

**Fakultet građevinarstva, arhitekture i
geodezije Sveučilište u Splitu**

VJEŽBE 13

**Primjena teorije pouzdanosti u
projektiranju hidrotehničkih objekta**

II. dio



3. ZADATAK:

Potrebno je definirati vjerojatnost pouzdanosti i otkazivanja vodospreme, ako su zadani ulazni i izlazni protoci u/iz iste. Za početni uvjet razine vode u vodospremi usvojiti 2 m, vodosprema je okruglog tlocrtnog oblika sa površinom 1000 m².

DAN	Q _{ULAZ} (l/s)	Q _{IZLAZ} (l/s)
1	11	12
2	11	14
3	11	13
4	11	15
5	11	16
6	11	14
7	11	12
8	11	9
9	11	11
10	11	12

- Najprije je potrebno definirati oblik funkcije izvođenja i definirati što je R a što L

$$W = \frac{R}{L}$$

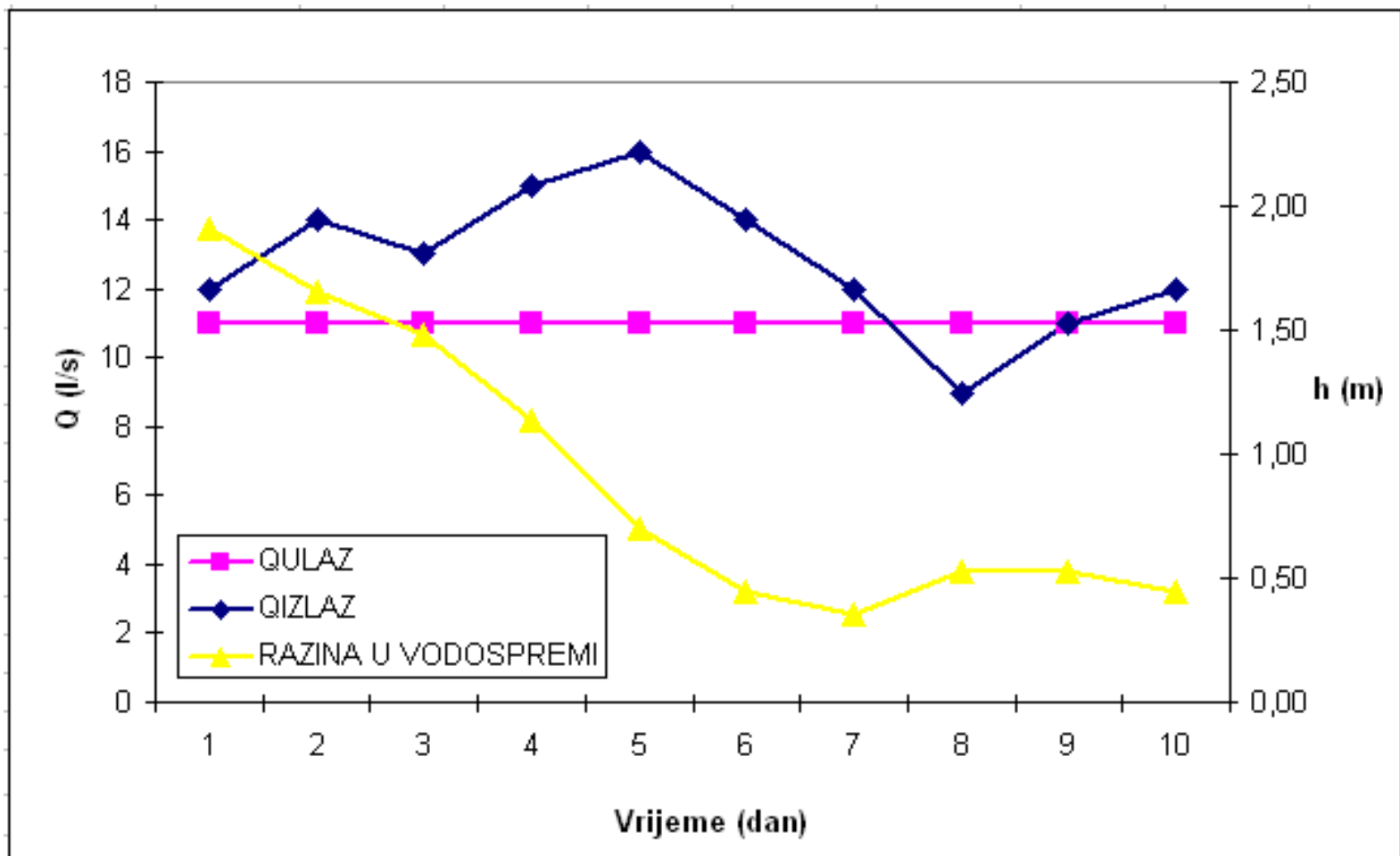
- R je vrijednost koja predstavlja otpor objekta, opterećenje koje objekt može podnijeti, na koje je dimenzioniran → vrijednost količine vode koja je na raspolaganju potrošačima nizvodno od objekta → volumen koji ulazi u vodospremu + volumen koji je u vodospremi
- L je vrijednost koja predstavlja opterećenje promatranog objekta u vijeku eksploatacije i predstavlja količinu vode koju potrošači troše, opisana je Normalnom raspodjelom. Promatrano vrijeme eksploatacije u zadatku je 10 dana,

