



# Менаџмент квалитетом и ризиком



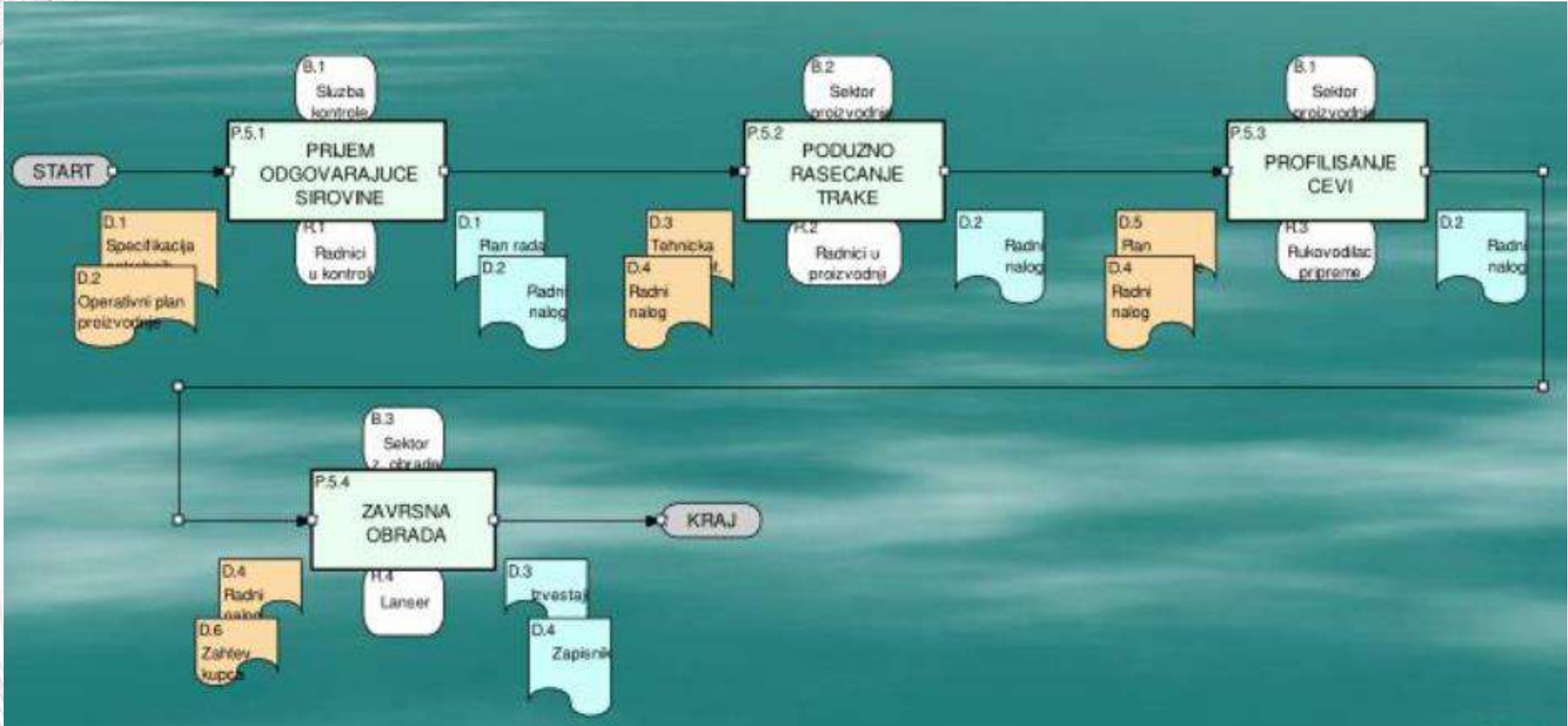
Подсетимо се шеме процеса



# Карта процеса

- Карта процеса је документ који приказује све улазе, кораке процеса и излазе из процеса. Приказује низ активности као и њихову међусобну интеракцију.
- Карта процеса представља један од најмоћнијих алата за опис и разумевање процеса.







# Матрица ризика

VEROVATNOĆA

		vrlo mala	mala	srednja	velika	veoma velika
POSLEDICE	ekstremne					
	velike					
	umerene					
	male					
	zanemarjive					

LEGENDE:



POSLEDICE	5	4	3	2	1
Katastrofalne	5	4	3	2	1
Značajne	4	3	2	1	0
Umerene	3	2	1	0	0
Male	2	1	0	0	0
Negativne	1	0	0	0	0

UČESTALOST

1 Dobro bezopasno 2 Mala verovatnost 3 Verovatno 4 Vrlo Verovatno 5 Dobro sigurno



# Правило 80/20



20% светског становништва  
поседује 80% укупног светског  
богатства!

Утврдити којих 20% активности  
одузима највише времена и  
проверити да ли те активности  
доносе највише резултата



Радити на оптимизовању тих  
20% активности како би се  
организација времена  
побољшала за 80%





# Парето дијаграм

Парето дијаграм представља графичку презентацију података са циљем да се уоче и утврде приоритетни проблеми.

На апсцису се постављају узроци посматране појаве у опадајућем низу важности, а на ординату се наноси учестаност појаве изражене у јединицама или учешће у укупном броју појава изражено у %.

Дијаграм се употпуњује изломљеном линијом кумулативне учесталости која се користи да се прикаже кумулативни допринос појединих узорака у проучаваним појавама и завршава се на 100%



# Примери употребе Парето дијаграма

Квалитет:  
Грешке, мане недостаци,  
жалбе, враћени  
производи, поправке....

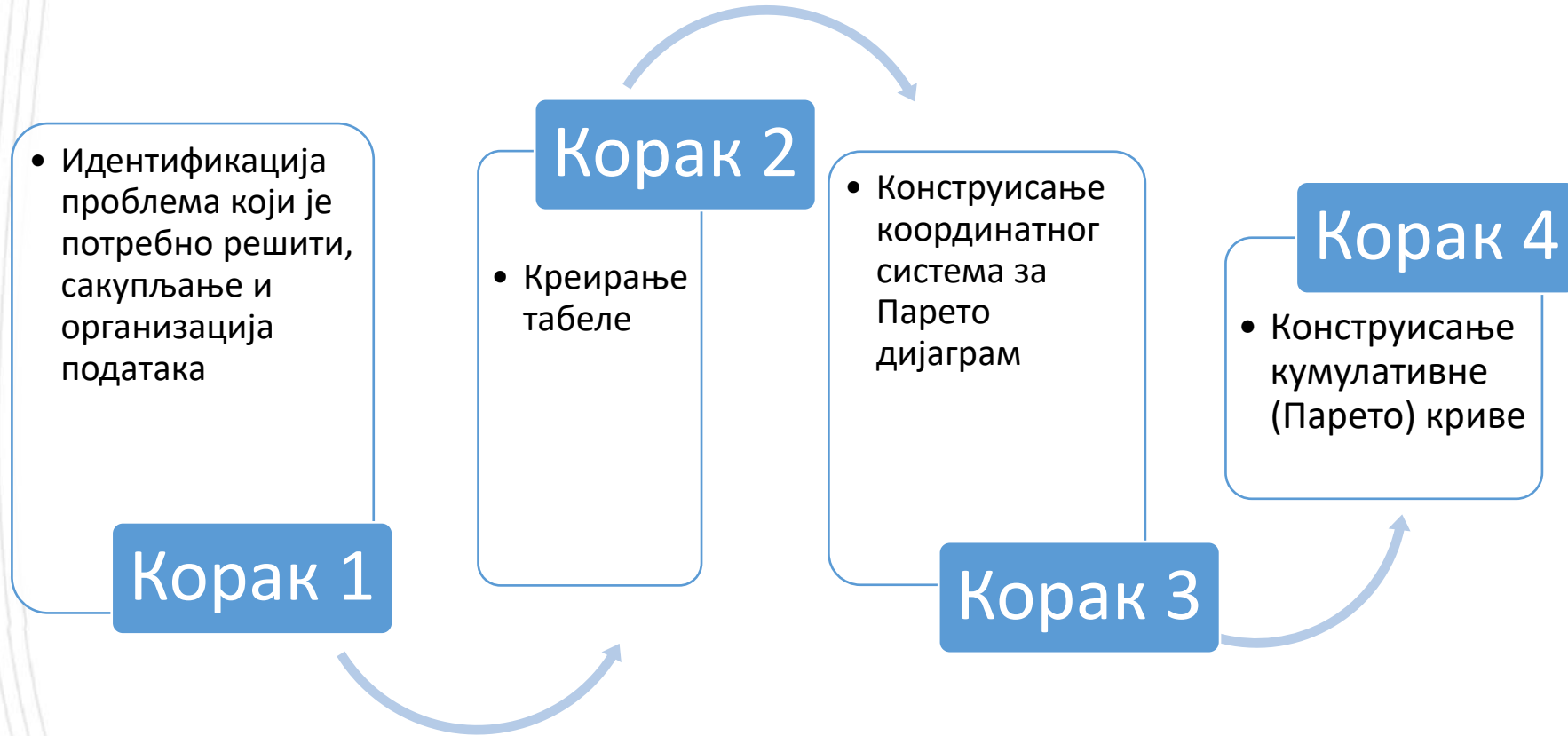
Анализа трошкова:  
Губици, планирани  
трошкови, ванредни  
трошкови....

