

HYDROLOGIE – CVIČENÍ Č. 9

Zadání: Sestrojte teoretickou a empirickou křivku pravděpodobnosti překročení průměrných hodnot denních průtoků za měsíc květen vybraného vodního toku a klasifikujte vodnost jednotlivých dní.

Vybraný vodní tok: *Odra ve stanici Bohumín*

Vybrané datum: *květen 2010*

Vypracování:

Pro sestavení empirické křivky pravděpodobnosti překročení je potřeba vypočítat pravděpodobnost, s jakou byl v daném období překročen daný průtok. Denní průtoky byly seřazeny sestupně a pravděpodobnost překročení p byla vypočítána následovně:

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

m – počet úspěchů: pořadové číslo prvku (nejvyšší průtok v měsíci: $m = 1$)

n – počet pokusů: počet dní v měsíci, pro které byl průtok naměřen (31)

Na osu x pak byly vyneseny hodnoty pravděpodobnosti; na osu y hodnoty odpovídajících průtoků.

Pro sestavení teoretické křivky pravděpodobnosti je zapotřebí vypočítat charakteristiky, potřebné pro sestavení Pearsonovy křivky III. typu, a to aritmetický průměr časové řady průtoků \bar{x} , variační koeficient C_v a koeficient asymetrie C_s . Pro vypočítané charakteristiky je dále nutno ve Foster-Rybkinových tabulkách najít odpovídající odchylku pořadnic křivky $\Phi_{s,p}$.

Aritmetický průměr \bar{x} časové řady průtoků lze vypočítat následovně:

$$\bar{x} = \frac{\sum x_i}{n}$$

n – počet měření: počet dní v měsíci (31)

x_i – průtok v dni i

Variační koeficient C_v je možné vypočítat takto:

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

n – počet měření: počet dní v měsíci (31)

$k_i = \frac{x_i}{\bar{x}}$ (x_i – průtok v dni i ; \bar{x} – průměrný průtok)

Koeficient asymetrie C_s bude vypočítán dle tohoto vztahu:

$$C_s = \frac{\sum (k_i - 1)^3}{(n - 1) \cdot C_v^3}$$

n – počet měření: počet dní v měsíci (31)

$k_i = \frac{x_i}{\bar{x}}$ (x_i – průtok v dni i ; \bar{x} – průměrný průtok)

C_v – variační koeficient

S ohledem na vypočítané charakteristiky bude ve Foster – Rybkinových tabulkách nalezena hodnota $\Phi_{s,p}$ a následně bude vypočítán teoretický průtok Q_p .

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

\bar{x} – průměrný průtok

C_v – variační koeficient

$\Phi_{s,p}$ – odchylka pořadnic křivky

Tabulka č. 1 – Hodnoty naměřeného a teoretického průtoku řeky Odry na stanici Bohumín v květnu roku 2010 a hodnocení vodnosti jednotlivých dnů

