



АНАЛИЗ НА РИСКА

3. Методи за анализ на риска

1

3. МЕТОДИ ЗА АНАЛИЗ НА РИСКА

- На различните нива на вземане на решения се използват различни методи на анализ на риска.
- При най-високо ниво на вземане на решение обикновено се прилагат по-общите методи на експертна оценка, докато методите на анализ на риска чрез вероятността за неговото проявление или методите основани на Теорията на размитите множества се използват при детайлна оценка на даден проект. По-долу са описани накратко основните методи за оценка на риска, прилагани в световната практика.

3. МЕТОДИ ЗА АНАЛИЗ НА РИСКА

- **1. Методи използвани на висше управленско ниво:**
- **1.1. Експертно решение** (Mockett and Simm, 2002). Базира се на предишен опит при вземане на сходни решения и може да се използва за оценка на въздействието на събития и вероятността им за случване. Характеризира се с голяма доза субективизъм и несигурност.
- **1.2 Метод на генериране на потенциалните възможности** (Mockett and Simm, 2002). Целта е генериране на колкото е възможно повече ситуации и възможни последствия от тези ситуации. Не се включва количествено измерение, а само качествено описание на крайния резултат при дадено събитие.
- **1.3 Определяне на ефективността на мерките за снижаване на риска** (Mockett and Simm, 2002). Описват се предприетите мерки и съответното им отражение върху рисковата ситуация, като се определя и до каква степен рискът се е намалил.
- **1.4. Регистър на риска** (Mockett and Simm, 2002). Използва се за определяне на опасностите, които водят до възникване на риск. Базира се на записана и документирана информация. По този метод рискът се оценява според неговия произход (в зависимост от несигурността на системата, несигурността на параметрите и т.н.). Допълнително се класифицира и като: *специфичен риск*, който е характерен за дадена система; *остатъчен риск* – при недостатъчна ефективност на методите, по които се оценява рискът.

3. МЕТОДИ ЗА АНАЛИЗ НА РИСКА

- **2 Методи на средно управленско ниво**
- **2.1. Анализ на взаимосвързани области на решение (Analysis of Interconnected Decision Areas – AIDA, Weas, 2004).** Това е метод на формализация и визуализация на различни области на решение и тяхната взаимна връзка. Областта на решение се състои от две или повече взаимно изключващи се възможности и връзка между тези опции в рамките на всяка област на решение. Това означава, че след избор на една от възможностите от дадена област на решение трябва да се избере възможност от другата област, която оптимално да удовлетворява условието за нормална работа на системата.
- Ако този подход се отнесе към газопровод мрежи и от област с наименование **“разширение на мрежата”** се избере област **“допълнително присъединяване на газопровод”**, то от област с наименование **“структурни решения”**, може да се избере **“допълнителни средства за контрол на потока”**. В резултат на това за област **“резултати”** се получава **“предприети мерки за снижаване на риска от недостиг”**.

3. МЕТОДИ ЗА АНАЛИЗ НА РИСКА

- 2 Методи на средно управленско ниво
- 2.1. Анализ на взаимосвързани области на решение (*Analysis of Interconnected Decision Areas – AIDA*, Weas, 2004)

- За област “разширение на мрежата” :

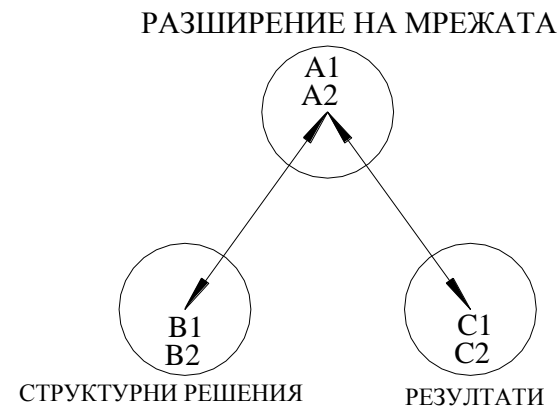
- A1 – разширение на газопреносна мрежа
- A2 – няма допълнително разширение

