

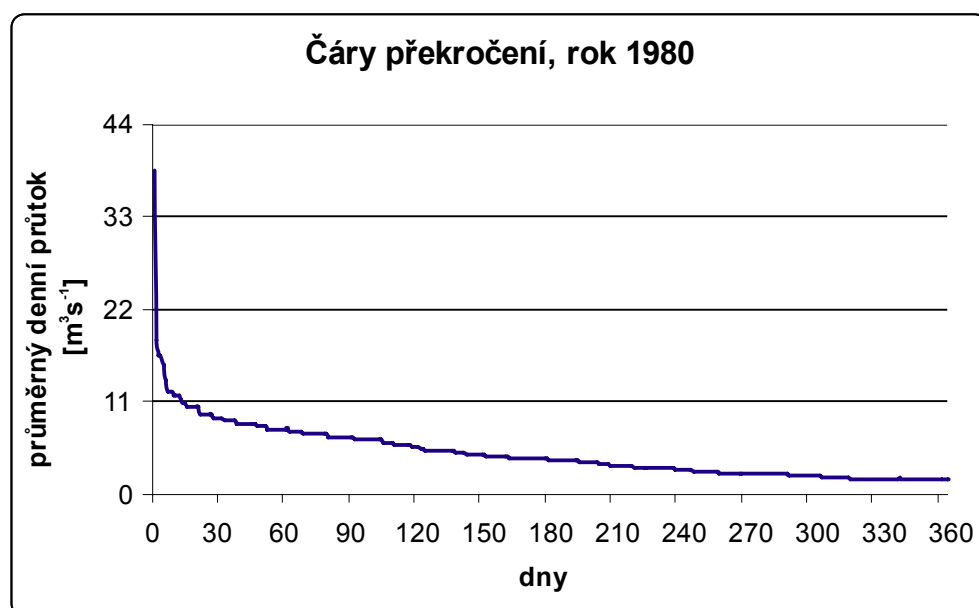
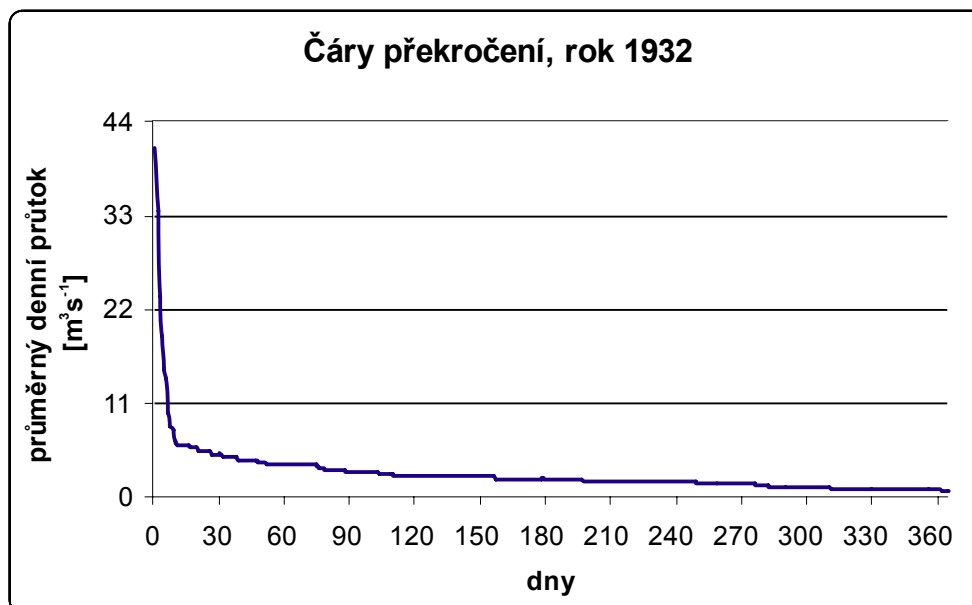
UNIVERZITA KARLOVA
Přírodovědecká fakulta

Hydrometrie

Hodnocení variability odtokového režimu pomocí
základních grafických a statistických metod

(cvičení z hydrologie)

1. **Hodnocení variability odtoku pomocí čar překročení průměrných denních průtoků:**
Čary překročení jsou zkonstruovány pro roky 1932 a pro 1980.



