

Анализа стабла догађаја (АСД)

Анализа стабла догађаја (енг. *Event tree analysis* - ЕТА) је техника за идентификовање и евалуацију низа догађаја који, покренути неким почетним догађајем, могу представљати сценарио акцидента. АСД је индуктивна техника која се бави последицама (исходима) неког почетног догађаја (Kumamoto). 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 (Ericson).

АСД је развијена почетком седамдесетих година прошлог века у оквиру студије WASH-1400 која се односила на свеобухватну процену ризика у нуклеарним електранама (студију, која је завршена 1974 године, је спонзорисала US Atomic Energy Commission - АЕС).

АСД се може користити у анализи различитих система: техничких, пословних, друштвених, природних итд. Може се применити на цео систем или неке његове делове као и на различитим нивоима апстракције: на концептуалном нивоу, на нивоу дизајна или на најнижем нивоу детаљности.

У АСД се користи граф – стабло догађаја и теорија вероватноће. Сама анализа се састоји из квалитативног дела који се састоји из конструкције стабла догађаја и квантитативног дела у оквиру кога се одређују вероватноће потенцијалних сценарија.

Стабло догађаја

Стабло догађаја је графичка презентација низа могућих догађаја у сценарију акцидента. Најчешће се у АСД подразумева да сваки догађај може имати два исхода: успех и неуспех (Ostrom). Стабло догађаја се састоји из догађаја и грана којима су представљене везе између догађаја.

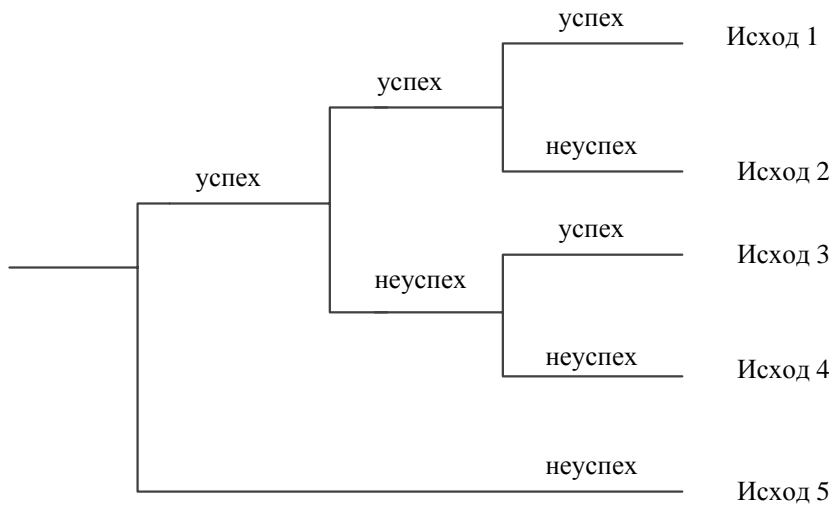
Догађаји у стаблу догађаја су:

- Почетни догађај (*initiating event* - ИЕ) – односи се на корен стабла и представља који може покренути различите низове догађаја (Vose).
- Крајњи исходи (*outcomes*) – односе се на листове стабла догађаја и представљају крајње догађаје потенцијалних сценарија акцидента.
- Пивот догађаји (*pivotal events*) – односе се на остале чворове у стаблу догађаја и представљају међудогађаје (посредне догађаје) од којих зависи у ком ће се правцу одвијати одређени сценарио.

Гранама су у стаблу догађаја повезани чворови који представљају догађаје. Из сваког чвора (осим листова) излазе две гране: једна која води ка чвору који представља позитиван (успех) и друга која води ка чвору који представља негативан исход посматраног чвора (неуспех). Стабло догађаја се најчешће конструише с лева на десно. Сваки низ чворова који води од корена стабла до листа представља пут. Односно, у стаблу догађаја сваки пут који води од почетног догађаја до неког исхода представља један сценарио. Они путеви који се завршавају у чворовима негативног крајњег исхода (неуспех) представљају сценарија акцидента.

На слици 1 је приказана слика општег стабла догађаја.