- За област “структурни решения”:

- B1 – средства за контрол
- B2 – съществуваща система

- За област “резултати”:

- C1 – предприети мерки за снижаване на риска
- C2 – съществуваща система



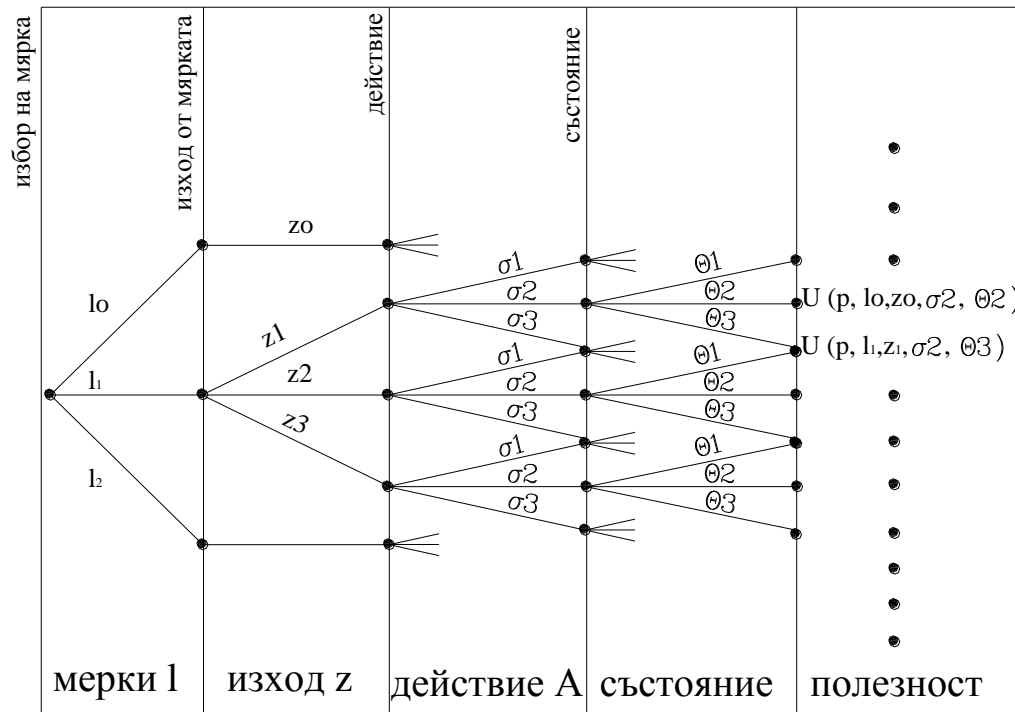
- С други думи при избор на разширение на газопреносната мрежа, B1 и C1 трябва да се изберат като мерки за снижаване на риска; т.е. в настоящата ситуация B2 и C2 са неприемливи.

3. МЕТОДИ ЗА АНАЛИЗ НА РИСКА

- **2 Методи на средно управленско ниво**
- **2.2. Дърво на решенията** (Mockett and Simm, 2002). Методът се основава на създаване и визуализиране на ясна структура на проблемите и областите на решения с логически характер. Първоначално се избира мярка от множество възможни технически мерки (l_0, l_1, \dots) и се проследява отговора (отклика) на системата (z_0, z_1, \dots) в резултат от тази мярка. След това се избира действие от множество възможни действия или интервенции **A** ($\sigma_0, \sigma_1, \dots$) върху системата. Получава се последващото състояние на обекта ($\theta_0, \theta_1, \dots$). Последствията от поредица от избори на мерки и въздействия върху системата и съответните вероятности за проявление на стохастичните въздействия образуват функцията на полезността **U** (p, l, z, σ, θ), според която се оценява риска.

