

Hydrológia a hydrogeografia

Projekt č. 9 Denné prietoky toku (...)
v stanici (...) v roku 19XX/19XY

Zadanie projektu č. 8

Zostrojte teoretickú a empirickú krivku pravdepodobnosti prekročenia priemerných hodnôt denných prietokov za mesiac máj vybraného vodného toku a klasifikujte vodnosť jednotlivých dní.

Prietok

- Je objem vody, ktorý pretečie prietočným profilom za jednotku času (l/s, m³/s)
- Meranie prietoku
 - Mernou nádobou
 - Priepadom
 - Hydromerovaním
 - Indikátorové metódy, ultrazvuková metóda, metóda elektromagnetickej indukcie

Postup zostrojenia empirickej čiary pravdepodobnosti prekročenia

- Na os x hodnoty p

$$p[\%] = \frac{m - 0,3}{n + 0,4} \cdot 100$$

m - poradové číslo prvku (deň v mesiaci)

n - celkový počet prvkov (dní v mesiaci, za máj 31)

- Na os y zostupne zoradené hodnoty Q

Q	P
17,6	2,23
17,8	5,41
19,6	8,60
18,2	11,78
15,9	14,97
15,9	18,15
15,9	21,34
14,4	24,52
11,4	27,71
11,3	30,89
11,1	34,08
9,8	37,26
8,9	40,45
8,9	43,63
8,5	46,82
6	50,00
5,95	53,18
5,95	56,37
5,95	59,55
6,3	62,74
8,15	65,92
9,15	69,11
11,9	72,29
16,1	75,48
14,8	78,66
10,8	81,85
11,1	85,03
14,6	88,22
13,2	91,40
11,3	94,59
11,3	97,77

Teoretická čiara pravdepodobnosti prekročenia

- Predstavuje matematický model daného empirického rozdelenia
- Zostrojíme z parametrov získaných z empirického radu
- Rozdelenie môže byť
 - Symetrické (vyjadruje Gaussova-Laplaceova krivka normálneho rozdelenia)
 - Asymetrické (Pearsonova krivka 3. typu)

Pearsonova krivka 3. typu

- Patrí medzi binomické rozdelenia
- Tvar a priebeh krivky sú určené;
 - Aritmetickým priemerom radu
 - Koeficientom variácie C_v
 - Koeficientom asymetrie C_s
- Postup zostrojenia:
 - Na os **X** hodnoty **p**
 - Na os **Y** hodnoty **teoretického prietoku Q_p**

Výpočet teoretického prietoku Q_p

$$Q_p = \bar{x} \cdot (1 + C_v \cdot \Phi_{s,p})$$

Kde \bar{x} je priemerný prietok v danom mesiaci,

C_v je koeficient variácie,
$$C_v = \sqrt{\frac{\sum (k_i - 1)^2}{n}}$$

v ktorom $k_i = \frac{x_i}{\bar{x}}$, kde x_i je prietok v dni i
 n – celkový počet dní v mesiaci

$\Phi_{s,p}$ – odchýlka poradníc krivky podľa Foster – Rybkinových tabuliek (sú v skriptách, s. 42, resp. 87)

Výpočet teoretického prietoku Q_p

$\Phi_{s,p}$ – odchýlka poradníc krivky podľa Foster – Rybkinových tabuliek (*sú v skriptách, s. 42, resp. 87*)

je potrebný výpočet koeficientu asymetrie $C_s = \frac{\sum (k_i - 1)^3}{(n - 1) \cdot C_v^3}$

Hodnotu $\Phi_{s,p}$ treba z tabuľky interpolovať;

vyberieme si z tabuľky riadok, ktorého hodnota C_s je najbližšia našej výslednej hodnote.

