

Využití rozdělení LN5 pro analýzu chování průtoků

**Ladislav Budík
Český hydrometeorologický ústav
Pobočka Brno**

V hydrologii se užívání statistických metod vyvíjelo postupně, ale trochu odlišně od samotné matematické statistiky. Vše bylo podřízeno co nejjednodušším a nejefektivnějším postupům.

Začínalo se logaritmickým pravítkem přes ruční kalkulačky, elektronické kalkulačky a sálové počítače až po dnešek s PC.

Tomu byly podřízeny i postupy „hromadného“ zpracování dat. Aby se v tom zpracovatel „neutopil“.

Vybral charakteristické hodnoty z dat seřazených podle velikosti, např. pro pravděpodobnost překročení 0 až 1 se vybraly hodnoty po 0.1. Jako charakteristiky povodí se použilo tedy asi 13 hodnot pravděpodobností (0.05, 0.1, 0.2, ..., 0.9, 0.98, 0.99).

Tímto výběrem se potom prokládaly ručně, později s pomocí počítače, teoretické křivky převážně rozdělení LN3.

Postup se v hydrologii v podstatě používá dodnes, přestože jsou k dispozici desítky tisíc hodnot a výkonné počítače. Odchytky od možností rozdělení LN3 mohou být značné. Ač testy na shodu rozdělení s daty pro těchto 13 hodnot většinou vyjdou, pokud bychom použili všechna data, tak většinou nevyjdou.

Tyto rozpory vedly k úvahám nad typem rozdělení a jeho možnými změnami. Vzniklo tak rozdělení o více parametrech.

Tvar rozdělení LN5

Rozdělení LN3 se získá z normálního rozdělení transformací

$$y = \frac{x - y_0}{a}$$

kde x je normální rozdělení, y je LN3 rozdělení, y_0 je konstanta posunu. Rozdělení LN5 bylo odvozeno zobecněním LN3

$$y = \frac{\text{sign}(x) \cdot |x|^b}{a} + y_0$$

kde navíc a a b jsou konstanty. V LN3 je a rovno 1 a b je rovno 1, tedy LN3 je zvláštním případem LN5.

Hustota náhodné veličiny

$$Z = ae^{(\text{sign} X)|X|^b} + y_0 \text{ je}$$

$$q(z) = \begin{cases} \frac{\left(\ln \frac{a}{z-y_0}\right)^{\frac{1-b}{b}}}{\sqrt{2\pi\sigma b(z-y_0)}} e^{-\frac{\left[\left(\ln \frac{a}{z-y_0}\right)^{\frac{1}{b}} + \mu\right]^2}{2\sigma^2}}, & \text{pre } z \in (0, a + y_0), \\ \frac{\left(\ln \frac{z-y_0}{a}\right)^{\frac{1-b}{b}}}{\sqrt{2\pi\sigma b(z-y_0)}} e^{-\frac{\left[\left(\ln \frac{z-y_0}{a}\right)^{\frac{1}{b}} - \mu\right]^2}{2\sigma^2}}, & \text{pre } z \in (a + y_0, \infty), \\ 0, & \text{pre } z \leq 0. \end{cases}$$

- Dosud prokládání teoretických křivek překročení jen vybranými body.
Nutno proložit všemi body měření.
- Normovat data na průměr roven 1. Odvozeno z normování normálního rozložení, kde normujeme na průměr 0. Exponenciální transformace této hodnoty je 1.
- Normování hodnot je naprosto klíčové. Bez něj nelze porovnávat parametry různých toků mezi sebou ani parametry jednotlivých roků vzájemně mezi sebou.

Poznámky k prokládání teoretických křivek.

Je nutno dávat velmi bedlivý pozor na tzv. zaběhané metody („vždycky se to tak dělalo“), protože mohou být nevhodně ovlivněny staršími postupy z dob, kdy vzhledem k možnostem zpracování to jinak nešlo. Zde je nutné být velmi obezřetný.