Pořadí	Den	Q [m ³ .s ⁻¹]	P	k _i	(k _i -1) ²	(k _i -1) ³	Φ _{s,p}	Q _p [m ³ .s ⁻¹]	Vodnost
1	18	1020,0	2,23	3,7664	7,6529	21,1710	2,90	970,31	Mimořádně vodný
2	17	950,0	5,41	3,5079	6,2896	15,7739	1,93	737,48	Mimořádně vodný
3	19	770,0	8,60	2,8433	3,3976	6,2626	1,50	632,95	Mimořádně vodný
4	20	503,0	11,78	1,8573	0,7350	0,6302	1,19	557,69	Vodný
5	21	446,0	14,97	1,6469	0,4184	0,2707	0,97	505,43	Vodný
6	22	394,0	18,15	1,4549	0,2069	0,0941	0,76	453,17	Vodný
7	16	367,0	21,34	1,3552	0,1261	0,0448	0,57	408,01	Vodný
8	23	353,0	24,52	1,3035	0,0921	0,0279	0,42	372,65	Vodný
9	24	273,0	27,71	1,0081	0,0001	0,0000	0,30	343,83	Vodný
10	15	263,0	30,89	0,9711	0,0008	0,0000	0,19	317,67	Vodný
11	14	258,0	34,08	0,9527	0,0022	-0,0001	0,10	295,38	Vodný
12	25	252,0	37,26	0,9305	0,0048	-0,0003	0,01	273,09	Vodný
13	26	214,0	40,45	0,7902	0,0440	-0,0092	-0,08	251,56	Průměrně vodný
14	27	210,0	43,63	0,7754	0,0504	-0,0113	-0,15	234,65	Průměrně vodný
15	28	205,0	46,82	0,7570	0,0591	-0,0144	-0,22	217,74	Průměrně vodný
16	31	181,0	50,00	0,6684	0,1100	-0,0365	-0,29	200,83	Průměrně vodný
17	29	176,0	53,18	0,6499	0,1226	-0,0429	-0,35	186,23	Průměrně vodný
18	7	162,0	56,37	0,5982	0,1614	-0,0649	-0,41	171,62	Průměrně vodný
19	30	162,0	59,55	0,5982	0,1614	-0,0649	-0,47	157,02	Průměrně vodný
20	13	154,0	62,74	0,5687	0,1861	-0,0803	-0,52	144,40	Málo vodný
21	6	148,0	65,92	0,5465	0,2057	-0,0933	-0,57	132,10	Málo vodný
22	11	148,0	69,11	0,5465	0,2057	-0,0933	-0,63	119,81	Málo vodný
23	10	145,0	72,29	0,5354	0,2158	-0,1003	-0,68	107,51	Málo vodný
24	8	139,0	75,48	0,5133	0,2369	-0,1153	-0,73	95,44	Málo vodný
25	9	136,0	78,66	0,5022	0,2478	-0,1234	-0,77	84,68	Málo vodný
26	12	132,0	81,85	0,4874	0,2627	-0,1347	-0,81	74,37	Málo vodný
27	5	56,6	85,03	0,2090	0,6257	-0,4949	-0,86	64,38	Málo vodný
28	2	46,8	88,22	0,1728	0,6842	-0,5660	-0,90	54,39	Málo vodný
29	1	44,7	91,40	0,1651	0,6971	-0,5821	-0,94	44,73	Mimořádně málo vodný
30	3	43,9	94,59	0,1621	0,7021	-0,5883	-0,98	35,51	Mimořádně málo vodný
31	4	42,3	97,77	0,1562	0,7120	-0,6008	-1,00	29,86	Mimořádně málo vodný

Q – naměřený průtok

p – empirická pravděpodobnost překročení

$k_i = \frac{x_i}{\bar{x}}$ (x_i – průtok v dni i ; \bar{x} – průměrný průtok)

