

Konstrukce čáry překročení

Zadání:

Vypočtete a zkonstruuje křivku překročení průměrných ročních průtoků Dunaje v Bratislavě (období 1901-1950).

Vypracování (podle O. Duba, 1957):

Nejdříve seřadíme průměrné roční průtoky Q_i v pořadí klesajících hodnot (tab. 5.6). Průměrný roční průtok \bar{Q} určíme obvyklým způsobem:

$$Q = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n Q_i = 1/50 \cdot 101\,331 = 2\,026,62 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}. \text{ Dále stanovíme hodnoty } k_i = \frac{Q_i}{\bar{Q}} \text{ a vypočteme výrazy } (k_i - 1), (k_i - 1)^2, (k_i - 1)^3 \text{ a jejich součty.}$$

Kontrolou správnosti je $\sum (k_i - 1) = 0$. Dále vypočteme variační koeficient

$$v = \sqrt{\frac{\sum (k_i - 1)^2}{n-1}} = \sqrt{\frac{1,444\,6}{49}} = 0,172 \text{ a koeficient asymetrie } \alpha = \frac{\sum (k_i - 1)^3}{(n-1) \cdot v^3} =$$

$$= \frac{0,023\,1}{49 \cdot 0,172^3} = 0,10. \text{ Protože u převážné většiny našich řek je dosažena}$$

dobrá shoda teoretického a empirického rozdělení při $\alpha = 2v$, byl tento vztah dále použit. Tedy $\alpha = 2 \cdot 0,172 = 0,344$.

Podkladové materiály pro zpracování cvičení č. 5.2:

Průměrné průtoky ($\text{m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$) Vltavy v Praze (podle J. Novotného, 1963)

Rok	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Rok
1825	110	110	137	229	101	137	60	60	76	85	110	88	108
1826	76	117	109	76	284	204	109	66	66	66	66	81	110
1827	79	55	583	179	86	307	60	60	72	68	114	179	154
1828	306	201	500	332	96	77	73	77	190	111	77	132	181
1829	80	80	147	511	283	483	93	71	184	108	80	61	181
1830	55	148	506	282	111	81	77	62	77	71	67	49	132
1831	59	120	304	120	77	83	77	111	138	73	104	164	119
1832	172	95	90	78	74	70	59	70	59	59	78	103	84
1833	72	136	86	162	86	66	94	109	136	94	86	300	119
1834	438	116	109	109	76	50	53	53	46	50	50	50	100
1835	73	82	102	102	108	62	52	52	58	69	77	52	74
1836	40	72	265	114	63	72	37	32	41	37	49	124	79
1837	62	141	104	112	584	123	77	77	97	68	129	186	147
1838	70	74	631	192	92	126	64	64	64	64	74	64	132
1839	63	237	165	200	332	190	120	104	83	63	63	104	143
1840	252	152	89	152	84	73	77	84	77	89	121	73	110
1841	101	77	357	138	143	130	169	143	93	82	63	81	132
1842	48	46	255	194	75	51	38	35	40	46	53	51	78
1843	99	170	110	99	99	179	342	121	65	110	83	107	132
1844	67	88	271	361	213	185	190	153	201	161	136	86	176
1845	69	69	232	511	237	167	72	73	61	64	56	72	140
1846	167	336	203	181	99	65	65	84	67	70	59	86	122
1847	63	227	154	282	282	91	158	112	96	192	129	82	155
1848	73	199	158	97	72	61	150	69	62	68	84	84	98
1849	144	144	108	207	207	105	67	78	73	89	65	108	116
1850	83	465	147	180	135	180	110	78	62	107	139	107	147
1851	90	83	224	250	144	107	90	90	59	112	264	201	143
1852	196	345	143	175	117	99	66	96	75	57	52	54	122
1853	58	50	77	383	185	417	132	58	51	55	51	42	135
1854	62	217	165	120	114	120	173	142	80	87	80	229	132
1855	152	99	560	239	191	140	85	214	129	129	91	72	176
1856	129	328	119	86	78	129	94	67	67	60	61	113	110
1857	91	99	186	157	104	82	61	94	89	78	61	73	98
1858	50	42	85	113	75	67	77	243	85	75	73	90	90
1859	80	126	172	187	241	100	53	64	80	72	78	69	110
1860	176	91	190	386	207	125	132	161	93	111	91	84	154
1861	120	152	244	114	191	195	101	75	70	66	68	64	113
1862	89	365	133	96	76	90	74	102	76	86	67	62	108
1863	111	111	139	128	107	104	61	55	58	62	61	62	88
1864	62	104	121	117	83	75	93	73	87	84	79	57	86
1865	54	46	61	414	63	51	44	76	50	46	54	43	84
1866	61	102	102	94	79	80	83	102	83	85	66	97	86
1867	245	356	228	379	308	190	77	63	60	77	76	143	182