Graf 1 a 2: Čary překročení pro roky 1932 a 1980.

M-denní průtok pro rok 1932	
hodnota Q_m	průtok Q_m [$\text{m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$]
Q_{30}	5,05
Q_{60}	3,75
Q_{90}	2,87
Q_{120}	2,40
Q_{150}	2,40
Q_{180}	1,98
Q_{210}	1,74
Q_{240}	1,74
Q_{270}	1,48
Q_{300}	1,12
Q_{330}	1,02
Q_{360}	0,87

M-denní průtok pro rok 1980	
hodnota Q_m	průtok Q_m [$\text{m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$]
Q_{30}	9,05
Q_{60}	7,75
Q_{90}	6,78
Q_{120}	5,57
Q_{150}	4,65
Q_{180}	4,19
Q_{210}	3,34
Q_{240}	2,84
Q_{270}	2,35
Q_{300}	2,18
Q_{330}	1,85
Q_{360}	1,76

Tab 1 a 2: M-denní průtoky pro roky 1932 a 1980.

Výpočet decilové odchylky:

$$D = \frac{(Q_{30} - Q_{60}) + (Q_{60} - Q_{90}) + \dots + (Q_{300} - Q_{330})}{10} = \frac{Q_{30} - Q_{330}}{10} [\text{m}^3 \cdot \text{s}^{-1}]$$

$$D_{1932} = \frac{Q_{30} - Q_{330}}{10} = \frac{5,05 - 1,02}{10} \cong 0,40 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$$

$$D_{1980} = \frac{Q_{30} - Q_{330}}{10} = \frac{9,05 - 1,85}{10} \cong 0,72 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$$

Podle charakteristik M-denních průtoků a čar překročení je jasné, že rok 1932 byl méně vodný. Každý hodnocený M-denní průtok byl u roku 1932 nižší než u roku 1980. Čára překročení je u maximálních průtoků v roce 1980 strmější než u roku 1932. Decilová odchylka hodnotí míru variability, která pro rok 1980 vyšla větší.

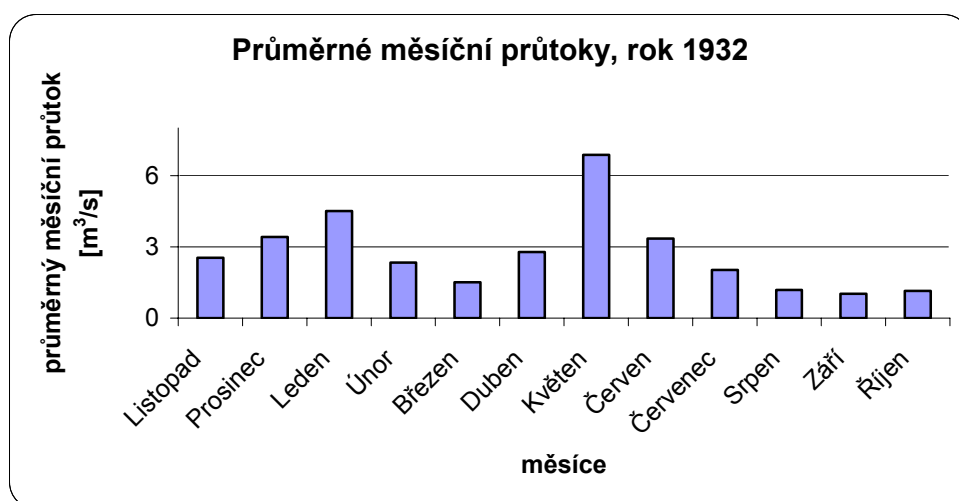
2. Hodnocení rozložení měsíčních průtoků (Q_m) v průběhu roku a zhodnocení rozkolísanosti průměrných měsíčních průtoků

Měsíc	Průměr Q_m	Podíl [%]
Listopad	2,46	7,6
Prosinec	3,42	10,6
Leden	4,51	14,0
Únor	2,34	6,8
Březen	1,50	4,7
Duben	2,78	8,3
Květen	6,87	21,3
Červen	3,34	10,0
Červenec	2,03	6,3
Srpen	1,18	3,7
Září	1,02	3,1
Říjen	1,14	3,5

