

REALIZACIJA ELEKTRONSKIH SKLOPOV

Tolerance in izplen

M. Jankovec

Načrtovanje

Zahteve

- $A = 100 \pm 5\%$
- $P < 50\text{mW}$
- $T = -40^\circ\text{C} + 85^\circ\text{C}$
- $\text{Cena} < 5 \text{ EUR}$

Načrtovanje

- Nominalne vrednosti
- $R_1 = 1\text{k}$
- $C_1 = 10\text{nF} \dots$

Načrtovanje toleranc

- $R_1 = 1\text{k} \pm 5\%$
- $C_1 = 10 \text{ nF} \pm 20\%$

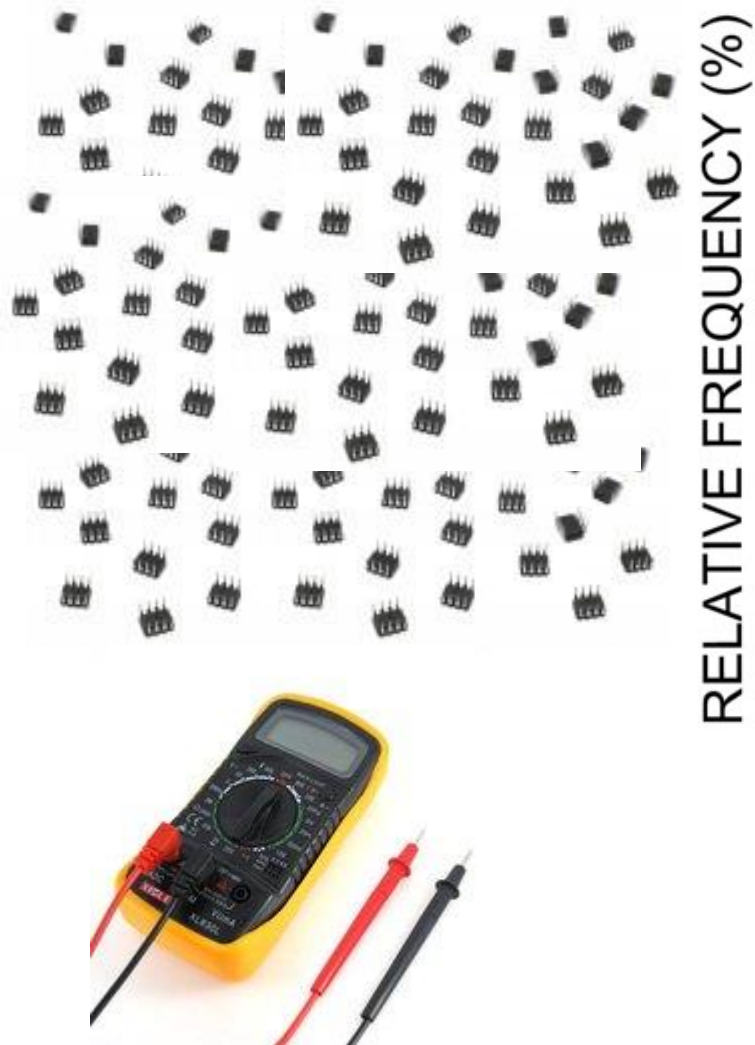
Analiza toleranc

- $A = f(R_1, T, \dots)$
- $P = f(R_1, T, \dots)$
- $\text{Cena} = f(R_1, \dots)$