Безбедност:  
Незгоде, повреде,  
страдања....





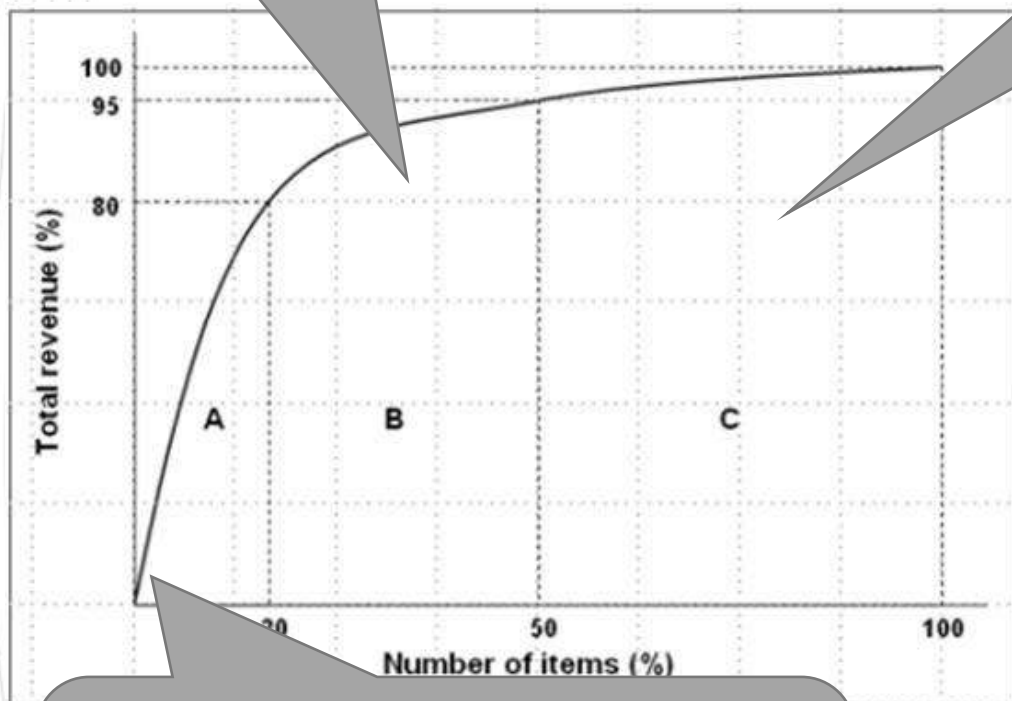
# Конструкција Парето дијаграма





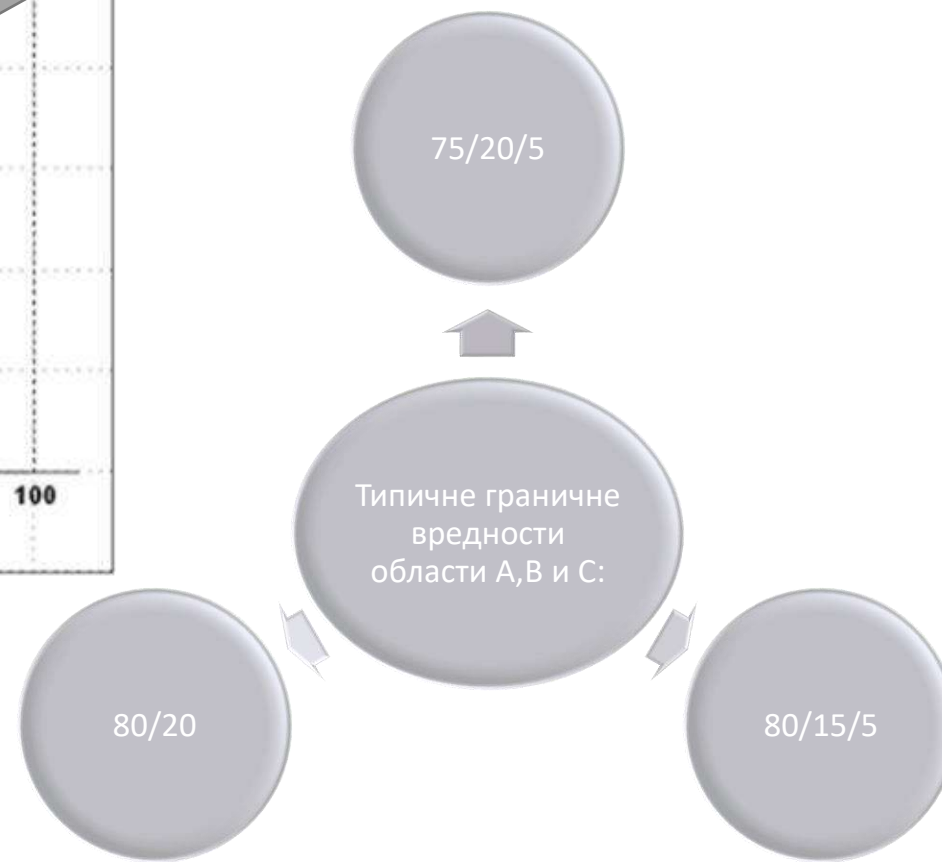
# Анализа Парето дијаграма

Област значајног прираста посматраних величина. Она заузима мањи број елемената из укупне структуре.



Област малог (недовољно значајног) прираста посматраних величина. Њу, по правилу, заузима највећи број елемената у структури утицајних елемената.

Област највећег прираста посматраних величина (појава). Најчешће је заузима врло мали број елемената из укупне структуре (мали број узорка)





# Задатак 1:

- На слици је приказана расподела видова саобраћајних несрећа са погинулим лицима у којима је бар један од возача било младо лице. Користећи податке са слике формирати Парето дијаграм.





## Задатак 2



- У табели су дате оређене групе производа, продата количина као и зарада по комаду. На основу датих података, формирати Парето дијаграм који се односи на удео укупне зараде коришћењем МС Excel-а.

