Klára ČÍŽKOVÁ (393876)

B-GK GEOG (FG), 2. Ročník

Brno, 13. listopadu 2012

**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 sestrojení 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:

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

*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 sestrojení teoretické křivky pravděpodobnosti je zapotřebí vypočítat charakteristiky, potřebné pro sestrojení Pearsonovy křivky III. typu, a to aritmetický průměr časové řady průtoků $\overbar{x}$, variační koeficient *Cv* a koeficient asymetrie *Cs*. Pro vypočítané charakteristiky je dále nutno ve Foster-Rybkinových tabulkách najít odpovídající odchylku pořadnic křivky *Φs,p*.

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

$$\overbar{x}= \frac{Σx\_{i}}{n}$$

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

*xi* – průtok v dni *i*

Variační koeficient *Cv* je možné vypočítat takto:

$$C\_{v}= \sqrt{\frac{Σ(k\_{i}-1)^{2}}{n}}$$

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

*ki* = $\frac{x\_{i}}{\overbar{x}}$ (*xi* – průtok v dni *i*; $\overbar{x}$ – průměrný průtok)

Koeficient asymetrie *Cs* bude vypočítán dle tohoto vztahu:

$$C\_{s}=\frac{Σ(k\_{i}-1)^{3}}{\left(n-1\right) . C\_{v}^{3}} $$

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

*ki* = $\frac{x\_{i}}{\overbar{x}}$ (*xi* – průtok v dni *i*; $\overbar{x}$ – průměrný průtok)

*Cv* – variační koeficient

S ohledem na vypočítané charakteristiky bude ve Foster – Rybkinových tabulkách nalezena hodnota *Φs,p* a následně bude vypočítán teoretický průtok *Qp*.

$Q\_{p}= \overbar{x} . (1+ C\_{v }. Φ\_{s, p})$

$\overbar{x}$ – průměrný průtok

*Cv* – variační koeficient

*Φs,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 [m3.s-1]** | **P** | **ki** | **(ki-1)2** | **(ki-1)3** | **Φs,p** | **Qp [m3.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

*ki* = $\frac{x\_{i}}{\overbar{x}}$ (*xi* – průtok v dni *i*; $\overbar{x}$ – průměrný průtok)

*Φs,p* – odchylka pořadnic křivky

*Qp* – teoretický průtok

Dle postupů nahoře byly vypočítány tyto charakteristiky:

Aritmetický průměr $\overbar{x} $časové řady: *270,8 m3 . s*-1

Variační koeficient *Cv* = *0,891*

Koeficient asymetrie *Cs* = *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 m3 . s-1, zatímco průměrný měsíční průtok za květen 2010 byl více, než 4x vyšší (270,8 m3 . s-1). Pro dosažení lepší shody by bylo pravděpodobně vhodné sestrojit 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>>
* *Wikipedie: Odra* [online]. 2012, cit. 12. listopadu 2012. Dostupný z www: <<http://cs.wikipedia.org/wiki/Odra>>