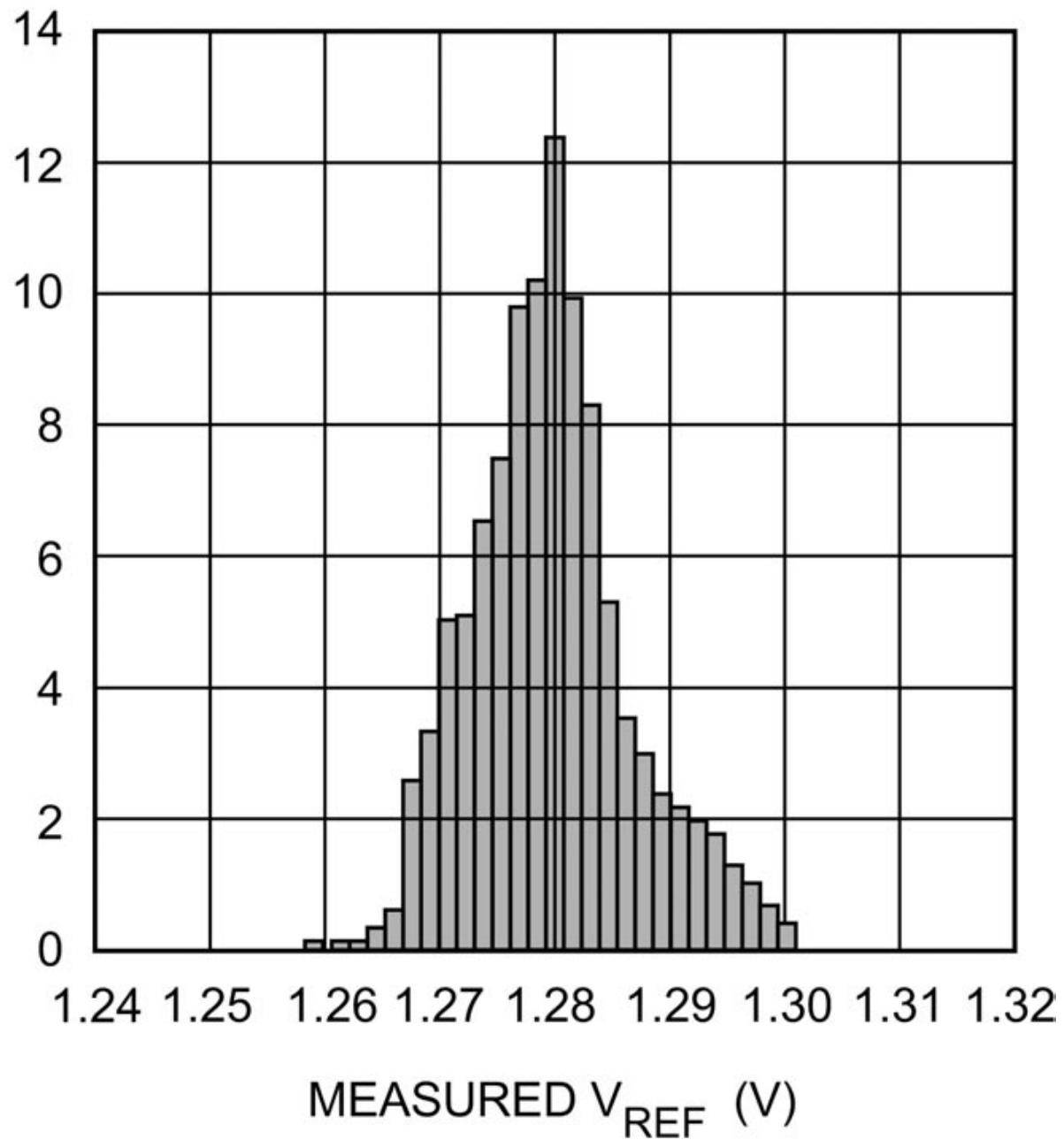
Končne lastnosti vezja

- $A = 97 \pm 2\%$
- $P = 35\text{mW} \pm 2\%$
- $\text{Cena} = 4 \text{ EUR}$

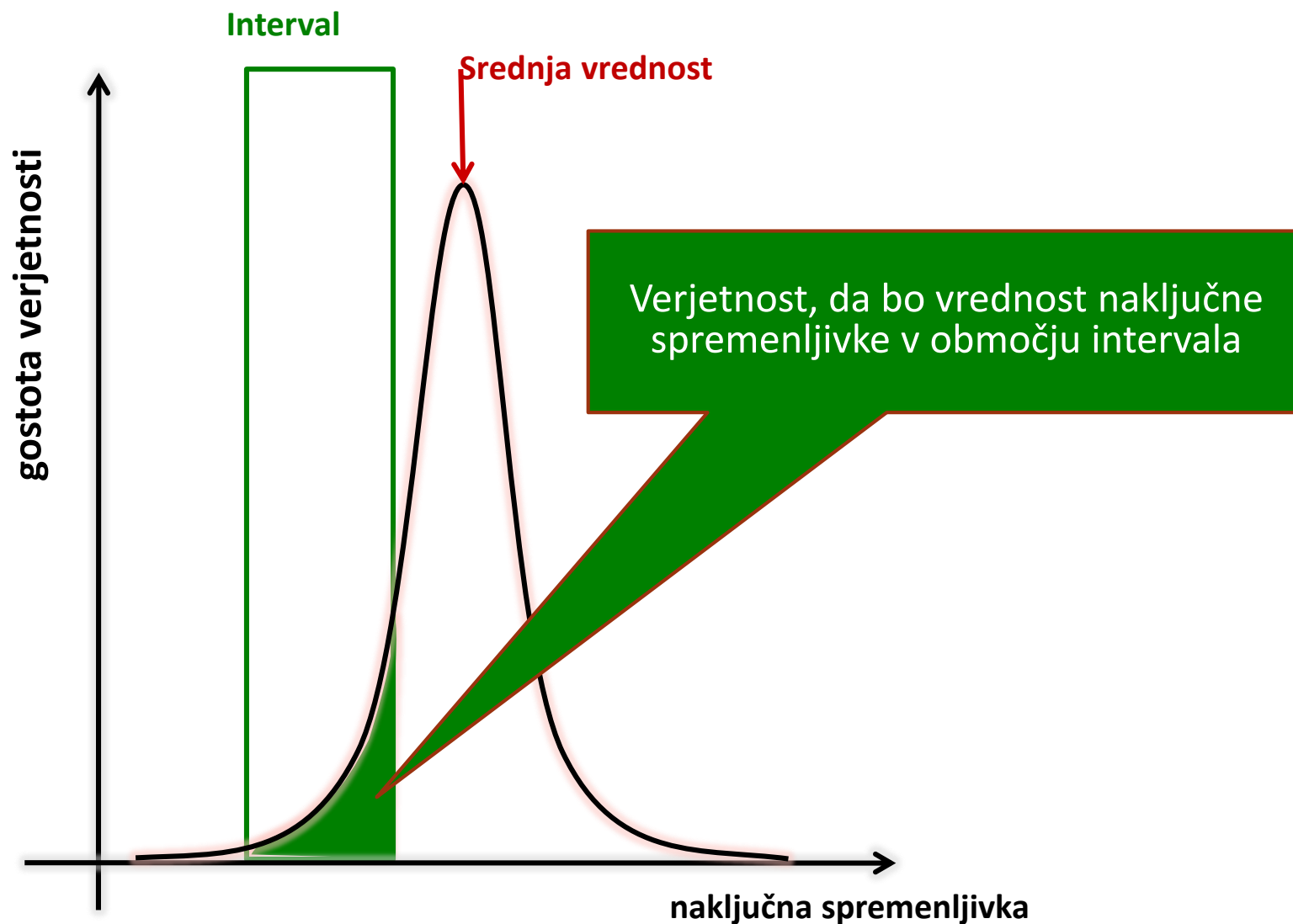
Histogram



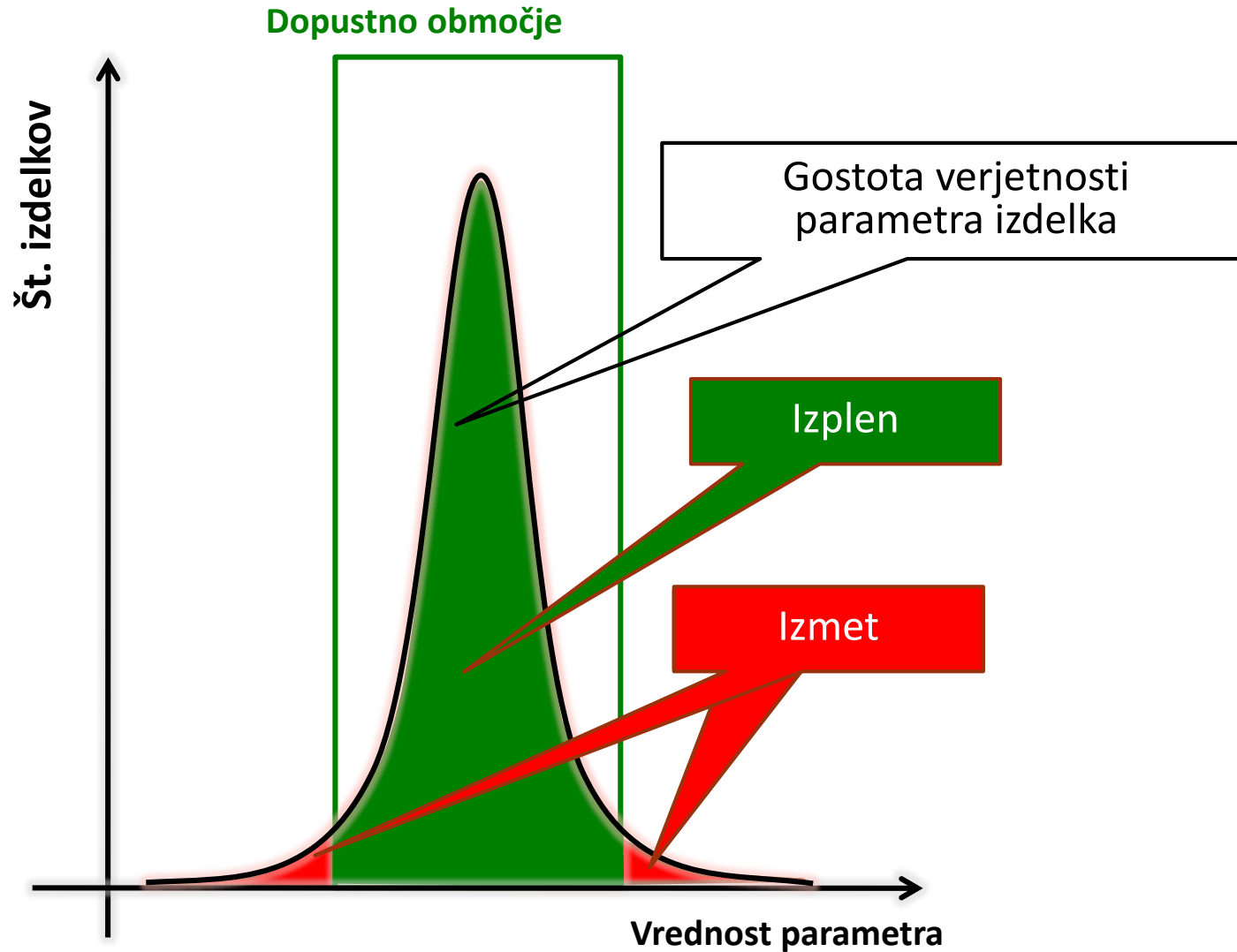
RELATIVE FREQUENCY (%)



