са овим дијаграмом и определи на оне могуће узроке који су главни или основни и оне којима се лако може управљати [4].

16) Појављивање

Појављивање практично представља вероватноћу да ће се јавити специфични узрок отказа. У складу са горњом дефиницијом FMEA тим има обавезу да за сваки могући узрок отказа изврши анализу вероватноће појављивања истог. У пракси се користе некакве две скале за процену вероватноће, од 1 до 5 и од 1 до 10, овде је пример скале за оцену вероватноће појављивања могућих узрока, од 1 до 10. Табела бр.4 (Препоручени критеријуми за оцену појављивања) [4].

Оцена појављивања се одређује на основу статистичких података сличних процеса уколико такви постоје, у супротном се врши субјективна оцена коришћењем одговарајућих искустава као основе, односно инпута за оцењивање. Оцена појављивања је релативна оцена у читавом FMEA процеса поступку и може се десити да оцењени могући узрок и не резултира отказом, стога треба бирати оне оцене појављивања које резултирају отказом.



Слика бр.2 Системски дијаграм нивоа утицаја и зависности могућих узрока отказа

Табела бр.4 Препоручени критеријуми за оцену појављивања
(Пример из аутоиндустрије)

Вероватноћа отказа	Критеријум: Узрок појављивања- PFMEA(инцидент по ставци или по возилу)	Оцена
Веома велика	≥ 100 на хиљаду ≥ 1 у 10	10
Велика	50 на хиљаду 1 у 20	9
	20 на хиљаду 1 у 50	8
	10 на хиљаду 1 у 100	7
Умерена	2 на хиљаду 1 у 500	6
	.5 на хиљаду 1 у 2,000	5
	.1 на хиљаду 1 у 10,000	4
Мала	.01 на thousand 1 у 100,000	3
	$\leq .001$ на thousand 1 у 1,000.000	2
Веома мала	Отказ је елиминисан путем превентивне контроле	1

17) Постојеће контроле процеса

Контроле процеса представљају описе мера које се предузимају у процесу:

- како би се превентивно деловало, на појаву узрока могућих отказа и последица, као и на смањење вероватноће њиховог појављивања
- како би се идентификовали узроци могућих отказа и покретање корективних мера у циљу спречавања отказа
- како би се директно идентификовали начини могућих отказа.

За сваки могући узрок отказа и начин отказа утврђује се контрола процеса.

18) Откривање

Након успостављања процесне контроле врши се оцењивање система за откривање односно детекцију узрока отказа и начина отказа.

Откривање је способност успостављених контролних или управљачких мера да у процесу спрече пуштање, неусаглашеног производа односно производа са грешком, у наредни део процеса или купцу или кориснику. Тим FMEA, за откривање треба да усагласи критеријуме оцењивања и да се доследно придржава истих код рангирања начина откривања узрока и начина отказа. У пракси се користи скала за оцењивање, односно рангирање начина откривања, од 1 до 10 и такав један пример је дат у табели бр.5 (Пример критеријума оцењивања откривања у FMEA процеса) [4]. Важна напомена, код оцењивања откривања тим FMEA не сме дати ниску оцену откривања уколико је ниска оцена појављивања.

Табела бр.5 Пример критеријума оцењивања откривања у FMEA процеса
(Пример из аутоиндустрије)

Могућност откривања	Критеријум: Вероватноћа откривања процесном контролом	Оцена	Вероватноћа откривања
Могућност откривања не постоји	Не постоји процесна контрола, Не може се открити или није ни анализирана могућност.	10	Скоро немогуће
Откривање није вероватно у било којој фази	Начин отказа или узрок није лако открити (нпр. случајним проверама).	9	Веома далека
Откривање проблема након процесирања	Откривање начина отказа од стране оператора након процесирања, путем визуелних, опипљивих и звучних метода.	8	Далека
Откривање проблема у зачетку	Откривање начина отказа на контролном месту на линији, визуелним, опипљивим и звучним методама, или након процесирања, коришћењем разних мерача (иде-не иде, ручним момент кључевима или крчкалицама....)	7	Веома мала
Откривање проблема након процесирања	Откривање начина отказа након процесирања, од стране оператора коришћењем различитих начина мерења, или на мерном месту у процесу од стране оператора коришћењем могућности разних мерача (иде- не иде, ручни момент кључеви, контролни кључеви и крчкалице.	6	Мала
Откривање проблема у зачетку	Откривање начина узрока отказа и грешака, на мерном месту у процесу, од стране оператора, коришћењем различитих начина мерења или системима аутоматске контроле, која ће открити разлику или грешку и сигнализирати оператору (светлосна и/или	5	Умерена

	звучна сигнализација и томе слично.) Мерење засновано на подешавању и провери првог произведеног комада (за случај подешавања због изналажења узрока).		
Откривање проблема након процесирања	Откривање начина отказа након процесирања системима аутоматске контроле, тако да откривају разлике, односно одступања на производу, и елиминишу или блокирају производ тако да не иде даље у процес производње.	4	Умерено висока
Откривање проблема у зачетку	Откривање начина отказа након процесирања системима аутоматске контроле, тако да откривају разлике, односно одступања на производу, и елиминишу или блокирају производ на том мерном месту, тако да не иде даље у процес производње	3	Висока
Откривање грешке и/или превенција проблема	Откривање узрока на мерном месту у процесу аутоматском контролом, која ће открити грешку или узрок и превентивно спречити да производ буде израђен.	2	Веома висока
Откривање неприменљиво; Превенција грешке	Превенција узрока отказа као резултата пројектовања, машине, производа....Производи са грешком или дефектом, се неће производити или изградити јер ће грешка бити уочена самим дизајном или пројектом процеса.	1	Скоро сигурна

2.5 Одређивање приоритета ризика и приоритетизација превентивних и корективних мера

19) Фактор приоритета ризика (RPN)

Сви претходно обављени кораци у FMEA поступку имали су за циљ одређивање приоритета ризика за сваки начин отказа и узрок отказа. Један али не и пресудан, од индикатора слабих односно ризичних тачака или места у процесу, јесте **фактор приоритета ризика**, који се означава различито у различитим литературним изворима са **R** или негде и са **RPN (Risk Priority Number)**, што ће и за овај рад бити усвојена ознака [4].

Фактор приоритета ризика RPN добија се множењем вредности три појединачна фактора одређених у претходним корацима рангирања, озбиљности могућих последица отказа, појављивања могућих узрока отказа и откривања уз помоћ постојећих контрола процеса.

$$RPN = S(Severity) \times O(Occurrence) \times D(Detection)$$

S (Severity) - Фактор ризика озбиљности од последица услед отказа

O (Occurrence) - Фактор ризика појављивања узрока могућих начина отказа

D (Detection) - Фактор ризика откривања(неоткривања) узрока и начина отказа

Као што је већ речено у претходном делу овог рада код оцењивања озбиљности, појављивања и откривања, опсег сва три фактора, S, O и D се креће од 1 до 10, тако да ће RPN имати вредности између 1 и 1000. На овај начин добијамо само индикацију где би могла бити слаба места у процесу али не и искључиво места на којима се морају спроводити превентивне и корективне мере у циљу смањења ризика од отказа. Овако одређен приоритет ризика даје релативну приоритетизацију критичних тачака и места у процесу над којима ће се спровести превентивне и корективне мере, или се уопште неће спровести ако тако одлучи FMEA тим, након детаљније анализе коју ћемо објаснити даље у тексту.

За сада се задржавамо на анализи приоритета ризика коришћењем RPN фактора. Вредности RPN фактора се упоређују са вредностима **критичне вредности фактора приоритета ризика RPN_{crit}** , коју дефинише FMEA тим користећи табелу бр.6 и бр.8, у којој је дат опис нивоа ризика са дијапазонима вредности фактора приоритета ризика за сваки ниво ризика [7].

Табела бр.6 Оцена укупног ризика

Редни број	Оцена	Укупни ризик RPN
1	Низак	$1 \div 50$
2	Средњи	$50 \div 100$
3	Висок	$100 \div 200$
4	Критичан	$200 \div 1.000$

Уколико поређењем тим утврди да је за сваки узрок могућег отказа $RPN < RPN_{crit}$ онда имамо повољну ситуацију у смислу задовољења прага критичности где се морају увести додатне превентивне мере, јер корективних у овом случају и нема. Међутим када су за одређене узроке могућих начина отказа вредности $RPN > RPN_{crit}$, неопходно је прописати и спровести корективне и превентивне мере како би се смањили фактори ризика S, O и D, а самим тим и укупан RPN односно ризик од отказа. Приликом прописивања и спровођења ових мера, приоритет се мора дати узроцима и начинима отказа који имају већу вредност RPN, када се међусобно упореде.

Овакав начин одређивања приоритета ризика односно приоритета у прописивању и спровођењу корективних и превентивних мера је често коришћен у пракси, али се због одређених недостатака мора комбиновати и са појединачним посматрањем сва три фактора ризика S, O и D у смислу њиховог појединачног утицаја на ризик од отказа, након чега FMEA тим доноси одлуку о приоритетима ризика.

Зашто је неопходно овако спроводити приоритетизацију ризика? На следећем примеру ће се то јасно видети. Замислимо да имамо праг критичности односно критичну вредност фактора приоритета ризика утврђену од старне FMEA тима, и да она износи $RPN_{crit} = 100$. Из табеле бр.7 (Пример вредности RPN за два различита начина отказа) [4]

видимо да је фактор приоритета ризика $RPN=120$ за начин отказа В, већи по вредности и од критичног фактора приоритета ризика, $RPN_{crit}=100$, али и од фактора приоритета ризика начина отказа А, $RPN=90$, што нас наводи на закључак да је приоритетнији или ризичнији начин отказа В у односу на начин отказа А.

Табела бр.7 Пример вредности RPN за два различита начина отказа
(Пример из аутоиндустрије)

<i>Item of failure mode/Начин отказа</i>	<i>Severity/Озбиљност</i>	<i>Occurence/Појављивање</i>	<i>Detection/Откривање</i>	RPN	RPN_{crit}
A	9	2	5	90	100
B	7	4	4	120	100

Међутим када FMEA тим погледа и структуру односно нивое вредности појединачних фактора ризика S, O и D, приказаних у табели бр.7 донеће одлуку да је приоритетнији начин отказа А иако има нижи RPN од критичног и од RPN-а начина отказа В, јер вредност фактора ризика озбиљности од последица отказа S, начина отказа А износи 9 од 10 на ранг листи, што даје апсолутни приоритет у постављању и спровођењу превентивних и корективних мера над начином отказа А у односу на начин отказа В.

Собзиром да ниво утицаја, односно озбиљност од последица начина отказа има пресудну улогу у приоритетизацији критичности, такође се користи и код дефинисања вредности и рангирања критичне вредности фактора приоритета ризика RPN_{crit} , што се може видети у табели бр.8, где је дата препорука за одређивање RPN_{crit} у зависности од вредности фактора ризика озбиљности последица S [7].

На основу горе изнетог закључујемо да би редослед разматрања у одређивању критичности отказа или приоритета ризика могућег отказа био следећи [7]:

- Начин отказа који има вредност фактора ризика озбиљности од последица отказа **S= 9 или 10**
- Начин отказа који има производ фактора ризика озбиљности од последица отказа **S** и фактора ризика појављивања узрока отказа **O**, већи од критичне вредности фактора приоритета ризика **RPN_{crit}** , коју одређује FMEA тим (**$S \times O > RPN_{crit}$**)
- Начин отказа за који је **$RPN > RPN_{crit}$**

Табела бр.8 Препорука за одрђивање RPN_{crit} у зависности од фактора S

Тежина последица	Вредност фактора ризика S	Критична вредност фактора ризика RPN_{crit}
Занемарљива и мала	$1 \div 3$	≥ 150
Средња	$4 \div 6$	≥ 120
Велика	$7 \div 8$	≥ 100
Веома велика	$9 \div 10$	≥ 40

2.6 Препоручене (превентивне и корективне) мере и преиспитивање резултата предузетих мера

20) Препоручене мере

Препоручене мере представљају попис активности које треба спровести у циљу смањења ризика од појаве отказа, односно снижења сва три фактора ризика (S, O и D), о којима је било речи у претходном потпоглављу 2.5 и то по редоследу утврђеном приоритетизацијом спровођења превентивних и корективних мера, која је такође обрађена детаљно у потпоглављу 2.5. Значи, приликом спровођења препоручених мера, исте морају да утичу на снижавање вредности појединачних фактора ризика респективно редом:

- фактора ризика **озбиљности** последица могућих начина отказа
- фактора ризика **појављивања** узрока могућих начина отказа
- фактора ризика **откривања** узрока и начина могућих отказа

У зависности од тренутка имплементације односно прописивања, препоручених мера, у односу на различите фазе процеса, исте могу бити превентивне и корективне мере. Тако су превентивне мере активности које се предузимају како би спречили или елиминисали узроци потенцијалних начина отказа, док су корективне мере, активности које се спроводе у циљу елиминације узрока већ насталих отказа, и спречило њихово понављање у будућности. Превентивне и корективне мере треба да буду такве, да се са минималним улагањем и у најкраћем року дође до побољшања процеса, односно смањења ризика од појаве отказа.

Снижавање вредности појединачних фактора ризика (S, O и D), корективним и превентивним мерама се врши такође у различитим фазама процеса почев од пројектовања процеса, односно пројектовања технологије процеса па преко контроле до експлоатације односно одвијања процеса. Наравно, најјефтинија фаза процеса за смањење укупног ризика од отказа јесте фаза пројектовања процеса односно пројектовања технологије

процеса, док је најскупља и најмање ефективна фаза побољшања контроле или измене контроле процеса.

Снижавање вредности **фактора озбиљности последица S**, врши се у раној фази развоја, пројектовања процеса/производа али и процесним контролама и испитивањима одакле проистичу и превентивне али и корективне мере.

Вредности **фактора појављивања узрока начина могућег отказа O**, такође се могу снизити у процесу пројектовања и развоја, али се такође контролом и испитивањима, прикупљањем статистичких података, коришћењем стечених знања и искустава чланова тима, одакле опет проистичу превентивне и корективне мере. Значи овај фактор можемо кориговати, односно снизити му вредност у два случаја и то: пројектовањем и развојем али и кроз процесну контролу и испитивање.

Вредности **фактора откривања узрока и начина могућих отказа D** се могу снизити само изменом или побољшавањем пројектоване методологије контролисања и испитивања процеса приликом одвијања истог за разлику од претходна два фактора. За побољшање методологије контролисања и испитивања процеса неопходно је да чланови FMEA тима одлично познају процес, као и да знају који су доминантни узроци отказа. Често се у пракси прибегава повећањем фреквенције активности процесне контроле, што није тако ефективно у циљу директног смањења фактора откривања узрока отказа, али се као привремена мера може увести како би се тиме извршило прикупљање веће количине додатних података и информација, које се могу користити за статистичке анализе одакле проистичу корективно/превентивне мере у циљу смањења ризика отказа.

Утицај вредности **фактора озбиљности последица отказа S**, има пресудну улогу код доношења одлуке FMEA тима о покретању препоручених мера, што значи да оцена односно вредност овог фактора у износу **9** или **10** казује да се препоручене мере морају покренути без обзира на вредност RPN – фактор приоритета ризика.

Препоручене – превентивне и корективне мере су пре спровођења, приоритетизоване и јасно дефинисане, без збуњујућих описа и дефиниција, већ једнозначно и кратко, остаје још само да се одреде циљани датуми завршетка за спровођење мера (рокови) и задужене особе које ће их спроводити (одговорне особе). Поља 21 и 22 са слике бр.1

Све препоручене мере које се имплементирају, било да су превентивног или корективног карактера, постају спроведене мере и оне се такође морају рангирати односно морају се оценити, како би се оценила успешност смањења ризика отказа. Преиспитивање успешности спроведених - превентивних и корективних мера се врши поново одрђивањем вредности фактора приоритета ризика RPN. Успешно спроведеним мерама се сматрају мере које задовољавају постављене критеријуме од стране FMEA тима, укупно то значи да је вредност RPN – фактора приоритета ризика нижа од усвојене критичне вредности фактора приоритета ризика RPN_{crit} . Уколико имамо испуњен овај услов тим може сматрати свој посао обављеним у спровођењу FMEA процеса. У супротном, поступак се понавља, поново се прописују, приоритетизују и спроводе мере али и преиспитује успешност поновних превентивних и корективних мера, наравно уз документовање како је то и описано у овом поглављу.

Поред свих горе цитираних литературних извора, из којих су уткане у овом општем делу рада о FMEA методологији, као и уопште о начину, приступу и филозофији квалитета као озбиљне науке, која је неизбежан елеменат свих сегмената живота и рада, коришћени су у исту сврху такође и следећи литературни извори.[8,9,10,11,12,13,14].

3. ПРИМЕНА FMEA У ФАЗИ РАЗВОЈА ЛИМОВА ЗА АУТОМОБИЛСКЕ КАРОСЕРИЈЕ

3.1 Опис процеса производње хладноваљаних лимова

У овом раду биће обрађен пример методе FMEA процеса производње хладноваљаних каросеријских лимова, и то по основу захтева купца, односно по основу рекламације од стране купца због површинског дефекта на испорученом лиму у облику тачкасте корозије.

Процес производње хладно ваљаних лимова се обавља на следећим постројењима, и над њима су спроведени сви напред наведени кораци поступка FMEA процеса:

- Постројење Декапирница је иначе постројење на коме се врши континуирано испирање, хлороводоничном киселином, топоваљаних лимова од оксидних слојева као и осталих нечистоћа, нпр замашћене површине и томе слично. (слика бр.3 Дијаграм тока процеса Хладна ваљаоница)
- Постројење петостански Тандем је постројење сачињено од 5 ваљаоничких станова на коме се врши редукција дебљине на лимовима, хладним ваљањем а самим тим и промена механичких особина челичних лимова. (слика бр.3 Дијаграм тока процеса Хладна ваљаоница)
- Постројење Линија чишћења је постројење на коме се врши континуирано одмашћивање површине лимова, електролитичким путем, као и континуирано испирање површине у растворима детерџената. Ово постројење за конкретан случај производње који ће бити обрађен у овом раду није коришћено, али је свакако саставни део процеса производње погона Хладна Ваљаоница за производњу неких других квалитета, односно врста челичних лимова. (слика бр.3 Дијаграм тока процеса Хладна ваљаоница)
- Постројење Жарионица чврсто намотаних котурова је постројење на коме се врши отпуштање заосталих напона у материјалу, генерисанх приликом хладног ваљања на постројењу петостански тандем, загревањем на неких 400 °C и контролисаним хлађењем. (Слика бр.3 Дијаграм тока процеса Хладна ваљаоница)
- Постројење DCR (Double Coil Reduction), двостанско постројење за редукцију дебљине хладним ваљањем и дефинисање коначних механичких особина променом кристалне решетке услед хладног обликовања, односно ваљања. (слика бр.3 Дијаграм тока процеса Хладна ваљаоница)
- Постројење Дресир, је такође постројење за добијање финалног производа хладним ваљањем сачињено од једног ваљаоничког стана, разлика између задња

два постројења са аспекта добијања готовог производа у процесу хладног ваљања је заправо у димензионом асортиману које ова два постројења могу да обезбеде, као и у квалитету обрађене површине коју могу да дају ова два постројења. (слика бр.3 Дијаграм тока процеса Хладна ваљаоница)

