

úvod

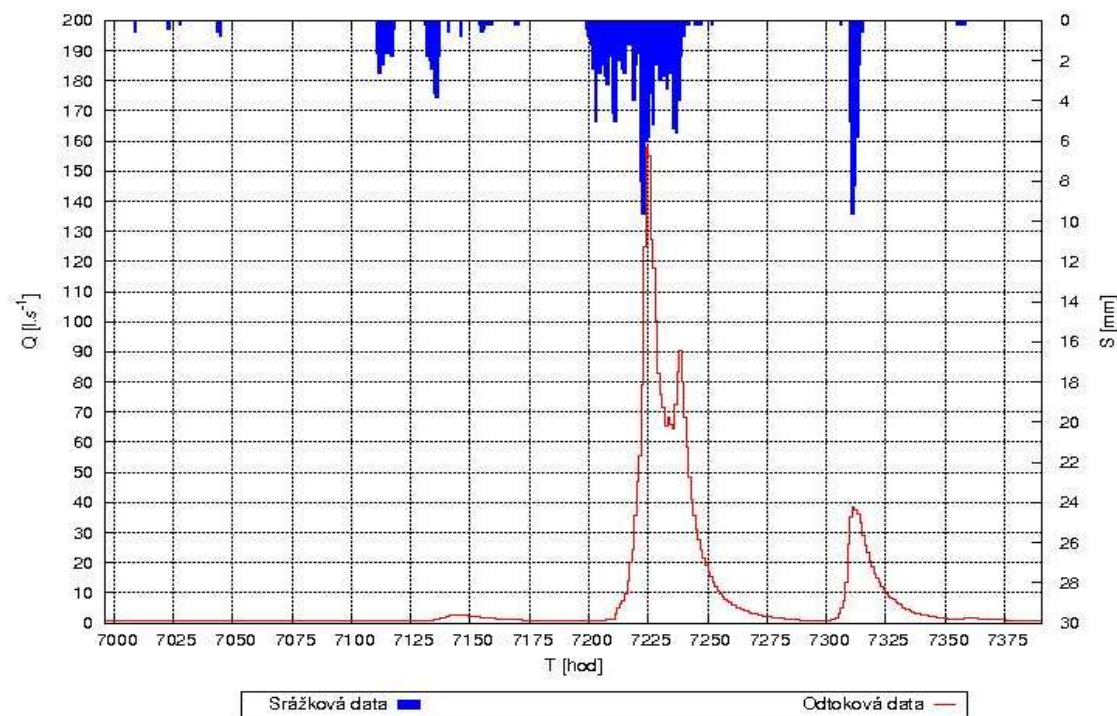
data

zpracování

vyhodnocení

závislosti

Zpracování hydrologických dat



úvod

data

zpracování

vyhodnocení

závislosti

Obsah

- Co jsou to hydrologická data?
- Popisná statistika
 - charakteristiky polohy
 - charakteristiky rozptylu
 - charakteristiky šikmosti
- Náhodné veličiny
- Distribuční funkce
- Závislosti sledovaných prvků

úvod

data

zpracování

vyhodnocení

závislosti

Co jsou to hydrologická data?

Výsledek pozorování —► časová řada

Hydrologické pozorování je měření vybrané veličiny v časových krocích:

- na zvoleném místě (bodě)
- na stanovené ploše

Hydrologická řada

úvod

data

zpracování

vyhodnocení

závislosti

Co jsou to hydrologická data?



úvod

data

zpracování

vyhodnocení

závislosti

Co jsou to hydrologická data?

"OBSAH ZμZNAMU"

"DATUM","-AS","RELATIVNÖ -AS","STAV","T1[řC]","H1[m]","SR1[mm]","NAP[V]"