Група	Број комада	Цена
1	5000	1,50
2	1500	8,00
3	10000	10,5
4	6000	2,00
5	7500	0,50
6	6000	13,60
7	5000	0,75
8	4500	1,25
9	7000	2,50
10	3000	2,00



## Задатак 3

- У два предузећа рађено је истраживање због чега најчешће радници касне на посао. Урадити Парето дијаграм за једно и за друго предузеће, затим за оба предузећа заједно и упоредити добијене резултате.

# Задатак 3:



## Предузеће 1

Узрок кашњења	Број кашњења
Саобраћај	Број индекса помножити са последњом цифром индекса
Брига о детету	Година рођења помножити са последњом цифром индекса
Јавни превоз	Број индекса помножити са збиром цифара дана рођења
Временски услови	Број индекса помножити са збином цифара месеца рођења
Радник се успавао	Број индекса помножити са збиром цифара броја индекса
Хитни случајеви	Број индекса

## Предузеће 2

Узрок кашњења	Број кашњења
Саобраћај	1563 помножити са збиром цифара броја индекса
Брига о детету	1486 помножити са збиром последње две цифре индекса
Јавни превоз	2001 помножити са збиром прве три цифре броја индекса
Временски услови	1202 помножити збиром цифара дана рођења
Радник се успавао	1306 помножити са збиром цифара месеца рођења
Хитни случајеви	1681

Сва рачунања обавити у Excel-у. Ништа не множити ручно.

Уколико се добије множење са 0, множити са првом цифром броја индекса



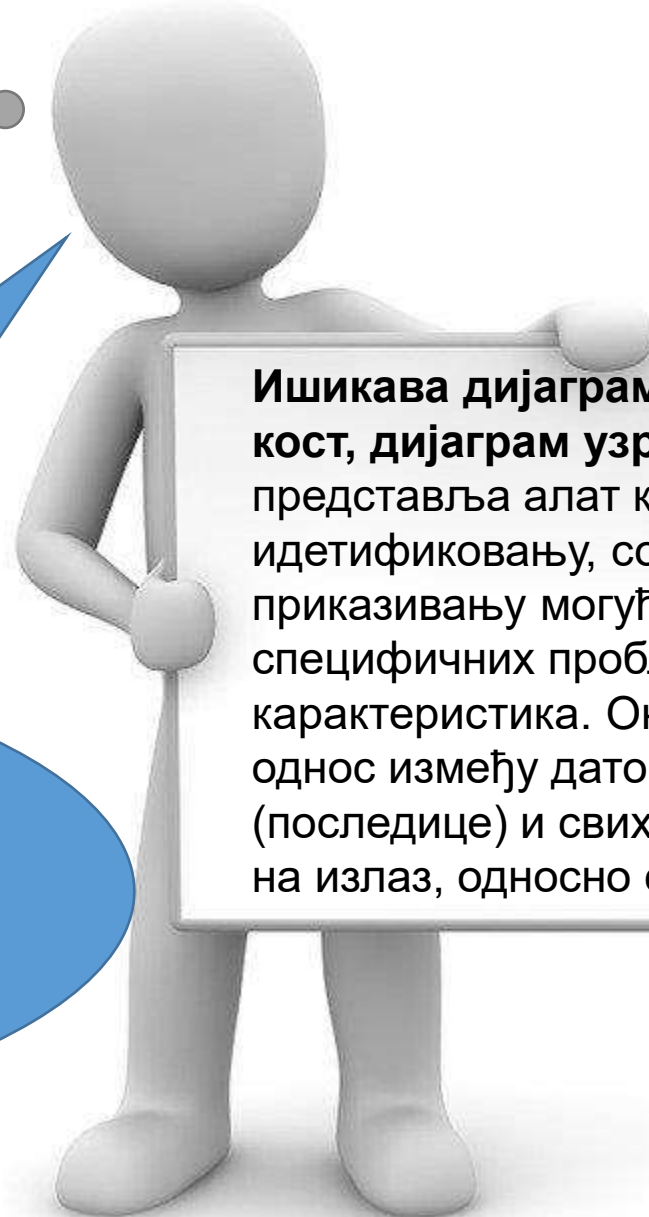


## Ишикава дијаграм – дијаграм рибља кост

На резултат неког процеса утиче мноштво фактора између којих се на први поглед не уочавају узрочно-последичне везе. Ишикава дијаграм даје добру основу за комплетну **анализу узрока и последице** неке појаве (грешке, проблема)....

Узроци се најчешће групишу у веће категорије како би се идентификовали главни правци у којима је потребно вршити анализу, а затим се у тим категоријама даље рашчлањују на све мање групе, док се не дође до појединачних узрока на које кад се утиче, последица (проблем) ће бити умањен или решен.

**Ишикава дијаграм (дијаграм рибља кост, дијаграм узрока и последица)** представља алат који помаже при идентификовању, сортирању и приказивању могућих узорака специфичних проблем и карактеристика. Он графички илустује однос између датог излаза (последице) и свих фактора који утичу на излаз, односно свих улаза (узрока).



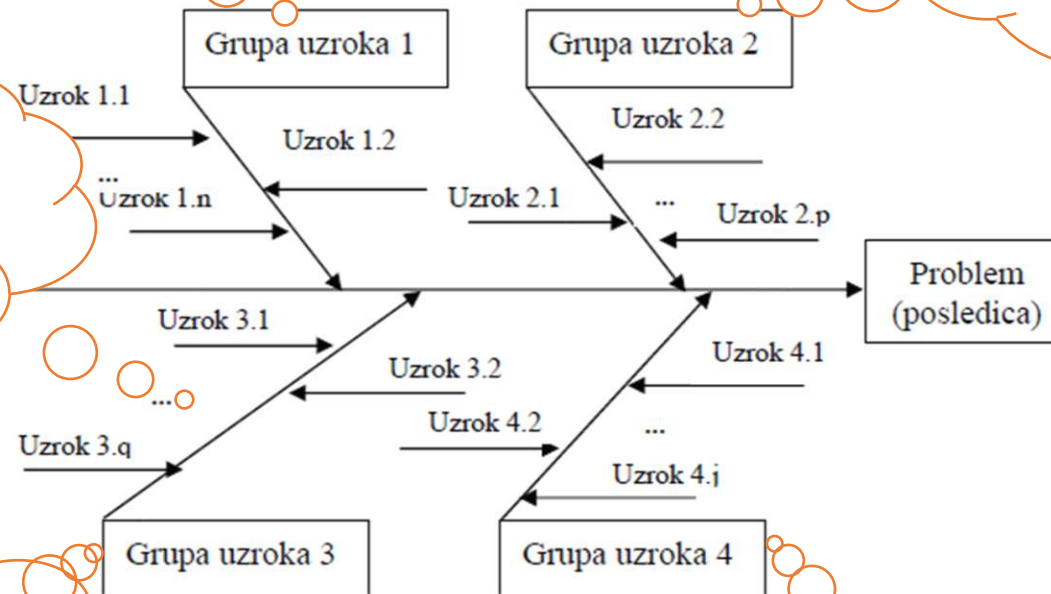
# Типичне групе узрока



МАТЕРИЈАЛИ – сирови материјали који се користе, готови делови, помоћни материјали, све што је потребно да би се посао завршио

МЕТОДИ – како се процес одвија и који су специфични захтеви за његово одвијање (политика, процедура, правила, закони...)

МАШИНЕ (ОПРЕМА) – било каква опрема, компјутери, алати... Потребни да се посао заврши



ЉУДИ – сви запослени учествују у процесу везаном за проблем (последицу) која се изучава

МЕРЕЊА – Подаци који се прикупљају за процену квалитета процеса



# Варијанте група узорака:

Препоручено за  
производну делатност,  
индустрију, предузећа...