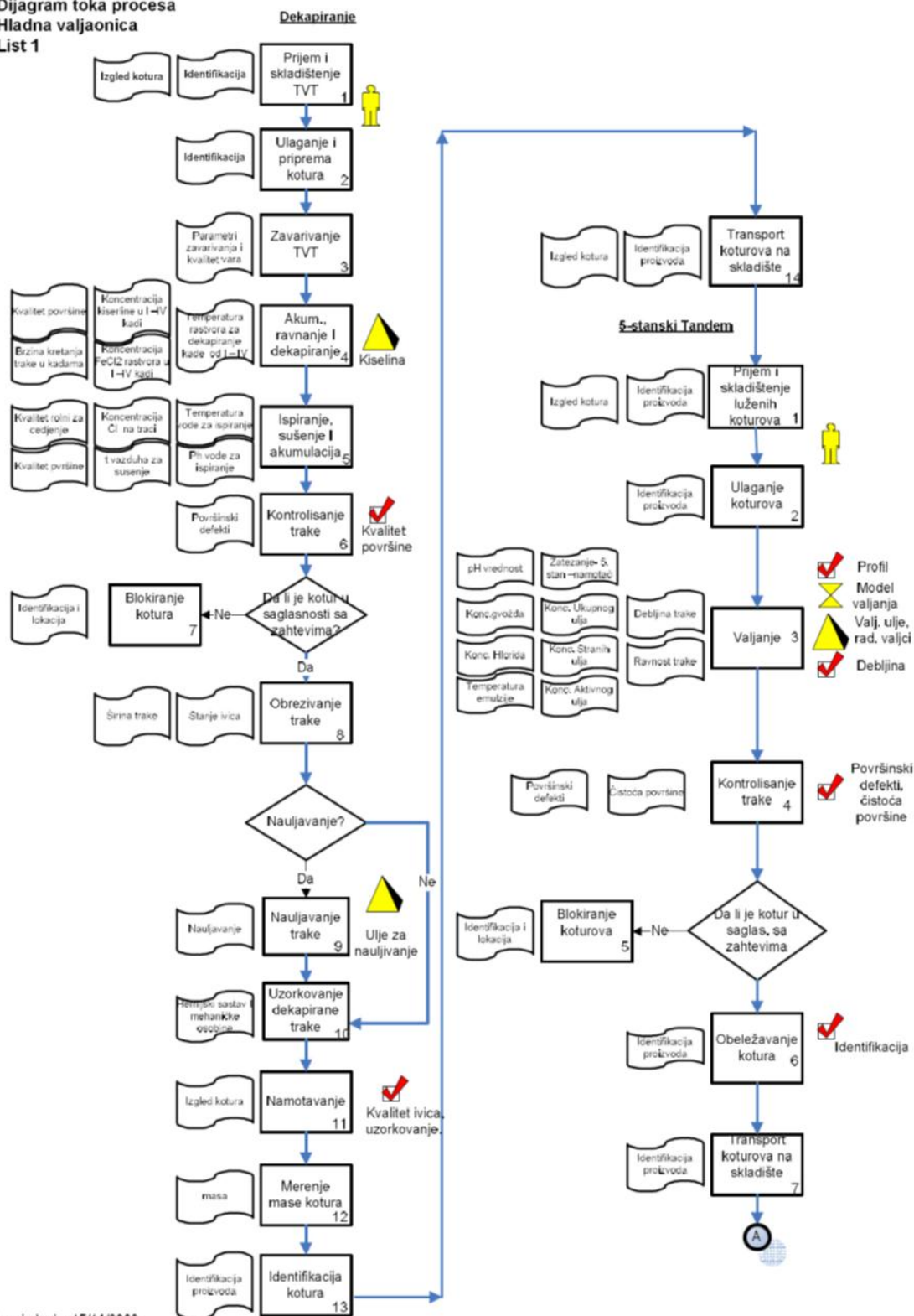
- Постројење Слитер је постројење за уздужно сечење котурова лима на захтеване ширине по спецификацијама купаца.
(Слика бр.3 Дијаграм тока процеса Хладна ваљаоница)
- Технолошка јединица паковање и складиштење готовог производа, је заправо завршни део процеса у коме се врши паковање уздужно посечених котурова и ускладиштење истих до тренутка отпреме, односно испоруке купцима.
(слика бр.3 Дијаграм тока процеса Хладна ваљаоница)

Списак постројења над којима је спроведен поступак FMEA, за производњу лимова за аутоиндустрију је приказан у табели бр.1, где се може видети да је за свако постројење у процесу производње, за спровођење FMEA процеса, сачињена процедура у складу са захтевима система за управљање квалитетом односно QMS (Quality Management System).

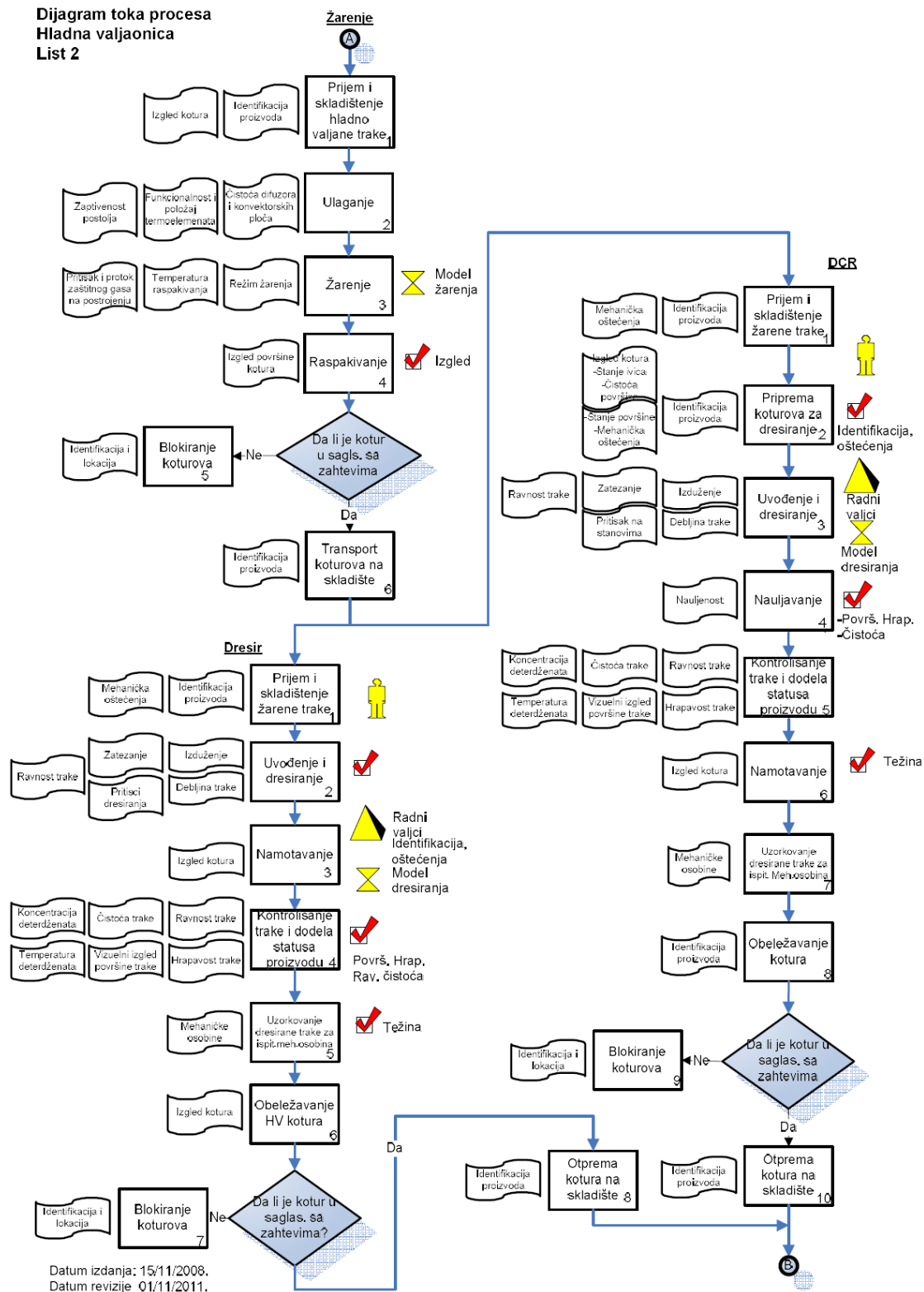
Табела бр.1 Списак спроведених FMEA метода на постројењима погона Хладна Ваљаоница

SPISAK FMEA LIST OF FMEA			
DATUM IZDAVANJA	IZDANJE	OZNAKA DOKUMENTA	NAZIV DOKUMENTA
2.11.2011	VII	QMS.PO.04	FMEA-HV-DCR FMEA-Cold rolling mill-DCR
2.11.2011	VII	QMS.PO.01	FMEA-HV-DEKAPIRNICA FMEA-Cold rolling mill-Pickle line
2.11.2011	VII	QMS.PO.05	FMEA-HV-DRESIR FMEA-Cold rolling mill-TEMPER MILL
2.11.2011	VII	QMS.PO.07	FMEA-HV-PAKOVANJE FMEA-Cold rolling mill-PACKING
2.11.2011	VII	QMS.PO.06	FMEA-HV-SLITER FMEA-Cold rolling mill-SLITTER
2.11.2011	VII	QMS.PO.02	FMEA-HV-TANDEM FMEA-Cold rolling mill-Tandem Mill
2.11.2011	VII	QMS.PO.03	FMEA-HV-ŽARIONICA FMEA-Cold rolling mill-ANNEALING

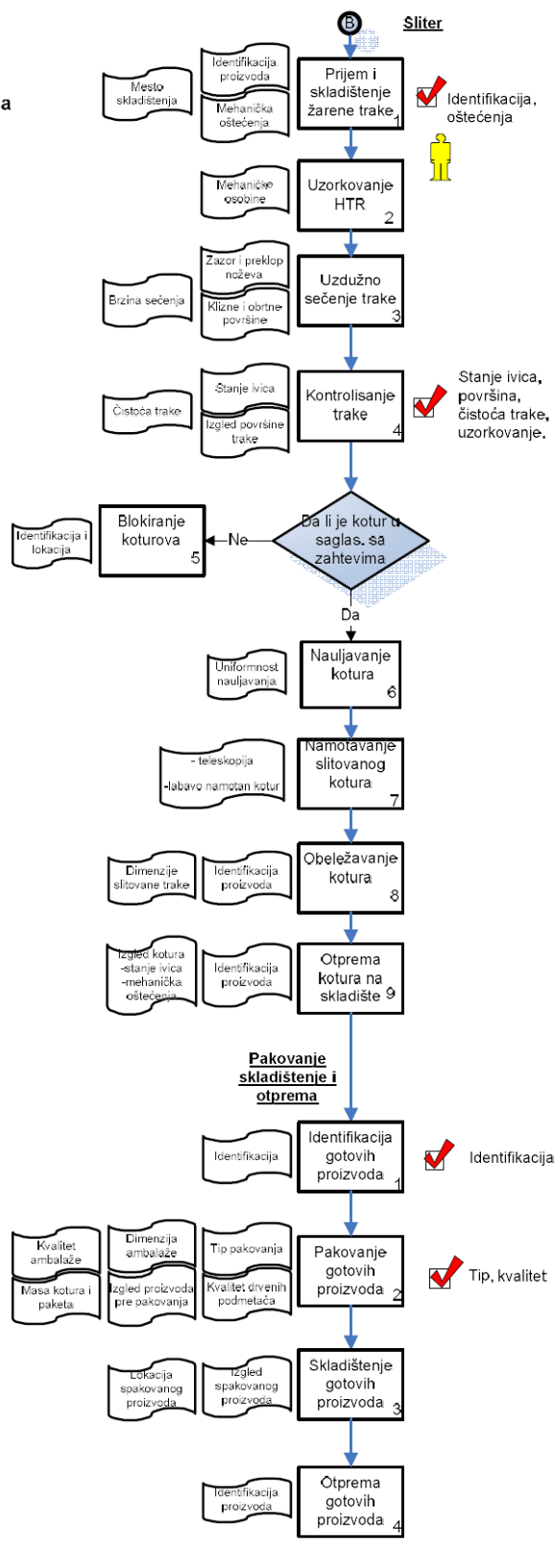
Dijagram toka procesa
Hladna valjaonica
List 1



Dijagram toka procesa
Hladna valjaonica
List 2



Dijagram toka procesa
Hladna valjaonica
List 3



Datum izdanja: 15/11/2008.
Datum revizije 01/11/2011.



Слика бр.3 Дијаграм тока процеса погона Хладна Ваљаоница

3.2 Отказ и формирање FMEA тима у процесу производње хладноваљаних лимова

FMEA процеса производње хладноваљаних лимова, у које спадају и каросеријски лимови, који су предмет производног процеса у погону Хладна Ваљаоница и система за производњу равноваљаних челичних лимова, је практично већ била спроведена у складу са захтевима стандарда ISO/TS 16949 и дала задовољавајуће резултате, те је према томе произвођач испунио услове стандарда и захтеве купаца што га је квалификовало као снабдевача једног од европских произвођача аутомобила. FMEA процеса производње хладноваљаних лимова је спроведена према детаљно описаној методологији у поглављу 2 (Анализа начина и последица отказа у производним процесима).

Усаглашеност спроведеног система управљања квалитетом у области аутоиндустрије по стандарду ISO/TS 16949, а који обавезује произвођача и на спроведену FMEA методологију уз одговарајућу документацију и записе, потврдила је и сертификациона кућа SGS произвођачу хладноваљаних каросеријских челичних лимова, што се може видети на слици бр.4.

SGS
Systems & Services Certification

**Management System Certification
Stage 1 Audit Report**

Organisation	[REDACTED]		
Address	[REDACTED] 11300, SMEDEREVO, REPUBLIC OF SERBIA		
Standard	ISO/TS16949:2002		
Representative	Brian McGregor		
Site(s) audited	Production site, address as above		
EAC / NACE code	17, 22 / 27, 34	Stage 1 audit date	17-18.06.2008
Lead Auditor	Aurora Laura Venter	Certificate Number	3-UK-06-03-162
Co-Auditor	None	Certificate Number	-
Others (Auditor/Expert)	None	Certificate Number	-
Shift information			

1. Audit objectives

- 1) to evaluate the organisation's location and site specific conditions
- 2) to establish the degree of understanding of requirements and extent of implementation
- 3) to collect information on related statutory and regulatory requirements and the degree of compliance
- 4) to plan the Stage 2 audit including resources and timing

SGS
Systems & Services Certification

None

4.1 QMS System Documentation
The Quality Manual provides evidence that all the ISO/TS16949:2002 requirements have been properly addressed by the organisation's processes (to be verified for each site). ☒ Yes ☐ No
The appropriate scope of the certification been defined.

4.2 Organization's Processes
The organisation's processes have been properly described, showing the sequence and interactions, and including key indicators and performance trends for the previous 12 months. ☒ Yes ☐ No

4.3 Internal Audit Program
Internal audit planning has been established and results for the previous 12 months are available. ☒ Yes ☐ No
A list of qualified internal auditors has been established.

4.4 Customer Complaints & Corrective Actions
Evidence has been provided of customer satisfaction and complaints status, including customer reports and scorecards. ☒ Yes ☐ No
A list of customer specific requirements has been established.

4.5 Operational performance & Management review
Operational performance figures and trends are available for the previous 12 months. ☒ Yes ☐ No
Management review planning is conducted and results and actions from the previous 12 months are available.

Слика бр.4 Сертификациона провера и потврда позитивних налаза

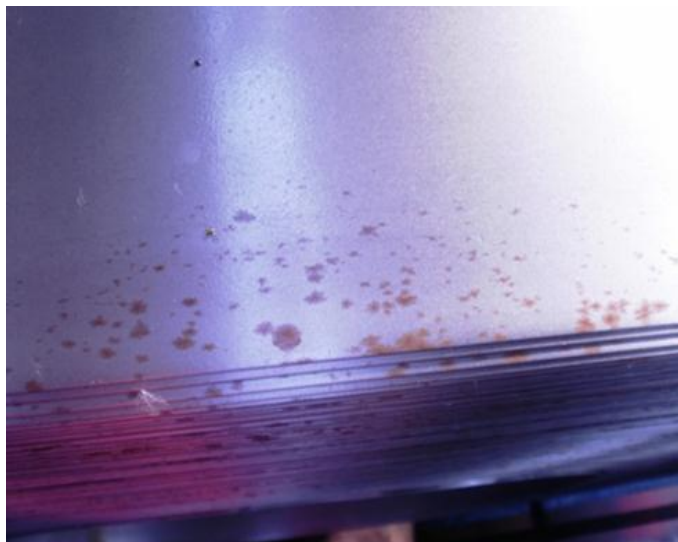
Произвођач након тога прихвата нарудбе и креће у производњу каросеријских лимова по стандарду **EN10130** у квалитету **DC04 I DC05**, види слику бр.5, и димензионом асортиману дебљине од **0,95 mm** до **1,70mm** и ширине од **545mm** до **1480mm**. Купац је задовољан испорученим лимом и успешно га уграђује у своје аутомобиле. Након дуже успешне сарадње купац се жали на квалитет робе у смислу појаве површинског дефекта на лимовима у облику **тачкасте корозије**. (слика бр.6 Тачкаста корозија). Служба обезбеђења квалитета одмах шаље екипу својих људи код купца како би се извршио преглед свог испорученог материјала који чека на прераду у улазном складишту купца. Након прегледа утврђено је да одређена количина материјала из исте производне кампање такође има исти површински дефекат. Купац захтева детаљну истрагу и спровођење FMEA поступка у вези са површинским дефектом на лиму, односно тачкастом корозијом.

Први корак који предузима произвођач је формирање мултидисциплинарних FMEA тимова у складу са прописаном процедуром за анализу начина и последица отказа.

KVALITET	STANDARD	GLOBAL GRADE	DEBLJINA		PROIZVOD	KOD UNOSA	NAPOMENE
			min	max			
DC04	EN 10130/2006	FA52	0,350	3,000	HV		
DC04	EN 10130/2006	FA52	0,350	3,000	HV	12	Zahtevana Hrapavost=Max 0.7 mikrona
DC05	EN 10130/2006	FA07	0,500	0,700	HV	8	
St 12	DIN 1623 T1/1983	KA60	0,350	3,000	HV	10	
RRSt 13	DIN 1623 T1/1983	FA52	0,350	3,000	HV	20	
St 14	DIN 1623 T1/1983	FA52	0,350	3,000	HV	20	
SPCC-SD	JIS G 3141/90	KA60	0,350	3,000	HV	10	
SPCEN-SD	JIS G 3141/90	FA52	0,350	3,000	HV	20	
SAE 1006	ASTM A568/2003	FA52	0,350	3,000	HV	20	
SAE 1008	ASTM A568/2003	FA80	0,350	3,000	HV	10	
HR4	BS 1449/93	KA60	0,350	3,000	HV	10	
Č0148E	INTERNI STANDARD	FA52	0,500	2,400	HV	20	

Слика бр.5 Производни програм лимова по стандардима и интерним квалитетима

Мулидисциплинарни тим састављен је од представника сектора производње (руководиоци и заменици руководиоца производње по постројењима), сектора одржавања (руководиоц одржавања и заменици руководиоца одржавања по постројењима) и сектора обезбеђења квалитета (руководиоц сектора обезбеђења квалитета за погон Хладна Ваљаоница, процесни инжењери обезбеђења квалитета за погон Хладна Ваљаоница).



Слика бр.6 Тачкаста корозија на хладноваљаном лиму

Мултидисциплинарни тимови су састављени по постројењима за производњу хладноваљаних лимова, описаних у поглављу бр.3, потпоглавље бр.3.1 и приказаних на дијаграму тока процеса на слици бр.3. Собзиром да је процес производње сложен и јако комплексан, један тим не би могао детаљно и квалитетно да обави анализу. Сви тимови су увек присуствовали заједничким састанцима где су се размењивале и укрштале информације о интерактивним функцијама између постројења, односно процеса производње. Састанком је председавао увек руководиоца производње читавог погона Хладна Ваљоница као особа која би координирала све тимове, при чему је и сам био члан појединих тимова. Формирани су следећи FMEA тимови:

- FMEA тим постројења Декапирница
- FMEA тим постројења Тандем
- FMEA тим постројења Жарионица чврсто намотаних котурова
- FMEA тим постројења Дресир
- FMEA тим постројења DCR
- FMEA тим постројења Слитер
- FMEA тим Сектора паковање, складиштење и отпрема производа

Тимови су започели активности на прикупљању свих релевантних података везаних за дефект-отказ који се јавио на испорученом материјалу а на који се жалио купац. Прикупљени су подаци о датуму и времену производње спорног материјала, о свим процесним параметрима оствареним приликом производње спорног материјала, сви записи опереатора о проблемима и застојима из тог периода.

Касније ће се проширити и захтеви за додатним подацима, како анализа и рад тимова буде дубље улазио у истраживање и анализу узрока дефекта-отказа, који се не тичу само производних и процесних параметара већ и временских услова и томе слично, собзиром да се ради о карактеристичном дефекту на материјалу.