- Da bi R bio potpuno poznat nedostaje još količina vode u vodospremi, koja se dobije integrirajući jednađbu kontinuiteta u vremenu

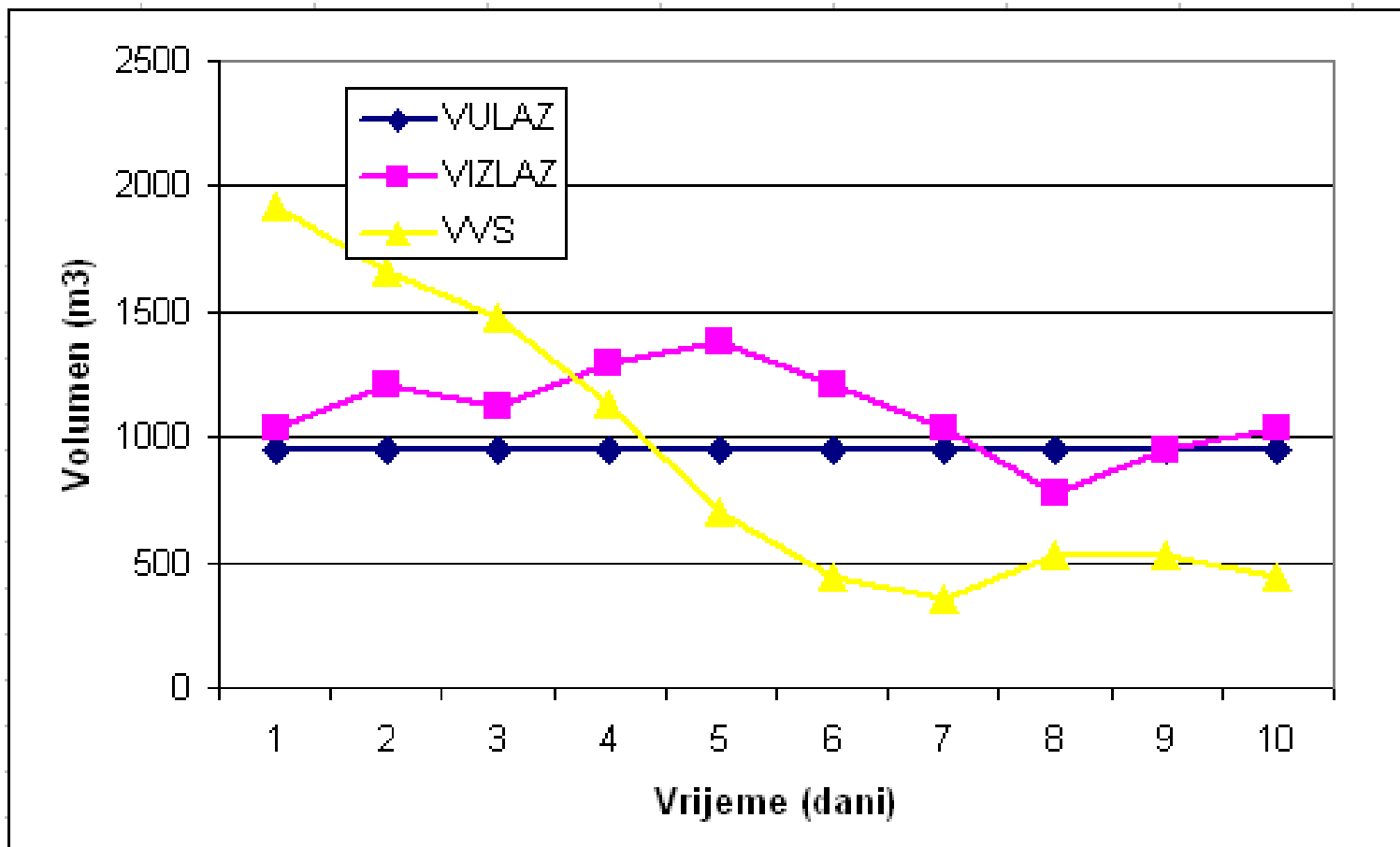
$$h^{K+1} = h^K + \frac{Q_{ULAZ}^{K+1} - Q_{IZLAZ}^{K+1}}{A_{VODOSPROME}} \cdot \Delta t$$

