

## Cvičení 9.

**Denní průtoky řeky Moravy na stanici Strážnice v květnu 2010****Zadání:**

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

**Vypracování:**

Tab. 1: Denní průtoky, pravděpodobnost překročení, odchylka pořadnic křivky podle Foster – Rybkinových tabulek a teoretický průtok řeky Moravy na stanici Strážnice v květnu 2010

Q [m <sup>3</sup> /s]	P	k <sub>i</sub>	(k <sub>i</sub> -1) <sup>2</sup>	(k <sub>i</sub> -1) <sup>3</sup>	Φ <sub>sp</sub>	Q <sub>p</sub>	P <sub>v</sub>
700	2,22930	2,8148	3,2936	5,977226	-0,39975	687,10551	MV
675	5,41401	2,7143	2,9388	5,037934	-0,32650	560,64716	MV
538	8,59873	2,1634	1,3535	1,574618	-0,46752	501,39590	MV
500	11,78344	2,0106	1,0213	1,032092	-0,25325	457,22677	V
360	14,96815	1,4476	0,2004	0,089687	-0,53439	424,90790	V
353	18,15287	1,4195	0,176	0,073809	-0,60127	392,58903	V
338	21,33758	1,3592	0,129	0,046328	-0,82057	364,79480	V
329	24,52229	1,323	0,1043	0,033687	-0,89618	343,24889	V
320	27,70701	1,2868	0,0822	0,023584	-0,67503	323,53438	V
297	30,89172	1,1943	0,0377	0,007334	-1,05541	305,19880	V
295	34,07643	1,1862	0,0347	0,00646	-0,97580	289,57802	V
283	37,26115	1,138	0,019	0,002628	-0,75051	273,95723	V
267	40,44586	1,0737	0,0054	0,0004	-1,15045	258,63808	P
250	43,63057	1,0053	3E-05	1,48E-07	-0,18000	245,17189	P
240	46,81529	0,9651	0,0012	-4,3E-05	-1,32605	231,70569	P
227	50,00000	0,9128	0,0076	-0,00066	-0,10038	218,23949	P
226	53,18471	0,9088	0,0083	-0,00076	-1,26510	205,85059	P
208	56,36943	0,8364	0,0268	-0,00438	0,68650	193,46169	P
181	59,55414	0,7278	0,0741	-0,02016	0,85083	181,07279	P
139	62,73885	0,5589	0,1945	-0,0858	0,55911	169,61037	S
138	65,92357	0,5549	0,1981	-0,08817	-0,02076	158,29876	S
115	69,10828	0,4624	0,289	-0,15534	0,44255	146,98716	S
110	72,29299	0,4423	0,311	-0,17343	0,33414	134,51207	S
97,3	75,47771	0,3913	0,3706	-0,22558	0,14943	121,74612	S
96,7	78,66242	0,3888	0,3735	-0,22827	0,24178	109,89587	S
95	81,84713	0,382	0,3819	-0,23602	0,05885	97,10837	S
92,9	85,03185	0,3736	0,3924	-0,24582	1,04191	83,64217	S
65	88,21656	0,2614	0,5456	-0,40297	1,23299	70,17597	S
62	91,40127	0,2493	0,5635	-0,42304	1,84446	54,10272	MS
59,7	94,58599	0,2401	0,5775	-0,43887	1,49414	34,71140	MS
51,6	97,77070	0,2075	0,6281	-0,49775	2,59213	24,40168	MS

Tab. 2: Klasifikace vodnosti toku

P [%]	Slovné označení	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

V hydrologické ročence České republiky pro rok 2010 jsme vyhledali tabulku denních průtoků řeky Moravy na stanici Strážnice a z ní jsme si vypsali do nové tabulky denní průtoky v měsíci květnu. Dále jsme tam napsali pořadí měření průtoků a den, kdy bylo měření provedeno ( $m$ ). Nyní jsme dostali všechny hodnoty pro výpočet pravděpodobnosti překročení pro jednotlivé hodnoty průtoků. Tu jsme spočítali podle následujícího vzorce:

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

*Vysvětlivky:*

$m$  – pořadové číslo prvku (den v měsíci)

$n$  – celkový počet měření (v případě května  $n = 1$ )

Na základě pravděpodobnosti překročení a reálně změřených průtoků, můžeme sestavit empirickou křivku pravděpodobnosti překročení (viz obr. 1).

Dále chceme sestavit i teoretickou křivku pravděpodobnosti překročení (viz obr. 1), ale pro její sestavení musíme znát ještě další hodnoty. Těmi jsou: průměrný průtok, koeficient variace, koeficient asymetrie, odchylku pořadnic a samozřejmě hodnoty teoretického průtoků, které vypočítáme na základě právě těchto hodnot.