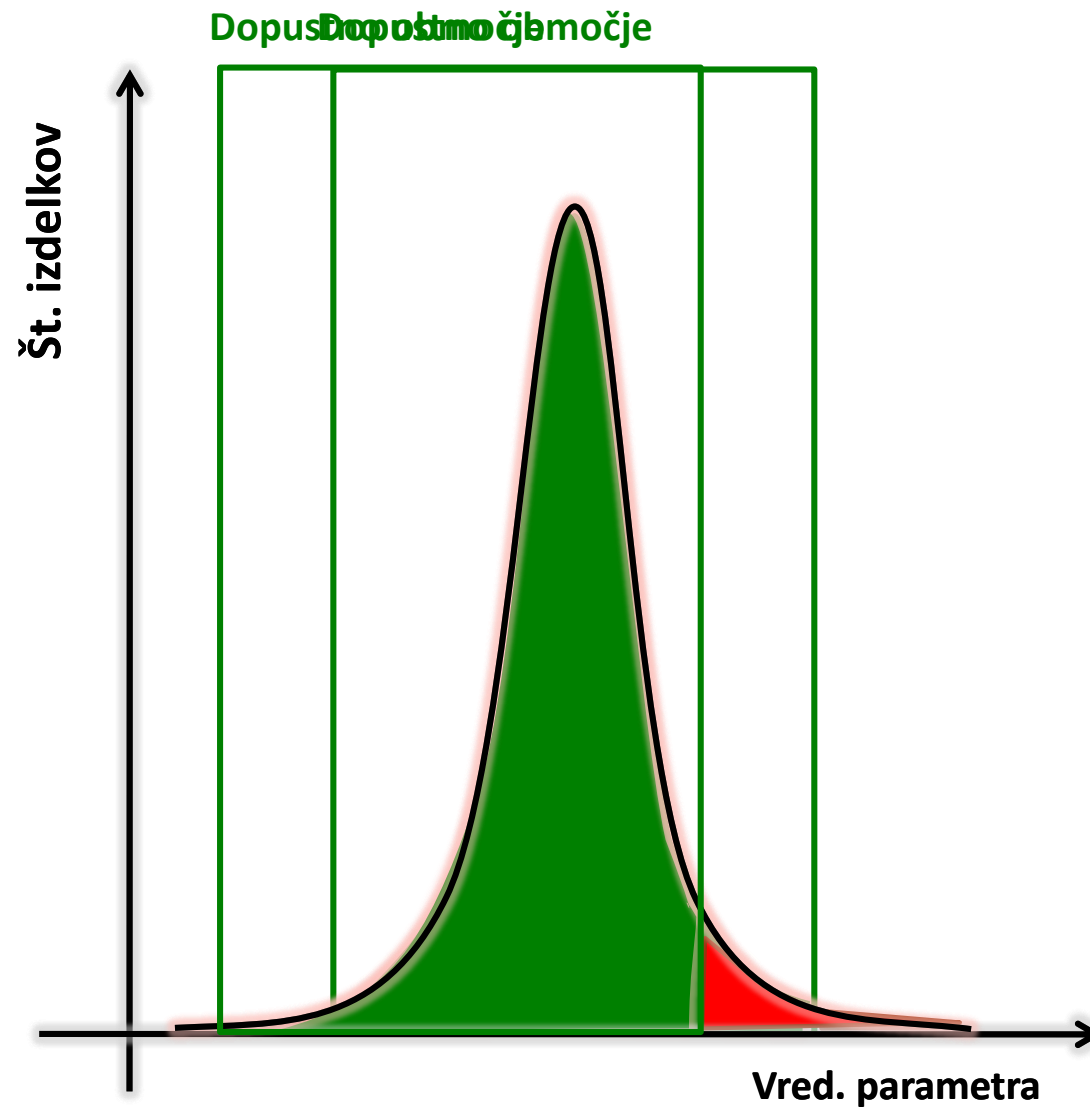
Gostota verjetnosti



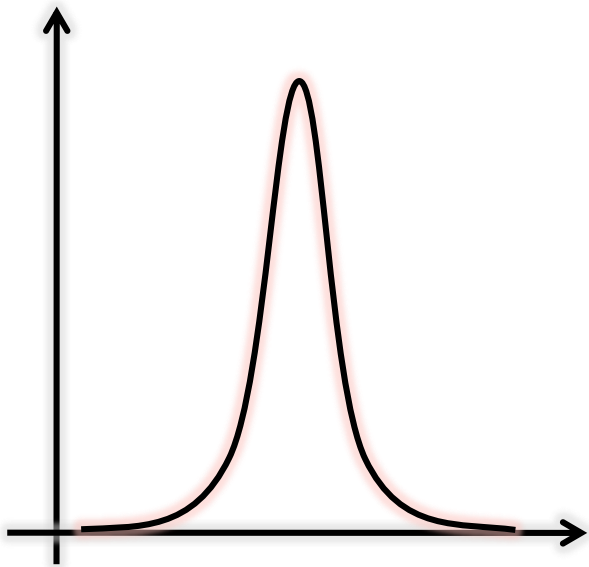
Izplen in izmet



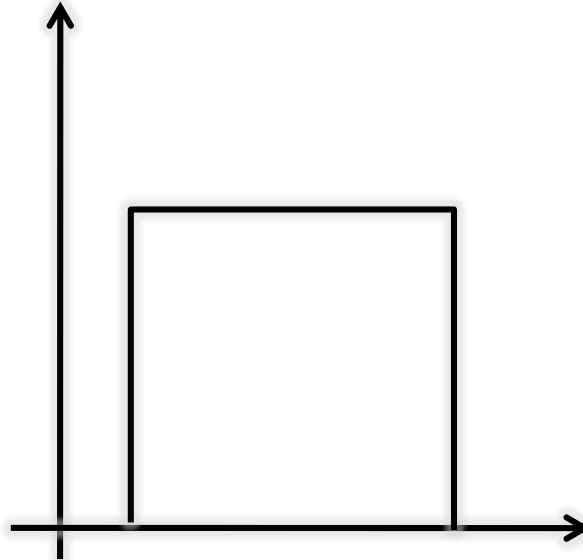
Izplen in izmet



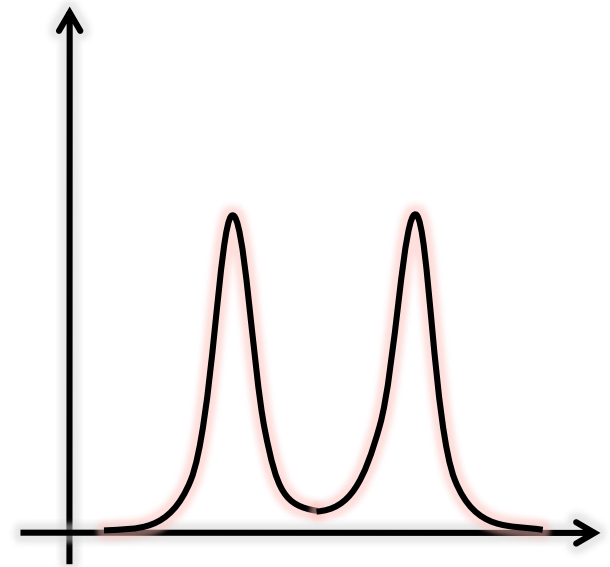
Vrste porazdelitvenih funkcij



Normalna (Gaussova)
porazdelitev



Enakomerna porazdelitev



Dvojna normalna
porazdelitev

Normalna / Gaussova porazdelitev

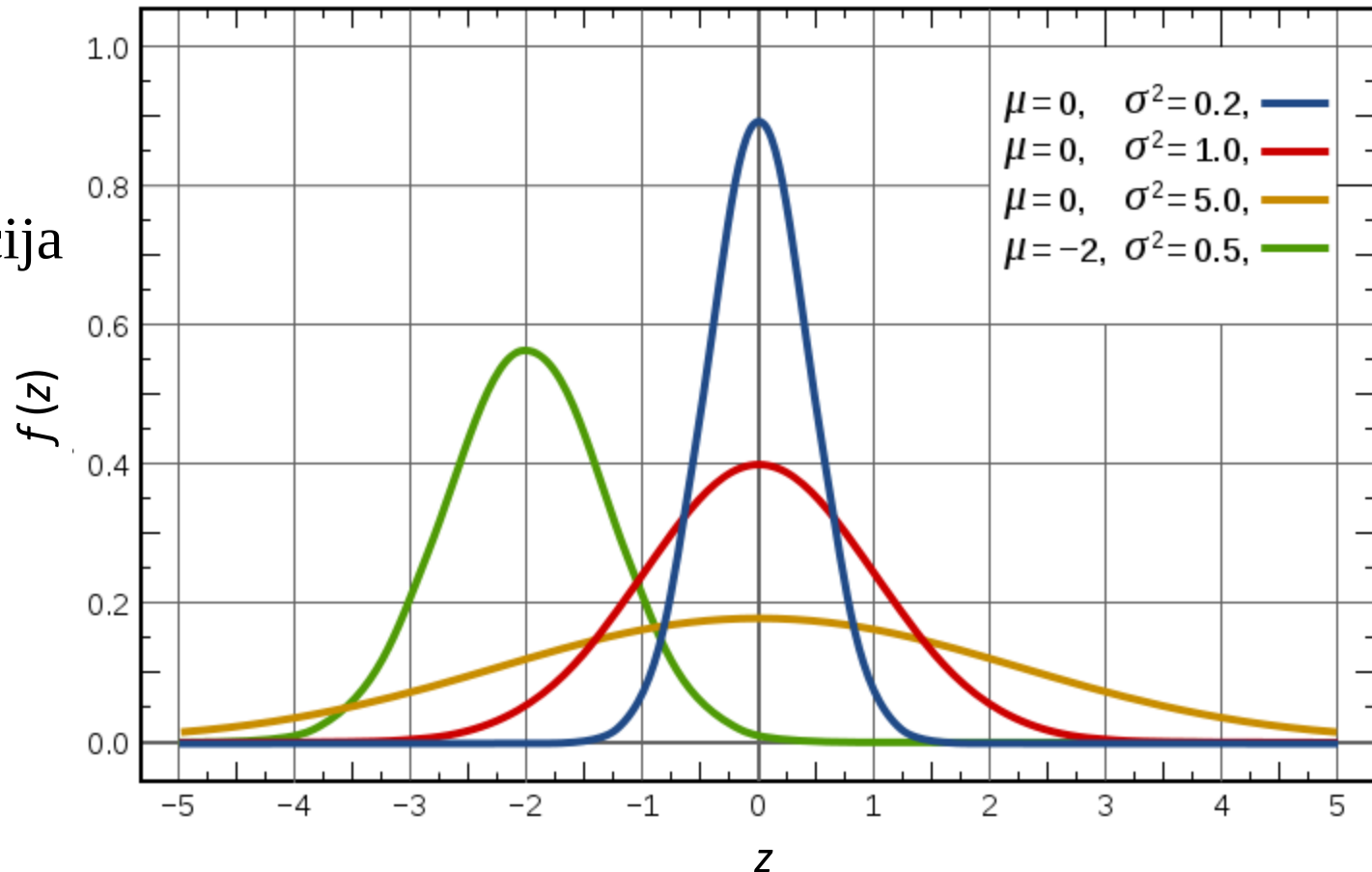
$$f(x) = a \cdot e^{-\frac{(x-\mu)^2}{2\sigma^2}}$$

μ ... srednja vrednost

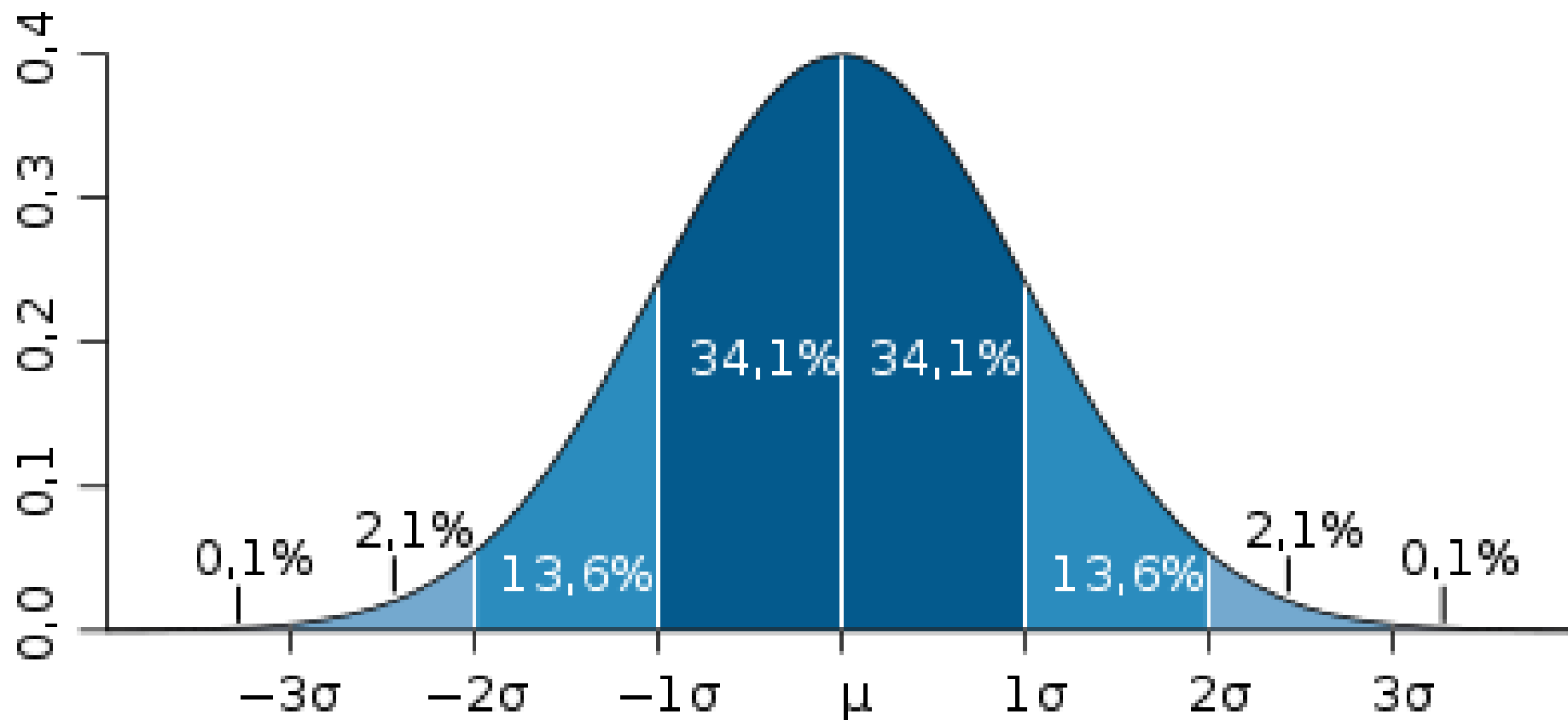
σ ... standardna deviacija

Integral je podan v
obliki tabele
z normirano nedovisno
spremenljivko z .

