

Управљање ризиком

ДРАГАНА МАКАЈИЋ-НИКОЛИЋ

ЛАБОРАТОРИЈА ЗА ОПЕРАЦИОНА ИСТРАЖИВАЊА „ЈОВАН ПЕТРИЋ“

Анализа стабла неисправности (АСН)

(Fault Tree Analysis - FTA)

Анализа стабла неисправности

- ▶ Дедуктивна метода у којој се специфицира **нежељени догађај система** и затим анализира утицај понашања појединих компоненти система на његово појављивање.
- ▶ Даје одговор на питања:
 - ▶ Који су узроци нежељеног догађаја?
 - ▶ Које комбинације узрока доводе до нежељеног догађаја?
 - ▶ Ако су познате вероватноће узрока, колика је вероватноћа нежељеног догађаја?
- ▶ Ослања се на дијаграм, **стабло неисправности (СН)**, који симболички описује логичке релације између догађаја.

Анализа стабла неисправности

- ▶ АСН је развио Н.А. Watson 1961. године у Bell Telephone Laboratories за потребе U.S. Air Force. Касније је проширена и примењена у Boeing Company.
- ▶ 1965. године Boeing и Универзитет у Вашингтону организовали су први конференцију о сигурности система (System Safety Conference) која представља почетак широког интересовања за АСН.
- ▶ Домен АСН постаје готово универзалан са значајним резултатима у роботици и поузданости софтвера и са све већим применама у анализи поузданости човека.

Развој АСН

- ▶ Могућност примене одређене методе значајно утиче на интересовање које за њу постоји и њен развој.
- ▶ С обзиром да је ФТА метода за анализу поузданости, сигурности и ризика, неколико несрећних догађаја је допринело да се она установи и потврди.

Развој АСН

- ▶ Јануара 1967. године - пожар на лансирној рампи Аполо 1. Након тога, NASA и Boeing су увели нови сигурносни програм за цео Аполо пројекат који је обухватао и извођење ФТА на читавом Аполо систему.



- ▶ Марта 1979. године – акцидент у нуклеарној електрани на острву Три Миље. Неколико студија испитивања догађаја је извршено коришћењем ФТА.



Развој АСН

- ▶ Јануара 1986 године – Спејс шатл Челинџер експлодирао 73 секунде након полетања. Независни тим за истраживање несреће је користио АСН за анализу главних мотора како би се обезбедила адекватна сигурност већ у фази дизајна шатла.



- ▶ Фебруара 2003. године – експлозија спејс шатла Колумбија. Након овог догађаја, тежиште свемирске индустрије је поново стављено на безбедност и поузданост.



Развој АСН

- ▶ АСН је коришћена и приликом дизајна нуклеарног система Фукушима, који је доживео отказ са катастрофалним последицама у марту 2011. године. У извештају Јапанске владе на *IAEA Ministerial Conference on Nuclear Safety* у јуну 2011. године наводи се да је АСН успешно спроведена у анализи неисправности система пумпи за морску воду, али да није разматрана могућност наисправности услед цунамија.



Развој АСН

- ▶ Од деведесетих година до данас АСН добија велики број проширења и хибридних облика:
 - ▶ Фази АСН,
 - ▶ Динамичка АСН,
 - ▶ *Accident Fault Trees (AFT diagrams)*,
 - ▶ *Condition-based fault tree analysis*,
 - ▶ SFTA (*Software FTA*),
 - ▶ *Bouncing failure analysis (BFA)* која обједињује АСН и ФМЕА методологију.
- ▶ Домен ФТА постаје готово универзалан са значајним резултатима у роботизи и поузданости софтвера и са све већим применама у анализи поузданости човека.
- ▶ Захтева добро познавање функционисања система.

АСН омогућава

- ▶ **Квалитативну анализу:** који су узроци одигравања одређеног догађаја (отказа) и откривање догађаја који имају највећи утицај на отказ целог система.

Минимални пресеци

- ▶ **Квантитативну анализу:** одређивање вероватноће одређеног догађаја на основу познатих вероватноћа примарних догађаја који до њега воде.

АСН – основни кораци

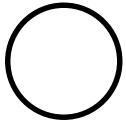
- ▶ Дефинисање система, нежељеног догађаја (отказа) система и услова отказа
- ▶ Конструкција стабла неисправности
- ▶ Квалитативна анализа стабла неисправности
- ▶ Квантитативна анализа стабла неисправности

АСН – ОСНОВНИ ПОЈМОВИ

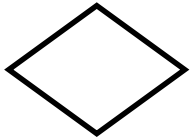
- ▶ **Догађај** - динамичка промена стања која се дешава у елементу система.
 - ▶ Вршни догађај – нежељени догађај система.
 - ▶ Примарни догађај – догађај који се даље не разлаже (граница редукције система).
 - ▶ Посредни догађај – догађај који је последица одигравања једног или више примарних или посредних догађаја.
- ▶ **Пресек** – скуп догађаја који доводи до вршног догађаја.
- ▶ **Минимални пресек** – скуп догађаја који се не може редуковати а чије одигравање доводи до вршног догађаја.

АСН – ОСНОВНИ СИМБОЛИ

▶ Примарни догађаји:



- ▶ Базични догађај – базична, иницирајућа неисправност која не захтева даље развијање.



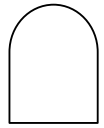
- ▶ Неразвијени догађај - догађај који није даље развијен или зато што то не би имало нарочит значај или зато што не постоји расположива информација.



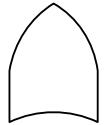
- ▶ **Посредни догађај** – догађај неисправности који се дешава зато што су један или више претходних догађаја активирали логичко коло (што су прошли кроз логичко коло).

АСН – ОСНОВНИ СИМБОЛИ

▶ Логичка кола:



- ▶ И - неисправност на излазу ће се десити ако се десе све улазне неисправности.



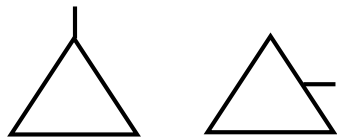
- ▶ ИЛИ - неисправност на излазу ће се десити ако се деси бар једна улазна неисправност.



- ▶ Ексклузивно ИЛИ - неисправност на излазу ће се десити ако се деси тачно једна улазна неисправност.



- ▶ Приоритетно И - неисправност на излазу ће се десити ако се све улазне неисправности десе у специфицираној секвенци.



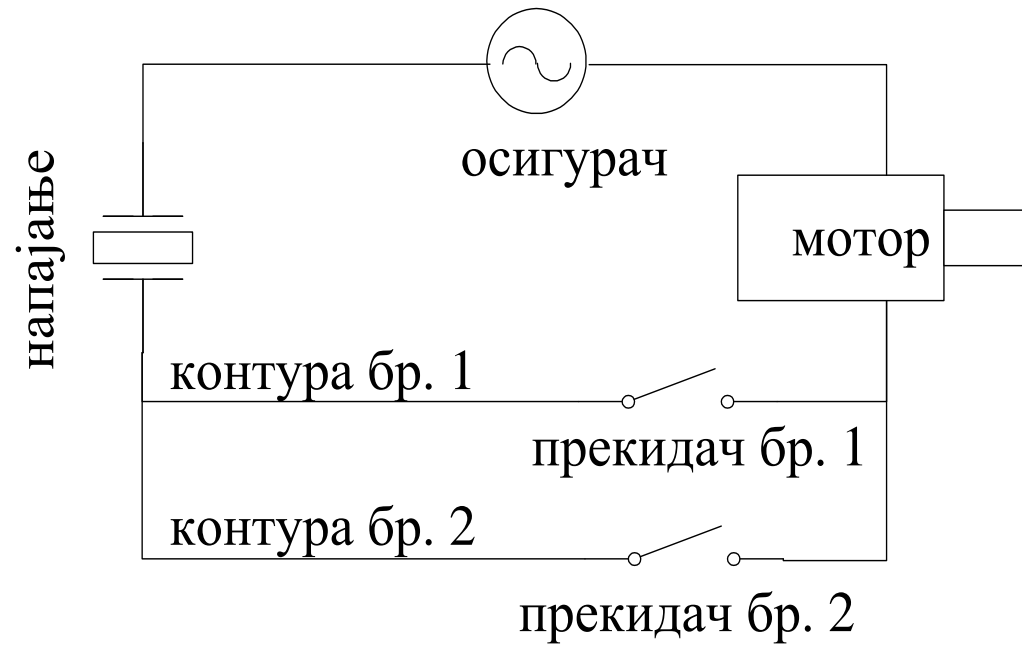
▶ Симболи за пренос

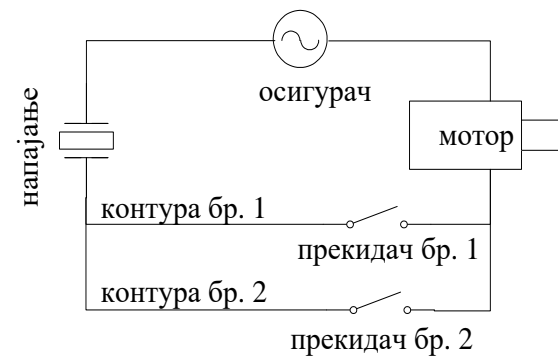
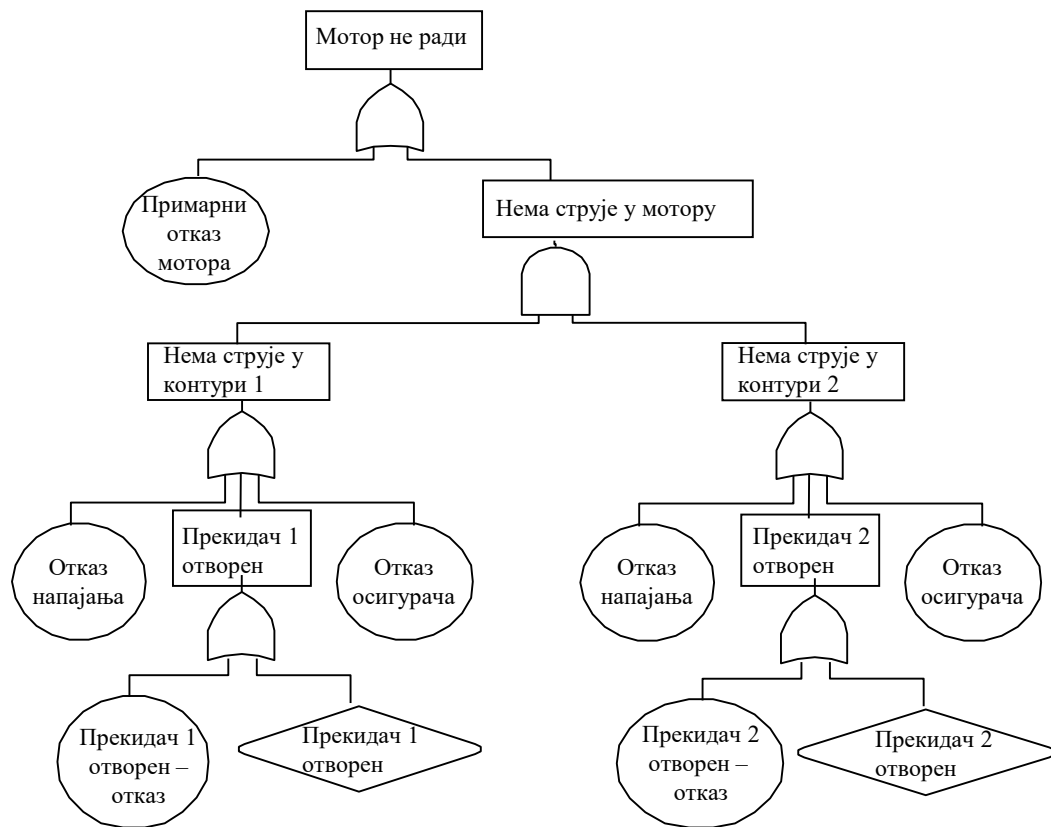
Стабло неисправности


- ▶ Стабло неисправности (СН) – графички, квалитативни модел различитих комбинација паралелних и секвенцијалних неисправности, уједињених међу собом различитим релацијама.
- ▶ Особине кохерентних система:
 - ▶ Системи у којима не постоје компоненте чије стање не утиче на стање система.
 - ▶ Структурна функција система је неопадајућа.
- ▶ Кохерентно СН – СН које садржи само И и ИЛИ кола и примарне догађаје без њихових негација.



Квалитативна АСН – конструкција стабла неисправности

Пример:





	Базични догађај
	Неразвијени догађај
	Посредни догађај

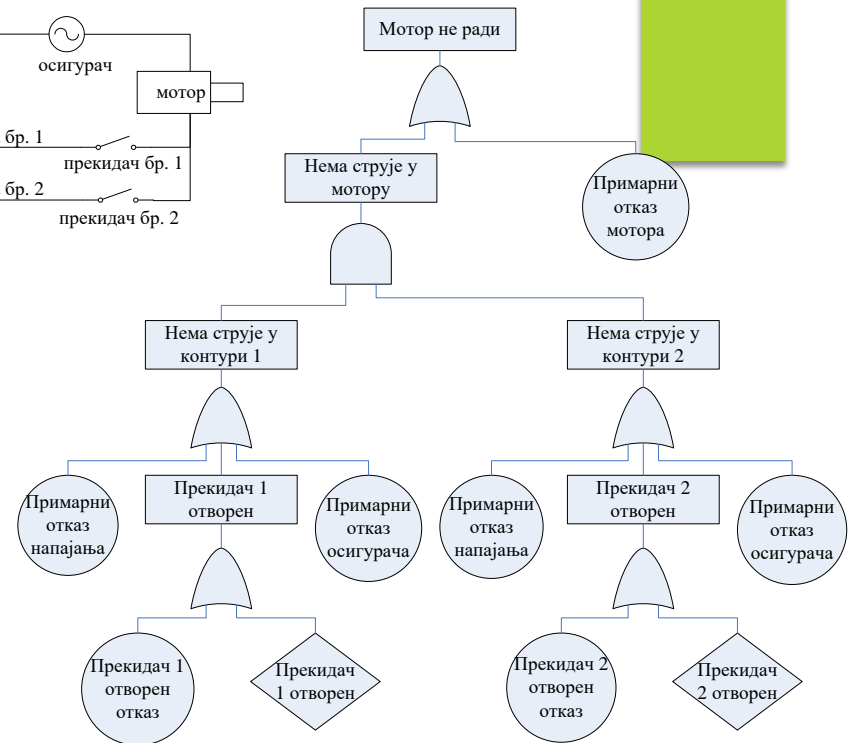
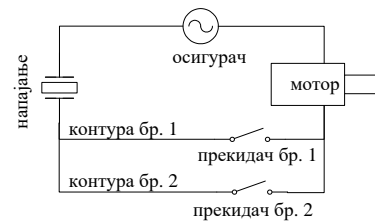
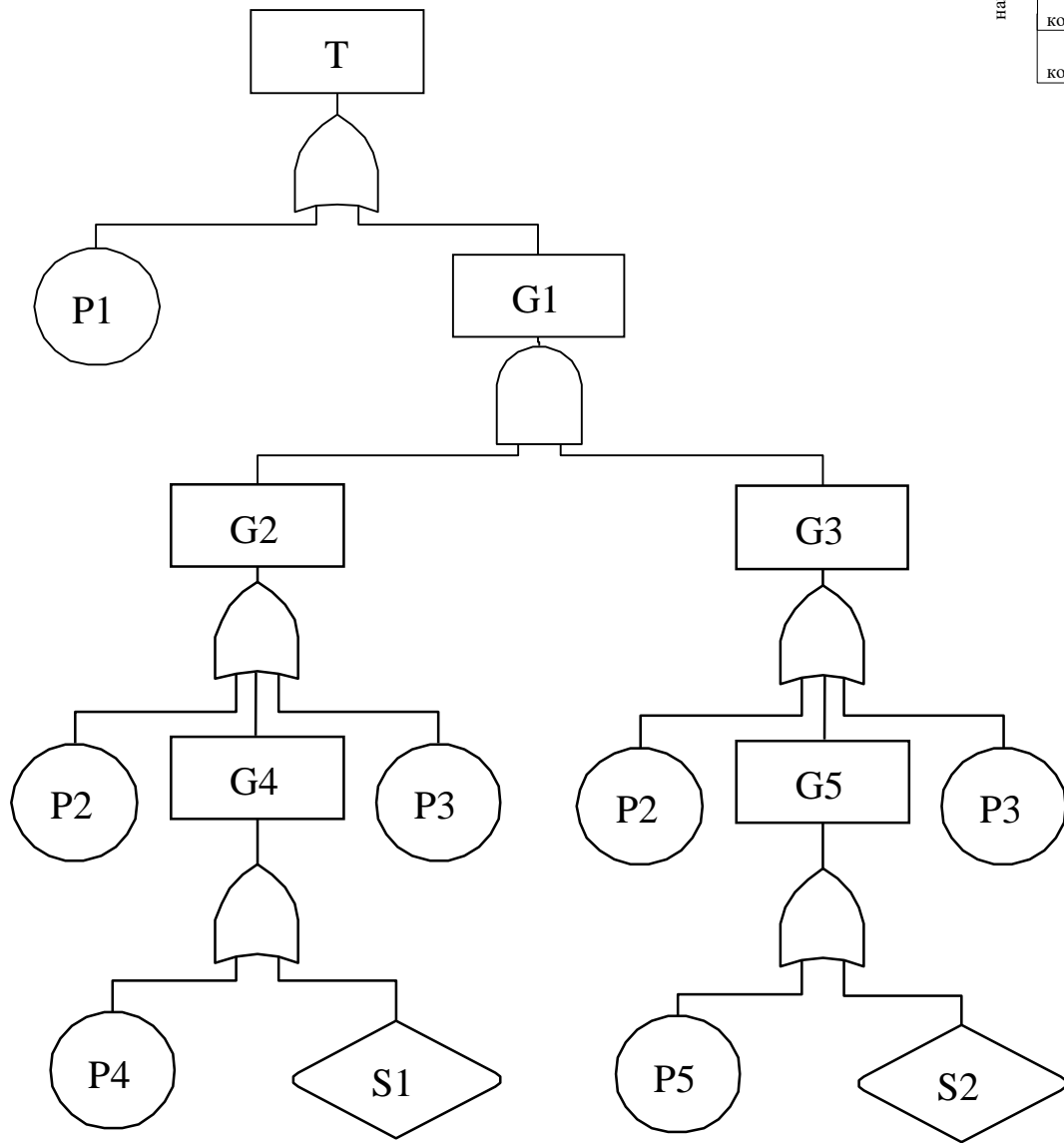
	И КОЛО
	ИЛИ КОЛО

Вежба

- ▶ Систем за заштиту од пожара у једном складишту се састоји из подсистема за детекцију ватре и подсистема за гашење пожара. Подсистем за детекцију ватре се састоји из детектора дима и детектора температуре и активира се (шаље сигнал за гашење) ако реагује било који од два детектора. Подсистем за гашење се састоји из пумпе и прскалице која је инсталирана на плафону складишта. Када од подсистема за детекцију ватре стигне сигнал, пумпа почиње да ради и вода из прскалица почиње да гаси пожар.
- ▶ Формулисати стабло неисправности за нежељени догађај “Систем се није активирао када је дошло до пожара”.

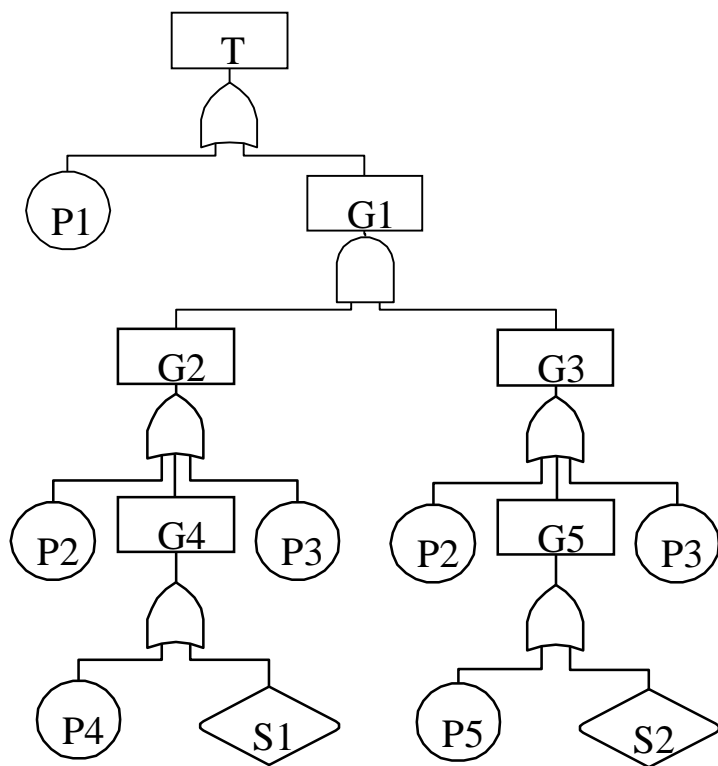
Квалитативна АСН – одређивање минималних пресека

- ▶ Догађаји у СН се обележавају (Буловском) променљивом:
 - ▶ T - вршни догађај (*top event*),
 - ▶ G_i - посредни догађаји (*gates*),
 - ▶ P_n и S_m – примарни догађаји (*primary* и *secondary events*).
- ▶ Логичка кола се замењују операцијама:
 - ▶ И коло - множењем,
 - ▶ ИЛИ коло – сабирањем.