Interpoláciou tabuľkových hodnôt príslušných p sa vypočíta presná hodnota $\Phi_{s,p}$ pre hľadané p .

$$\sigma_{s11} = a - \left[\frac{a-b}{d-c} \cdot (p-c) \right]$$

Tab.8. Odchýlky poradnic krivky prekročenia od priemeru pri $C_v = 1$ podľa S.Fostera a J.Rybkin

C _s	C Pravdepodobnosť prekročenia p (v %)																				
	0,01	0,05	0,1	1	3	5	10	20	25	30	40	50	60	70	75	80	90	95	97	99	99,9
0.00	3.72	3.29	3.09	2.33	1.88	1.64	1.28	0.84	0.67	0.52	0.25	0.00	-0.52	-0.52	-0.67	-0.84	-1.28	-1.64	-1.88	-2.33	-3.09
0.05	3.83	3.38	3.16	2.36	1.90	1.65	1.28	0.84	0.66	0.52	0.24	-0.01	-0.26	-0.52	-0.68	-0.84	-1.28	-1.67	-1.86	-2.29	-3.02
0.10	3.94	3.46	3.23	2.40	1.92	1.67	1.29	0.84	0.66	0.51	0.24	-0.02	-0.27	-0.53	-0.68	-0.85	-1.27	-1.61	-1.84	-2.25	-2.95
0.15	4.05	3.54	3.31	2.44	1.94	1.68	1.30	0.84	0.66	0.50	0.23	-0.02	-0.28	-0.54	-0.68	-0.85	-1.26	-1.60	-1.82	-2.22	-2.88
0.20	4.16	3.62	3.38	2.47	1.96	1.70	1.30	0.83	0.65	0.50	0.22	-0.03	-0.28	-0.55	-0.69	-0.85	-1.26	-1.58	-1.79	-2.18	-2.81
0.25	4.27	3.70	3.45	2.50	1.98	1.71	1.30	0.82	0.64	0.49	0.21	-0.04	-0.29	-0.56	-0.70	-0.85	-1.25	-1.56	-1.77	-2.14	-2.74
0.30	4.38	3.79	3.52	2.54	2.00	1.72	1.31	0.82	0.64	0.48	0.20	-0.05	-0.30	-0.56	-0.70	-0.85	-1.24	-1.55	-1.75	-2.10	-2.61
0.35	4.50	3.88	3.59	2.58	2.02	1.73	1.32	0.82	0.64	0.48	0.20	-0.06	-0.30	-0.56	-0.70	-0.85	-1.24	-1.53	-1.72	-2.06	-2.60
0.40	4.61	3.96	3.66	2.61	2.04	1.75	1.32	0.82	0.63	0.47	0.19	-0.07	-0.31	-0.57	-0.71	-0.85	-1.23	-1.52	-1.70	-2.03	-2.54
0.45	4.72	4.04	3.74	2.64	2.06	1.76	1.32	0.82	0.62	0.46	0.18	-0.08	-0.32	-0.58	-0.71	-0.85	-1.22	-1.51	-1.68	-2.00	-2.47
0.50	4.83	4.12	3.81	2.68	2.08	1.77	1.32	0.81	0.62	0.46	0.18	-0.08	-0.33	-0.58	-0.71	-0.85	-1.22	-1.49	-1.66	-1.96	-2.40
0.55	4.94	4.20	3.88	2.72	2.10	1.78	1.32	0.80	0.62	0.45	0.16	-0.09	-0.34	-0.58	-0.72	-0.85	-1.21	-1.47	-1.64	-1.92	-2.32
0.60	5.05	4.29	3.96	2.75	2.12	1.80	1.33	0.80	0.61	0.44	0.16	-0.10	-0.34	-0.59	-0.72	-0.85	-1.20	-1.45	-1.61	-1.88	-2.20
0.65	5.16	4.38	4.03	2.78	2.14	1.81	1.33	0.80	0.60	0.44	0.15	-0.11	-0.35	-0.60	-0.72	-0.85	-1.19	-1.44	-1.59	-1.84	-2.20
0.70	5.28	4.46	4.10	2.82	2.15	1.82	1.33	0.78	0.59	0.43	0.14	-0.12	-0.36	-0.60	-0.72	-0.85	-1.18	-1.42	-1.57	-1.81	-2.14
0.75	5.39	4.54	4.17	2.86	2.16	1.83	1.34	0.78	0.58	0.42	0.13	-0.12	-0.36	-0.60	-0.72	-0.85	-1.18	-1.40	-1.54	-1.78	-2.08
0.80	5.50	4.63	4.24	2.89	2.18	1.84	1.34	0.78	0.58	0.41	0.12	-0.13	-0.37	-0.60	-0.73	-0.86	-1.17	-1.38	-1.52	-1.74	-2.02
0.85	5.62	4.72	4.31	2.92	2.20	1.85	1.34	0.78	0.58	0.40	0.12	-0.14	-0.38	-0.60	-0.73	-0.86	-1.16	-1.36	-1.49	-1.70	-1.96
0.90	5.73	4.80	4.38	2.96	2.22	1.86	1.34	0.77	0.57	0.40	0.11	-0.15	-0.38	-0.61	-0.73	-0.85	-1.15	-1.35	-1.47	-1.66	-1.90