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



Слика 1. Општи изглед стабла догађаја

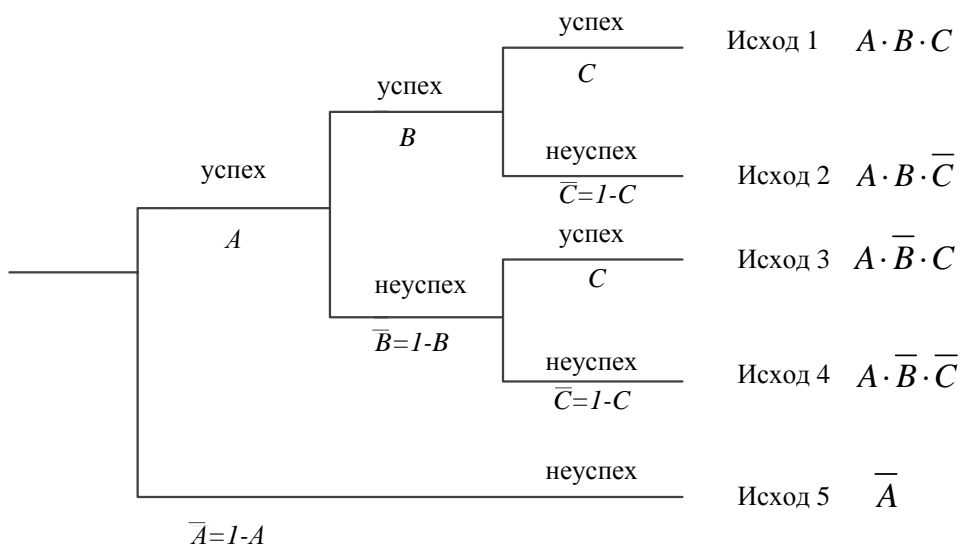
Напомена: Грана „неуспех“ почетног догађаја такође може даље бити разлгана.

Кватнитативна анализа

Ако је позната вероватноћа успешног и неуспеног исхода сваког догађаја, могуће је одредити вероватноће свих крајњих исхода, односно свих сценарија. Како су догађаји приказани стаблом догађаја у низу, тј. секвенци, посматране вероватноће су условне (Crawley).

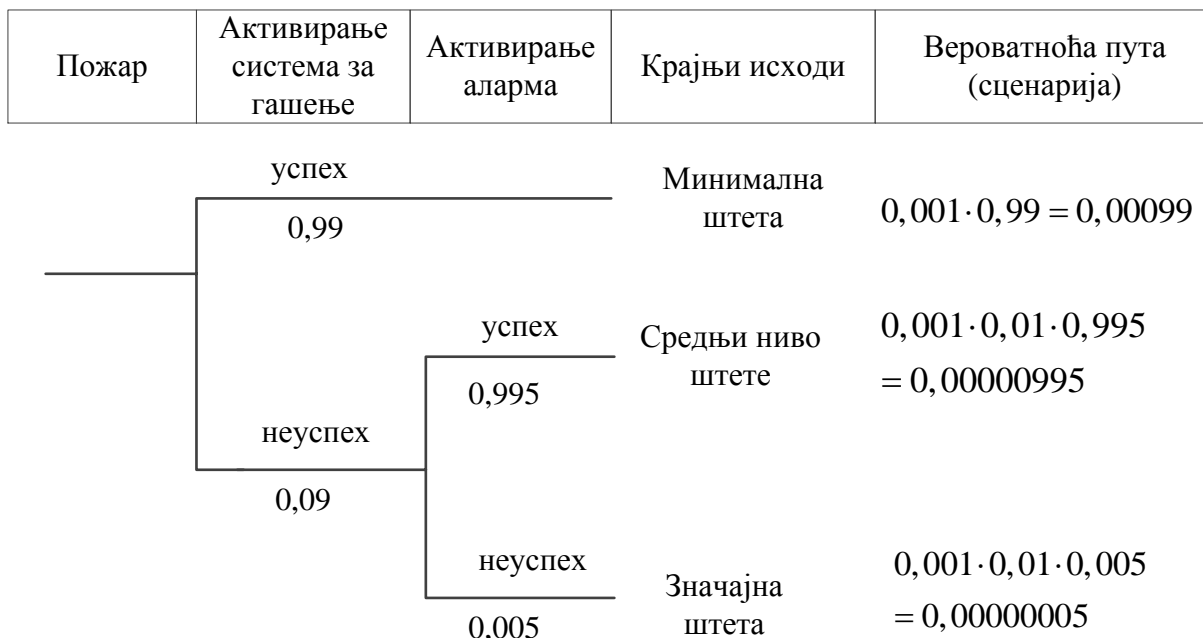
Нека A , B и C вероватноће догађаја 1, 2 и 3 респективно. Тада се вероватноће сваког од исхода могу одредити како је приказано на слици 2.