3.3 FMEA процеса на постројењу Декапирница

Процеси по постројењима су од стране тимова разбијени на ниже нивое процеса, на подпроцесе, односно на делове процеса и то у складу са горе приказаним дијаграмом тока процеса, слика бр.3. Подела се може видети такође у FMEA обрасцу за конкретно постројење, рецимо за прво постројење у низу реализације процеса производње хладноваљаних лимова, које се зове Декапирница, видети табелу бр.9. Из приложене табеле види се да је процес производње на постројењу Декапирница раздвојен, односно “разбијен” на 14 делова процеса или подпроцеса, како би се детаљније спровела анализа начина и последица отказа. За свако постројење биће приложен FMEA образац, на којима се може видети да се одрађене анализе начина и последица отказа, односно дефеката на производу не тичу само дефекта (тачкаста корозија) на који се купац жалио и рекламирао

испоручену робу, исти биће само прокоментарисани и они су последица спровођења FMEA процеса независно од захтева купца.

Тим је за ово постројење усвојио $RPN_{crit}=100$, у поређењу са табелом бр.8 из потпоглавља бр.2.5, овог пута је нешто строжије усвојена критична вредност фактора приоритета ризика. Приликом спровођења FMEA процеса на овом постројењу у делу процеса обележеним редним бројем бр.8 у табели FMEA обрасца, који се назива Обрезивање траке, анализом, односно оцењивањем појединачних фактора ризика, добијамо укупан **RPN** који износи **105**, што је преко усвојеног **$RPN_{crit}=100$** . Према томе неопходно је дефинисати корективне и превентивне мере, приоритетизовати исте, уколико их има више и исте спровести, као што је у општем делу овог рада у поглављу бр.2 и објашњено. Пре овог дела око дефинисања и спровођења корективних и превентивних мера, да се осврнемо на делове процеса, начине отказа, последице, узроке, оцењивање ризика итд.

Обрезивање траке је део процеса декапирања у коме се врши ивично сечење лима из котура, на захтевану ширину по спецификацији захтева купаца, кружним ножевима који имају засебан погон али синхронизиван са брзином кретања континуиране траке. Захтев од овог дела процеса у читавом процесу декапирања јесте да се трака обреже без икаквих ивичних оштећења и у границама толеранције дефинисане ширине од стране купаца, како је већ поменуто у претходном делу текста, (види табелу бр.9). Начини могућих отказа у складу са захтевима од овога процеса су, неподешеност ножева у смислу неподешености зазора и преклопа између ножева, и погрешно обрезивање у смислу погрешно задате ширине. Први начин могућег отказа, неподешеност ножева, има препознату последицу начина отказа оштећење ивице траке, при чему ова последица начина отказа има три могућа узрока отказа, приказаних у табели бр.9 и они су:

- Неодговарајући зазор и преклоп
- Оштећен/туп нож
- Грешка оператора

Неодговарајући зазор и преклоп као могући узрок, се може спречавати већ постојећим механизмом контроле процеса, који је предвиђен као превентивно деловање у процесу како не би дошло до овог начина отказа, и то је контрола зазора и преклопа ножева по процедури за контролу зазора и преклопа прописаној од стране сектора одржавања погона Хладна Ваљоница за постројење Декапирница у делу процеса декапирања, обрезивање траке. Такође постоји још један вид контроле у смислу откривања узрока, неодговарајући зазор и преклоп, а то је визуелна контрола.(види табелу бр.9)

Када је све дефинисано, од захтева процеса па до контроле процеса у циљу спречавања начина могућег отказа, FMEA процеса налаже оцењивање, односно процену ризика од појаве отказа, тако је и за начин могућег отказа **неподешеност ножева, озбиљност** односно фактор ризика озбиљности последице отказа **S (Severity)**, **оштећење ивице траке**, оцењена са 5 према табели бр.3 која је служила FMEA тиму као смерница а пример је из аутоиндустрије у компанијама *FORD, Chrysler* и *General Motors*. Фактор ризика озбиљности последица, $S=5$ подразумева умерену озбиљност и према табели бр.3 то значи да се производ са последицом **оштећење ивице траке**, може дорадити негде ван производне

Табела бр.9 FMEA Образац за постројење Декапирница

Analiza načina i posledica mogućih otkaza - FMEA procesa - DACIA														QMS.PO.SM-730-03-01									
Deo-Neizloženi delovi automobila														Broj:PFMEA HV-DE-01									
														Strana:									
Godina modela/ Vozilo(a):NP														Datum izrade: 01.12.2007.					Datum izmene:02.11.2011.				
Tim: J.Kedžić-Z.Simić-J.Laptošević-M.Vučinić- M.Pantić-V. Bojković-V.Činč-P.Nikolić-																							
Broj	Proces	Zahtev	Način mogućeg otkaza	Moguće posledice otkaza	Ozbiljnost	Klasifikacija	Mogući uzroci/ mehanizmi otkaza	Pojavljivanje	Postojeće kontrole procesa Prevenција	Postojeće kontrole procesa Detekcija	Otkrivanje	RPN	Preporučene mere	Odgovorna lica	Datum primene	Rezultati preduzetih mera							
																Preduzete mere/ Datum realizacije	Ozbiljnost	Pojavljivanje	Otkrivanje	RPN			
1	Prijem i skladištenje	Pravilno identifikovan i uskladišten kotur	Pogrešna identifikacija kotura	Zamenjen kotur, pogresne dimenzije,zastoj na liniji,ostecenje na opremi	3		Greška skladištara	3	Procedura	Vizuelno	6	54											
		Pravilna manipulacija sa koturom	Oštećenje pri manipulaciji	Mehanička oštećenja, kolaps kotura	3		Greska vozača dizalice	3	Procedura	Vizuelno	6	54											
			Neispravnost dizalice i noselih sredstava	4	Dnevni pregled dizalice-cek lista	Vizuelno	6	72															
2	Ulaganje I priprema kotura	Provera programa za dekapiranje	Nepostovanje pravila programiranja,n edozvoljeni dimenzioni prelazi	Fleke luzenja, zastoj linije,	5		Neadekvatna provera programa za dekapiranje	2	Procedura	Vizuelno upoređivanje sa programom za rad	6	60											
		Ulaganje koturova po programu dekapiranja	Pogrešno ulaganje	Zamenjen kotur, pogresne dimenzije,zastoj na liniji,ostecenje na opremi	4		Greška operatora	3	Procedura-program	Vizuelno upoređivanje sa programom za rad	6	72											
		Zadovoljavajući kvalitet pocetka I kraja kotura	Nedovoljno odsecanje pocetka I kraja kotura, los kvalitet reza	Pucanje vara, zastoj	Neispravnost pripreme stanice,	2	Planska preventiva	Vizuelno	6	60													
					Neispravnost makaza I I II	2	Planska preventiva	Vizuelno	6	60													
					Greska operatora	2	Procedure	Vizuelno	6	60													
3	Zavarivanje	Var bez pukotina, pravilno orednisan bez pucni	Neodgovarajući parametri zavarivanja	Ogrebotine,prekid take i fleke na površini usled zastoja,	4	Debljina trake van tolerancije	2	Procedure	Merač debljine	5	40												
					4	Nekorektno uneti podaci	2	Procedure	Vizuelno	6	48												
					4	Neispravnost var masine	2	Planska preventiva	Vizuelno	6	48												
					4	Lose rendisan var	2	Procedure	Vizuelno	6	48												

4	Akumulacija trake na ulaznom delu, ravnanje trake i dekapiranje	Obezbeđivanje potrebne rezervne trake za kont. Rad	Nedovoljna dužina trake	Mehanička oštećenja, fleke, zastoj	4		Otkaz rolni na kapijama	2	Planska preventiva	Vizuelno	6	48							
					4		Otkaz upravljackih sistema	2	Planska preventiva	Vizuelno	6	48							
					4		Otkaz luper kolica	2	Planska preventiva	Vizuelno	6	48							
		Ravnost trake u skladu sa kriterijumima	Neispravnost ravnalice	Losi ravnost trake, površinski defekti (otisci, ogrebotine...)	4		Pohabane rolne	2	Planska preventiva	Vizuelno	6	48							
					4		Nalepi na rolni	2	Planska preventiva	Vizuelno	6	48							
					4		Blokirane rolne	2	Planska preventiva	Vizuelno	6	48							
		Lužena površina trake bez pora i ostatka kovarine na površini	Niza koncentracija kiseline	Kovarina na traci,	5	S	Otkaz pumpe za doziranje	2	Planska preventiva	Vizuelno	5	50							
					5	S	Greska luzioca	2	Procedura	Vizuelno	6	60							
					5	S	Pogresna analiza rastvora za dekapiranje	2	Procedura/x-R karta	SPC XR Karta Volumetrija	5	50							
			Niska temperatura kiseline	Kovarina na traci,	5	S	Otkaz opreme-ventila	2	Planska preventiva	Termoelement Ni-Cr-Ni	5	50							
					5		Greska luzioca	2	Procedura	Vizuelno	6	60							
			Viša koncentracija kiseline	Gruba i hrpava površina trake sa porama, odstupanje debljine trake	5		Pogresna analiza rastvora za dekapiranje	2	Procedura	XR Karta Volumetrija	5	50							
					5		Otkaz pumpe za doziranje inhibitora	2	Planska preventiva	Vizuelno	6	60							
			Otkaz doziranja inhibitora	Loš kvalitet površine trake	5		Otkaz pumpe za doziranje inhibitora	2	Planska preventiva	Vizuelno	6	60							
					5		Otkaz opreme	2	Planska preventiva	Vizuelno	6	60							
5	Ispiranje, sušenje i akumulacija trake	Homogeno ispiranje i sušenje trake celom dužinom kotura	Neodgovarajuće ispiranje i sušenje	Hloridi na traci, mokra traka, fleke na traci	5		Otkaz pumpe za doziranje demineralizovane vode	2	Planska preventiva	Vizuelno	6	60							
					5		Zapuštenost dizni na kolektorima	2	Planska preventiva	Vizuelno	6	60							
					5		Oštećenje brisnih rolni	2	Planska preventiva	Vizuelno	6	60							
					5		Neispravnost susaca	2	Planska preventiva	Vizuelno	6	60							
		Obezbeđivanje potrebne rezervne trake za kont. Rad	Nedovoljna dužina trake	Mehanička oštećenja, fleke, zastoj	4		Otkaz rolni na kapijama	2	Planska preventiva	Vizuelno	6	48							
					4		Otkaz upravljackih sistema	2	Planska preventiva	Vizuelno	6	48							
					4		Otkaz luper kolica	2	Planska preventiva	Vizuelno	6	48							
6	Kontrolisanje trake	Ocena kvaliteta površine trake i stanja kotura po zahtevu i standarda	Neprepoznavanje, neuočavanje defekata na traci	Površina sa defektima; luse, kovarina, dvoplastnost, otisci, ogrebotine, fleke, teleskopičnost, razmotanost, dorada, prenamena	7	S	Operator/kontrolor nije uočio grešku	2	Obuka, Procedura	Vizuelno upoređivanje sa katalogom grešaka	6	84							
					7	S	Neadekvatna reakcija na uočenu grešku	2	Procedura	Vizuelno upoređivanje sa katalogom grešaka	6	84							
7	Blokiranje koturova	Blokirani koturovi označeni sa predviđenom oznakom i smešteni na određenu lokaciju	Pogrešna identifikacija i lokacija kotura	Pogrešno procesiranje	5		Greška operatora-vezivaca i obeleživaca	2	Procedura	Vizuelno	6	60							

8	Obrezivanje trake	Obrezivanje trake po zahtevu kupca bez ivčnih oštećenja i pucni	Nepodešenost noževa	Oštećenje ivce trake, Cracked and saw tooth edge	5		Neodgovarajući zazor i preklap noža	3	Procedura	Vizuelno	7	105	Zamena sklopa za ivčno obrezivanje	Rukovodilac održavanja HV	25.09.2011.	Zamenjen je sklop za ivčno obrezivanje	5	2	7	70
					5		Oštećen/tup nož	2	Procedura	Vizuelno	7	70								
					5		Greska operatora	2	Procedura	Vizuelno	7	70								
		Obrezivanje trake na zadatu širinu u granicama dozvoljene tolerancije	Pogrešno obrezivanje	Pogrešna širina	5	S	Operator nije obrezao traku po programu	3	Procedura	Trometar	6	90								
					5	S	Otkaz sklopa za ivčno obezivanje	3	Planska preventiva	Trometar, merenje širine zadnjeg namotaja kotura	6	90								
9	Nauljavanje trake	Nauljavanje trake po zahtevu kupca	Neodgovarajuća nauljenost	Korozija	6		Operator nije poštovao program	2	Procedura	Vizuelno	6	72								
					6		Zapušenost dizni nauljivača	2	Procedura	Vizuelno	6	72								
10	Uzorkovanje dekapirane trake za ispitivanje mehaničkih osobina	Uzorak odgovarajućih dimenzija bez površinskih defekata, pravilno identifikovan sa	Neodgovarajuće uzorkovanje	Ponovno uzorkovanje	6		Operator nije uzeo uzorak po programu	2	Procedura	Vizuelno	6	72								
					6		Uzet je uzorak sa površinskim defektima(ogrebotine,ljuspe,kovarina)	2	Procedura	Vizuelno	6	72								
					6		Pogrešno identifikovan uzorak	2	Procedura	Vizuelno	6	72								
11	Namotavanje kotura	Čvrsto namotan kotur bez teleskopa	Loše namotavanje kotura	Teleskopija, labavo namotan kotura	4		Otkaz senzora za ivčno vođenje	2	Planska preventiva	Vizuelno	6	48								
					4		Otkaz zatezanja namotača	2	Planska preventiva	Vizuelno	6	48								
12	Merenje mase kotura	Masa kotura po zahtevu korisnika	Pogrešno merenje	Masa veća ili manja od zahteva	5		Otkaz vage	2	Plan etaloniranja	Upoređivanje ostvarene mase sa masom iz programa	6	60								
13	Obeležavanje kotura-proizvoda	Obeležavanje po redosledu po programu	Pogrešno obeležavanje kotura	Pogrešno identifikovan kotur	5		Greška operatora	2	Procedura	Upoređivanje podataka sa kartonom proizvoda	6	60								
14	Otprema kotura na skladište	Pravilno uskladišten kotur	Pogrešno uskladištenje	Zamena kotura	3		Greška skladištara	3	Procedura	Vizuelno	6	54								
		Pravilna manipulacija sa koturom	Pogrešna manipulacija	Mehanička oštećenja	3		Greška vozača dizalice	3	Procedura	Vizuelno	6	54								

линије како би регуларан и по захтевима купаца, био испоручен купцу. Даље, **појављивање**, односно фактор ризика појављивања узрока отказа **O(Occurrence)**, за могући узрок, неодговарајући зазор и преклоп, је оцењено према табели бр.4, која је такође коришћена као смерница а примењена у области аутоиндустрије у горе наведеним компанијама, оценом 3, што казује да се могући узрок појављује једанпут у 100 000 t процесираног лима на постројењу Декапирница. У нашем случају и за овакав ниво производње, то значи једном у три месеца, што је низак ниво појављивања. Што се тиче **откривања**, односно фактора ризика откривања **D (Detection)** могућих узрока и начина отказа, уз предвиђене контроле процеса, горе наведене, оцена откривања могућих узрока и начина отказа је 7 према табели бр.5 такође искоришћеној као смерница за оцењивање а која је примењена у горе већ споменутој области аутоиндустрије. Фактор ризика откривања $D=7$, подразумева веома малу вероватноћу откривања могућег узрока, неодговарајући преклоп и зазор ножева, или самог начина могућег отказа, неподешеност ножева, на контролном месту на линији, визуелним методама, методама опипавања и звучном сигнализацијом, или након процесирања, коришћењем разних мерача и алата за контролисање произведеног материјала.(види табелу бр.5)

Овако одређени фактори ризика се међусобно множе при чему добијамо укупан фактор приоритета ризика $RPN=5 \times 3 \times 7=105$ за начин могућег отказа, неподешеност ножева, за могућу последицу овог начина отказа, оштенење ивице траке и за могући узрок, неодговарајући зазор и преклоп ножева. Остала два могућа узрока поменутих на почетку овог потпоглавља, **оштећен/туп нож и грешка оператора**, имају подједнак укупан $RPN=70$ и нећемо их овде даље обрађивати јер се код њих неће спроводити даљи кораци FMEA процеса, собзиром да имају задовољавајуће факторе приоритета ризика RPN, односно нижи су по вредности од $RPN_{crit}=100$, који је FMEA тим на почетку спровођења FMEA процеса усвојио. Поред задовољавајућег RPN-a, фактори ризика озбиљности отказа, и ризика откривања узрока отказа имају вредности које не захтевају даље спровођење мера у циљу смањење ризика. (види табелу бр.9).

Корективна мера за спречавање могућег узрока неодговарајући зазор и преклоп са $RPN=105 > RPN_{crit}=100$, је дефинисана у облику активности **замена склопа за ивично обрезивање**, наравно како налаже методологија FMEA процеса, дефинисана је и одговорна особа са роком за извршење дефинисане мере. Овде је постављена једна и то превентивна мера, од стране FMEA тима, како би се смањио ризик од могућег отказа, неподешеност ножева и последице отказа, оштећене ивице траке, односно производа са линије декапирања. Стога није постојала потреба за приоритетизацијом мера. Након спровођења препоручене превентивне мере, од стране FMEA тима, у предвиђеном року (види табелу бр.9), и поновног рангирања, односно оцењивања фактора ризика озбиљности последица $S=5$, фактора ризика појављивања узрока отказа $O=2$ и фактора ризика откривања $D=7$, укупан фактор приоритета ризика добија нову вредност $RPN=70$ што је очигледано мање од вредности $RPN_{crit}=100$, тако да можемо закључити да је спроведена превентивна мера дала резултате и смањила ризик од могућег отказа, неподешеност ножева.

Као закључак спроведеног FMEA на делу процеса декапирања, који се односи на обрезивање траке, можемо рећи да је смањење ризика од начина отказа, неподешеност ножева, обављено директним утицајем на смањење фактора ризика појављивања, **O** са вредности 3 на вредност 2, и то заменом склопа за ивично обрезивање, док су фактори ризика последице отказа и откривања узрока отказа остали непромењени. У овом случају најјефтинија варијанта за смањење ризика, била је управо преко смањења фактора ризика појављивања узрока отказа.

3.4.FMEA процеса на постројењу Тандем и Жарионица чврсто намотаних котурова

У претходном потпоглављу напоменуто је да ћемо се углавном бавити решавањем проблема тачакасте корозије на захтев купца, кроз FMEA процеса методологију а да ће се само информативно обрадити остали неусаглашени делови процеса, такође кроз FMEA процеса методологију. У претходном потпоглављу је детаљније објашњен FMEA процеса на примеру проблема који се није тичао тачкасте корозије, са циљем да се прикаже начин на који је иначе спровођен FMEA процеса у процесу производње каросеријских лимова, пре него што је уопште дошло до рекламације на производ, од стране купца, на површински дефект тачкаста корозија.

По истој методологији спроведена је FMEA и на постројењима Тандем и Жарионица Чврсто Намотаних Котурова (ЖЧНК), где исто процена ризика показује да је неопходно ићи са превентивно и/или корективним мерама у циљу смањења ризика од отказа, односно штете, али се начини отказа опет не тичу тачкасте корозије (слика бр.5), тако да ће само бити напоменути начини отказа који су са повећаним ризиком, док је све остало идентично претходно приказаној методологији FMEA процеса, на постројењу Декапирница. Наравно, сви детаљи FMEA процеса на постројењима Тандем и Жарионица чврсто намотаних котурова, биће приказани у приложеним FMEA образцима за ова два постројења. (види табелу бр.10 и табелу бр.11).

Ток процеса на овим постројењима приказан је на слици бр.3, страна 23. и 24. потпоглавља 3.1 овог рада, а основна функција овог постројења у процесу производње хладноваљаних каросеријских лимова је описана такође у потпоглављу 3.1. Одатле се може видети да је FMEA изделио процесе ових постројења, на 7 делова процеса на постројењу Тандем и на 6 делова процеса на постројењу Жарионица ЧНК.

Тakoђе FMEA тим постројења Тандем усваја **RPN_{crit}=100** уз помоћ табеле бр.8 а на основу највише вредности фактора ризика озбиљности последице свих побројаних начина отказа, **S=6**, што се види у табели бр.10. Фактор ризика озбиљности последице S је одабран од стране FMEA тима по методологији и из табела идентично као у претходном примеру FMEA процеса на постројењу Декапирница, тако да то нећемо понављати овде. Исти поступак одређивања **RPN_{crit}=100** је примењен и на постројење ЖЧНК.