3. МЕТОДИ ЗА АНАЛИЗ НА РИСКА

- 2 Методи на средно управленско ниво
- 2.2. Дърво на решенията (Mockett and Simm, 2002)



3. МЕТОДИ ЗА АНАЛИЗ НА РИСКА

- **2 Методи на средно управленско ниво**
- **2.3. Метод на сравнението** (Mockett and Simm, 2002). Възможните решения се сравняват едно с друго чрез набор от критерии, повечето от които се базират на паричната стойност на мерките за намаляване на риска и крайния ефект. При сравнението могат да бъдат прилагани различни тежестни коефициенти за всеки обект.
- **2.4. Матрица за степенуване на риска** (Mockett and Simm, 2002). След като рискът вече е определен, неговата относителна важност може да бъде оценена чрез използване на методи за степенуване на риска. Те се състоят в определяне на вероятността и последствията при всеки индивидуален риск, степенувани по важност числено или словесно с оглед вземането на най-подходящото решение.

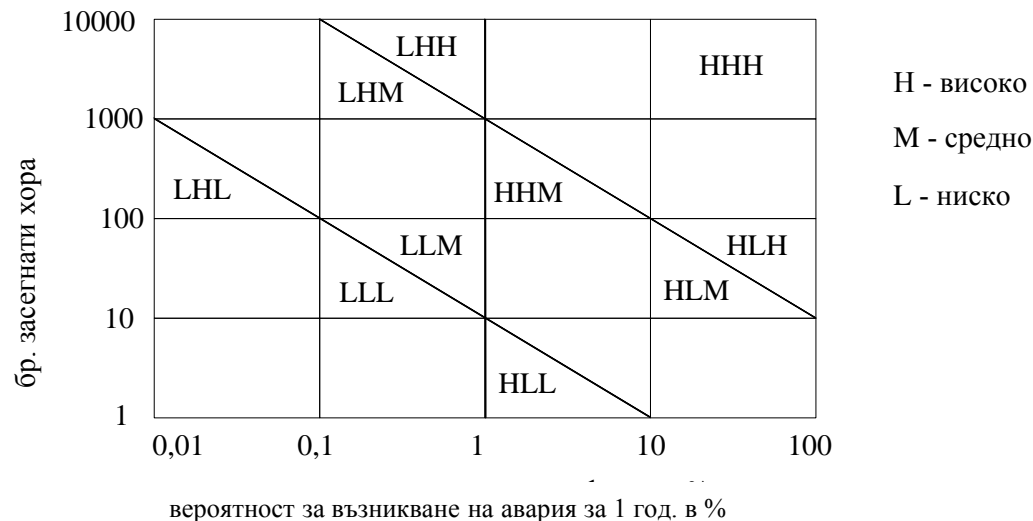
3. МЕТОДИ ЗА АНАЛИЗ НА РИСКА

- **2 Методи на средно управленско ниво**
- **2.4. Матрица за степенуване на риска** (Mockett and Simm, 2002)
- Популярен подход за оценка на риска

МАТРИЦА НА РИСКА		ВЕРОЯТНОСТ		
		ВИСОКА	СРЕДНА	НИСКА
ПОСЛЕДСТВИЯ	ВИСОКО	1	2	3
	СРЕДНО	2	3	4
	НИСКО	3	4	5

3. МЕТОДИ ЗА АНАЛИЗ НА РИСКА

- 2 Методи на средно управленско ниво
- 2.4. Матрица за степенуване на риска (Mockett and Simm, 2002)
- Съществува разширен подход включващ още по-сложно степенуване и оценяване на риска. Този подход се използва от Environmental Protection Agency. Рискът се оценява като високо ниво (**H**), средно ниво (**M**), ниско ниво (**L**) и комбинация от тези означения, като може да се изрази според брой засегнати хора, имущество и др.