$$z = \frac{x - \mu}{\sigma}$$



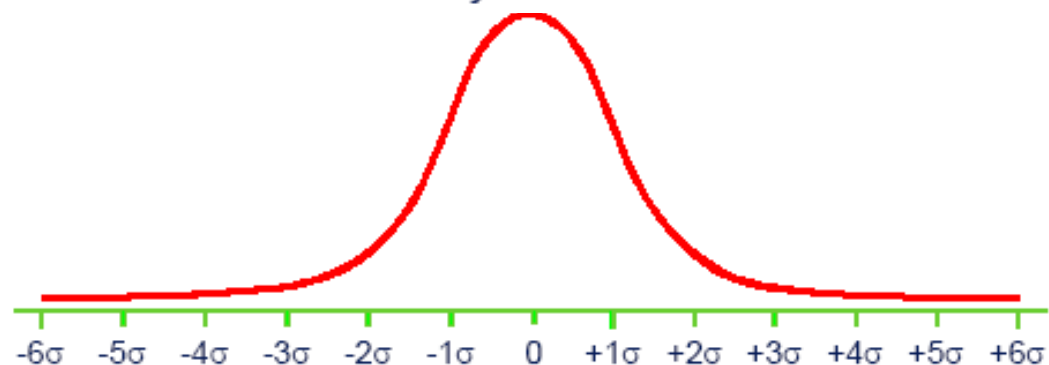
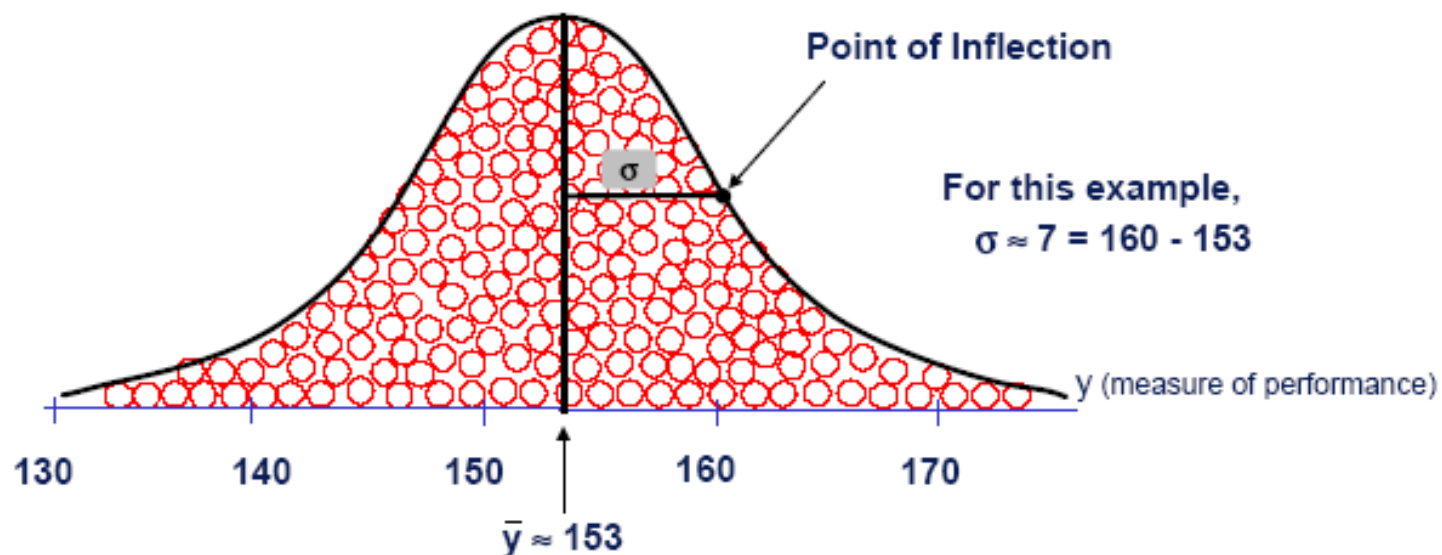
Normalna / Gaussova porazdelitev



Primer

$$\mu = 153$$

$$\sigma = 7$$



┌ 68.27% ┐

┌ 95.45% ┐

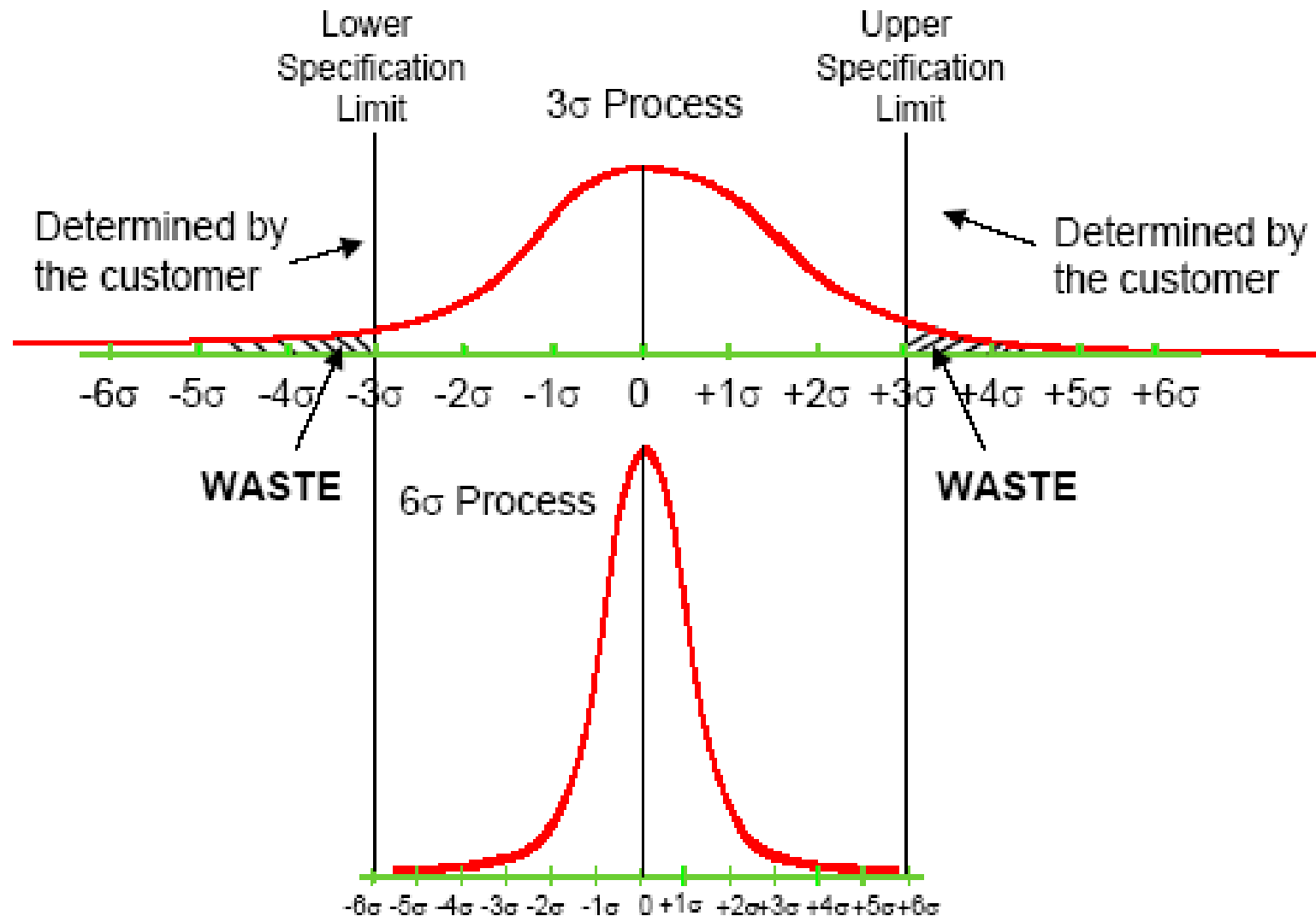
┌ 99.73% ┐

┌ 99.9937% ┐

┌ 99.999943% ┐

┌ 99.9999998% ┐

Definicija procesa glede na izmet



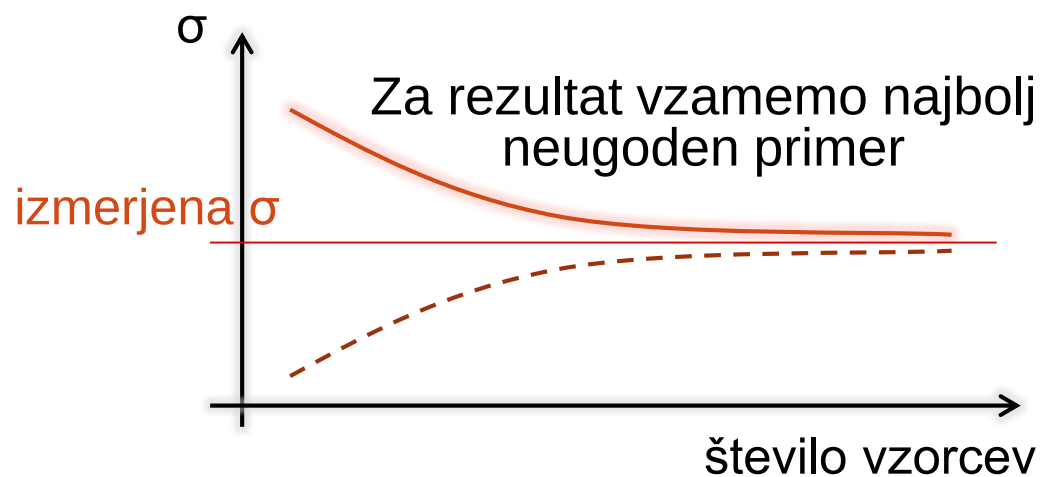
Lestvice vrednosti

- Standard DIN IEC 63
- $x(i) = 100e^{\frac{i-1}{N}\ln(10)}$
 - N - število vrednosti na dekada
 - i – zaporedni element v dekadi

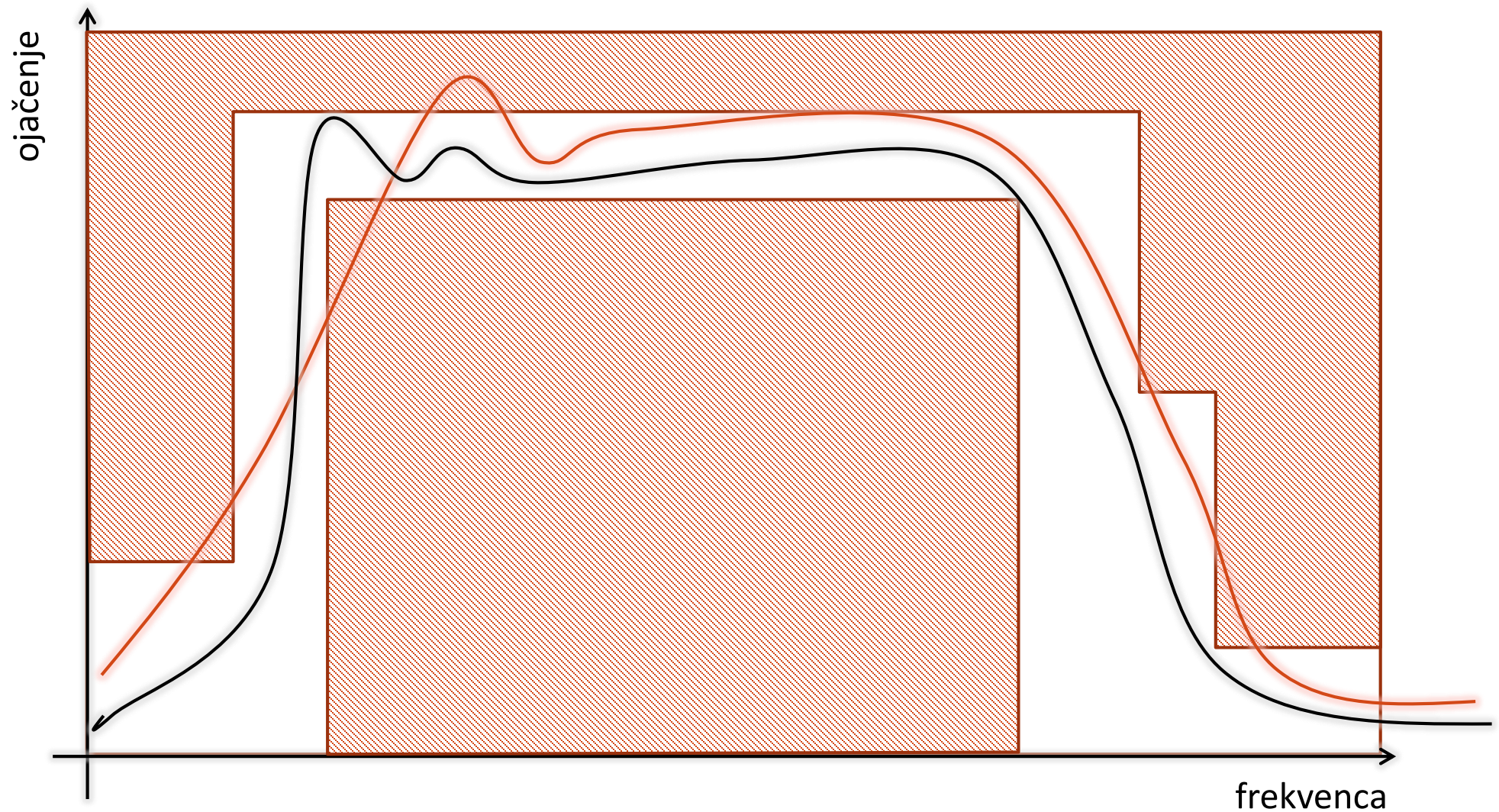
E6 (±20%)	E12 (±10%)	E24 (±5%)	E48 (±2%)	E96 (±1%)
100	100	100	100	100
				102
			105	105
				107
		110	110	110
				113
			115	115
				118
	120	120	121	121
				124
			127	127
				130
		130	133	133
				137
			140	140
				143
150	150	150	147	147