"16.09.1998","07:24:00",	1183624,"JOB",	""	0.221,	227.4,	""
"16.09.1998","07:26:00",	1183744,"JOB",	""	0.223,	227.4,	""
"16.09.1998","07:28:00",	1183864,"JOB",	""	0.221,	227.4,	""
"16.09.1998","07:30:00",	1183984,"JOB",	""	0.221,	227.6,	""
"16.09.1998","07:32:00",	1184104,"JOB",	""	0.224,	227.6,	""
"16.09.1998","07:34:00",	1184224,"JOB",	""	0.222,	227.6,	""
"16.09.1998","07:36:00",	1184344,"JOB",	""	0.221,	227.6,	""
"16.09.1998","07:38:00",	1184464,"JOB",	""	0.222,	227.8,	""
"16.09.1998","07:40:00",	1184584,"JOB",	""	0.222,	227.8,	""
"16.09.1998","07:42:00",	1184704,"JOB",	""	0.221,	227.8,	""
"16.09.1998","07:44:00",	1184824,"JOB",	""	0.221,	227.8,	""
"16.09.1998","07:46:00",	1184944,"JOB",	""	0.222,	227.8,	""
"16.09.1998","07:48:00",	1185064,"JOB",	""	0.221,	227.8,	""
"16.09.1998","07:50:00",	1185184,"JOB",	""	0.222,	227.8,	""
"16.09.1998","07:52:00",	1185304,"JOB",	""	0.221,	227.8,	""
"16.09.1998","07:54:00",	1185424,"JOB",	""	0.221,	227.8,	""
"16.09.1998","07:56:00",	1185544,"JOB",	""	0.222,	228.0,	""
"16.09.1998","07:58:00",	1185664,"JOB",	""	0.221,	228.0,	""
"16.09.1998","08:00:00",	1185784,"JOB",	6.2,	0.226,	228.2,	9.1
"16.09.1998","08:02:00",	1185904,"JOB",	""	0.222,	228.2,	""
"16.09.1998","08:04:00",	1186024,"JOB",	""	0.222,	228.2,	""
"16.09.1998","08:06:00",	1186144,"JOB",	""	0.222,	228.4,	""
"16.09.1998","08:08:00",	1186264,"JOB",	""	0.222,	228.4,	""
"16.09.1998","08:10:00",	1186384,"JOB",	""	0.221,	228.4,	""
"16.09.1998","08:12:00",	1186504,"JOB",	""	0.222,	228.4,	""
"16.09.1998","08:14:00",	1186624,"JOB",	""	0.223,	228.6,	""
"16.09.1998","08:16:00",	1186744,"JOB",	""	0.222,	228.6,	""
"16.09.1998","08:18:00",	1186864,"JOB",	""	0.221,	228.6,	""
"16.09.1998","08:20:00",	1186984,"JOB",	""	0.223,	228.6,	""

Co jsou to hydrologická data?

Modrava 1 1998

referenční čas: 4985-7525

kontrola: data bez zavad

24 hours data

0:00 = 24:00 poslední hodina daného dne

date	time	ref. time	T (°C)	actual H (mm)	actual Q (l/s)	Q (l/s) aver	O (mm)	S cum (mm)	S (mm)
28.7.98	0:00	5016	12.8	0.026	0.160557	0.1958	0.1692	9.4	4.8
29.7.98	0:00	5040	10.5	0.0255	0.153173	0.1725	0.1491	14.2	4.8
30.7.98	0:00	5064	13.4	0.025	0.145996	0.1821	0.1574	23.4	9.2
31.7.98	0:00	5088	11.3	0.024	0.132258	0.1475	0.1274	24.4	1.0
1.8.98	0:00	5112	13.5	0.041	0.487789	0.1526	0.1319	40.8	16.4
2.8.98	0:00	5136	16.6	0.031	0.246241	0.5369	0.4639	44.6	3.8
3.8.98	0:00	5160	14.6	0.024	0.132258	0.1688	0.1458	45.6	1.0
4.8.98	0:00	5184	14.6	0.0235	0.125692	0.1361	0.1176	46.2	0.6
5.8.98	0:00	5208	12.8	0.024	0.132258	0.1235	0.1067	47.2	1.0
6.8.98	0:00	5232	11.7	0.0235	0.125692	0.1185	0.1024	47.2	0.0
7.8.98	0:00	5256	14.5	0.023	0.119326	0.1227	0.1060	47.2	0.0
8.8.98	0:00	5280	17.3	0.0225	0.113157	0.1181	0.1020	47.2	0.0
9.8.98	0:00	5304	18.3	0.022	0.107184	0.1133	0.0979	47.2	0.0
10.8.98	0:00	5328	16.1	0.021	0.095815	0.1106	0.0956	47.2	0.0
11.8.98	0:00	5352	18.6	0.021	0.095815	0.1059	0.0915	47.2	0.0
12.8.98	0:00	5376	20.6	0.025	0.145996	0.1129	0.0975	49.4	2.2
13.8.98	0:00	5400	15.2	0.026	0.160557	0.1720	0.1486	52.4	3.0
14.8.98	0:00	5424	11.0	0.027	0.175956	0.1742	0.1506	52.6	0.2
15.8.98	0:00	5448	14.2	0.026	0.160557	0.1738	0.1502	52.6	0.0
16.8.98	0:00	5472	16.7	0.0305	0.236675	0.2010	0.1737	52.6	0.0
17.8.98	0:00	5496	16.8	0.031	0.246241	0.2601	0.2247	52.6	0.0
18.8.98	0:00	5520	17.0	0.031	0.246241	0.2716	0.2347	52.6	0.0
19.8.98	0:00	5544	14.1	0.032	0.266058	0.2594	0.2241	52.6	0.0
20.8.98	0:00	5568	14.5	0.031	0.246241	0.2697	0.2331	52.6	0.0
21.8.98	0:00	5592	12.1	0.037	0.379334	0.3093	0.2672	67.8	15.2
22.8.98	0:00	5616	8.5	0.041	0.487789	0.4429	0.3827	75.6	7.8
23.8.98	0:00	5640	6.8	0.033	0.286803	0.3499	0.3023	77.8	2.2
24.8.98	0:00	5664	8.6	0.061	1.296471	0.3412	0.2948	104.8	27.0
25.8.98	0:00	5688	6.4	0.03	0.227336	0.9690	0.8372	107.2	2.4

