Стохастички приступ у анализи ризика од поплава

Дефиниција ризика

У литератури се појам ризика спомиње у два контекста:

- ризик од одређеног поплавног догађаја

$$R = P \times S$$

- ризик као очекивана (годишња) штета

$$R = \bar{S} = \int_0^1 S(P) \cdot \mathrm{d}P \approx \sum_{i=1}^{m} \frac{S_i + S_{i+1}}{2} \cdot \Delta P_i$$

R - ризик

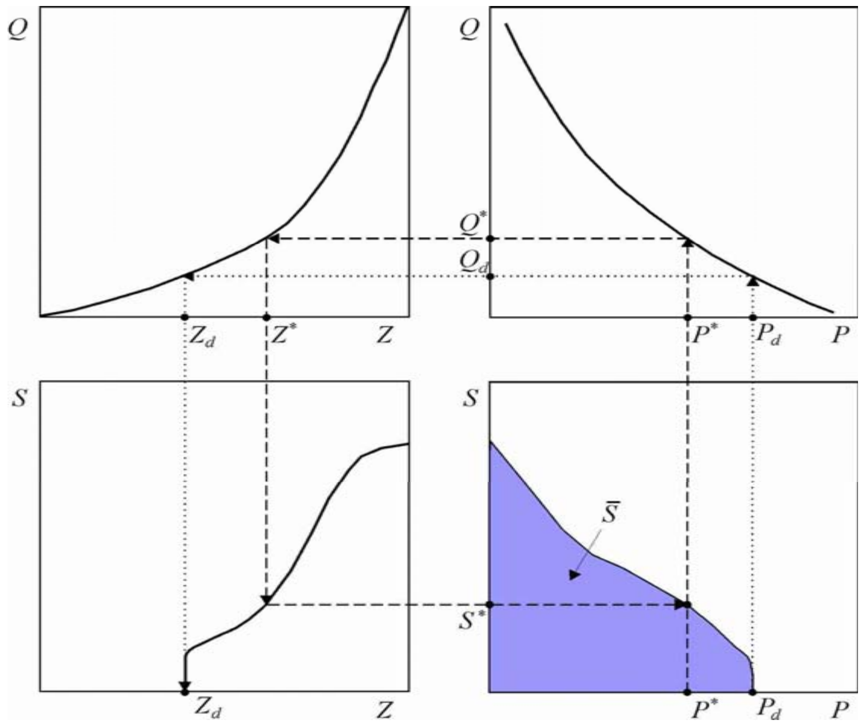
P - Вероватноћа (превазилажења) поплавног догађаја

S - штета услед истог догађаја

Детерминистички приступ у процени ризика

У рачунском моделу учествују величине чије су међусобне зависности једнозначне.

$P^* \rightarrow Q^* \rightarrow Z^* \rightarrow S^* \rightarrow \bar{S}$



Резултат:
једна вредност $\bar{S}$!