Meritev toleranc elementov

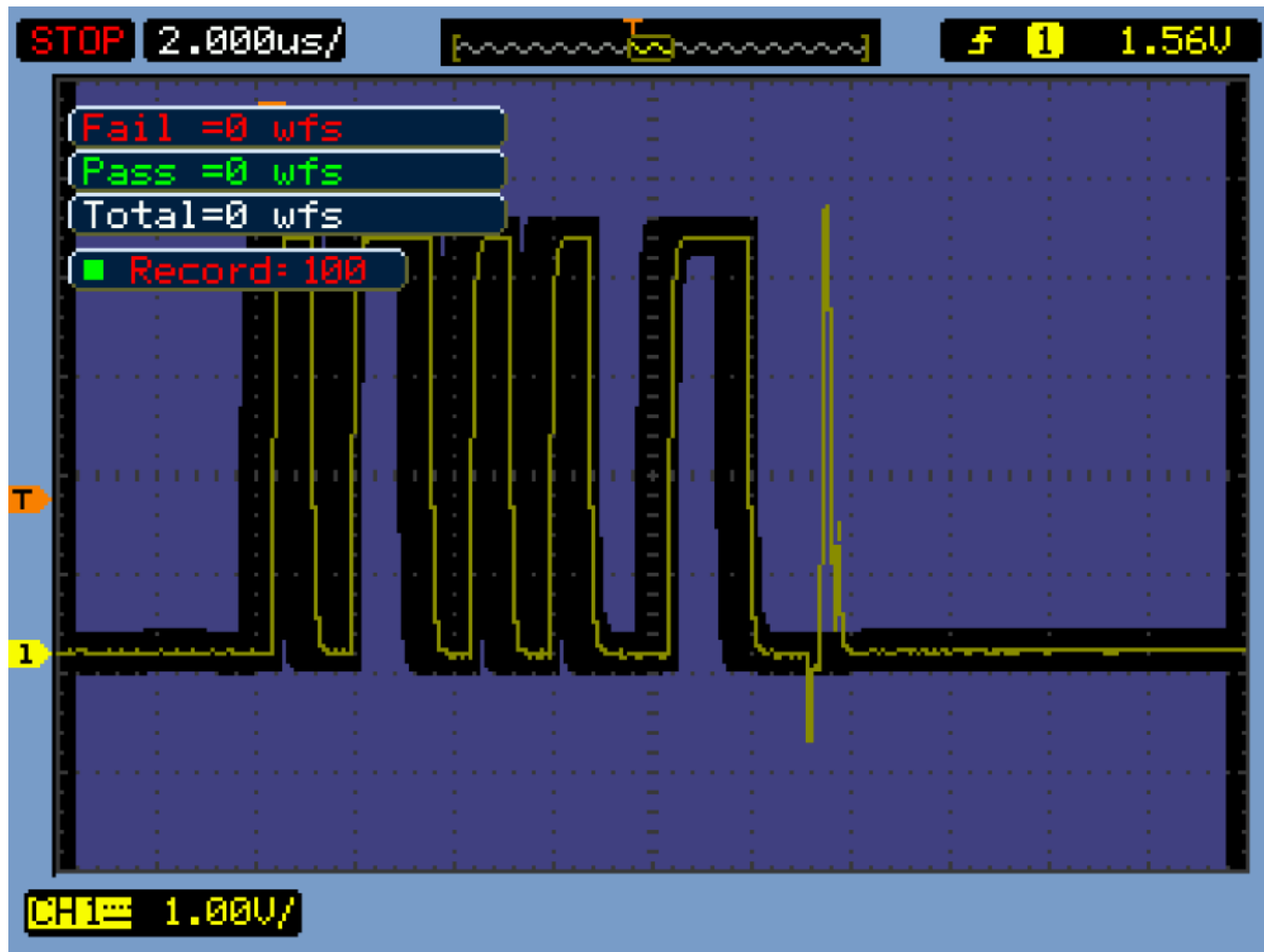
Število vzorcev	Standardna deviacija
10	$\sigma+44\%$
50	$\sigma+20\%$
100	$\sigma+14\%$
200	$\sigma+10\%$
500	$\sigma+5,8\%$



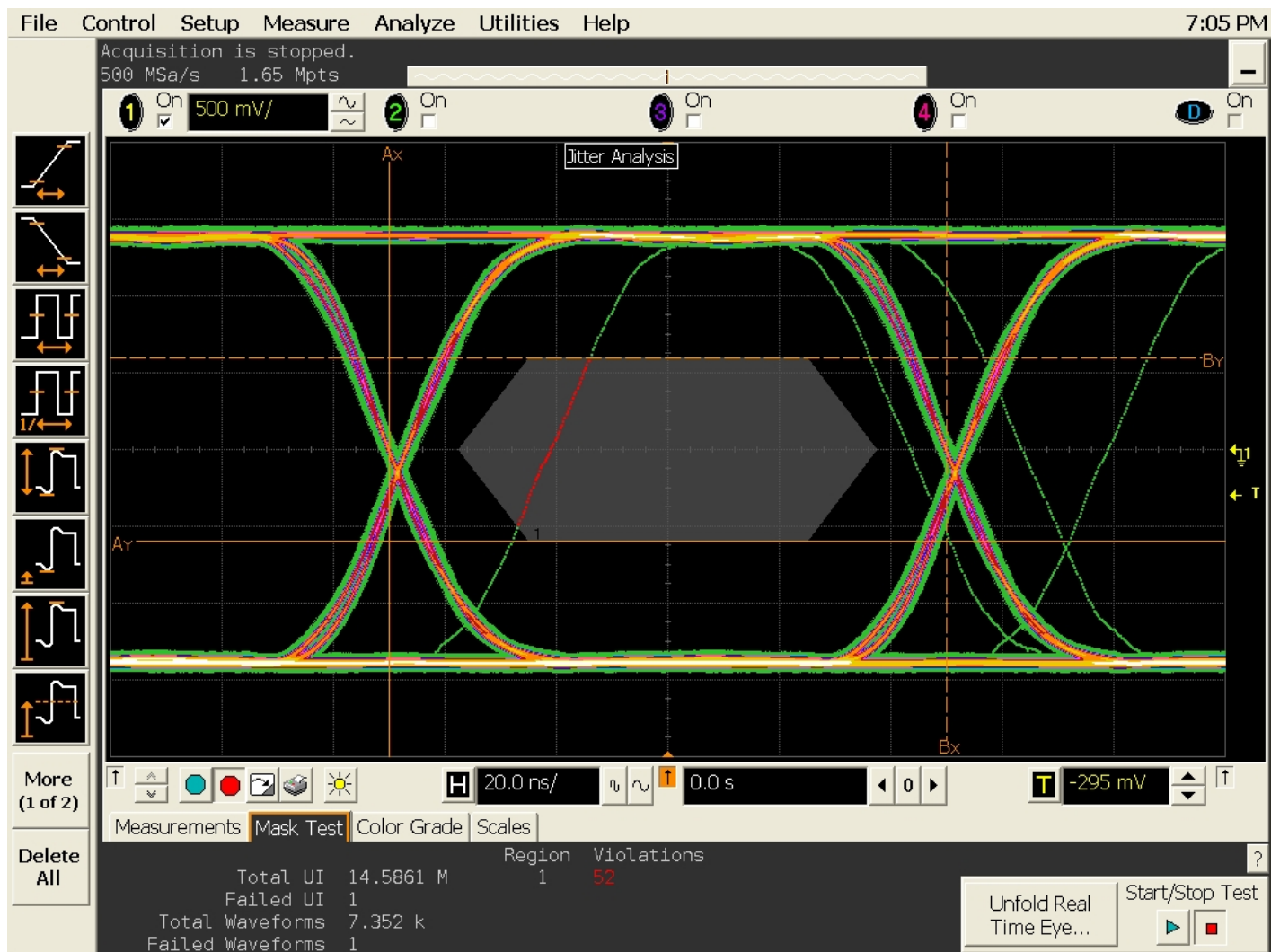
Tolerančno območje prevajalne funkcije filtra