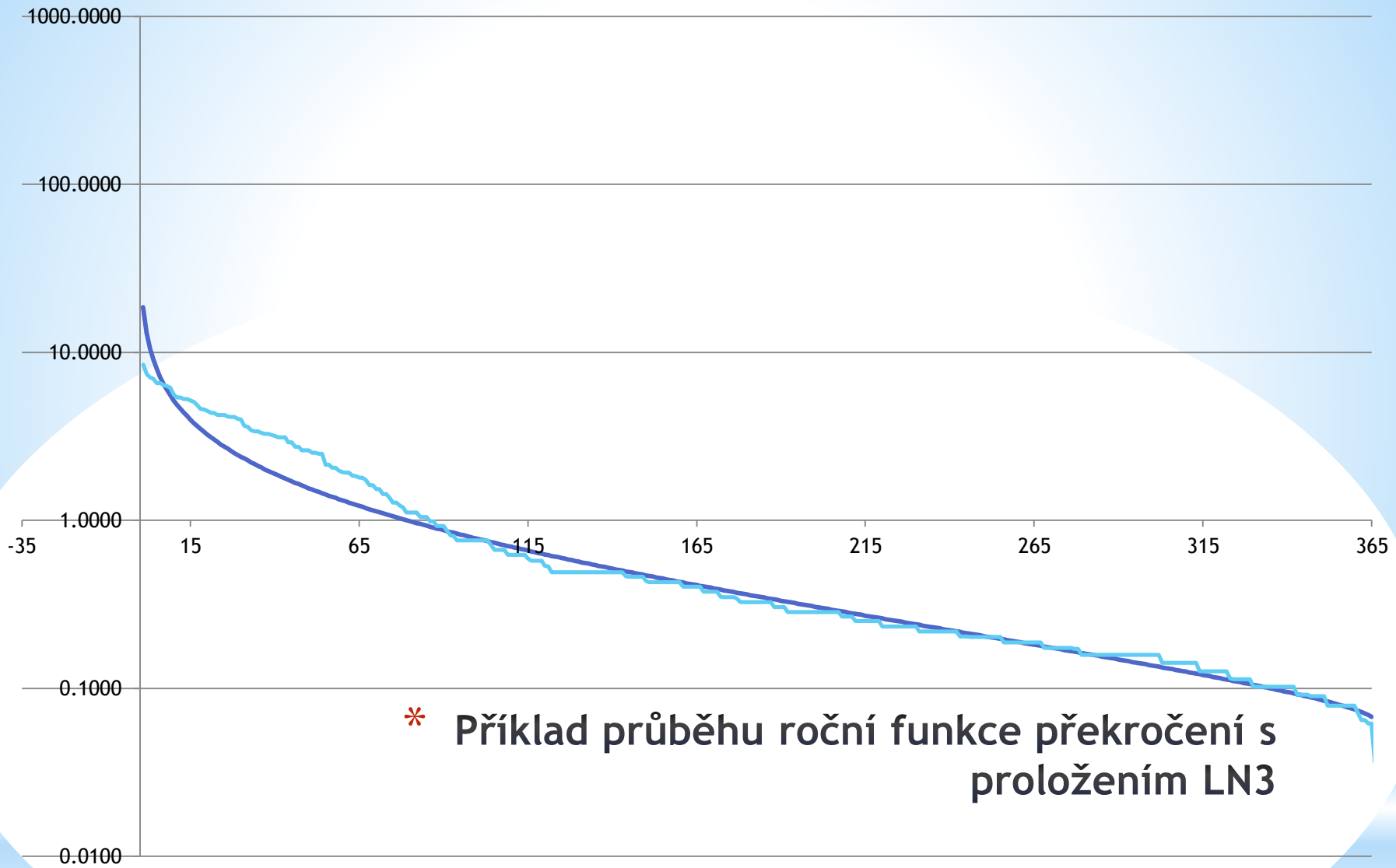
Velmi důležité je normování dat. Tím docílíme toho, že křivky vzniklé za jinak stejných podmínek, i když z různých ploch (tedy různé objemy odtoku) budou mít stejné parametry. Když to neuděláme, potom různé dlouhodobé průměry se např. u LN3 rozdělení, promítnou do jeho parametrů mí, sigma a K100. Nikdy potom nebudeme schopni zjistit, že křivky jsou si podobné a liší se jen násobením konstantou.

