



Анализа начина и ефектата отказа— FMEA

Четврта вежба



Шта је FMEA?

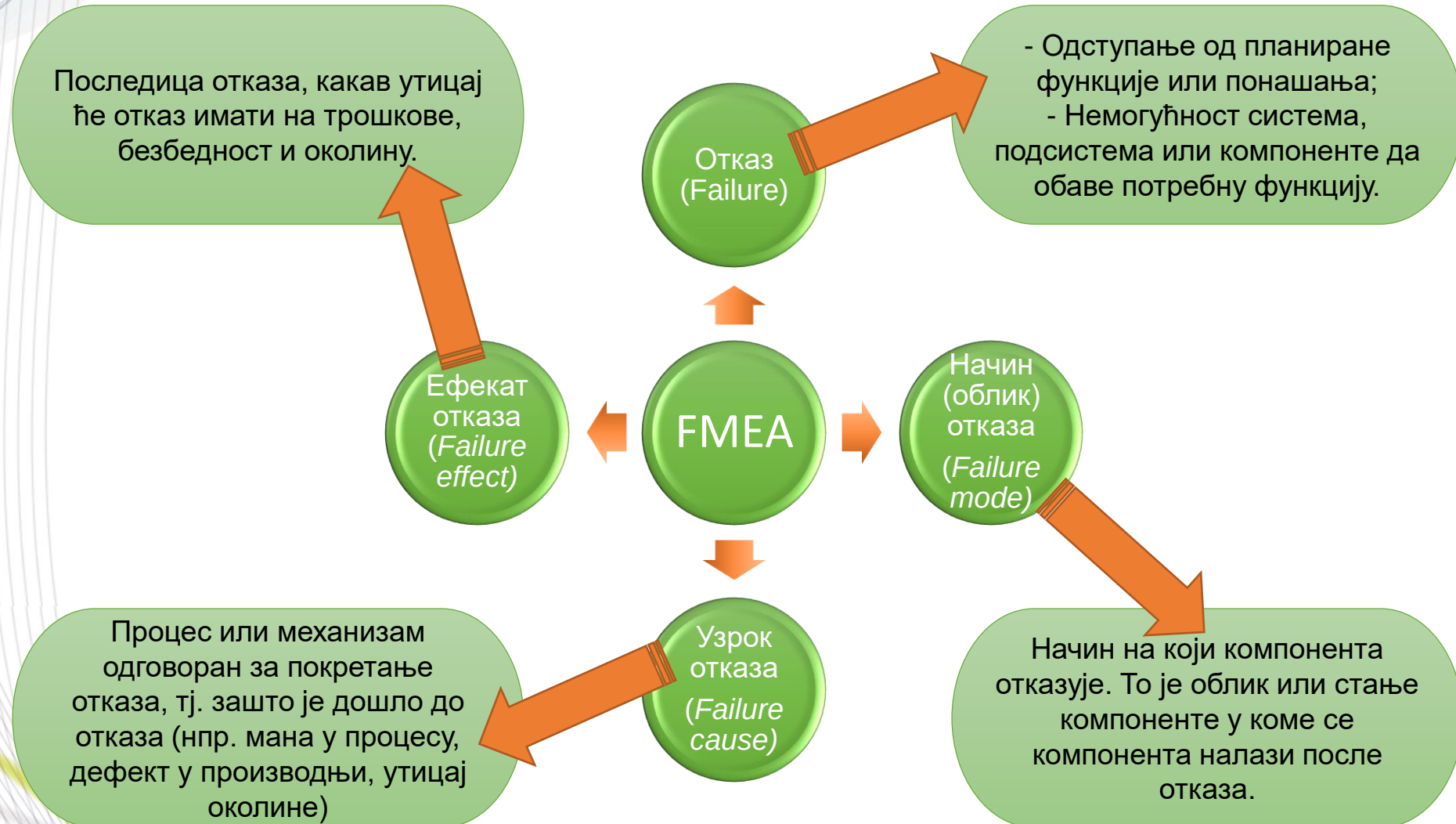
Анализа начина и ефеката отказа - FMEA (Failure Modes and Effects Analysis) је метода за процену начина и ефеката потенцијалних отказа подсистема, компоненти или функција која се користи како би се превентивно деловали и откази спречили.