4M

- Људи (Men)
- Машине/Опрема (Machine)
- Методи (Method)
- Материјали (Material)

Препоручено за  
услугну  
делатност.

4S

- Окружење (Surroundings)
- Добављачи (Suppliers)
- Систем (Systems)
- Вештине (Skills)

Препоручено за  
административне  
послове и услуге,  
маркетиншку  
делатност....

8P

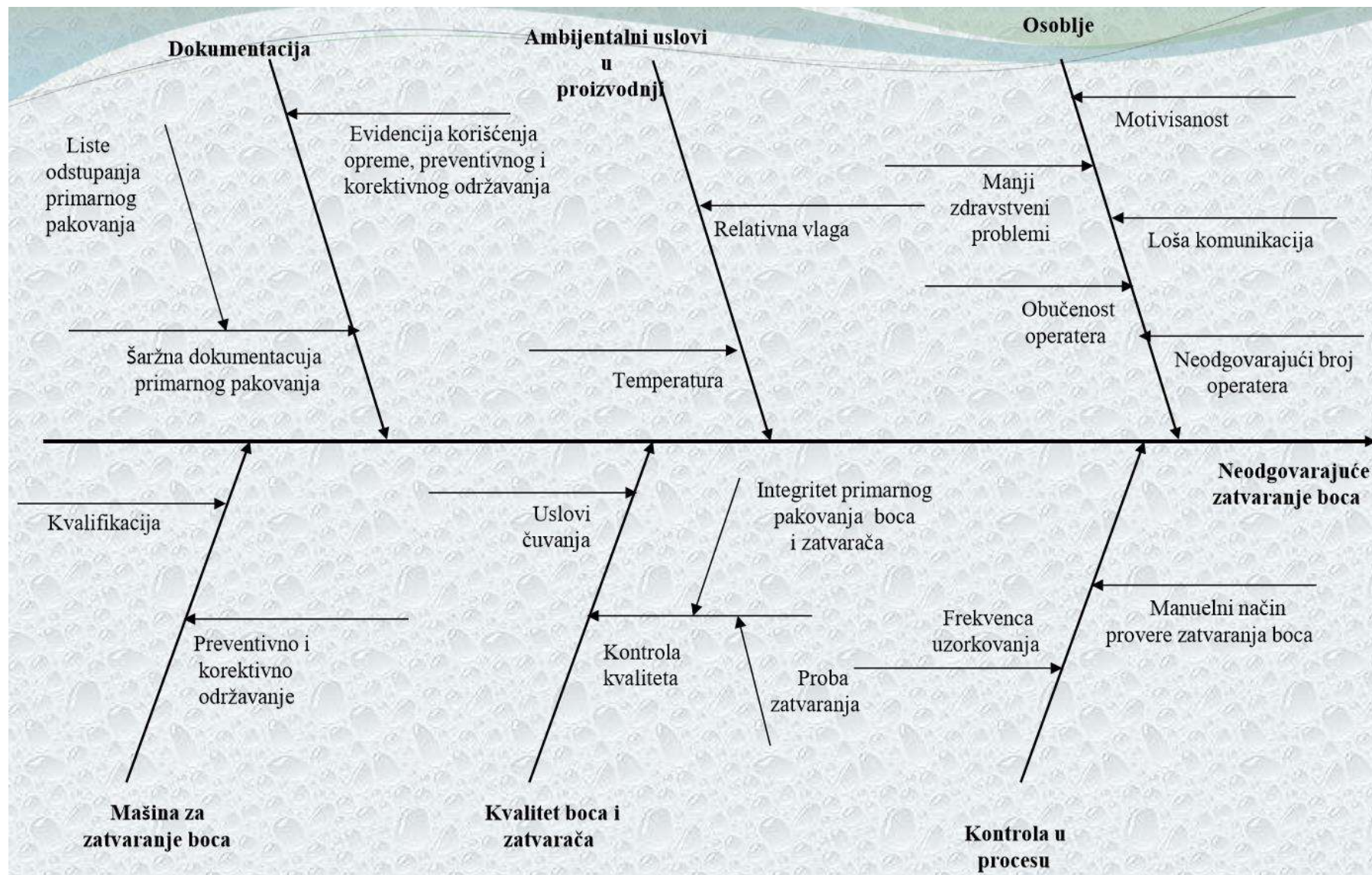
- Производ/Услуга (Product/Service)
- Цена (Price)
- Тржиште (Place)
- Промоција (Promotion)
- Људи/Запослени (People/Personnel)
- Процеси (Processes)
- Процедуре (Procedures)
- Политике (Policies)





# Пример Ишикава дијаграма

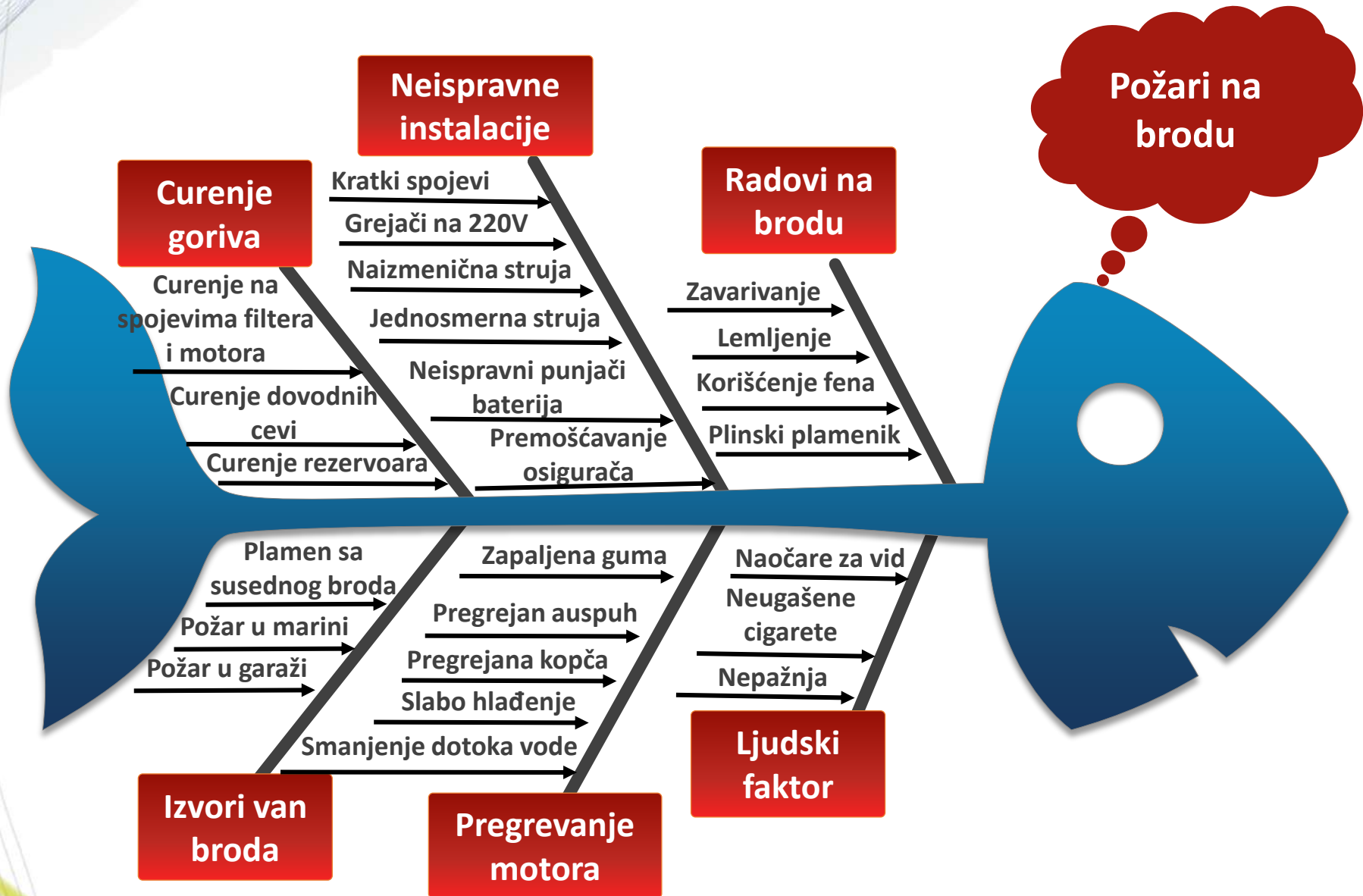
Дијаграм узрока и последице у производњи боца и затварача који приказују проблему квалитетном смислу неодговарајућег затварања боца.