Pokračování

Rok	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Rok
1868	119	242	310	223	144	75	65	48	46	52	63	126	125
1869	80	172	130	139	79	69	95	69	57	64	110	201	105
1870	123	74	165	311	101	73	63	97	79	81	96	100	114
1871	63	332	211	131	102	91	87	68	58	65	60	54	109
1872	54	80	132	95	186	94	66	61	59	61	65	72	86
1873	71	73	202	79	101	123	75	53	54	58	50	53	83
1874	53	73	154	96	201	81	56	56	45	42	40	43	75
1875	98	66	144	119	71	66	89	61	48	78	112	222	98
1876	131	565	551	184	120	109	70	34	85	78	72	73	170
1877	99	431	230	179	85	58	58	48	47	51	44	52	113
1878	99	111	296	148	136	56	47	60	83	105	112	79	111
1879	174	225	250	259	226	176	116	72	62	73	75	60	147
1880	179	131	230	113	354	215	101	229	99	133	143	363	191
1881	131	122	414	186	275	202	100	67	119	113	109	75	160
1882	70	71	103	75	78	72	67	175	142	202	300	433	150
1883	398	162	139	165	87	190	119	80	59	77	59	90	135
1884	105	127	92	96	77	154	117	98	88	129	115	196	116
1885	81	176	237	117	77	37	74	31	40	77	69	168	98
1886	106	62	392	315	96	323	203	77	61	64	46	105	155
1887	62	54	249	192	254	94	39	46	44	47	67	52	100
1888	95	76	472	409	125	82	89	217	415	214	109	72	198
1889	39	151	329	393	200	103	57	43	57	168	71	53	138
1890	192	96	162	138	234	122	149	311	302	166	196	162	186
1891	61	79	370	213	115	100	125	86	64	56	57	61	116
1892	155	318	251	185	175	177	78	41	165	138	90	56	151
1893	36	406	315	106	88	61	45	40	35	46	50	41	104
1894	27	89	172	95	192	155	58	117	103	451	161	72	141
1895	60	57	525	444	401	274	83	92	52	63	76	137	189
1896	88	113	429	259	691	251	159	155	167	107	66	53	212
1897	57	314	337	148	467	145	122	485	270	131	68	92	220
1898	70	209	203	208	190	67	54	32	33	72	49	48	103
1899	105	117	61	100	367	97	102	68	314	120	61	43	129
1900	266	412	455	713	161	118	85	36	34	38	56	90	203
1901	39	51	404	289	110	71	106	100	58	93	54	100	124
1902	186	111	136	169	135	130	57	55	54	57	34	121	104
1903	174	139	94	108	62	42	61	67	54	87	136	174	100
1904	88	203	193	192	114	74	26	15	33	53	75	80	95
1905	43	143	279	229	191	66	37	74	60	110	159	138	127
1906	126	97	464	190	113	164	185	67	225	197	98	90	169
1907	167	132	291	320	216	73	167	68	68	66	45	117	144
1908	82	164	160	189	134	67	29	32	60	42	33	31	85
1909	37	205	254	202	125	86	357	94	77	109	64	185	150
1910	221	180	148	132	329	138	174	94	142	192	292	335	214
1911	178	233	248	164	180	80	36	21	33	46	38	52	108
1912	84	127	183	119	94	111	127	224	239	162	158	156	149