FMEA представља систематичан процес за идентификацију потенцијалног неизвршавања у у дизајну или процесу пре него што се догоди, са намером да се елиминише или смањи ризик повезан са тим неизвршавањем.



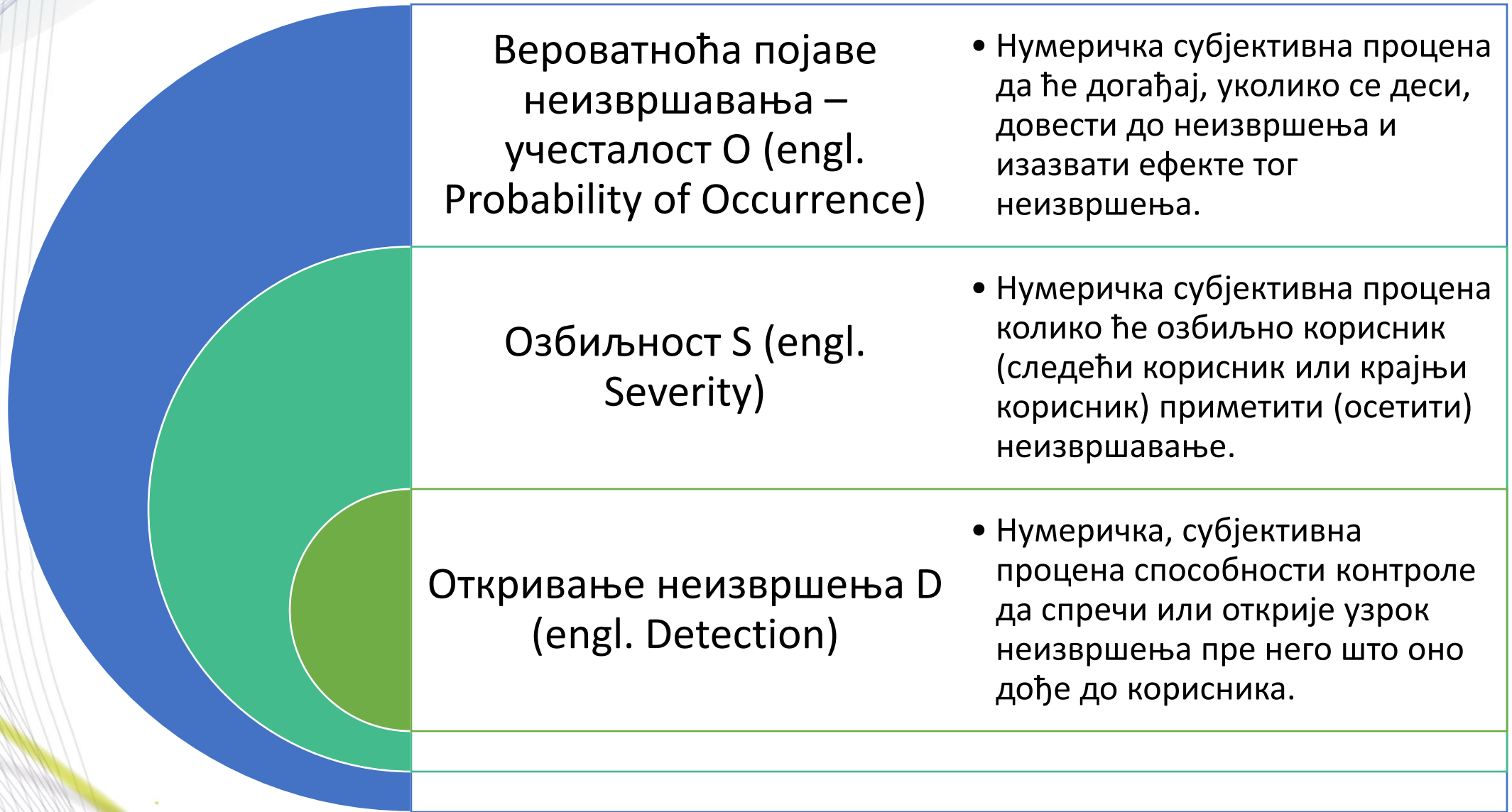


Важни појмови





Важни појмови



Рад са FMEA



**1. Дефинисање
објекта
посматрања**

Идентификација свих
компоненти за које се
ради анализа.

**2. Прикупљање
података о
могућим
отказима**

Прави се листа функција
сваке идентификоване
компоненте. Затим се
идентификују начини отказа
сваке функције.

**3. Прикупљање
могућих узрока
отказа**

За сваки отказ (начин отказа
дефинисан у кораку 2) сакупљају се
сви могући узроци. Узроци могу бити
условљени системом, конструкцијом,
израдом или монтажом. Најчешће ће
бити више узрока због којих може
доћи до једног отказа.

Рад са FMEA



4. Опис могућих последица (ефеката) отказа

Одређују се последице
за сваки начин отказа,
како локалне
(непосредне), тако и
глобалне (системске).

5. Садашње контролне мере

Ако већ постоје мере за
спречавање отказа, оне се
бележе уз узроке отказа

6. Процена вероватноће настанка отказа R1

За сваки могући узрок отказа се
процењује вероватноћа његовог
настанка (фактор ризика R1) и
вреднује оценом од 1 (није вероватно)
до 10 (врло вероватно). Скале
вредновања се могу индивидуално
утврдити.

Рад са FMEA



7. Процена
озбиљности
ефеката –
последица
отказа R2

За сваки начин отказа процењује се значај последица његовог настајања. Један од начина за процену озбиљности последица је додељивање оцено од 1 до 10 према одређеној скали која уз сваки број има оквирни опис озбиљности дате последице.

8. Процена
вероватноће