# Ишикава дијаграм – дијаграм рибља кост







# Шта је FMEA?

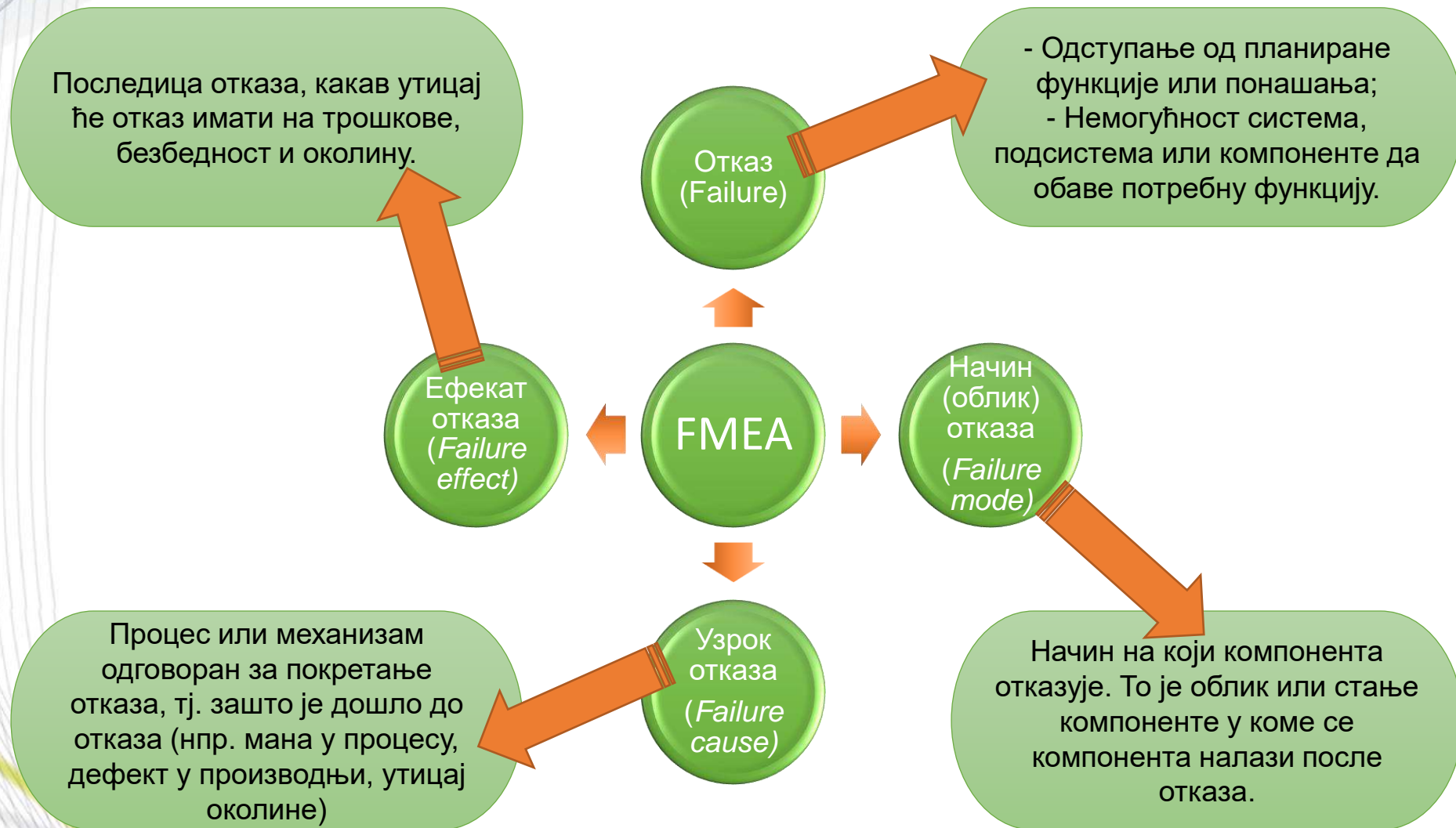
**Анализа начина и ефеката отказа - FMEA** (Failure Modes and Effects Analysis) је метода за процену начина и ефеката потенцијалних отказа подсистема, компоненти или функција која се користи како би се превентивно деловали и откази спречили.

**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

	<p>Вероватноћа појаве неизвршавања – учесталост O (engl. Probability of Occurrence)</p>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Нумеричка субјективна процена да ће догађај, уколико се деси, довести до неизвршења и изазвати ефекте тог неизвршења.</li></ul>
	<p>Озбиљност S (engl. Severity)</p>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Нумеричка субјективна процена колико ће озбиљно корисник (следећи корисник или крајњи корисник) приметити (осетити) неизвршавање.</li></ul>
	<p>Откривање неизвршења D (engl. Detection)</p>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Нумеричка, субјективна процена способности контроле да спречи или открије узрок неизвршења пре него што оно дође до корисника.</li></ul>



# 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 оцене 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 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	<input type="checkbox"/> Врло љут купац <input type="checkbox"/> Нетачан захтев за депозитом <input type="checkbox"/> Нетачно распоређена готовина	8	<input type="checkbox"/> Нестанак готовине	5	5	<input type="checkbox"/> Интерни сигнал за мало готовине	200
				<input type="checkbox"/> Заглављење уређаја	3	10	<input type="checkbox"/> Интерни сигнал за заглављивање	240
				<input type="checkbox"/> Нестанак напајања	2	10	<input type="checkbox"/> Нема	160
	Издавање превише готовине	<input type="checkbox"/> Банка губи новац <input type="checkbox"/> Нетачно распоређена готовина	6	<input type="checkbox"/> Слепљене новчанице	2	7	<input type="checkbox"/> Процедура пуњења	84
				<input type="checkbox"/> Новчанице у погрешним фиокама	3	4	<input type="checkbox"/> Визуелна потврда две особе	72
	Издавање готовине траје предуго	<input type="checkbox"/> Купац делимично иритиран	3	<input type="checkbox"/> Велики промет у компјутерској мрежи	7	10	<input type="checkbox"/> Нема	210
<input type="checkbox"/> Нестанак струје током трансакције				2	10	<input type="checkbox"/> Нема	60	