Квалитативна АСН – одређивање минималних пресека

1. Сваком логичком колу доделити по једну (Буловску) једначину.



$$T = P_1 + G_1$$

$$G_1 = G_2 G_3$$

$$G_2 = P_2 + G_4 + P_3$$

$$G_3 = P_2 + G_5 + P_3$$

$$G_4 = P_4 + S_1$$

$$G_5 = P_5 + S_2$$

2. Вршити замену променљивих њиховим изразима док се не добије **вршни догађај као функција само примарних догађаја**. Притом се користе комутативни, асоцијативни и дистрибутивни закони Булове алгебре.

$$\begin{aligned} G3 &= P2 + G5 + P3 & \Rightarrow & G3 = P2 + (P5 + S2) + P3 \\ G5 &= P5 + S2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} G2 &= P2 + G4 + P3 & \Rightarrow & G2 = P2 + (P4 + S1) + P3 \\ G4 &= P4 + S1 \end{aligned}$$

$$G1 = G2 G3 \quad \Rightarrow \quad G1 = (P2 + P5 + S2 + P3) (P2 + P4 + S1 + P3)$$

$$T = P1 + G1 \quad \Rightarrow \quad T = P1 + P2 P2 + P2 P4 + P2 S1 + P2 P3 + P5 P2 + P5 P4 + P5 S1 + P5 P3 + S2 P2 + S2 P4 + S2 S1 + S2 P3 + P3 P2 + P3 P4 + P3 S1 + P3 P3$$

3. Извршити **редукцију** добијеног израза користећи правила Булове алгебре. За кохерентна стабла неисправности довољно је користити само закон идемпотенције ($P * P = P + P = P$) и закон апсорпције ($P + P * Q = P * (P + Q) = P$).

$$\begin{aligned}
 T = & P_1 + \underbrace{P_2 P_2}_{\text{circled}} + \cancel{P_2 P_4} + \cancel{P_2 S_1} + \cancel{P_2 P_3} + \cancel{P_5 P_2} + \\
 & P_5 P_4 + P_5 S_1 + \cancel{P_5 P_3} + \cancel{S_2 P_2} + S_2 P_4 + S_2 S_1 + \\
 & \cancel{S_2 P_3} + \cancel{P_3 P_2} + \cancel{P_3 P_4} + \cancel{P_3 S_1} + \underbrace{P_3 P_3}_{\text{circled}}
 \end{aligned}$$

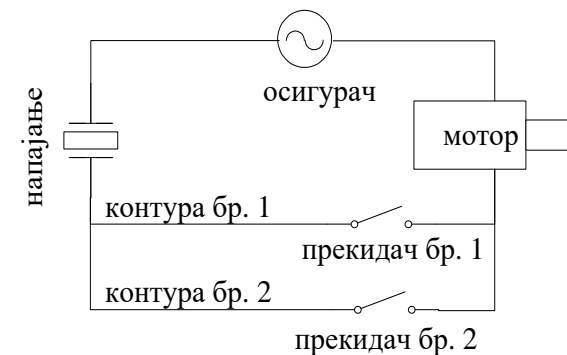
$$T = P_1 + P_2 + P_3 + P_5 P_4 + P_5 S_1 + S_2 P_4 + S_2 S_1$$

Квалитативна АСН – одређивање минималних пресека

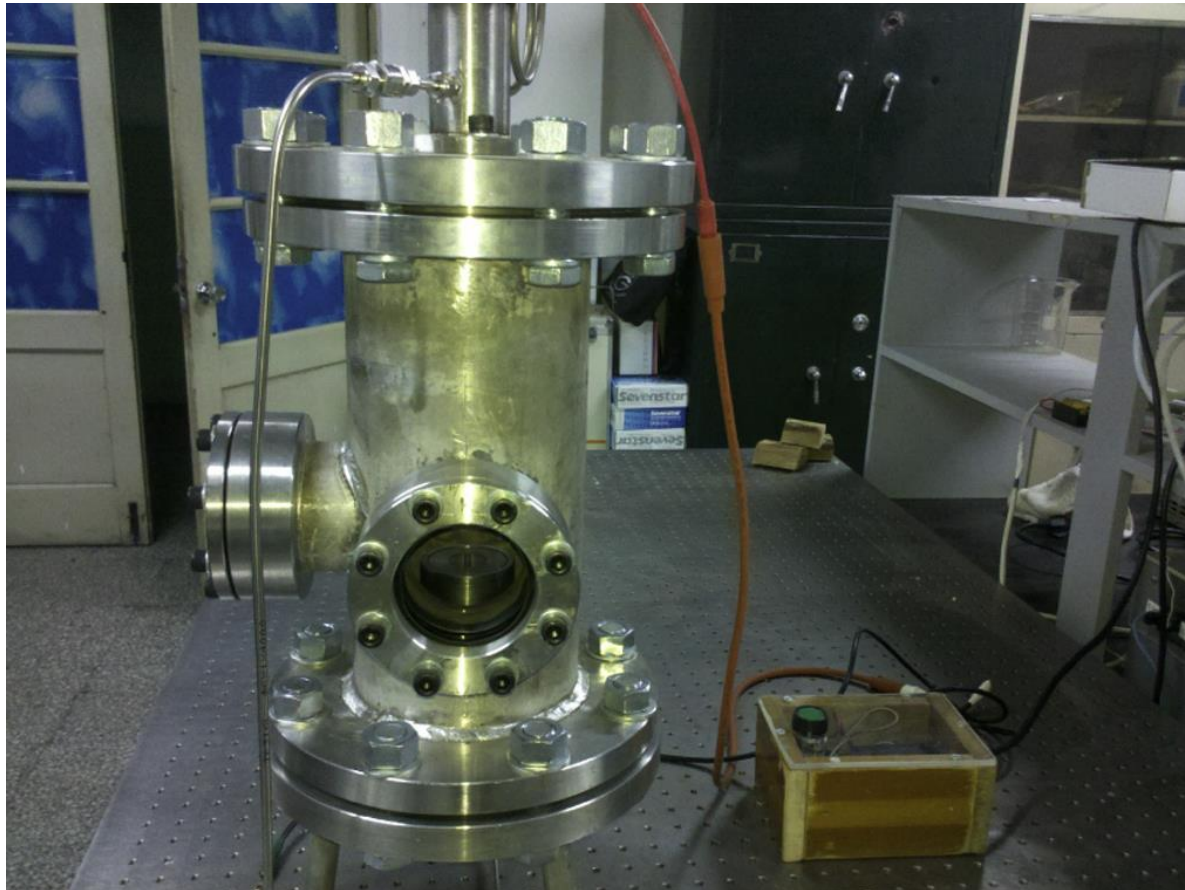
- ▶ Резултат другог корака су сви пресеци СН.
- ▶ Резултат трећег корака су минимални пресеци СН.
- ▶ Минимални пресеци (МСП) се рангирају по броју чланова. Највећи ранг има, односно најзначајнији су МСП који имају најмање елемената.

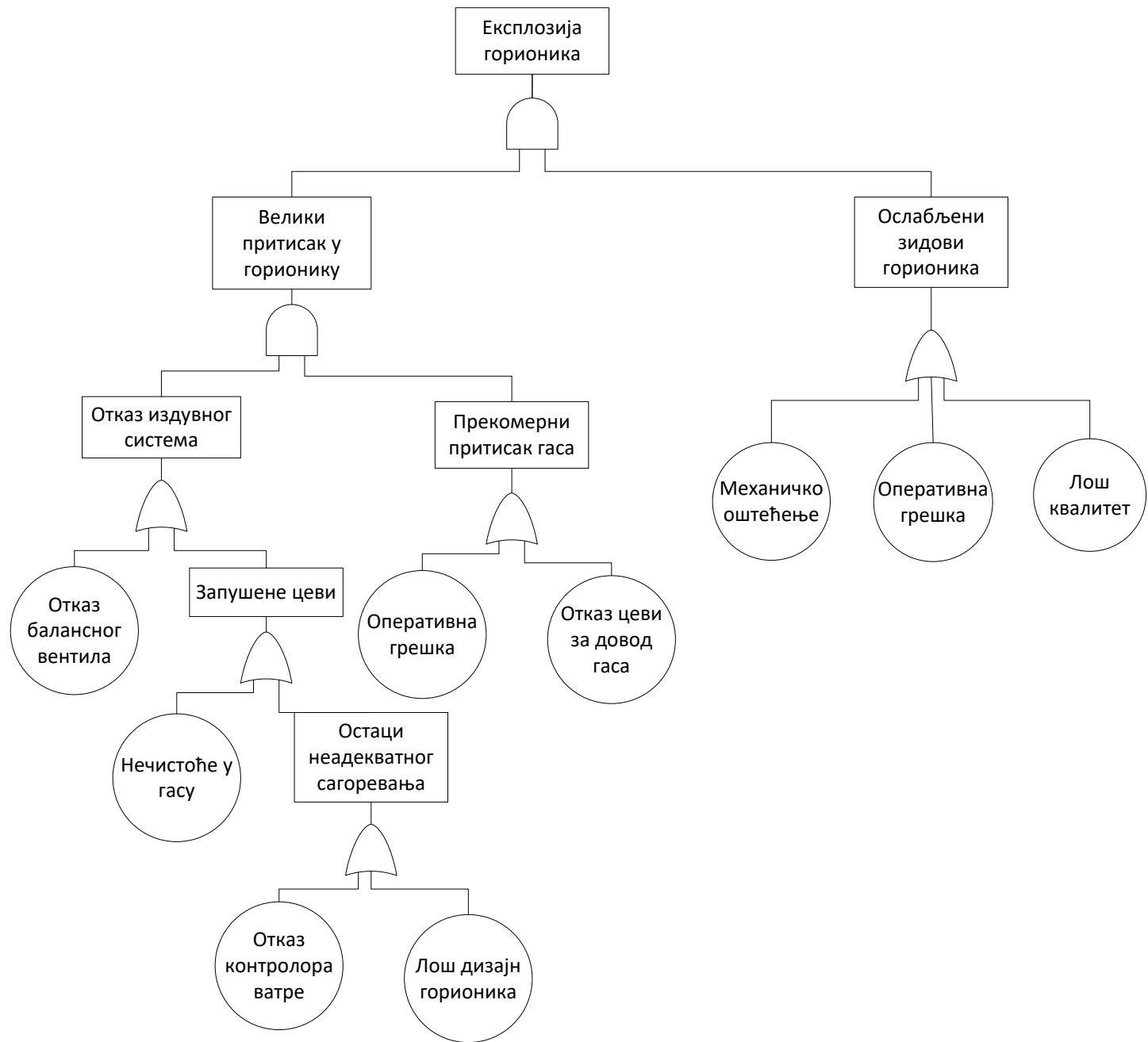
Квалитативна АСН – одређивање минималних пресека

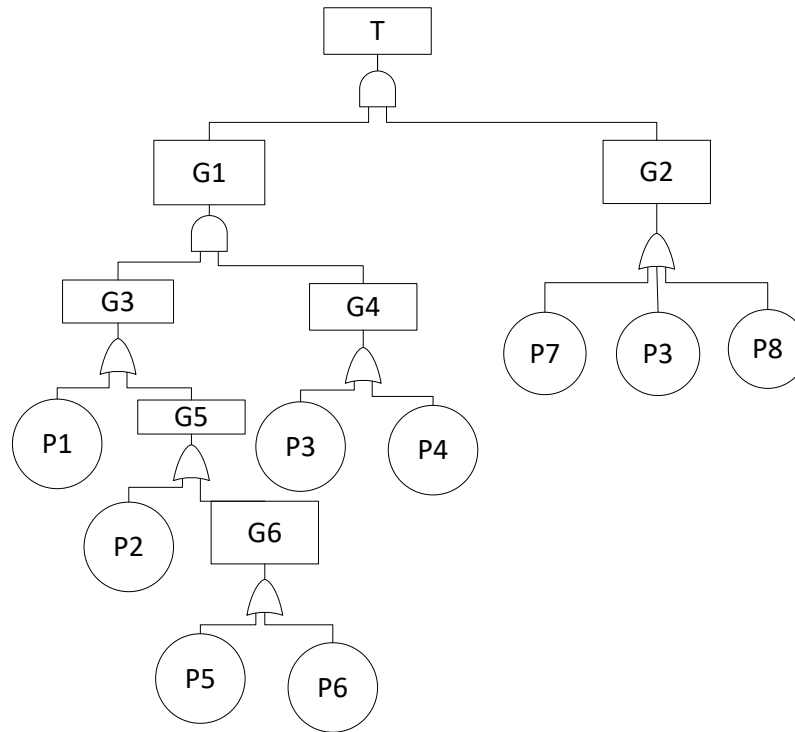
Ранг	Минимални пресек	Опис
1	P_1	Примарни отказ мотора
1	P_2	Примарни отказ напајања
1	P_3	Примарни отказ осигурача
2	$P_5 P_4$	Отказ оба прекидача
2	$P_5 S_1$	Отворен прекидач 1 и отказ прекидача 2
2	$S_2 P_4$	Отворен прекидач 2 и отказ прекидача 1
2	$S_2 S_1$	Отворена оба прекидача



Пример: експлозија горионика







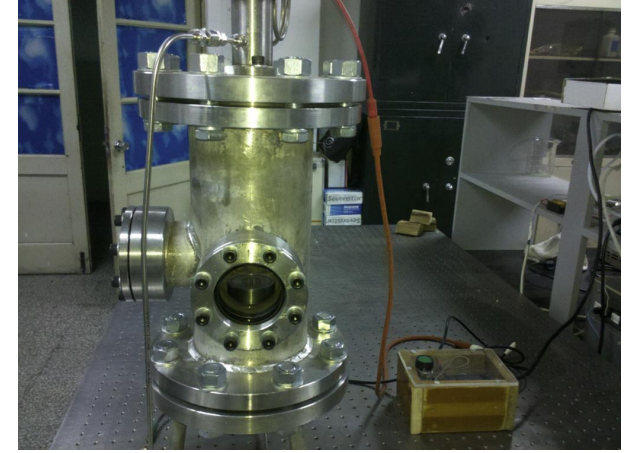
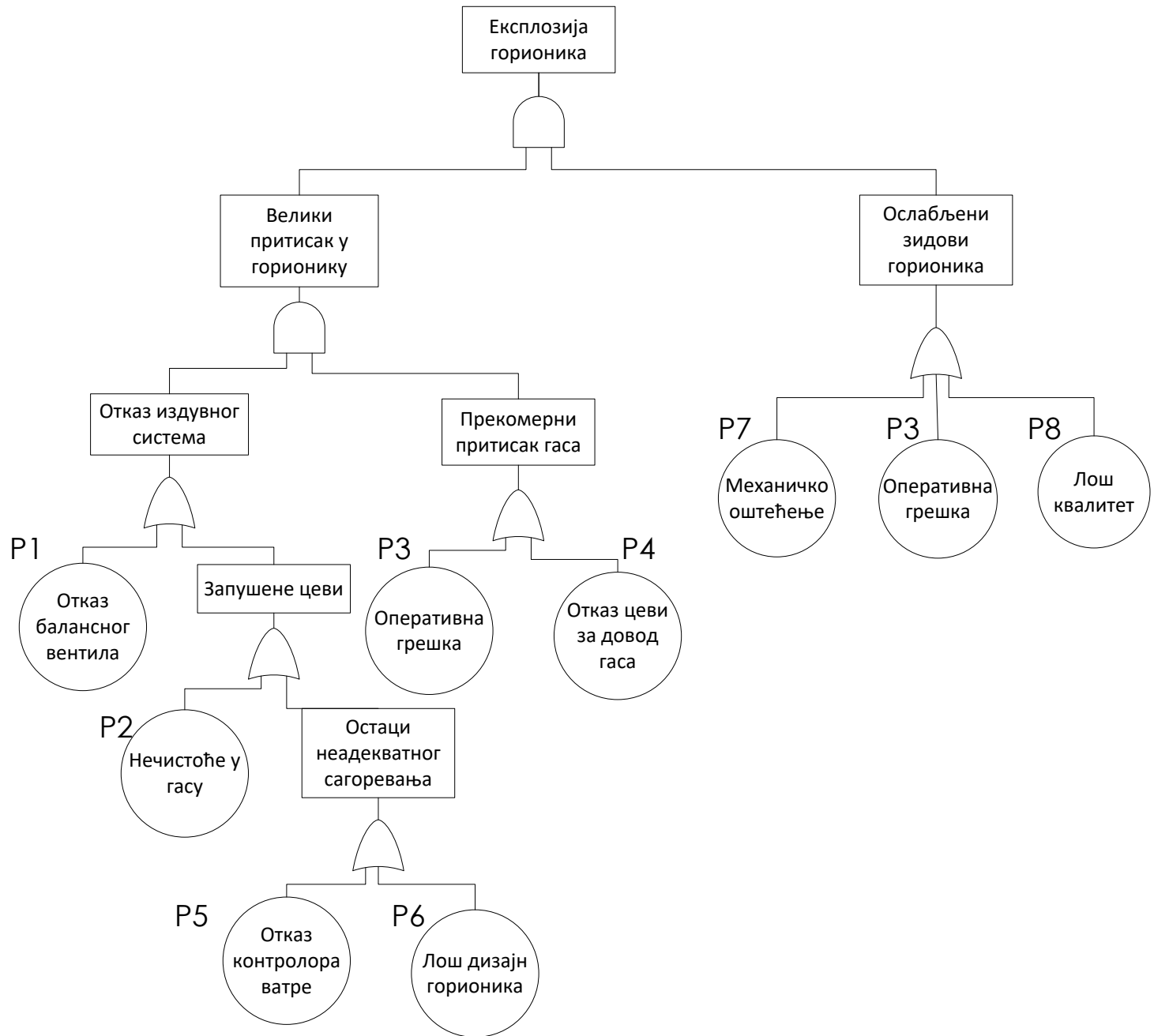
$$T = G1G2$$

$$= G3G4(P7 + P3 + P8)$$

$$= (P1 + G5)(P3 + P4)(P7 + P3 + P8) = \dots$$

$$= (P1 + P2 + P5 + P6)(P3 + P4)(P7 + P3 + P8) = \dots$$

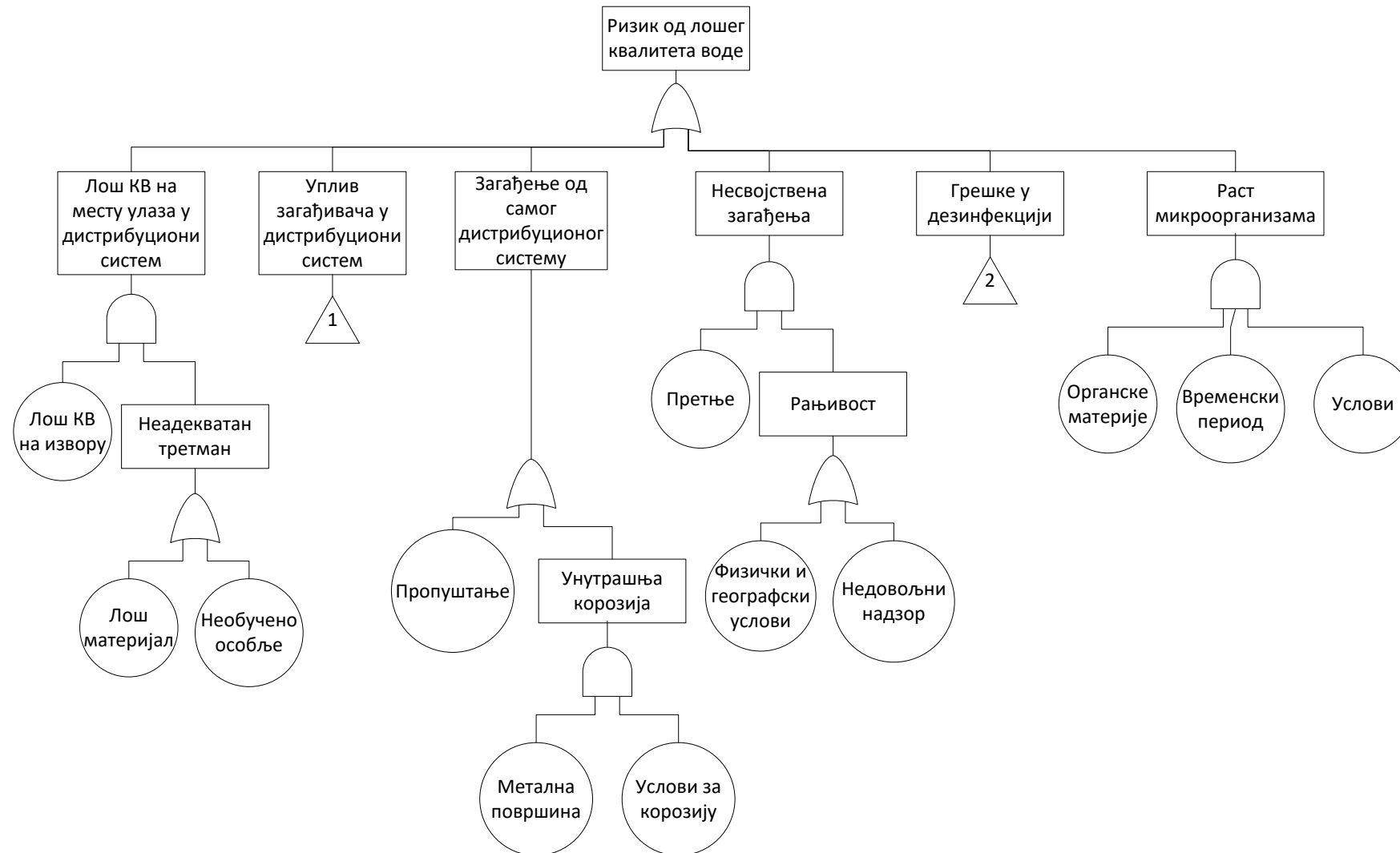
$$= P1P3 + P2P3 + P3P5 + P3P6 + P1P4P7 + P2P4P7 + P4P5P7 + P4P6P7 + P1P4P8 + P2P4P8 + P4P5P8 + P4P6P8$$