úvod

data

zpracování

vyhodnocení

závislosti

úvod

data

zpracování

vyhodnocení

závislosti

Statistické pojmy

Pravděpodobnost:

$$p(A) = \lim_{N \rightarrow \infty} \frac{N(A)}{N} \quad (1)$$

Kde:

A ... je hodnota pozorování vybrané náhodné veličiny

$p(A)$... pravděpodobnost výskytu A

$N(A)$... počet výskytu daného pozorování

N ... celkový počet pozorování dané veličiny

Náhodné veličiny:

- ① diskrétní: počet bezdeštných dní, ...
 - ② spojité: denní srážkový úhrn, kulminační průtok v dané UP, ...
- hustota pravděpodobnosti
 - distribuční funkce
 - ...

úvod

data

zpracování

vyhodnocení

závislosti

Statistické pojmy – charakteristiky polohy

Modus: hodnota veličiny s největší četností $\hat{x}$

Medián: hodnota v 50 % dosažená a v 50 % nedosažená

$$\tilde{x} = x_{k+1} \quad \text{pro} \quad n = 2 \cdot k + 1 \quad (2)$$

$$\tilde{x} = \frac{x_{k+1} + x_k}{2} \quad \text{pro} \quad n = 2 \cdot k$$

Aritmetický průměr: odhad střední hodnoty, převedení empirické distribuční funkce na rovnoplochy odbélník s jednotkovou stranou

