

## Анализа начина (облика) и ефеката отказа- FMEA. (Failure Modes and Effects Analysis).

FMEA је метода која се користи за процену начина и ефеката потенцијалних отказа подсистема, склопова, компоненти или функција у систему. FMEA је индуктивна, тимска метода која захтева време и добро познавање система који се анализира. Циљ методе је идентификовање отказа који могу неповољно утицати на поузданост целог система.

FMEA је била развијена за војску САД као званична техника анализе. Војна процедура MIL-P-1629 (сада MIL-STD-1629A) названа “*Procedures for Performing a Failure Mode, Effects and Criticality Analysis*” првобитно датира од 9.11.1949. године. Употреба FMEA је подстицана шездесетих година 20. века, у развоју свемирског програма. *Ford Motor Company* користи FMEA у касним ’70-тим приликом разматрања безбедности и контроле после вишеструке несреће када су експлодирани резервоари Пинто аутомобила. Осамдесетих година FMEA постаје алат за *Total Quality Management* а деведесетих *Six Sigma* алат. Индустрија моторних возила (*AIAG -Automotive Industry Action Group*) и америчко друштво за контролу квалитета (*ASQC - American Society for Quality Control*) у фебруару 1993. године. су заштитили ауторска права на FMEA стандарде који су били широко распрострањени у индустрији.

FMEA је техника која даје одговор на питања: Шта може да откаже; Како отказује; Колико често ће да отказује; Који су ефекти отказа; Које су последице отказа по поузданост / сигурност?

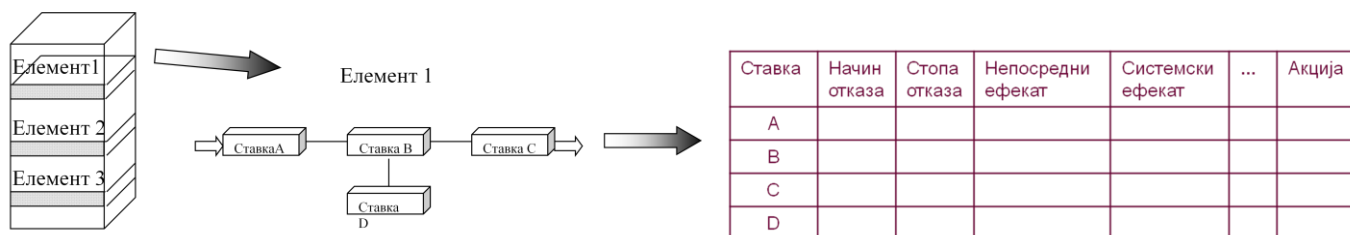
FMEA је у пракси највише коришћена анализа. Најчешће се користи у почетним фазама развоја да би се осигурало да сви потенцијални откази буду уочени и елиминисани на време. FMEA је применљива на сваки систем, и на било који жељени ниво детаљности – систем, подсистем, склоп или компоненту.

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

Основни појмови који се користе у FMEA су:

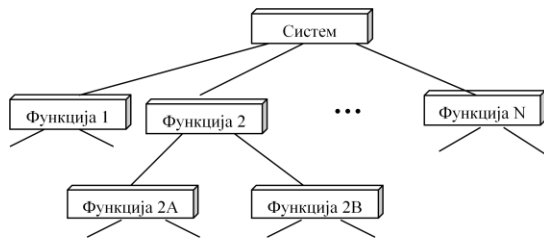
- Отказ (Failure) - Одступање од планиране функције или понашања; немогућност система, подсистема или компоненте да обаве потребну функцију.
- Начин (облик) отказа (Failure mode) - начин на који елемент отказује; облик или стање елемента у коме се елемент налази после отказа.
- Узрок отказа (Failure cause) - процес или механизам одговоран за покретање отказа. Процеси који могу проузроковати отказ компоненте су нпр. физички отказ, мана у моделу, дефект у производњи, утицај околине итд.
- Ефекат отказа (Failure effect) - последица отказа на функционисање или статус елемента и система.

Основни концепт методе FMEA подразумева разлагање (декомпозицију) система на саставне елементе, до нивоа (дубине) који је процењен као значајан за анализу.



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

По начину спровођења, FMEA може бити функционална и структурна. У функционалној, систем се анализира са аспекта његове функционалности и декомпонује на подфункције. У структурној FMEA, систем се анализира са аспекта његове структуре (саставних делова). На следећој слици су приказани општи блок дијаграми за функционалну и структурну FMEA, а затим су приступи илустровани на примеру радио станице.