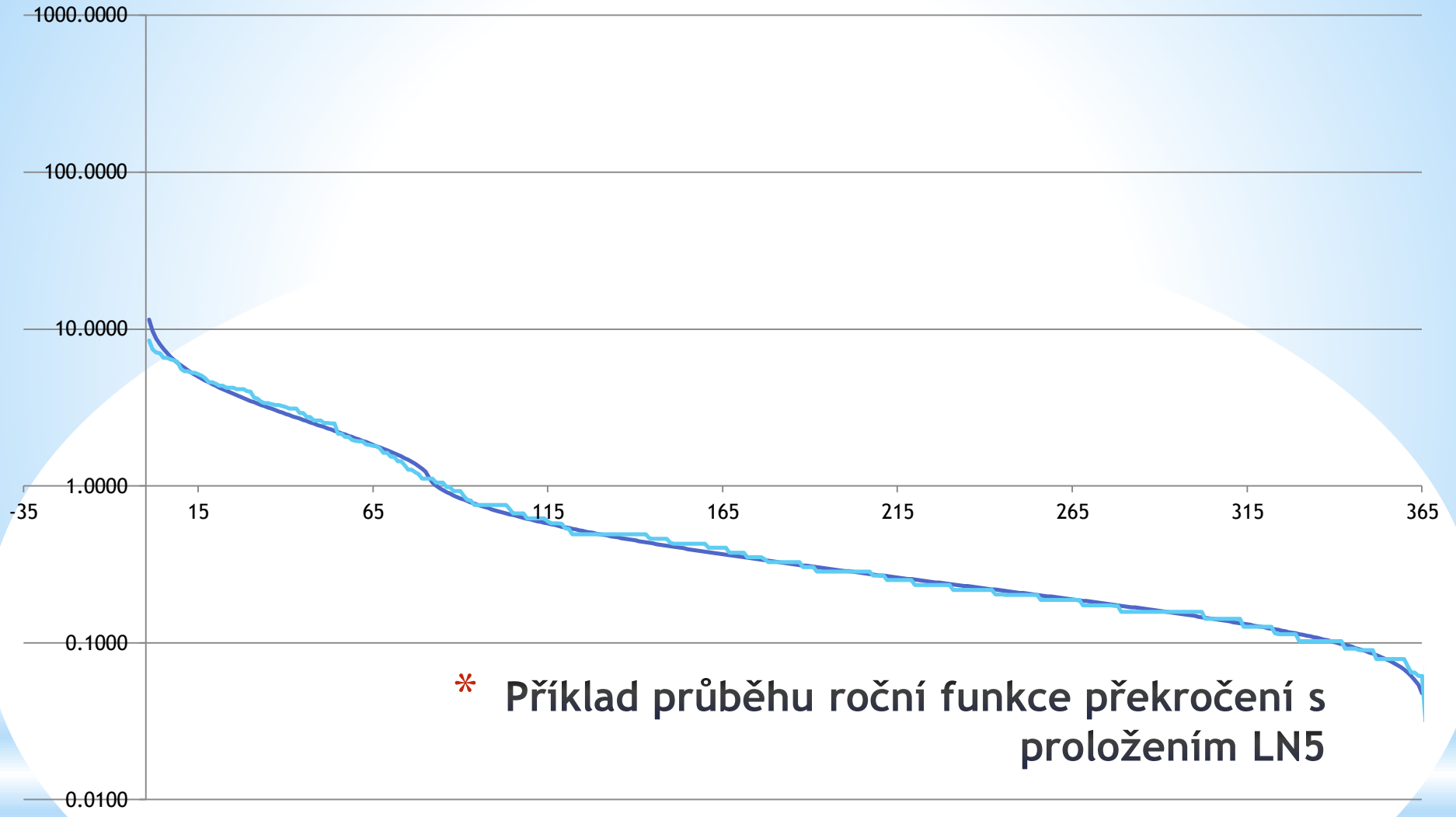
Metrika

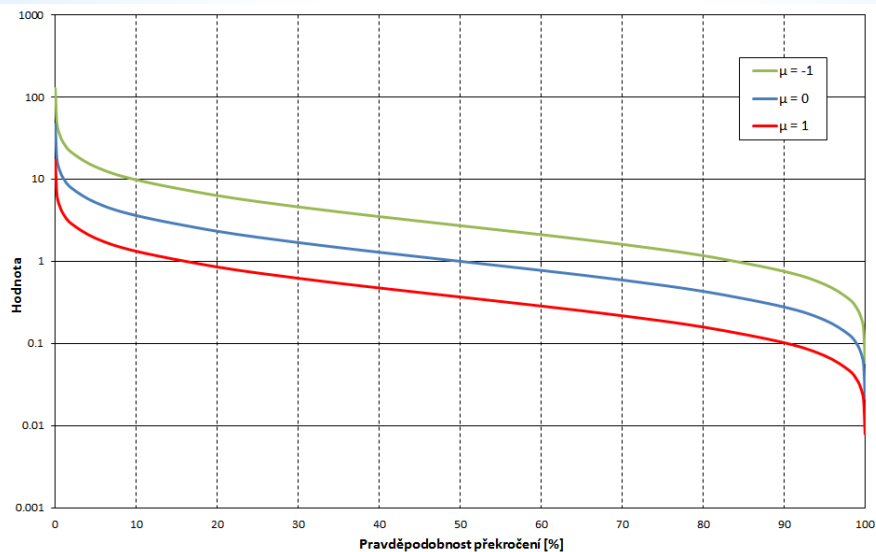
Pro výběr optimální teoretické křivky se použije tzv. metrika. Její minimální hodnota určí nejlepší proložení.

Metriky - MNČ (pro normálně rozložená data)

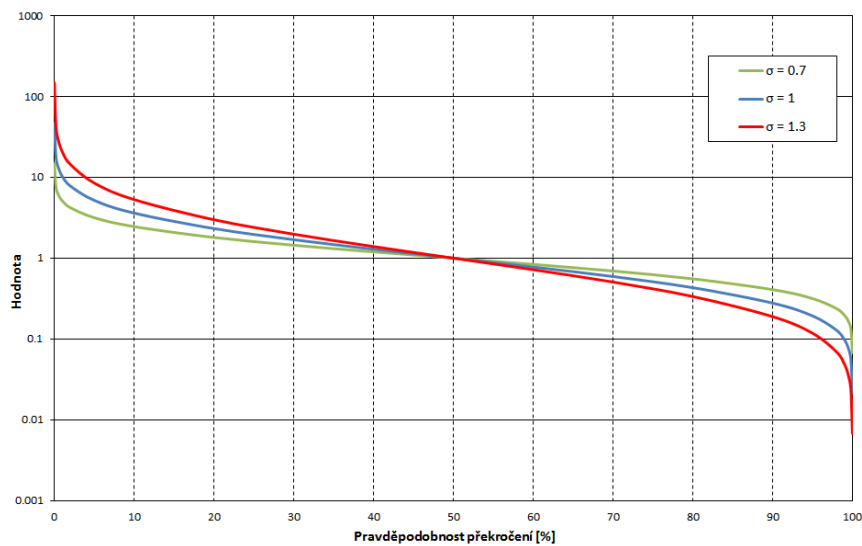
- vážená MNČ
- suma absolutních odchylek atd.