Q - проток

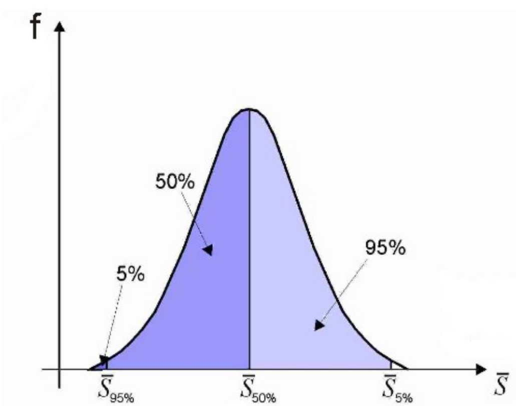
Z - кота нивоа водене површине

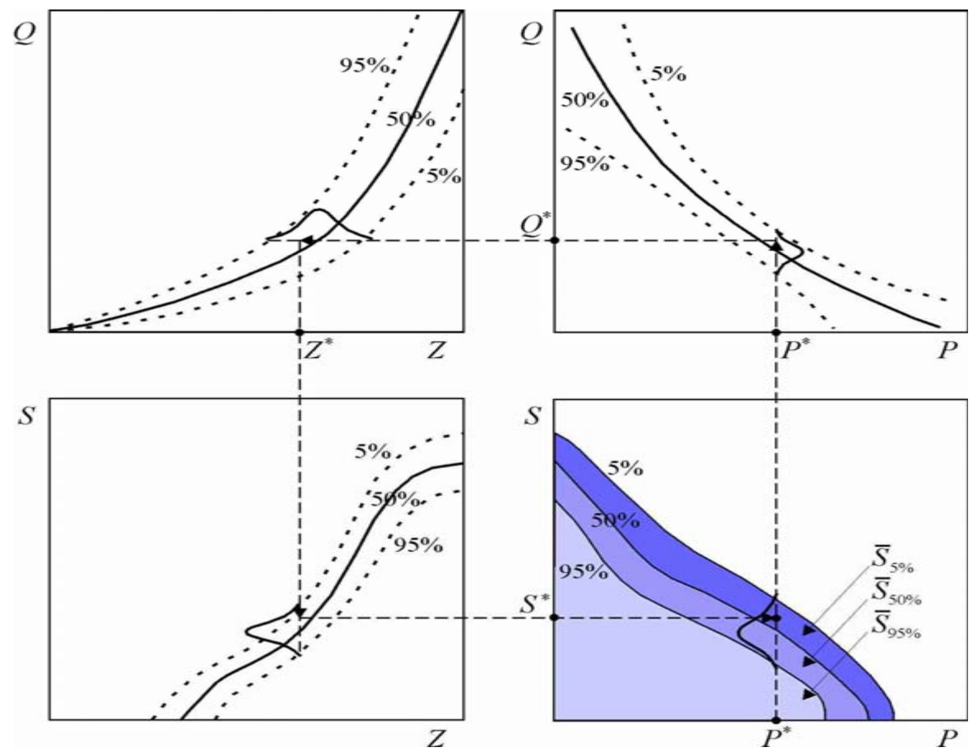
Стохастички приступ

Зависност између две величине није једнозначна већ је у облику дводимензионалне функције расподеле вероватноће. На овај начин се у прорачун ризика уводе неизвесности у познавању релација модела.

$$f(Q|P^*) \rightarrow f(Z|Q) \rightarrow f(S|Z)$$
$$\rightarrow f(S|P^*)$$

Резултат: Функција густине расподеле вероватноће величине $\bar{S}$!





Процена параметара пробабилистичких релација

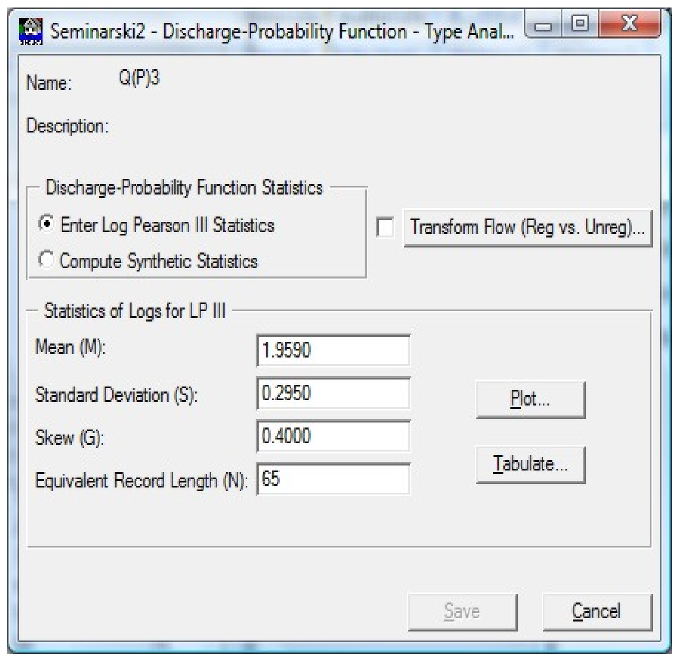
Одређивање параметара функција расподела вероватноћа потребних у прорачуну ризика се заснива на статистичким методама које захтевају несразмерно већи број улазних података у односу на детерминистички поступак.