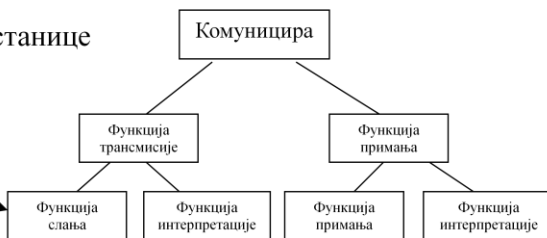
Функционални приказ



Структурни приказ

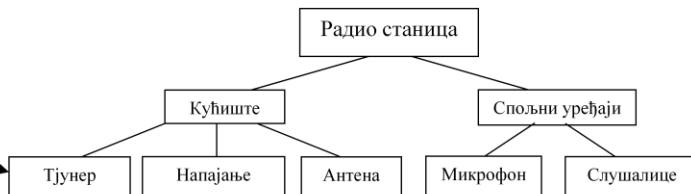
**Блок дијаграм функционалног модела радио станице (шта ради)**

Функција Слања – начини отказа:  
 Функција слања се не остварује  
 Функција слања се остварује са грешкама  
 Функција слања се остварује без команде



**Блок дијаграм структурног модела радио станице (како ради)**

Тјунер – начини отказа  
 Јединица тјунера не ради  
 Јединица тјунера је превише статична  
 Јединица тјунера је изван толеранције



**FMEA радни лист.** FMEA се спроводи на радном листу који може имати различите елементе у зависности од система који се анализира и сврхе саме анализе. У наставку су приказани могући изгледи FMEA радних листова за функционалну и структурну FMEA.

Могући изглед радног листа функционалне FMEA

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

Могући изглед радног листа структурне FMEA

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

## ФМЕА процедура

У ширем смислу, ФМЕА процедура обухвата следеће кораке:

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

У ужем смислу, ФМЕА процедура обухвата следеће кораке:

1. Идентификовати компоненте или процесе који ће се анализирати.
  - a. Определити се за функционални или структурни приступ.
2. Идентификовати начине, ефекте, узроке и акције за сваку компоненту или процес.
  - a. Направити блок дијаграм производа или процеса.
  - b. Попунити ФМЕА радни лист.
3. Оценити ризик компоненте (анализом).
  - a. Одредити елементе РПН (озбиљност, појављивање, детектовање).
4. Одредити приоритет корективних акција.

**Идентификовање начина отказа** захтева добро познавање функционисања система. Степен отказа може бити различит:

- Не ради у потребном тренутку
- Ради повремено
- Не престаје са радом у потребном тренутку
- Недостатак потребног излаза
- Промењен излаз или смањен оперативни капацитет

По начину на који компоненте система отказују, могу се десити откази хардвера и откази софтвера:

- Откази хардвера: Отворен циклус, Цурење, Врућа површина, Искривљен, Превелик/премали, Напукнут, Сломљен, Погрешно намештен, Нагрижен итд.
- Откази софтвера: Софтвер не функционише, Функционисање производи нетачне резултате, Функција се извршава превремено, Непослате поруке, Поруке послате прерано или прекасно, Погрешна порука, Софтвер прекида или пада, Софтвер премашује унутрашње капацитете, Софтвер отказује при покретању, Софтверске функције споро одговарају итд.

**Идентификовање ефеката отказа** – за сваки начин отказа је потребно утврдити какав је његов ефекат на функционисање система. Нивои ефеката могу бити:

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

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

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

**Број приоритета ризика** – RPN (*Risk Priority Number*) - Да би се одредио RPN потребно је претходно:

- Оценити **озбиљност** (*Severity- S*) сваког ефекта отказа. Ова оцена је пропорционална озбиљности ефекта отказа.
- Оценити изгледност (вероватноћу) **појављивања** (*Occurrence – O*) сваког ефекта отказа. Ова оцена је пропорционална вероватноћи појављивања отказа.
- Оценити изгледност (вероватноћу) **детектовања** (*Detection- D*) сваког ефекта отказа (Изгледност (вероватноћу) детектовања проблема пре него што производ стигне до крајњег потрошача). Ова оцена је обрнуто пропорционална могућности детекције отказа, односно што је мања могућност да се детектује отказ, то је оцена већа.

Ове три оцене могу имати вредности од 1 до 10 а оцењују се на основу скала. Скале могу бити универзалне (као оне које су приказане у наредне три табеле) или се могу формулисати за конкретан систем који се анализира.