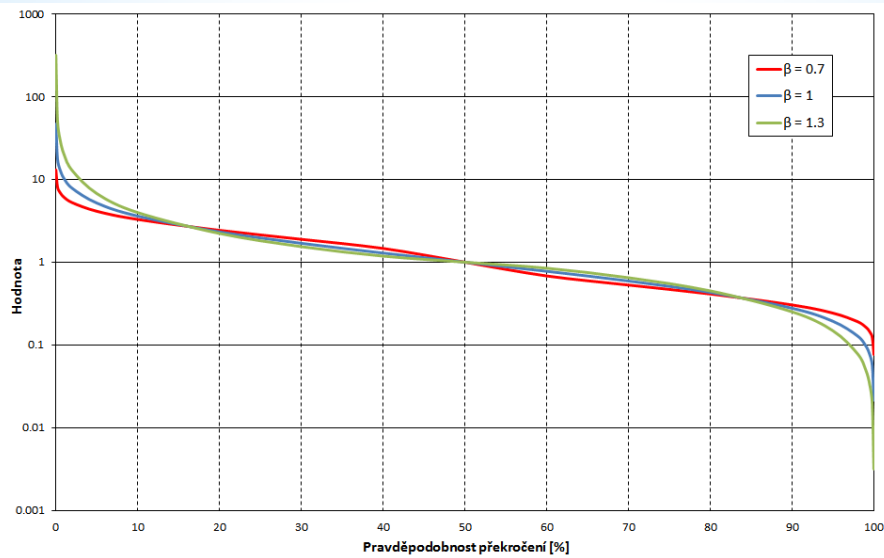




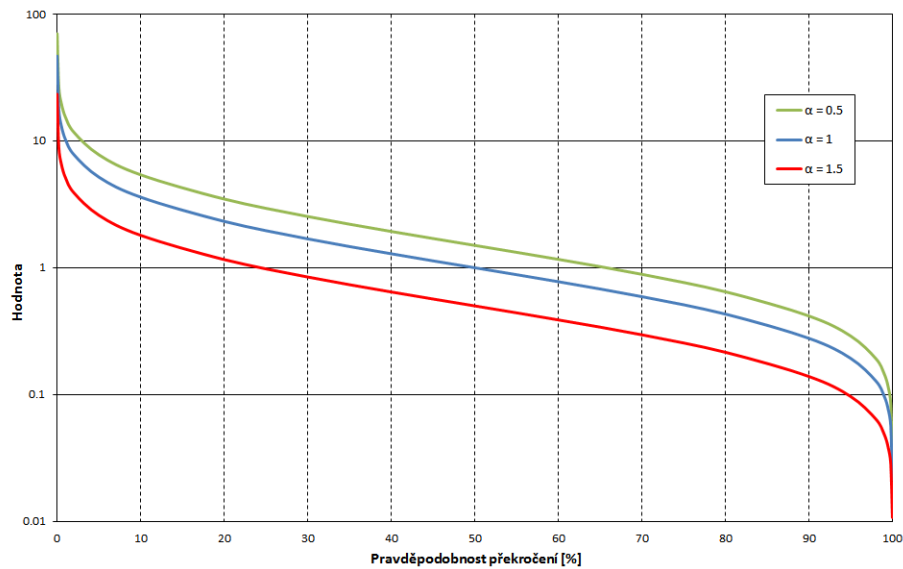
Vliv změny parametru μ na tvar teoretické funkce překročení



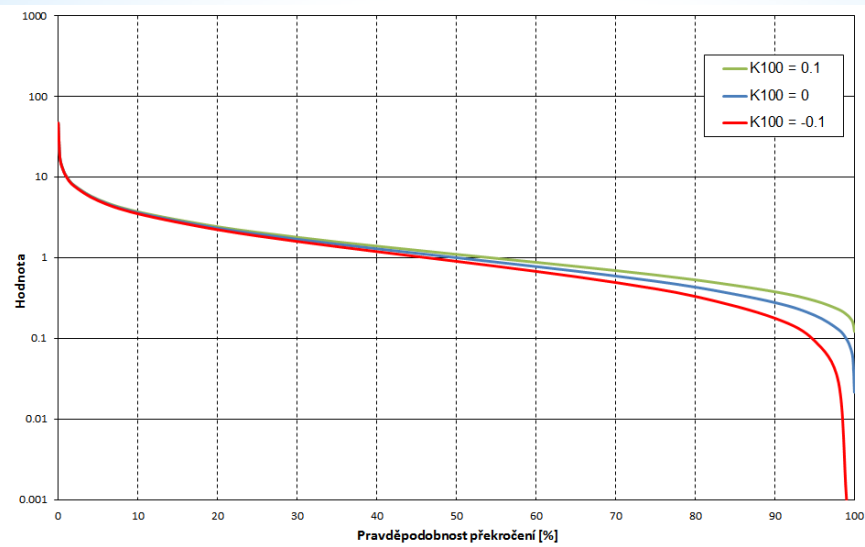
Vliv změny parametru σ na tvar teoretické funkce překročení



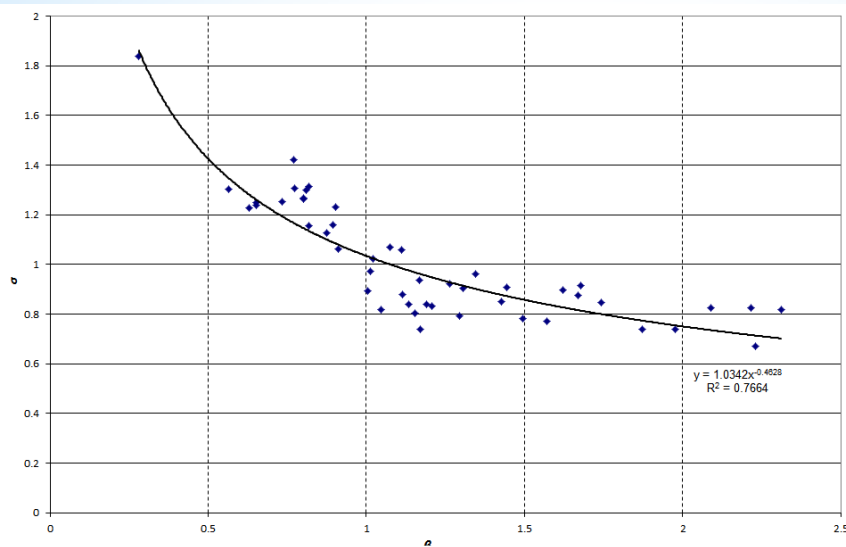
Vliv změny parametru b na tvar teoretické funkce překročení