Уколико погледамо табелу бр.10, FMEA образац за постројење Тандем, уочавамо да су на постројењу Тандем у делу процеса под редним бројем 3, који се односи на део процеса **ваљање**, са захтевом процеса, **Хладноваљани котур захтеване дебљине, захтеване равности, стања површине и изгледа котура према специфицираним захтевима**, где је начин могућег отказа, **отказ опреме за регулацију дебљине**, уз последицу начина отказа, **котур ван толеранције дебљине, кидање траке и застој**, са узроком начина отказа, **неисправни мерачи дебљине X1 и X5**, и са постојећим контролама процеса, **провера подешености мерача дебљине у свакој смени по процедури и компјутерска детекција**, неисправности напред наведених мерача, након рангирања излази преко усвојене вредности **RPN_{crit}=100** и износи **RPN=120 > RPN_{crit}=100**. За овај начин могућег отказа, са процењеним ризиком и фактором приоритета ризика који изниси преко критичне вредности фактора приоритета ризика, тим доноси одлуку на састанку тима, да спроведе превентивну меру која се односи на активност, **уградња новог мерача дебљине X5**, где задужује тачно одређену особу за спровођење ове превентивне мере, и орочава спровођење исте, дефинисањем рока за уградњу мерача. Након спровођења мере, препоручене превентивне мере, од стране тима извршено је поновно рангирање сва три фактора при чему фактор O

Табела бр.10 FMEA Образац за постројење Тандем

Analiza načina i posledica mogućih otkaza - FMEA procesa - DACIA														QMS.PO.SM-730-03-01						
														Broj:PFMEA HV-VK-01						
														Strana :						
Deo-Neizloženi delovi automobila							Odgovornost- Hladna valjaonica - Tandem							Izradio:Zoran Simić -Rukovodilac proizvodnje						
Godina modela/ Vozilo(a):NP							Ključni datumi:NP				Datum izrade: 01.12.2007.				Datum izmene:02.11.2011.					
Tim-Z.Simić -J.Kedžić-V.Čirić -M.Popović -P.Nikolić-M.Pantić- V.Bojković -M.Vučinić																				
Br o j	Proces	Zahtevi procesa	Način mogućeg otkaza	Moguće posledice otkaza	Ozbiljnost	Klasifikacija	Mogući uzroci/ mehanizmi otkaza	Pojavljivanje	Postojeće kontrole procesa Preven cija	Postojeće kontrole procesa Detekcij a	Otkrivanje	RPN	Preporučene mere	Odgovornost	Datum primene	Rezultati preduzetih mera				
																Preduzete mere/ Datum realizacije	Ozbiljnost	Pojavljivanje	Otkrivanje	RPN
1.	Prijem i skladištenje luženih koturova	Pravilno identifikovan i uskladišten kotur	Pogrešna identifikacija kotura	Zamenjen kotur, pogresne dimenzije, zastoj na liniji,ostecenje na opremi	4		Greška skladištara	3	Procedura	Vizuelno	6	72								
		Pravilna manipulacija sa koturom	Oštećenje pri manipulaciji	Mehanička oštećenja, kolaps kotura	3		Greška vozača dizalice	3	Procedura	Vizuelno	6	54								
					3		Neispravnost dizalice i	4	Dnevni pregle	Vizuelno	6	72								

						nosećih sredstava		dizalice-ček lista												
2.	Ulaganje	Program valjanja koji zadovoljava kriterijume programiranja	Nepostovanje pravila programiranja, nedozvoljeni dimenzioni prelazi	Odstupanje debljine, odstupanje profila	4		Neadekvatna provera programa za valjanje	3	Procedura	Vizuelno	6	72								
		Uložen kotur po programu valjanja	Pogrešno ulaganje	Zamenjen kotur, pogresne dimenzije, zastoj na liniji, oštećenje na opremi	4		Greška skladištara	4	Procedura, program	Merač debljine	5	80								
3.	Valjanje	Hladno valjani kotur zahteva ne debljine, zahteva ne ravnosti, stanja površine i izgleda kotura prema specificiranim zahtevima	Neadekvatno uvođenje trake	Zastoj, oštećenje opreme, defekti na traci	4		Greska operatora	3	Procedura	Vizuelno	6	72								
					4		Otkaz opreme	3	Procedura, plansko održavanje	Vizuelno	6	72								
			Otkaz opreme za regulaciju debljine	Kotur van tolerancije debljine, kidanje trake, zastoj	6	S	Neispravni merači debljine X1 i X5	5	Provera podešenosti merača debljine -u svakoj smeni Procedura	Kompjuterski	4	120	Ugraditi novi merač debljine X5	Direktor pogona HV	28.09.2011.	Ugrađen novi merac debljine veće preciznosti-Simens	6	3	4	72

				6	S	Otkaz automatske regulacije debljine	3	Definis an model om valjanj a	Kompjut erski	4	72								
				6	S	Pogrešno unešeni podaci o koturu od strane skladištara	3	Proced ura	Kompjut erski	4	72								
			Lokalno odstupanj e debljine, kidanje trake, zastoј	6		Karakteristike emulzije nisu u skladu sa propisanim vrednostima	3	Proced ura	Kompjut erski XR Karta Hemijsk a analiza	4	72								
				6		Preluženost kotura	2	Proced ura	Vizueln o	6	72								
				6		Neodgovaraju ća hrapavost valjaka	4	Proced ura	Kompjut erski Vizueln o	4	96								
		Otkaz opreme za regulaciju ravnosti	Odstupanj e ravnosti celom dužinom trake, kidanje trake, zastoј	5		Neispravnost Vidimon rolne	4	Proced ura	Kompjut erski Vizueln o	4	80								
				5		Neispravnost hidrauličkog sistema za savijanje valjaka	3	Proced ura	Kompjut erski Vizueln o	4	60								
				5		Neispravnost hidrauličkog sistema za promenu nagiba valjaka	3	Proced ura	Kompjut erski Vizueln o	4	60								

[illegible]

				5	S	Curenje stranih ulja	3	Procedura	Hemijska analiza, provera nivoa ulja u rezervoarima, selotejp proba	5	75								
Visok sadržaj gvožđa u emulziji	Neodgovarajuća čistoća trake	5	S	Nedoluženost ili preluženost dekapirane trake	2	Procedura	Vizuelno, selotejp proba	6	60										
		5	S	Neodgovarajući tretman emulzije	3	Procedura	Vizuelno	6	90										
		5	S	Neispravnost ili loša efektivnost magnetnih filtera	3	Procedura, plansko održavanje	Hemijska analiza, selotejp proba	5	75										
Koncentracija aktivnog ulja van propisanih granica	Neodgovarajuća čistoća trake, ogrebotine, talasavost, kidanje trake	5	S	Otkaz opreme za doziranje	3	Plansko održavanje	Vizuelno	6	90										
		5	S	Neodgovarajući tretman emulzije	3	Procedura	Hemijska analiza	5	75										
Neispravnost sistema za oduvavanje emulzije posle stana 5	Neodgovarajuća čistoća trake, fleke od emulzije	5	S	Neodgovarajući ugao dizni	3	Procedura, plansko održavanje	Vizuelno	6	90										
		5	S	Nizak pritisak N za oduvavanje	3	Procedura	Automatska blokada rada	4	60										

								postroje nja za pad pritiska ispod 5.8 bara											
			Vibracije valjačke pruge	Vibracione linije, kidanje trake, zastoj	4		Loše obrušeni valjci	3	Procedura	Vizuelno, inspekcija trake, sistem za detekciju	6	72							
					4		Preluženost ili nedoluženost kotura	2	Procedura	Vizuelno	6	48							
					4		Valjanje konstantnom brzinom	2	Set-up pruge	Zvučno	5	40							
					4		Koncentracija aktivnog ulja van propisanih gravica	3	Procedura	Hemijska analiza	5	60							
					4		Istrošenost ležajeva/kućišta radnih valjaka	3	Procedura Periodična provera stanja ležajeva	Vizuelno, inspekcija trake, sistem za detekciju	6	72							
			Oštećenost valjaka	Otisci	5	S	Nalep na valjku	3	Inspekcija trake	Vizuelno, stroboskop lampa	7	105	Nabavka stroboskopskih lampi za inspekciju	Rukovodilac proizvodnje	25.09. 2011	Nabavljena je stroboskop lampa	5	3	6 90

[illegible]

				4	S	Bežanje trake pri uvođenju i izvođenju trake	3	Inspekcija trake	Vizuelno	6	72								
				4	S	Neispravnost sklopa zavojnih vretena	2	Plansko održavanje	Inspekcija trake	6	48								
				4	S	Pogrešno uneti podatci o prečnicima valjaka	2	Kartica i karton valjka	Upoređivanje podataka	6	48								
			Istrošenost radnih valjaka st#5	5		Nepoštovanje pravila izmene RV	2	Procedura	Merenje hrapavosti trake na svakom trećem koturu	5	50								
			Otkaz ivičnog vođenja	4		Zaprljanost senzora za ivično vođenje	2	Plansko održavanje	Vizuelno	6	48								
			Neadekvatno izvodjenje trake	4		Greska operatora	3	Procedura	Vizuelno	6	72								
				4		Otkaz opreme	3	Procedura, plansko održavanje	Vizuelno	6	72								
			Oscilovanje izlaznog zatezanja	4		Otkaz opreme namotača	3	Plansko održavanje	Vizuelno	6	72								
			Labavo namotan kotur, teleskopičan kotur																

			Nepodešenost procesa pri startu proizvodnje posle dužeg zastoja	Defekti na traci	5	S	Karakteristike emulzije nisu u skladu sa propisanim vrednostima	3	Procedura	Kompjuterski XR Karta Hemijska analiza	6	90							
4.	Kontroisanje trake i dodela statusa proizvodu	Upoređivanje ostvarenih karakteristika HV kotura sa intrernim kriterijuma za klasifikaciju i zahtevima kupca	Izvaljan veći broj koturova sa defektom	Pogrešno ocenjen proizvod	5	S	Operator/kontrolor nije uočio grešku	3	Obuka, Procedura	Vizuelno, Roll out,	6	90							
					5	S	Otkaz inspekcione stanice	2	Plansko održavanje	Vizuelno	6	60							
					5	S	Neadekvatna reakcija na uočenu grešku	3	Procedura	Vizuelno, Roll out,	6	90							
5.	Blokiranje koturova	Dodela koda defekta i statusa "B" HV koturu putem prateće dokumentacije i preko IS za praćenje proizvodnje.	Neusaglašen proizvod nije blokiran i nije usmeren na tim za definisanje statusa blokiranog proizvoda.	HV kotur sa neusaglašenim karakteristikama ide u dalji proces proizvodnje	5		Greška operatora	2	Procedura	Vizuelno	6	60							
6.	Obeležavanje HV kotura	Obeležavanje kotura po	Pogrešno obeležavanje HV kotura	Zamenjen kotur	5		Greška operatora	2	Procedura	Vizuelno	6	60							

вредности 5, задобија нову оцену од стране тима и силази на вредност 3, а тиме је и укупан ризик од отказа **RPN=72** смањен са 120 на 72, што је **RPN=72 < RPNcrit=100**.

На истом делу процеса псотројења Тандем, **ваљање**, и под истим захтевом дела процеса, појављује се следећи начин могућег отказа, а то је **оштећеност ваљака**, за који је проценом ризика FMEA методологијом ,на основу показатеља, појединачних фактора ризика S,O и D, и укупног фактора приоритета ризика **RPN=105 > RPNcrit=100**, FMEA тим донео одлуку да се спроведу превентивне мере и умањи ризик од отказа. (види табелу бр.10). Последице од начина могућег отказа, оштећеност ваљака, на којој је тим проценио повећан ризик јесу **отисци** на производу односно на хладноваљаном лиму, чији је могући узрок начина отказа, **налеп на ваљку**. Контрола овог дела процеса предвиђена је превентивном **инспекцијом траке** и откривањем дефекатана траци уз помоћ **стробоскопске лампе**. (види табелу бр.10). FMEA тим је за овај начин могућег отказа предвидео превентивну меру, а то је **набавка стробоскопских лампи за инспекцију површине траке, поставио одговорну особу и рок за набавку** (види слику бр.10). Након спроведене превентивне мере набавке стробоскопских лампи, анализа процене ризика показује да се укупан фактор приоритета ризика RPN смањује са **RPN=105** на **RPN=90** тако да сада имамо ситуацију **RPN=90 < RPNcrit=100**, што је учињено смањењем фактора ризика откривања D, са вредности **D=7** на **D=6**. (види слику бр.10).

Овај пример из праксе, који показује да се превентивном мером утиче на спречавање последице начина могућег отказа, односно отисака на траци, односно лиму, можда изгледа на први поглед као и да није најсрећније урађен по FMEA процеса методологији, јер се бави откривањем последице, а то је откривање отисака на траци, односно на лиму, уместо спречавањем појављивања узрока , што је у овом случају налеп на радним ваљцима. Међутим није баш тако како се чини , јер се овај узрок јавља у самом процесу ваљања, где практично дизајном није предвиђена никаква детекција, односно откривање појављивања узрока, што је у овом случају налеп на радним наваљцима, већ се то оштећење у виду налепа на ваљцима открива једино отисцима на траци, односно лиму који се ваља на овом постројењу. Самим тим је FMEA тим изнашао оптимално и у овом случају најјефтиније решење а то је да делује на сигурније откривање дефекта на траци, односно на смањење ризика од неоткривања отисака на траци и на тај начин смањи укупан ризик од начина могућег отказа који је овде назван **оштећеност ваљака**. Овде се заправо утицај узрока смањује ефикаснијим изналагањем последице, што је на неким постројењима једноставно неминовност, собзиром на сам пројекат, односно дизајн постројења и процеса.

Иначе на савременијим ваљачким постројењима су имплементирани, односно предвиђени аутоматски системи детекције оштећења радних ваљака, још при самом пројектовању постројења, тако да је на тим постројењима много једноставније утицати на откривање узрока отказа а не на последице чиме се чини већа штета на производу што смо имали прилике да видимо на горе наведеном примеру из праксе.

Када погледамо табелу бр.11, која предствља FMEA образац дела процеса за производњу хладновањаних каросеријских лимова, односно постројења ЖЧНК, можемо запазити да је FMEA тим проценом ризика од отказа добио поприлично задовољавајуће резултате, у смислу да је процена покаказала да су за све начине могућег отказа, фактори приоритета ризика RPN-ови, испод вредности усвојеног **RPNcrit=100**. Такође су вредности фактора ризика озбиљности последице отказа S максималне вредности 6, што по табели бр.3, за процену озбиљности последице отказа, у најгорем случају значи да се производ са овог постројења може дорадити чак и у 100% износу у смислу количине, и да притом буде прихваћен, односно прослеђен на следећи

корак,

Табела бр.11 FMEA образац за постројење Жарионица Чврсто Намотаних Котурова (ЖЧНК)

Analiza načina i posledica mogućih otkaza - FMEA pro														QMS.PO.SM-730-03-01						
														Broj:PFMEA HV-ŽČ-01						
														Stran a:						
Deo-Neizloženi delovi automobila				Odgovornost - Hladna valjaonica -Žarenje						Izradio: Kedzić Jelena -Rukovodilac proizvodnje										
Godina modela/ Vozilo(a):NP				Ključni datumi:NP						Datum izrade: 01.12.2007.		Datum izmene:02.11.2011.								
Tim-Z.Simić-J.Kedžić -V.Ćirić-G.Lukić -P.Nikolić-M.Vučinić-M.Popović-M.Pantić- V.Bojković-N.Zivanović-																				
Br oj	Proces	Zahtev i	Način mogućeg otkaza	Moguće posledice otkaza	Ozbiljnost	Klasifikacija	Mogući uzroci/ mekhanizmi otkaza	Pojavljivanje	Postojeće kontrolne procesne Prevenција	Postojeće kontrolne procesne Detekcija	Otkrivanje	RPN	Prep oruč ene mer e	Odgovorna lica	Dat um prim ene	Rezultati preduzetih mera				
																Pred uzete mere / Dat um realiz acije	Ozbiljnost	Pojavljivanje	Otkrivanje	RPN
1.	Prijem I skladišt enje hladno valjane trake	Praviln o identifi kovan i usklađi šten kotur	Pogrešna identifikacij a kotura	Zamenjen kotur, pogresne dimenzije,zasto j na liniji,ostecenje na opremi	4		Greška skladištara	3	Procedura	Vizuelno	6	72								
		Praviln a manip ulacija sa koturo	Oštećenje pri manipulaciji	Mehanička oštećenja	4		Oštećena noseća sredstva	3	Plansko održavanje. Dnevni pregled dizalice-ček lista	Vizuelno	6	72								

		m			4		Otkaz opreme	2	Plansko održavanje. Dnevni pregled dizalice-ček lista	Vizuelno	6	48							
					4		Nepažljivo rukovanje dizaličara	3	Procedura	Vizuelno	6	72							
2.	Ulaganje	Uložen kotur na vreme prema definisanim pravilima	Pogrešno ulaganje	Zamenjen kotur, pogresne dimenzije, zastoj na liniji, oštećenje na opremi	6		Greška operatora	2	Procedure	Vizuelno	6	72							
			Deformisane /oštećene konvektorske ploče	mehanička oštećenja ivica	4		Greška operatora	3	Procedure	Vizuelno	6	72							
			Loša zaptivenost postolja	Spektar boja	4		Loša zaptivna guma	3	Planska zamena	Vizuelno	6	72							
					4		Oštećena zaštitna hauba	3	Planska reparacija zaštitnih hauba	Vizuelno	6	72							
			Neodgovarajući položaj/funkcionalnost termoelementa	Neodgovarajuće mehaničke osobine	5		Neispravn/oštećen nosač termoelementa	3	Procedure	Vizuelno, Testiranje opruge	6	90							
3.	Žarenje	Ožaren kotur prema definisanom režimu	Neodgovarajuća temperatura žarenja (gas/metal)	Neodgovarajuće mehaničke osobine, slepljenost, spektar boja	6	S	Otkaz /neispravnost cirkulacionog ventilatora	3	Provera broja obrtaja cirkulacionog ventilatora	Vizuelno, Dijagram temperature	5	90							

					6	S	Neispravnost mernog sistema (termoelement-transmitter-regulator)	3	Procedure	MSA Transmitteri temperature Termoelement	5	90								
					2	S	Pogrešno uneti podaci o šarži/koturu	3	Procedure	automatska poruka u sistemu praćenja proizvodnje	5	30								
					3	S	Otkaz /neispravnost peći za žarenje	3	Procedure	Vizuelno, Karton žarenja	6	54								
			Neogovarajuće vreme žarenja/hladjenja	Neodgovarajuće mehaničke osobine, slepljenost	5		Pogrešno uneti podaci o šarži/koturu	3	Procedure	Vizuelno/automatska poruka u sistemu praćenja proizvodnje	6	90								
					5		Greška operatora	2	Procedure	Vizuelno, Karton žarenja	6	60								
			Neodgovarajuća brzina zagrevanja/hladjenja	Neodgovarajuća čistoća površine, slepljenost	5	S	Greška operatora	2	Procedure	Vizuelno, Karton žarenja	6	60								
					6	S	Neispravnost mernog sistema (termoelement-transmitter-regulator)	3	Procedure	Indikator merila	5	90								

			Neodgovorajući kvalitet zaštitnog gasa	Spektar boja, prljava površina, prenamena/dorada	6		Visok sadržaj vlage (niska tačka rose)	2	Procedure, plan etaloniranja	Indikator merila, Dijagramski prikaz	6	72							
			Neodgovorajući parametri zaštitnog gasa (pritisak, protok)	Spektar boja, prljava površina	6		Nizak sadržaj vodonika	2	Procedure, plan etaloniranja	Indikator merila, Dijagramski prikaz	6	72							
					6		Visok sadržaj kiseonika	2	Procedure, plan etaloniranja	Indikator merila, Dijagramski prikaz, Alarm	5	60							
					6		Neispravnost automatske regulacije pritiska na ZCNK1	3	Procedure	Indikator, Alarm (zvucni, svetlosni)	5	90							
					5		Neispravnost mehaničkog regulacionog ventila ispred postolja na ZCNK2	2	Procedure	Vizuelno	6	60							
					5		Nepodešenost izlaznog ventila	2	Procedure	Vizuelno	6	60							
					6		Greška operatora	2	Procedure	Vizuelno	6	72							
					6		Zapušenost cevi za odvod zaštitnog gasa	2		Vizuelno	6	72							
					6		Otkaz Razlagača/sušača/regulacionog ventila	2	Procedure, Planska preventiva	Vizuelno, Alarm	6	72							
4.	Raspakivanje	Ohladjeni kotur	Visoka T raspakivanja	Spektar boja	6		Greška operatora	2	Procedure	Vizuelno, Karton žarenja	6	72							

		bez uočljivih defekata			6		Neispravnost mernog sistema (termoelement-transmitter-regulator)	2	Procedure	Indikator merila	6	72							
					6		Otkaz /neispravnost cirkulacionog ventilatora	3	Provera broja obrtaja cirkulacionog ventilatora	Vizuelno, Karton žarenja	5	90							
			Oštećenje pri manipulaciji	Mehanička oštećenja	4		Neispravno/oštećeno noseće sredstvo	3	Dnevni,nedeljni,mesečni pregled dizalica i nosećih sredstava-ček lista	Vizuelno	6	72							
					4		Kvar dizalice	3	Dnevni,nedeljni,mesečni pregled dizalica i nosećih sredstava-ček lista	Vizuelno	6	72							
					4		Greška vozača dizalice	3	Procedure	Vizuelno	6	72							
5.	Blokiranje koturova	Blokirani koturovi označeni sa predviđenom oznakom i smešteni na određenu lokaciju	Pogrešna identifikacija i lokacija kotura	Pogrešno procesiranje	6		Greška operatora	3	Procedura	Vizuelno	5	90							

		u																		
6.	Otprema kotur na skladište	Pravilno uskladišten kotur	Pogrešno uskladišten kotur	Neplanska promena programa žarenja	3		Greška skladištara	3	Procedura	Vizuelno	6	54								
		Pravilna manipulacija sa koturo m	Oštećenje pri manipulaciji	Mehaničko oštećenje	3		Greška vozača dizalice	3	Procedura	Vizuelno	6	54								

на процесирање у процесу производње хладноваљаних лимова. На основу тога FMEA тим процењује да ниједан од начина могућих отказа не морају бити подвргнути корективним или превентивним мерама и поновној процени ризика.