# Пример FMEA листе



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

# 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.

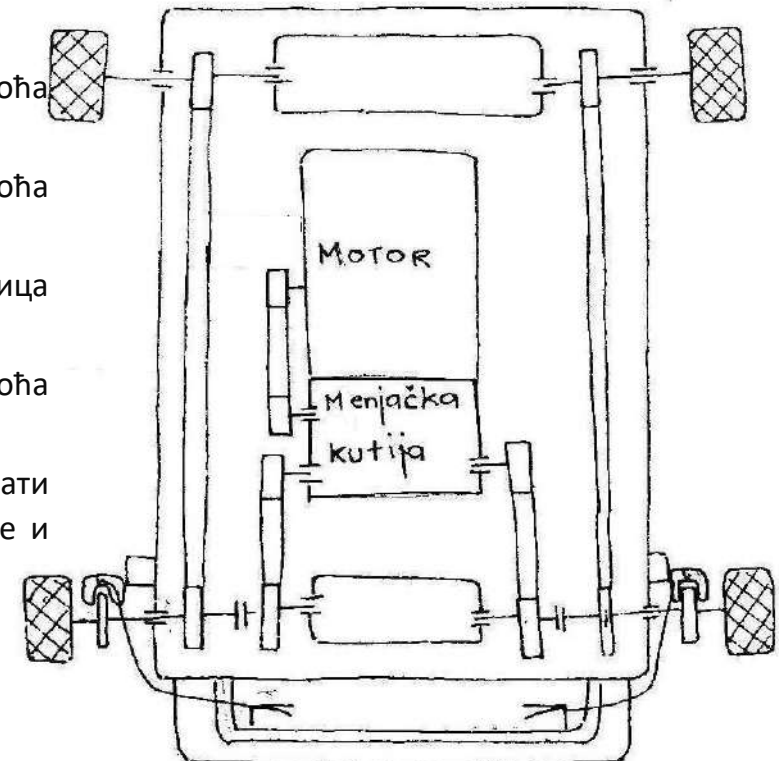
Вероватноћа да ће доћи до грешке у изради делова је оцењена са 3, вероватноћа откривања тог отказа са 7, док је озбиљност последице оцењена са 7.

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
		Проклизавање лежишта	Смањена могућност вршења главне функције	Неадекватно подмазивање	7	5	2	70	
		Енергија коју је потребно расподелити	Пуцање зупчаника Мењачка кутија се не исључује Проклизавање спојница						



# Појам анализе стабла отказа - FTA

Анализа стабла отказа (енгл. Failure Tree Analysis – FTA) представља алат за графичко приказивање односа између појединачних догађаја који утичу на главни – нежељни догађај.

FTA користи дијаграм у облику дрвета како би показао узрочно последичне везе између једног, нежељеног догађаја (отказа) и различитих узрока који су до њега довели.

Нежељени догађај се поставља на врху. Креира се логичка шема тако што се у сваком реду наведу догађаји који могу довести до догађаја на реду изнад коришћењем логичких врата.



# Булова алгебра

Логичка или Булова алгебра је систем теорема који користе симболичку логику да би описали скупе елемената и односе међу њима. Булова алгебра је веома применљива у конструисању и анализи рада рачунара.

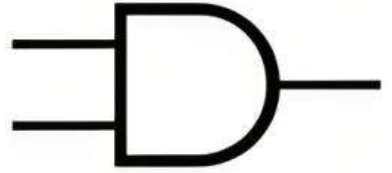
У оквиру Булове алгебре променљиве могу имати вредности „ТАЧНО“ или „НЕТАЧНО“, односно бројевне вредности 0 или 1.





Логичко „И“  
(конјункција, логичко множење)

A	B	A • B
0	0	0
0	1	0
1	0	0
<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>





# Логичко „ИЛИ“ (дисјункција, логичко сабирање)

A	B	A + B
0	0	0
0	1	1
1	0	1
1	1	1





# Теореме Булове алгебре

Комутивативност	$A+B=B+A$	$A*B=B*A$
Асоцијативност	$(A+B)+C=A+(B+C)$	$(A*B)*C=A*(B*C)$
Дистрибутивност	$A*(B+C)=(A*B)+(A*C)$	$A*(B+C)=(A*B)+(A*C)$
Неутрални елемент (Идемпотенција)	$A+0=A$	$A*1=A$
	$A*A=A$	$A*A=A$
Анихилација	$A+1=1$	$A*0=0$
Апсорпција	$A*(A+B)=A$	$A+A*B=A$



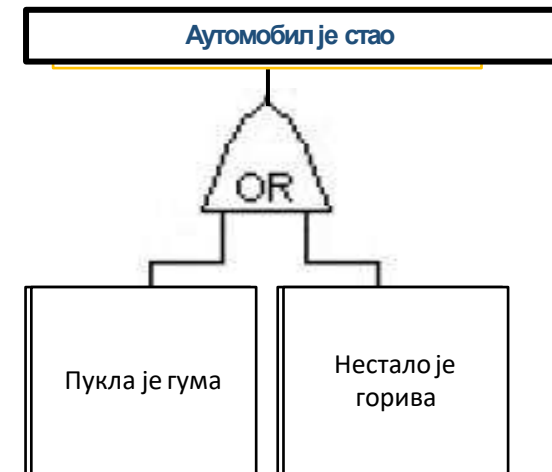
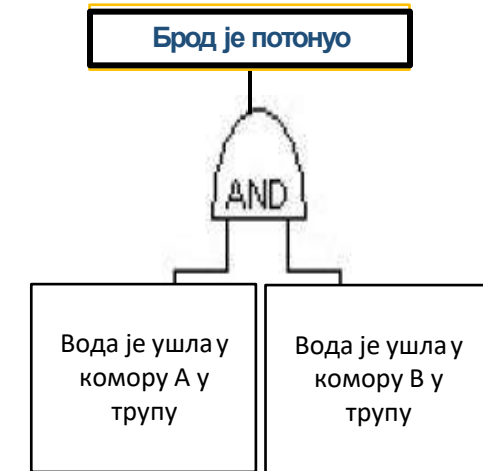


## Примери коришћења логичких врата



Излазни догађај је да је брод потонуо. Ако дође до прслине у броду, вода може да напуни сигурносне коморе у дну брода. Али ако се само деси да се напуни комора А, а да се комора В не напуни и обрнуто, брод неће потонути. Брод ће потонути уколико се деси да се истовремено напуне и комора А и комора Б.

Уколико је само један улазни догађај неопходан да би се нежељени излазни догађај догодио, тада се користи ИЛИ капија. Довољно је или да пукне гума или да нестане горива да би се аутомобил зауставио.