- kada se uvrsti početni uvjet dobije se:

DAN	Q _{ULAZ} (l/s)	V _{ULAZ} (m ³)	Q _{IZLAZ} (l/s)	V _{IZLAZ} (m ³)	h (m)	VVS (m ³)
1	11	950,4	12	1036,8	1,91	1913,60
2	11	950,4	14	1209,6	1,65	1654,40
3	11	950,4	13	1123,2	1,48	1481,60
4	11	950,4	15	1296	1,14	1136,00
5	11	950,4	16	1382,4	0,70	704,00
6	11	950,4	14	1209,6	0,44	444,80
7	11	950,4	12	1036,8	0,36	358,40
8	11	950,4	9	777,6	0,53	531,20
9	11	950,4	11	950,4	0,53	531,20
10	11	950,4	12	1036,8	0,44	444,80



- Za odabrani oblik funkcije izvođenja poznate su sve varijable o kojima ista ovisi (R i L)
- Kako je koefijent sigurnosti (u ovom slučaju funkcija izvođenja ima oblik koeficijenta sigurnosti) bezdimenzionalna veličina zaključuje se da R i L moraju biti istih mjernih jedinica što je prikazano u prethodnoj tablici i na idućoj slici



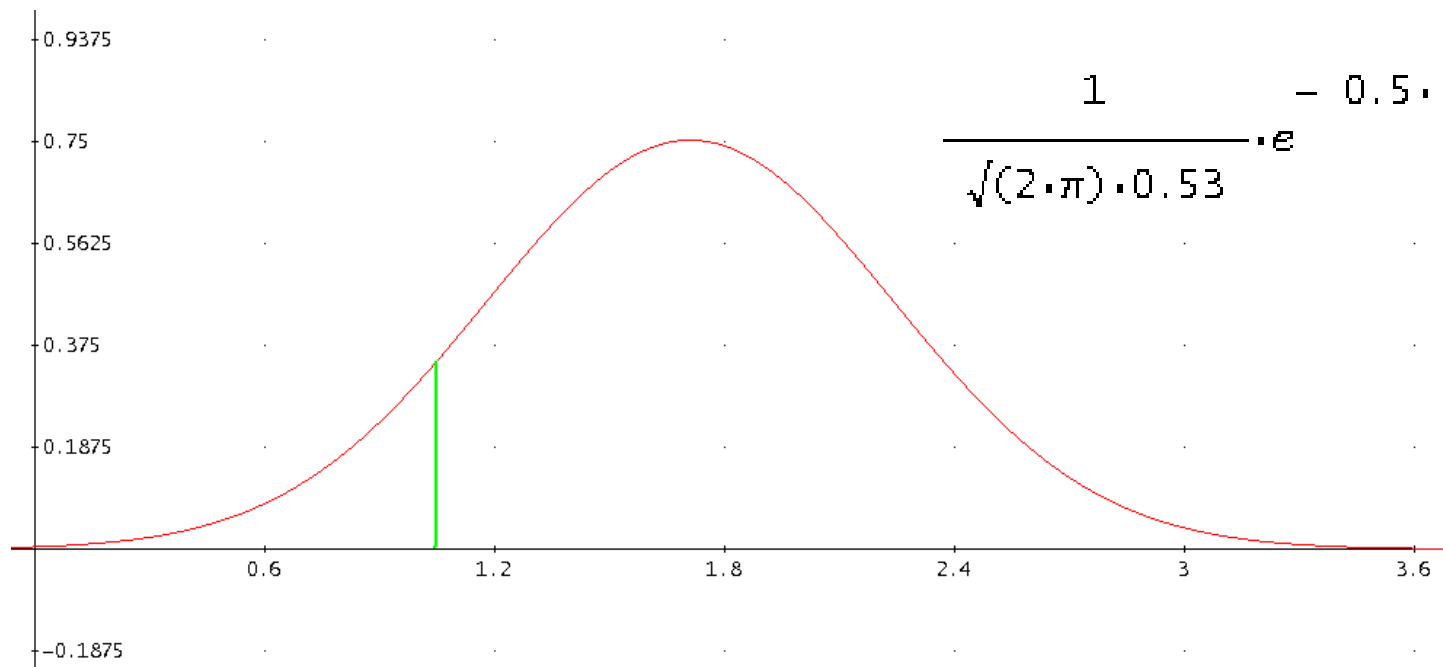
- Prema prethodno iznesenom

$$W = \frac{R}{L} = \frac{V_{ULAZA} + V_{VODOSPROME}}{V_{IZLAZA}}$$

- V_{ULAZA} je deterministička vrijednost
- V_{IZLAZA} je slučajna varijabla koja se ravna po Normalnoj raspodijeli sa parametrima (srednja vrijednost i varijanca)
- $V_{\text{VODOSPROME}}$ je slučajna varijabla koja se ravna po Normalnoj raspodijeli sa parametrima (srednja vrijednost i varijanca)

DAN	Q_{ULAZ} (l/s)	V_{ULAZ} (m ³)	Q_{IZLAZ} (l/s)	V_{IZLAZ} (m ³)	h (m)	VVS (m ³)
1	11	950,4	12	1036,8	1,91	1913,60
2	11	950,4	14	1209,6	1,65	1654,40
3	11	950,4	13	1123,2	1,48	1481,60
4	11	950,4	15	1296	1,14	1136,00
