

Vypracoval: **Petr Holík**
UČO: 394510
Obor: B-GK GEOG (FG)
Datum: 17. 11. 2012

Denní průtoky toku Labe na stanici Kostelec n. L. v květnu 2009

Cvičení do Hydrologie č. 9

Zadání:

Sestrojte empirickou a teoretickou křivku pravděpodobnosti překročení průměrných hodnot denních průtoků za měsíc květen na stanici Kostelec n. L. a klasifikujte vodnost jednotlivých dní.

Vypracování:

Základním krokem je sestupně seřadit denní průtoky námi zvoleného měsíce. Tímto seřazením získáme pořadí průtoků, se kterým budeme dále pracovat. Toto pořadí označíme jako „m“.

Empirickou pravděpodobnost průtoků, tedy pravděpodobnost průtoků, který byl v daný den skutečně naměřen spočítáme podle následujícího vzorce:

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

kde m je pořadové číslo prvku a n je celkový počet prvků. V našem případě se n rovná 31 (počet dnů v měsíci květnu).

Do grafu tuto závislost vykreslíme zobrazením hodnot pravděpodobnosti na ose x a hodnot průtoků na ose y (viz Obr. 1).

V praxi samozřejmě nemáme vždy k dispozici množství potřebných dat, proto se za účelem prognózy používá také teoretické rozdělení průtoků. V našem případě zkonstruujeme Pearsonovu křivku III. typu. Parametry této křivky jsou aritmetický průměr, variační koeficient a koeficient asymetrie.

Variační koeficient spočítáme podle následujícího vzorce:

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

kde $k_i = \frac{x_i}{\mu}$ x_i je průtok ve dni i a n je celkový počet dní v měsíci

Koeficient asymetrie pak spočítáme podle tohoto vzorce:

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

Pro výpočet teoretického průtoků a tedy i sestrojení konkrétní teoretické křivky průtoků použijeme následující vzorec:

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

Člen $\Phi_{s,p}$ je odchylka pořadnic křivky, kterou určíme pomocí Foster-Rybkinových tabulek. Tato hodnota závisí na koeficientu asymetrie a konkrétní empirické pravděpodobnosti daného průtoků. Konkrétní hodnoty teoretických průtoků společně s vypočtenými mezikroky jsou uvedeny v tabulce č. 2.

Další charakteristikou, kterou odvodíme z dané pravděpodobnosti je klasifikace vodnosti. Rozlišujeme několik kategorií, které jsou uvedeny v tabulce č. 1.

Tab. 1: Klasifikace vodnosti

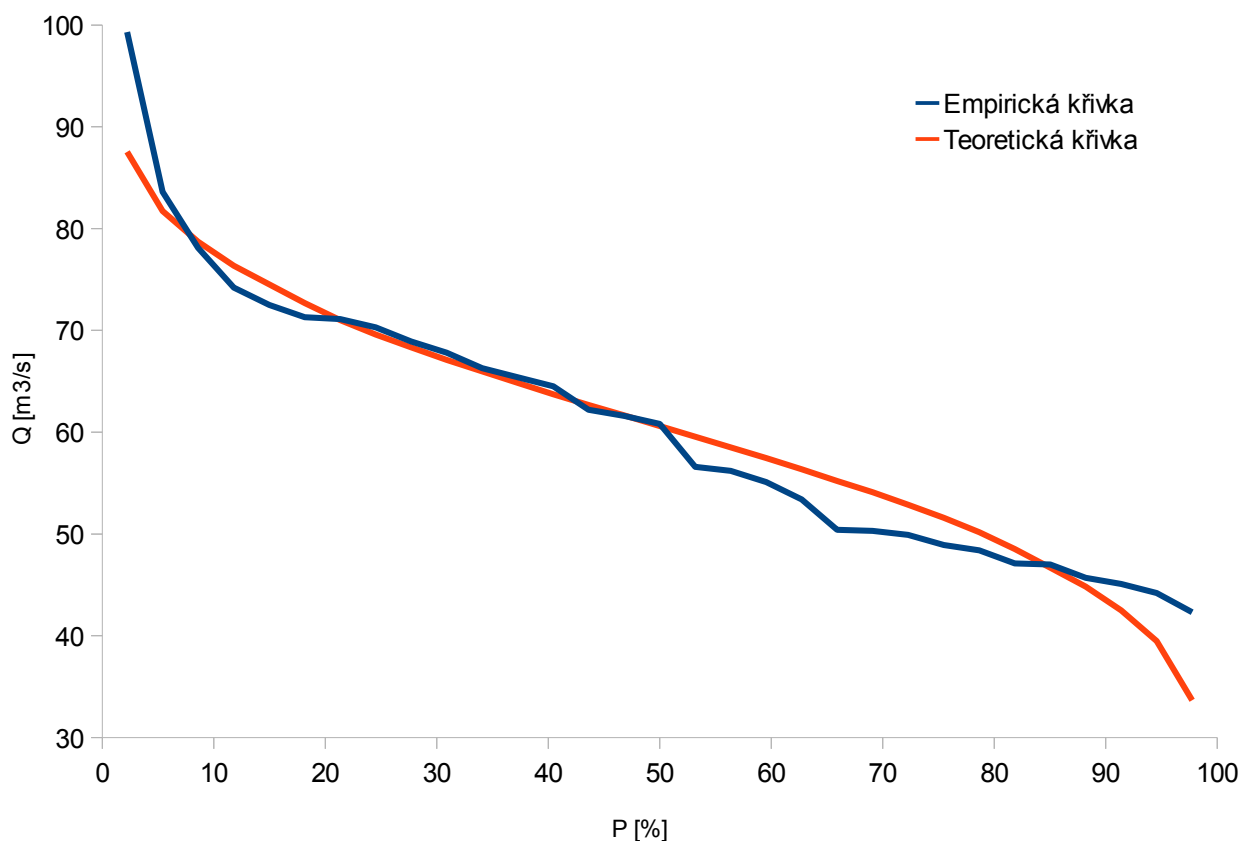
P[%]	Slovní označení	Symbol
0 – 10	Mimořádně vodný	MV
11 – 40	Vodný	V
41 – 60	Průměrně vodný	P
61 – 90	Málo vodný	S
91 – 100	Mimořádně málo vodný	MS