0.95	5.84	4.88	4.46	2.99	2.24	1.87	1.34	0.76	0.56	0.39	0.10	-0.16	-0.38	-0.62	-0.73	-0.85	-1.14	-1.34	-1.44	-1.62	-1.84
1.00	5.96	4.97	4.53	3.02	2.25	1.88	1.34	0.76	0.55	0.38	0.09	-0.16	-0.39	-0.62	-0.73	-0.85	-1.13	-1.32	-1.42	-1.59	-1.79
1.10	6.18	5.13	4.67	3.09	2.28	1.89	1.34	0.74	0.54	0.36	0.07	-0.18	-0.41	-0.62	-0.74	-0.85	-1.10	-1.28	-1.38	-1.52	-1.68
1.20	6.41	5.30	4.81	3.15	2.31	1.91	1.34	0.73	0.52	0.35	0.05	-0.19	-0.42	-0.63	-0.74	-0.84	-1.08	-1.24	-1.33	-1.45	-1.58
1.30	6.54	5.46	4.95	3.21	2.34	1.92	1.34	0.72	0.51	0.33	0.04	-0.21	-0.43	-0.63	-0.74	-0.84	-1.06	-1.20	-1.28	-1.38	-1.48
1.40	6.87	5.63	5.09	3.27	2.37	1.94	1.34	0.71	0.49	0.31	0.02	-0.22	-0.44	-0.64	-0.73	-0.83	-1.04	-1.17	-1.23	-1.32	-1.39
1.50	7.09	5.80	5.23	3.33	2.39	1.95	1.33	0.70	0.47	0.30	0.00	-0.24	-0.45	-0.64	-0.73	-0.82	-1.02	-1.13	-1.19	-1.26	-1.31
1.60	7.31	5.96	5.37	3.39	2.42	1.96	1.33	0.68	0.46	0.28	-0.02	-0.25	-0.46	-0.64	-0.73	-0.81	-0.99	-1.10	-1.14	-1.20	-1.24
1.70	7.54	6.12	5.50	3.44	2.44	1.97	1.32	0.66	0.44	0.26	-0.03	-0.27	-0.47	-0.64	-0.72	-0.81	-0.97	-1.06	-1.10	-1.14	-1.17
1.80	7.76	6.28	5.64	3.50	2.46	1.98	1.32	0.64	0.42	0.24	-0.05	-0.28	-0.48	-0.64	-0.72	-0.80	-0.94	-1.02	-1.06	-1.09	-1.11
1.90	7.98	6.44	5.77	3.55	2.49	1.99	1.31	0.63	0.40	0.22	-0.07	-0.29	-0.48	-0.64	-0.72	-0.79	-0.92	-0.98	-1.01	-1.04	-1.05
2.00	8.21	6.60	5.91	3.60	2.51	2.00	1.30	0.61	0.39	0.20	-0.08	-0.31	-0.49	-0.64	-0.71	-0.78	-0.90	-0.95	-0.97	-0.99	-1.00
2.10		6.06	3.65	2.53	2.00	1.29	0.60	0.38	0.19	-0.10	-0.32	-0.49	-0.64	-0.70	-0.76	-0.88	-0.93	-0.93	-0.94	-0.95	
2.20		6.20	3.70	2.55	2.01	1.28	0.58	0.37	0.17	-0.11	-0.33	-0.49	-0.63	-0.69	-0.75	-0.85	-0.90	-0.90	-0.90	-0.91	
2.30		6.34	3.75	2.56	2.01	1.27	0.56	0.35	0.15	-0.12	-0.34	-0.49	-0.62	-0.68	-0.73	-0.82	-0.86	-0.86	-0.87	-0.87	
2.40		6.47	3.79	2.57	2.01	1.25	0.54	0.33	0.13	-0.14	-0.35	-0.49	-0.62	-0.66	-0.71	-0.79	-0.82	-0.82	-0.83	-0.83	
2.50		6.60	3.83	2.58	2.01	1.24	0.53	0.32	0.12	-0.15	-0.36	-0.50	-0.61	-0.65	-0.70	-0.77	-0.79	-0.79	-0.80	-0.80	
2.60		6.73	3.87	2.59	2.01	1.23	0.51	0.30	0.10	-0.17	-0.37	-0.50	-0.60	-0.64	-0.68	-0.74	-0.76	-0.76	-0.77	-0.77	
2.70		6.86	3.91	2.60	2.01	1.21	0.49	0.28	0.08	-0.18	-0.38	-0.50	-0.60	-0.63	-0.67	-0.72	-0.73	-0.73	-0.74	-0.74	
2.80		6.99	3.95	2.61	2.02	1.20	0.47	0.27	0.06	-0.20	-0.38	-0.50	-0.59	-0.62	-0.65	-0.70	-0.71	-0.71	-0.71	-0.71	
2.90		7.12	3.99	2.62	2.02	1.19	0.45	0.26	0.04	-0.21	-0.39	-0.50	-0.58	-0.61	-0.64	-0.67	-0.68	-0.68	-0.69	-0.69	
3.00		7.29	4.02	2.63	2.02	1.18	0.42	0.25	0.03	-0.23	-0.40	-0.50	-0.57	-0.61	-0.62	-0.65	-0.66	-0.66	-0.67	-0.67	