3. МЕТОДИ ЗА АНАЛИЗ НА РИСКА

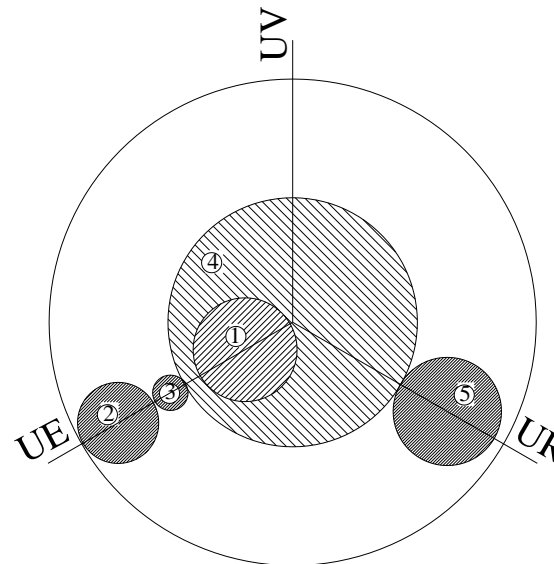
- **2 Методи на средно управленско ниво**
- **2.5. Модел “източник – път – приемник – последствие” (Source Pathway– Recipient – Consequence – S-P-R-C модел, Mockett and Simm, 2002).** Това е прост концептуален метод за представяне на системата и процесите, които водят до неблагоприятни последици или щети. За да възникне риск трябва да има **източник** или първоначално събитие (напр. теч), **приемник** (например материална ценност, собственост), **път** между източник и приемник (възникване на пожар, експлозия). В рамките на такъв анализ може да има няколко източника, пътища и приемници. Моделът **S-P-R-C** е подходящ за всички нива на оценка за риска и вероятността за частично влияние, в това число идентифициране на механизма, т.е. пътя. Този модел работи със следната формула за количествено определяне на риска: **РИСК = ВЕРОЯТНОСТ x ПОСЛЕДСТВИЯ.**
- **S-P-R-C** моделът се използва за формално описание и структуриране на модели и не се отличава съществено от Best practice моделите. Този модел определя явно въздействията и последиците, с които е свързано вземането на решения.

3. МЕТОДИ ЗА АНАЛИЗ НА РИСКА

- **2 Методи на средно управленско ниво**
- **2.6. Радиални графики на несигурността** (Mockett and Simm, 2002). Радиалните графики на несигурността представляват прост нагледен метод за оценка на относителната важност на различната несигурност на параметрите, засягаща вземането на решения за намаляване на риска. Степента на важност на несигурността се определя по разстоянието от символа, изобразяващ тази несигурност, до центъра на графиката (колкото е по-близо до центъра, толкова е с по-голяма важност за решенията). Количественото измерение на несигурността се определя по големината на графичното изображение на символа.
- На трите оси са изобразени три вида несигурност:
- **UE** – несигурност в околната среда (например земетресение)
- **UV** – несигурност в измерванията
- **UR** – несигурност при отчитане на взаимно свързаните решения

3. МЕТОДИ ЗА АНАЛИЗ НА РИСКА

- **2 Методи на средно управленско ниво**
- **2.6. Радиални графики на несигурността** (Mockett and Simm, 2002)
 - 1 – несигурност в налягане
 - 2 – несигурност във входните данни
 - 3 – несигурност в налягане нива при бъдещи събития
 - 4 – структурна несигурност
 - 5 – параметрична несигурност



3. МЕТОДИ ЗА АНАЛИЗ НА РИСКА

○ 3. Детайлни методи

- **3.1. Метод на Бейс** (Mockett and Simm, 2002). Методът се основава на теоремата на Бейс и е свързан с използването на нова информация за преоценка на вероятността за проява на дадено събитие, базирана на стара информация. Там където има първоначална несигурност по отношение на дадена променлива, този подход позволява включване на нова информация и осигуряване на нова оценка, свързана с намаляване на несигурността.
- Целта на този метод е да намали статистическата несигурност, използвайки повече информация. Това намаляване на статистическата несигурност се свързва с увеличение на несигурността, дължаща се на точността и надеждността на множеството от използвани данни.