$$\bar{x} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i \quad (3)$$

úvod

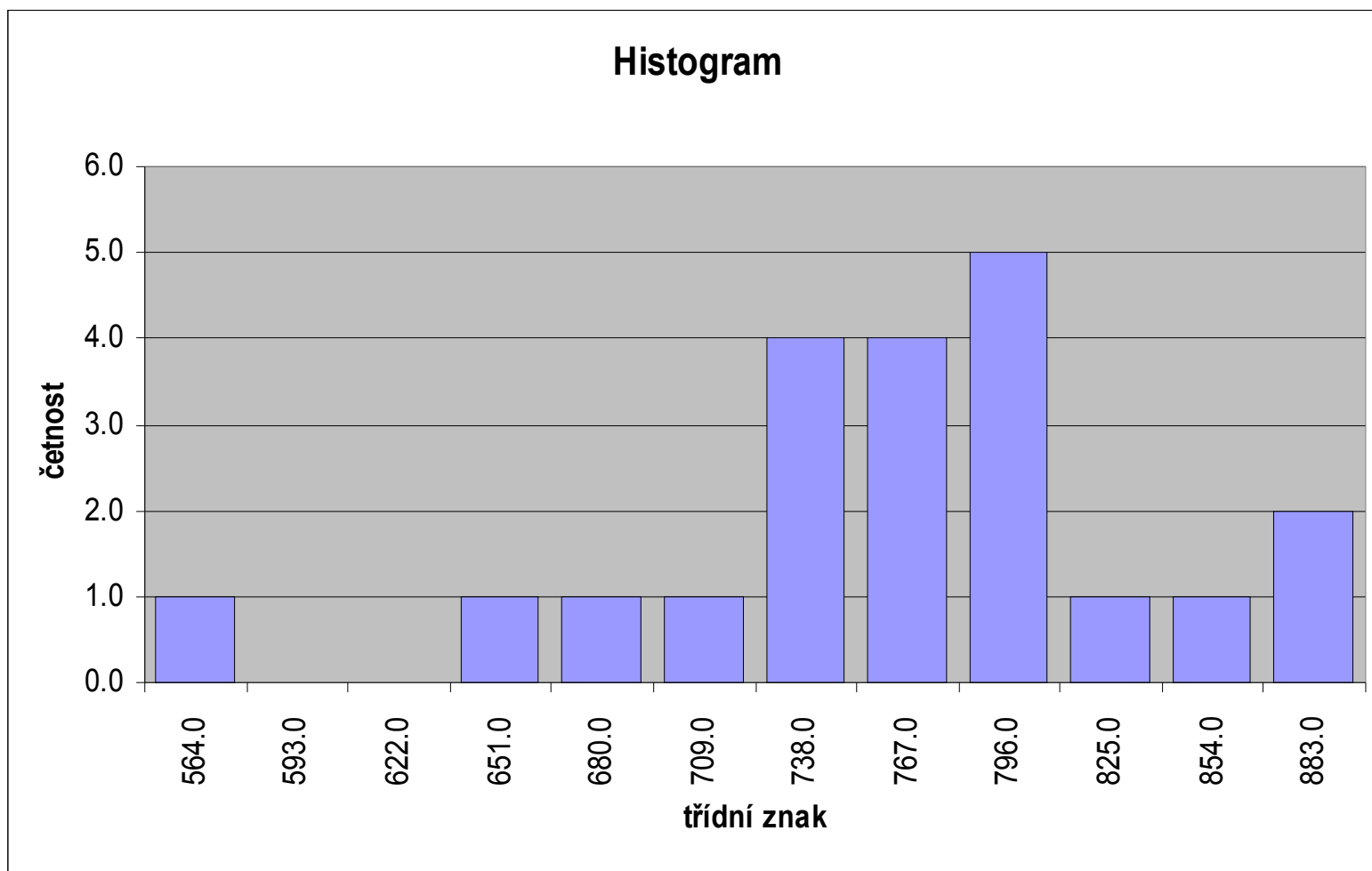
data

zpracování

vyhodnocení

závislosti

Statistické pojmy – charakteristiky polohy



úvod

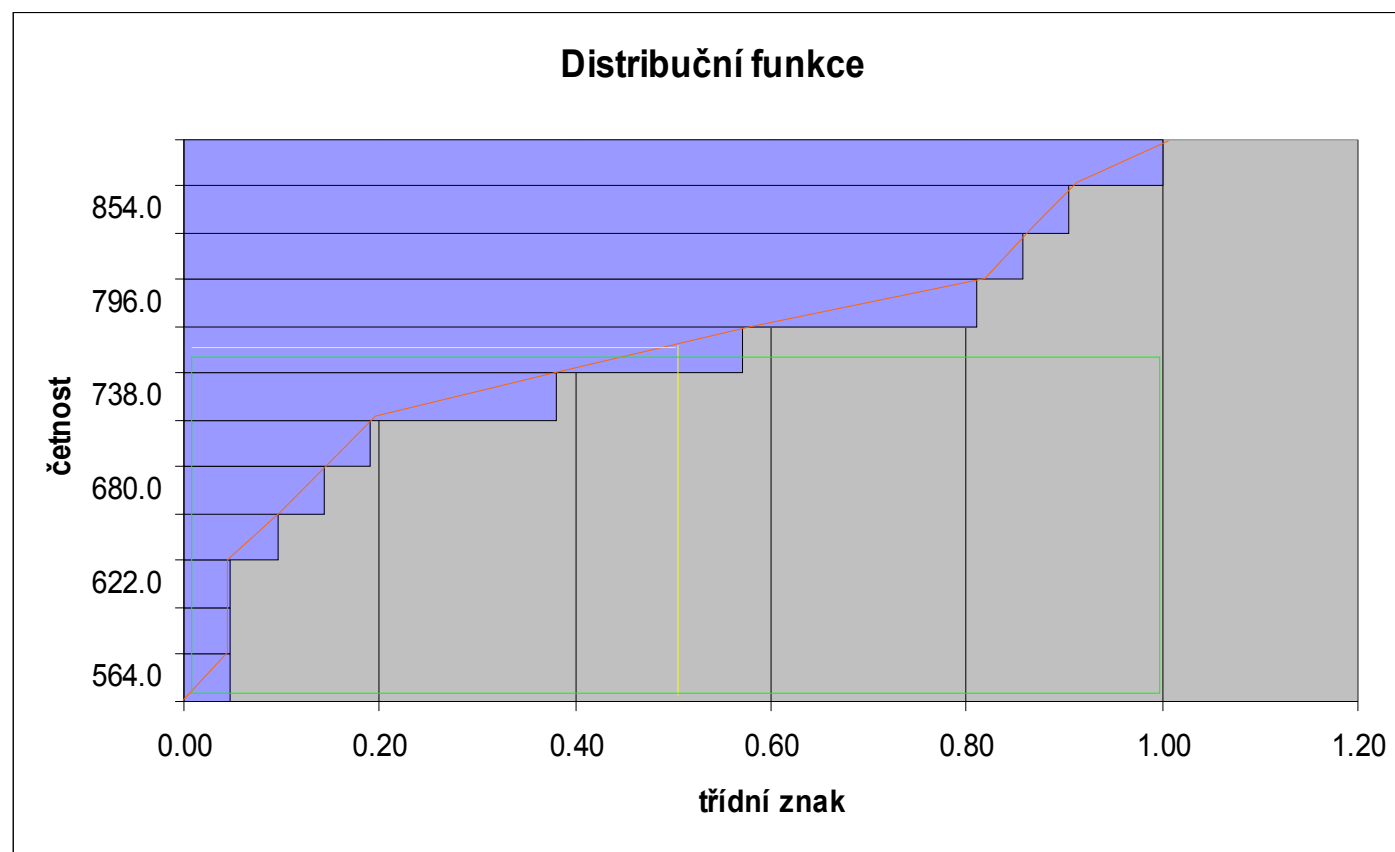
data

zpracování

vyhodnocení

závislosti

Statistické pojmy – charakteristiky polohy



úvod

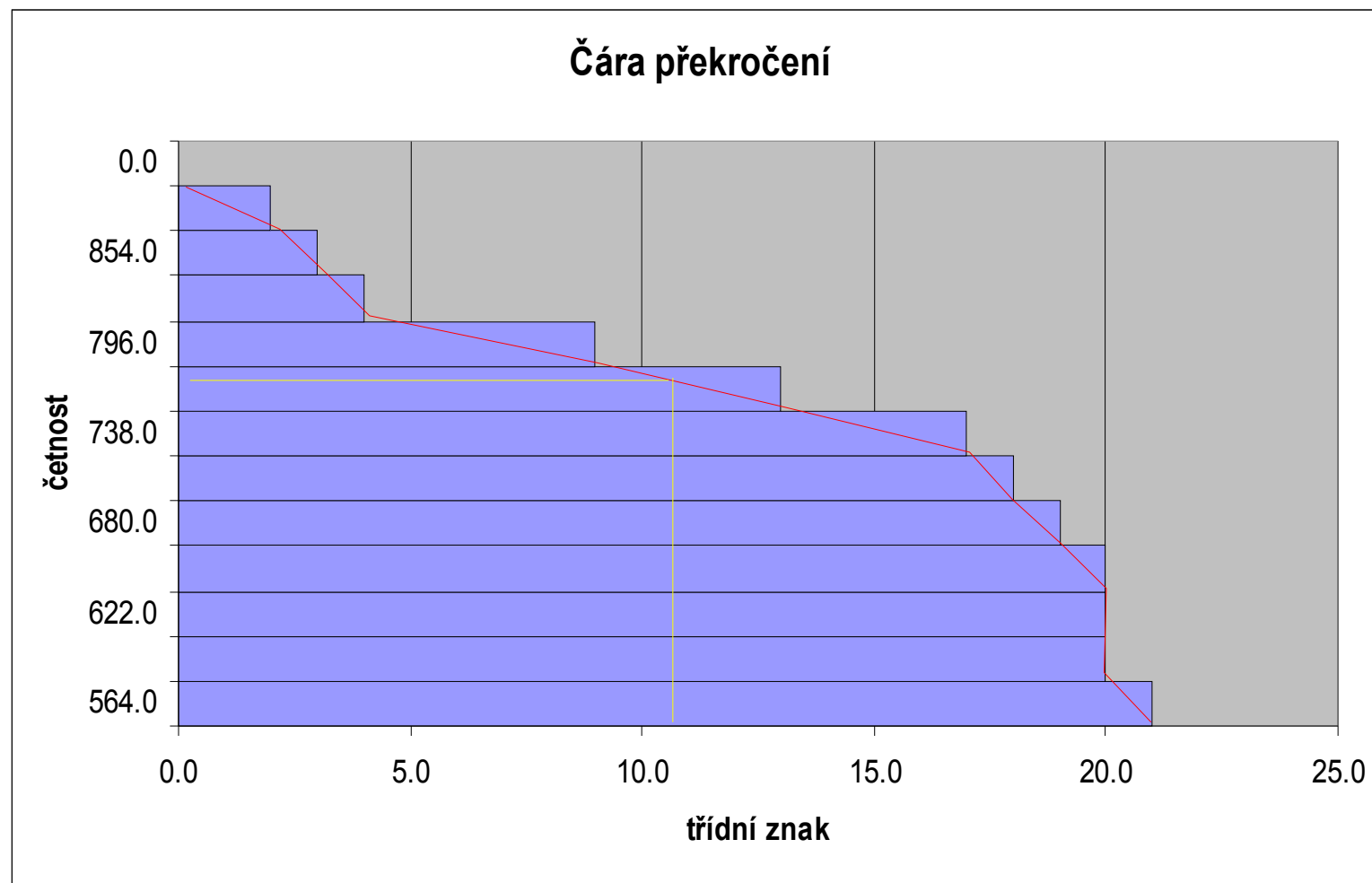
data

zpracování

vyhodnocení

závislosti

Statistické pojmy – charakteristiky polohy



úvod

data

zpracování

vyhodnocení

závislosti

Statistické pojmy – charakteristiky polohy

H	s
7	4 6
7	8 9
7	6 7
7	7 8
8	0 0
7	5 6
7	6 7
8	9 7
8	7 5
8	5 4
8	1 0
8	0 0
8	3 2
7	8 9
7	4 6
7	2 4
7	3 5
7	0 2
6	7 0
6	3 8
5	5 1

modus 796

medián 767

arit. průměr 763

úvod