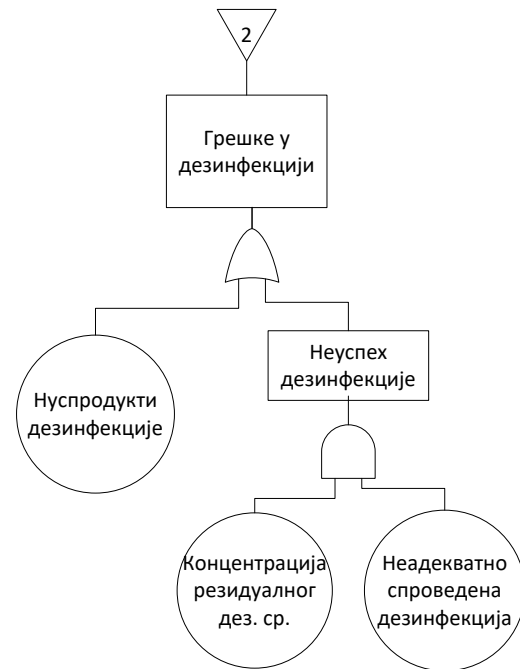
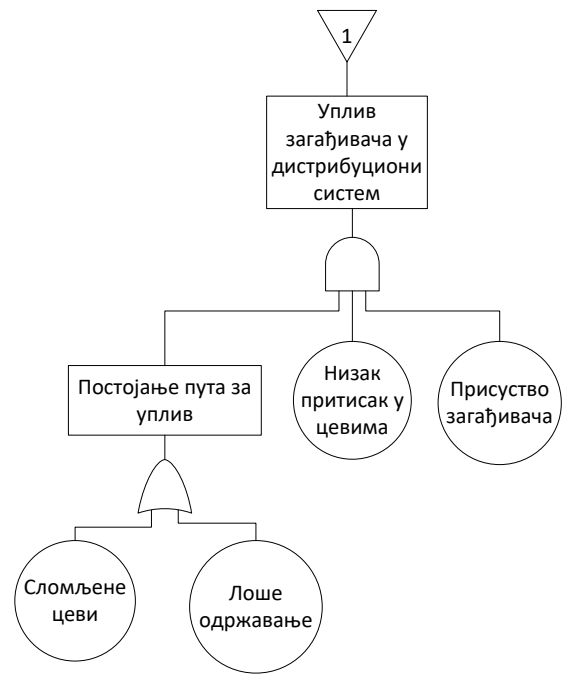
Минимални пресеци:

- P1P3
- P2P3
- P3P5
- P3P6
- P1P4P7
- P2P4P7
- P4P5P7
- P4P6P7
- P1P4P8
- P2P4P8
- P4P5P8
- P4P6P8

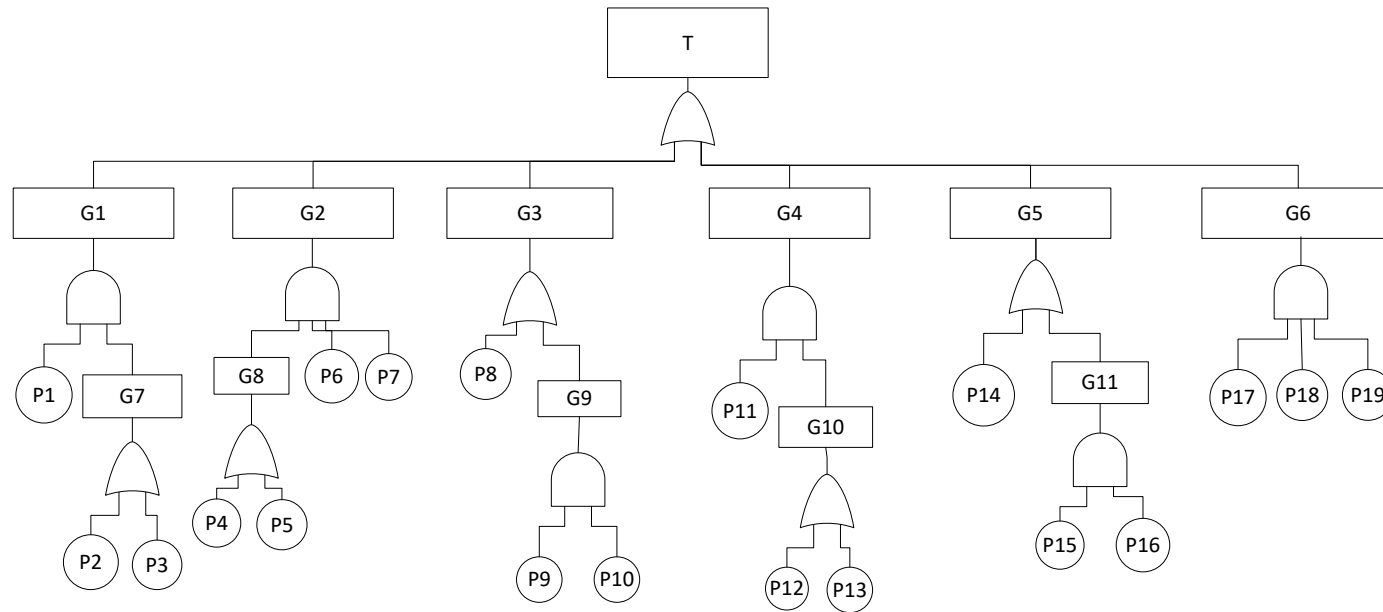
Ризик од лошег квалитета воде



Пример



Пример



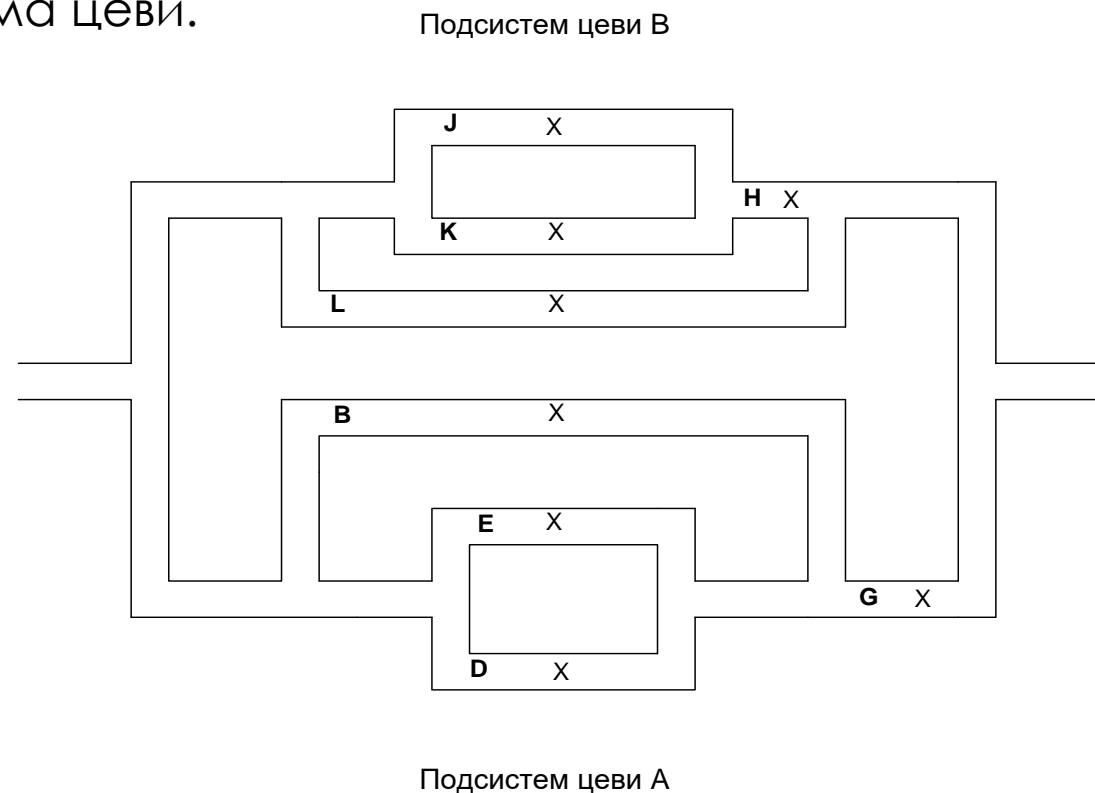
$$T = P1P2 + P1P3 + P4P6P7 + P5P6P7 + P8 + P9P10 + P11P12 + P11P13 + P14 + P15P16 + P17P18P19$$

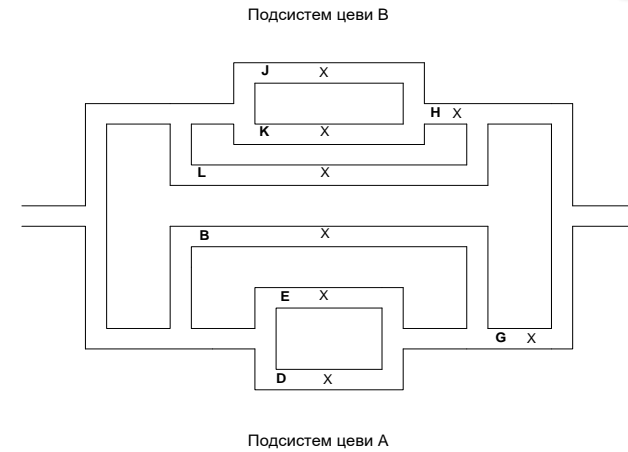
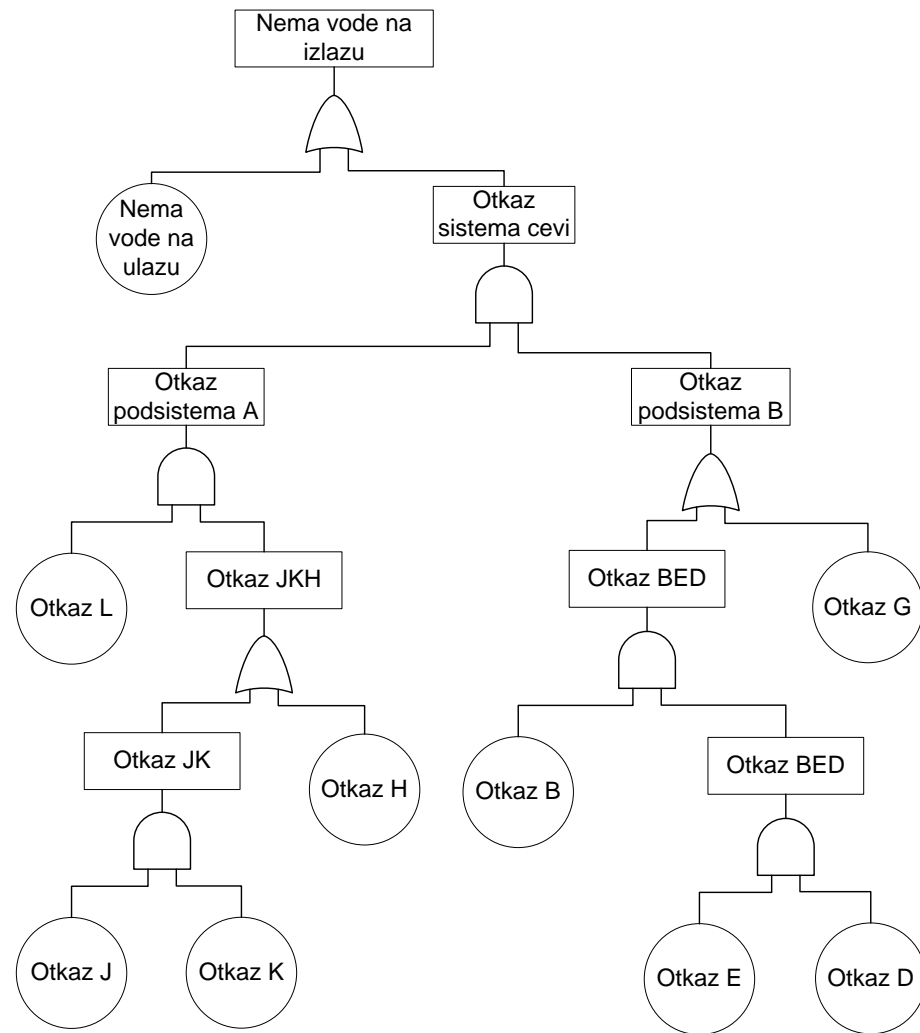
Водоводна мрежа

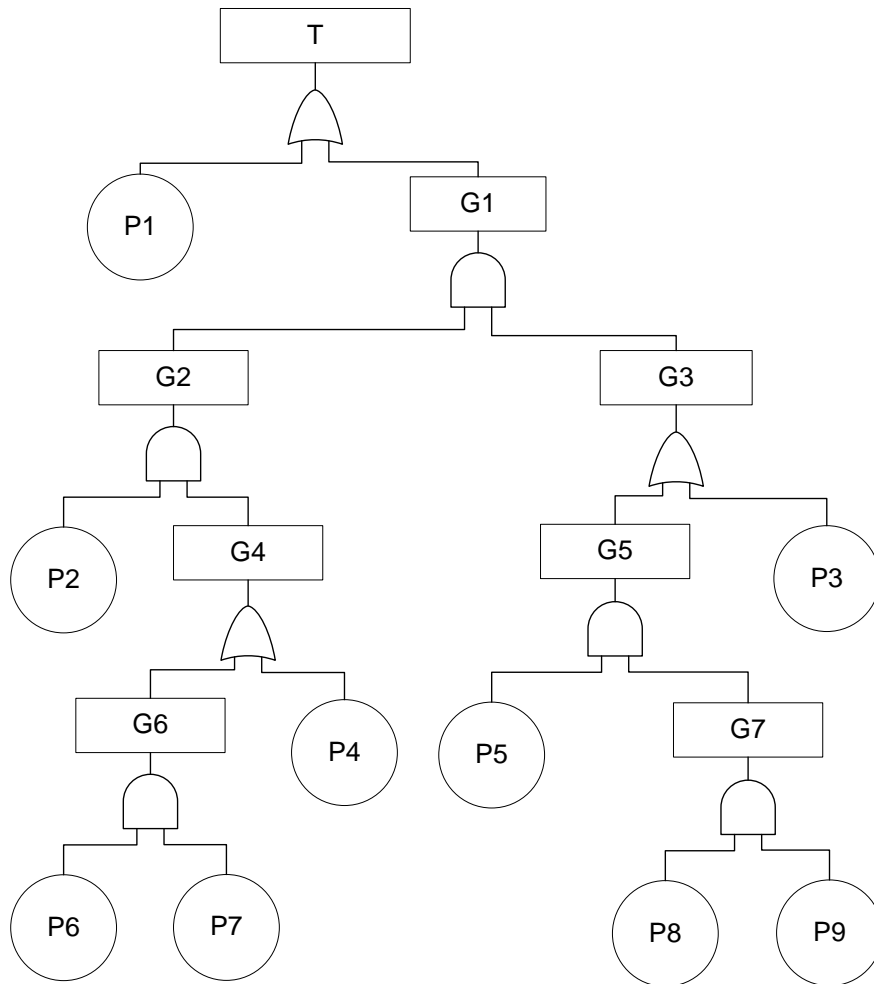
Формирати СН и одредити пресеке за вршни догађај - нема воде на излазу.

Први ниво узрока:

- нема воде на улазу или
- ОТКАЗ СИСТЕМА ЦЕВИ.







$$T = P1 + G1$$

$$G1 = G2 \cdot G3$$

$$G2 = P2 \cdot G4$$

$$G3 = G5 + P3$$

$$G4 = G6 + P4$$

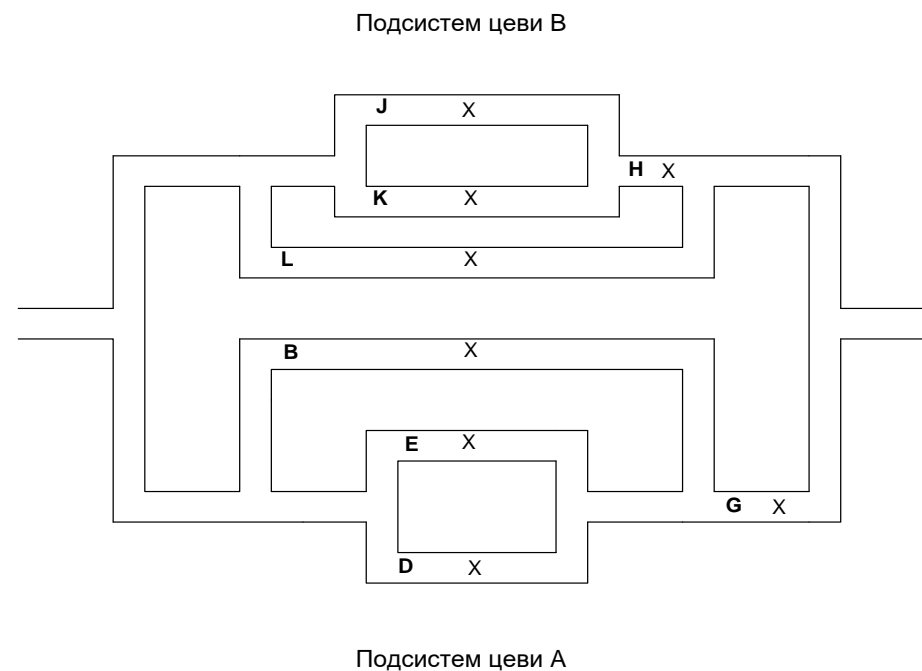
$$G5 = P5 \cdot G7$$

$$G6 = P6 \cdot P7$$

$$G7 = P8 \cdot P9$$

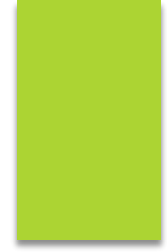
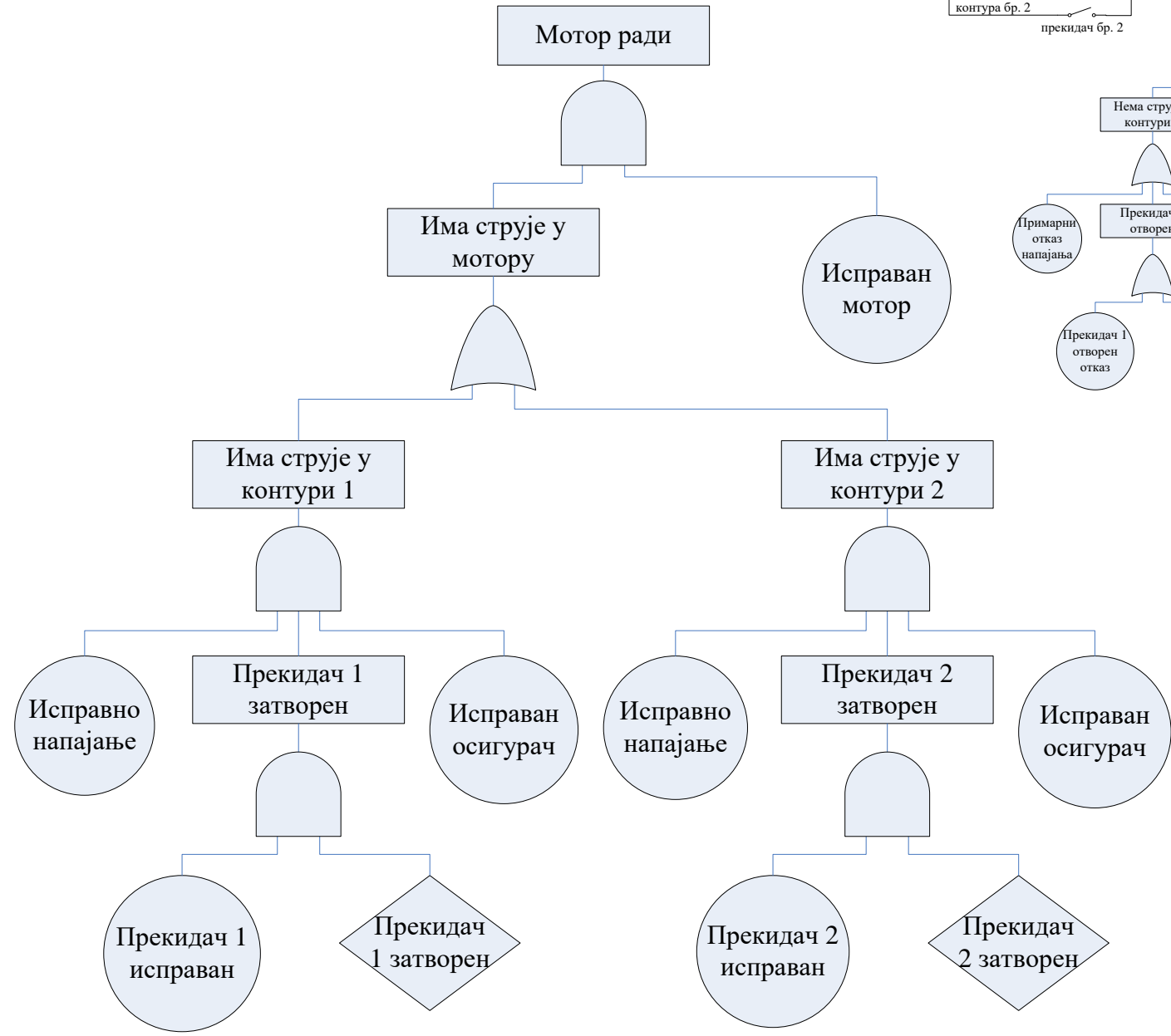
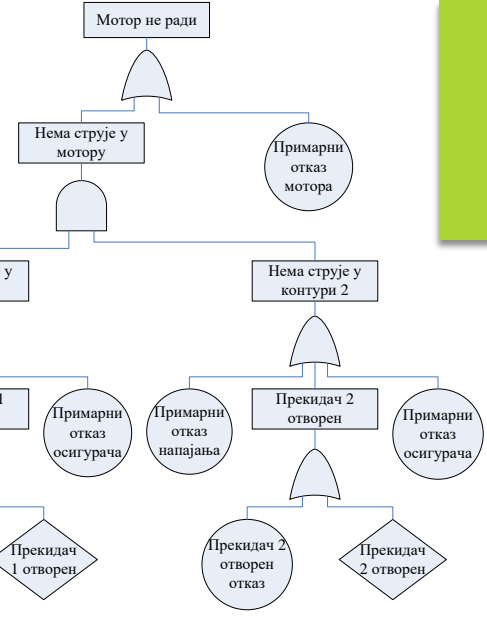
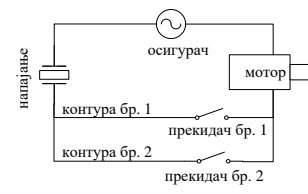
$$T = P1 + P2P3P4 + P2P3P6P7 + P2P4P5P8P9 + P2P5P6P7P8P9$$

Минимални пресеци	Опис
P1	Нема воде на улазу у систем за снабдевање водом
P2P3P4	Отказ цеви L,G и H
P2P3P6P7	Отказ цеви L,G,J и K
P2P4P5P8P9	Отказ цеви L,H,B,D и E
P2P5P6P7P8P9	Отказ цеви L,B,J,K,D и E



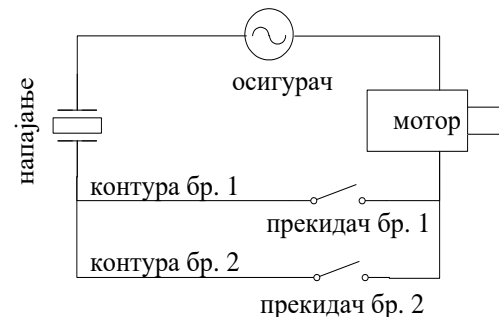
Квалитативна анализа СН – мини путеви

- ▶ Минимални скупови путева (минипутеви, МП) (*Minimal path sets*) су дуални (комплементни) скупови МСП.
 - ▶ Скупови путева представљају скуп примарних догађаја чије неодигравање гарантује да се неће десити ни вршни догађај.
 - ▶ МП су скупови путева који се не могу редуковати без губљења статуса скупа путева. Ако се ниједан од догађаја из минипута не деси, неће се десити ни вршни догађај.
- ▶ Један од начина за одређивање МП је преко дуалног СН. Минипресеци ДСН су минипутеви полазног (прималног) СН.
- ▶ Дуално СН има супротне догађаје од догађаја почетног СН а свако логичко коло И је замењено логичким колом ИЛИ и обрнуто.