5	11	950,4	16	1382,4	0,70	704,00
6	11	950,4	14	1209,6	0,44	444,80
7	11	950,4	12	1036,8	0,36	358,40
8	11	950,4	9	777,6	0,53	531,20
9	11	950,4	11	950,4	0,53	531,20
10	11	950,4	12	1036,8	0,44	444,80
	AVERAGE	950,4	12,8	1105,92	0,92	920
	STDEV	0	2,043961296	176,5982559	0,577797	577,7972

DAN	VULAZ (m ³)	VIZLAZ (m ³)	VVS (m ³)	W
1	950,4	1036,8	1913,60	2,76
2	950,4	1209,6	1654,40	2,15
3	950,4	1123,2	1481,60	2,17
4	950,4	1296	1136,00	1,61
5	950,4	1382,4	704,00	1,20
6	950,4	1209,6	444,80	1,15
7	950,4	1036,8	358,40	1,26
8	950,4	777,6	531,20	1,91
9	950,4	950,4	531,20	1,56
10	950,4	1036,8	444,80	1,35
			SREDNJA VR.	1,71
			ST. DEV.	0,53



$$\frac{1}{\sqrt{(2 \cdot \pi) \cdot 0.53}} \cdot e^{-0.5 \cdot ((w - 1.71) / 0.53)^2}$$

- Pouzdanost objekta je vjerojatnost događaja da slučajna varijabla W uzme vrijednost veću ili jednaku jedan (1). To je vrijednost površine ispod Gaussove krivulje desno od zelene linije koja predstavlja graničnu vrijednost jedan (1)
- Rizik objekta je komplement pouzdanosti objekta, dakle to je vjerojatnost događaja da slučajna varijabla W uzme vrijednost manju od jedan (1). To je vrijednost površine ispod Gauss-ove krivulje lijevo od zelene linije.
- Ili iz tablice : - najprije izvršiti transformaciju na standardnu normalnu raspodijelu, granična vrijednost funkcije izvođenja ovdje će biti $-1.34 \rightarrow$
 $p_s = 90.99 \%$
Rizik ili vjerojatnost otkazivanja je komplement vjerojatnosti pouzdanost:
 $p_f = 100\% - p_s = 9,01\%$.