data

zpracování

vyhodnocení

závislosti

Statistické pojmy – charakteristiky rozptylu

Variační rozpětí:

$$A = x_{max} - x_{min} \quad (4)$$

Průměrná odchylka od průměru:

$$d_a = \frac{1}{n} \cdot \sum_{i=1}^n |x_i - \bar{x}| \quad (5)$$

Směrodatná odchylka:

$$s_n = \sqrt{\frac{1}{n} \cdot \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2} \quad \text{nebo} \quad s_n = \sqrt{\frac{1}{n-1} \cdot \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2} \quad (6)$$

Koeficient variace:

$$c_v = \frac{s_n}{\bar{x}} \quad (7)$$

úvod

data

zpracování

vyhodnocení

závislosti

Statistické pojmy – charakteristika šikmosti

Stupeň odchýlenosti od symetrických rozdělení.

Koeficient asymetrie:

$$c_s = \frac{n}{(n-1) \cdot (n-2)} \cdot \frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})}{s_n^3} = \frac{n}{(n-1) \cdot (n-2)} \cdot \frac{\sum_{i=1}^n (k_i - 1)}{c_v^3} \quad (8)$$

Kde: $k_i = \frac{x_i}{\bar{x}} \dots$ modul

Rozdělení asymetrií:

- ❶ Kladná asymetrie: $\hat{x} < \tilde{x} < \bar{x}$
- ❷ Záporná asymetrie: $\hat{x} > \tilde{x} > \bar{x}$

Odhad c_s :

$$c_s \geq 2 \cdot c_v \quad (9)$$

úvod

data

zpracování

vyhodnocení

závislosti

Rozdělení pravděpodobnosti

Vybraná rozdělení pravděpodobnosti:

- Normální
- Logaritmicko normální
- Rovnoměrné
- Exponenciální
- Gumbelovo $F(x) = \exp(-\exp(\frac{x-\xi}{\alpha}))$
- Pearsonovo III. typu
- všechny další z přednášek RNDr. V. Puše

Odhady parametrů:

- Metoda momentů
- Metoda maximální věrohodnosti
- ...