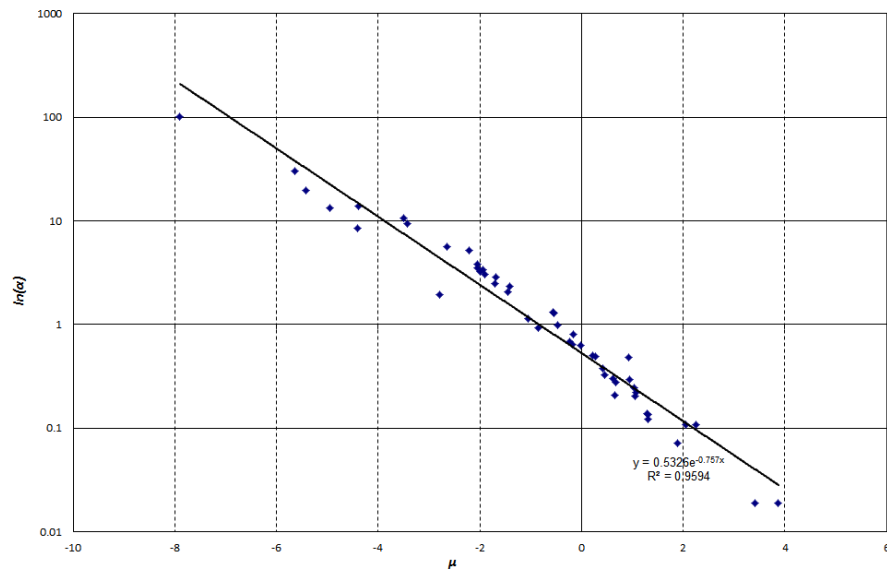
Vliv změny parametru a na tvar teoretické funkce překročení



Vliv změny parametru $K_{100\%}$ na tvar teoretické funkce překročení



Míra svázání parametrů b a σ rozdělení LN5 v hydrologických datech



Míra svázání parametrů a a μ rozdělení LN5 v hydrologických datech

Příklad rozdílů v parametrech:

Borovnice Svratka

Výběr Všechna data

2.442 0.283 a

0.907 1.094 b

-1.554 0.652 mí

1.065 0.930 sigma

0.0651 0.073 q100

3.14 3.14 Qa

Když jsme si takto stanovili lepší postup, než bylo zvykem, můžeme:

porovnávat parametry teoretických křivek jednotlivých let mezi sebou, ukázat citlivost odtoku na změnu parametrů povodí.

Fakticky tak vlastně ukážeme citlivost vegetace na změnu podmínek, protože ta je hlavním činitelem výparu a ovlivňuje to, co ze srážek zbude na odtok.

Doby pozorování a počty let pozorování

Název toku	Stanice	Doba pozorování	Počet let pozorování
Kychovka	Kychová	1930 - 2014	85
Zděchovka	Zděchov	1939 - 2014	86
Litava	Rychmanov	1952 - 2014	63
Oslava	Dolní Bory - Olší	1925 - 2014	90
Punkva	Skalní Mlýn	1924 - 2014	91
Bělá	Jeseník	1960 - 2014	55
Blanice	Podedvorský Mlýn	1911 - 2014	105
Modravský potok	Modrava	1931-40, 49-57, 60-2014	73
Otava	Rejštejn	1911-20, 31-37, 48-2014	85
Svratka	Borovnice	1925 - 2014	90
Kyjovka	Koryčany	1969 - 2014	46
Smědá	Bílý Potok	1957 - 2014	58

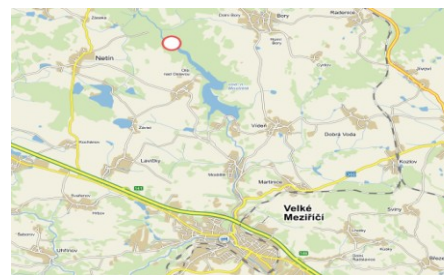
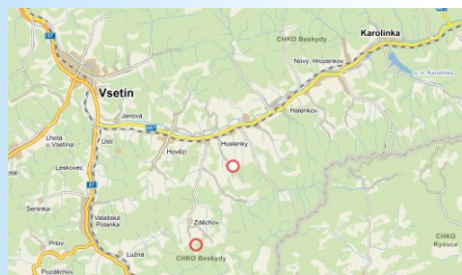
Umístění vodoměrných stanic