$\Phi_{s,p}$ – odchylka pořadnic křivky

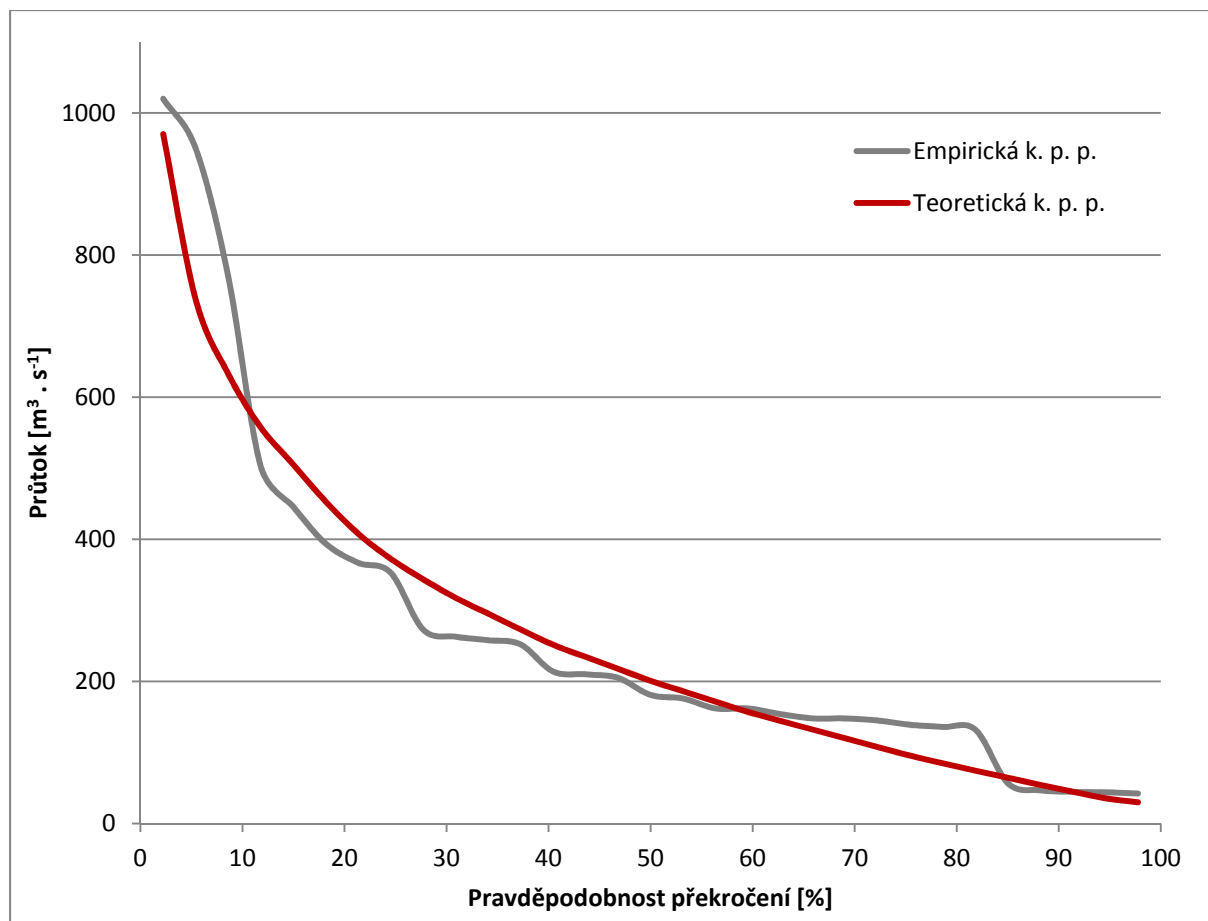
Q_p – teoretický průtok

Dle postupů nahoře byly vypočítány tyto charakteristiky:

Aritmetický průměr \bar{x} časové řady: 270,8 m³ . s⁻¹

Variační koeficient $C_v = \underline{0,891}$

Koeficient asymetrie $C_s = \underline{1,906}$



Obrázek č. 1 – Teoretická a empirická křivka pravděpodobnosti překročení denních průtoků na řece Odře (stanice Bohumín); květen 2010.

Závěr:

Teoretická křivka pravděpodobnosti překročení denních květnových průtoků na řece Odře v Bohumíně poměrně dobře aproximuje křivku empirickou, avšak nižší empirické pravděpodobnosti překročení (přibližně do 10%) teoretická křivka podhodnocuje. Střední pravděpodobnosti (mezi 10 a 60%) teoretická křivka nadhodnocuje, zatímco pravděpodobnosti překročení mezi 60 a 85% jsou teoretickou křivkou opět podhodnoceny. Teoretická a empirická křivka pravděpodobnosti překročení vykazují dobrou shodu v oblasti vysokých pravděpodobností překročení (nad 85%). Tyto odchylky jsou pravděpodobně způsobeny **průchodem povodňové vlny stanicí** (17. – 20. května) a následnými extrémně vysokými naměřenými denními průtoky. Dlouhodobě je průměrný průtok ve stanici Bohumín stanoven na $48,2 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$, zatímco průměrný měsíční průtok za květen 2010 byl více, než 4x vyšší ($270,8 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$). Pro dosažení lepší shody by bylo pravděpodobně vhodné sestavit teoretickou křivku překročení pro více hodnot, například pro denní průtoky v měsíci květnu za více let.

Zdroje:

- ČHMÚ: *Hydrologická ročenka České republiky 2010* [online]. 2011, cit. 12. listopadu 2012. Dostupný z [www: <http://voda.chmi.cz/hr10/pdf/kap2.pdf>](http://voda.chmi.cz/hr10/pdf/kap2.pdf)
- *Wikipedie: Odra* [online]. 2012, cit. 12. listopadu 2012. Dostupný z [www: <http://cs.wikipedia.org/wiki/Odra>](http://cs.wikipedia.org/wiki/Odra)