úvod

data

zpracování

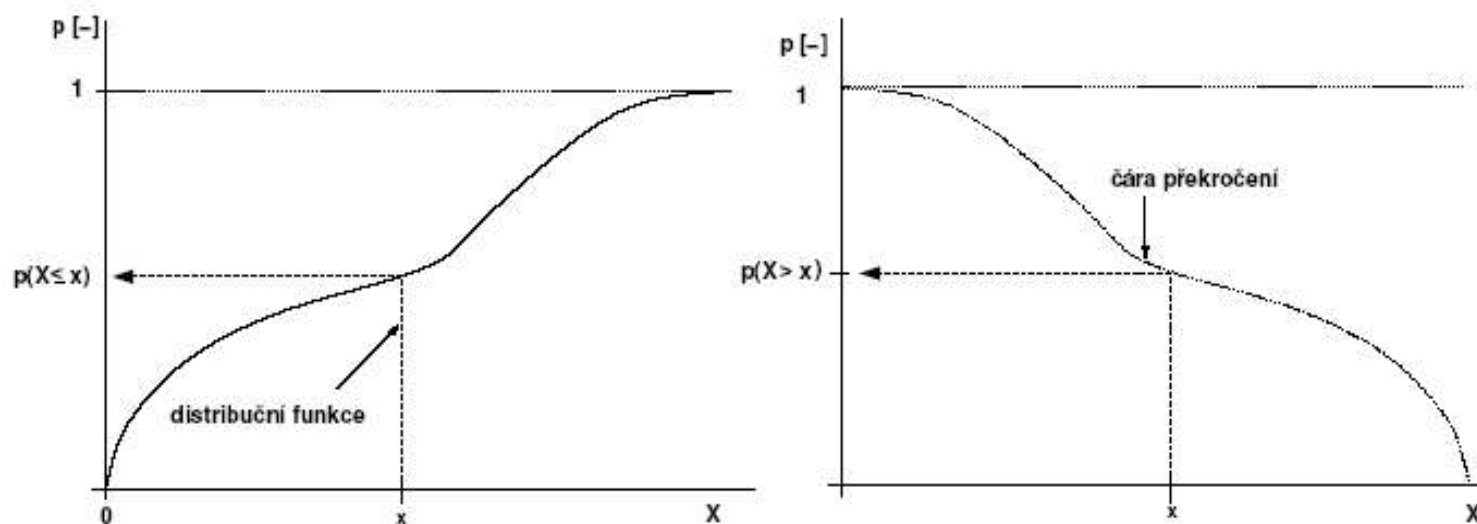
vyhodnocení

závislosti

Rozdělení pravděpodobnosti

Čára překročení:

- vyjadřuje pravděpodobnost, že náhodná veličina X překročí nebo nabývá hodnot vyšších než hodnota x .



Vztah mezi $p(X \leq x)$ a $p(X > x)$ je možné vyjádřit:

$$p(X > x) = 1 - p(X \leq x) \quad (10)$$

úvod

data

zpracování

vyhodnocení

závislosti

Odhad tvaru distribuční funkce

- nejprve uspořádat datový soubor dle $x_{(1)} \leq x_{(2)} \leq \dots x_{(n)} \leq$

Odhad kvantilů:

$$q = \frac{i - 0.4}{n + 0.2} \quad (11)$$

Odhad průběhu čáry překročení:

- nejprve uspořádat datový soubor dle $x_{(1)} > x_{(2)} > \dots x_{(n)} \leq$

Wiebullův odhad:

$$q_{pr} = \frac{i}{n + 1} \quad (12)$$

Čegodajevův odhad:

$$q_{pr} = \frac{i - 0.3}{n + 0.4} \quad (13)$$

Kde i je pozice příslušné hodnoty vyhodnocovaného souboru.

Aplikace $q_{pr} \rightarrow$ hydrologické **extrémy**.