Осим у случају функције Q(P) где се неизвесност уводи преко функције густине расподеле параметара исте функције, дефинисање осталих релација се заснива на одређивању условних расподела вероватноћа ($f(Z|Q)$ и $f(S|Z)$).

Пример

Зависност Q(P)

1. На основу низа измерених протока у периоду од 65 година процењени су параметри за усвојену Лог-Пирсон III расподелу ($M \rightarrow \mu, S \rightarrow \sigma, G \rightarrow \gamma$) највећих годишњих протока (исто као у детерминистичком поступку).

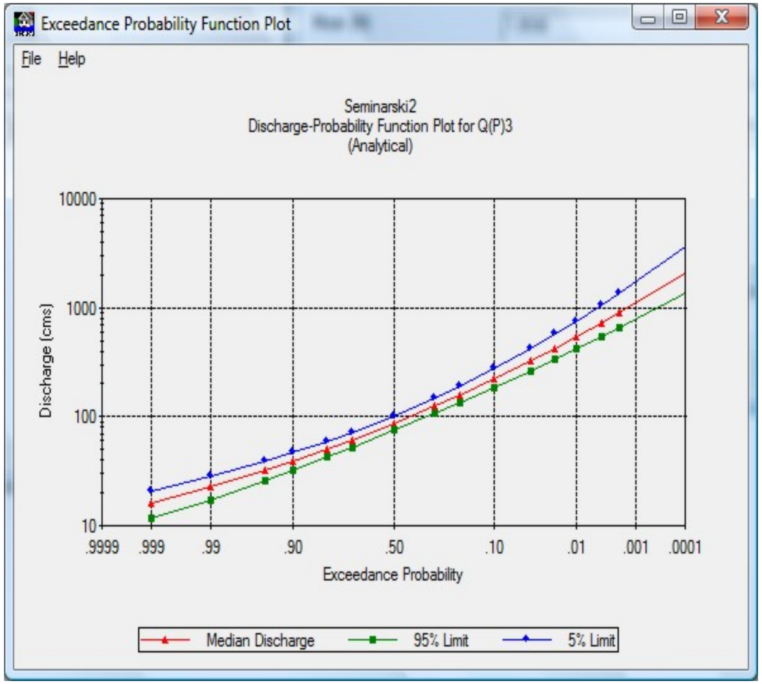


Пример

2. Уводе се претпоставке о расподелама за параметре μ и σ . У овом примеру се претпоставља да параметар μ следи нормалну расподелу док се за параметар σ претпоставља да прати хи-квадрат расподелу. Одређивањем параметара ових расподела се добијају интервали поверења функције Q(P).