Као закључак овог потпоглавља у спровођењу FMEA дела процеса у процесу производње ХВ лимова, би био да методологија FMEA процеса може послужити и у сврху потврде, да су нам процеси у току одређеног временског периода стабилни и да се ризик постојећим мерама процесне контроле, држи на задовољавајућем нивоу прихватљивом, како за купца тако и за произвођача. Конкретно ово нам је јасно из примера спроведеног FMEA процеса на постројењу ЖЧНК. Такође смо на спровођењу FMEA процеса постројења Тандем видели да је некада неизбежно **умањење ризика** ефикаснијим **откривањем последице** уместо најповољнијег и најчешћег поступка смањења ризика, смањењем вероватноће **појављивања** или побољшањем **откривања** узрока отказа.

3.5 FMEA процеса на постројењима за дресирање DCR (*Double Coils Reduction*) и Дресир

Постројења за дресирање траке, односно за обраду пластичним деформисањем на хладно у смислу ваљања на захтевану дебљину и по захтеваним механичким особинама, су заправо постројења на којима ће се јавити први знаци односно назнаке проблема на који се купац жалио, а то су могући узроци тачкасте корозије на каросеријском хладноваљаном лиму. (слика бр.5)

Према слици бр.3, страна бр.24 овог рада, на којој је приказан дијаграм тока на постројењима DCR и Дресир, тим FMEA дели процес на постројењу DCR на 9 подпроцеса, односно 9 делова процеса производње каросеријских лимова на овом постројењу (види табелу бр.12) и 8 подпроцеса, односно делова процеса производње каросеријских лимова на постројењу Дресир (види табелу бр.13)

Делови процеса постројења DCR (табела бр.13) :

1. Пријем и складиштење жарене траке
2. Увођење и дресирање траке
3. Намотавање траке у котур
4. Контролисање траке и додела статуса производу
5. Узорковање дресиране траке за испитивање механичких особина
6. Обележавање Хладно Ваљаних (ХВ) котурова
7. Блокирање котурова
8. Отпрема котурова на складиште

На основу прикупљених података и чињеница везаних за период процесирања спорних котурова, на којима се појавила тачкаста корозија, а која је регистрована код купца непосредно пре коришћења материјала за даљу прераду, односно израду делова аутомобилске каросерије, FMEA тим започиње анализу начина и последица отказа.

Табела бр.12 FMEA Образац за постројење DCR

Analiza načina i posledica mogućih otkaza - FMEA procesa - DACIA														QMS.PO.SM-730-03-01						
														Broj:PFMEA HV-DK-01						
														Strana : :						
Deo-Neizloženi delovi automobila							Odgovornost- Hladna valjaonica - DCR				Izradio:Zoran Simić -Rukovodilac proizvodnje									
Godina modela/ Vozilo(a):NP							Ključni datumi:NP				Datum izrade: 01.12.2007.			Datum izmene:02.11.2011.						
Tim-Z.Simić-J.Kedžić -V.Čirić-M.Soldatović -J.Laptošević -P.Nikolić-M.Vučinić-M.Pantić- V.Bojković																				
Redni broj	Proces	Zahtevi procesa	Način mogućeg otkaza	Moguće posledice otkaza	Ozbiljnost	Klasifikacija	Mogući uzroci/ mehanizmi otkaza	Pojavljivanje	Postojeće kontrole procesa Preve ncija	Postojeće kontrole procesa Detekcija	Otkrivanje	RPN	Preporu čene mere	Odg ovor na lica	Da tu m pri me ne	Rezultati preduzetih mera				
																Preduzete mere/ Datum realizacije	Ozbiljnost	Pojavljivanje	Otkrivanje	RPN
1.	Prijem i skladišt enje žarene trake	Pravilno identifik ovan i uskladiš ten kotur	Pogrešn a identifi kacija kotura	Zamenje n kotur, pogresne dimenzije ,zastoj na liniji,oste cenje na opremi	4		Greška skladištara	3	Proce dura	Vizuelno	6	72								
		Pravilna manipul acija sa koturom	Oštećenj e pri manipula ciji	Mehaničk a oštećenja	4		Oštećena noseća sredstva	3	Proce dura	Vizuelno	6	72								
					4		Otkaz opreme	2	Dnev ni pregle d dizalic e-ček lista	Vizuelno	6	48								

				4	Nepažljivo rukovanje dizaličara	3	Procedura	Vizuelno	6	72								
Zaštita kotura od korozije	Neadekvatni uslovi skladištenja	Korozija	5		Prokišnjavanje krova hale	3	Procedura	Vizuelno	7	105	Definisati mesta za skladištenje materijala za kupca Dacia	Rukovođenje proizvoda	25.09.2011.	Definisanamesta za skladištenje, postavljene table koje definišumesta skladištenja Izmenjenoradno uputstvo QMS.RU.HV.DK57 popravljenkrov postavljenedve kamere za pracenjestanja u skladistu	5	2	5	50
			5		Isparenjasa postrojenja zadekapiranje	3	Plansko održavanje	Test probe	6	90	Izgraditizid između Dekapiranja i skladišta žarenih koturova	Rukovođenje proizvoda	17.11.2011.	Izgrađen je zid između Dekapiranja i skladišta žarenih koturova	5	2	5	50

			Dugo stajanje u skladištu ispred DCR		5	S	Nepoštovanje pravila FIFO	3	Radna uputstva. Praćenje starosti materijala od strane Skladištara	Vizuelno, Automatsko praćenje starosti materijala	6	90	Kreirati sistemsko upozorenje o starosti koturova u skladištu	GM QA	20.09.2011.	Definisano je RU za zadržavanje koturova u međufazi i završen je sistemsko obaveštavanje o starosti koturova u skladištu	5	2	5	50
		Temperatura predresiranja nesme biti veća od 45 stepeni	Temperatura kotura veća od propisane	Odstupanje mehaničkih osobina, loš oblik i ravnost trake	4		Greška skladištara	3	Procedura	Termički topljiva kreda	6	72								
2.	Priprema koturova za dresiranje	Odbačeni oštećeni početni namotaji	Nedovoljno odsecanje početka trake	Otisci, zastoj	5		Greška operatora	2	Procedura	Vizuelno	6	60								
3.	Uvođenje i dresiranje	Hladno valjana traka zahteva nog izduženja, zahteva	Neadekvatno uvođenje trake	Zastoj, oštećenje opreme, defekti na traci	4		Greska operatora	3	Procedura	Vizuelno	6	72								
					4		Otkaz opreme	3	Procedura, plan održavanja	Vizuelno	6	72								

		ne ravnosti , stanja površin e i izgleda kotura prema specifi- ranim zahtevi ma	Neodgov- arajuće izduženj e	Neodg. meh. Osobine	6	S	Otkaz opreme- proklizavanje S slogova,	4	Plans ka preve ntiva , Proce dura	SPC Merni krug za merenje izduženja Kalibracija se radi preko softvera na računaru	4	96								
			Otkaz opreme za regulacij u ravnosti	Odstupa nje ravnosti celom dužinom trake	6	S	Greška operatora- POGREŠNO UNEŠEN BROJ KOTURA	3	Proce dura	Kompjuters ki Dijagram izduženja	4	72								
					6	S	Istrošenost valjaka	3	Proce dura	Dijagram profila Merenje hrapavosti valjka	5	90								
					5		Neispravnost Vidimon rolne	4	Proce dura	Kompjuters ki Vizuelno	4	80								
					5		Neispravnost hidrauličkog sistema za savijanje valjaka	3	Proce dura	Kompjuters ki Vizuelno	4	60								
					5		Neispravnost hidrauličkog sistema za promenu nagiba valjaka	3	Proce dura	Kompjuters ki Vizuelno	4	60								
					5		Neodgovarajuća hrapavost valjaka	3	Proce dura Mere nje hrapa vosti trake na svako m treće m koturu	Merač hrapavosti	6	90								

			5		Neodgovarajuća bombiranost radnih i potpornih valjaka	3	Procedura	Kontrola oblika valjaka - Promic-om	6	90									
Otkaz opreme za oduvavanje sredstva za mokro dresiranje	Voda na traci / korozija, prljava površina, fleke	5	S		Pad pritiska azota u sistemu za udvavanje	3	Planska preventiva, Procedura	Indikator merila, zvučna signalizacija Zvučna signalizacija pri padu pritiska azota ispod 5.5 bara	5	75									
		5	S		Zapušene dizne za oduvavanje	2	Promenjen dizajn kolektora , Planska preventiva, Procedura	Vizuelno, selotejp proba	6	60									
Oštećenost valjaka	Otisci, zastoj	5	S		Mehaničko oštećenje valjka	3	Inspekcija trake	Vizuelno, stroboskop lampa	6	90									
		5	S		Pukotina na valjku	3	Procedura, Vizuelna proveravako g valjka preugradnje	Vizuelna, roll-scan	5	75									

			5	S	Proklizavanje valjaka	3	Inspekcija trake	Vizuelno, stroboskop lampa	6	90								
			5	S	Nalepi na valjku	2	Procedura	Inspekcija trake	6	60								
		Proklizavanje rolne	5	S	Neusklađena brzina tenziometarskih i međustanskih rolne sa brzinom trake	2	Planska preventiva	Komp.sistem praćenja Vizuelno	5	50								
			5	S	Neodgovarajuća hrapavost rolne ulaznog S sloga	2	Planska preventiva, Procedura	Komp.sistem praćenja Vizuelno	5	50								
		Istrošeno st valjaka	6		Nepoštovanje pravila izmene RV	2	Procedura	Merač hrapavosti	6	72								
		Nepodešenost linije prolaza trake	4	S	Neispravnost sklopa zavojnih vretena	2	Plansko održavanje	Inspekcija trake	6	48								
			4	S	Pogrešno uneti podatci o prečnicima valjaka	2	Kartica i karton valjka	Upoređivanje podataka	6	48								
		Neadekvatno izvodjenje trake	4		Greska operatora	2	Procedura	Vizuelno	6	48								
			4		Otkaz opreme	2	Procedura, plansko održavanje	Vizuelno	6	48								
		Nepodešenost procesa pri startu proizvodnje posle	5	S	Zaostala nečistoća nakon profilakse, intervencije ili promene moda rada	3	Procedura	Inspekcija trake, roll-out	6									

[illegible]

	osobina	ovan sa označe nim pravce m valjanja																		
7	Obelež avanje HV kotura	Obelež avanje kotura po progra mu dresiran ja	Pogrešn o obeležav anje HV kotura	Zamenje n kotur	6		Greška operatora	2	Proce dura	Vizuelno	6	72								
8	Blokira nje koturov a	Dodela koda defekta i statusa "B" HV koturu putem prateće dokume ntacije i preko IS za praćenj e proizvo dnje.	Neusagl ašen proizvod nije blokirani nije usmeren na tim za definisan je statusa blokirano m proizvod u.	HV kotur sa neusagla šenim katrakteri stikama ide u dalji proces proizvod nje	5		Greška operatora	2	Proce dura	Vizuelno	6	60								
9	Otprem a kotura na skladišt e	Pravilno usmere nje kotura za dalji proces prerade .	Pogrešn o usmeren kotur za dalji proces prerade.	Prename na	3		Greška skladištara	3	Proce dura	Vizuelno	6	54								

Дефинисана је критична вредност фактора приоритета ризика за ово постројење и износи **RPN_{crit}=125**, по методологији објашњеној на примерима претходних постројења, уз помоћ табеле бр.8.

Потом FMEA тим даљом анализом уочава, у делу процеса на постројењу DCR под редним бројем 1 у табели бр.12, под називом, **Пријем и складиштење жарене траке**, начине могућег отказа дефинисане као, **Неадекватни услови складиштења и дуго стајање котурова у складишту испред постројења DCR**, и наставља са наредним корацима FMEA процеса овог постројења.

Могућа последица ова два начина отказа је управо **корозија** на коју се купац касније жалио, али тим незнајући још да ће се рекламација десити, улази у изналажење **могућих узрока** начина отказа. Испрва пре него што је стигла рекламација од стране купца, значи у време спровођења FMEA овог дела процеса на постројењу DCR, тим је предвидео неке могуће узроке **корозије** и декларисао их као, **Прокишњавање крова хале**, у делу где се складиште ожарени котурови, затим **Испарења са постројења за декапирање**, и **Непоштовање правила FIFO (First In, First Out)**. (види табелу бр.12)

Прокишњавање крова хале, као унапред препознат узрок од стране тима, је у ствари био најспорнији могући узрок кога је требало отклонити. Собзиром на ниво инвестиционих средстава за замену крова на хали, на превентивну меру замене крова се није могло у знатној мери утицати. Касније ћемо видети да су изналажене алтернативне корективно/превентивне мере за спречавање овог могућег узрока.

Испарења са постројења за декапирање је опет, као унапред препознат могући узрок имао отежавајућу околност код покушаја елиминације истог, собзиром на потребну инвестицију изградње преградног зида између две узастопне колоне хале, где је у једној складиште ожарених котурова а у другој постројење Декапирилица, али је опет био прихватљивији финансијски у односу на претходни могући узрок.

Непоштовање правила FIFO(First In, First Out) је у ствари правило које подразумева да се први оджарени котур који уђе у складиште испред постројења DCR и Дресир, први и испрограмира за даље процесирање на постројењима DCR и Дресир. Ово је могући узрок на кога се релативно лако и јефтино могло утицати превентивним мерама а које се односе на аларм, или електронско обавештење о старости котурова, што ћемо касније видети даљом анализом и објашњењем FMEA поступка кроз Табелу бр.12.

FMEA тим је извршио и рангирање, као наредни корак у FMEA процеса постројења DCR и Дресир такође, где за могућу последицу, **Корозија** узроковану могућим узроцима, Прокишњавање крова хале, Испарења са постројења за декапирање и Непоштовање правила FIFO, проценио ризик озбиљности последице, оценом фактора ризика озбиљности последице **S=5**, што према табели бр.3, као смернице за оцењивања озбиљности, значи умерена озбиљност последице. (види табелу бр.12)

Даље тим оцењује сва три могућа узрока корозије, које је на радним састанцима препознао, доста ниском оценом, тако да фактор ризика појављивања узрока износи **O=3**, према смерницама из табеле бр.4, то би за овај случај значило да се у произведених 100 000 t челичних лимова, може појавити само 1t лима са корозијом, тако да је овде очигледан превид FMEA тима, собзиром на то да се отказ после неког времена појавио и уследила је рекламација од купца. (види табелу бр.12)

FMEA тим наставља оцењивање фактора ризика откривања узрока отказа, при чему на основу постојећих контрола процеса, које се огледају у спровођењу визуелних прегледа произведеног материјала у случају узрока Прокишњавање крова хале, додељује оцену **D=7**. Затим фактор ризика откривања узрока отказа за контролу процеса која се огледа у планском одржавању и тестирању вентилационих система за случај узрока, Испарења са постројења за декапирање, FMEA тим додељује оцену **D=6**,

и на крају фактору ризика откривања узрока за случај узрока Непоштовање правила FIFO, контролом **процеса праћења старости материјала од старне складиштара** као и уз помоћ **аутоматског праћења старости котурова у складишту**, тим додељује оцену **D=6**. (види табелу бр.12)

На крају рангирања израчунава се укупан ризик у виду фактора приоритета ризика RPN и у комбинацији са вредностима појединачних фактора ризика горе већ одређених од стране тима, FMEA тим доноси коначну одлуку да ли је коначан ризик у границама прихватљивости или не.

Укупни RPN-ови за могућу последицу **Крозија**, од два начина могућих отказа Неадекватни услови складиштења и Дуго стајање котурова у складишту испред DCR-а и Дресира, а која је као последица узрокована могућим узроцима, прокишњавањем крова хале, испарењима са постројења за декапирање и непоштовањем правила FIFO, су респективно износили, **105, 90 и 90**. (види табелу бр.12)

FMEA тим коначно доноси одлуку да је ризик под контролом и да нема потребе за додатним корективним/превентивним мерама, чак и за отклањање или спречавање узрока, Прокишњавање крова хале, чија је вероватноћа откривања од стране истог тима процењена као **веома мала**, оценом **D=7**, према табели бр.5, руководећи се пре свега резултатима фактора приоритета ризика RPN, који су били испод критичне вредности фактора приоритета ризика (**$RPN < RPN_{crit}$**), за коју смо на почетку овог потпоглавља рекли да је тим усвојио и износила је **$RPN_{crit}=125$** .

У даљем тексту овог рада а који се тиче такође спровођења FMEA, само сада на захтев купца, услед рекламације на тачкасту корозију, на истом овом постројењу (DCR), видећемо како ће FMEA тим ипак изнаћи корективне мере, које су и финансијски прихватљиве и веома брзо спроводљиве у циљу заштите купаца, као и самог произвођача од могуће последице начина отказа, овде назване **тачкаста корозија**.

Пре него пређемо на следеће поглавље, важно је напоменути да су од стране тима, исти начини отказа, последице и узроци, а везани за корозију додељени код FMEA процеса постројења Дресир, јер је део процеса у коме настају могући начини и узроци отказа, исти за оба ова постројења (DCR и Дресир).

Собзиром на ову сличност, апсолутно је идентично и рангирање, као и укупна процена ризика, тако да разлике нема између FMEA овог дела процеса између постројења DCR и Дресир. Код постројења Дресир постоји још је да део процеса, под називом **Увођење и дресирање**, код кога је FMEA тим, тек у периоду када је радио на FMEA процеса на захтев купца због тачкасте корозије, проценио да је неопходно ући у превентивне и корективне мере, али где се као последица није јављала корозија, већ су чланови тима, поучени пропустом код рангирања и процене ризика што се корозије тиче као последице, у делу процеса Пријем и складиштење, где су углавном потценили ниво ризика, у овом делу сада ипак кренули у корективно/превентивне мере.

Тај део процеса, Увођење и дресирање, овог пута нећемо обрађивати, собзиром да смо се ограничили на проблем елиминације и спречавање **тачкасте корозије применом FMEA процеса**, коме у овом раду треба још доста посветити пажње, како је и најављено у претходном делу рада који се тиче FMEA процеса постројења DCR. За постројење Дресир FMEA тим је такође усвојио **$RPN_{crit}=125$** .