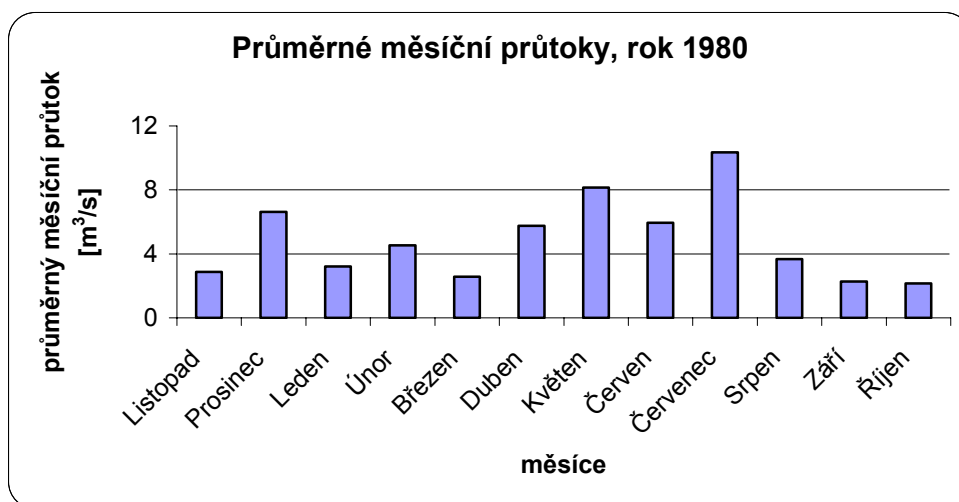
Tab 3: Hodnoty Q_m pro rok 1932.

Měsíc	Průměr Q_m	Podíl [%]
Listopad	2,79	4,9
Prosinec	6,63	11,6
Leden	3,22	5,6
Únor	4,53	7,4
Březen	2,58	4,5
Duben	5,75	9,7
Květen	8,15	14,2
Červen	5,95	10,0
Červenec	10,35	18,1
Srpen	3,68	6,4
Září	2,28	3,8
Říjen	2,16	3,8

Tab 4: Hodnoty Q_m pro rok 1980.

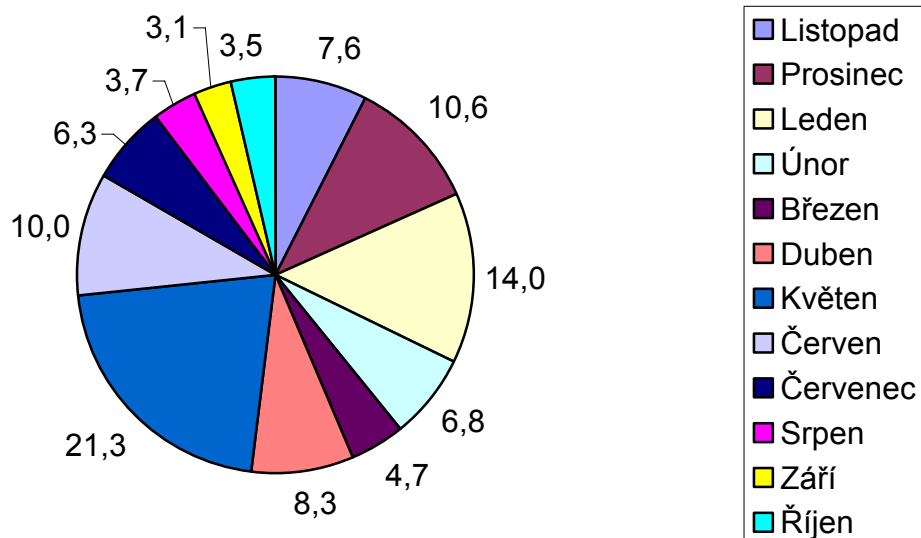


Graf 2: Hydrogram pro rok 1932.