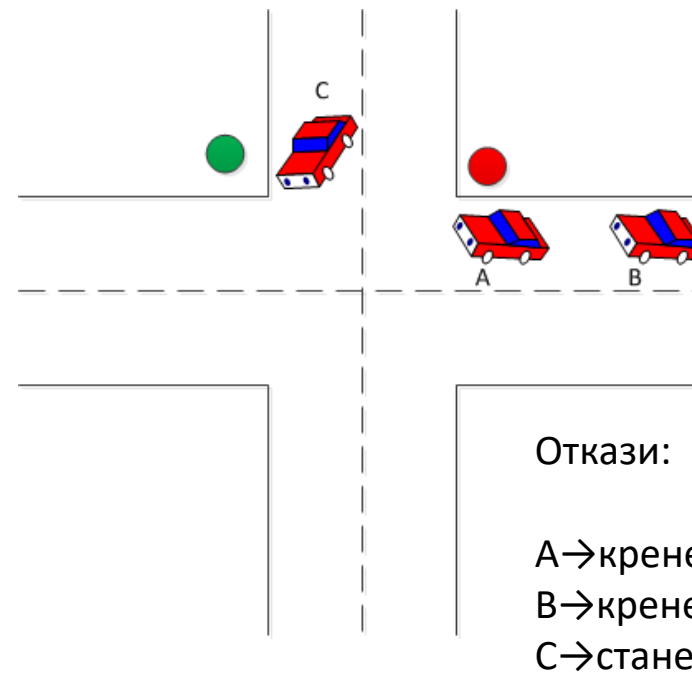
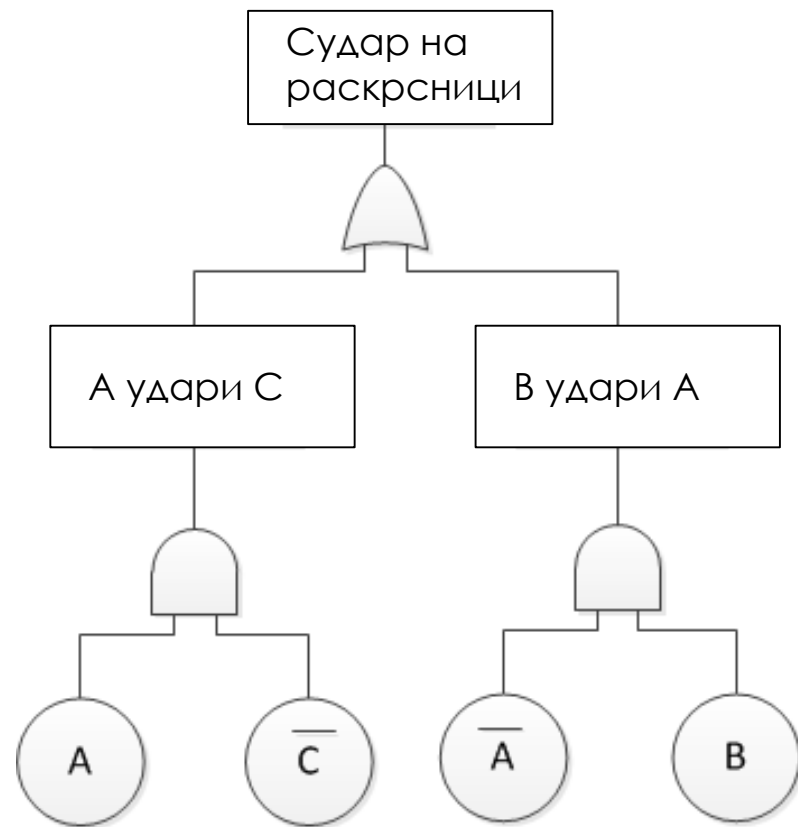


Квалитативна анализа СН – МП

МП	ОПИС
P1 P2 P3 P4 S1	Исправан мотор, исправно напајање, исправан осигурач, исправан прекидач 1 и затворен прекидач 1
P1 P2 P3 P5 S2	Исправан мотор, исправно напајање, исправан осигурач, исправан прекидач 2 и затворен прекидач 2



Некохерентна СН



$$T = A \cdot \bar{C} + \bar{A} \cdot B$$

Квантитативна АСН

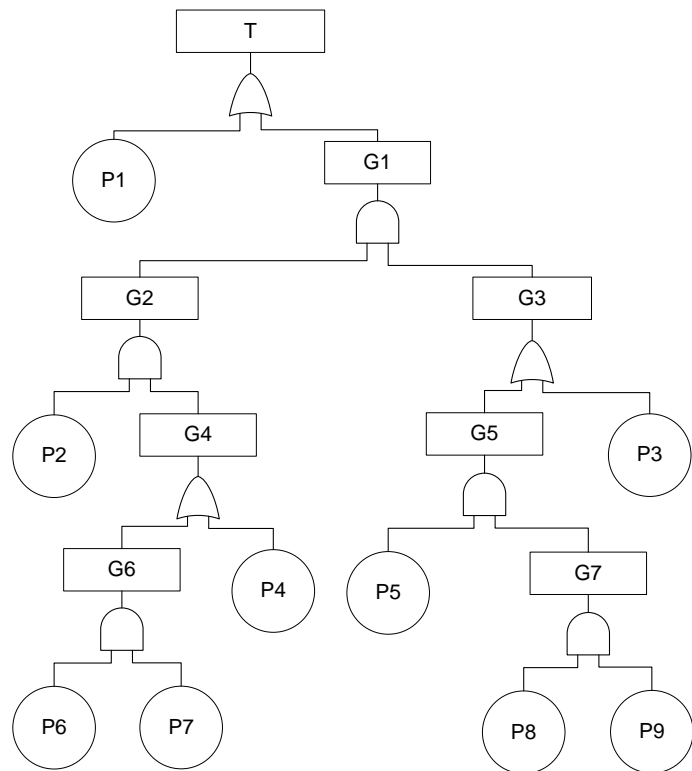
Састоји се у одређивању:

- ▶ Вероватноће нежељеног догађаја:
 - ▶ На основу СН – за СН без вишеструких догађаја,
 - ▶ На основу минималних пресека – за СН са вишеструким догађајима
- ▶ Мера значајности примарних догађаја.

Одређивање вероватноће вршног догађаја директно из СН

- ▶ Када СН не садржи вишеструке догађаје, вероватноћа вршног догађаја се може одредити директно кроз СН.
- ▶ На основу логичких кола и вероватноћа примарних догађаја се идући уз СН одређују вероватноће посредних догађаја све док се не стигне до вршног догађаја.

Зависност догађаја	Вероватноћа	
	Логичко коло И	Логичко коло ИЛИ
А и В су независни	$P(E) = P(A) \cdot P(B)$	$P(E) = P(A) + P(B) - P(A) \cdot P(B)$
А и В су зависни	$P(E) = P(A) \cdot P(B A)$ $= P(B) \cdot P(A B)$	$P(E) = P(A) + P(B) - P(A \cap B)$ $= P(A) + P(B) - P(A) \cdot P(B A)$
А и В су зависни и $A \subset B$	$P(E) = P(A)$	$P(E) = P(B)$



$$T = P1 + G1$$

$$G1 = G2 \cdot G3$$

$$G2 = P2 \cdot G4$$

$$G3 = G5 + P3$$

$$G4 = G6 + P4$$

$$G5 = P5 \cdot G7$$

$$G6 = P6 \cdot P7$$

$$G7 = P8 \cdot P9$$

Вероватноћа отказа сваке од цеви је 0,01

$$P(G7) = 0,01 \cdot 0,01 = 10^{-4}$$

$$P(G6) = 10^{-4}$$

$$P(G5) = 10^{-6}$$

$$P(G4) = 10^{-6} + 0,01 - 10^{-8} = 0,010099$$

$$P(G3) = 0,01000099$$

$$P(G2) = 0,001000099$$

$$P(G1) = 0,00000101$$

$$P(T) = 0,010001$$
 - вероватноћа вршног догађаја

„Нема воде на излазу“.

вероватноћа	
Логичко коло И	Логичко коло ИЛИ
$P(E) = P(A) \cdot P(B)$	$P(E) = P(A) + P(B) - P(A) \cdot P(B)$

Одређивање вероватноће вршног догађаја из минималних пресека

- Када СН садржи вишеструке догађаје, одређивање тачне вероватноћа вршног догађаја је сложено.
- Може се одредити горња граница вероватноће као збир вероватноћа минималних пресека.
- Вероватноћа минималног пресека представља производ вероватноћа његових примарних догађаја.

Одређивање вероватноће вршног догађаја из минималних пресека

- ▶ МСП се могу представити као пресек својих догађаја:

$$C_1 = \{P_{1,1}, P_{1,2}, \dots, P_{1,n_1}\} = \left\{ \bigcap_{j=1}^{n_1} P_{1,j} \right\},$$

$$C_2 = \{P_{2,1}, P_{2,2}, \dots, P_{2,n_2}\} = \left\{ \bigcap_{j=1}^{n_2} P_{2,j} \right\},$$

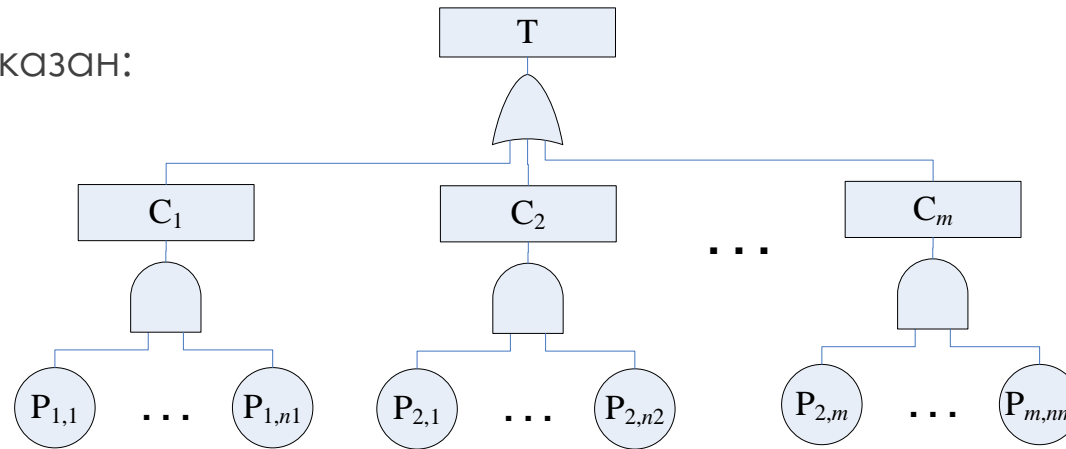
⋮

$$C_m = \{P_{m,1}, P_{m,2}, \dots, P_{m,n_m}\} = \left\{ \bigcap_{j=1}^{n_m} P_{m,j} \right\},$$

- ▶ Где је P_{ij} i -ти примарни догађај у j -том МСП.

Одређивање вероватноће вршног догађаја из минималних пресека

- ▶ Вршни догађај СН може бити приказан:



- ▶ Вршни догађај T ће се одиграти ако се одигра бар један од његових МСП.

$$\{T\} = \left\{ \bigcup_{i=1}^m C_i \right\}$$

горња граница $P\{T\}$

$$P\{T\} = P\left\{ \bigcup_{i=1}^m C_i \right\} = \underbrace{\sum_{i=1}^m P(C_i) - \sum_{i=1}^{m-1} \sum_{j=i+1}^m P(C_i \cap C_j) + \sum_{i=1}^{m-2} \sum_{j=i+1}^{m-1} \sum_{k=j+1}^m P(C_i \cap C_j \cap C_k) + \dots + (-1)^{m-1} P\left(\bigcap_{i=1}^m C_i \right)}_{\text{доња граница } P\{T\}}$$

доња граница $P\{T\}$

Одређивање вероватноће вршног догађаја из минималних пресека



Догађај	Опис	Вероватноћа
P_1	Примарни отказ мотора	0,002
P_2	Примарни отказ напајања	0,007
P_3	Примарни отказ осигурача	0,004
P_4	Отказ прекидача 1	0,001
P_5	Отказ прекидача 2	0,003
S_1	Отворен прекидач 1	0,0025
S_2	Отворен прекидач 2	0,005

Одређивање вероватноће вршног догађаја из минималних пресека

Ранг	Минимални пресеци	Опис	Вероватноћа
1	P_1	Примарни отказ мотора	0,002
1	P_2	Примарни отказ напајања	0,007
1	P_3	Примарни отказ осигурача	0,004
2	$P_5 P_4$	Отказ оба прекидача	0,000003
2	$P_5 S_1$	Отворен прекидач 1 и отказ прекидача 2	0,0000075
2	$S_2 P_4$	Отворен прекидач 2 и отказ прекидача 1	0,000005
2	$S_2 S_1$	Отворена оба прекидача	0,0000125

Горња граница вероватноће вршног догађаја „Мотор не ради“:

$$0,002+0,007+0,004+0,000003+0,0000075+0,000005+0,0000125= 0,013028$$

- 
- ▶ Вероватноћа вршног догађаја се може одредити и помоћу вероватноћа минипутева. Минипутеви се могу представити као унија својих примарних догађаја, а вршни догађај као пресек свих минипутева.
- 

Квантитативна анализа СН – мере значајности

- ▶ Значај свих догађаја у СН (примарних и посредних) и њихов допринос вероватноћи вршног догађаја, као и остељивост вероватноће вршног догађаја на повећање или смањење вероватноће било ког догађаја у СН.
- ▶ Показало се да свега 20% примарних догађаја има значајан допринос (више од 90%) вероватноћи вршног догађаја.
- ▶ На основу анализе мера значајности (*importance measures*) могу се доносити одлуке о расподели ресурса за тестирање, одржавање, контролу итд. да би се смањила вероватноћа вршног догађаја.

Fussell-Vesely (F-V) Importance

- *Fussell-Vesely (F-V) Importance* (релативна и апсолутна) - утврђује допринос свих догађаја у СН вероватноћи вршног догађаја, што даље омогућује њихово рангирање.
- *F-V* значајност се рачуна сумирањем свих минипресека који садрже посматрани догађај.

ранг	МСП	вероватноћа
1	P_1	0,002
1	P_2	0,007
1	P_3	0,004
2	$P_5 P_4$	0,000003
2	$P_5 S_1$	0,0000075
2	$S_2 P_4$	0,000005
2	$S_2 S_1$	0,0000125

догађај	опис	Вероватноћа свих МСП
P_1	Примарни отказ мотора	0,002
P_3	Примарни отказ осигурача	0,004
P_2	Примарни отказ напајања	0,007
S_1	Отворен прекидач 1	0,00002
P_4	Отказ прекидача 1	0,000008
P_5	Отказ прекидача 2	0,0000105
S_2	Отворен прекидач 2	0,0000175

Мера редукције ризика

- ▶ *Risk Reduction Worth (RRW)* - колико се смањује вероватноћа вршног догађаја ако се осигура неодигравање посматраног догађаја на нижем нивоу СН.
- ▶ Одређује се постављањем да је вероватноћа посматраног догађаја једнака 0 и поновним рачунањем вероватноће вршног догађаја.

догађај	опис	Вероватноћа вршног догађаја
P_1	Примарни отказ мотора	0,011028
P_3	Примарни отказ осигурача	0,009028
P_2	Примарни отказ напајања	0,006028
P_4	Отказ прекидача 1	0,01302
P_5	Отказ прекидача 2	0,0130175
S_2	Отворен прекидач 2	0,0130105
S_1	Отворен прекидач 1	0,013008

Мера достизања ризика

- ▶ *Risk Achievement Worth (RAW)* - колико се повећава вероватноћа вршног догађаја ако се осигура одигравање посматраног догађаја на нижем нивоу СН.
- ▶ Одређује се постављањем да је вероватноћа посматраног догађаја једнака 1 и поновним рачунањем вероватноће вршног догађаја.

догађај	опис	Вероватноћа вршног догађаја
P_1	Примарни отказ мотора	1
P_2	Примарни отказ напајања	1
P_3	Примарни отказ осигурача	1
P_4	Отказ прекидача 1	0,02102
S_1	Отворен прекидач 1	0,021008
P_5	Отказ прекидача 2	0,0165175
S_2	Отворен прекидач 2	0,0165105

Бринбаумова мера значајности

- ▶ *Birnbaum's Importance Measure (BM)* – утврђује утицај промене вероватноће догађаја на нижем нивоу у СН на промену вероватноће вршног догађаја.
- ▶ Ова мера обједињује претходне две мере: $BM = RAW - RRW$.

Događaj	OPIS	БИМ
P_3	Примарни отказ осигурача	0,990972
P_2	Примарни отказ напајања	0,993972
P_1	Примарни отказ мотора	0,988972
S_2	Отворен прекидач 2	0,0035
S_1	Отворен прекидач 1	0,008
P_5	Отказ прекидача 2	0,0035
P_4	Отказ прекидача 1	0,008

Windchill

Windchill Quality Solutions - [Project 1, System: Project 1]

File Edit View Insert Tools System FTA Diagram Window Help

Project Navigator

Identifer	Gate/Event Type	Description	Logical ...	Input Type	Failure Rate ...	Exposure Ti...	Dormancy F...	FR Percentage	Input Value	Input Value 2
Nema str. u konturi 1	OR Gate		Normal			100.00		100.00		
Otkaz napajanja	Basic Event		Normal	Constant Probability		100.00		100.00	0.000000	
Prekidac 1 otvoren	OR Gate		Normal			100.00		100.00		
Prek 1 otvoren	Basic Event		Normal	Constant Probability		100.00		100.00	0.000000	

FTA Diagram - Motor ne radi

```
graph BT; E1((Otkaz napajanja)) --> G1{Prek 1 otvoren}; E2((Otkaz prek 1)) --> G1; G1 --> G2{Nema str. u konturi 1}; E3((Otkaz napajanja)) --> G3{Prekidac 1 otvoren}; E4((Otkaz osiguraca)) --> G3; G3 --> G2; G2 --> E5((Motor ne radi)); E6((Otkaz napajanja)) --> G4{Prek 2 otvoren}; E7((Otkaz prek 2)) --> G4; G4 --> G5{Nema str. u konturi 2}; E8((Otkaz napajanja)) --> G6{Prekidac 2 otvoren}; E9((Otkaz osiguraca)) --> G6; G6 --> G5; G5 --> E10((Motor ne radi));
```

Ready

WindchillQualityS... ISS Windchill Quality ... Vezbe - Microsoft... Microsoft PowerP... Windchill Quality ...

FPMH Tryout 17:54 30/11/2016

Windchill

Windchill Quality Solutions - [Project 1, Report Output, Report: 'FTA Cut Sets A4', Data source file: 'Project 1']

Preview View Window Help

Project Navigator

Windchill Quality Solutions

FTA Cut Sets

File Name: Project 1.rfp Top Gate: Motor ne radi

Events	Cutset Order	Unavailability	Unreliability
Otkaz osiguraca	1	0.000000	0.000000
Otkaz napajanja	1	0.000000	0.000000
Primarni otkaz motora	1	0.000000	0.000000
Otkaz prek 1, Otkaz prek 2	2	0.000000	0.000000
Otkaz prek 1, Prek 2 otvoren	2	0.000000	0.000000
Prek 1 otvoren, Otkaz prek 2	2	0.000000	0.000000
Prek 1 otvoren, Prek 2 otvoren	2	0.000000	0.000000

Примена стабла неисправности у анализи ризика од инфективног отпада у клиничком Центру Србије

MakajicNikolic, D., Petrovic, N., Belic, A., Rokvic, M., Radakovic, J. A., & Tubic, V. (2015). The fault tree analysis of infectious medical waste management. Journal of Cleaner Production.