3. МЕТОДИ ЗА АНАЛИЗ НА РИСКА

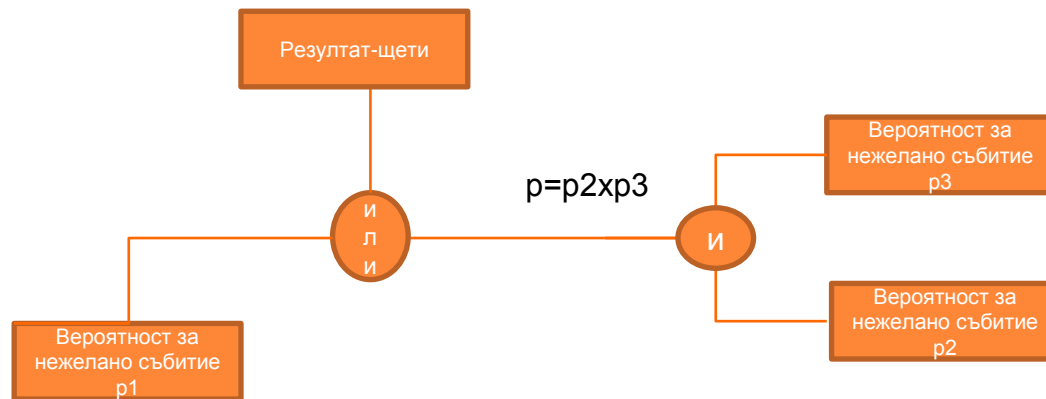
- **3.2. Метод, основан на теория на размитите множества** (Zadeh, 1965). Теорията на размитите множества е сравнително нов клон от математиката, позволяващ също така и анализ и оценка на риска. Главното предимство на методите, основани на тази теория е тяхната надеждност в условия на недостатъчна информация за параметрите на моделираната система. “Размитите модели”, които изискват по-малко данни, са подходящи при проектиране в условия на несигурност.
- **3.3. Анализ полза – цена (Benefit Cost Analysis– BCA, Mockett and Simm, 2002).** Методът **BCA** включва сравнение между цената и ползата, свързани с определени сценарии за въздействие и поведение на системата. Той изисква избор на единица за оценка, която обикновено е парична. Използват се различни дисконтови методи за привеждане на паричните разходи и ползи във времето.

3. МЕТОДИ ЗА АНАЛИЗ НА РИСКА

- **3.4. Анализ цена – ефективност (Cost Effectiveness Analysis – CEA**, Mockett and Simm, 2002). Методът **CEA** се базира на сравнение на алтернативни начини за постигане на определена цел, която обикновено е възможно най-ниската цена. За разлика от **BCA**, при **CEA** ползата е константа и целта на анализа е минимализиране на разходите, свързани с решаването на специфичната задача.
- **3.5. Анализ чрез кръстосани взаимодействия (Cross Impact Analysis – CIA**, Mockett and Simm, 2002). Методът **CIA** е формален инструмент за оценка на зависимостта между настоящи събития и бъдещо развитие. Той се използва за анализ на промяната на вероятността за случване на бъдещи събития при дадено, вече случило се подобно събитие. Методът **CIA** може да бъде приложен чрез симулация **Monte Carlo** или чрез по-проста качествена оценка. Използват се следните символи за означение на възможните връзки: 0, 1, 2, ?. При различните значения на **CIA** имаме следната сила на връзките между събитията:
 - **CIA = 0** – няма връзка между събитията
 - **CIA = 1** – слаба връзка между събитията
 - **CIA = 2** – силна връзка между събитията
 - **CIA = ?** – възможна или несигурна връзка между събитията