Табела бр.13 FMEA образац за постројење Дресир

Analiza načina i posledica mogućih otkaza - FMEA															QMS.PO.SM-730-03-01					
															Broj:PFMEA HV-DK-02					
															Strana : :					
Deo-Neizloženi delovi automobila										Odgovornost- Hladna valjaonica - Dresir					Izradio:Zoran Simić -Rukovodilac proizvodnje					
Godina modela/ Vozilo(a):NP										Ključni datumi:NP					Datum izrade: 01.12.2007.			Datum izmene:02.11.2011.		
Tim-Z.Simić-J.Kedžić -V.Čirić-M.Soldatović -J.Laptošević -P.Nikolić-M.Vučinić-M.Pantić- V.Bojković																				
Br oj	Proces	Zahtevi procesa	Način mogućeg otkaza	Moguće posledice otkaza	Ozbiljnost	Klasifikacija	Mogući uzroci/ mekhanizmi otkaza	Pojavljivanje	Postoj eće kontro le proce sa Preve ncija	Postojeće kontrole procesa Detekcija	Otkrivanje	RPN	Prepor učene mere	Odg ovor na lica	Dat um pri me ne	Rezultati preduzetih mera				
																Preduzete mere/ Datum realizacije	Ozbiljnost	Pojavljivanje	Otkrivanje	RPN
1.	Prijem i skladištenje žarene trake	Pravilno identifikovan i uskladišten kotur	Pogrešna identifikacija kotura	Zamenjen kotur, pogresne dimenzije ,zastoj na liniji, oštećenje na opremi	4		Greška skladištara	3	Procedura	Vizuelno	6	72								
		Pravilna manipulacija sa koturom	Oštećenje pri manipulaciji	Mehanička oštećenja	4		Oštećena noseća sredstva	3	Procedura	Vizuelno	6	72								
					4		Otkaz opreme	2	Dnevni pregled dizalica	Vizuelno	6	48								

[illegible]

			Dugo stajanje u skladištu ispred Dresira		5	5	Nepoštovanje pravila FIFO	3	Radna uputstva. Praćenje starosti materijala od strane Skladištara	Vizuelno, Automatsko praćenje starosti materijala	6	90	Kreirati sistemsko upozorenje o starosti koturova u skladištu	GM QA	20. 09. 2011.	Definisano je RU za zadržavanje koturova u međufazi i završeno je sistemsko obaveštavanje o starosti koturova u skladištu	5	2	5	50
		Temperatura pre dresiranja nesme biti veća od 45 stepeni	Temperatura kotura veća od propisane	Odstupanje mehaničkih osobina, loš oblik i ravnost trake	4		Greška skladištara	3	Procedura	Termički topljiva kreda	6	72								
2	Uvođenje i dresiranje	Odbačeni oštećeni početni namotaji	Nedovoljno odsecanje početka trake	Otisci, zastoje	5		Greška operatora	2	Procedura	Vizuelno	6	60								
		Hladno valjana traka zahteva nog izduženja,	Neadekvatno uvođenje trake	Zastoj, oštećenje opreme, defekti na traci	4		Greska operatora	3	Procedura	Vizuelno	6	72								
					4		Otkaz opreme	3	Procedura, planiranje održavanja	Vizuelno	6	72								

		zahteva ne ravnosti , stanja površin e i izgleda kotura prema specifi- ranim zahtevi ma	Neodgov- araju-će izduženj e	Neodg. meh. Osobine	6	S	Otkaz opreme	3	Plans- ka preve- ntiva , Proce- dura	Merenje izduženja impulsnim davačima	6	108	Zamen a rolni I spojnic a na impuls generat orima za merenj e izduze nja	Ruk ovod ilac odrz avan ja	25. 09. 201 1.	Promenjen dizajn spoja između rolne i merača broja obrta,ja, zamenjena rolna, verifikovano merenje izduženja	6	2	6	72
					6	S	Greška operatora	3	Proce- dura	Očitavanje na displeju	4	72								
					6	S	Istrošenost valjaka	3	Proce- dura	Merenje hrapavosti valjka	5	90								
		Otkaz opreme za regulacij u ravnosti	Odstupa- nje ravnosti celom dužinom trake		5		Neodgovarajuća hrapavost valjaka	3	Proce- dura Meren- je hrapa- vosti trake na svako m treće m koturu	Merač hrapavosti	6	90								
					5		Neodgovarajuća bombiranost radnih i potpornih valjaka	3	Proce- dura	Kontrola oblika valjaka - Promic-om	6	90								

			Otkaz opreme za oduvavanje sredstva za mokro dresiranje	Voda na traci / korozija, prljava površina, fleke	6	S	Pad pritiska azota u sistemu za uduvavanje	3	Planska preventiva, Procedura	Indikator merila, zvučna signalizacija Zvučna signalizacija pri padu pritiska azota ispod 5.5 bara	6	108	Postavi ti signalizacije i zabranu za rad u slučaju oscilacije pritiska	Rukovodilac održavanja	25. 09. 2011.	Ugrađen manometar za merenje pritiska azota i detekcije pada pritiska i blokada za dozvolu za rad	6	2	5	60
					6	S	Zapušene dizne za oduvavanje	2	Promenjen dizajn kolektora, Planska preventiva, Procedura	Vizuelno, selotejp proba	6	72								
			Oštećenost valjaka	Otisci, zastoj	5	S	Mehaničko oštećenje valjka	3	Inspekcija trake	Vizuelno, stroboskop lampa	6	90								
					5	S	Pukotina na valjku	3	Procedura, Vizuelna proveravakom svakog valjka pre ugradnje	Vizuelna, roll-scan	5	75								
					5	S	Proklizavanje valjaka	3	Inspekcija trake	Vizuelno, stroboskop lampa	6	90								
					5	S	Nalepi na valjku	2	Procedura	Inspekcija	6	60								

				Istrošeno st valjaka	Neodgov arajuća hrapavos t trake	6		Nepoštovanje pravila izmene RV	2	Proce dura	Merač hrapavosti	6	72						
			Nepodeš enost linije prolaza trake	Lučnost, ogrebotin e	4	S	Neodgovarajuća ploča ispod donjeg PV	2	Plans ko održa vanje	Inspekcija trake	6	48							
					4	S	Pogrešno uneti podatci o prečnicima valjaka	2	Kartic a i karton valjka	Upoređiva nje podataka	6	48							
			Neadekv atno izvodjenj e trake	Zastoj, ostecenje opreme, defekti na traci, kidanje trake	4		Greska operatora	2	Proce dura	Vizuelno	6	48							
					4		Otkaz opreme	2	Proce dura, plans ko održa vanje	Vizuelno	6	48							
			Nepodeš enost procesa pri startu proizvod nje posle dužeg zastoja	Defekti na traci	5	S	Zaostala nečistoća nakon profilakse, intervencije ili promene moda rada	2	Proce dura	Inspekcija trake, roll-out	6	60							
3	Namot avanje kotura	Čvrsto namota n korur bez telesko pa	Loše namotav anje	Labavo namotan kotur, teleskopi čan kotur, pregibi	5		Loše uvođenje trake	2	Proce dura	Vizuelno	6	60							
					5		Otkaz opreme namotača	2	Plans ko održa vanje	Vizuelno	6	60							
4	Kontroli sanje trake i dodela statusa proizvo	Upoređi vanje ostvare nih karakter istika	Izvaljan veći broj koturova sa defektom	Pogrešno ocenjen proizvod	6	S	Operator/kontrolor nije uočio grešku	2	Obuk a, Proce dura	Dodatna kontrola proizvoda metodom selotejp test i roll	6	72							

	du	HV kotura sa intrinzičnim kriterijima za klasifikaciju i zahtevima kupca							out											
					6	S	Neadekvatna reakcija na uočenu grešku	2	Procedura	Dodatna kontrola proizvoda metodom selotejp test i roll out	6	72								
5	Uzorkovanje dresirane trake za ispitivanje mehaničkih osobina	Uzorak odgovarajućih dimenzija bez površinskih defekata, pravilno identifikovan sa označenim pravcem valjanja	Neodgovarajuće uzorkovanje	Ponovno uzorkovanje	4		Operator nije uzeo uzorak po programu	2	Procedura	Vizuelno	6	48								
					4		Uzet je pogresan uzorak sa površinskim defektima (ogrebotine, ljušte, kovarina)	2	Procedura	Vizuelno	6	48								
					4		Pogrešno identifikovan uzorak	2	Procedura	Vizuelno	6	48								
6	Obeležavanje HV kotura	Obeležavanje kotura po programu dresiranja	Pogrešno obeležavanje HV kotura	Zamenjen kotur	6		Greška operatora	2	Procedura	Vizuelno	6	72								

7	Blokira nje koturov a	Dodela koda defekta i statusa "B" HV koturu putem prateće dokume ntacije i preko IS za praćenj e proizvo dnje.	Neusagl ašen proizvod nije blokiran i nije usmeren na tim za definisan je statusa blokirano m proizvod u.	HV kotur sa neusagla šenim katrakteri stikama ide u dalji proces proizvod nje	5		Greška operatora	2	Proce dura	Vizuelno	6	60									
8	Otprem a kotura na skladišt e	Pravilno usmere nje kotura za dalji proces prerade .	Pogrešn o usmeren kotur za dalji proces prerade.	Prename na	3		Greška skladištara	3	Proce dura	Vizuelno	6	54									

3.6. FMEA процеса на постројењима за дресирање по основу рекламације и захтева купца

Како је већ образложено у потпоглављу 3.5., FMEA тим је својом анализом, рангирањем и проценом ризика укупно, донео одлуку да је на постројењима DCR и Дресир, ниво ризика задовољавајући у смислу да ће се постојећим контролним системима ризик увек спречити или свести на ниво прихватљив, како за купца тако и за самог произвођача каросеријских лимова. Очигледно да је процена ризика недовољно прецизно, а можда и са недовољно искуства у овој области, урађена коришћењем FMEA процеса. Компанија коју овде називамо произвођачем, је заправо у ранијем периоду, у односу на кампању производње каросеријских лимова на којој се и појавила корозија, имала готово никакво искуство са купцима из области аутоиндустрије, осим са купцима који су производили аутомобилске и камионске фелне, чији су захтеви неупоредиво нижи у односу на купце каросеријских лимова.

Негде при крају потпоглава 3.2. је већ поменута ситуација која се односи на пристизање рекламације од купца на дефект тачкаста корозија, затим хитно формирање FMEA тимова и практично преиспитивање FMEA процеса на постројењима за производњу каросеријских лимова.

Собзиром да је тим већ имао неке процене ризика по постројењима за производњу хладноваљаних лимова, из периода пре него што је започео производњу каросеријских лимова, тимови се фокусирају управо на постројења код којих је иначе препозната могућност појаве корозије на производу, у овом случају каросеријским лимовима, у општем случају на хладноваљаним лимовима.

У претходном потпоглављу приказана је процена ризика у делу процеса производње на постројењу DCR и Дресир где је FMEA тим већ раније препознао могуће начина отказа, који би за могућу последицу могли имати и **корозију** на лимовима. Само да подсетим, ради се о делу процеса производње на постројењу DCR и Дресир, **Пријем и складиштење жарене траке**, са захтевом процеса, **Заштита котурова од корозије**, где су могући начини отказа (види табелу бр.12 и табелу бр.13):

- Неадекватни услови складиштења и
- Дуго стајање котурова у складишту испред постројења DCR и Дресир

Препозната могућа последица **Корозија**, како је већ описано у претходном потпоглављу има такође само три препозната могућа узрока при првом спровођењу FMEA процеса од стране FMEA тима, и они су такође дати у претходном потпоглављу:

- Прокишњавање крова хале
- Испарења са постројења за декапирање
- Непоштовање правила FIFO

FMEA тим препознајући сада, да посао у смислу спровођења FMEA процеса и анализе свих могућих узрока последице, корозије у овом случају, није до краја обављен, што је резултирало рекламацијом и губитком поверења купца, улази у детаљнију анализу узрока отказа, односно проблема, користећи још један алат за евидентирање анализе односа УЗРОКА и ПОСЛЕДИЦЕ, а то је **Ishikawa** дијаграм, или дијаграм **УЗРОЦИ-ПОСЛЕДИЦА** [14].

Ishikawa дијаграм је практично преглед или анализа утицаја узрока на проблем односно последицу и он се може користити како индивидуално тако и у комбинацији са другим методама за процену ризика и откривање главних узрока проблема.

FMEA тим сада препознаје знатно већи број група могућих узрока у односу на првобитно спровођење FMEA поступка, и то неких 7 група могућих узрока (види слику бр.6) у којима је наведено **33 могућа узрока корозије** као последице. Овај **Ishikawa** дијаграм не обухвата само могуће узроке на постројењима DCR и Дресир која обрађујемо у овом потпоглављу, већ и узроке који се могу јавити и на осталим постројењима у процесу производње хладноваљаних каросеријских лимова. У наредним потпоглављима обрадићемо FMEA посупак и на тим постројењима, где ћемо такође корисити исти овај **Ishikawa** дијаграм (види слику бр.6), односно анализу узрока FMEA тима уз помоћ овог дијаграма. Групе узрока у којима је садржано ових 33 могућих узрока корозије које је FMEA тим дефинисао су:

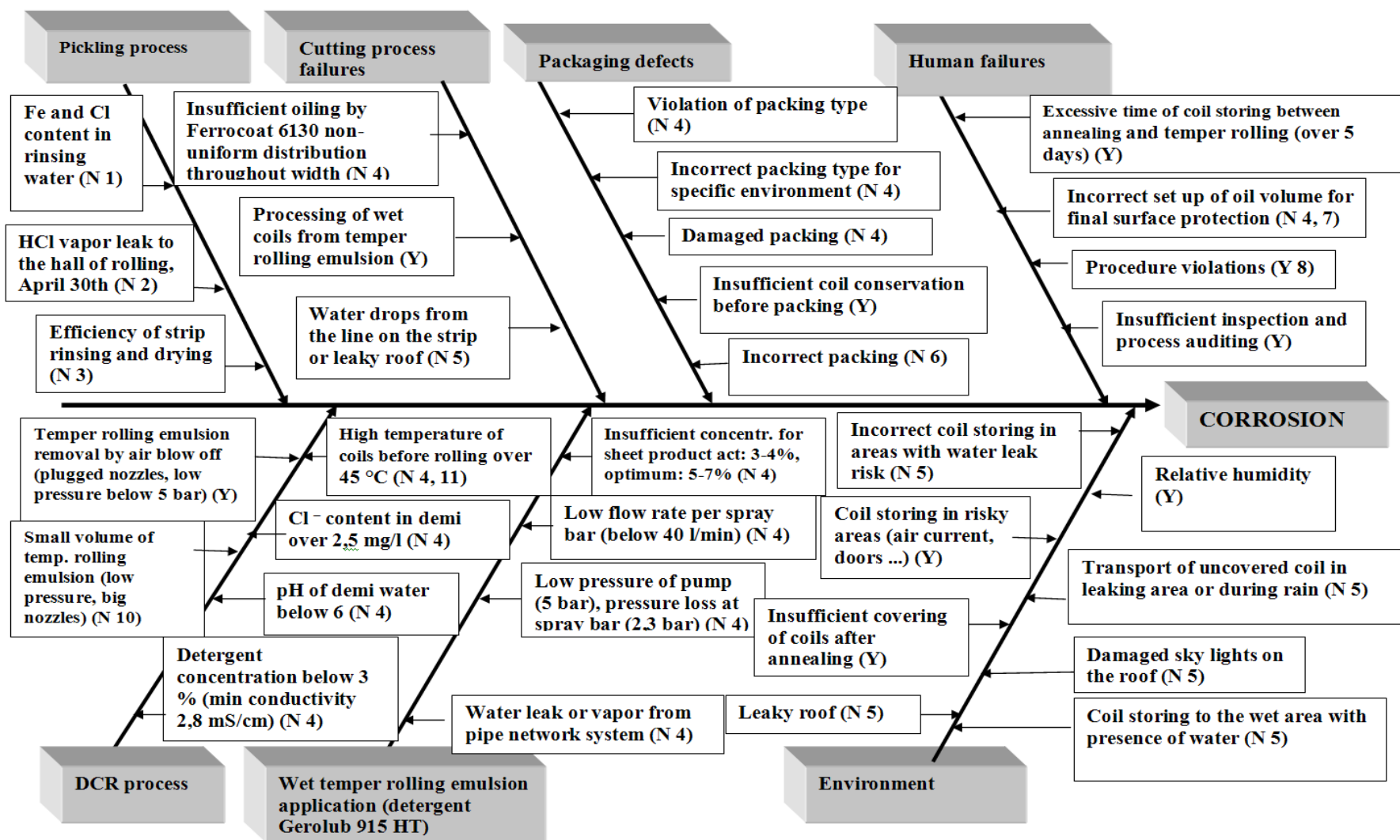
- Процес декапирања (**Pickling process**)
- ДЦР процес (**DCR process**)
- Грешке при процесу сечења (**Cutting process**)
- Примена емулзије за мокро дресирање корисћењем уља **Gerolub 915 HT (Wet temper rolling emulsion application ,detergent Gerolub 915 HT)**
- Процес паковања (**Packaging process**)
- Околина (**Environment**) и
- Људске грешке (**Human failures**)

Ishikawa дијаграм, као и остала документација је углавном рађена на енглеском језику од стране FMEA тима, собзиром да је касније читав FMEA поступак и све што је рађено на изналажењу и решавању проблема корозије, презентирано купцу који је са иностраног тржишта, те је због званичног језика за комуникацију и рађена документација на енглеском језику .

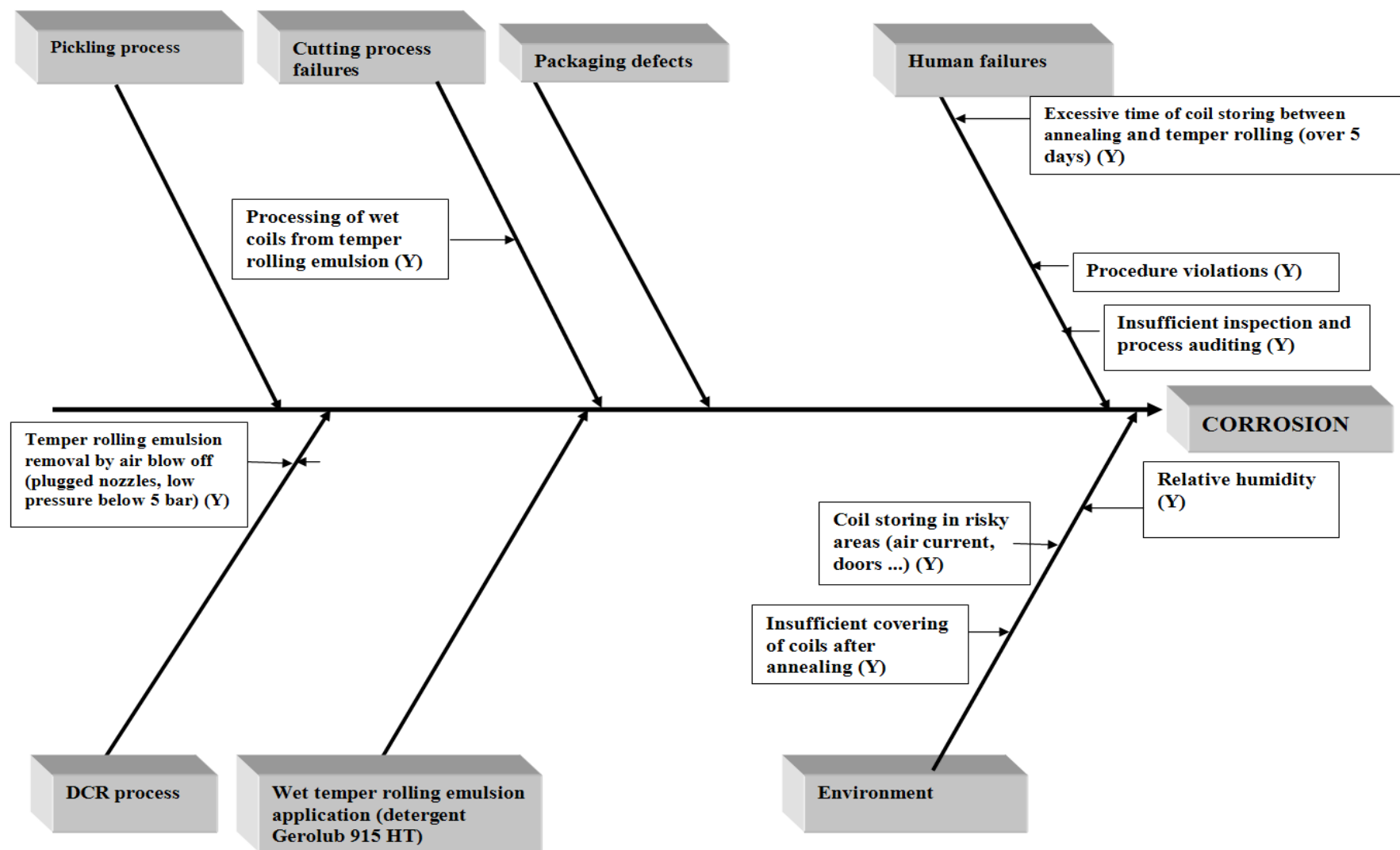
Од свих 33 могућих узрока дефинисаних на састанку FMEA тима, издвојено је **8 главних узрока**, што се може видети на ревидираном **Ishikawa** дијаграму. У складу са ових 8 главних узрока тим одређује препоручене мере (види табелу бр.12 и 13).