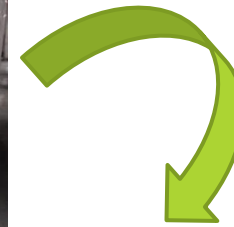
Медицински отпад

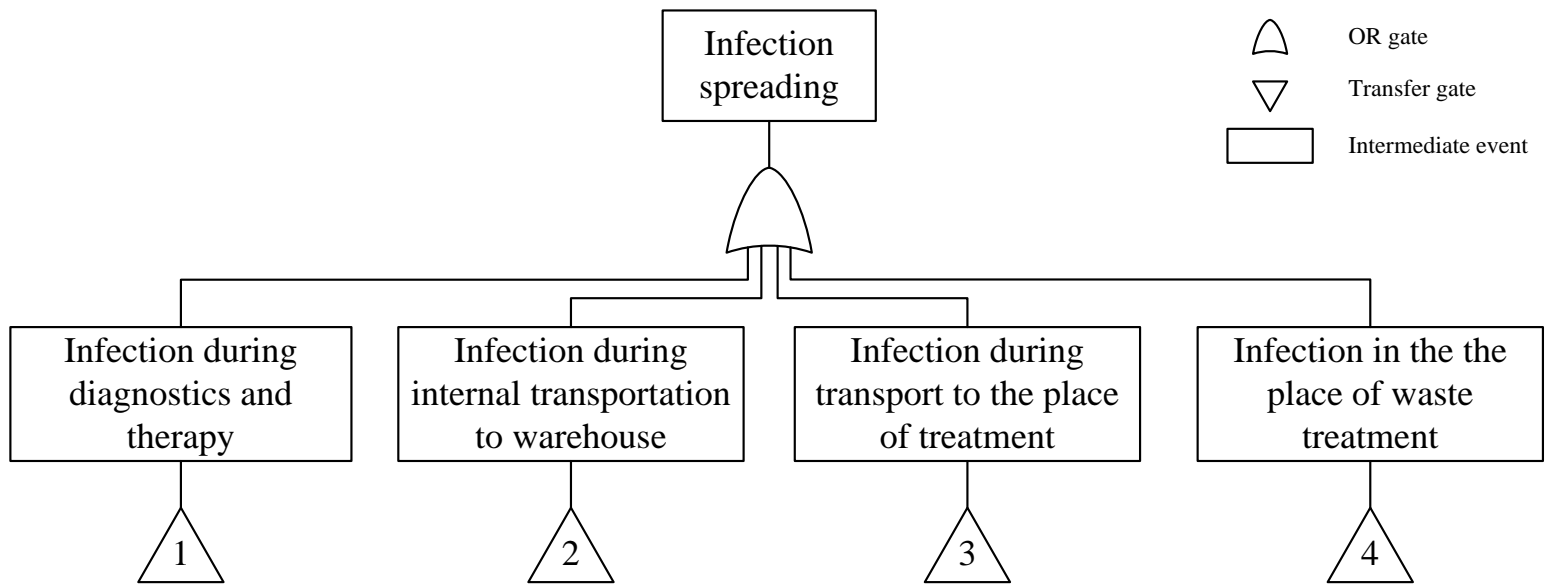
- ▶ Медицински отпад се дефинише као: „сав отпад, опасан или неопасан, који се генерише при пружању здравствених услуга (дијагностика, превенција, лечење и истраживања у области хумане и ветеринарске медицине)“.
- ▶ Неопасни отпад (отпад који нема карактеристике опасног отпада и сличан је отпаду који се ствара у домаћинствима)
- ▶ Опасан отпад (отпад који по свом пореклу, саставу или концентрацији опасних материја може проузроковати опасност по животну средину и здравље људи и најмање има једну од опасних карактеристика утврђених посебним прописима, укључујући и амбалажу у којој је опасан отпад био или јесте упакован).

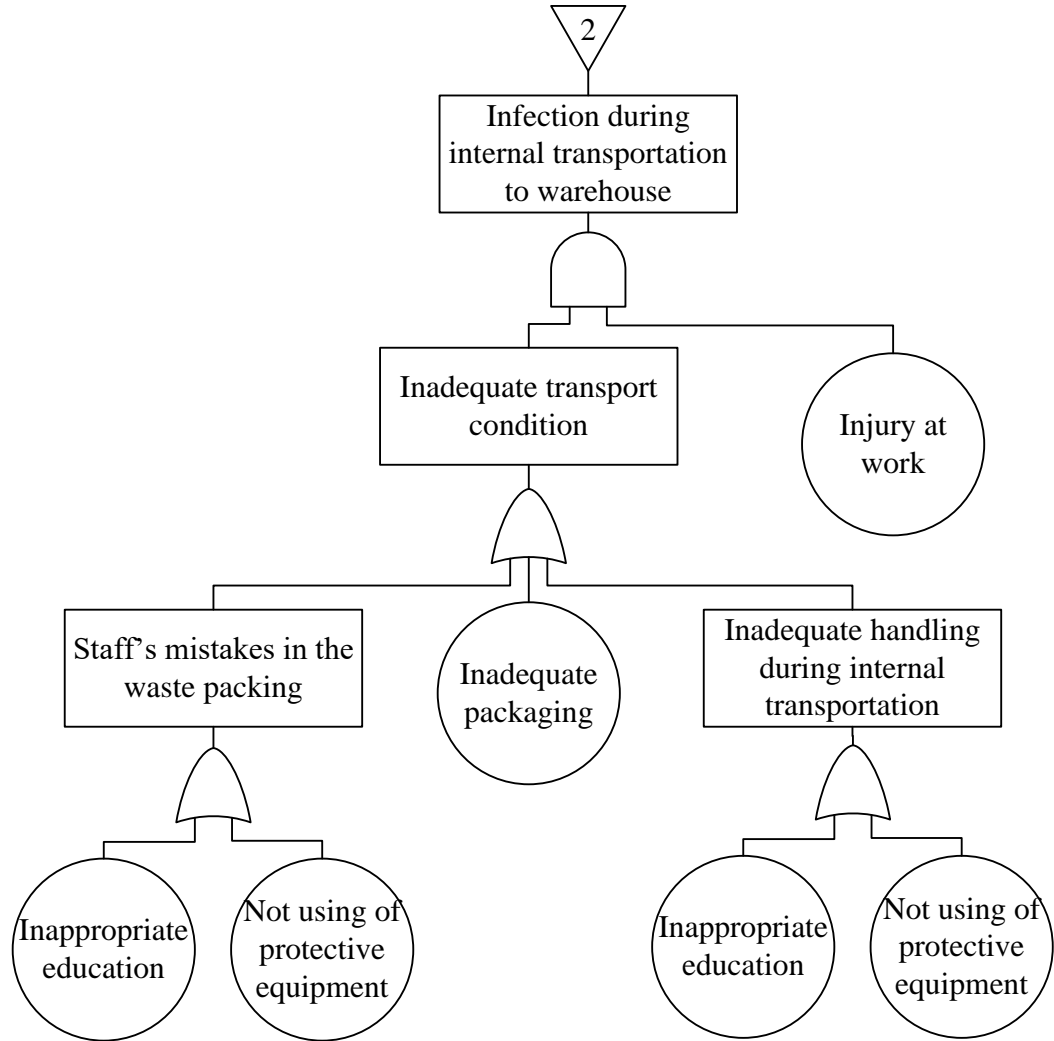
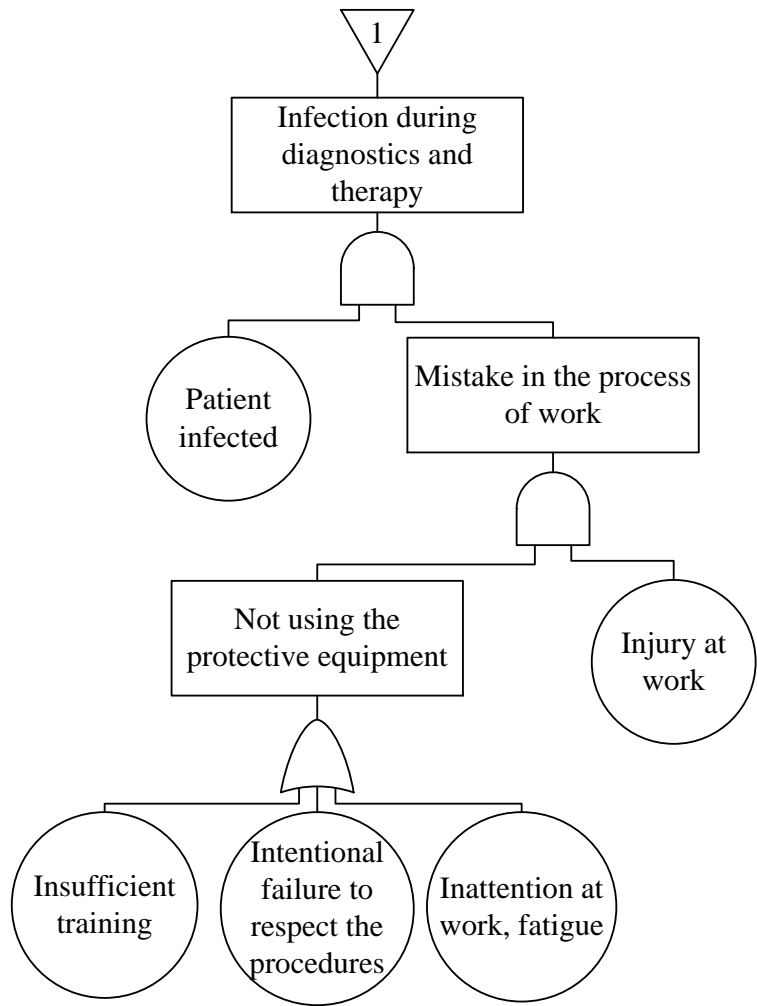
Инфективни медицински отпад

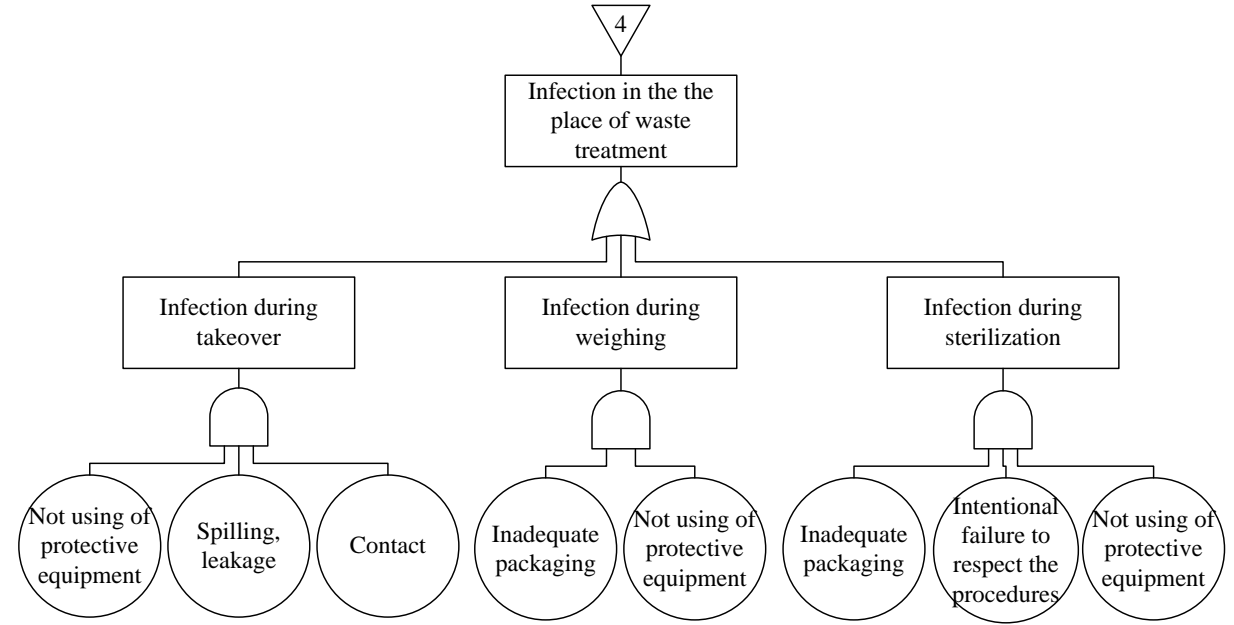
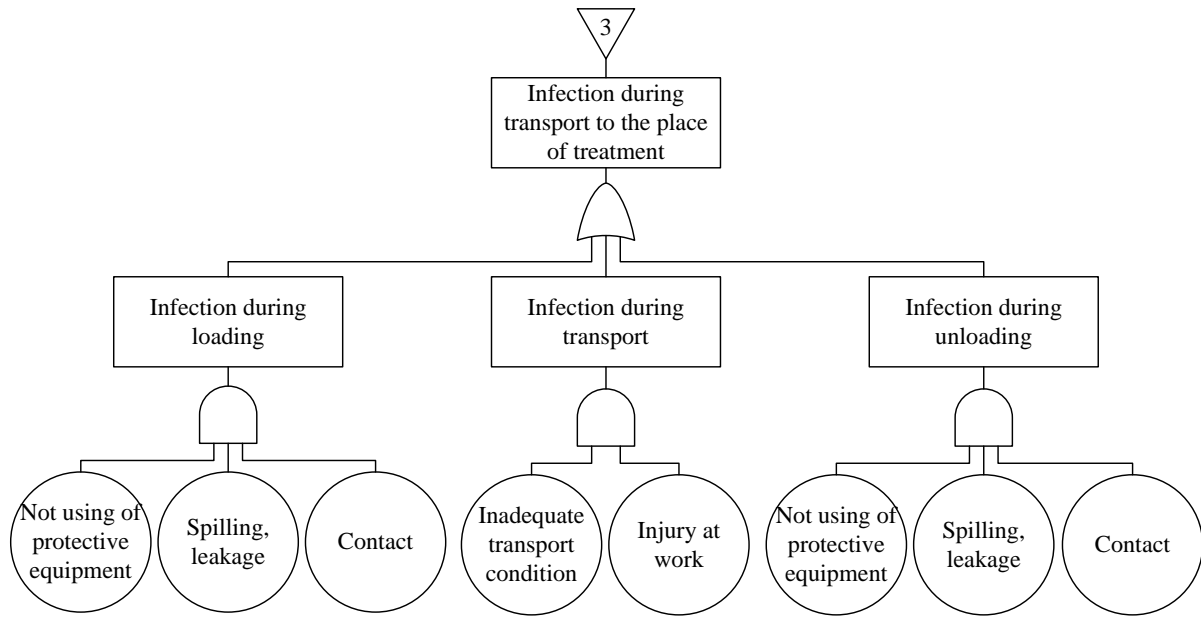
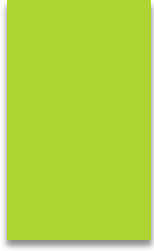
Отпад	Начин инфекције	Болести
Фецес	Фекално-оралне-цревне, храна, вода, инсекти, загађене руке	Салмонеллосис, шигелосис-дизентерија, хепатитис А, ентероколитиси (вирусни и бактеријски), паразитарна обољења
Прашина	Респираторне – капљичне, удисањем	ТБЦ, пнеумоније (вирусне и бактеријске)
Крв, телесне течности	Системи за инфузију, трансфузију, повреде коже и слузокоже, свеже загађен отпад	СИДА-АИДС, хепатитис Б и Ц, леус
Гној	Контакт храна	Кожне инфекције, тохиинфекцији
Генитални секрет	Контакт са свеже загађеним отпадом	Херпес гениталис, кандидиасис, цламидиасис, АИДС
Ликвор	Шприц, игле, посуде	Менингитиси (вирусни и бактеријски)
Урин	Контаминирани предмети, вода, храна	Уринарне инфекције
Оштрице	Повређивање	Хепатитис Б и Ц, СИДА-АИДС, пиодермије
Незаштићени и мешовити медицински отпад	Муве, жахори, мишеви, пацови, птице, пси и мачке луталице	Цревне инфекције, повреде и инфекције

Третман медицинског отпада









Basic event	Boolean variable	Probability
Patient infected	P1	0.01
Inadequate education	P2	0.069
Intentional failure to respect the procedures	P3	0.071
Inattention during work, fatigue	P4	0.0399
Injury at work	P5	0.018
Not using the protective equipment	P6	0.07
Inadequate packaging (waste containers)	P7	0.0501
Inadequate transport conditions	P8	0.0499
Spilling or leaking of the waste from container	P9	0.05
Contact with infectious waste	P10	0.0599
Inadequate packing and handling the waste	P11	0.061

$$T = P1P2P5 + P1P3P5 + P1P5P4 + P2P5 + P6P5 + P7P5 + P8P5 + P6P9P10 + P11P6$$

Вероватноћа ширења инфекције = 0.0088

⇒ на сваких 113 дана, тј. 3,2 пута ГОДИШЊЕ.

Мере значајности

Basic event	Birnbaum importance measure	Risk Achievement Worth (RAW)	Risk Reduction Worth (RRW)	Fussell-Vesely importance measure
P1	0.24080	0.24523	0.00307	0.00367
P2	0.08200	0.08507	0.00448	0.02379
P3	0.07000	0.07454	0.00454	0.48446
P4	0.01818	0.02592	0.00756	0.14232
P5	0.01800	0.02591	0.00791	0.00145
P6	0.01800	0.02574	0.00792	0.00081
P7	0.00419	0.01280	0.00860	0.49094
P8	0.00350	0.01210	0.00860	0.65120
P9	0.00324	0.01202	0.00878	0.10231
P10	0.00018	0.00899	0.00880	0.10191
P11	0.00018	0.00898	0.00881	0.02379

Мере значајности

Basic event	Rank			
	Birnbaum importance measure	Risk Achievement Worth (RAW)	Risk Reduction Worth (RRW)	Fussell-Vesely importance measure
P1	9	9	9	9
P2	4	6	4	4
P3	11	11	10	10
P4	10	10	11	11
P5	1	1	2	2
P6	2	2	1	1
P7	5	5	5	5
P8	6	4	6	6
P9	7	7	7	8
P10	8	8	8	7
P11	3	3	3	3

Повреде на послу (P5)
Некоришћење заштитне
опреме (P6).

Вероватноћа ширења инфекције =
0.0088

⇒ на сваких 113 дана, тј. 3,2 пута
годишње.

$P6=0 \Rightarrow$

Вероватноћа ширења инфекције = 0.0031

⇒ на сваких 325 дана, тј. 1,12 пута
годишње.

Анализа стабла догађаја – АСД

(Event Tree Analysis - ETA)

Анализа стабла догађаја (АСД)

- ▶ Даје одговор на питања:
 - ▶ Које су последице неког иницијалног догађаја?
 - ▶ Који су могући сценарији и крајњи исходи?
 - ▶ Ако су познате вероватноће појединачних догађаја, колика је вероватноћа нежељеног исхода?
- ▶ Техника за идентификовање и евалуацију низа догађаја који, покренути неким почетним догађајем, могу представљати сценарио акцидента.
- ▶ Индуктивна техника која се бави последицама (исходима) неког почетног догађаја.
- ▶ Крајњи исходи могу бити различити у зависности од тога да ли сигурносни елементи у систему који се посматра, раде или су неисправни.
- ▶ АСД омогућава пробабилистичку процену сваког од могућих исхода.

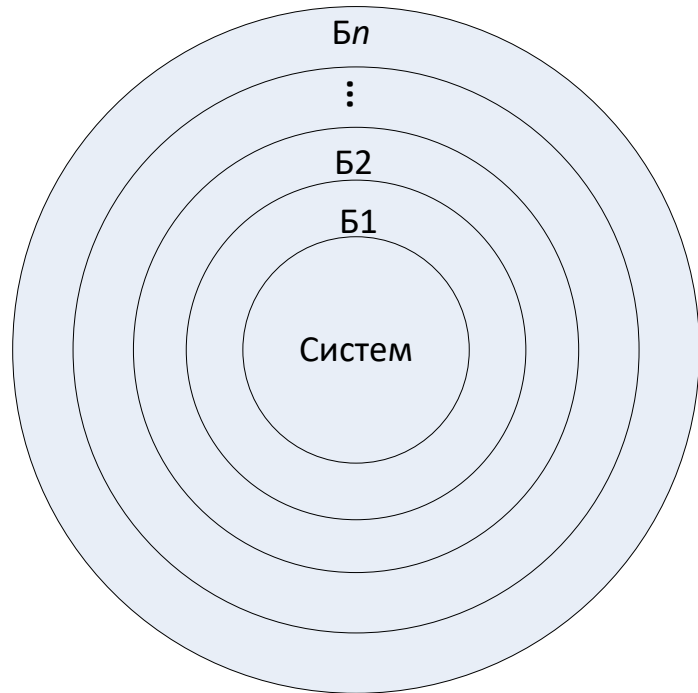
Анализа стабла догађаја (АСД)

- ▶ Развијена почетком седамдесетих година прошлог века у оквиру студије WASH-1400 (свеобухватну процену ризика у нуклеарним електранама, 1974., US Atomic Energy Commission - АЕС).
- ▶ Анализа различитих система: техничких, пословних, друштвених, природних итд.
- ▶ Цео систем или неке његове делове.
- ▶ Различити нивои апстракције: концептуални ниво, ниво дизајна или најнижи ниво детаљности.