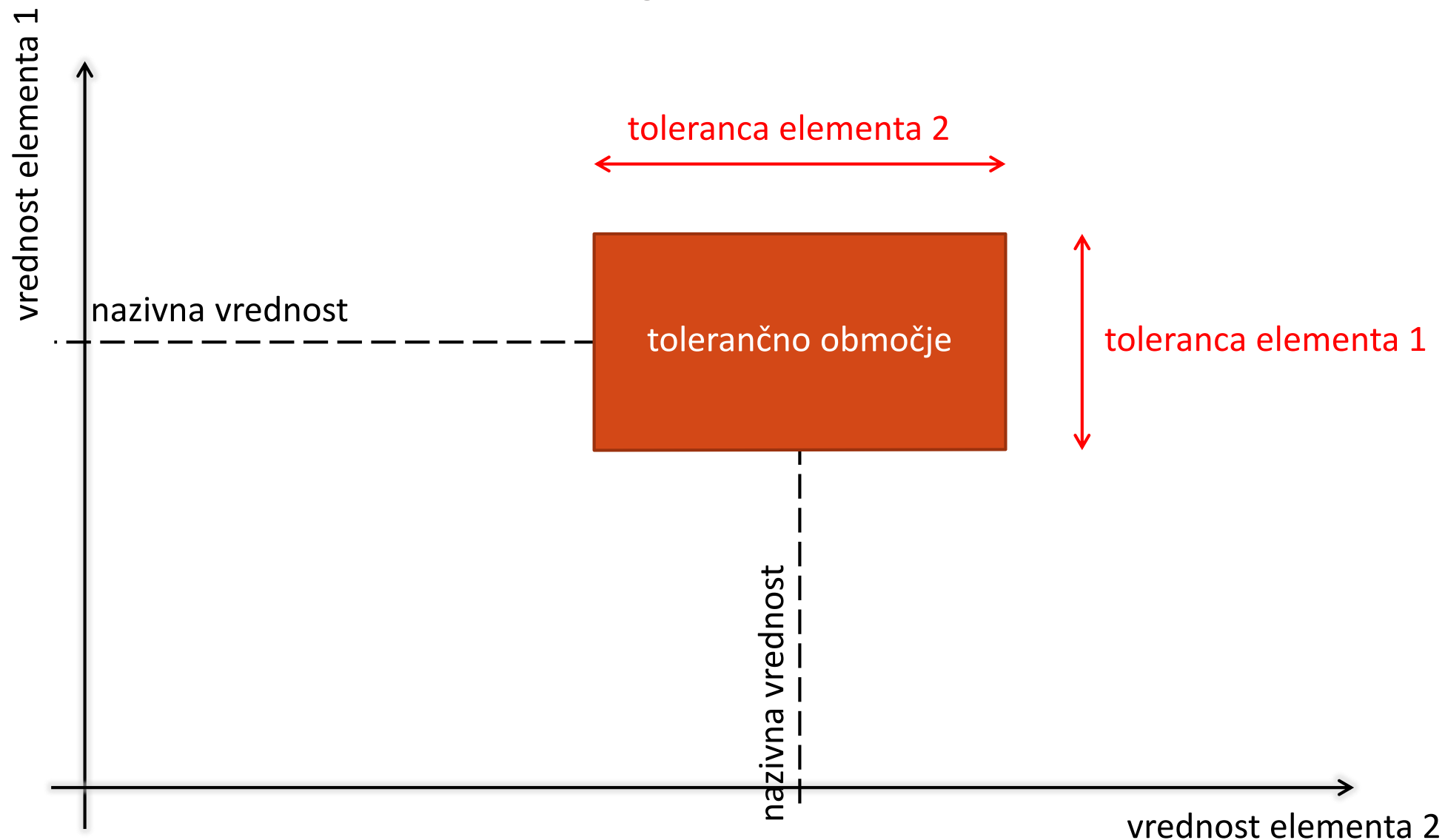
Testiranje z masko



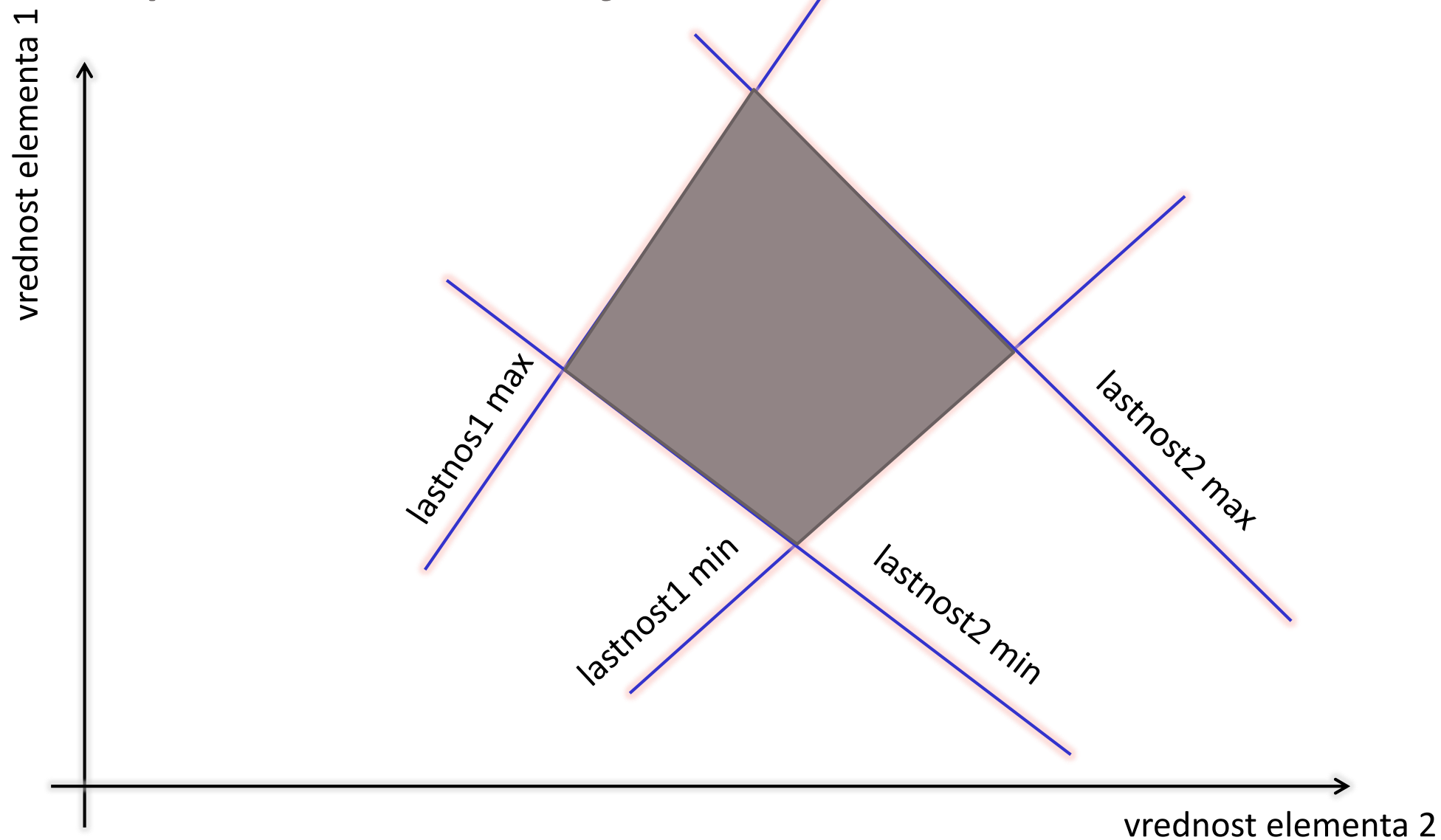
Testiranje z masko



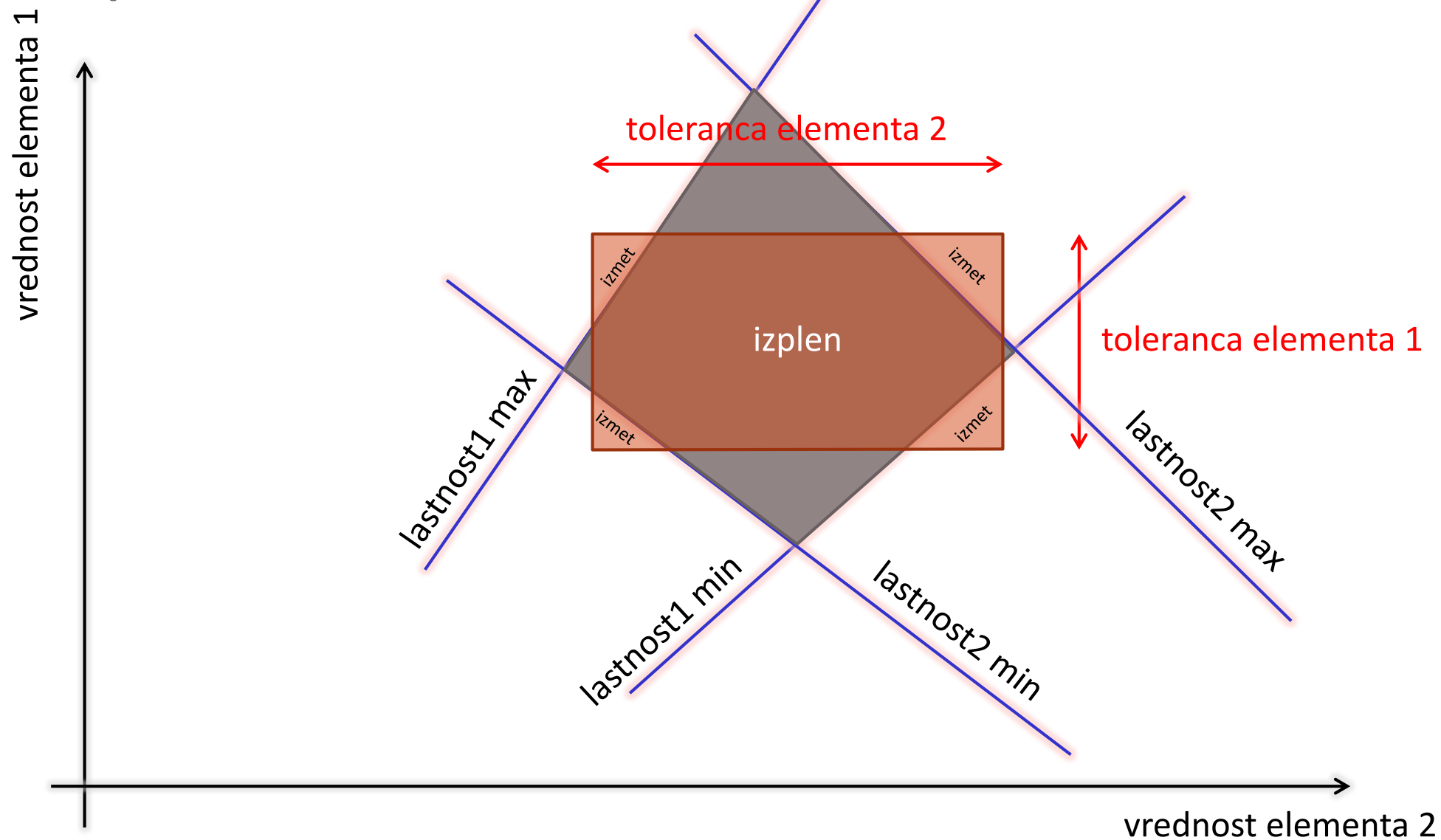
Tolerančno območje za dva elementa



Dopustno območje za dva elementa



Izplen in izmet

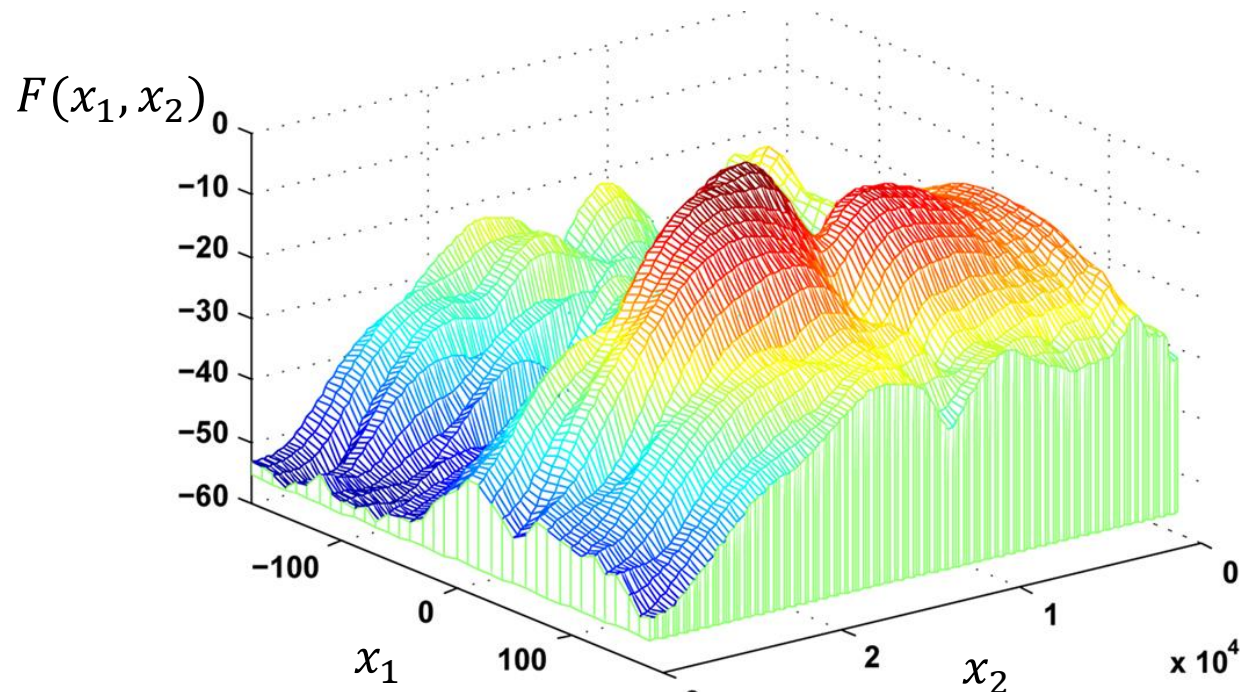


Tolerančne analize

- Iskanje tolerance lastnosti sistema, pri čemer poznamo tolerance posameznih gradnikov
- Iskanje najbolj neugodnega primera (Worst case)
 - Analitično
 - Občutljivostna analiza
 - Kombinacijska metoda
 - Ogliščna analiza
- Iskanje tolerančnega območja z upoštevanjem statistične porazdelitve parametrov
 - Analiza Monte Carlo

Analitično iskanje najbolj neugodnega primera