Pokračování

Rok	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Rok
1913	131	156	137	121	84	93	130	121	125	92	88	217	124
1914	74	143	400	139	127	117	210	129	97	119	87	85	144
1915	306	190	478	315	184	61	96	104	132	549	204	331	247
1916	363	265	288	143	92	182	208	101	113	106	87	95	170
1917	302	105	235	624	205	69	48	45	43	63	53	39	152
1918	115	98	80	69	47	25	130	44	51	66	48	106	73
1919	162	121	290	356	153	77	162	57	50	65	189	257	162
1920	673	290	175	169	183	124	84	85	137	78	52	60	176
1921	177	200	120	101	93	71	44	35	38	52	52	50	85
1922	128	135	210	348	107	48	58	95	117	339	160	307	171
1923	203	493	291	280	165	155	65	37	45	122	97	146	173
1924	124	113	331	305	294	251	80	86	119	74	130	63	164
1925	56	102	120	153	162	50	85	326	197	144	139	145	140
1926	256	330	325	126	96	622	596	268	93	143	111	116	257
1927	286	107	169	392	164	86	81	65	83	81	77	49	137
1928	98	183	88	224	184	126	44	34	51	64	69	66	102
1929	61	39	264	248	156	106	76	72	44	51	56	65	103
1930	75	48	90	135	187	87	37	56	49	121	232	153	106
1931	174	137	283	224	137	65	79	113	190	161	155	140	155
1932	273	87	77	126	113	304	208	122	68	86	83	67	135
1933	47	211	168	95	71	74	77	61	48	57	53	32	82
1934	66	67	191	135	49	33	36	28	55	55	48	60	69
1935	58	182	185	274	194	135	38	23	31	86	96	89	115
1936	138	149	124	96	176	283	160	111	71	112	129	92	142
1937	77	292	326	222	136	68	97	69	135	135	81	82	142
1938	252	186	183	127	138	143	80	149	271	106	117	79	152
1939	200	170	244	251	226	330	184	154	191	274	292	474	250
1940	123	109	775	375	205	269	180	153	279	168	328	109	256
1941	165	425	848	903	407	279	189	168	161	287	291	190	358
1942	116	94	424	425	203	113	98	74	66	85	72	87	155
1943	55	91	73	139	50	80	61	32	40	50	41	47	63
1944	103	156	148	622	204	203	259	148	75	111	161	172	196
1945	70	392	281	163	182	137	75	64	53	122	99	108	144
1946	127	413	298	120	67	75	138	81	93	97	89	88	139
1947	89	69	634	295	64	46	49	21	21	27	51	143	126
1948	398	534	245	112	63	57	140	112	68	66	56	35	156
1949	50	61	116	120	251	225	109	106	83	57	54	76	109
1950	87	162	118	87	78	27	27	25	36	54	123	87	75
1951	122	158	202	109	209	91	51	48	41	53	42	49	98
1952	58	68	261	284	106	91	41	27	56	92	134	147	114
1953	118	299	185	113	70	104	113	58	38	53	33	26	100
1954	34	25	71	78	103	58	478	96	81	121	61	111	111
1955	213	167	203	392	150	93	262	249	164	110	75	116	184
1956	136	110	282	187	182	139	83	91	86	116	222	190	153
1957	166	251	259	214	90	63	165	164	140	154	118	94	155