Kychová, Zděchovka

Rychmanov

Dolní Bory – Olší

Skalní Mlýn

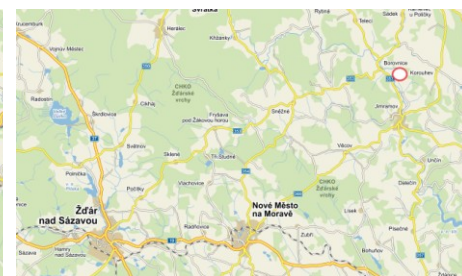
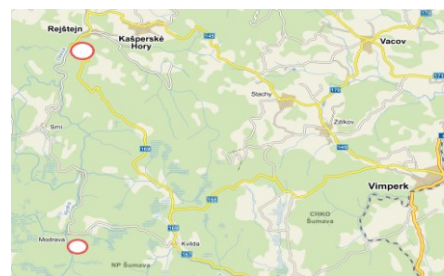
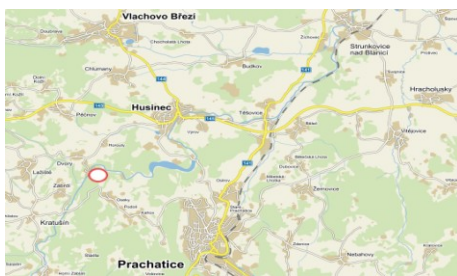
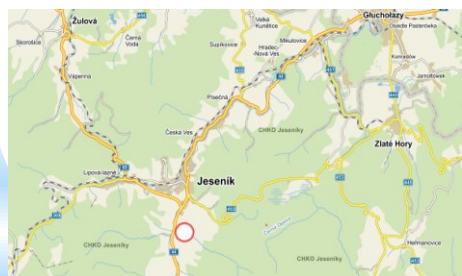