откривања
(детекције)
узрока отказа R3

За сваки узрок отказа се процењује вероватноћа да се он може открити (фактор ризика R3). Користи се скала од 1 (врло вероватно) до 10 (немогуће детектовати).

Рад са FMEA



9. Приоритетна вредност ризика (R или RPN)

Да би се одредио укупан ризик рачуна се приоритетна вредност ризика – фактор ризика R. R се добија као производ три претходно израчуната фактора ризика: R1, R2 и R3.

$$R=R1*R2*R3$$

Фактор ризика може имати вредност између 1(нема ризика) и 1000 (врло велики ризик). RPN се може користити за поређење отказа у току анализе и одређивања приоритета за предузимање корективних акција. Узроци отказа са високим R фактором се првенствено могу отклонити прикладним мерама побољшања на производу и процесу. Уколико добијена вредност није испод постављене границе потребно је увести корективне мере јер се систем сматра незадовољавајућим. Ризик је низак ако је $R \leq 50$, а критичан ако је $R \geq 200$.

Рад са FMEA



9. Приоритетна вредност
ризика (R или RPN)

Приоритетна вредност ризика	Процена
Низак	<50
Средњи	50-100
Висок	100-200
Критичан	>200

Рад са FMEA



10. Препоручене мере за отклањање отказа

За сваки узрок отказа одредити мере за отклањање отказа: контролне мере или битна побољшања на систему.

11. Анализа побољшаног стања

➤ Када се нове мере примене ради се анализа тако побољшаног стања (опет се одређују фактори R1, R2 и R3 и на основу њих се рачуна нова приоритетна вредност ризика - RPN). Ако RPN опет не буде у задовољавајућем опсегу, потребно је опет нешто побољшати и опет рачунати RPN. То се циклично понавља док се систем не доведе у задовољавајуће стање.