Оцена озбиљности ефеката отказа (*Severity- S*)

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

Оцена појављивања ефеката отказа (*Occurrence – O*)

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

Оцена изгледности детектовања отказа (*Detection- D*)

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

RPN представља производ ове три оцене: **RPN = озбиљност x појављивање x детектовање**

RPN се користи за поређење и рангирање отказа у току анализе и одређивања приоритета за предузимање корективних акција.

**Предности FMEA** су: Лако се разуме и изводи; Релативно је јефтина за извођење, а даје значајне резултате; Обезбеђује темељност у анализи; Обезбеђује основу за предвиђање поузданости елемената који се анализирају; Постоји велики број софтвера за FMEA (PELLEX).

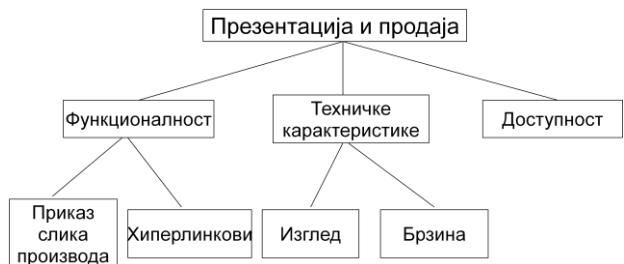
**Недостаци FMEA** су: Фокусира се пре на појединачна стања отказа него на њихову комбинацију; Не идентификује хазарде који се не односе на стања отказа; Обезбеђује ограничено испитивање људске грешке; Захтева експертизу за процес или производ који се анализира.

Пример: Структурна FMEA за хемијску оловку—



Део	Функција	Начин отказа	Ефекти отказа	Озбиљност	Узрок отказа	Вероватноћа појављивања	Како отказ може да се детектује?	Детектовање	PPH	Акција
Пластични уложак	Чува мину	Немогућност држања оловке	Оловка не може да се користи	10	Поломљена пластика	4	КК материјала	2	80	Увести јачу КК
Затварач	Затвара уложак	Немогућност затварања	Сушење мастила	8	Поломљен затварач	3	КК материјала	3	71	Увести јачу КК
		Не затвара довољно чврсто	Сушење мастила	7	Превелики пречник затварача	5	Провера пречника омотача и затварача	4	140	Увести јачу КК
Мина	Чува мастило и пропушта	Блокирање	Престаје снабдевање мастилом	7	Честице у излазној рупи	3	Провера чистоће излазне рупе	5	105	Направити ширу излазну рупу
Мастило	Обезбеђује материјал за писање	Погрешна (мала) вискозност	Велики проток мастила	4	Превисе растварача	2	КК снабдевања мастилом	4	32	Увести јачу КК
		Погрешна (велика) вискозност	Мали проток мастила	4	Премало растварача	2	КК снабдевања мастилом	4	32	Не предузимати никакве акције

Пример: Функционална FMEA за веб сајт. Блок дијаграм:



Функција	Начин отказа	Ефекат отказа		S	Узрок отказа	O	D	RPN	Одговорни члан тима	Акција
		Непосредни ефекат	Системски ефекат							
Приказ слика	Велика резолуција слика	Не отварају се слике	Производ није продат	10	-величина слика -спора конекција	3	3	90	Јацк	Урадити компресију слика
Хиперлинкови	Кидање хиперлинкова	404-file not found error	Корисник може постати узнемирен	3	Немарност у одржавању сајта	4	3	36	Дан	Користити софтвер за аутоматску проверу линкова на сајту
Изглед сајта	Претрпана форма (изглед)	Сајт не изгледа добро	Оставља лош утисак на корисника	5	-недостатак хијерархије у презентацији	4	3	60	Дан	Креирати одговарајућу хијерархију садржаја
Брзина рада	Споро читавање страница	Потребно је 2 и више минута да се прочита страница	Купци почињу да игноришу сајт/могући губитак продаје	7	-превелико коришћење мултимедијалних садржаја на страницама	5	3	105	Јохн	Користити статични садржај на веб сајту
Доступност	Веб хостинг сервер пуца	Сајту не може да се приступи	Губљење интересовања корисника	5	-немогућност да се подржи више од 500 симултаних захтева	3	3	45	Бен	Поправити балансирање пуњења између
	Не подржава верзију браузер-а	Неким страницама се не може приступити	Оставља лош утисак на корисника	3	-Корисници користе стару верзију браузер-а	1	3	9	Дан	Упућивати кориснике да инсталирају нову верзију