Ако поново погледамо слику бр.7 видимо са **Ishikawa** дијаграма да је FMEA тим установио 8 следћих главних узрока корозије:

- Уклањање емулзије при дресирању издувавањем ваздухом, запушење бризгалки, низак притисак испод 5 bar (**Temper rolling emulsion removal by air blow off, plugged nozzles, low pressure below 5 bar**), у групи узрока DCR процес.
- Процесирање, сечење котурова мокрих од емулзије за дресирање (**Processing of wet coils from temper rolling emulsion**), из групе узрока Грешке при процесу сечења



Слика бр.6 *Ishikawa* дијаграм за последицу **Корозија (Corrosion)**



Слика бр.7 *Ishikawa* дијаграм за последицу **корозија** након гласања FMEA тима (8 главних узрока)

- Складиштење котурова у ризичним областима (***Coils storing in risky areas***), из групе узрока Околина
- Непокривање котурова након процеса жарења (***Insufficient covering of coils after annealing***) из групе узрока Околина
- Реалтивна влажност (***Relative humidity***), из групе узрока Околина
- Дуго време складиштења котурова између процеса жарења и дресирања, преко 5 дана. (***Excessive time of storing between annealing and temper rolling, over 5 days***) из групе узрока Људске грешке
- Кршење процедура (***Precudure violations***) из групе узрока Људске грешке
- Неадекватна инспекција и процес провере (***Insufficient inspection and process auditing***) из групе узрока Људске грешке

На постројењима DCR и Дресир спроводе се корективне а и превентивне мере у циљу смањења ризика појављивања као и ризика од неоткривања могућих узрока **кризије**. Из табеле бр.12 и 13 виде се предузете мере на постројењима DCR и Дресир у складу са 8 главних узрока које је тим установио анализом. Само да подсетим, сви горе наведени узроци не односе се само на постројења које тренутно обрађујемо у овом потпоглављу, већ и на постројења која ћемо касније обрадити.

Предузете корективно превентивне мере на постројењима DCR и Дресир су:

1. Дефинисана су места за складиштење у читавом складишном простору, постављене су табле које указују на места за складиштење. (Слика бр.8)
2. Измењено је радно упутство QMS.RU.HV.DK.57 које се односи на складиштење лимова за аутоиндустрију у складишном простору између постројења за жарење (ЖЧНК) и постројења за дресирање (DCR и Дресир), тзв. складишни простор жарених котурова. (види слику бр.9)
3. Поправљен је кров на хали у делу овог складишног простора жарених котурова поменутог у претходној тачки
4. Постављене су две камере за праћење стања у складишту ,као и контролу складиштења у складу са измењеним радним упутством из тачке 2. (Слика бр.10)
5. Изграђен је зид између постројења за декапирање и складишног простора жарених котурова читавом дужином хале. (Слика бр.11)
6. Дефинисано је радно упутство за задржавање котурова у међуфази односно у складишту жарених котурова, у смислу времена које смеју да проведу у овом складишту пре даљег процесирања на постројењима за дресирање.
7. Направљено је системско обавештавање односно упозоравање о старости котурова у складишту жарених котурова, како би се испоштовало FIFO (first in

first out) ,правило код израде плана процесирања котурова на постројењима за дресирање.(Слика бр. 12)

8. Уграђен је манометар за мерење и детекцију пада притиска Азота којим се одувава емулзија са траке приликом процеса дресирања на постројењима DCR и Дресир, као и блокада покретања постројења услед пада притиска испод 5 bar.



Слика бр.8 Место за складиштење котурова лима за аутоиндустрију



Слика бр.10 Камере којима се контролише складиштење

Koturove BA materijala skladišti isključivo u jednom nivou i vodi računa o rastojanju između koturova radi lakše manipulacije.

Koturovi žareni na Konti žarionici (CA materijal) skladište se u horizontalnoj osi u delu skladišta predviđenom za ovu vrstu materijala. U cilju bržeg hlađenja CA materijala ovaj prostor je opremljen industrijskim ventilatorima.

3.3 Skladištenje koturova običnog lima:

Skladištar vodi računa o redosledu popune skladišta u EF brodu, kao i o ostavljanju dovoljnog rastojanja između koturova radi lakše manipulacije dizalicom. Po dostizanju potpune ispunje skladišta, obaveštava smenskog poslovođu radi preduzimanja preventivnih mera.

Napomena: Ukoliko su skladišta prepuna te nije više moguće skladištenje u jednom nivou, moguće je skladištiti u dva nivoa po odobrenju direktora HV, uz evidenciju pozicije kotura u nivou. Tada važe sledeća pravila: u donji red se stavljaju koturovi većih debljina, a ako su istih debljina, dole se stavljaju koturovi većeg prečnika, mase, ili širine. Teleskopični koturovi se postavljaju na viši nivo.

3.4 Skladištenje koturova za autoindustriju i "B" površinu:

Za prijem i skladištenje žarenih koturova za autoindustriju i B površinu primenjuju se sve aktivnosti propisane u tački 3.1. i 3.3.

Koturovi namenjeni za autoindustriju su obeleženi oznakom „AUTO“ u cilju lakšeg identifikovanja. Skladištar ove koturove skladišti u ograđen i posebno obeležen prostor za auto industriju. Ovaj prostor je podeljen u dva dela, u jedan deo se skladište koturovi koji su ohlađeni na rashladnoj stanici i spremni za dresiranje, a u drugom delu koturovi koji nakon žarenja tek treba da se hlade na rashladnoj stanici.

Popunjavanje avenija u oba dela skladišta se vrši redom, počev od prve avenije sa leve strane pa sve do popune skladišta.

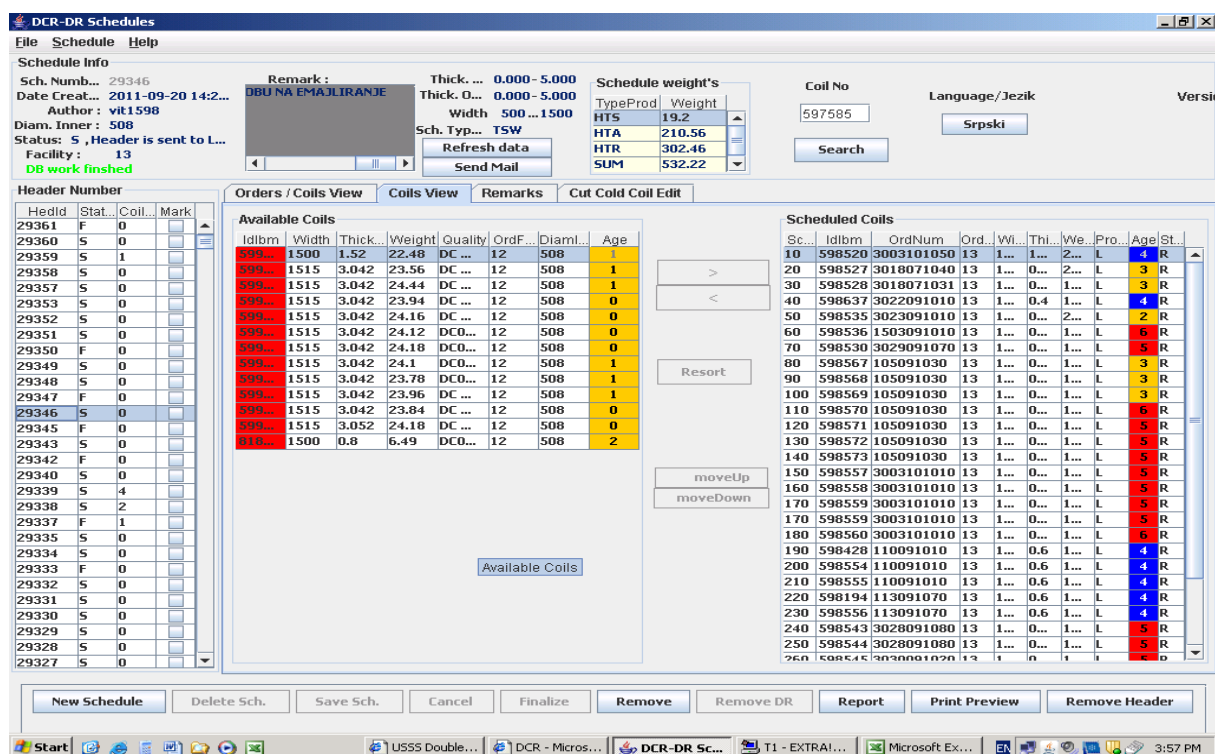
Pri izuzimanju koturova iz oba dela skladišta mora se voditi računa o principu „FIFO“ – prvi ušao, prvi izašao, tj. najpre se izuzimaju koturovi koji su prvi ušli u skladište a na njihovo mesto postavljaju se novozaprimljeni koturovi.

Izdaje: POGON HLADNA VALJAONICA	Strana: 2 od 3
IZDANJA PRE 08.04.2015. SU NEVAŽEĆA	

Слика бр.9 Извод из радног упутства QMS.RU.HV.DK.57



Слика бр.11 Зид између постројења за декапирање и простора за складиштење жарених котурова



Слика бр.12 Системско обавештавање о старости котурова у складишту жарених котурова

Овим корективно превентивним мерама FMEA тим смањује ризик од појављивања и неоткривања узрока корозије, што и потврђује поновним утврђивањем ризика кроз оцењивање сва три фактора ризика, фактора ризика озбиљност, појављивање и откривање и добија следеће резултате (види табелу бр.12 и 13).

На постројењу DCR и Дресир за могући узрок Прокишњавање крова хале, фактори ризика S, O и D са вредности 5, 3 и 7, након поновног оцењивања уз спроведене мере силазе на вредности 5, 2 и 5 при чему укупан фактор приоритета ризика RPN са 105 пада на 50, што у комбинацији са појединачним факторима ризика указује на значајно умањен ризик, што и јесте био циљ рада FMEA тима.

Слична је ситуација и са остала два могућа узрока на DCR и Дресир, а то су Испарења са постројења за декапирање и Непоштовање правила FIFO овде су фактори S, O и D имали вредности пре увођења ових превентивно корективних мера, вредности 5, 3 и 6, а након увођења падају на 5, 2 и 5, при чему и укупан RPN са вредности 90 у оба случаја, пада на 50, такође и овде је знатно смањење ризика од корозије. Овде треба додати да је на Дресир за могући узрок корозије, Пад притиска азота у систему за одување емулзије са лима при процесирању истог, након спровођења корективне/превентивне мере, која се односи на уградњу манометра за азот и блокаде рада постројења услед пада притиска испод 5 bar, вредности фактора ризика S, O и D, падају са 6, 3 и 6 на вредности 6, 2 и 5 а укупан фактор приоритета ризика RPN, са 108 пада на 60. Овде такође закључујемо да имамо значајно смањен ризик од појаве корозије.

Овим бисмо закључили FMEA поступак на подпроцесу дресирање на постројењима DCR и Дресир, у процесу производње каросеријских лимова а на захтев купца услед појаве последице отказа под називом **Корозија**.

3.7 FMEA процеса на постројењу Слитер и у технолошкој јединици паковање, складиштење и отпрема на захтев купца

У овом потпоглављу ћемо видети такође спровођење FMEA поступка као и код претходних постројења односно подпроцеса, али у коме ће акценат бити стављен опет на томе да је купац инсистирао на поновном спровођењу FMEA поступка, собзиром на дефект који се јавио на производу, такође **Корозија** а који је последица отказа у самом процесу производње каросеријских лимова, тачније, последица отказа у подпроцесу на постројењу Слитер и Технолошкој јединици паковање, складиштење и отпрема.

Ако погледамо слику бр.3 страна бр.25, можемо видети да се подпроцес на постројењу Слитер и у Технолошкој јединици паковање, складиштење и отпрема деле на следеће делове подпроцеса:

Слитер

- Пријем и складиштење дресиране траке
- Узорковање дресиране траке за испитивање механичких особина
- Уздужно сечење траке
- Контролисање траке и додела статуса производу (у квалитативном смислу)
- Блокирање котурова
- Науљавање
- Намотавање катура
- Обележавање ХВ катура
- Отпрема слитованог катура на складиште

Технолошка јединица паковање,складиштење и отпрема производа

- Идентификација производа
- Паковање готових производа
- Складиштење готових производа
- Отпрема готових производа

У делу подпроцеса на постројењу Слитер, под редним бројем 1 (табела бр.14), односно прва тачка подпроцеса на Слитерз, **Пријем и складиштење дресиране траке**, видимо да је вредност фактора приоритета ризика изнад **RPN_{crit}=125**, који је FMEA тим усвојио, и износи 126, такође из табелле бр.14 уочавамо да су и појединачне вредности фактора ризика високе, као нпр. фактор ризика озбиљност последице **S=6**, и фактора ризика откривање узрока отказа **D=7**. У овом делу подпроцеса на постројењу Слитер постоји захтев процеса који је у табели бр.14 дефинисан као **Заштита катура од корозије**, где се јављају два начина могућег отказа, **Неадекватни услови**

Табела бр.14 FMEA оразац за постројење Слитер

Analiza načina i posledica mogućih otkaza - FMEA procesa - DACIA														QMS.PO.SM-730-03-01						
														Broj:PFMEA HV-SL-01						
														Strana :						
Deo-Neizloženi delovi automobila							Odgovornost- Hladna valjaonica - Sliter							Izradio:Kedzić Jelena - Rukovodilac proizvodnje						
Godina modela/ Vozilo(a):NP							Ključni datumi:NP				Datum izrade: 01.12.2007.				Datum izmene:02.11.2011.					
Tim-J.Kedžić-Z.Simić-G.Lukić-V.Čirić -P.Nikolić-M.Popović-M.Vučinić-M.Pantić- V.Bojković																				
Br oj	Proces	Zahtevi procesa	Način mogućeg otkaza	Moguće posledice otkaza	Ozbiljnost	Klasifikacija	Mogući uzroci/ mekhanizmi otkaza	Pojavljivanje	Postojeće kontrol e proce sa Preve ncija	Postojeće kontrol e procesa Detekcija	Otkrivanje	RPN	Prep oruč ene mere	Odgov orna lica	Datum prime ne	Rezultati preduzetih mera				
																Preduzet e mere/ Datum realizacij e	Ozbiljnost	Pojavljivanje	Otkrivanje	RPN
1	Prijem i skladištenje dresirane trake	Pravilno identifikovan i uskladišten kotur	Pogrešna identifikacija kotura	Zamenjen kotur, pogresne dimenzije ,zastoj na liniji,ostecenje na opremi	4		Greška skladištara	3	Procedura	Vizuelno	6	72								
		Pravilna manipulacija sa koturom	Oštećenje pri manipulaciji	Mehanička oštećenja	4		Oštećena noseća sredstva	3	Procedura	Vizuelno	6	72								
					4		Otkaz opreme	2	Dnevni pregled dizalica	6	48									

								e-ček lista												
					4		Nepažljivo rukovanje dizaličara	3	Proce dura	Vizuelno	6	72								
		Zaštita kotura od korozije		Korozija	6	S	Prokišnjavanje krova hale	3	Proce dura	Vizuelno	7		Defin isati mest a za sklad istenj e mate rijala za kupc a Daci a	Rukov odilac proizv odnje	25.09. 2011	Definis a mesta za skladiste nje, postavlje ne table koje definis u mesta skladiste nja popravlj e n krov postavlje ne dve kamere za pracenje stanja u skladistu	6	2	5	60
			Neadekv atni uslovi skladište nja									126								
			Dugo stajanje u skladištu ispred Slitera		6	S	Nepoštovanje pravila FIFO	2	Radn a uputst va. Praće nje staros ti materi jala od strane Skladi štara	Vizuelno,Au tomatsko pracenje starosti materijala	6	72								
2	Uzorko vanje	Uzorak odgovar	Neodgov arajuće	Ponovno uzorkova	4		Operator nije uzeo uzorak po programu	2	Proce dura	Vizuelno	6	48								

	dresirane trake za ispitivanje mehaničkih osobina	ajućih dimenzija bez površinskih defekata, pravilno identifikovan sa označenim pravcem valjanja	uzorkovanje	nje	4		Uzet je uzorak sa površinskim defektima(ogrebotine ,ljuspe,kovarina)	2	Procedura	Vizuelno	6	48								
					4		Pogrešno identifikovan uzorak	2	Procedura	Vizuelno	6	48								
3	Uzdužno sečenje trake	Sečenje trake prema specifičnim zahtevima u programu	Nepodešenost glave slitera ili ivičnog obrezivanja	Odstupanje širine	6	S	Greška operatora	2	Procedura	Metar	6	72								
					6	S	Otkaz opreme za razrezivanje	2	Procedura	Metar	6	72								
			Ne podešenost zazora i preklopa	Pucne, savijene ivice	6	S	Neodgovarajući zazor opreme za razrezivanje	2	Procedura	Merni listici	6	72								
					6	S	Neodgovarajući preklop opreme za razrezivanje	2	Procedura	Merni listici	6	72								
			Neodgovarajuće stanje kliznih i obrtnih površina	Ogrebotine, ubodina traci	6	S	Oštećenost kliznih površina	2	Procedura	Vizuelno	6	72								
					6	S	Nečistoća(nalepi na rolnama)	2	Procedura	Vizuelno	6	72								
			Obeležavanje po dužini kotura	Neispravnost štampača za obeležavanje	6	S	Nedostatak mastila	2	Procedura	Vizuelno	6	72								
					6	S	Kvar štampača	2	Planska preventiva	Vizuelno	6	72								

4	Kontroli sanje trake i dodela statusa proizvo du	Upoređi vanje ostvare nih karakter istika HV kotura sa intrerni m kriteriju ma za klasifika ciuj i zahtevi ma kupca	Izvaljan veći broj koturova sa defektom	Pogrešno ocenjen proizvod	7	S	Operator/kontrolor nije uočio grešku	3	Obuk a, Proce dura	Dodatna kontrola proizvoda metodom selotejp test i roll out	7	147	Uves ti rotira jucu kontr olu povrs ine trake (oper ator kontr olor I vode ci oper ator)	Rukov odilac proizv odnje	28.09. 2011.	Izmenjen o uputstvo za kontrolisa nje trake QMS.RU. HV.SL- 12 Obuceni operatori Uvedena rotirajuca kontrola (zamena svaka dva sata)	7	2	5	70
					7	S	Neadekvatna reakcija na uočenu grešku	3	Proce dura	Dodatna kontrola proizvoda metodom selotejp test i roll out	7	147	Uves ti rotira jucu kontr olu povrs ine trake (oper ator kontr olor I vode ci oper ator)	Rukov odilac proizv odnje	28.09. 2011.	Izmenjen o uputstvo za kontrolisa nje trake QMS.RU. HV.SL- 12 Obuceni operatori Uvedena rotirajuca kontrola (zamena svaka dva sata)	7	2	5	70

5	Blokiranje koturova	Dodela koda defekta i statusa "B" HV koturu putem prateće dokumentacije i preko IS za praćenje proizvodnje.	Neusaglašen proizvod nije blokiran i nije usmeren na tim za definisanje statusa blokiranom proizvodu.	HV kotur sa neusaglašenim karakteristikama ide u dalji proces proizvodnje	6		Greška operatora	2	Procedura	Vizuelno	6	72								
6	Nauljavanje	Nauljavanje trake po zahtevu kupca	Neodgovarajuća nauljnost	Tip i količina ulja van zahteva kupca	7	S	Neodgovarajuće stanje noža za nauljavanje	2	Planska preventiva	Vizuelno	6	84								
					7	S	Neodgovarajuća temperatura ulja	2	Planska preventiva, Procedura	Termostat	6	84								
					7	S	Pogrešno izabran tip ulja	2	Procedura	Vizuelno	6	84								
					7	S	Greška operatora	2	Vizuelno upozorenje	Merenje kolicine ulja na površini trake - RU	6	84								
7	Namotavanje kotura	Čvrsto namotan korur bez teleskopa	Loše namotavanje	Labavo namotan kotur, teleskopičan kotur, pregibi	6		Otkaz ivičnog vođenja	2	Procedura	Vizuelno	6	72								
					5		Loše uveden početak trake	2	Procedura	Vizuelno	6	60								

8	Obeležavanje HV kotura	Obeležavanje kotura po programu i zahtevu kupca	Pogrešno obeležavanje HV kotura	Zamenjen kotur	6		Greška operatora	2	Procedura	Vizuelno	6	72								
9	Otpremlitovnog kotura na skladište	Pravilno uskladištenje	Pogrešno uskladištenje	Pogrešno otpremljen kotur	3		Greška skladištara	3	Procedura	Vizuelno	6	54								
		Pravilna manipulacija sa koturom	Oštećenje pri manipulaciji	Mehaničko oštećenje	3		Greška vozača dizalice	3	Procedura	Vizuelno	6	54								

складиштења и Дуго стајање котурова у складишту испред Слитера, нешто врло слично као и код постројења за Дресирање у табели бр.12 и бр.13. За оба ова начина могућег отказа, је у табели бр.14, дата иста могућа последица и то је **Корозија**. Могући узрок је дефинисан као **Прокишњавање крова хале** и управо оцењивање ризика овог могућег узрока је дало износ $RPN=126$, горе већ поменуто.