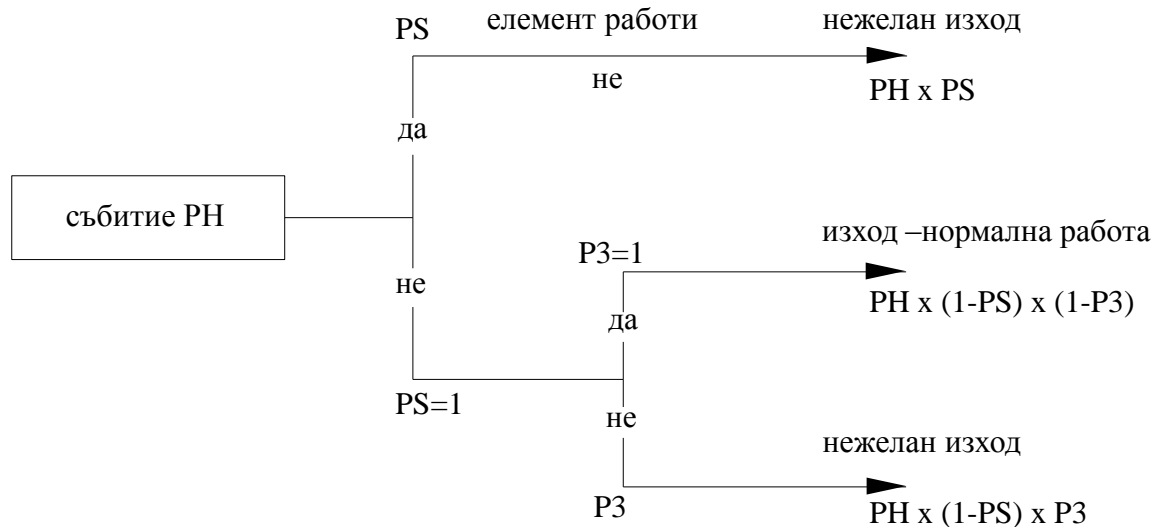
3. МЕТОДИ ЗА АНАЛИЗ НА РИСКА

- **3.6. Анализ чрез “дърво на събитията”** (Mockett and Simm, 2002).
Методът на “Дървото на събитията” се използва за анализ на набор от вероятни причини за частен изход, който може да възникне от дадено първоначално събитие.
- Изход, който е следствие на вероятни първоначални събития. Използват се операторите **”и”** и **”или”**.



3. МЕТОДИ ЗА АНАЛИЗ НА РИСКА

- 3.7. Анализ чрез “Дърво на грешките” (Mockett and Simm, 2002). Методът е сходен с този на “Дървото на събитията”, но започва с първоначалните събития и последващ анализ на въздействието им върху системата. В резултат се получават изходи от събитията със съответните вероятности за проявление. В случай, например на събитие в комбинация със събитие “спиране на работа на елемент”, то следва събитие “нежелан изход”. При този метод също се използват операторите “и” и “или”



3. МЕТОДИ ЗА АНАЛИЗ НА РИСКА

- **3.8. Метод чрез анализ на структурни аварии (Failure Mode Element and Criticality Analysis – FMECA**, Mockett and Simm, 2002). Подходът **FMECA** има за цел оценката на риск, относно функционирането на елементи на системата в условия на структурна (конструктивна) грешка. **FMECA** комбинира дървото на грешките/събитията с регистър на риска, с цел получаване на графични изображения – диаграми от типа **местоположение/случай/показател (Location/Cause/Indicator-диаграми)**. Често методът **FMECA** предлага механизъм за определяне на риска с визуализиране на анализа чрез еднозначно определена диаграма, при което се избягва допълнителния вероятностен анализ.
- Някои от предимствата на този метод са свързани с избягване използването на вероятности. Вместо тях се използва описателна система относно възможните сценарии на повреди на всеки от елементите на системата, което след съответни изчисления позволява рискът от повреждането на тези елементи да бъде сравнен директно и да бъде оценен. Използването на регистри на риска подобрява систематичната идентификация и управление на риска и осигурява механизъм за регистриране на риска в реално време.