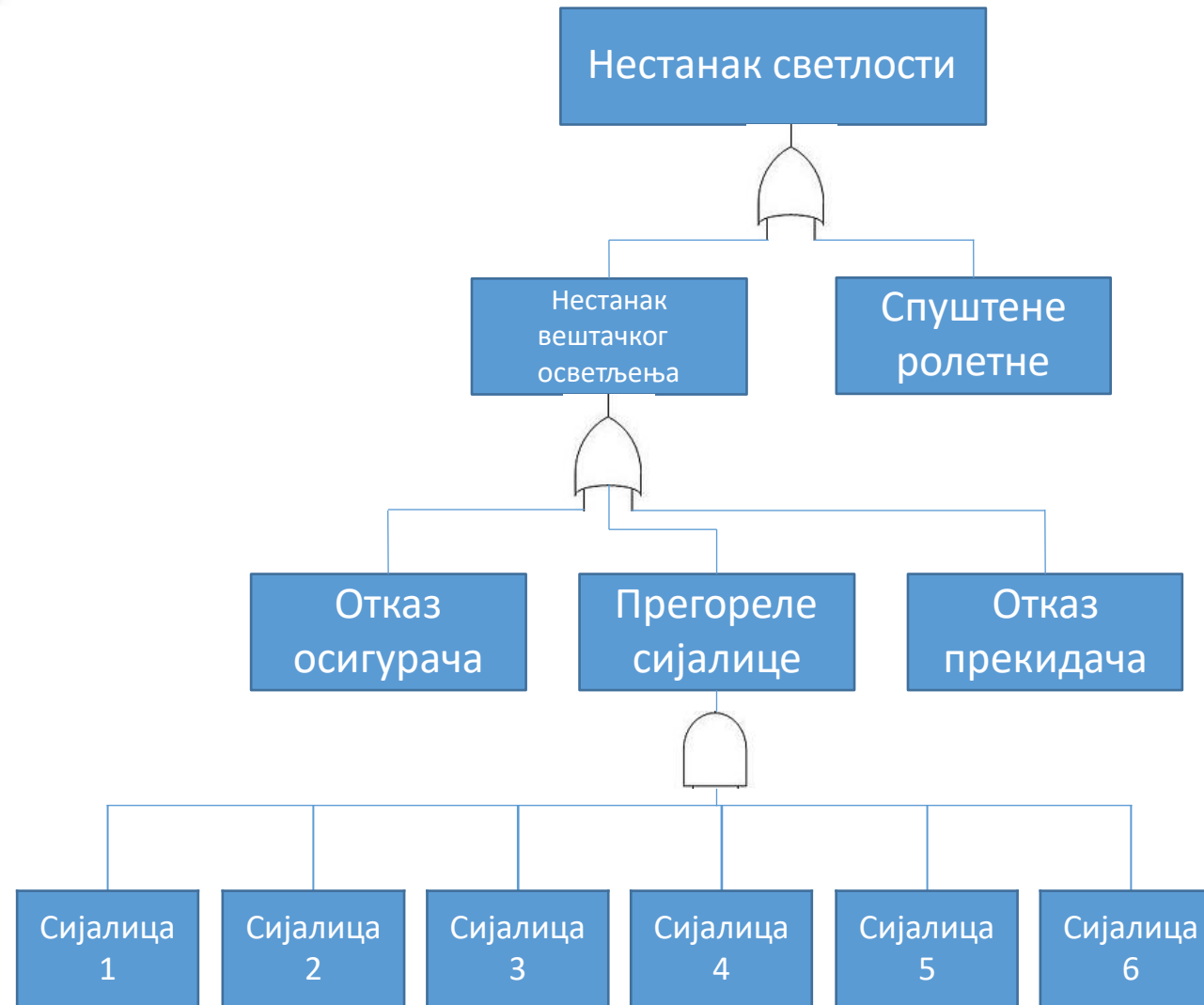
# Пример

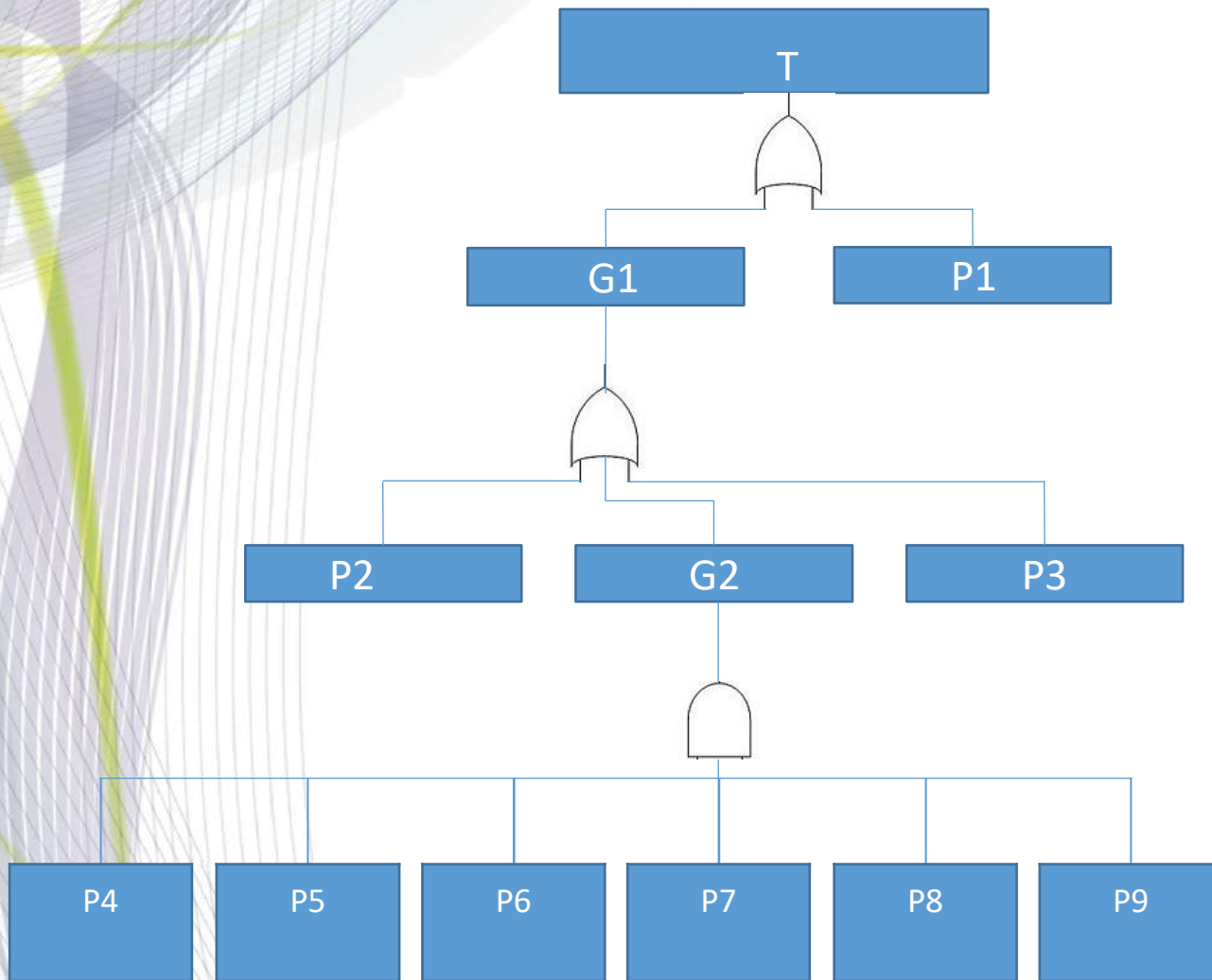


У току предавања у учионици је нестало струје. Пошто се предавања одржавају у току дана, само уколико су спуштене ролетне и нема никаквог вештачког осветљења у учионици неће бити светла. Ако се догоди да откаже осигурач, не ради прекидач или прегоре сијалице доћи ће до отказа вештачког осветљења.

Сијалица има 6 и светло ће нестати само ако свих шест сијалица прегори. Конструсати стабло отказа FTA анализом. Ако је вероватноћа отказа сваке сијалице 25%, осигурача 15%, отказ прекидача 10% и вероватноћа да су спуштене ролетне 50%. одредити вероватноћу нестанка струје. Као и вероватноћу отказа свих осталих компоненти стабла отказа.