$$P[\mu > m] = F(\mu) = \Phi\left(\overline{X}, \frac{S}{\sqrt{N}}\right)$$

$$P[\sigma^2 > s] = F(\sigma^2) = \frac{(N-1)S^2}{\chi^2_{(N-1)}}$$



Пример

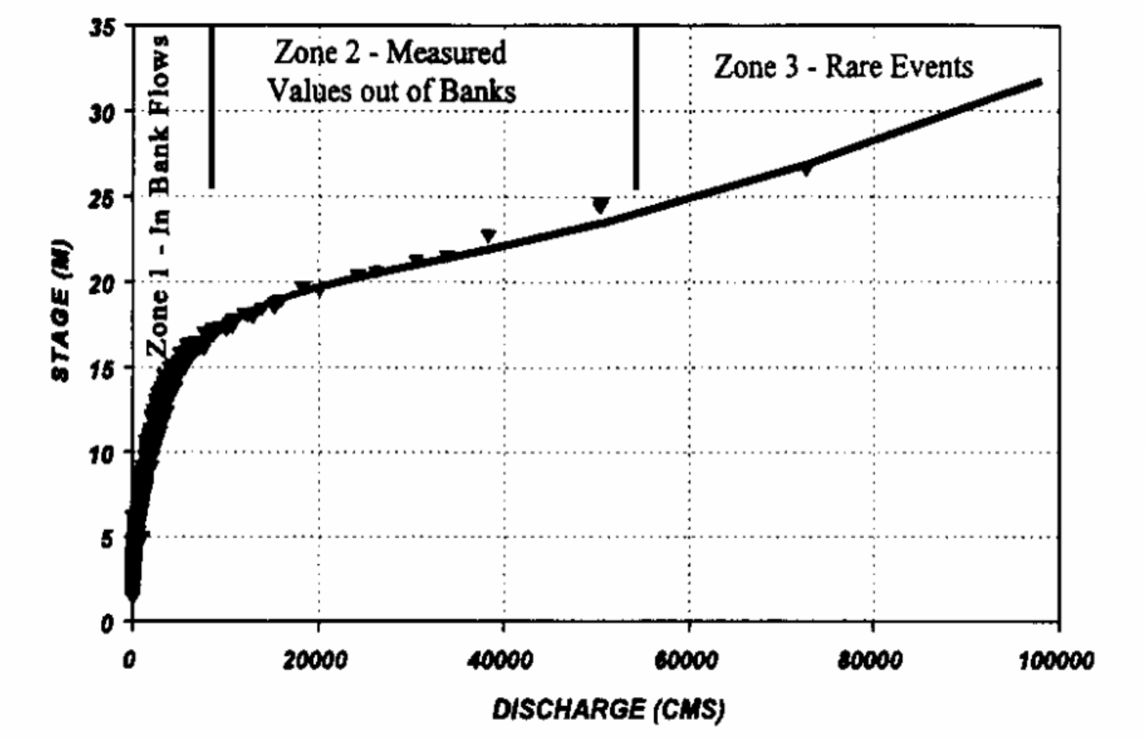
Функција Z(Q)

Претпоставка је да за сваку вредност протока кота нивоа прати нормалну расподелу. Параметри нормалних (условних) расподела $f(Z|Q^*)$ се процењују на следећи начин:

$$Z^*_{\text{det.}} \rightarrow \mu_Z, S \rightarrow \sigma$$

$Z^*_{\text{det.}}$ - вредност коте нивоа која одговара вредности Q^* у детерминистичком поступку

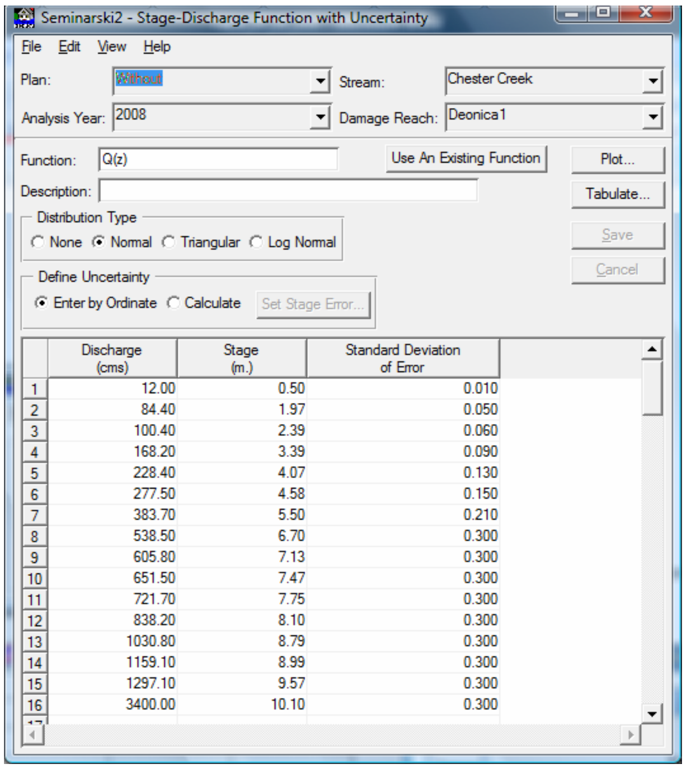
Принцип којим се може руководити у одређивању стандардне девијације условних расподела...



$$S = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{N} (X_i - M)^2}{N - 1}}$$

Пример

Добијена зависност Z(Q)