#### **Průměrný průtok:**

$$\bar{x} = \frac{\sum x_i}{n} = 248,68 [m^3 s^{-1}]$$

*Vysvětlivky:*

$\bar{x}$  – průměrný průtok měsíce května

$n$  – celkový počet měření (v případě května  $n = 1$ )

$\sum x_i$  – součet všech naměřených průtoků za daný měsíc

#### **Koeficient variace:**

Pro výpočet koeficientu variace musíme znát ještě hodnotu  $k_i$

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

$$C_v = \sqrt{\frac{\sum(k_i - 1)^2}{n}} = \mathbf{0,68}$$

*Vysvětlivky:*

$C_v$  – koeficient variace

$n$  – celkový počet měření (v případě května  $n = 1$ )

**Koeficient asymetrie:**

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

*Vysvětlivky:*

$C_s$  – koeficient asymetrie

$C_v$  – koeficient variace

$n$  – celkový počet měření (v případě května  $n = 1$ )

**Teoretický průtok:**

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

Pro výpočet teoretického průtoku si nejprve musíme zjistit hodnotu odchylky pořadnic z Foster-Rybkinových tabulek. K tomu potřebujeme hodnotu koeficientu asymetrie.

Hodnotu  $\phi_{s,p}$  je nutné z tabulek nejprve interpolovat: vybereme si z tabulky řádek, jehož hodnota se blíží našemu vypočtenému koeficientu asymetrie a interpolujeme dle vztahu:

$$\phi_{s,p} = a - \left[ \left( \frac{a - b}{d - c} \right) * (p - c) \right]$$

*Vysvětlivky:*

$a$  – hodnota odchylky pořadnic pro pravděpodobnost překročení  
nejbližší naší vypočtené hodnotě

$b$  – hodnota odchylky pořadnic pro pravděpodobnost překročení  
nacházející se v tabulce vedle

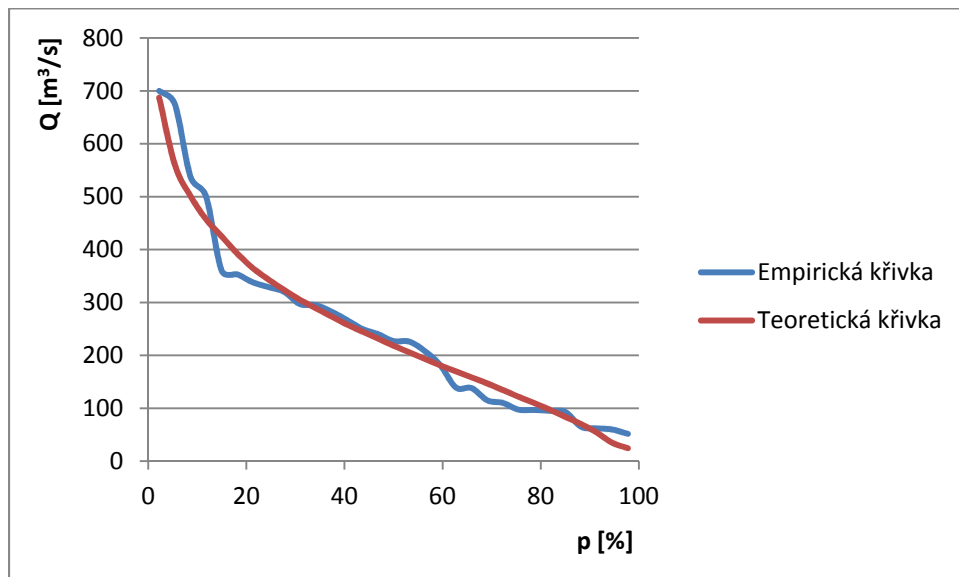
$c$  – pravděpodobnost překročení nejbližší naší vypočtené hodnotě

$d$  – pravděpodobnost překročení nacházející se v tabulce vedle

$p$  – vypočtená hodnota pravděpodobnosti

Nyní už můžeme vypočítat hodnoty teoretického průtoku z výše uvedeného stavu. Po vypočtení teoretických denních průtoků můžeme zkonstruovat také teoretickou křivku pravděpodobnosti překročení. Obě křivky (empirickou a teoretickou) zkonstruujeme pomocí Pearsonovy křivky III. typu.

**Závěr:**



Obr. 1: Empirická čára a teoretická křivka pravděpodobnosti překročení pro řeku Moravu na stanici Strážnice v květnu 2010

[Zdroj: HYDROLOGICKÁ BILANCE MNOŽSTVÍ VODY. Český hydrometeorologický ústav [online]. 2010 [cit. 2012-11-14]. Dostupné z: <http://voda.chmi.cz/hr10/pdf/kap2.pdf>]

Na základě výpočtu výše zmíněných charakteristik jsme zkonstruovali teoretickou a empirickou křivku překročení pravděpodobnosti. Můžeme vidět, že průběh obou křivek se podobá. Největší odchylky spatřujeme při pravděpodobnosti 15-20 % a 60-80%.

Dále jsme také hodnotili vodnost daného toku a zjistili jsme, že většinu měsíce byl vodný až málo vodný. Mimořádné stavy se objevily pouze v případě šesti dnů z celého měsíce.