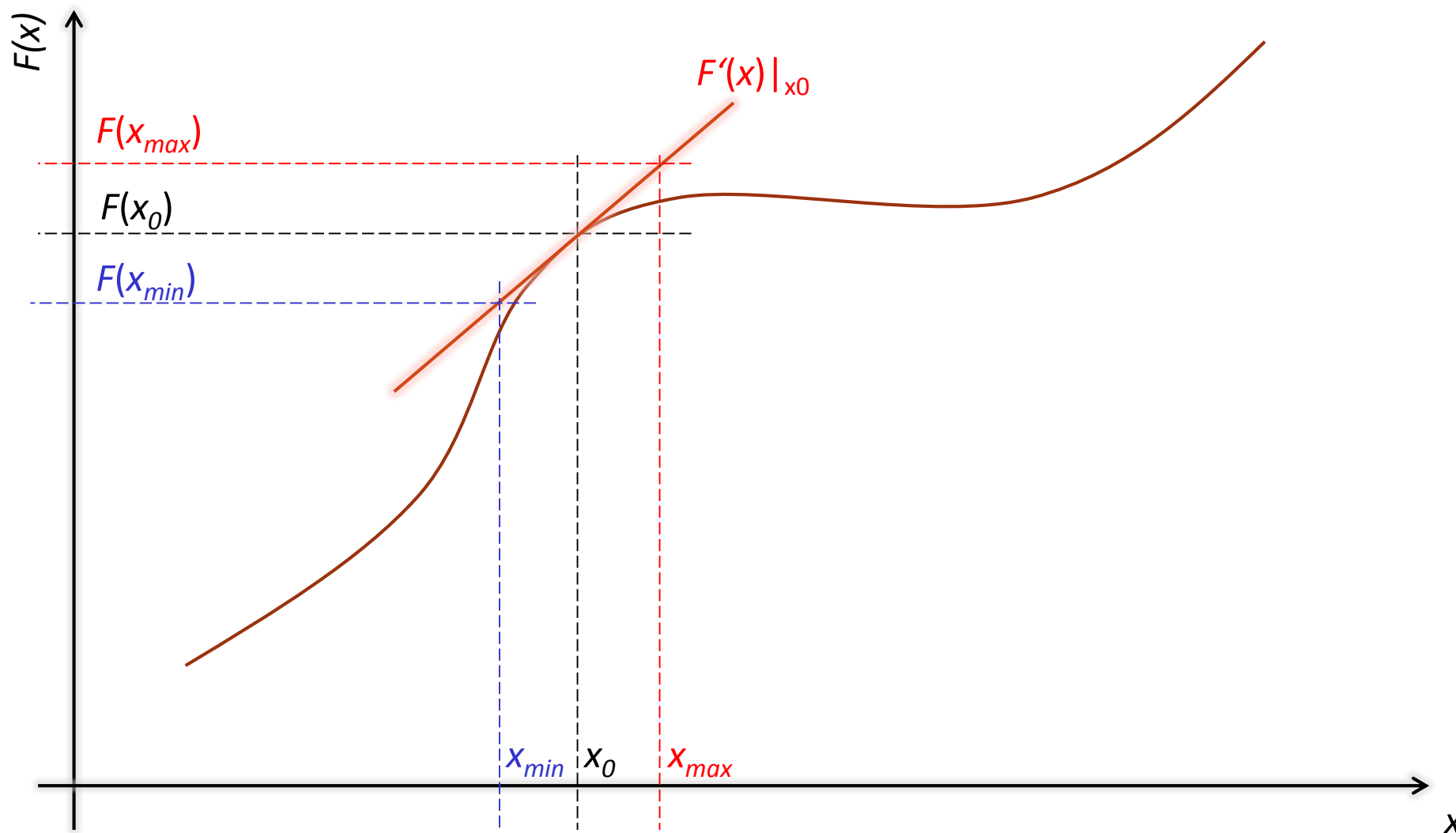
- Analitično zapišemo lastnost F v odvisnosti od parametrov x_i : $F = F(x_1, x_2, \dots, x_n)$
- Z odvajanjem poiščemo ekstreme (minimume in maksimume) funkcije v območju tolerance parametrov x_i



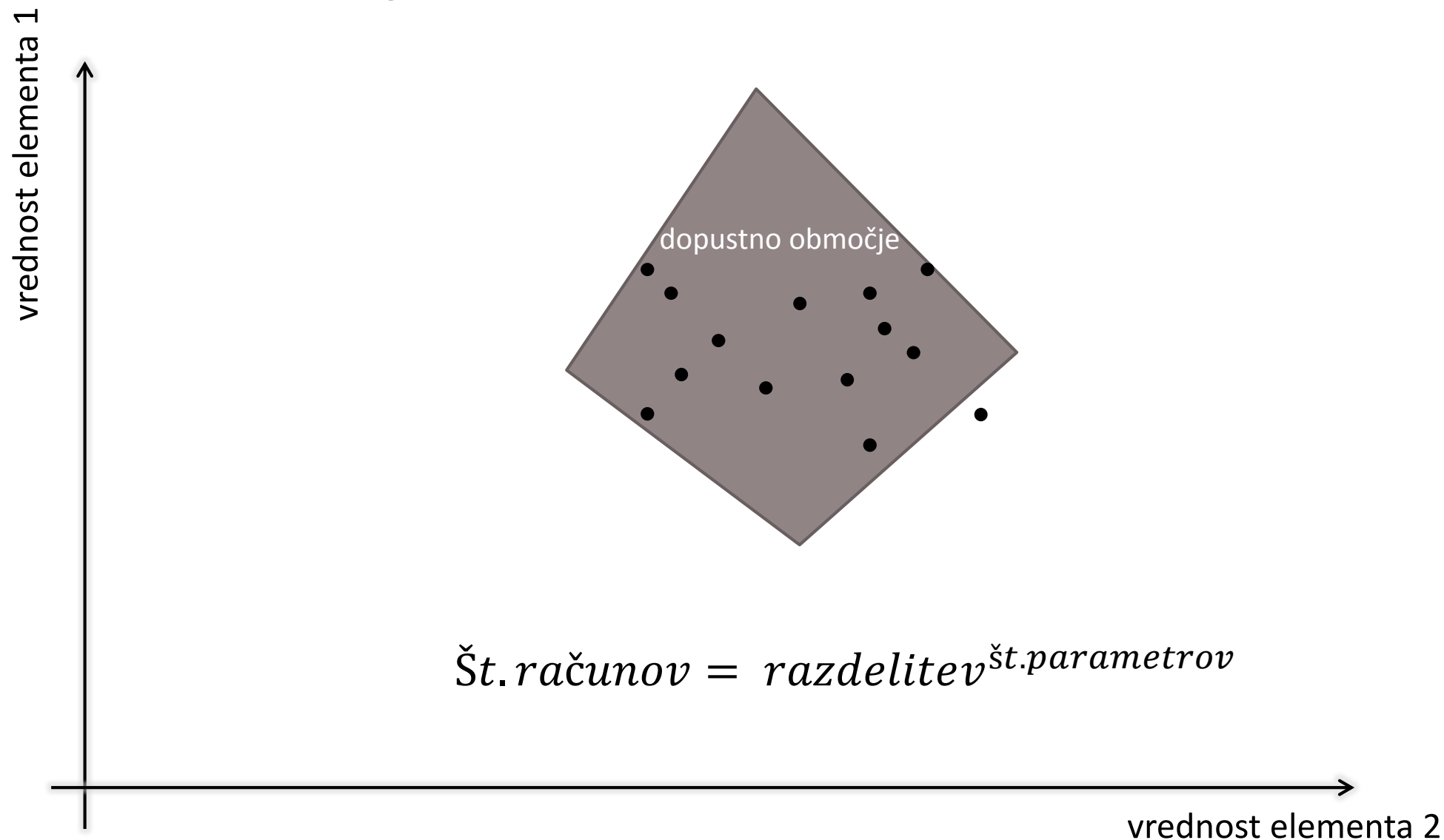
Občutljivostna analiza

- Zapišemo lastnost:
 - $F = F(x_1, x_2, \dots, x_n)$
- Občutljivost lastnosti F na parameter x_i :
 - $S_{x_i}^F = \frac{\partial F}{\partial x_i} \frac{x_i}{F}$
- Če so tolerance parametrov majhne, lahko privzamemo linearno odvisnost
 - $\Delta F = \Delta F(x_1) + \Delta F(x_2) + \dots + \Delta F(x_n)$
 - $\Delta F = S_{x_1}^F \Delta x_1 + S_{x_2}^F \Delta x_2 + \dots + S_{x_n}^F \Delta x_n$