Seminarski2 - Stage-Discharge Function with Uncertainty

File Edit View Help

Plan: Without — Stream: Chester Creek

Analysis Year: 2008 — Damage Reach: Deonica1

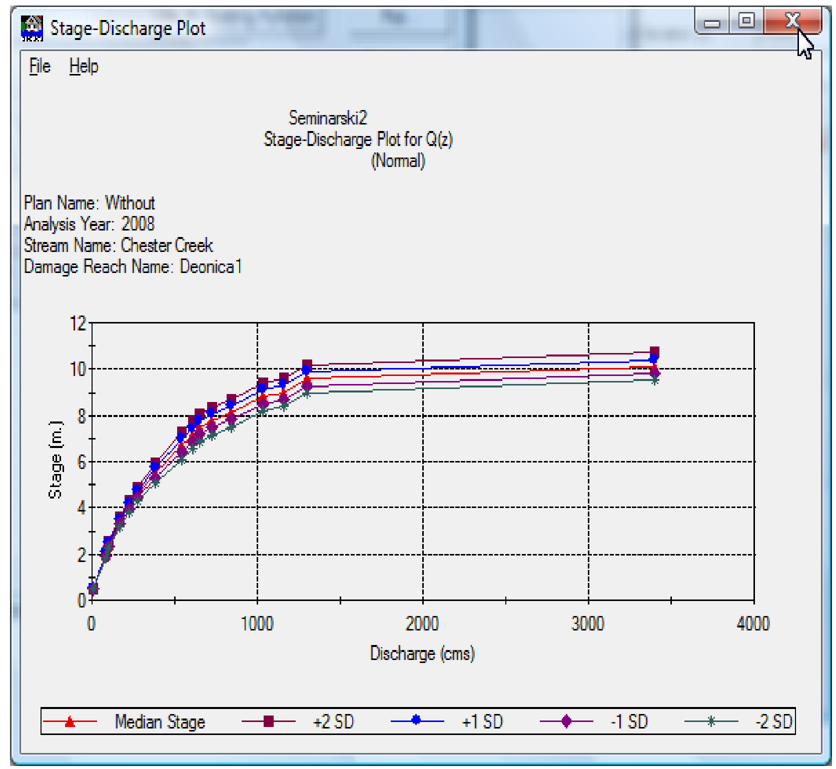
Function: Q(z) — Use An Existing Function — Plot...

Description: — Tabulate...

Distribution Type: None, Normal, Triangular, Log Normal — Save

Define Uncertainty: Enter by Ordinate, Calculate, Set Stage Error... — Cancel

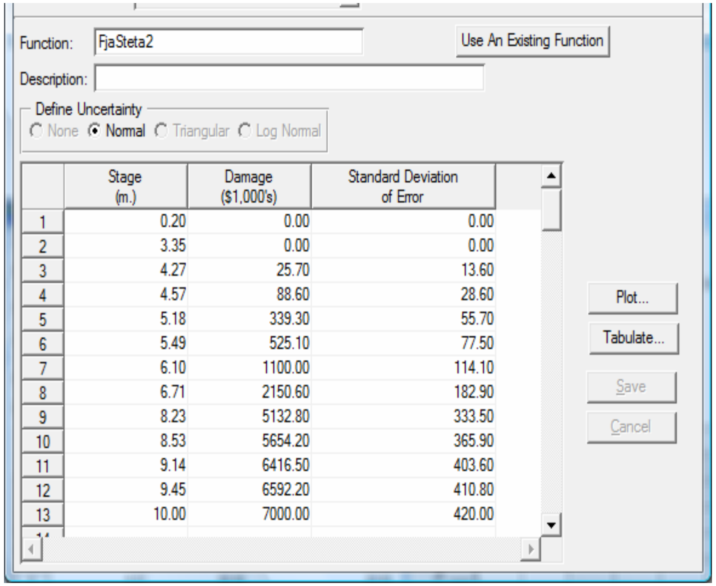
	Discharge (cms)	Stage (m.)	Standard Deviation of Error
1	12.00	0.50	0.010
2	84.40	1.97	0.050
3	100.40	2.39	0.060
4	168.20	3.39	0.090
5	228.40	4.07	0.130
6	277.50	4.58	0.150
7	383.70	5.50	0.210
8	538.50	6.70	0.300
9	605.80	7.13	0.300
10	651.50	7.47	0.300
11	721.70	7.75	0.300
12	838.20	8.10	0.300
13	1030.80	8.79	0.300
14	1159.10	8.99	0.300
15	1297.10	9.57	0.300
16	3400.00	10.10	0.300