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



Слика 2. Условне вероватноће сценарија

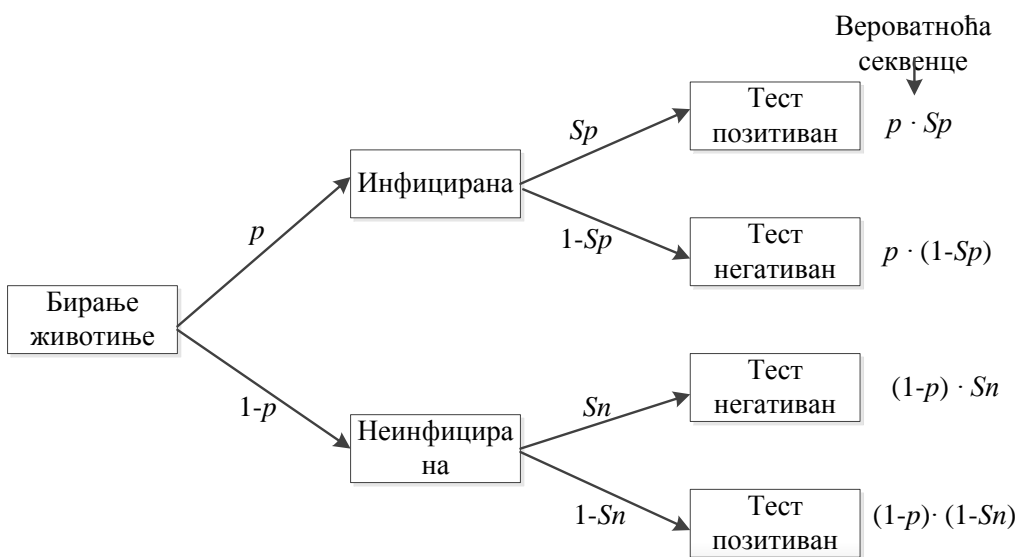
Пример: Посматрајмо фабрику у којој је вероватноћа избијања пожара једнака 0,001. Фабрика поседује систем за заштиту од пожара који се активира када се у неком од погона појави пожар. Распољивост посматраног система је 0,99. Ако се систем не активира, оглашава се аларм, чија је располољивост 0,95 и који директно шаље сигнал ватрогасној служби. Стабло догађаја које описује могуће сценарије у случају избијања пожара је приказано на слици 3.



Слика 3. Стабло догађај са вероватноћама сценарија

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

Напомена 2: Стабло догађаја се може представити и на другачији начин. Догађаји могу бити представљени чворовима а гране везама између догађаја, како је приказано на слици 4.



Слика 4. Стабло догађаја за тестирање животиња

На слици 4 је приказано стабло догађаја којим се представљају секвенце догађаја и њихови исходи у случају испитивања да ли су животиње из неке популације заражене неком заразном болешћу (нпр. Крпељи лајмском болешћу, пси беснилом итд.). Нека је:

p – заступљеност заражених животиња у посматраној популацији,

$Sp = P(\text{ако је изабрана заражена животиња и тест је позитиван})$

$Sn = P(\text{ако је изабрана животиња која није заражена и тест је негативан}).$

На основу условних вероватноћа, сада је могуће одредити вероватноће појединих исхода, нпр. колика је вероватноћа да ће тест бити погрешно спроведен. Погрешно спровед тест је могућ у два сценарија: да је изабрана инфицирана животиња али да је тест био негативан и да је изабрана неинфицирана животиња а да је тест био позитиван. Вероватноћа погрешно спроведеног теста је збир ове две вероватноће:

$$P = p \cdot (1 - Sp) + (1 - p) \cdot Sn.$$

Напомена 3. На основу претходна два примера, може се уочити да вероватноће пивот догађаја могу бити исте, без обзира за којим догађајем тај пивот догађај следи, а могу и да зависе управо од тога који им догађај претходи, односно на ком се путу налазе.