4. ZADATAK:

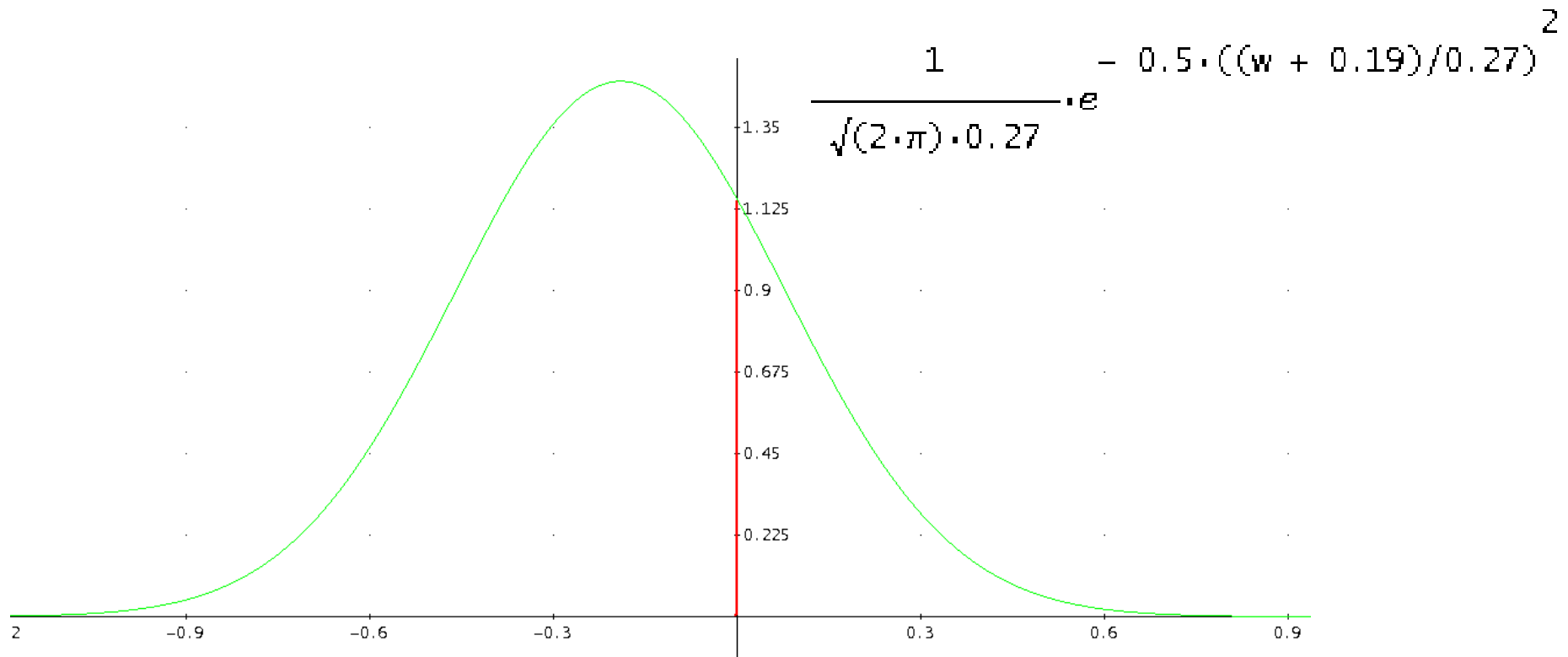
Potrebno je definirati vjerojatnost pouzdanosti i otkazivanja vodospreme iz prethodnog zadatka. Za početni uvjet razine vode u vodospremi usvojiti 2 m, vodosprema je okruglog tlocrtnog oblika sa površinom 1000 m². Koristiti funkciju izvođenja oblika:

$$W = \frac{R}{L} = \frac{V_{ULAZA} - V_{IZLAZA}}{V_{VODOSPROME}}$$

DAN	Q _{ULAZ} (l/s)	Q _{IZLAZ} (l/s)
1	11	12
2	11	14
3	11	13
4	11	15
5	11	16
6	11	14
7	11	12
8	11	9
9	11	11
10	11	12

DAN	Q _{ULAZ} (l/s)	V _{ULAZ} (m ³)	Q _{IZLAZ} (l/s)	V _{IZLAZ} (m ³)	h (m)	VVS (m ³)
1	11	950,4	12	1036,8	1,91	1913,60
2	11	950,4	14	1209,6	1,65	1654,40
3	11	950,4	13	1123,2	1,48	1481,60
4	11	950,4	15	1296	1,14	1136,00
5	11	950,4	16	1382,4	0,70	704,00
6	11	950,4	14	1209,6	0,44	444,80
7	11	950,4	12	1036,8	0,36	358,40
8	11	950,4	9	777,6	0,53	531,20
9	11	950,4	11	950,4	0,53	531,20
10	11	950,4	12	1036,8	0,44	444,80