Občutljivostna analiza

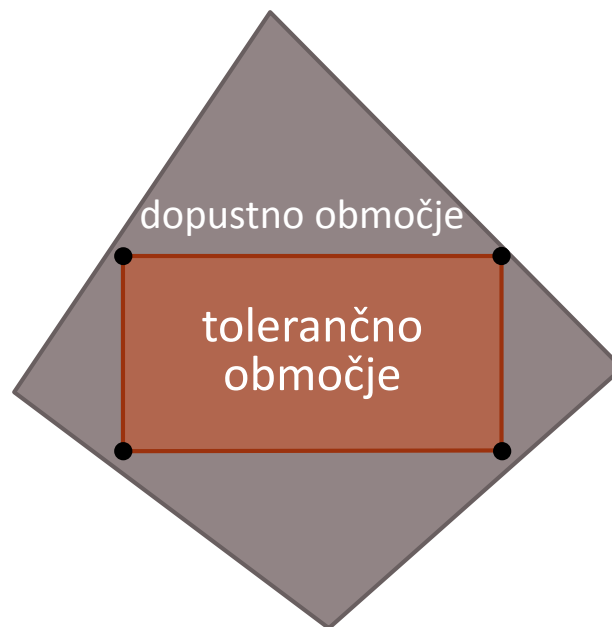


Kombinacijska metoda



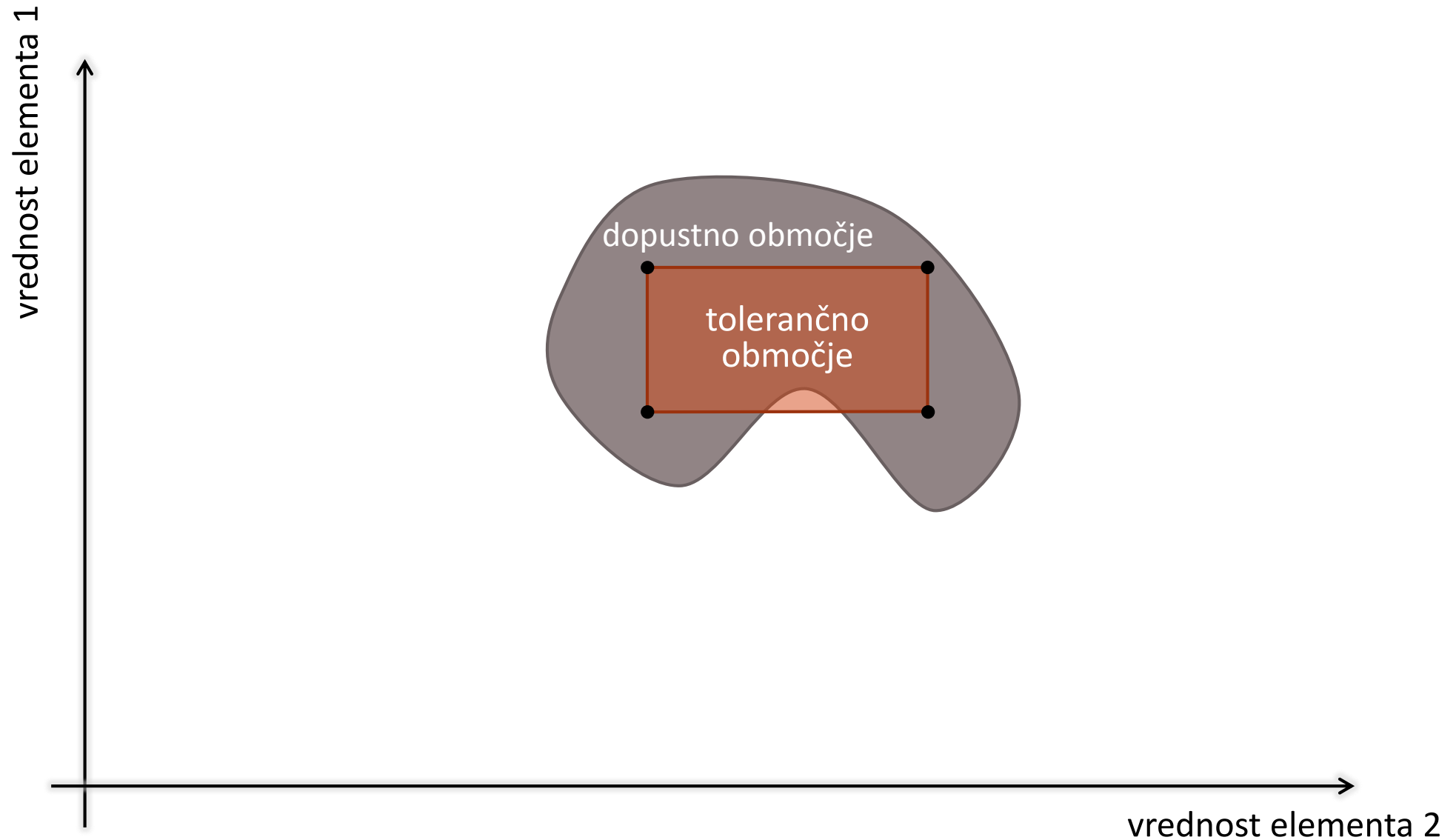
Ogliščna analiza

vrednost elementa 1

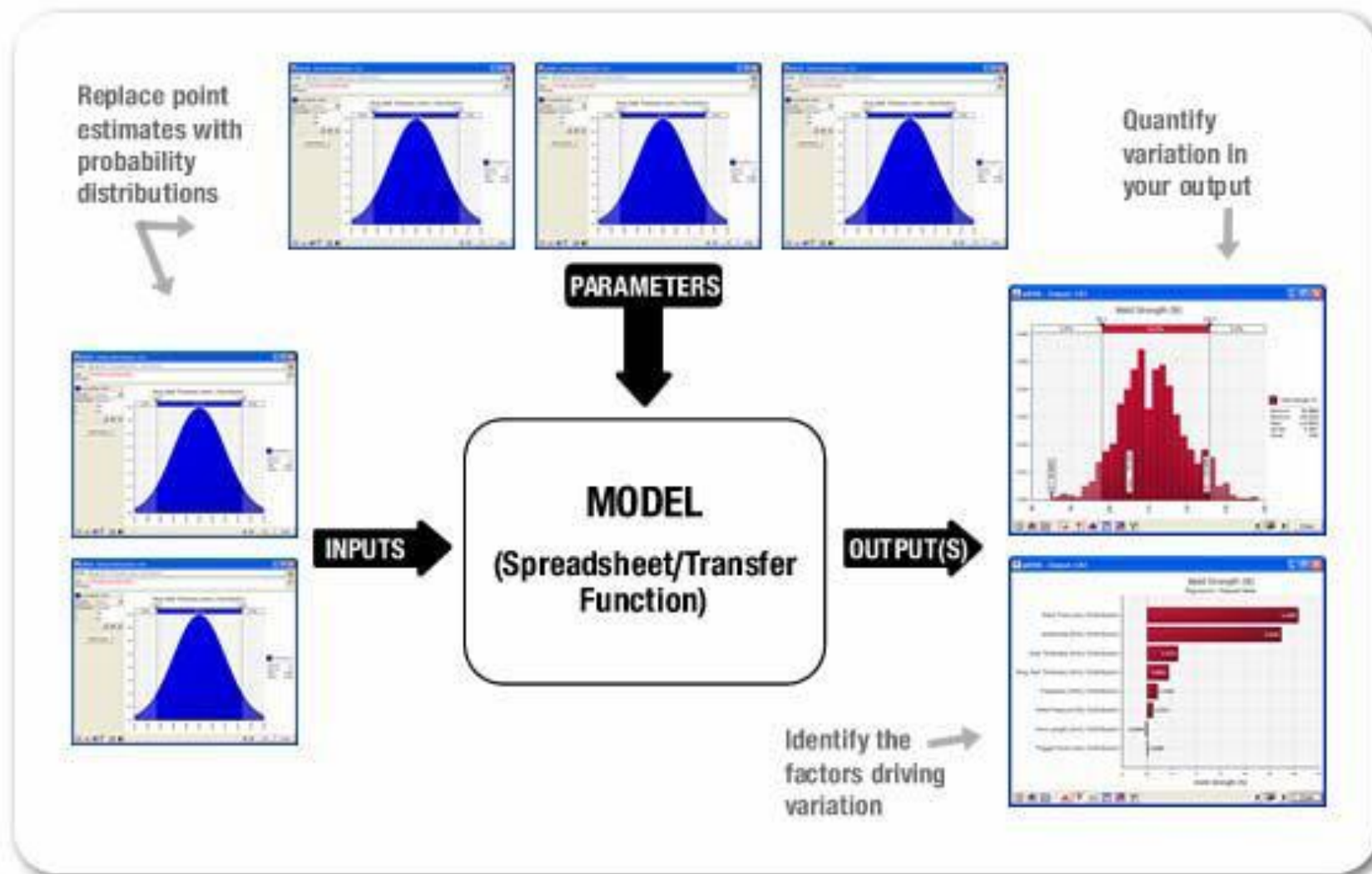


vrednost elementa 2

Ogliščna analiza



Analiza Monte Carlo



Povečanje izplena