Jeseník

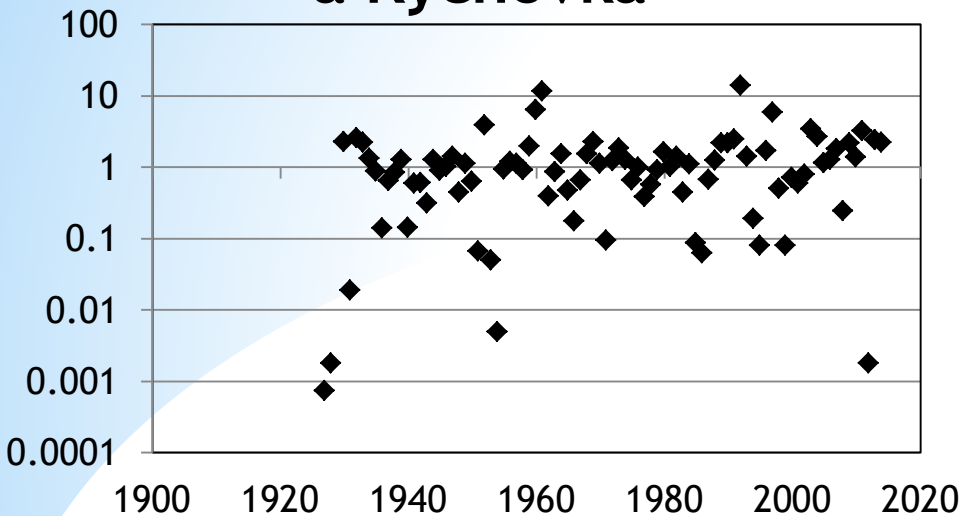
Podedvorský Mlýn

Modrava, Rejštejn

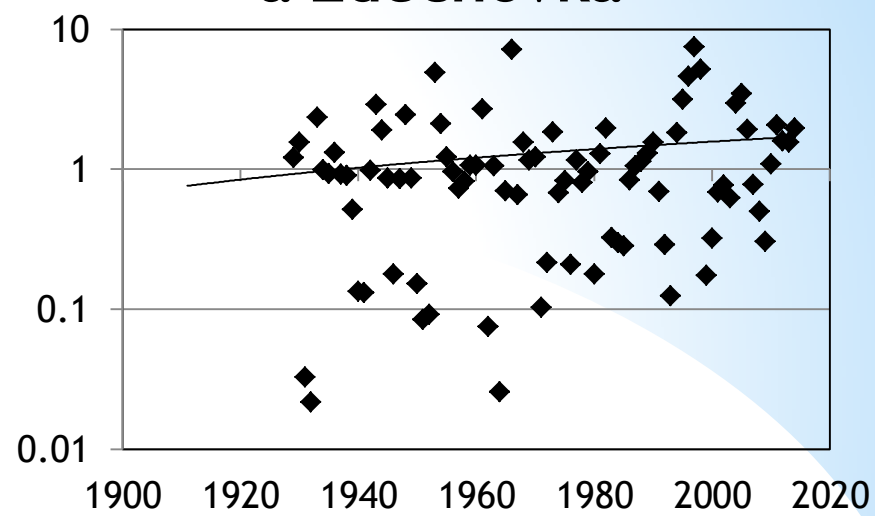
Borovnice



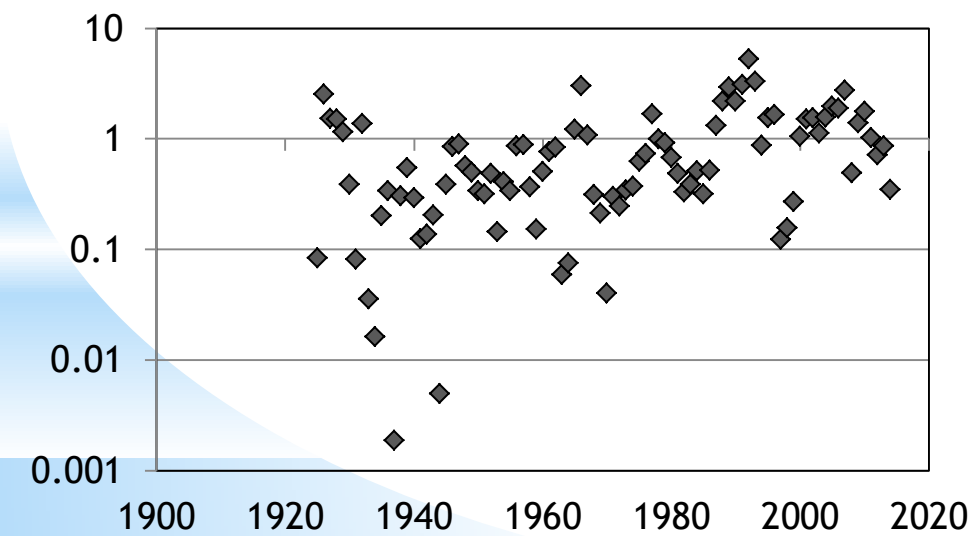
a Kychovka



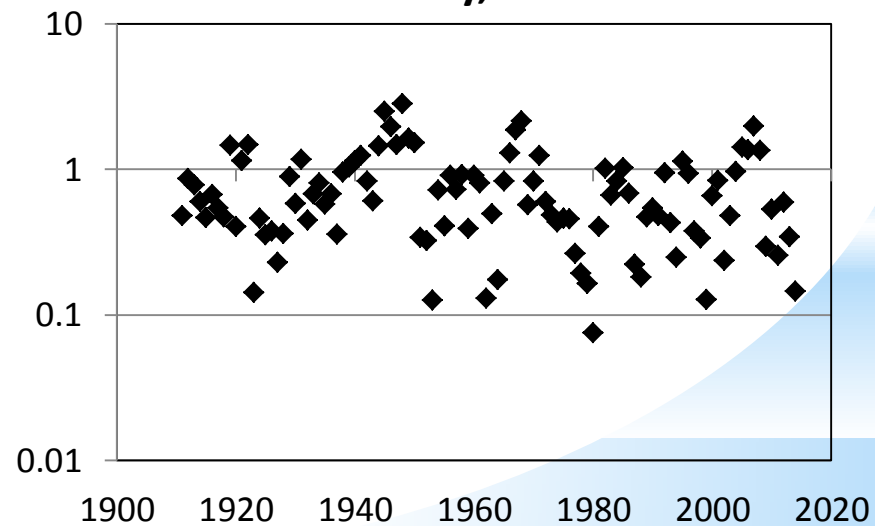
a Zdechovka



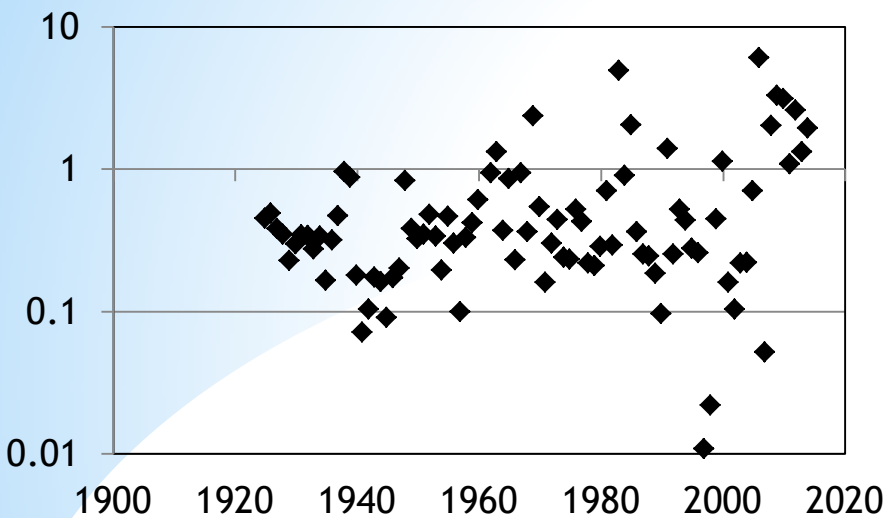