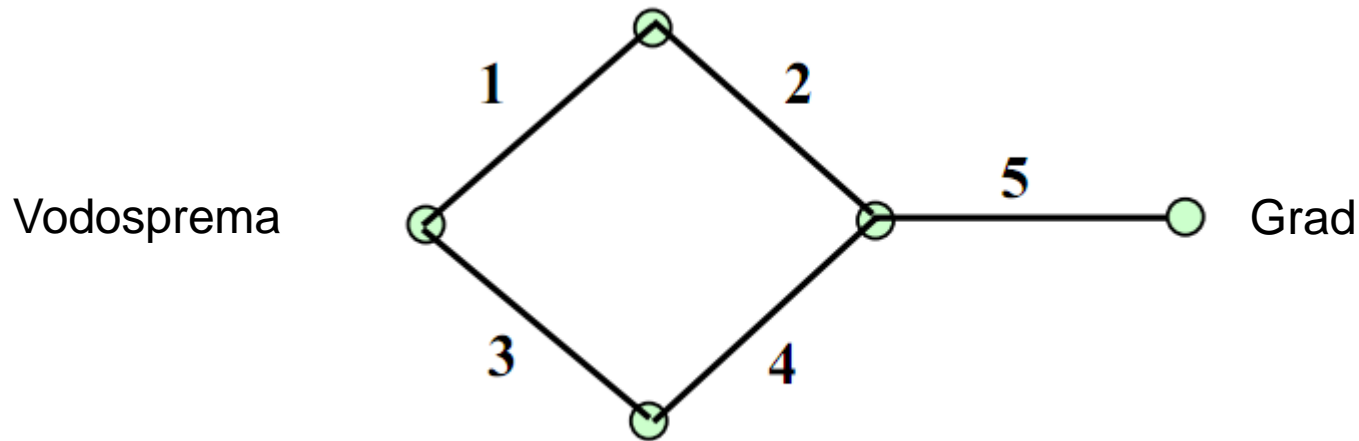
DAN	VULAZ (m ³)	VIZLAZ (m ³)	VVS (m ³)	W
1	950,4	1036,8	1913,60	-0,05
2	950,4	1209,6	1654,40	-0,16
3	950,4	1123,2	1481,60	-0,12
4	950,4	1296	1136,00	-0,30
5	950,4	1382,4	704,00	-0,61
6	950,4	1209,6	444,80	-0,58
7	950,4	1036,8	358,40	-0,24
8	950,4	777,6	531,20	0,33
9	950,4	950,4	531,20	0,00
10	950,4	1036,8	444,80	-0,19
			SREDNJA VR.	-0,19
			ST. DEV.	0,27



- Pouzdanost objekta je vjerojatnost događaja da slučajna varijabla W uzme vrijednost veću ili jednaku nula (0). To je vrijednost površine ispod Gaussove krivulje desno od crvene linije koja predstavlja graničnu vrijednost nula (0)
- Rizik objekta je komplement pouzdanosti objekta, dakle to je vjerojatnost događaja da slučajna varijabla W uzme vrijednost manju od nula (0). To je vrijednost površine ispod Gauss-ove krivulje lijevo od crvene linije.
- Ili iz tablice : - najprije izvršiti transformaciju na standardnu normalnu raspodjelu, granična vrijednost funkcije izvođenja ovdje će biti 0.704 →
 $p_s = 24,20\%$
Rizik ili vjerojatnost otkazivanja je komplement vjerojatnosti pouzdanost:
 $p_f = 100\% - p_s = 75,80\%$.

- Let me think about it 😊:

a) Akvadukt od vodospreme do grada ima sljedeću konfiguraciju:



U slučaju pojave velikog potresa, svaka dionica cjevovoda (njih 5) ima vjerojatnost otkazivanja 0.3.

Uz pretpostavku da su otkazivanja pojedinih dionica međusobno neovisna, odredi vjerojatnost da vodoopskrba grada nije narušena.

- Let me think about it 😊:

b) U kompleksu pumpne stanice postoje 4 pumpe. Sustav funkcionira dok radi barem jedna pumpa. Vjerojatnost otkazivanja jedne od pumpi jest 0.4.



Koliki je rizik otkazivanja cijelog sustava?