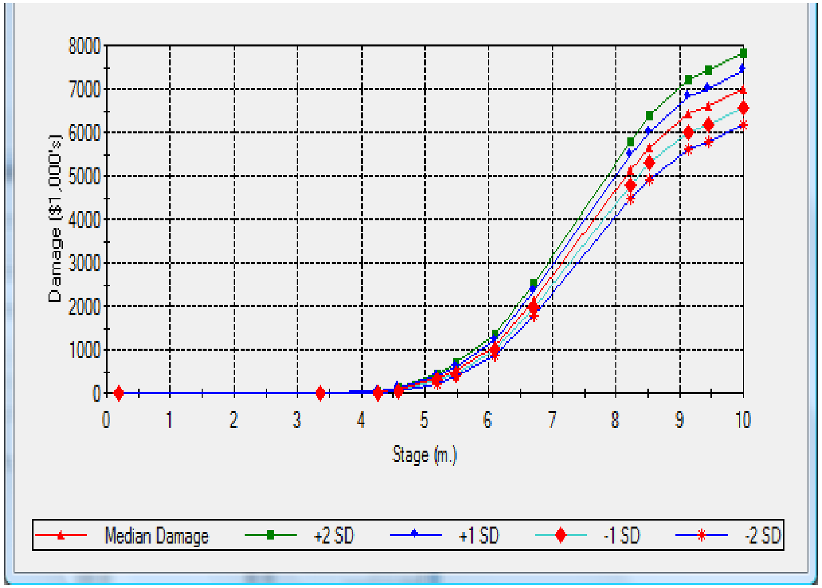
Пример

Зависност S(Z)

Слично као и код зависности Q(Z) и код функцију штете се неизвесности третирају преко нормалне расподеле. За разматрани слив се на основу базе података о штетама, статистичком анализом добија:



	Stage (m.)	Damage ($1,000's)	Standard Deviation of Error
1	0.20	0.00	0.00
2	3.35	0.00	0.00
3	4.27	25.70	13.60
4	4.57	88.60	28.60
5	5.18	339.30	55.70
6	5.49	525.10	77.50
7	6.10	1100.00	114.10
8	6.71	2150.60	182.90
9	8.23	5132.80	333.50
10	8.53	5654.20	365.90
11	9.14	6416.50	403.60
12	9.45	6592.20	410.80
13	10.00	7000.00	420.00