Pearsonova krivka 3. typu

- Postup zostrojenia:
 - Na os X hodnoty p
 - Na os Y hodnoty teoretického prietoku Q_p

$$k_i = \frac{x_i}{\bar{x}}$$

$$Q_p = \bar{x} \cdot (1 + C_v \cdot \Phi_{s,p})$$

Q	P	k_i	$(k_i-1)^2$	$(k_i-1)^3$	$\Phi_{s,p}$	Q_p
17,6	2,23	1,48	0,2294	0,1099	2,10480	20,25
17,8	5,41	1,50	0,2458	0,1219	1,63884	18,40
19,6	8,60	1,65	0,4187	0,2709	1,39640	17,44
18,2	11,78	1,53	0,2803	0,1484	1,20990	16,70
15,9	14,97	1,34	0,1130	0,0380	1,06635	16,13
15,9	18,15	1,34	0,1130	0,0380	0,92325	15,56
15,9	21,34	1,34	0,1130	0,0380	0,79176	15,04
14,4	24,52	1,21	0,0441	0,0093	0,67728	14,59
11,4	27,71	0,96	0,0018	-0,0001	0,57870	14,19
11,3	30,89	0,95	0,0025	-0,0001	0,48597	13,83
11,1	34,08	0,93	0,0045	-0,0003	0,39984	13,49
9,8	37,26	0,82	0,0311	-0,0055	0,31398	13,14
8,9	40,45	0,75	0,0636	-0,0160	0,22830	12,81
8,9	43,63	0,75	0,0636	-0,0160	0,14562	12,48
8,5	46,82	0,71	0,0816	-0,0233	0,06268	12,15
6	50,00	0,50	0,2458	-0,1219	-0,02000	11,82
5,95	53,18	0,50	0,2500	-0,1250	-0,09950	11,51
5,95	56,37	0,50	0,2500	-0,1250	-0,17925	11,19
5,95	59,55	0,50	0,2500	-0,1250	-0,25875	10,87
6,3	62,74	0,53	0,2215	-0,1042	-0,34124	10,55
8,15	65,92	0,68	0,0993	-0,0313	-0,42392	10,22
9,15	69,11	0,77	0,0534	-0,0123	-0,50686	9,89
11,9	72,29	1,00	0,0000	0,0000	-0,59870	9,53
16,1	75,48	1,35	0,1246	0,0440	-0,69632	9,14
14,8	78,66	1,24	0,0594	0,0145	-0,80444	8,71
10,8	81,85	0,91	0,0085	-0,0008	-0,92770	8,22
11,1	85,03	0,93	0,0045	-0,0003	-1,06126	7,69
14,6	88,22	1,23	0,0515	0,0117	-1,19524	7,16
13,2	91,40	1,11	0,0119	0,0013	-1,36520	6,49
11,3	94,59	0,95	0,0025	-0,0001	-1,58212	5,63
11,3	97,77	0,95	0,0025	-0,0001	-1,99785	3,98