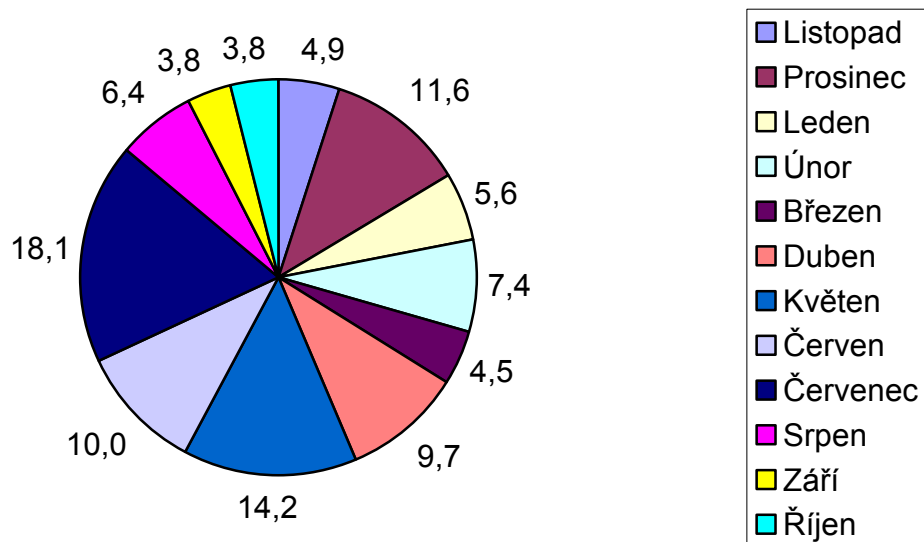
Graf 3: Hydrogram pro rok 1980.

Rozložení odtoku během roku [%], rok 1932

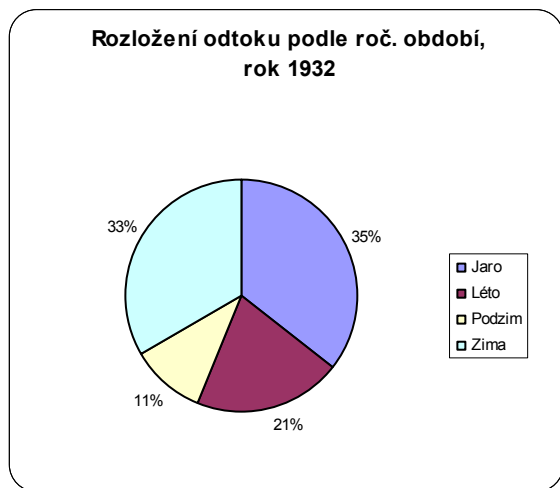


Graf 4: Rozložení odtoku, rok 1932

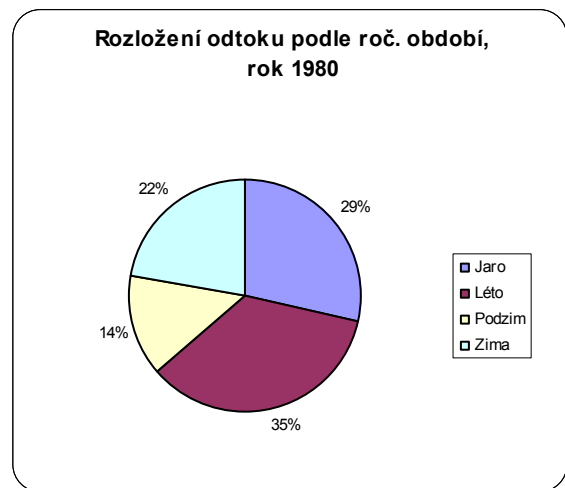
Rozložení odtoku během roku [%], rok 1980



Graf 5: Rozložení odtoku, rok 1980.



Graf 6: Rozložení odtoku podle ročních období, rok 1932.



Graf 7: Rozložení odtoku podle ročních období, rok 1980.

Koeficient K_r :

$$K_r = \frac{\sum |\pi - 8,3|}{8,3}, \text{ kde } \pi \text{ je podíl v jednotlivých měsících.}$$

$K_{r1932} = \frac{45,2}{8,25} \cong 5,47$, hodnota koeficientu K_r je blíže nule, proto hodnotím odtok spíše jako vyrovnaný, než naopak.

$$K_{r1980} = \frac{43,7}{8,25} \cong 5,30, \text{ změna oproti roku 1932 je jen nepatrná, odtok je vyrovnaný.}$$

Variační koeficient C_m :

$$C_m = \frac{\sqrt{\frac{\sum (Q_m - Q_a)^2}{n}}}{Q_a}, \text{ kde } Q_m \text{ je průměrný měsíční průtok, } Q_a \text{ je průměrný dlouhodobý průtok a } n \text{ je počet členů řady.}$$