Tab. 5.5. Označení extremity jevu podle procent pravděpodobnosti překročení

Pravděpodobnost	Jev je	Symbol
0 - 10	extrémně nadnormální	EN
11 - 20	velmi silně nadnormální	VN
21 - 33	silně nadnormální	SN
34 - 45	nadnormální	N
46 - 55	normální	O
56 - 67	podnormální	P
68 - 80	silně podnormální	SP
81 - 90	velmi silně podnormální	VP
91 - 100	extrémně podnormální	EP

Příloha III. Odchylky pořadnic Pearsonovy křivky III. typu od průměru při $v = 1$ (podle S.I. Rybkina)

α	Pravděpodobnost překročení (%)																			
	0,01	0,1	1	3	5	10	20	25	30	40	50	60	70	75	80	90	95	97	99	99,9
0,0	3,72	3,05	2,33	1,88	1,64	1,28	0,84	0,67	0,52	0,25	0,00	-0,25	-0,52	-0,76	-0,84	-1,28	-1,64	-1,88	-2,33	-3,09
0,1	3,94	3,23	2,40	1,92	1,67	1,29	0,84	0,66	0,51	0,24	-0,02	-0,27	-0,53	-0,68	-0,85	-1,27	-1,61	-1,84	-2,25	-2,95
0,2	4,16	3,35	2,47	1,96	1,70	1,30	0,83	0,65	0,50	0,22	-0,03	-0,28	-0,55	-0,69	-0,85	-1,26	-1,58	-1,79	-2,18	-2,81
0,3	4,38	3,52	2,54	2,00	1,72	1,31	0,82	0,64	0,48	0,20	-0,05	-0,30	-0,56	-0,70	-0,85	-1,24	-1,55	-1,75	-2,10	-2,61
0,4	4,61	3,65	2,61	2,04	1,75	1,32	0,82	0,63	0,47	0,19	-0,07	-0,31	-0,57	-0,71	-0,85	-1,23	-1,52	-1,70	-2,03	-2,54
0,5	4,83	3,81	2,63	2,08	1,77	1,32	0,81	0,62	0,46	0,18	-0,08	-0,33	-0,58	-0,71	-0,85	-1,22	-1,49	-1,66	-1,96	-2,40
0,6	5,05	3,96	2,75	2,12	1,80	1,33	0,80	0,61	0,44	0,16	-0,10	-0,34	-0,59	-0,72	-0,85	-1,20	-1,45	-1,61	-1,88	-2,27
0,7	5,29	4,10	2,82	2,15	1,82	1,33	0,78	0,59	0,43	0,14	-0,12	-0,36	-0,60	-0,72	-0,85	-1,18	-1,42	-1,57	-1,81	-2,14
0,8	5,50	4,24	2,89	2,18	1,84	1,34	0,77	0,57	0,41	0,12	-0,13	-0,37	-0,60	-0,73	-0,86	-1,17	-1,38	-1,52	-1,74	-2,02
0,9	5,72	4,38	2,95	2,22	1,86	1,34	0,77	0,57	0,40	0,11	-0,15	-0,38	-0,61	-0,73	-0,85	-1,15	-1,35	-1,47	-1,66	-1,90