Klasifikácia vodnosti

P [%]	Slovné označenie	Symbol
0 - 10	mimoriadne vodný	MV
11 - 40	vodný	V
41 - 60	priemerne vodný	P
61 - 90	málo vodný	S
91 - 100	mimoriadne málo vodný	MS

Výsledky

Tabuľka 1 Hodnoty prietoku nameraného a teoreticky vypočítaného + ďalšie vypočítané medzikroky

Q	P	k_i	$(k_i-1)^2$	$(k_i-1)^3$	$\Phi_{s,p}$	Q_p	P_v
17,6	2,23	1,48	0,2294	0,1099	2,10480	20,25	MV
17,8	5,41	1,50	0,2458	0,1219	1,63884	18,40	MV
19,6	8,60	1,65	0,4187	0,2709	1,39640	17,44	MV
18,2	11,78	1,53	0,2803	0,1484	1,20990	16,70	V
15,9	14,97	1,34	0,1130	0,0380	1,06635	16,13	V
15,9	18,15	1,34	0,1130	0,0380	0,92325	15,56	V
15,9	21,34	1,34	0,1130	0,0380	0,79176	15,04	V
14,4	24,52	1,21	0,0441	0,0093	0,67728	14,59	V
11,4	27,71	0,96	0,0018	-0,0001	0,57870	14,19	V
11,3	30,89	0,95	0,0025	-0,0001	0,48597	13,83	V
11,1	34,08	0,93	0,0045	-0,0003	0,39984	13,49	V
9,8	37,26	0,82	0,0311	-0,0055	0,31398	13,14	V
8,9	40,45	0,75	0,0636	-0,0160	0,22830	12,81	P
8,9	43,63	0,75	0,0636	-0,0160	0,14562	12,48	P
8,5	46,82	0,71	0,0816	-0,0233	0,06268	12,15	P
6	50,00	0,50	0,2458	-0,1219	-0,02000	11,82	P
5,95	53,18	0,50	0,2500	-0,1250	-0,09950	11,51	P
5,95	56,37	0,50	0,2500	-0,1250	-0,17925	11,19	P
5,95	59,55	0,50	0,2500	-0,1250	-0,25875	10,87	P
6,3	62,74	0,53	0,2215	-0,1042	-0,34124	10,55	S
8,15	65,92	0,68	0,0993	-0,0313	-0,42392	10,22	S
9,15	69,11	0,77	0,0534	-0,0123	-0,50686	9,89	S
11,9	72,29	1,00	0,0000	0,0000	-0,59870	9,53	S
16,1	75,48	1,35	0,1246	0,0440	-0,69632	9,14	S
14,8	78,66	1,24	0,0594	0,0145	-0,80444	8,71	S
10,8	81,85	0,91	0,0085	-0,0008	-0,92770	8,22	S
11,1	85,03	0,93	0,0045	-0,0003	-1,06126	7,69	S
14,6	88,22	1,23	0,0515	0,0117	-1,19524	7,16	S
13,2	91,40	1,11	0,0119	0,0013	-1,36520	6,49	MS
11,3	94,59	0,95	0,0025	-0,0001	-1,58212	5,63	MS
11,3	97,77	0,95	0,0025	-0,0001	-1,99785	3,98	MS

Výsledky

Graf 1 Teoretická a empirická krivka pravdepodobnosti prekročenia v jednom grafe !!!

Do projektu nezabudnúť zahrnúť celý výpočet, uviesť vzorce a medzikroky. Vráťane koeficientov variácie a asymetrie.

Graf č.1: Teoretická a empirická krivka pravdepodobnosti prekročenia denných prietokov toku Belá (Liptovský Hrádok) júl 1966