FMEA тим овде опредељује за корективно превентивне мере и предузима следеће мере у циљу смањења ризика (табела 14):

1. Дефинисана су места за складиштење у складишном простору дресираних котурова, постављене су табле које указују на места за складиштење.
2. Поправљен је кров на хали у делу овог складишног простора дресираних котурова.
3. Постављене су две камере за праћење стања у складишту дресираних котурова, као и контролу складиштења котурова.

Након предузимања горе наведених корективних мера у делу подпроцеса постројења Слитер, пријем и складиштење дресиране траке, FMEA тим налази проценом ризика, односно поновним оцењивањем појединачних фактора ризика S, O и D да су сада њихове вредности снижене са 6, 3 и 7 на 6, 2 и 5 (табела бр.14) и да је укупан $RPN=60 < RPN_{crit}=125$ сада, што указује на значајно смањење ризика. Ризик је смањиван предузимањем корективно превентивних мера утицајем на факторе ризика појављивања узрока (O) и откривања узрока (D), што се из претходне реченице јасно види када се упореде вредности фактора пре и после предузетих мера.

У делу подпроцеса на постројењу Слитер под редним бројем 4 (Табела бр.14.), односно четврта тачка подпроцеса на Слитеру, **Контролисање траке и додела статуса производу**, можемо уочити јако високе вредности $RPN=147$, фактора приоритета ризика, као и појединачно гледано фактора ризика озбиљности последица $S=7$ и фактора ризика откривања $D=7$. Овај део подпроцеса на постројењу Слитер је јако важан код откривања површинских грешака на производима (лимовима), тако да је FMEA тим одлучио, да собзиром на високе вредности фактора ризика и фактора приоритета ризика $RPN=147$, предузме корективно превентивне мере. У овом делу подпроцеса на Слитеру (табела бр.14) као заједничку последицу, **Погрешно оцењен производ**, имају два могућа узрока и то, **Оператор/Контролор није уочио грешку и Неадекватна реакција на уочену грешку**. Управо код ове последице и ова два горе наведена могућа узрока отказа, су вредности фактора ризика били високи као што је и фактор приоритета ризика прелазео критичну вредност фактора приоритета ризика $RPN_{crit}=125$, те су предузете следеће мере:

1. Измењено упутство за контролисање траке под ознаком QMS.RU.HV.SL.12 (слика бр.13). (Ово упутство детаљније дефинише ангажовање, одговорности и обавезе контролора процеса, уз евидентирање налаза, као и процесних инжењера који заправо врше поновну контролу производа и рада контролора у смени, на Слитеру и у складишту дресираних котурова испред Слитера. Такође је дат низ мера које се спроводе од стране оператора, контролора и руководства погона, као и њихово евидентирање у циљу смањења ризика и уверавања купаца у сигурност процеса)

se nalazi u zgradbi zamjenika rukovodioca sekcije, pakovanje i otprema. Kopija se zadržava sa uzorcima predaje Predradniku ili manipulantu laboratorije za mehanička ispitivanja.

3.5. VIZUELNA KONTROLA SLITOVANE TRAKE NAMENJENE ZA AUTO INDUSTRIJU

Kontrolor-vodeći operator kontinualno inspekcioniše svaki kotur namenjen za auto industriju.

Kada se slituje traka za auto-industriju, kontinualna inspekcija površine trake svakog kotura na motaču i na mestu inspekcije slitovane trake, vrši se tako što se minimalno tri puta po dužini kotura (na početku, sredini i pri kraju kotura) slitovanje usporava na max. 30 m/min i vrši vizuelni pregled trake pomoću stroboskop lampe, u skladu sa Kriterijumima za klasifikaciju-QMS.RU.TP.OO-02-Radno uputstvo za klasifikaciju hladnovaljanih proizvoda. Ukoliko se ne može sa sigurnošću oceniti kvalitet površine pri brzini od 30 m/min, postrojenje se zaustavlja radi vizuelnog pregleda trake.

Maksimalna dozvoljena brzina procesiranja koturova za auto industriju (kada se traži štampanje podataka na površini trake) je 150m/min, što je uslovljeno mogućnostima štampača.

Pri slitovanju traka za auto-industriju vrši se i dodatna inspekcija stanja površine trake na svakom petom koturu (rolnici na kojoj se kontrolise kolicina antikorozivnog ulja na traci) na sledeći način:

Nakon uvođenja trake na namotač i namotanih 500kg (što manje u funkciji transportnog sistema da ne bi rolnica propadala, može i nekoliko namotaja, oko 12 m, dva do tri obima valjaka) skida se mala rolnica i dizalicom prenosi na prostor na stazu pored Slitera i razmotava.

Kada se rolnica razmoti 12m Kontrolor-vodeći operator ili Smenski poslovođa kontrolise i utvrđuju prisustvo defekata, shodno Kriterijumima za klasifikaciju hladnovaljanih proizvoda.

Kontrolor-vodeći operator, uočene defekte sa detaljnim opisom o proceni zastupljenosti greške po dužini trake, u odnosu na lokaciju u koturu, evidentira u "Dnevni izveštaj

Izdaje: POGON HLADNA VALJAONICA
IZDANJA PRE 16.07.2015. SU NEVAŽEĆA

Strana: 4 od 6

nastanka na nekom od prethodnih postrojenja, mora se postupati prema proceduri za zaustavljanje proizvodnje u slučaju neželjenih događaja u kvalitetu – QMS.PO.SM-551-01. Kada se procesiraju koturovi za kupca DACIA svi koturovi nakon procesiranja moraju ostati u statusu „K“ dok se ne izvrši provera od strane Procesnog inženjera (putem video nadzora) i dok se ne dobiju konačne mehaničke osobine.

3.6. DODATNA INSPEKCIJA PROCESIRANIH KOTUROVA (ZA KUPCA DACIJU) PUTEM VIDEO NADZORA

Procesni inženjer je u obavezi da proveri kvalitet površine procesiranih koturova (za kupca Dacija), za prethodni dan, korišćenjem snimak sa video nadzora. Detaljna provera se obavlja na svakom petom koturu pregledom celokupne dužine kotura i svoja zapažanja procesni inženjer unosi u „Dodatna kontrola kvaliteta proizvoda za auto industriju“ (QMS.PO.HV-750-01-16) u delu dodatna kontrola HV proizvoda. Nakon pregleda svakog petog proizvoda sa liste, procesni inženjer svojim potpisom verifikuje da je izvršena dodatna kontrola i vrši oslobađanje svih proizvoda sa liste za taj dan.

U slučaju da uoči koroziju ili bilo koji defekt koji može ugroziti krajnju namenu proizvoda, u obavezi je da pregleda i ostala 4 kotura sa liste koji nisu pregledani, sve dok ne dođe do proizvoda bez defekta. Evidenciju o pregledu ostalih koturova takođe unosi u listu „Dodatna kontrola kvaliteta proizvoda za auto industriju“ (QMS.PO.HV-750-01-16) i obaveštava Rukovodioca procesne tehnologije završne proizvodnje HV i Rukovodioca proizvodnje HV o nalazu pregleda putem video nadzora. Dalje postupanje sa koturovima blokiranim od strane Procesnog inženjera vrši se prema Proceduri za neusaglašene proizvode QMS.PO.SM-830-01.

Izdaje: POGON HLADNA VALJAONICA
IZDANJA PRE 16.07.2015. SU NEVAŽEĆA

Strana: 5 od 6

Слика бр.13 Измењено радно упутство за контролу лимова за аутоиндустрију

2. Обучени су оператори/контролори у складу са измењеним радним упутством
3. Уведена је пракса ротирајуће контроле котурова, односно дела котура, тзв. **Roll out practice** (слика бр.13, део текста у радном упутству обојен жутом бојом у доњем делу слике)

Након спроведених мера, вредности фактора ризика S, O и D, које су износиле раније 7, 3 и 7, код горе поменута два могућа узрока, падају на вредности 7, 2 и 5, што показује да су корективно превентивне предузете мере утицале на смањење ризика од појављивања и ризика неоткривања, чиме је смањен и укупан фактор приоритета ризика $RPN=70 < RPN_{cit}=125$, што указује на значајно смањење ризика у овом делу подпроцеса на постројењу Слитер.

Што се тиче подпроцеса, у процесу производње каросеријских лимова, под називом **Паковање, складиштење и отпрема** подељен је у 4 дела подпроцеса, што можемо видети на слици бр.3 (дијаграм тока процеса погона Хладна Ваљаоница), као и у табели бр.15.

FMEA тим је оцењујући ризик у свим деловима подпроцеса **Паковање, складиштење и отпрема готових производа**, оценио у делу подпроцеса, **Складиштење готових производа**, са могућом последицом отказа **Корозија**, услед узрока, **Прокишњавање крова складишта** и начина могућег отказа, **Непоштовање правила складиштења**, да ризик није висок собзиром на вредности фактора приоритета ризика. Вредности фактора ризика S, O и D износиле су 6,3 и 6 а укупан фактор приоритета ризика **$RPN=108$** што је било ниже од критичне вредности фактора приоритета ризика **$RPN_{cit}=125$** , и ту FMEA тим зауставља своје активности.

Касније на захтев купца када се појављује последица отказа, **Корозија**, FMEA тим спроводи корективно превентивну меру, односно једну меру предузима (табела бр.15), а то је као и код постројења за дресирање и постројења за слитовање лимова, Дефинисање места за складиштење и постављање табли које указују на места за складиштење. Овом мером умањује се ризик од појављивања последице званом **Корозија**, односно појављивања могућег отказа (табела бр.15), Непоштовање правила складиштења ,тако да сада фактор ризика појављивања умањује вредноста са $O=3$ на $O=2$, док фактори ризика озбиљност од последице и откривање задржавају исте вредности и $S=6$ и $D=6$. Такође је и укупан фактор ризика са вредности $RPN=108$ смањен на вредност $RPN=72$.

Овим поступком је FMEA тим завршио своју улогу и циљу смањења ризика од појаве Корозије у Технолошкој једици Паковање, складиштење и отпрема.

Табела бр.15 FMEA процеса у Технолошкој јединици Паковање, складиштење и отпрема производа

Analiza načina i posledica mogućih otkaza - FMEA															QMS.PO.SM-730-03-01					
															Broj:PFMEA HV-SK-01					
															Strana : Izradio:Kedzic Jelena - Rukovodilac proizvodnje					
Deo-Neizloženi delovi automobila								Odgovornost- Hladna valjaonica - Pakovanje, skladištenje i otprema												
Godina modela/ Vozilo(a):NP								Ključni datumi:NP				Datum izrade: 01.12.2007.				Datum izmene:02.11.2011.				
Tim-J.Kedžić-Z.Simić-G.Lukić-V.Čirić -P.Nikolić-M.Popović-M.Vučinić-M.Pantić- V.Bojković																				
Br oj	Proces	Zahtevi procesa	Način mogućeg otkaza	Moguće posledic e otkaza	Ozbiljnost	Klasifikacija	Mogući uzroci/ mekhanizmi otkaza	Pojavljivanje	Postojeće kontrole procesa Prevencij a	Postoj eće kontrol e proces a Detekc ija	Otkrivanje	RPN	Preporuč ene mere	Odgovor na lica	Datum primene	Rezultati preduzetih mera				
																Preduzet e mere/ Datum realizacij e	Ozbiljnost	Pojavljivanje	Otkrivanje	RPN
1	Identifika cija gotovih proizvod a	Pravilno identifiko van kotur	Pogrešna identifikac ija kotura	Zamenje n kotur, pogresn e dimenzij e	6	S	Greška skladištara	2	Procedur a	Vizuel no	6	72								
2	Pakovan je gotovih proizvod a	Pakovan je gotovih proizvod a po zahtevu kupca	Nepoštov anje zahteva kupca za tip pakovanj a	Pogreša n tip pakovan ja	6		Greška pakera	2	Procedur a	Vizuel no	6	72								
			Oštećenj e ambalaže	Dorada	5		Greška pakera	2	Procedur a	Vizuel no	6	60								

3	Skladištenje gotovih proizvoda	Pravilno skladištenje gotovih proizvoda	Neadekvatna manipulacija	Mehaničko oštećenje ambalaže i proizvoda	6		Oštećenje nosećih sredstava	2	Procedura	Vizuelno	6	72								
					6		Otkaz dizalice	2	Plansko održavanje, Ček lista	Vizuelno	6	72								
					6		Greška dizaličara	2	Procedura	Vizuelno	6	72								
					6		Neodgovarajuća podloga pod finalnog skladišta	2	Procedura, Ček lista	Vizuelno	6	72								
		Nepoštovanje pravila skladištenja	Korozija	6	S	Prokišnjavanje krova skladišta	3	Obilazak pogona i označavanje mesta na kojima krov hale prokišnjava	Vizuelno	6	108	Definisati mesta za skladištenje materijala za kupca Dacia	Rukovodilac proizvodnje	25.09.2011	definisan a mesta za skladištenje, postavljene table koje definišu mesta skladištenja	6	2	6	72	
4	Otprema gotovih proizvoda	Otprema gotovih proizvoda po nalogu otpreme	Pogrešno otpremljen proizvod	Reklamacija	7		Greška skladištara	2	Procedura	Vizuelno	6	84								

4. ЗАКЉУЧАК

Сагледавајући целину овог рада може се уочити разноврсност ситуација који могу задесити FMEA тим на путу ка остварењу циља односно смањења ризика. Такође комплексност самог процеса производње хладноваљаних каросеријских лимова помогао је да спроведени FMEA поступак прође готово сваку своју фазу и корак веома детаљно, при чему се кроз резултате спровођења овог поступка могло доста научити о важности FMEA поступка.

Могли смо препознати ситуације у којима је рад тима имао испрва успеха али такође и ситуације на појединим постројењима, где је било озбиљних промашаја од стране мултидисциплинарног FMEA тима.

У случају проблема на који се купац пожалио а на који смо овде највише дали значаја, који се тиче **Корозије**, као последице разних грешки у самом процесу производње каросеријских лимова, закључујемо да је у циљу освајања новог купца (аутомобилска индустрија), FMEA поступак омогућио произвођачу велику помоћ у корекцији насталог проблема али и у заштити купца од будућих могућих проблема у смислу квалитета производа.

Пример примене FMEA процеса у фази освајања, производа/каросеријских лимова, за аутоиндустрију је ипак показао да је једна од скупљих фаза у којима се спроводи FMEA поступак. У тексту се експлицитно то можда и не може видети јер је овде стављен акценат на методологију и технику спровођења FMEA процеса, али када погледате све корективно/превентивне мере које су спроведене, оне указују на високе финансијске издатке. Рецимо у изменама појединих процедура које су дате у примеру FMEA процеса на постројењу Дресир, DCR, Слитер и Технолошкој јединици Паковање, складиштење и отпрема готовог производа, укључен је и захтев за још додатне опреме која је уграђивана на име спроведених мера а у циљу смањења ризика од поновног проблема са **Корозијом на производу**. Рецимо изградња зида је једна од корективних мера која је износила пар стотина хиљада еура, куповина разноразних стробоскопских лампи за детекцију дефеката на површини лима који се процесира на овим постројењима је пар десетина хиљада еура, исто имамо велике финансијске издатке и код куповине високорезолуционих камера за праћење и снимање дефеката на површини лимова при самом процесу, дресирања и слитовања, такође и камере за видео надзор и контролу складиштења пар десетина хиљада еура, поправка крова пар стотина хиљада еура итд.

Не само у овом случају већ и код већине система и процеса производње који нису на савременијем технолошком нивоу, а у којима и на којима желимо да освајамо нове производе и дижемо поузданост и квалитет производње, увек ће се јављати значајни финансијски издаци. Практично свако унапређење процеса путем предузетих мера код FMEA процеса, у циљу смањења ризика од отказа и обезбеђења поузданости представљаће мању инвестицију, јер су оригинална решења обезбеђења поузданости и смањења ризика од отказа на старијим постројењима, била на много нижем нивоу поузданости, собзиром да су тада неке од ових метода обезбеђења поузданости, па и FMEA била у зачетку и мање доступна цивилним индустријама, док су саме биле стваране и развијане за војне потребе пре свега.

FMEA је ипак најјефтиније спроводити приликом самог процеса пројектовања, односно стварања производа, услуге, постројења, опреме, софтвера и свега на чему се FMEA може применити као поступак за обезбеђење поузданости односно као поступак за смањење ризика од отказа или проблема.

5. ЛИТЕРАТУРА

- [1] McDermott,R.E, Mikulak R.J. Beauregard, M.R, The basic of FMEA,Productivity Inc.New York,USA,1996.
- [2] Stamatis,D.H. Failure mode and effect anlysis:FMEA from theory to excecutin,ASQ Quality Press,Milwaukee.Wisc, 2003.
- [3] Интернет сајт Quality-one.com/fmea
- [4] Chrysler LLC,Ford Motor Company,General Motors Corporation , Potential Failure Mode And Analysis (FMEA) Fourth edition, June 2008.
- [5] Томислав Добровић,Диана Тадић и Зоран Станко Пословна изврсност Загреб, Год. II(2008) бр.2
- [6] QMS USS Serbia d.o.o. QMS.PO.SM-730-03 Процедура анализа начина и утицаја отказа (FMEA) процеса, USS Serbia d.o.o, Смедерево, 2010.
- [7] Професор Др.Добривоје Ћатић, Поузданост у развоју машински система Факултет Инжењерских Наука Крагујевац, 2015.
- [8] Алексић А., Тадић Д.,Стефановић М.,Мисита М.,Апсовски С.А New Model for Organizational Vulnerabilities Assessment in Small and Medium Enterprises in Presence of Uncertainties, Metalurgia International, Vol.8, No.1, pp. 150-153, ISSN 1582-2214, 2013 (M23), 2013.
- [9] Evans J., Lindsay W. The management and Control of Quality, South Western, Cengage Learing, USA, 2011.
- [10] Лазић М.Алати,методе и технике унапређења квалитета,Машински факултет,Центар за квалитет ,Крагујевац, 2006
- [11] Borov C. The Certified Quality Engineer Handbook, Third edition, ASQ Quality Press, Milwaukee, Wisconsin, 2008.
- [12] Evans J.Quality, Management, Organization and Strategy, Sout-Western, CENGAGE Learing, 2011.
- [13] Naidu N.R.V., Balu K.M., Rajendra G. Total Quality Management, New Age International (P) Limited, Publishers, New Delhi, 2006.
- [14] Вулановић В.,Станимировић Д.,Камберовић Б.,Радаковић Н.,Максимовић Р.,Радловачки В.,Шилобад М.,Методе и технике унапређења квалитета, Факултет техничких наука,Институт за индустријско инжењерство и менаџмент,Нови Сад, 2003.