

*Cvičení č. 9*

**Denní průtoky vodního toku Vltava na stanici Praha-Chuchle  
v měsíci květnu v roce 2009**

*Zadání:*

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

*Postup vypracování:*

Empirická křivka pravděpodobnosti překročení průtoků, což je objem vody, jenž proteče průtočným profilem za jednotku času, se sestojí vynesení hodnot pravděpodobností na osu X a sestupně seřazených hodnot průtoků na osu Y. Přičemž pravděpodobnost se vyčísluje pomocí vzorce

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

Kde:

m...pořadové číslo prvku v sestupně seřazené řadě

n...celkový počet prvků (dní v měsíci).

Teoretická křivka pravděpodobnosti překročení představuje matematický model daného empirického rozdělení. Vzhledem k tomu, že hodnoty průtoků jsou náhodnými prvky, je vhodnější užít asymetrického rozdělení, nejčastěji pak Pearsonovy křivky III. typu (TRIZNA,2012). Její tvar a průběh je určen třemi parametry:

- 1) Aritmetickým průměrem:

Počítaným dle vzorce  $x = \frac{\sum x_i}{n}$

kde:

$x_i$ ...průtok jednotlivých dní

n...počet prvků (naměřených průtoků).

*Výpočet pro Vltavu na stanici Praha-Chuchle, V/2009:*

$$x = \frac{3853}{31} = 124,3 \text{ m}^3/\text{s}$$

- 2) Variačním koeficientem:

Počítaným dle vzorce  $C_v = \sqrt{\frac{\sum(k_i-1)^2}{n}}$ , přičemž  $k_i = \frac{x_i}{x}$ .

Výpočet pro Vltavu na stanici Praha-Chuchle, V/2009:

$$C_v = \sqrt{\frac{0,792}{31}} = 0,1598$$

3) Koeficientem asymetrie:

Počítaným dle vzorce  $C_s = \frac{\sum(k_i-1)^3}{(n-1) \times C_v^3}$ .

Výpočet pro Vltavu na stanici Praha-Chuchle, V/2009:

$$C_v = \frac{0,1939}{30 \times 0,0041} = 1,5839 .$$

Pomocí těchto dílčích výpočtů se následně určí teoretické průtoky dle vzorce

$Q_p = x \times (1 + C_v \times \Phi_{s,p})$ , přičemž  $\Phi_{s,p}$  značí odchylku pořadnic křivky, která se stanoví dle Foster-Rybníkových tabulek. Samotnou Pearsonovu křivku je tedy možné vykreslit po zanesení hodnot pravděpodobnosti na osu X a hodnot teoretických průtoků na osu Y.

Klasifikace vodnosti ( $P_v$ ) řeky Vltavy v jednotlivých dnech měsíce května byla určena dle intervalů pravděpodobnosti překročení průměrných průtoků.

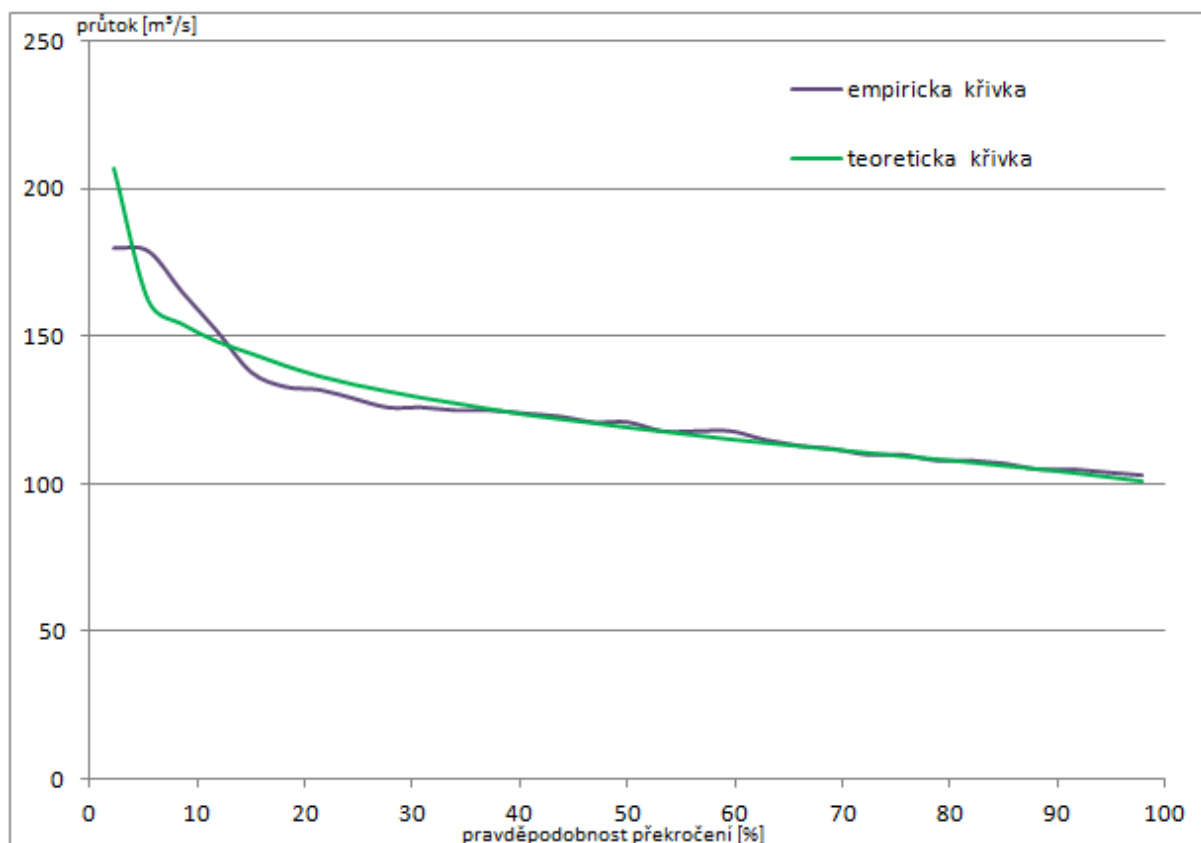
Tab. 1: Klasifikace vodnosti dle pravděpodobnosti překročení průměrných průtoků