1,0	5,95	4,53	3,02	2,25	1,88	1,34	0,75	0,55	0,38	0,09	-0,16	-0,39	-0,62	-0,73	-0,85	-1,13	-1,32	-1,42	-1,59	-1,79
1,1	6,18	4,67	3,09	2,28	1,89	1,34	0,74	0,54	0,36	0,07	-0,18	-0,41	-0,62	-0,74	-0,85	-1,10	-1,28	-1,38	-1,52	-1,68
1,2	6,41	4,81	3,15	2,31	1,91	1,34	0,73	0,52	0,35	0,05	-0,19	-0,42	-0,63	-0,74	-0,84	-1,08	-1,24	-1,33	-1,45	-1,58
1,3	6,64	4,95	3,21	2,34	1,92	1,34	0,71	0,51	0,33	0,04	-0,21	-0,43	-0,63	-0,74	-0,84	-1,06	-1,20	-1,28	-1,38	-1,48
1,4	6,87	5,09	3,27	2,37	1,93	1,34	0,71	0,49	0,31	0,02	-0,22	-0,44	-0,64	-0,73	-0,83	-1,04	-1,17	-1,23	-1,32	-1,39
1,5	7,09	5,23	3,33	2,39	1,95	1,33	0,70	0,47	0,30	0,00	-0,24	-0,45	-0,64	-0,73	-0,82	-1,02	-1,13	-1,19	-1,26	-1,31
1,6	7,31	5,37	3,39	2,42	1,96	1,33	0,69	0,45	0,28	-0,02	-0,25	-0,46	-0,64	-0,73	-0,81	-0,99	-1,10	-1,14	-1,20	-1,24
1,7	7,51	5,50	3,44	2,44	1,97	1,32	0,66	0,44	0,26	-0,03	-0,27	-0,47	-0,64	-0,72	-0,81	-0,97	-1,06	-1,10	-1,14	-1,17
1,8	7,70	5,64	3,50	2,46	1,99	1,32	0,64	0,42	0,24	-0,05	-0,28	-0,48	-0,64	-0,72	-0,80	-0,94	-1,02	-1,06	-1,09	-1,11
1,9	7,89	5,77	3,55	2,49	1,99	1,31	0,63	0,40	0,22	-0,07	-0,29	-0,48	-0,64	-0,72	-0,79	-0,92	-0,98	-1,01	-1,04	-1,05
2,0	8,21	5,91	3,59	2,51	2,00	1,30	0,61	0,39	0,20	-0,08	-0,31	-0,49	-0,64	-0,71	-0,78	-0,90	-0,95	-0,97	-0,99	-1,00
2,1	-	6,05	3,65	2,53	2,00	1,29	0,60	0,38	0,19	-0,10	-0,32	-0,49	-0,64	-0,70	-0,76	-0,88	-0,93	-0,93	-0,94	-0,95
2,2	-	6,20	3,70	2,55	2,01	1,28	0,58	0,37	0,17	-0,11	-0,33	-0,49	-0,63	-0,69	-0,75	-0,85	-0,90	-0,90	-0,90	-0,91
2,3	-	6,34	3,75	2,55	2,01	1,27	0,56	0,35	0,15	-0,12	-0,34	-0,49	-0,62	-0,68	-0,73	-0,82	-0,86	-0,86	-0,87	-0,87
2,4	-	6,47	3,79	2,57	2,01	1,25	0,54	0,33	0,13	-0,14	-0,35	-0,50	-0,62	-0,66	-0,71	-0,79	-0,82	-0,82	-0,83	-0,83
2,5	-	6,60	3,83	2,58	2,01	1,24	0,53	0,32	0,12	-0,15	-0,36	-0,50	-0,61	-0,65	-0,70	-0,77	-0,79	-0,79	-0,80	-0,80