Прорачун ризика од поплава

<u>Аналитички</u>

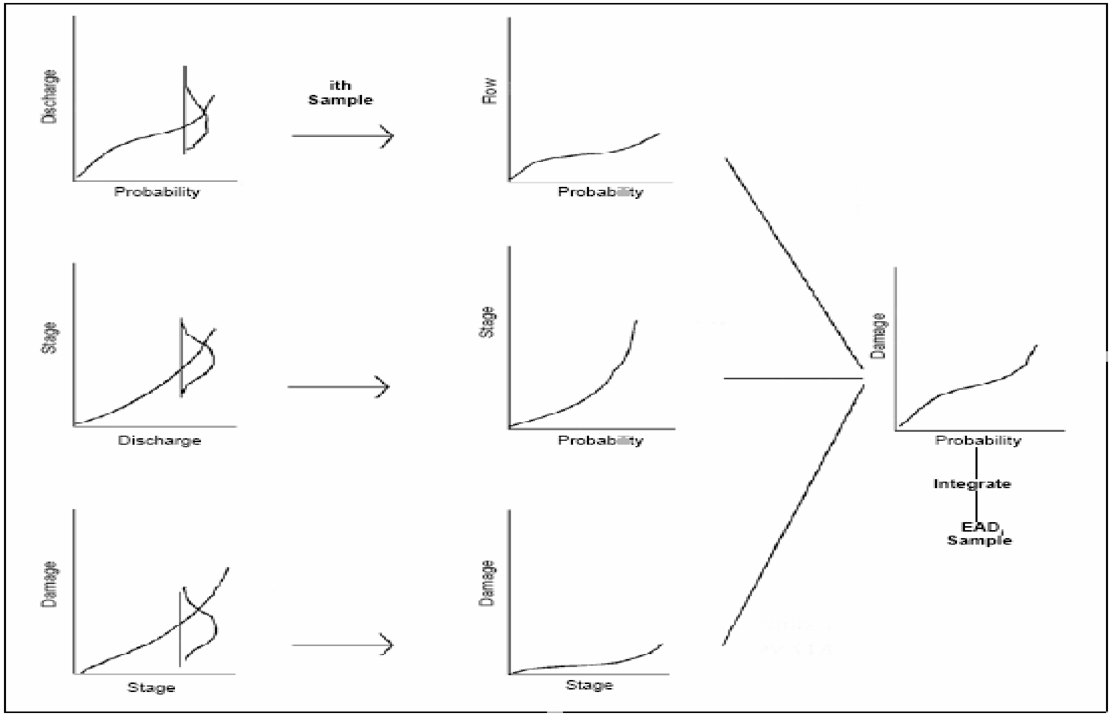
- прилично компликовано са обзиром да се комбинује више дводимензионалних функција вероватноће.

<u>Апроксимативне методе</u>

- пример је метода Монте Карло симулација (програм HEC FDA).

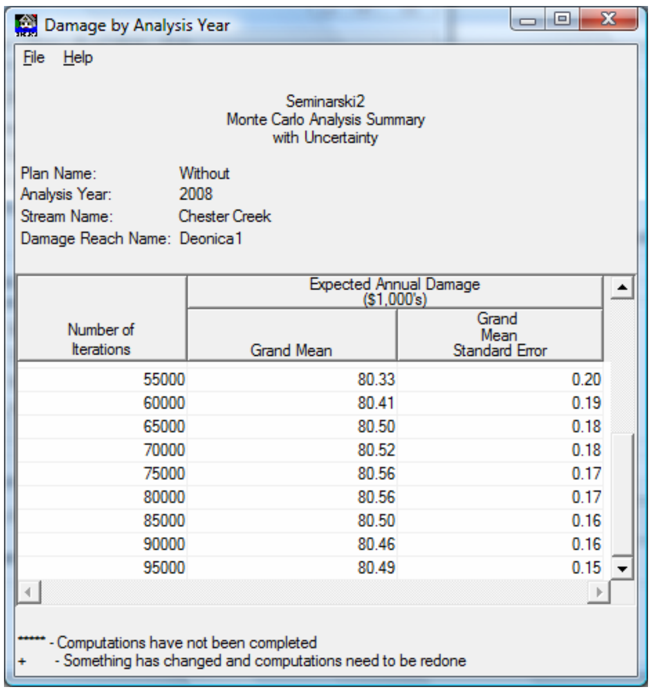
Метода Монте Карло (HEC FDA)

1. На основу пробабилистички дефинисаних зависности Q(P), Z(Q) и S(Z) се генератором случајних вредности генеришу n- пута исте једнозначне релације у моделу на основу којих се, као у детерминистичком поступку, исти број пута одређује функција S(P) и вредности очекиване годишње.



Метода Монте Карло (HEC FDA)

2. Након сваке овакве ,,симулације’’ се одређују статистике формираног низа вредности очекиване штете. Конвергенција ових статистика представља критеријум за крај прорачуна и на основу тако формираног низа вредности очекиване.