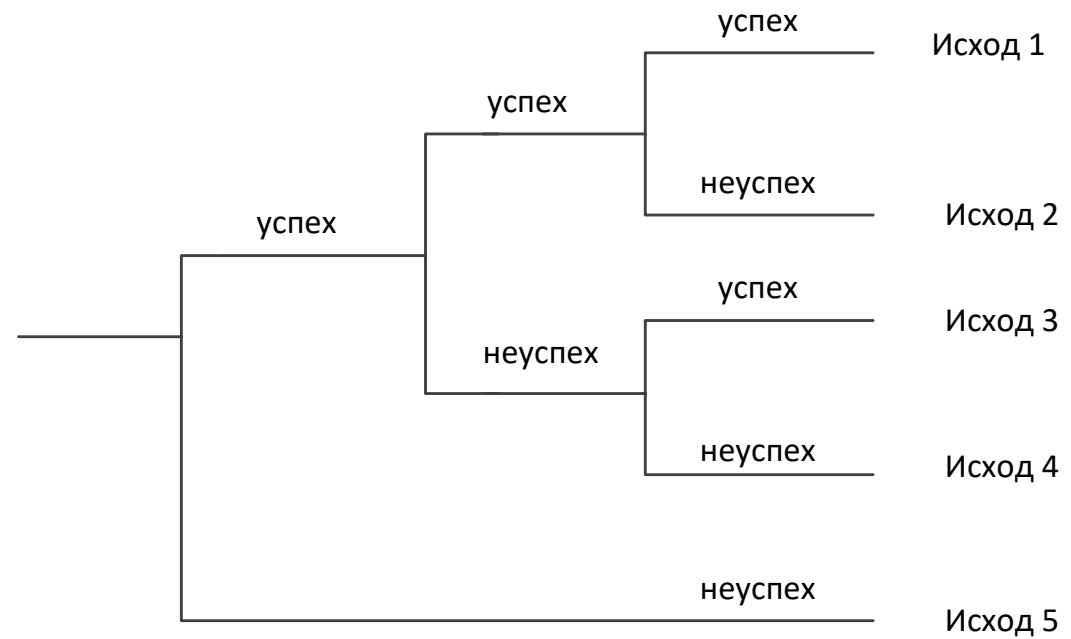
Анализа стабла догађаја (АСД)

- ▶ У АСД се користи граф – стабло догађаја и теорија вероватноће.
- ▶ Квалитативни део - конструкција стабла догађаја
- ▶ Квантитативни део - вероватноће потенцијалних сценарија.

Стабло догађаја



Почетни догађај	Посредни догађаји			Крајњи исходи
	Догађај 1	Догађај 2	Догађај 3	

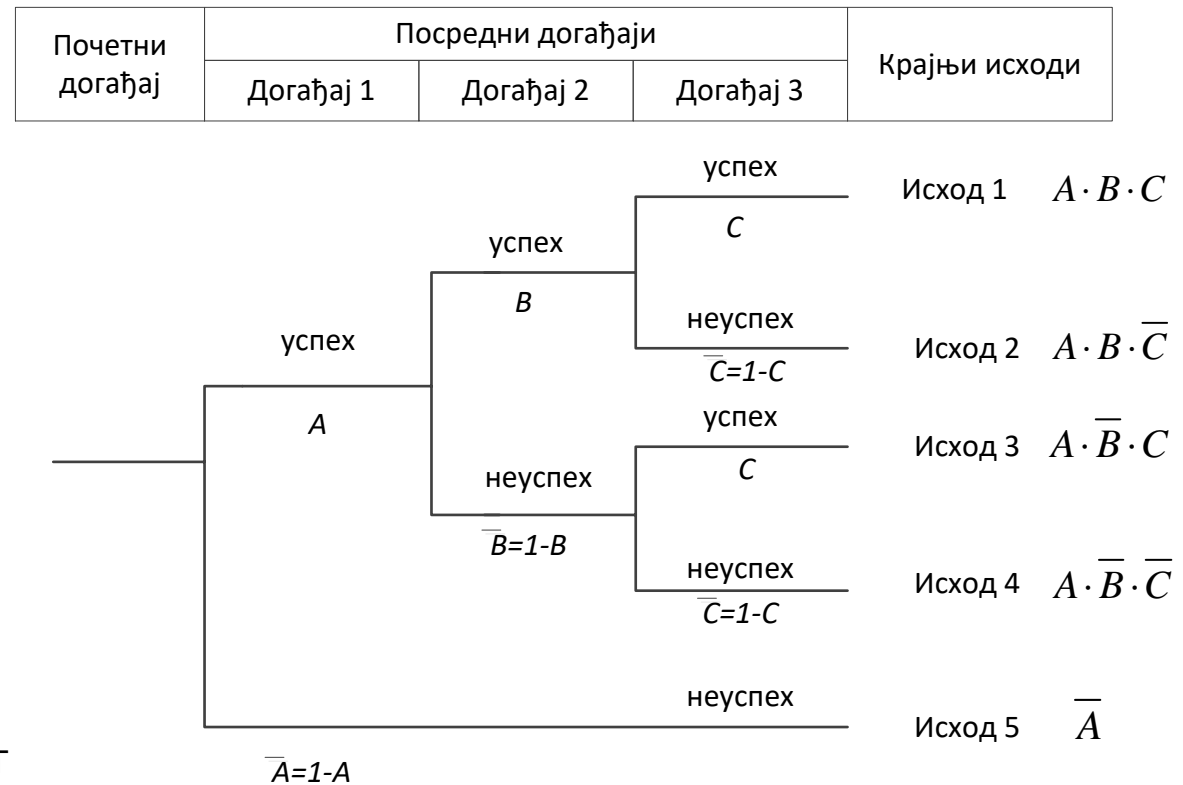


КВАНТИТАТИВНА АНАЛИЗА

- ▶ A – вероватноћа успеха догађаја 1
- ▶ $\bar{A} = 1 - A$ – вероватноћа неуспеха догађаја 1
- ▶ B – вероватноћа успеха догађаја 2
- ▶ $\bar{B} = 1 - B$ – вероватноћа неуспеха догађаја 2
- ▶ C – вероватноћа успеха догађаја 3
- ▶ $\bar{C} = 1 - C$ – вероватноћа неуспеха догађаја 3

У овом случају, вероватноћа неуспешног исхода је збир вероватноћа исхода 2, 4 и 5.

Напомена: Један догађај (почетни или посредни) може имати и више од два исхода али се у том случају мора водити рачуна да су ти исходи независни и да је збир њихових вероватноћа једнак 1.



Пример

- ▶ Посматрајмо фабрику у којој је вероватноћа избијања пожара једнака 0,001. Фабрика поседује систем за заштиту од пожара који се активира када се у неком од погона појави пожар. Распоживост посматраног система је 0,99. Ако се систем не активира, оглашава се аларм, чија је расположивост 0,95 и који директно шаље сигнал ватрогасној служби.
- ▶ Формирати стабло догађаја које описује могуће сценарије у случају избијања пожара и одредити вероватноће свих сценарија.

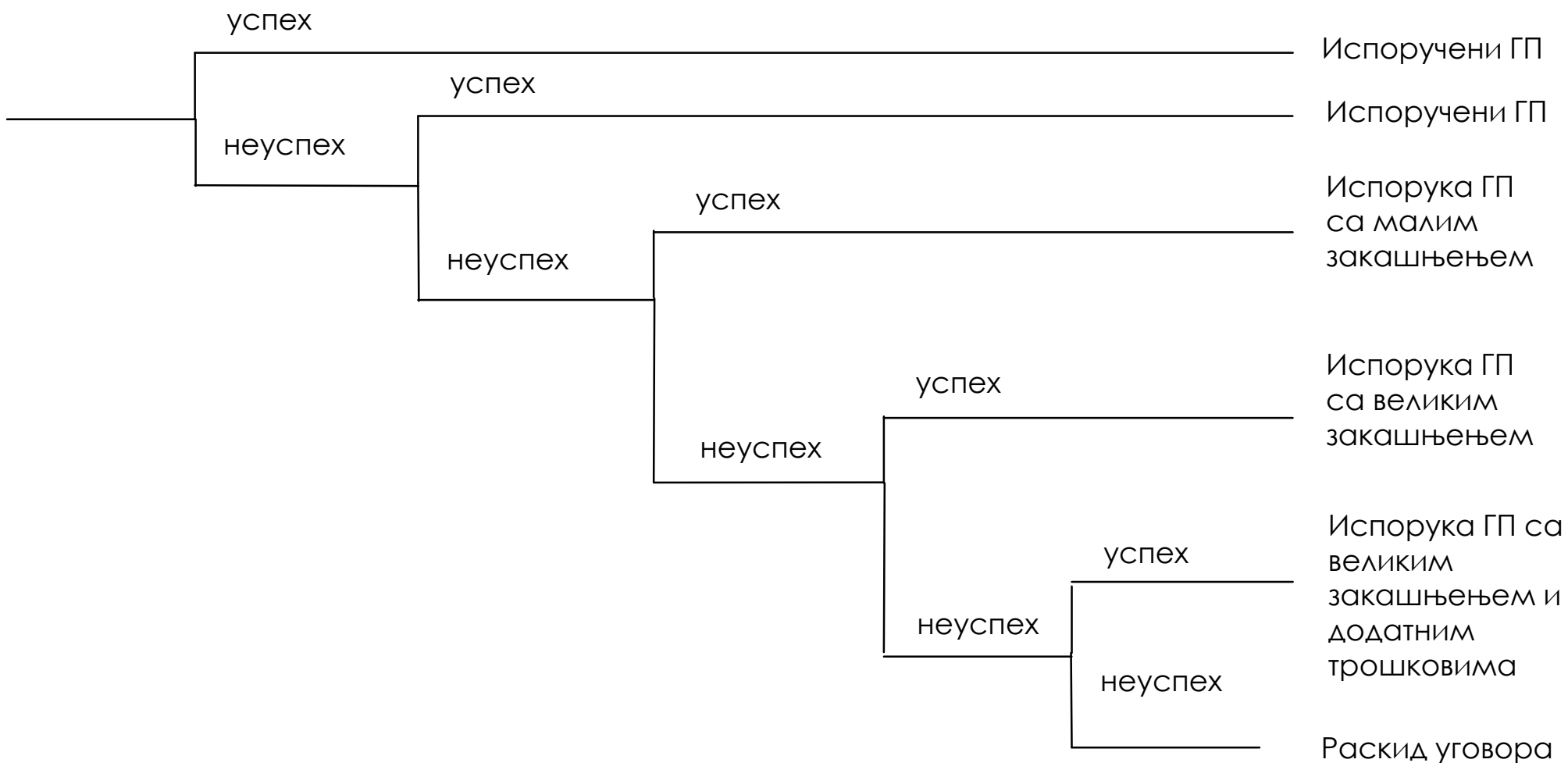
Пожар	Активирање система за гашење	Активирање аларма	Крајњи исходи	Вероватноћа пута (сценарија)
-------	------------------------------	-------------------	---------------	------------------------------



Анализа стабла догађаја - пример

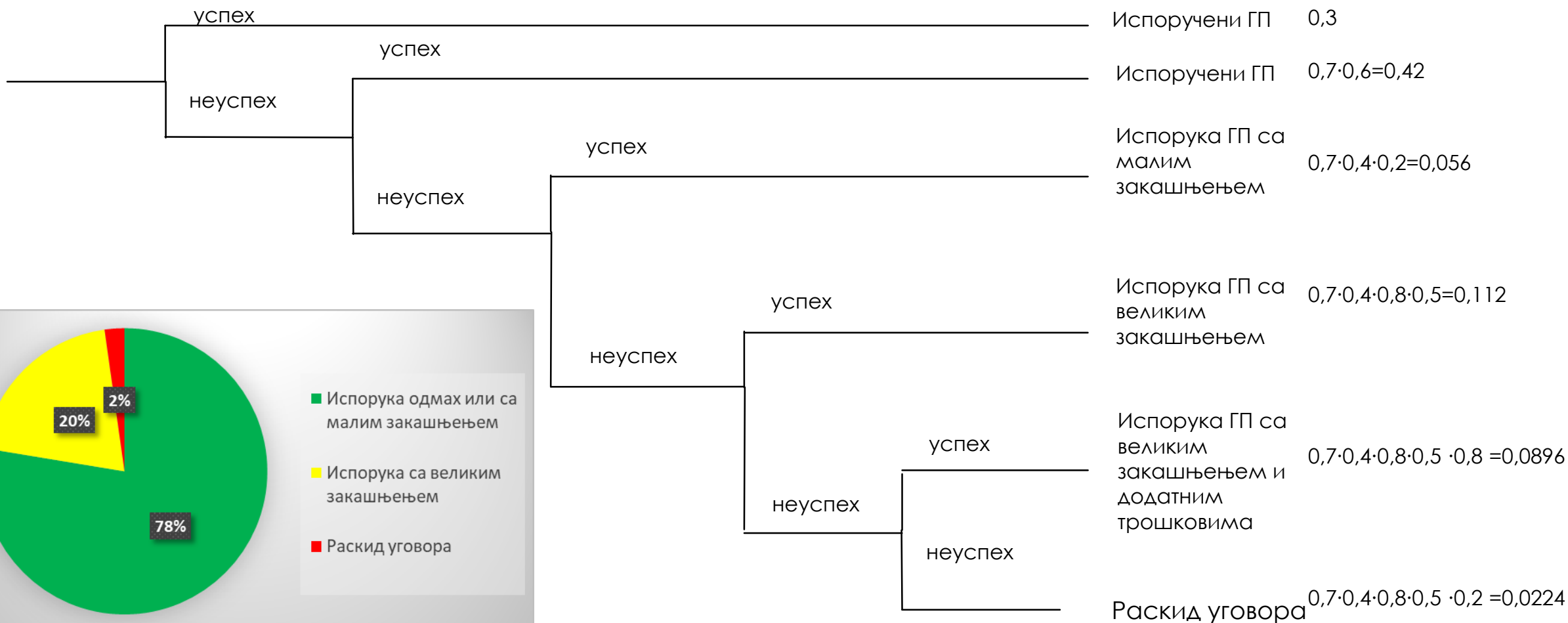
- ▶ Добављач коме је послата наруџбеница за материјал је отказао пошиљку. Са купцем је склопљен уговор по коме се мора испоручити уговорена количина производа у уговорено време.
- ▶ Нежељени исход је да се производи не испоруче купцу у уговорено време.
- ▶ Догађаји (баријере) који могу спречити нежељени исход су:
 - ▶ На нашем складишту готових производа постоји количина која је уговорена.
 - ▶ На нашем складишту материјала постоји довољно материјала за производњу.
 - ▶ Имамо другог сталног добављача материјала који је наручен.
 - ▶ У држави постоји други добављач.
 - ▶ У иностранству постоји други добављач.



Добављач је отказао	Постоје ГП на складишту	Постоји материјал на складишту	Постоји други стални добављач	Постоји добављач у држави	Постоји добављач у иностранству	Крајњи исходи
---------------------	-------------------------	--------------------------------	-------------------------------	---------------------------	---------------------------------	---------------



Вероватноће баријера

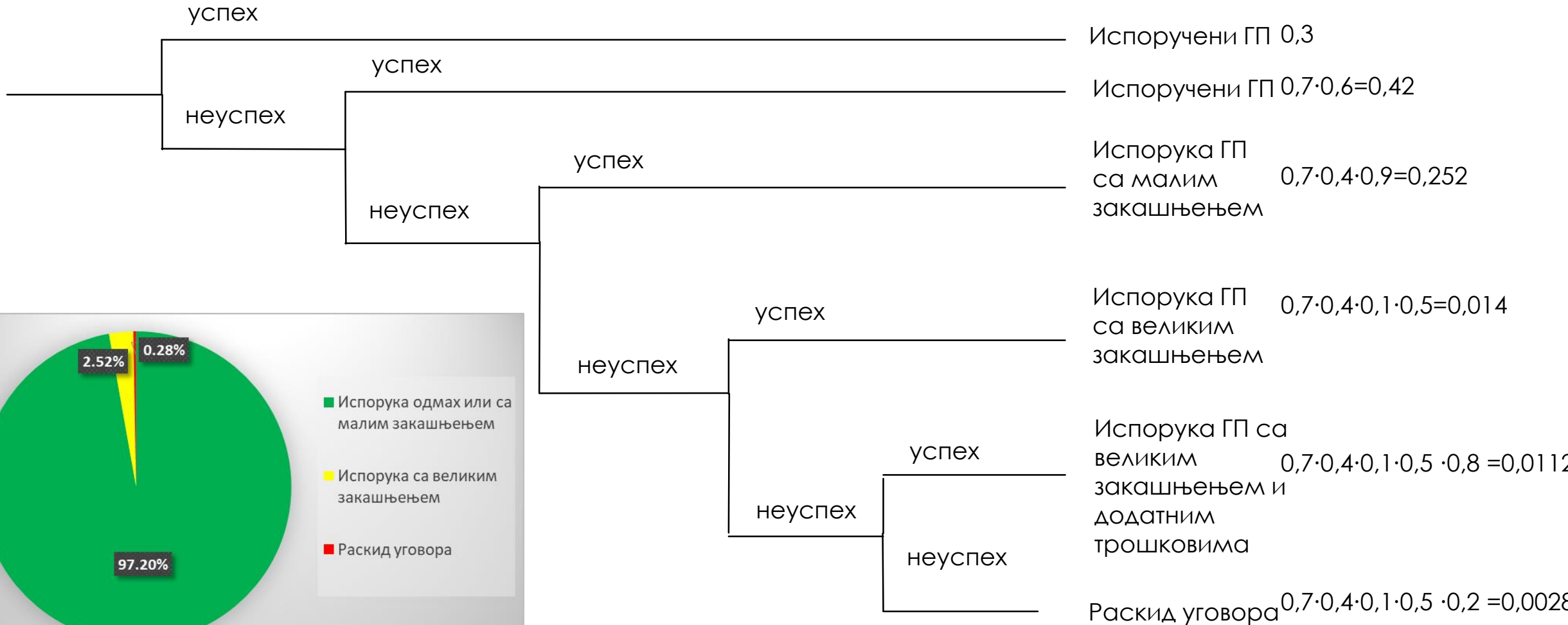
	0,3	0,6	0,2	0,5	0,8		
Добављач је отказао	Постоје ГП на складишту	Постоји материјал на складишту	Постоји други стални добављач	Постоји добављач у држави	Постоји добављач у иностранству	Крајњи исходи	Вероватноћа сценарија



- 
- ▶ Уколико би се увела мера да за сваки материјал (за који је то могуће) постоји бар још један стални добављач, вероватноћа баријере „Имамо другог сталног добављача материјала који је наручен“ би се повећала на 0,9.
- 

Вероватноће баријера

	0,3	0,6	0,9	0,5	0,8		
Добављач је отказао	Постоје ГП на складишту	Постоји материјал на складишту	Постоји други стални добављач	Постоји добављач у држави	Постоји добављач у иностранству	Крајњи исходи	Вероватноћа сценарија

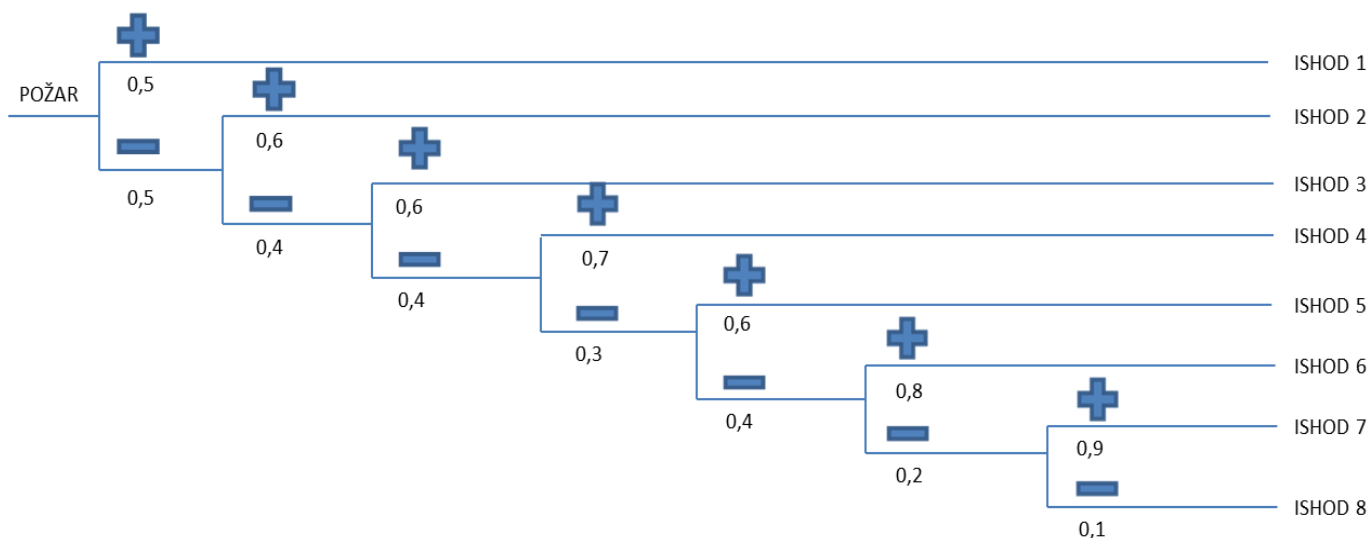


Пример – пожар у Делиблатској пешчари

- ▶ У периоду 1948-2012-а, забележено је 265 пожара, укупна површина пожаришта је 11.941,8h (183,72h годишње изгори).
- ▶ Од тога, 6.137,23h је под шумским покривачем спаљено, са учешћем од 89% приземних пожара и 29 случаја високих пожара.
- ▶ У 63% случајева истраге су утврдиле узрочника у људском фактору, у 27% случајева узрок није откривен.
- ▶ Од овог броја пожара који су се десили, 4 имају одлике еколошких катастрофа са укупном површином пожаришта од 6.250,48h.