Příloha III - pokračování

α	Praviděpodobnost překročení (%)																		
	0,1	1	3	5	10	20	25	30	40	50	60	70	75	80	90	95	97	99	99,9
-0,0	3,09	2,33	1,68	1,51	1,28	0,84	0,67	0,52	0,25	0,00	-0,25	-0,52	-0,67	-0,84	-1,28	-1,64	-1,88	-2,33	-3,09
-0,1	2,95	2,25	1,61	1,44	1,27	0,85	0,68	0,53	0,27	0,02	-0,24	-0,51	-0,66	-0,84	-1,29	-1,67	-1,92	-2,40	-3,23
-0,2	2,81	2,13	1,53	1,36	1,26	0,85	0,69	0,55	0,28	0,03	-0,22	-0,50	-0,65	-0,83	-1,30	-1,70	-1,96	-2,47	-3,38
-0,3	2,67	2,10	1,75	1,58	1,24	0,85	0,70	0,55	0,30	0,05	-0,20	-0,48	-0,64	-0,82	-1,31	-1,72	-2,00	-2,54	-3,52
-0,4	2,54	2,03	1,70	1,52	1,23	0,85	0,71	0,57	0,31	0,07	-0,19	-0,47	-0,63	-0,82	-1,32	-1,75	-2,04	-2,61	-3,66
-0,5	2,40	1,95	1,66	1,48	1,22	0,85	0,71	0,58	0,33	0,09	-0,17	-0,46	-0,62	-0,81	-1,32	-1,77	-2,08	-2,68	-3,81
-0,6	2,27	1,88	1,61	1,43	1,20	0,85	0,72	0,59	0,34	0,10	-0,16	-0,44	-0,61	-0,80	-1,33	-1,80	-2,12	-2,75	-3,96
-0,7	2,14	1,81	1,57	1,39	1,18	0,85	0,72	0,60	0,36	0,12	-0,14	-0,43	-0,59	-0,79	-1,33	-1,82	-2,15	-2,82	-4,10
-0,8	2,02	1,71	1,52	1,34	1,17	0,85	0,73	0,60	0,37	0,13	-0,12	-0,41	-0,58	-0,78	-1,34	-1,84	-2,18	-2,89	-4,24
-0,9	1,90	1,65	1,47	1,30	1,15	0,85	0,73	0,61	0,38	0,15	-0,11	-0,40	-0,57	-0,77	-1,34	-1,86	-2,22	-2,96	-4,38
-1,0	1,79	1,59	1,42	1,24	1,13	0,85	0,73	0,62	0,39	0,16	-0,09	-0,38	-0,55	-0,76	-1,34	-1,88	-2,25	-3,02	-4,53
-1,1	1,68	1,52	1,35	1,20	1,10	0,85	0,74	0,62	0,41	0,18	-0,07	-0,36	-0,54	-0,74	-1,34	-1,89	-2,28	-3,09	-4,67
-1,2	1,58	1,45	1,33	1,24	1,08	0,84	0,74	0,63	0,42	0,19	-0,05	-0,35	-0,52	-0,73	-1,34	-1,91	-2,31	-3,15	-4,81
-1,3	1,48	1,38	1,28	1,20	1,05	0,81	0,74	0,63	0,43	0,21	-0,01	-0,33	-0,51	-0,72	-1,34	-1,92	-2,34	-3,21	-4,95
-1,4	1,39	1,32	1,23	1,17	1,01	0,83	0,73	0,64	0,44	0,23	-0,02	-0,31	-0,49	-0,71	-1,34	-1,92	-2,37	-3,27	-5,09
-1,5	1,31	1,25	1,16	1,13	1,02	0,82	0,73	0,64	0,45	0,24	0,00	-0,30	-0,47	-0,69	-1,33	-1,95	-2,39	-3,33	-5,23
-1,6	1,24	1,20	1,14	1,10	0,99	0,81	0,72	0,64	0,46	0,25	0,02	-0,28	-0,46	-0,68	-1,33	-1,96	-2,42	-3,39	-5,37
-1,7	1,17	1,14	1,10	1,05	0,97	0,81	0,72	0,64	0,47	0,27	0,03	-0,26	-0,44	-0,66	-1,32	-1,97	-2,44	-3,44	-5,50
-1,8	1,11	1,08	1,05	1,01	0,93	0,80	0,72	0,64	0,48	0,28	0,05	-0,24	-0,42	-0,64	-1,32	-1,98	-2,46	-3,50	-5,64
-1,9	1,05	1,01	1,01	0,99	0,92	0,79	0,72	0,61	0,49	0,29	0,07	-0,22	-0,40	-0,63	-1,31	-1,99	-2,49	-3,55	-5,77
-2,0	1,00	0,99	0,95	0,95	0,91	0,78	0,71	0,64	0,49	0,31	0,08	-0,20	-0,39	-0,61	-1,30	-2,00	-2,51	-3,60	-5,91