3. МЕТОДИ ЗА АНАЛИЗ НА РИСКА

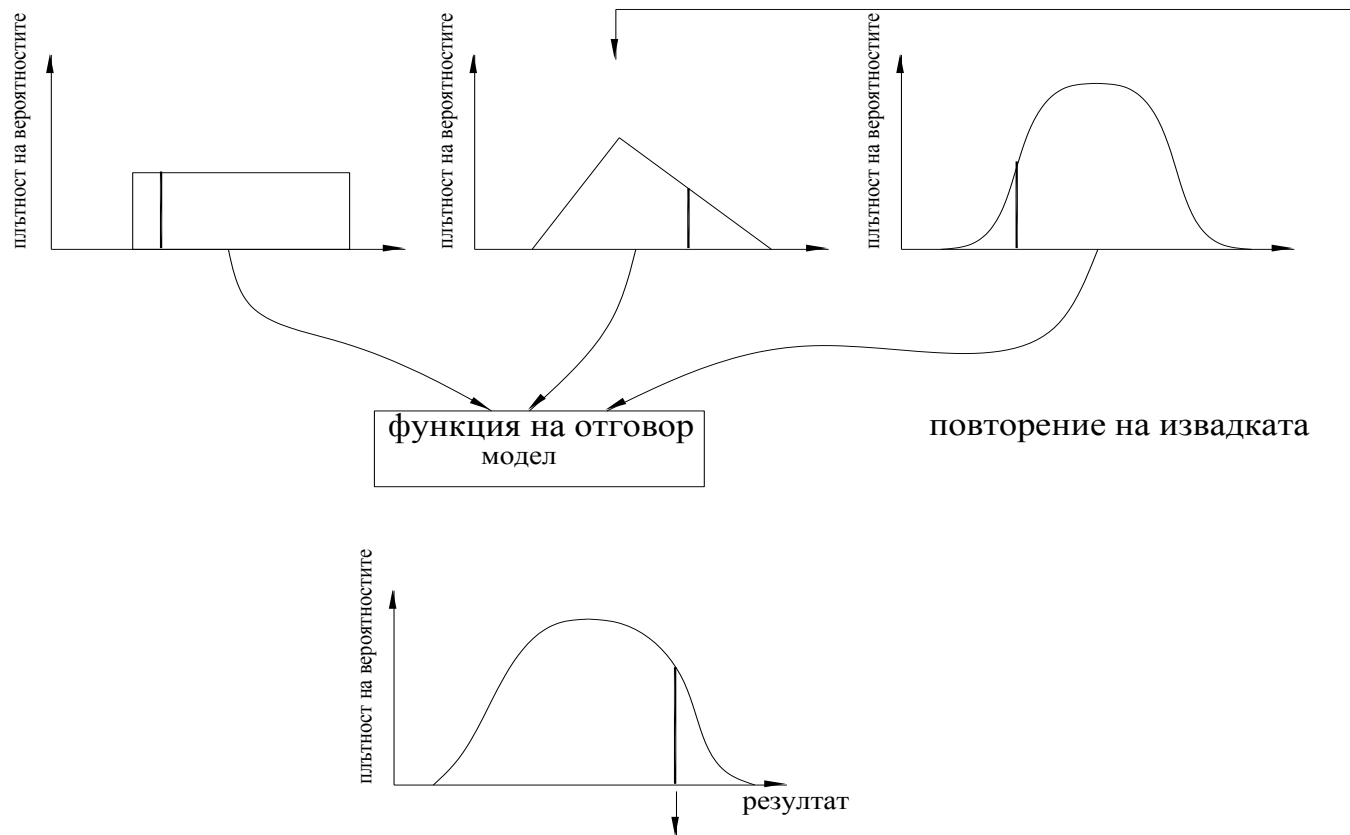
- **3.9. Метод за обща оценка на вероятната несигурност (Generalised Likelihood Uncertainty Estimation – GLUE, Beven and Benley, 1990).** Това е метод за определяне на предсказуемата несигурност свързана с процесите в модела. Основа на концепцията е идеята за равнопоставеност между няколко целесъобразно подбрани множества на параметри на модела, които осигуряват различни крайни резултати. Методът акцентира върху оценката на влиянието на параметрите, вместо на калибрирането му чрез входните данни. Тази процедура позволява отхвърлянето на множество параметри, които попадат под прага на дадена вероятност за определено поведение на системата. Такова множество се нарича **неприсъщо**, а параметричното множество, което е над определения праг на вероятност се определя като **присъщо**.