Šumski požar	Pivot događaji						Krajnji ishodi
	Video-nadzor pravovremeno locirao plamen	Protivpožarno vozilo stiglo na lokaciju	Vatrogasne ekipe stigle na lokaciju	Protivpožarne prepreke	Improvizovane protivpožarne prepreke	Neophodna upotreba avijacije	



Исход 1 – Не постоји релативна штета.

Исход 2 – Великом количином воде угашен пожар, који је оштетио групу стабала.

Исход 3 – Група стабала уништена, већи број оштећен. Неопходна је санација терена у мањем обиму.

Исход 4 – Уништена је велика површина, изгубљене су читаве састојине. Санација подразумева реконструкцију шуме.

Исход 5 – Пожариште је огромних димензија, неопходне су посебне методе вештачке стабилизације супстрата пре подизања нових састојина.

Исход 6 – Услед величине опожарене површине, екосистем је угрожен.

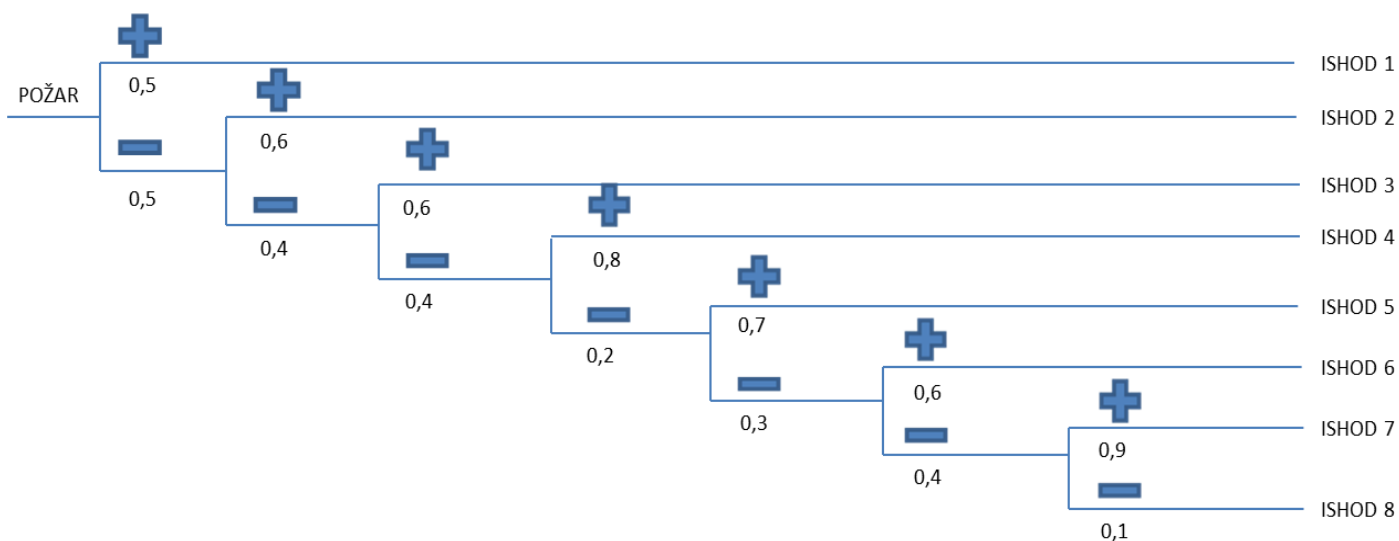
Исход 7 – Штета је огромна. Биће потребне године за реконструкцију шуме.

Исход 8 – Екосистем је уништен.

- ▶ Вероватноћа Исхода 1 ($0,05*0,50= 0,025$) - повољан
- ▶ Вероватноћа Исхода 2 ($0,05*0,50*0,60= 0,015$) - прихватљив
- ▶ Вероватноћа Исхода 3 ($0,05*0,50*0,40*0,60= 0,006$)- прихватљив
- ▶ Вероватноћа Исхода 4 ($0,05*0,50*0,40*0,40*0,70= 0,0028$) - неповољан
- ▶ Вероватноћа Исхода 5 ($0,05*0,50*0,40*0,40*0,30*0,60= 0,00072$) - неповољан
- ▶ Вероватноћа Исхода 6 ($0,05*0,50*0,40*0,40*0,30*0,40*0,80= 0,000384$) - неповољан
- ▶ Вероватноћа Исхода 7 ($0,05*0,50*0,40*0,40*0,30*0,40*0,20*0,90= 0,0000864$) - неповољан
- ▶ Вероватноћа Исхода 8 ($0,05*0,50*0,40*0,40*0,30*0,40*0,20*0,10= 0,0000096$) – неповољан.

- ▶ Вероватноћа повољног исхода је 0,025, прихватљивог 0,021 и неповољног 0,0040

Šumski požar	Pivot događaji							Krajnji ishodi
	Video-nadzor pravovremeno locirao plamen	Protivpožarno vozilo stiglo na lokaciju	Vatrogasne ekipe stigle na lokaciju	Neophodna upotreba avijacije	Protiv-požarne prepreke	Improvizovane protivpožarne prepreke	Kontrola bokova plamena, dok požarni front ne ostane bez goriva	



Исход 1 Релативна штета.

Исход 2 – Пожар је оштетио групу стабала.

Исход 3 –Група стабала уништена. Неопходна је санација терена у мањем обиму.

Исход 4 –Површина пожаришта је већих димензија. Озбиљнија санација терена.

Исход 5 –Уништена је велика површина, изгубљене су читаве састојине. Санација подразумева реконструкцију шуме.

Исход 6 –Пожариште је огромних димензија, неопходне су посебне методе вештачке стабилизације супстрата пре подизања нових састојина.

Исход 7 – Штета је огромна. Биће потребне године за реконструкцију шуме.

Исход 8 –Екосистем је уништен.

- ▶ Вероватноћа Исхода 1 ($0,05 * 0,50 = 0,025$) - повољан
 - ▶ Вероватноћа Исхода 2 ($0,05 * 0,50 * 0,60 = 0,015$) - прихватљив
 - ▶ Вероватноћа Исхода 3 ($0,05 * 0,50 * 0,40 * 0,60 = 0,006$) - прихватљив
 - ▶ Вероватноћа Исхода 4 ($0,05 * 0,50 * 0,40 * 0,40 * 0,80 = 0,0032$) - прихватљив
 - ▶ Вероватноћа Исхода 5 ($0,05 * 0,50 * 0,40 * 0,40 * 0,20 * 0,70 = 0,00056$) - неповољан
 - ▶ Вероватноћа Исхода 6 ($0,05 * 0,50 * 0,40 * 0,40 * 0,20 * 0,30 * 0,60 = 0,000144$) - неповољан
 - ▶ Вероватноћа Исхода 7 ($0,05 * 0,50 * 0,40 * 0,40 * 0,20 * 0,30 * 0,40 * 0,90 = 0,0000864$) - неповољан
 - ▶ Вероватноћа Исхода 8 ($0,05 * 0,50 * 0,40 * 0,40 * 0,20 * 0,30 * 0,40 * 0,10 = 0,0000096$) – неповољан.
-
- ▶ Вероватноћа повољног исхода 0,025, прихватљивог 0,0242, неповољног исхода 0,00080

 - ▶ Вероватноћа повољног исхода је 0,025, прихватљивог 0,021 и неповољног 0,0040

Пример – одлагање медицинског отпада

- ▶ Искоришћени катетери и кесе за урин спадају у инфективни медицински отпад и због тога се одлажу у жуте кесе. Међутим, уколико постоје неискоришћени катетери и кесе који морају да се баце, они се одлажу у црне кесе.
- ▶ Хипотетичка ситуација
 - ▶ Иницијални догађај: грешком је искоришћен катетер убачен у црну кесу.
 - ▶ Нежељени исход: црна кеса са инфективним отпадом доспева на депонију.
- ▶ Могући посредни догађаји (баријере):
 - ▶ Следећа особа која одлаже комунални отпад у црну кесу уочава искоришћени катетер (шанса 60%),
 - ▶ Особа која која везује напуњену кесу уочава искоришћени катетер (шанса 30%),
 - ▶ Скупљачи секундарних сировина на депонији уочавају катетер пре директног контакта (шанса 50%).



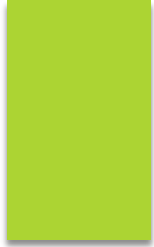


Катетер убачен у црну кесу	Следећа особа уочила	Особа која везује кесу уочила	Скупљачи СС уочили	Крајњи исходи	Вероватноћа пута (сценарија)
----------------------------------	-------------------------	-------------------------------------	-----------------------	---------------	---------------------------------

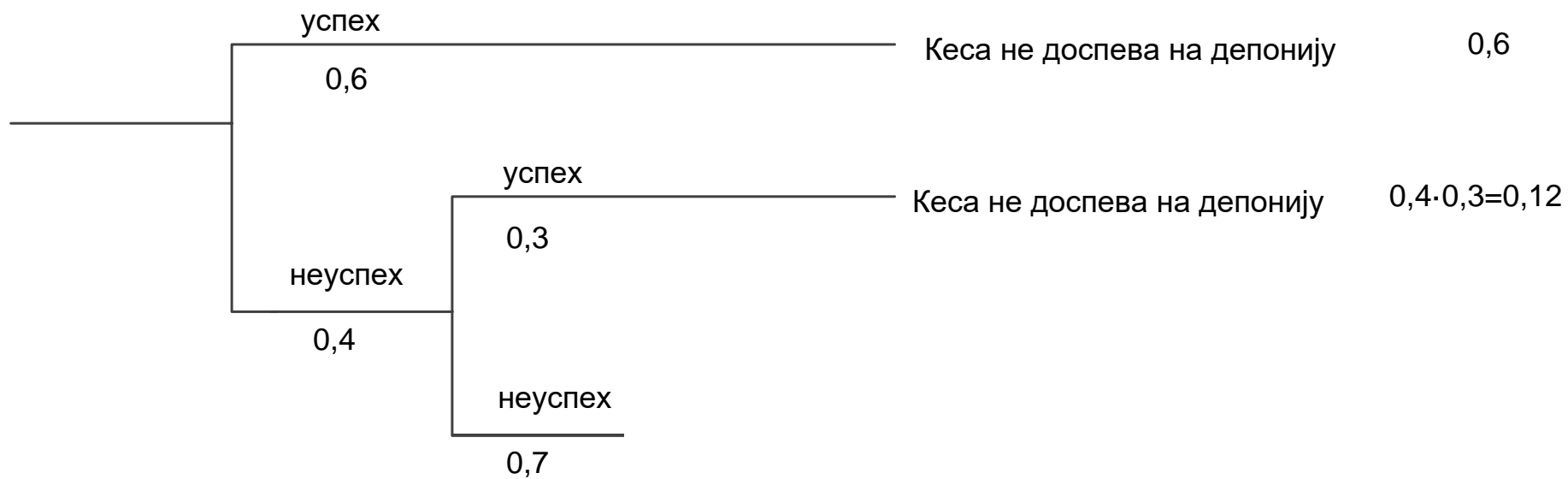


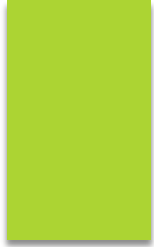
Катетер убачен у црну кесу	Следећа особа учила	Особа која везује кесу учила	Скупљачи СС учили	Крајњи исходи	Вероватноћа пута (сценарија)
----------------------------------	------------------------	------------------------------------	----------------------	---------------	---------------------------------



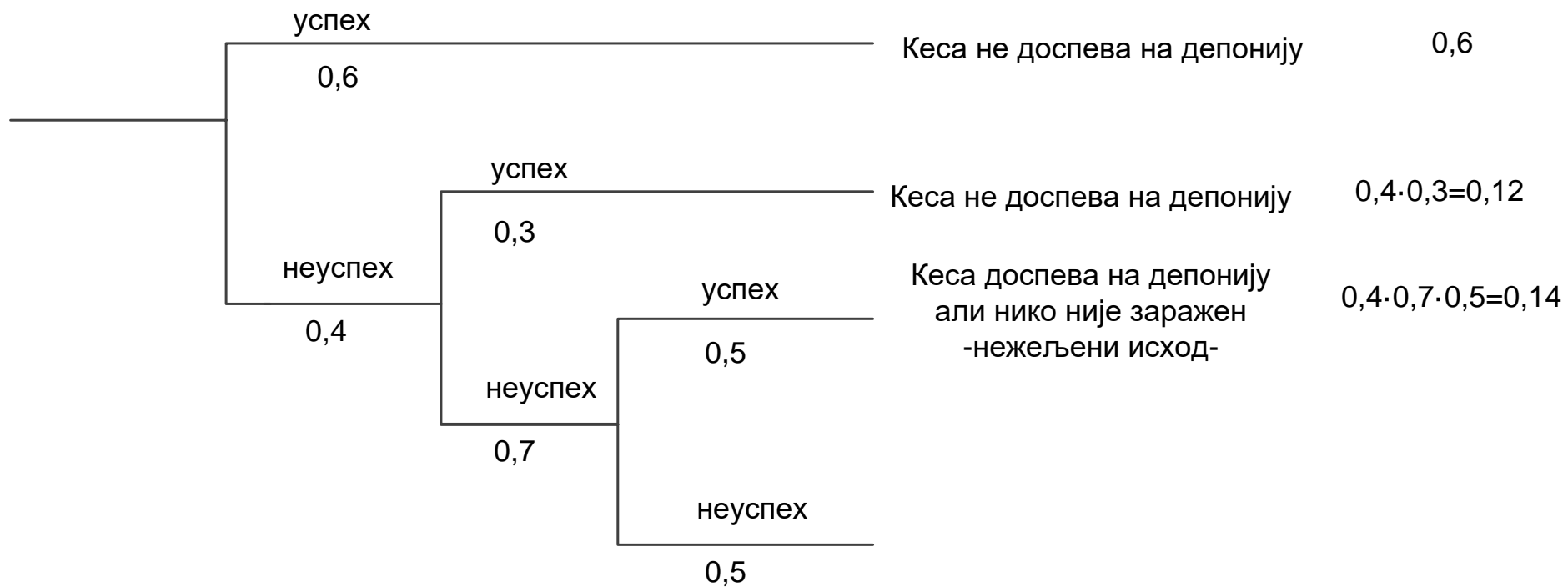


Катетер убачен у црну кесу	Следећа особа уочила	Особа која везује кесу уочила	Скупљачи СС уочили	Крајњи исходи	Вероватноћа пута (сценарија)
----------------------------	----------------------	-------------------------------	--------------------	---------------	------------------------------

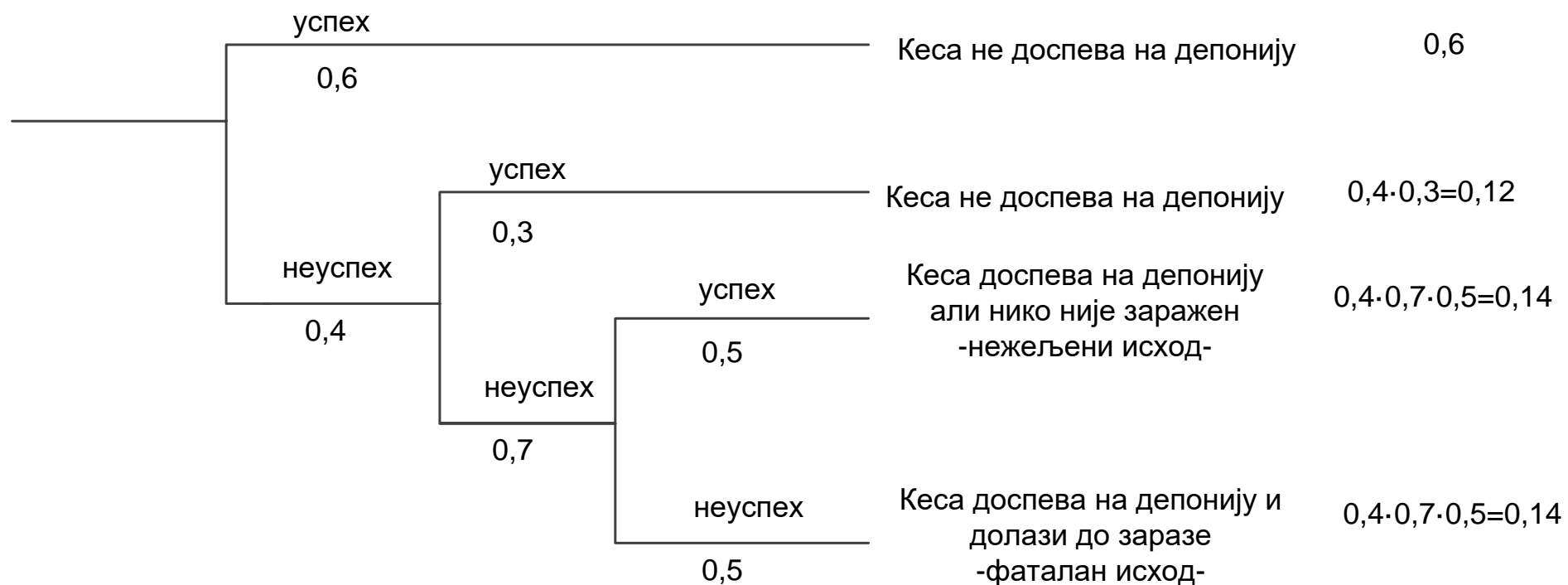




Катетер убачен у црну кесу	Следећа особа учила	Особа која везује кесу учила	Скупљачи СС учили	Крајњи исходи	Вероватноћа пута (сценарија)
----------------------------	---------------------	------------------------------	-------------------	---------------	------------------------------



Катетер убачен у црну кесу	Следећа особа учила	Особа која везује кесу учила	Скупљачи СС учили	Крајњи исходи	Вероватноћа пута (сценарија)
----------------------------	---------------------	------------------------------	-------------------	---------------	------------------------------



► Вероватноћа повољног исхода: $0,6 + 0,12 = 0,72$

► Вероватноћа неповољног исхода: $0,14 + 0,14 = 0,28$

Poplavni događaj (ID)	Pravci udara					Analiza posledica				Opcije kontrole	
	Zadržavanje poplave uspešno B1	Neznatno izlaganje građevina B2	Zaštita građevina uspešna B3	Reagovanje u vanrednim situacijama je uspešno B4	Lanac usluga i snabdevanja nije prekinut B5	Direktna šteta (u milionima evra)	Uticaj na zdravlje	Društveni efekti	Udeo rizika i rezidualni rizik	Dodatne kontramere	Inv. živo mil
Poplavni događaj (pljusкови, morska poplava, rečna poplava...) Poplavni scenariji Sc1-Sc3	Zadržavanje poplave uspešno B1	Neznatno izlaganje građevina B2	Zaštita građevina uspešna B3	Reagovanje u vanrednim situacijama je uspešno B4	Lanac usluga i snabdevanja nije prekinut B5	Direktna šteta (u milionima evra)	Uticaj na zdravlje	Društveni efekti	Udeo rizika i rezidualni rizik	Dodatne kontramere	Inv. živo mil
Zaštita od poplava se temelji na hidrološkim parametrima projektovanih poplava	Nasipi, brane, rezervoari, mreža kanala	Infrastruktura, stambeni objekti	Tehničke karakteristike građevina	Zaštitna oprema, dostupnost i kapaciteti	Fleksibilnost i redundancija proizvodnje		Nije vršena procena	Nije vršena procena			
	$P(Q > q_R)$	p_1	p_2	p_3	p_4	p_5					
Sc1: Sadašnje vremenske prilike:	0,8	0,8	0	0,8	0,8						
Sc2: Buduće vremenske prilike:	0,2	0,5	0	0,3	0,3						
Sc3: Buduće vrem. prilike + nova kontrola:	0,8	0,8	0	0,8	0,8						
R50: 0,02 R30: 0,03						1,60E-02	0		0,00E+00		
	+					6,67E-03	0		0,00E+00		
	-					2,67E-02	0		0,00E+00		
		+				3,20E-03	0		0,00E+00		
		-				1,33E-02	0		0,00E+00		
			+			5,33E-03	0		0,00E+00		
			-			0,00E+00	0		0,00E+00		
				+		0,00E+00	0		0,00E+00		
				-		0,00E+00	0		0,00E+00		
					+	6,40E-04	5		3,20E-03		
					-	4,00E-03	5		2,00E-02		
						1,07E-03	5		5,33E-03		
						1,28E-04	25		3,20E-03		
						2,80E-03	25		7,00E-02		
						2,13E-04	25		5,33E-03		
						3,20E-05	70		2,24E-03		
						6,53E-03	70		4,57E-01		
						5,33E-05	70		3,73E-03		

Konstruisanje dva dodatna kanala i apsorpcionog područja

Grane stabla događaja pokazuju različite poplavne scenarije

Objekat će pretrpeti štetu od poplava

- B1. Задржавање поплаве насипима,
- B2. Локација, инфраструктуре
- B3. Техничке карактеристике грађевина,
- B4. Реаговање у ванредним ситуацијама,
- B5. Функционисање ланца снабдевања

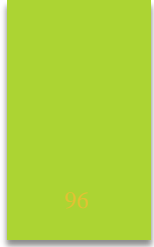
Поплавни догађај са три процењена поплавна сценарија.