úvod

data

zpracování

vyhodnocení

závislosti

Závislosti

Linearizace vybraných funkcí

- převedení vybraných nelineárních závislostí na jednoduché přímkové řešení

$y = b \cdot \exp(a \cdot x)$	$\log(y) = \log(b) + a \cdot \log(x)$
$y = a + b/x$	$y = a + b(1/x)$
$y = x/(a + bx)$	$x/y = a + b \cdot x$

Řešení dvou rozměrné úlohy:

$$y = b \cdot x + a \quad (15)$$

odhad koeficientů přímky

$$\hat{b} = \frac{\sum_{i=1}^n x_i \cdot y_i - N \bar{x} \cdot \bar{y}}{\sum_{i=1}^n x_i^2 - N \bar{x}^2} \quad (16)$$

$$\hat{a} = \bar{y} - \hat{b} \cdot \bar{x} \quad (17)$$

úvod

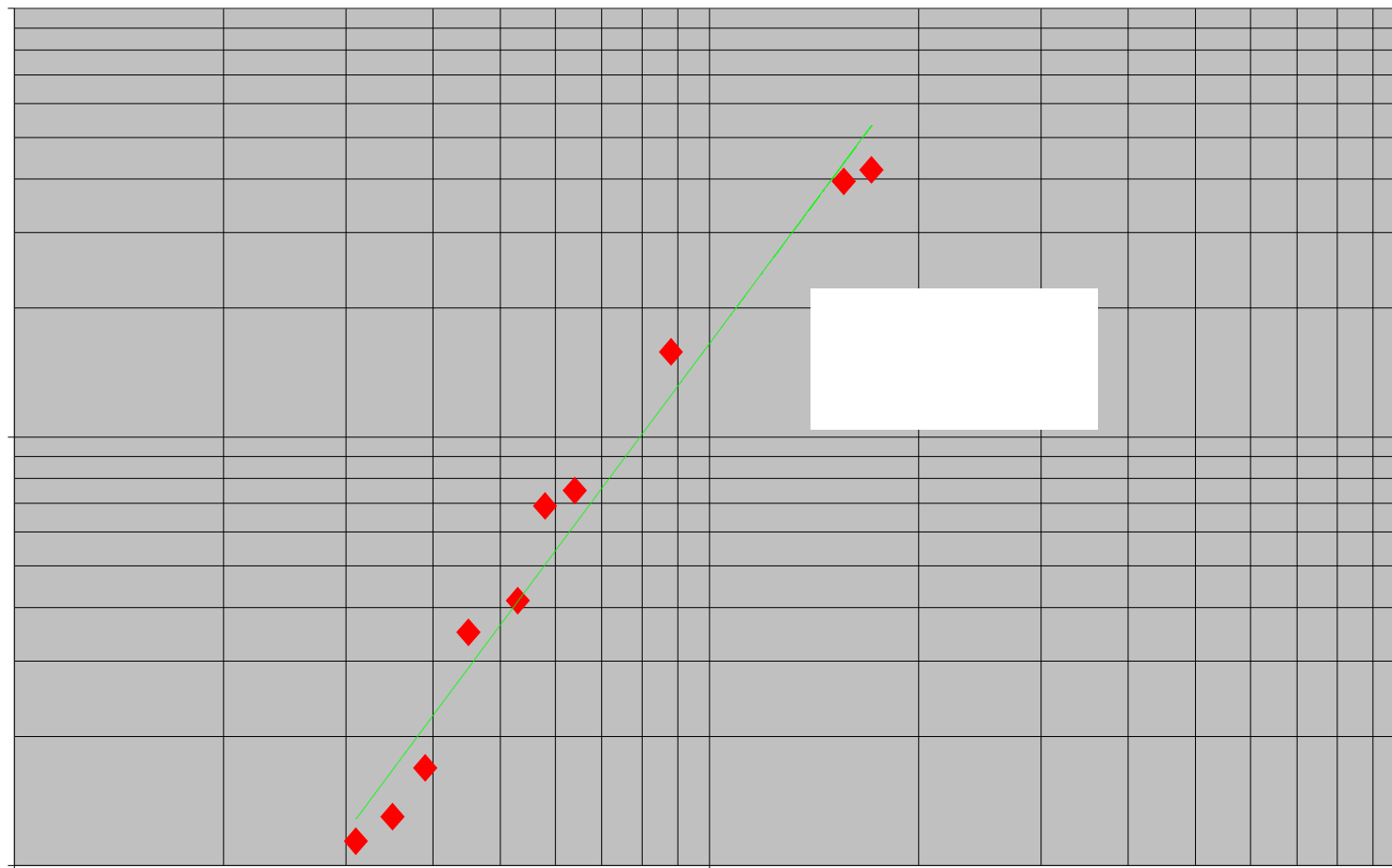
data

zpracování

vyhodnocení

závislosti

Závislosti



úvod

data

zpracování

vyhodnocení

závislosti

Závislosti

Empirická měrná křivka