Скале за одређивање фактора ризика

Вероватноћа настанка R1	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

Вероватноћа откривања R3	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



Скале за одређивање фактора ризика

Озбиљност последица R2	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. Цела мисија се мора прерадити или цео процес одложити.	6
Велика. Велики поремећај функционисања. Неки делови мисије су изгубљени. Значајно кашњење у обнављању система.	7
Веома велика. Велики поремећај функционисања. Цела мисија је изгубљена. 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 упозорењем.	10



FMEA листа

[illegible]

. FMEA анализа процеса на примеру рада банкомата

Функција	Начин отказа	Потенцијална последица	R2	Потенцијални узрок	R1	R3	Тренутна контрола процеса	RPN
Издати готовину коју купац тражи	Неиздавање готовине	☐ Врло љут купац	8	☐ Нестанак готовине	5	5	☐ Интерни сигнал за мало готовине	200
		☐ Нетачан захтев за депозитом		☐ Заглављење уређаја	3	10	☐ Интерни сигнал за заглављивање	240
		☐ Нетачно распоређена готовина		☐ Нестанак напајања	2	10	☐ Нема	160
	Издавање превише готовине	☐ Банка губи новац	6	☐ Слепљене новчанице	2	7	☐ Процедура пуњења	84
		☐ Нетачно распоређена готовина		☐ Новчанице у погрешним фиокама	3	4	☐ Визуелна потврда две особе	72
	Издавање готовине траје предуго	☐ Купац делимично иритиран	3	☐ Велики промет у компјутерској мрежи	7	10	☐ Нема	210
				☐ Нестанак струје током трансакције	2	10	☐ Нема	60

Пример FMEA листе



Функција	Начин отказа	Потенцијална последица	R2	Потенцијани узрок	R1	R3	Тренутна контрола процеса	RPN
Губљење управљивости	Израћање пропелера	• не остварује се захтевана брзина брода	8	•Недовољна количина терета	•5	•5	•Укрцавање баласта	200
		•Повећана потрошња горива (повећана снага мотора) •Проблеми са кормиларењем		•Прамчани трим	•3	•10	•Равномерно распоређивање терета	240
	Јаки таласи	•Брод се претерано ваља на таласима	6	•Јак ветар	•2	•7	•Нема	84
		•Настанак резонанције •Успоравање или заустављање брода		•Невреме	•3	•4	•Нема	72
	Кавитација пропелера	•Имплозија	3	•Велике брзине брода	7	•10	Смањење брзине брода	210
		•Пропелер губи својства •Лом крила •Уништење оплате брода		•Заклоњен пропелер	2	•10	Нема	60

Задатак



За систем за пренос енергије косилице дате на слици, урадити FMEA анализу, ако судве функције тог система: енергија која је потребна да се пренесе на вратило и енергија коју је потребно расподелити. Друга функција је у вези са тим да косилица мора да даје снагу и запоцескошења и за процес кретања – како корисник не би морао дагура косилицу.

Прва функција – Енергија коју је потребно пренети на вратило, може да откаже на два начина: може доћи до *пуцања вратила* и може доћи до *проклизавања лежишта*.

До пуцања вратила долази услед оптерећења које је веће од предвиђеног или услед грешке у изради делова, а последица отказа је немогућност извршавања главне функције.

Вероватноћа да оптерећење буде веће од предвиђеног је оцењена са 5, вероватноћа откривања тог отказа са 2, а озбиљност последице је оцењена са 7.