<b>p [%]</b>	<b>slovní označení</b>	<b>symbol</b>
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

Vypracování:

Tab. 2: Hodnoty naměřených a teoreticky odvozených průtoků, včetně dílčích výpočtů pro řeku Vltavu na stanici Praha-Chuchle v měsíci květnu roku 2009

Pořadí	Den	Q [m <sup>3</sup> .s <sup>-1</sup> ]	P	ki	(ki-1) <sup>2</sup>	(ki-1) <sup>3</sup>	Φ <sub>sp</sub>	Q <sub>p</sub>	P <sub>v</sub>
1	28	180	2,22930	1,44822	0,20090	0,09005	4,15299	206,77343	MV
2	29	179	5,41401	1,44018	0,19376	0,08529	1,90783	162,18205	MV
3	30	165	8,59873	1,32754	0,10728	0,03514	1,50656	154,21230	MV
4	27	152	11,78344	1,22294	0,04970	0,01108	1,21408	148,40324	V
5	1	138	14,96815	1,11030	0,01217	0,00134	1,00707	144,29186	V
6	26	133	18,15287	1,07008	0,00491	0,00034	0,80006	140,18048	V
7	12	132	21,33758	1,06203	0,00385	0,00024	0,62115	136,62699	V
8	23	129	24,52229	1,03789	0,00144	0,00005	0,48102	133,84390	V
9	2	126	27,70701	1,01376	0,00019	0,00000	0,36255	131,49093	V
10	25	126	30,89172	1,01376	0,00019	0,00000	0,25325	129,32012	V
11	13	125	34,07643	1,00571	0,00003	0,00000	0,15771	127,42256	V
12	18	125	37,26115	1,00571	0,00003	0,00000	0,06217	125,52500	V
13	19	124	40,44586	0,99766	0,00001	0,00000	-0,03025	123,68943	V
14	11	123	43,63057	0,98962	0,00011	0,00000	-0,10350	122,23463	P
15	17	121	46,81529	0,97353	0,00070	-0,00002	-0,17675	120,77984	P
16	24	121	50,00000	0,97353	0,00070	-0,00002	-0,25000	119,32504	P
17	14	118	53,18471	0,94939	0,00256	-0,00013	-0,31688	117,99675	P
18	20	118	56,36943	0,94939	0,00256	-0,00013	-0,38376	116,66846	P
19	16	118	59,55414	0,94939	0,00256	-0,00013	-0,45064	115,34017	P
20	15	115	62,73885	0,92525	0,00559	-0,00042	-0,50930	114,17507	S
21	4	113	65,92357	0,90916	0,00825	-0,00075	-0,56662	113,03653	S
22	5	112	69,10828	0,90112	0,00978	-0,00097	-0,62395	111,89800	S
23	22	110	72,29299	0,88502	0,01322	-0,00152	-0,68127	110,75946	S
24	9	110	75,47771	0,88502	0,01322	-0,00152	-0,73764	109,63990	S
25	31	108	78,66242	0,86893	0,01718	-0,00225	-0,78860	108,62787	S
26	10	108	81,84713	0,86893	0,01718	-0,00225	-0,84325	107,54246	S
27	3	107	85,03185	0,86089	0,01935	-0,00269	-0,90057	106,40393	S
28	6	105	88,21656	0,84480	0,02409	-0,00374	-0,95790	105,26539	S
29	7	105	91,40127	0,84480	0,02409	-0,00374	-1,02083	104,01553	MS
30	21	104	94,58599	0,83675	0,02665	-0,00435	-1,09089	102,62399	MS
31	8	103	97,77070	0,82870	0,02934	-0,00503	-1,16312	101,18944	MS



Obr. 1: Teoretická a empirická křivka překročení denních průtoků řeky Vltava (Praha-Chuchle) v měsíci květnu roku 2009

#### Závěr:

Čáry překročení denních průtoků udávají pravděpodobnost, s jakou bude dosažen či překročen určitý průtok, přičemž ze srovnání empirické čáry, konstruované z reálných hodnot, s teoretickou čarou můžeme odvozovat, míru odklonu reálných hodnot od předpokládaných. Z grafu teoretické a empirické křivky překročení denních průtoků řeky Vltavy na stanici Praha-chuchle v květnu roku 2009 je patrné, že reálné průtoky se příliš neliší od teoreticky předpokládaných. Pouze vyšších průtoků s nižší pravděpodobností výskytu se zcela nepřibližují k jejich teoretickým hodnotám.

#### Zdroje informací:

- TRIZNA, Milan. *Klimageografie a hydrogeografie*. Druhé vyd. Bratislava: Geografie, 2012, 144 s. ISBN 9788089317202.
- *Hydrologická ročenka české republiky 2009*. 1. vyd. Praha: Český hydrometeorologický ústav, 2010, 172 s. ISBN 9788086690773.