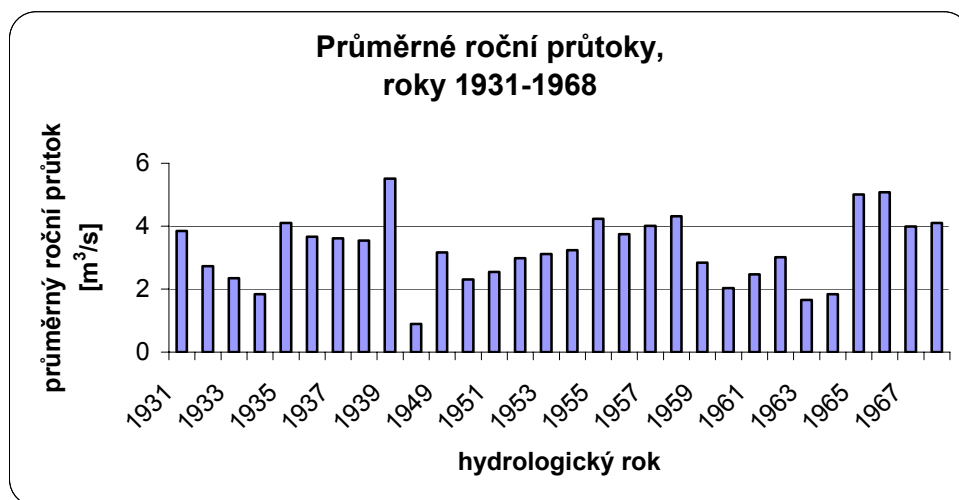
$$C_{m1932} \cong \frac{\sqrt{\frac{36,51}{12}}}{3,39} = \frac{1,74}{3,39} = 0,51$$

$$C_{m1980} \cong \frac{\sqrt{\frac{98,82}{12}}}{3,39} = \frac{2,87}{3,39} = 0,85$$

Variační koeficient pro rok 1980 vyšel vyšší, tzn. vyšší míru variability naměřených dat.

V obou vybraných hydrologických letech je odtok mírně nevyrovnaný z hlediska hodnocení odtoku v rámci jednotlivých ročních období. Rozložení odtoku bylo v roce 1932 realizováno nejvíce na jaře a v zimě (35 % a 33 %), podzim a zima jen 11% a 21 %. V roce 1980 byla situace z hlediska velikosti obdobná, odtok se však realizoval v jiných obdobích, jak je ostatně vidět z grafů 6 a 7.

3. Hodnocení odtokového režimu z pohledu Q_r



Graf 8: Průměrné roční průtoky za léta 1931-1940, 1948-1968.

Pravděpodobnost překročení:

$$P(Q_r) = \frac{m-0,3}{n+0,4} \cdot 100\%, \text{ kde } m \text{ je pořadí } Q_r \text{ uspořádaných sestupně a } n \text{ je počet členů řady } Q_r.$$

Hydrologický rok	$P(Q_r)$	Hodnocení
1931	31,91	V
1932	68,09	S
1933	77,96	S
1934	87,83	S
1935	18,75	V
1936	38,49	V
1937	41,78	P
1938	45,07	P
1939	2,30	MV
1940	97,70	MS
1949	51,64	P
1950	81,25	S
1951	71,38	S
1952	61,51	S
1953	54,93	P

Hydrologický rok	$P(Q_r)$	Hodnocení
1954	48,36	P
1955	15,46	V
1956	35,20	V
1957	25,33	V
1958	12,17	V
1959	64,80	S
1960	84,54	S
1961	74,67	S
1962	58,22	P
1963	94,41	MS
1964	91,12	MS
1965	8,88	MV
1966	5,59	MV
1967	28,62	V
1968	22,04	V

Tab 5 a 6: Pravděpodobnost překročení a slovní hodnocení pro jednotlivé roky.

Hydrogram na grafu 8 ukazuje, jaký byl průměrný průtok za jednotlivá léta. Jsou patrné roky s vyšším průměrným ročním průtokem (roky 1939, 1965 a 1966) a naopak roky s nízkým průměrným průtokem – rok 1940, 1963, 1964 a 1934. Ostatní roky leží mezi těmito extrémy a jsou z hlediska slovního hodnocení vodné (V), průměrně vodné (P) či málo vodné (MV).