Damage by Analysis Year

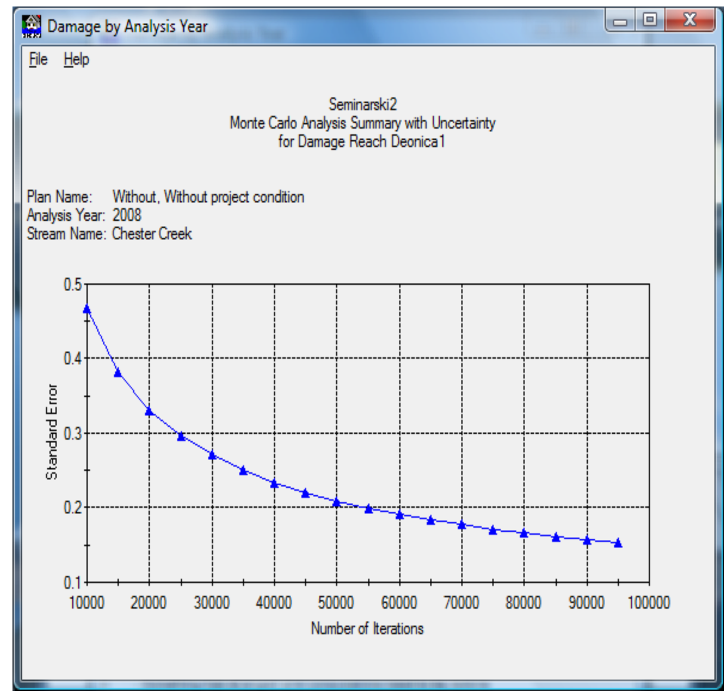
File Help

Seminarski2
Monte Carlo Analysis Summary
with Uncertainty

Plan Name: Without
Analysis Year: 2008
Stream Name: Chester Creek
Damage Reach Name: Deonica1

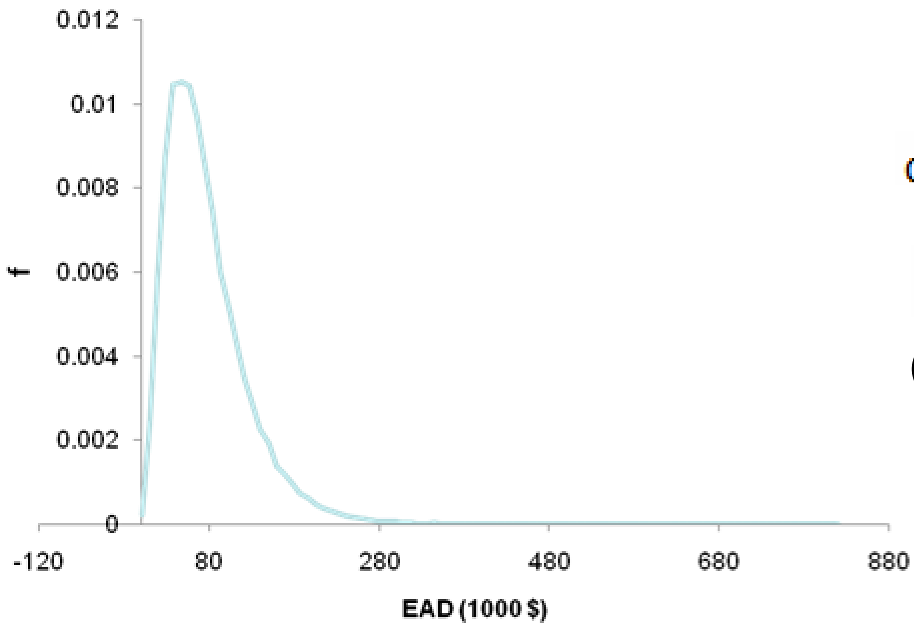
Number of Iterations	Expected Annual Damage ($1,000's) Grand Mean	Grand Mean Standard Error
55000	80.33	0.20
60000	80.41	0.19
65000	80.50	0.18
70000	80.52	0.18
75000	80.56	0.17
80000	80.56	0.17
85000	80.50	0.16
90000	80.46	0.16
95000	80.49	0.15

***** - Computations have not been completed
\+ - Something has changed and computations need to be redone



Резултат прорачуна ризика (HEC FDA)

Монте Карло симулацијом добијена густина расподеле вероватноће ризика за слив реке Chester Creek



$M_{\bar{S}} = 80490\ \$$

(очекивана вредност ризика)

стандардна девијација= 47140 $

$\bar{S} = 69040\ \$$

(детерминистичким приступом прорачунат ризик)