3. МЕТОДИ ЗА АНАЛИЗ НА РИСКА

- **3.10. Метод Monte Carlo** (McIntyre, et al., 2002). При този метод се използват комбинации от функциите на плътността на вероятностите на входните параметри (функции, които описват разпределението на вероятностите на променливите), при което се получават функциите на разпределение на вероятностите на отклика на системата (модела). Методът включва произволен избор на стойност от всяка от функциите на разпределение на вероятностите на входните параметри и намиране функцията на отговора (отклика) на системата от тази комбинация на входни данни. Тази серия от събития се повтаря многократно (понякога до 10000 пъти). При използването на тази техника е важно да се оцени всяка значима зависимост между входните данни и да се включи в процеса на моделиране. Предполагането на независимост на всъщност частично свързаните променливи може да окаже негативно влияние върху крайните резултати.

3. МЕТОДИ ЗА АНАЛИЗ НА РИСКА

- 3.10. *Метод Monte Carlo* (McIntyre, et al., 2002).



3. МЕТОДИ ЗА АНАЛИЗ НА РИСКА

3.11 Метод на общата вероятност (Mockett and Simm, 2002)

- Използва се в случаите, когато източникът на риск се състои от една или повече променливи и е необходимо да се определи тяхната обща вероятност. Има различни нива на сложност на методите за определяне на общата вероятност, но всички те имат обща черта - изискват оценка за независимостта между променливите.
- Един от относително простите методи (използван от CIRIA ,1996) се основава на индивидуалните разпределения на вероятностите и тяхната оценка за независимост. Този метод се използва за изразяване на общата вероятност, получена като комбинация от случването на определено събитие. Ползата от тази концепция е, че е практична и сравнително лесна за прилагане.
- Още по-сложен подход включва избирането на разпределение на вероятностите, така че да пасва на общото разпределение на вероятностите на комбинацията, например - между авария и щетите. Предимство на този метод е, че имаме директно определяне на общата вероятност на системата. Недостатък на този метод е, че е необходимо значително количество от данни за двете променливи.

3. МЕТОДИ ЗА АНАЛИЗ НА РИСКА

- Методиката включва изчисляване на общата вероятност:
- 1) При пълна независимост на променливите
- p система = $1 - ((1 - pf_1) \cdot (1 - pf_2) \dots (1 - pf_{n-1}) \cdot (1 - pf_n))$
- 2) При пълна зависимост на променливите
- p система = $\max (pf_n)$
- 3) При частична зависимост
- $p = (\max (pfi) , p$ система)

- Степента на корелация между отделните променливи зависи от подобие им, механизма на възникване на грешки, а също така и от степента на излагане на риск. Процедурата по определянето ѝ включва:
- а) Оценка на отделните вероятности преди комбинирането им.
- б) Разработване на корелационни матрици, които описват взаимодействието между параметрите и вероятността на грешката на един параметър при вземане под внимание влиянието на останалите параметри. Приложението му на практика се ограничава от липсата на достатъчно разбиране за механизма на взаимодействие между отделните параметрите.