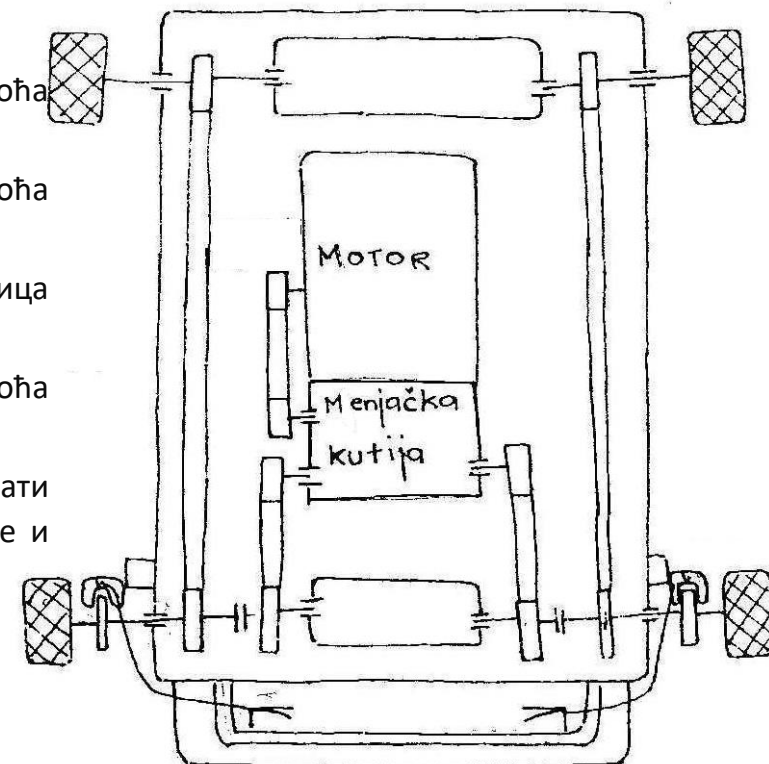
Вероватноћа да ће доћи до грешке у изради делова је оцењена са 3, вероватноћа откривања тог отказа са 7, док је озбиљност последице оцењена са 7.

До **проклизавања лежишта** може доћи услед неадекватног подмазивања, а последица овог отказа је смањена могућност вршења главне функције.

Вероватноћа да ће доћи до неадекватног подмазивања је оцењена са 7, вероватноћа откривања отклањања тог отказа са 2, док је озбиљност последице оцењена са 5.

Друга функција овог система – Енергија коју је потребно расподелити може отказати на три начина: мењачка кутија се не искључује, пуцање зупчаника мењачке кутије и проклизавање спојница.

- ◆ Попунти FMEA лист, израчунати RPN. Дати коментар.
- ◆ За другу функцију утети само могуће начине отказа.





	Део	Функција	Начин отказа	Последице отказа	Узрок отказа	Вероватноћа настанка отказа R1	Озбиљност последице отказа R2	Вероватноћа откривања отказа R3	RPN
1	ПРЕНОСНИ СИСТЕМ КОСИЛИЦЕ	Енергија која се преноси на вратило	Пуцање вратила	Немогућност извршавања главне функције	Оптерећења већа од предвиђеног	5	7	2	70
					Грешке у изради делова	3	7	7	147
		Енергија коју је потребно расподелити	Проклизавање лежишта	Смањена могућност вршења главне функције	Неадекватно подмазивање	7	5	2	70
			Пуцање зупчаника Мењачка кутија се не исључује Проклизавање спојница						



Самостални задатак

Искуцан задатак, потребно је предати у термину вежби 06.04.2021 или на Moodle до 23.59 ч. у случају да вежбе буду онлајн! За сваку недељу закашњења, одузима се по један поен!

Потпуно урађен задатак подразумева праћење свих датих упутства, предлог корективних мера (обавезно бар један ризик мора бити већи и имати корективне мере), кратко објашњење табле (око пола стране до стране текста), као и коментар добијеног RPN-a!

Урадити FMEA анализу за било који део из свакодневног живота (мобилни, телевизор, аутомобил...) или било коју машину или компоненту из индустрије. Попунити FMEA лист за изабрани део. За факторе R1, R2 и R3 користити скале са вежби. Потребно је одабрати предмет, склоп који има најмање два дела, а од та два да један има бар две функције и да од свих функција бар једна има два узрока отказа.

Уз попуњен FMEA лист написати и коментар о добијеном RPN-у, шта значи и шта би евентуални следећи корак био, односно за превисоки ризик одабрати корективне мере и објаснити због чега су баш те мере одабране.