Ризик од убода на иглу

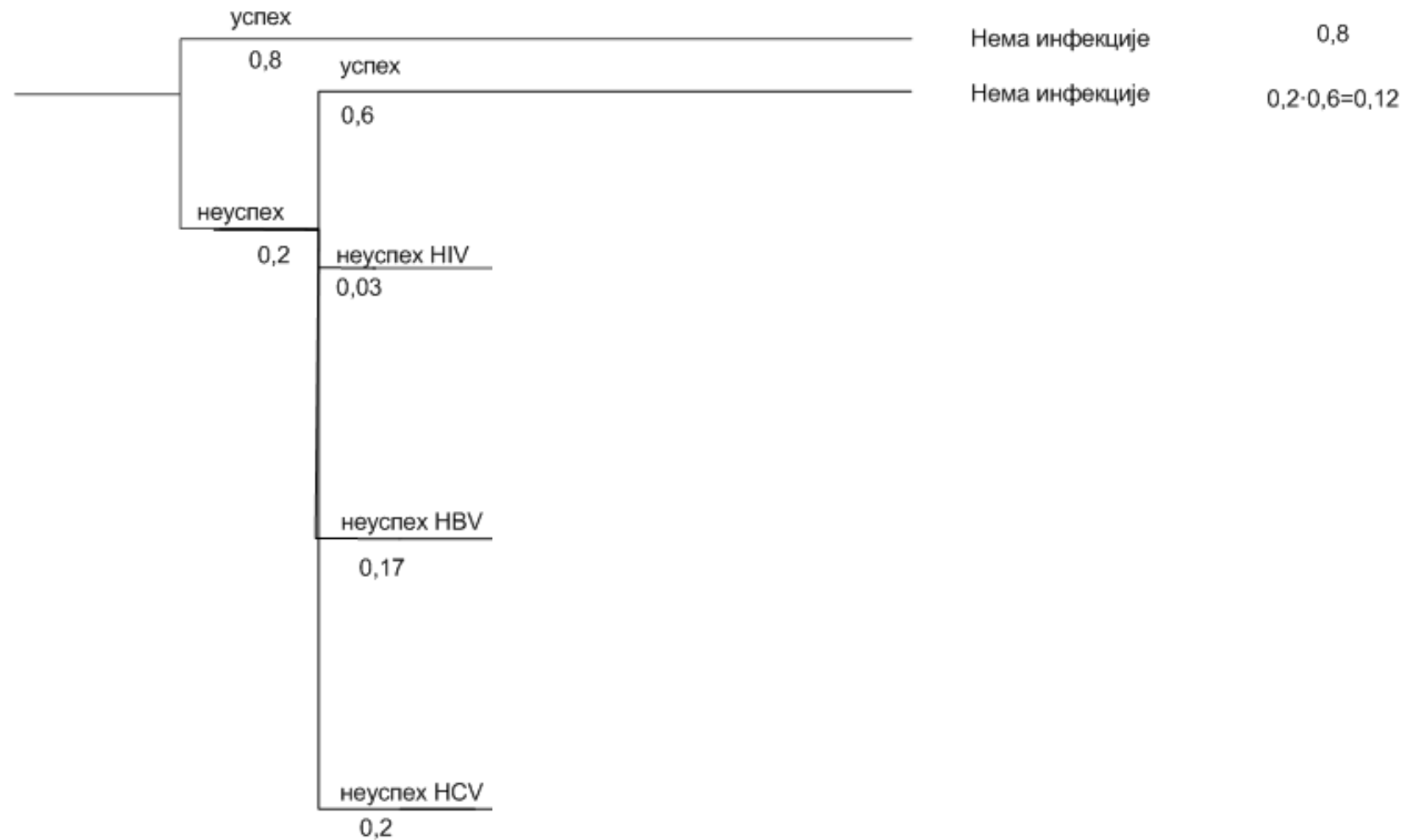
- ▶ Иницијални догађај: медицинска сестра је имала перкутану повреду (убод на иглу или посекотина на оштар предмет) приликом узимања крви пацијенту
- ▶ Нежељени исход: угрожено здравље – заражена вирусом humane imunodeficiјенције (HIV), hepatitisa B (HBV) или hepatitisa C (HCV).
- ▶ Могући посредни догађаји (баријере):
 - ▶ Игла није пробила рукавицу;
 - ▶ Пацијент није заражен - 60%(јесте заражен (40%): humane imunodeficiјенције (HIV) – 6%, hepatitisa B (HBV) – 42% или hepatitisa C (HCV) – 52%);
 - ▶ Није дошло до инфекције (ризик инфекције: HIV око 1%, HBV око 57%, HCV око 98%);
 - ▶ Позитивна реакција на поступак постекспозиционе профилаксе.

Перкутана повреда	Игла није пробила рукавицу	Пацијент није заражен	Није дошло до инфекције	Позитивна реакција на ПЕП	Крајњи исходи	Вероватноћа пута (сценарија)
-------------------	----------------------------	-----------------------	-------------------------	---------------------------	---------------	------------------------------

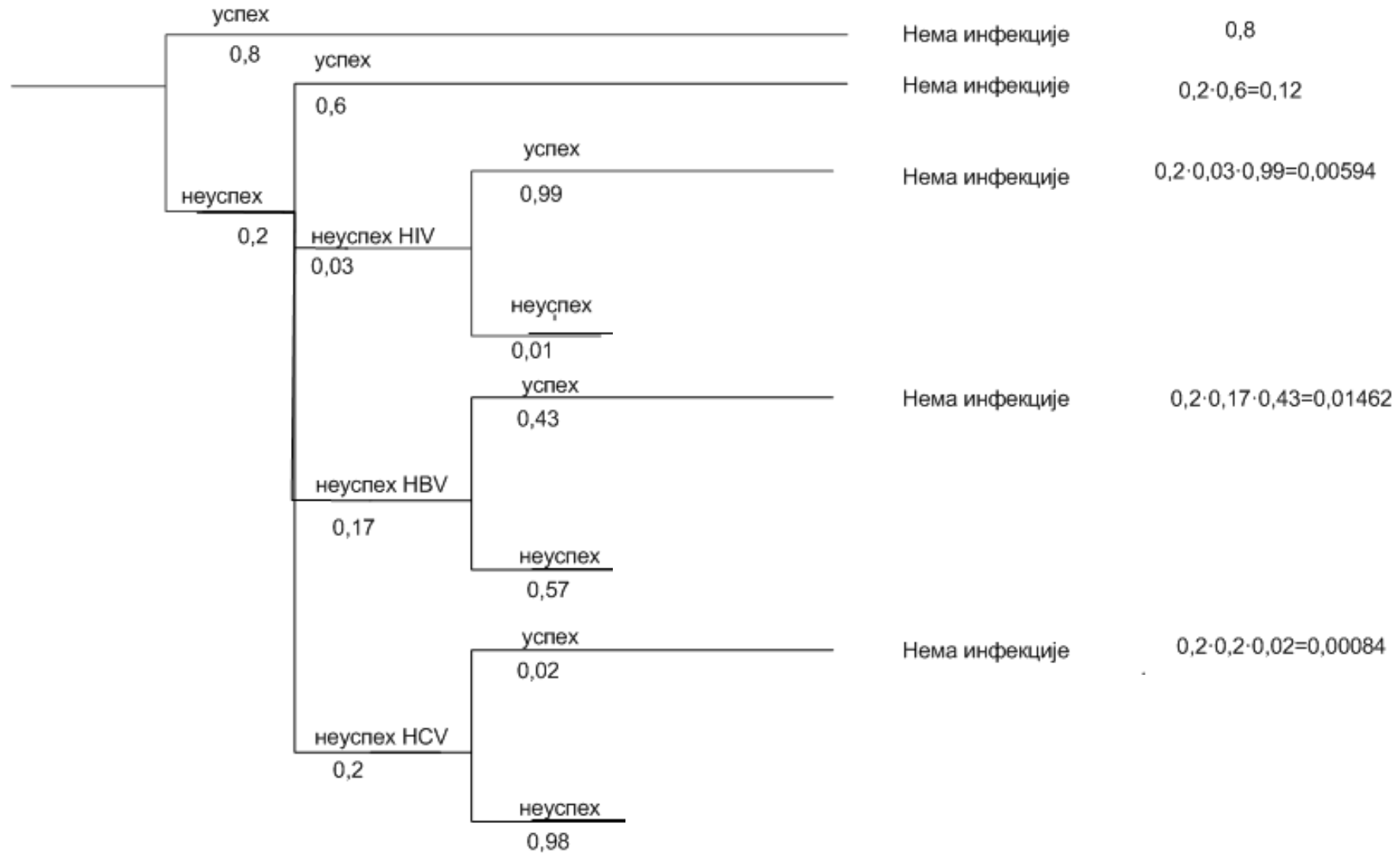
Перкутана повреда	Игла није пробила рукавицу	Пацијент није заражен	Није дошло до инфекције	Позитивна реакција на ПЕП	Крајњи исходи	Вероватноћа пута (сценарија)
-------------------	----------------------------	-----------------------	-------------------------	---------------------------	---------------	------------------------------

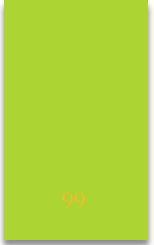
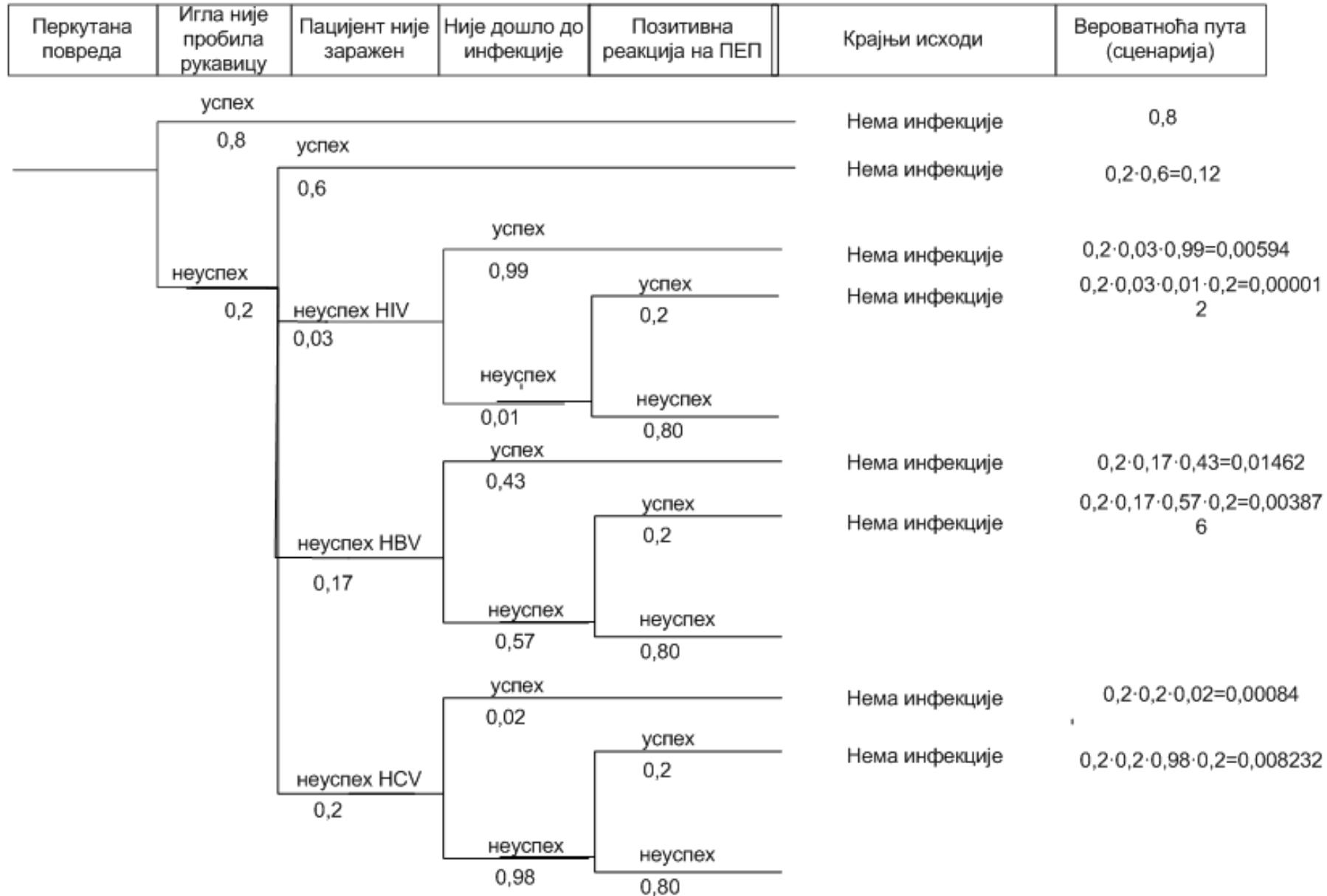


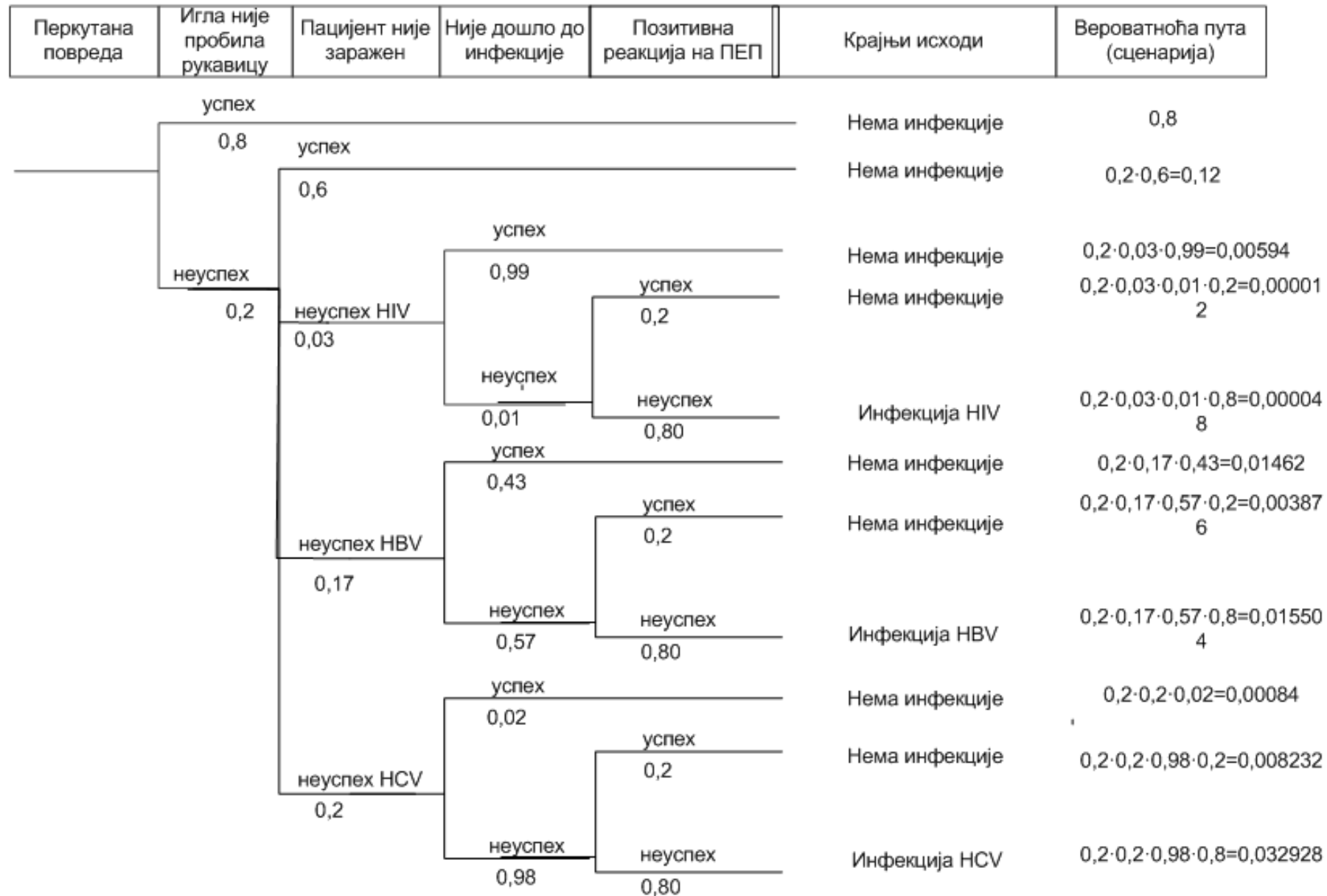
Перкутана повреда	Игла није пробила рукавицу	Пацијент није заражен	Није дошло до инфекције	Позитивна реакција на ПЕП	Крајњи исходи	Вероватноћа пута (сценарија)
-------------------	----------------------------	-----------------------	-------------------------	---------------------------	---------------	------------------------------

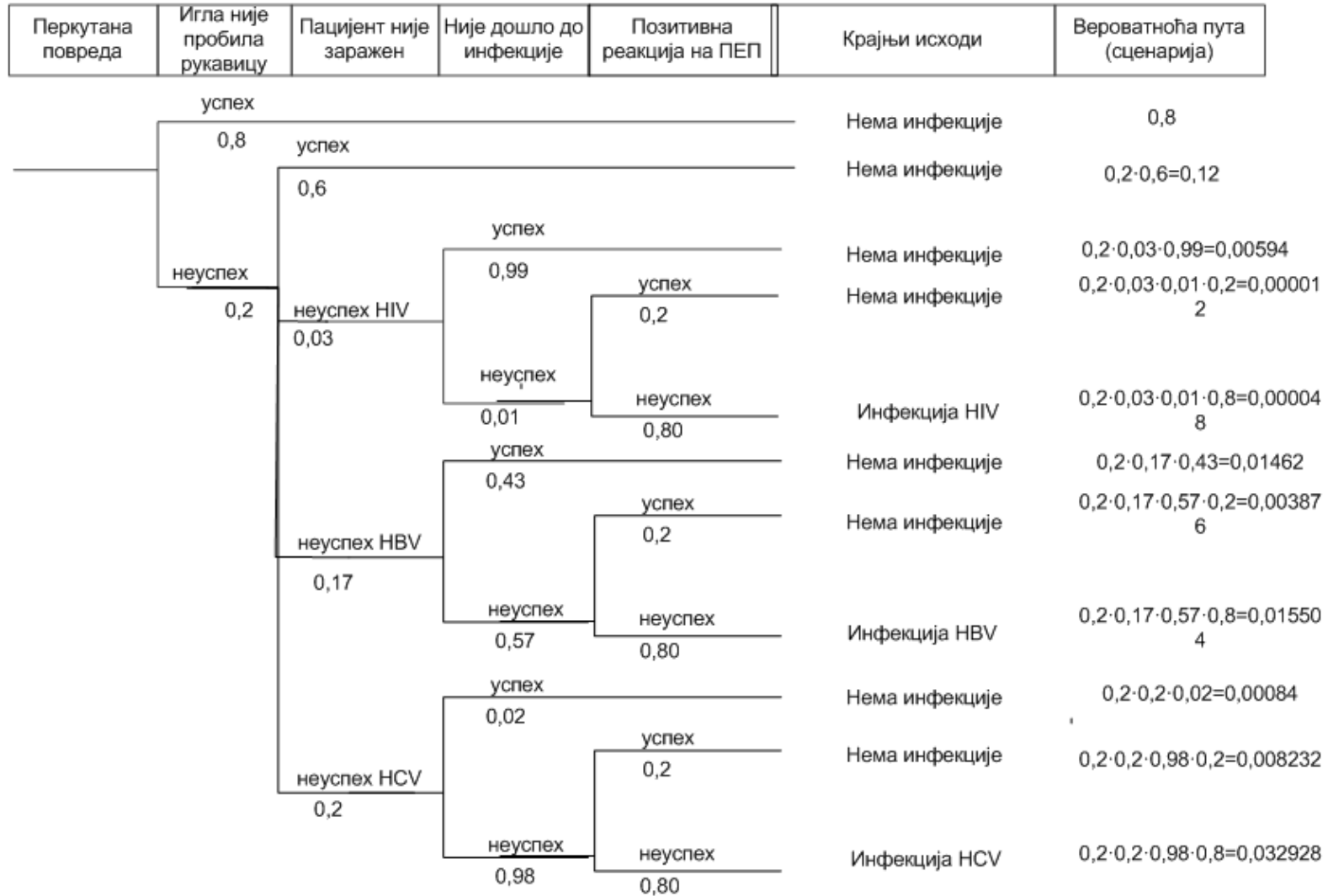


Перкутана повреда	Игла није пробила рукавицу	Пацијент није заражен	Није дошло до инфекције	Позитивна реакција на ПЕП	Крајњи исходи	Вероватноћа пута (сценарија)
-------------------	----------------------------	-----------------------	-------------------------	---------------------------	---------------	------------------------------









- Вероватноћа повољног исхода: 0,953088
- Вероватноћа неповољног исхода: 0,046912

Windchill

The screenshot displays the Windchill Quality Solutions interface for a project named 'Project 1'. The main window is titled 'Event Tree Table' and contains a table with the following data:

Diagram Ide...	Weight	Description	Remarks
Pozar	1.000000		
* < Click here to insert a new record >			

Below the table, there are two tabs: 'FTA Table' and 'Event Tree Table'. The 'Event Tree Table' tab is active, showing an 'Event Tree Diagram - Pozar'. The diagram consists of three main event nodes:

- Event 1: Q: 1.000000
- Event 2 (A): Q: 0.000000
- Event 3 (B): Q: 0.000000

Branches from Event 1:

- Branch1: Null
- Branch2: Success (Sistem za g: Branch2: Succe)
- Branch3: Failure (Sistem za g: Branch3: Failur)
- Branch4: Success
- Branch6: Success (Alarm: Branch6: Success)
- Branch7: Failure (Alarm: Branch7: Failure)

Ланчани судар на аутопуту

- ▶ Цистерна која превози опасну материју на аутопуту наилази на ланчани судар. Вероватноћа да ће возач реаговати и притиснути кочницу је 0,8. Распољивост кочнице је 0,98. Уколико ипак дође до судара, вероватноћа да ће се цистерна преврнути и изазвати експлозију износи 0,7.
- ▶ Формирати стабло догађаја за почетни догађај: „Ланчани судар на аутопуту“ и одредити вероватноће неповољног исхода овог догађаја.