Tab. 2: Vypočtené hodnoty teoretických průtoků a další charakteristiky, spolu s mezivýpočty pro stanici Kostelec nad Labem za měsíc květen roku 2009 (Zdroj: ČHMÚ)

Pořadí	Den	Q	P	ki	$(ki - 1)^2$	$(ki - 1)^3$	$\phi_{s,p}$	Q_p	P_v
1	31	99,30	2,23	1,6387	0,4079	0,2606	2,05341	87,53	MV
2	30	83,60	5,41	1,3796	0,1441	0,0547	1,61019	81,72	MV
3	1	78,10	8,60	1,2888	0,0834	0,0241	1,38089	78,71	MV
4	2	74,20	11,78	1,2245	0,0504	0,0113	1,20153	76,36	V
5	3	72,50	14,97	1,1964	0,0386	0,0076	1,06140	74,52	V
6	8	71,30	18,15	1,1766	0,0312	0,0055	0,92127	72,68	V
7	13	71,10	21,34	1,1733	0,0300	0,0052	0,79452	71,02	V
8	7	70,30	24,52	1,1601	0,0256	0,0041	0,68624	69,60	V
9	12	68,90	27,71	1,1370	0,0188	0,0026	0,58879	68,32	V
10	4	67,80	30,89	1,1189	0,0141	0,0017	0,49592	67,10	V
11	5	66,30	34,08	1,0941	0,0089	0,0008	0,40994	65,97	V
12	6	65,40	37,26	1,0793	0,0063	0,0005	0,32395	64,85	V
13	9	64,50	40,45	1,0644	0,0041	0,0003	0,23885	63,73	V
14	14	62,20	43,63	1,0265	0,0007	0,0000	0,15924	62,69	P
15	10	61,60	46,82	1,0166	0,0003	0,0000	0,07962	61,64	P
16	11	60,80	50,00	1,0034	0,0000	0,0000	0,00000	60,60	P
17	15	56,60	53,18	0,9340	0,0044	-0,0003	-0,07962	59,55	P
18	24	56,20	56,37	0,9274	0,0053	-0,0004	-0,15924	58,51	P
19	23	55,10	59,55	0,9093	0,0082	-0,0007	-0,23885	57,46	P
20	21	53,40	62,74	0,8812	0,0141	-0,0017	-0,32395	56,35	S
21	18	50,40	65,92	0,8317	0,0283	-0,0048	-0,40994	55,22	S
22	20	50,30	69,11	0,8301	0,0289	-0,0049	-0,49592	54,09	S
23	17	49,90	72,29	0,8235	0,0312	-0,0055	-0,58879	52,87	S
24	16	48,90	75,48	0,8070	0,0373	-0,0072	-0,68624	51,59	S
25	22	48,40	78,66	0,7987	0,0405	-0,0082	-0,79452	50,17	S
26	28	47,10	81,85	0,7773	0,0496	-0,0110	-0,92127	48,51	S
27	29	47,00	85,03	0,7756	0,0503	-0,0113	-1,06140	46,67	S
28	25	45,70	88,22	0,7542	0,0604	-0,0149	-1,20153	44,84	S
29	27	45,10	91,40	0,7443	0,0654	-0,0167	-1,38089	42,48	MS
30	19	44,20	94,59	0,7294	0,0732	-0,0198	-1,61019	39,47	MS
31	26	42,30	97,77	0,6981	0,0912	-0,0275	-2,05341	33,66	MS

Koeficient asymetrie pro námi zkoumaný případ: $C_s = 0,000083$

Variační koeficient: $C_v = 0,22$



Obr. 1: Empirická a teoretická křivka pravděpodobnosti překročení průtoků na stanici Kostelec n. L. v květnu roku 2009

Závěr:

Z výše uvedeného grafu a ze spočtených teoretických hodnot můžeme odhadovat možné průtoky v dalších obdobích, za která například nemáme k dispozici potřebná data. Tato křivka se také nazývá Čára překročení a je v hydrologii hojně využívanou charakteristikou.

Zdroje:

ČHMÚ: Hydrologická ročenka České republiky 2009, Praha, 2010