$$T = G1 + P1$$

$$G1 = P2 + G2 + P3$$

$$G2 = P4 * P5 * P6 * P7 * P8 * P9$$

$$T = P1 + P4 * P5 * P6 * P7 * P8 * P9 + P3$$

$$P(G2) = 0,25 * 0,25 * 0,25 * 0,25 * 0,25 * 0,25$$

$$P(G2) = 0,000244$$

$$P(G1) = 0,15 + 0,000244 + 0,1$$

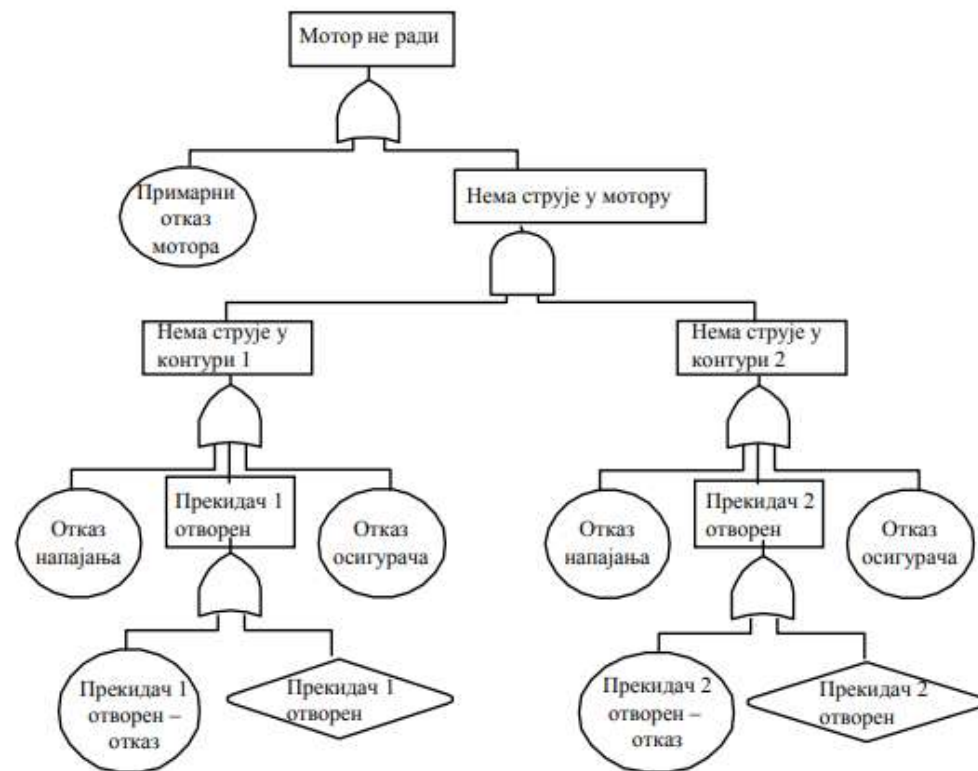
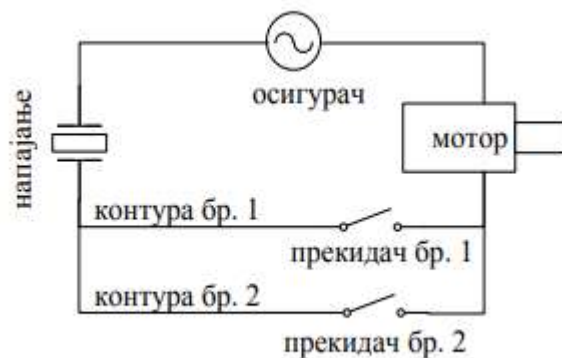
$$P(G1) = 0,250244$$

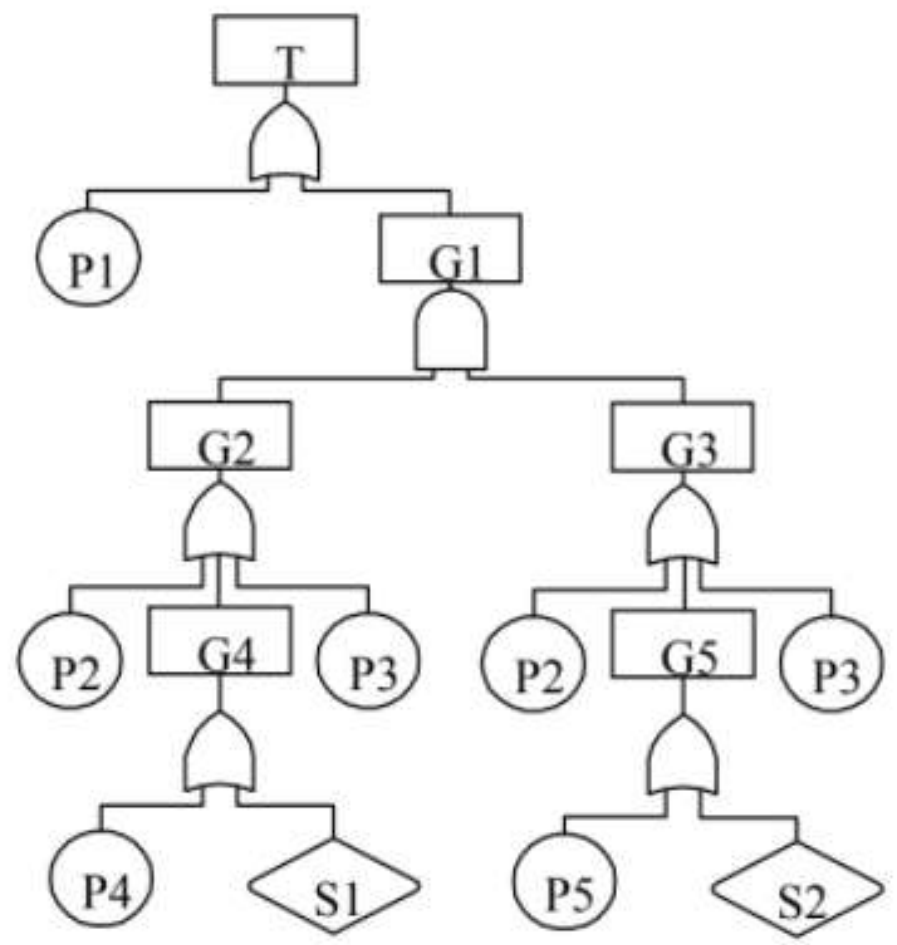
$$P(T) = 0,250244 + 0,5 = 0,750244 = 75,02\%$$



# Задатак

За стабло отказа са слике, написати једначину за израчунавање вероватноће отказа.





$$\begin{aligned} T &= P1 + G1 \\ G1 &= G2 * G3 \\ G2 &= P2 + G4 + P3 \\ G3 &= P2 + G5 + P3 \\ G4 &= P4 + S1 \\ G5 &= P5 + S2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} G3 &= P2 + P5 + S2 + P3 \\ G2 &= P2 + P4 + S1 + P3 \end{aligned}$$

$$G1 = (P2 + P4 + S1 + P3) * (P2 + P5 + S2 + P3)$$

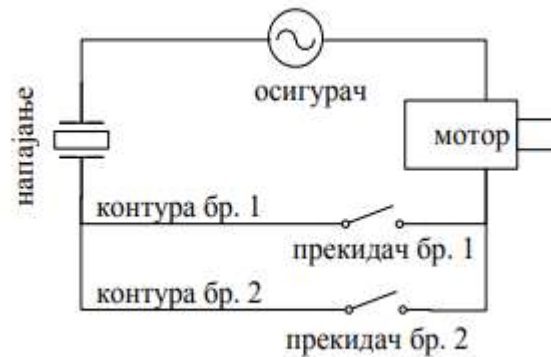
$$T = P1 + (P2 + P4 + S1 + P3) * (P2 + P5 + S2 + P3)$$

$$T = P1 + P2 + P3 + P4 * P5 + P5 * S1 + P4 * S2 + S1 * S2$$

\*Извршена је редукција формуле применом закона идемпотенције ( $P * P = P$ ) и закона апсорпције ( $P + (P * Q) = P * (P + Q) = P$ )



# Квалитативна анализа



РАНГ	МСП	ОПИС
1	P1	Примарни отказ мотора
1	P2	Примарни отказ напајања
1	P3	Примарни отказ осигурача
2	P5*P4	Отказ оба прекидача
2	P5*S1	Отворен прекидач 1 и отказ прекидача 2
2	S2*P4	Отворен прекидач 2 и отказ прекидача 1
2	S1*S2	Отворена оба прекидача



## Самостални задатак – II део

За кључни процес по избору формирати карту процеса уз примену матрице ризика, применити Ишикава дијаграм, Парето анализу, ФМЕА и ФТА.