a Borovnice, Svratka



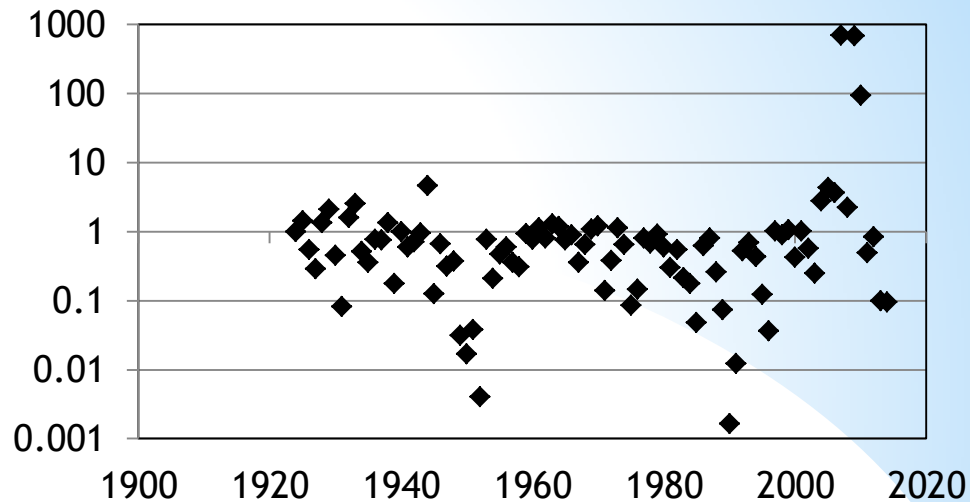
a Podedvory, Blanice



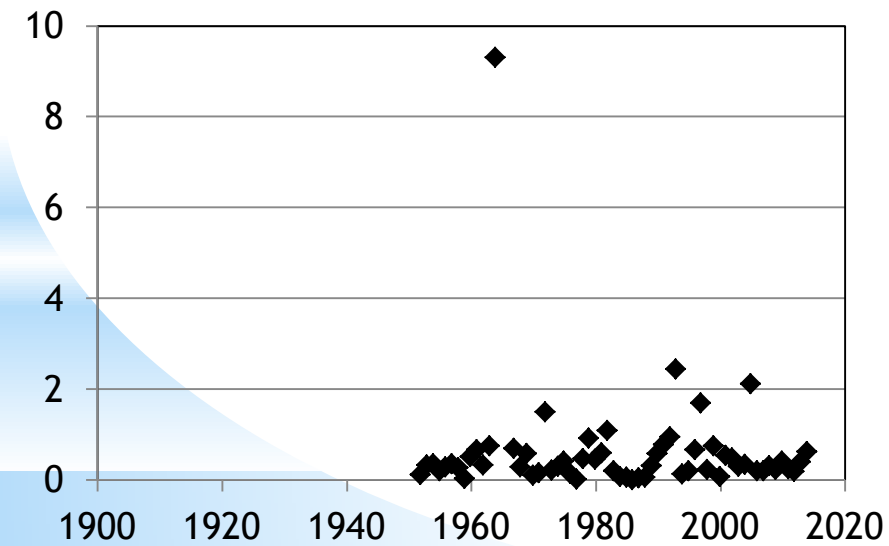
a Dolní Bory-Olší, Oslava



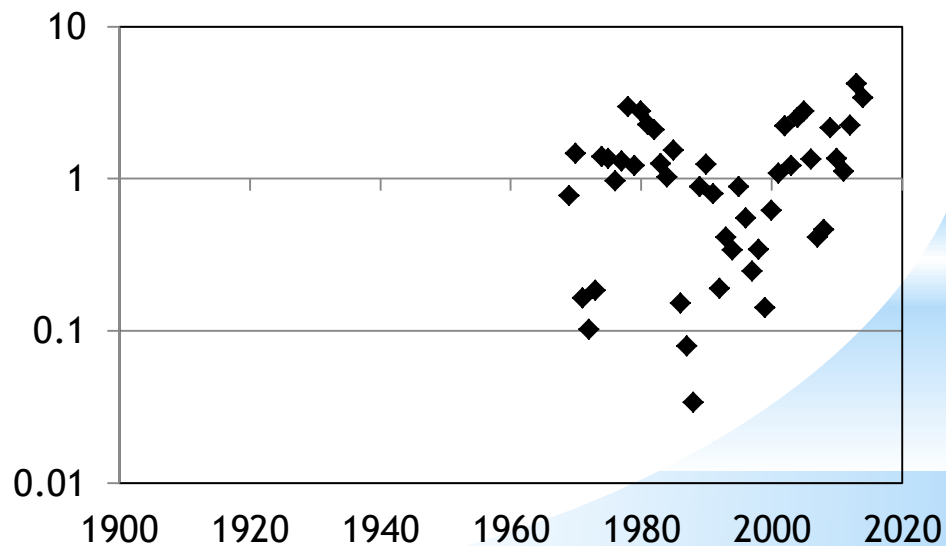
a Skalní Mlýn, Punkva



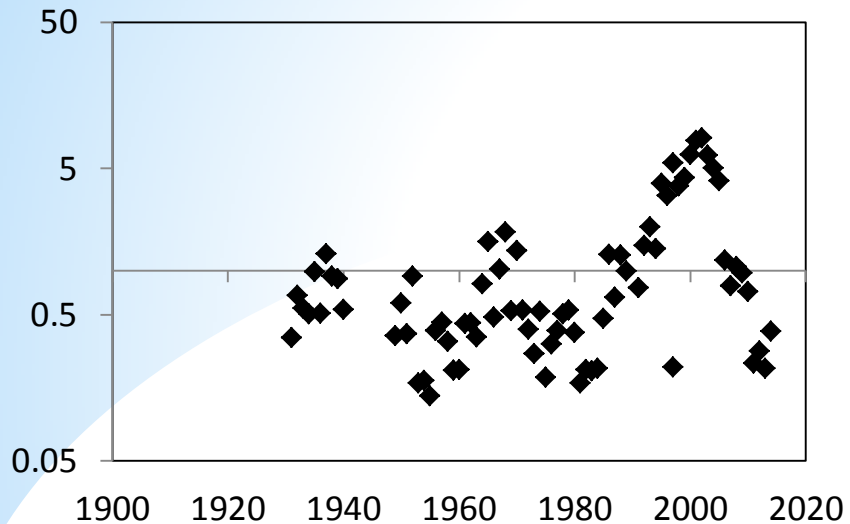
a Rychmanov, Litava



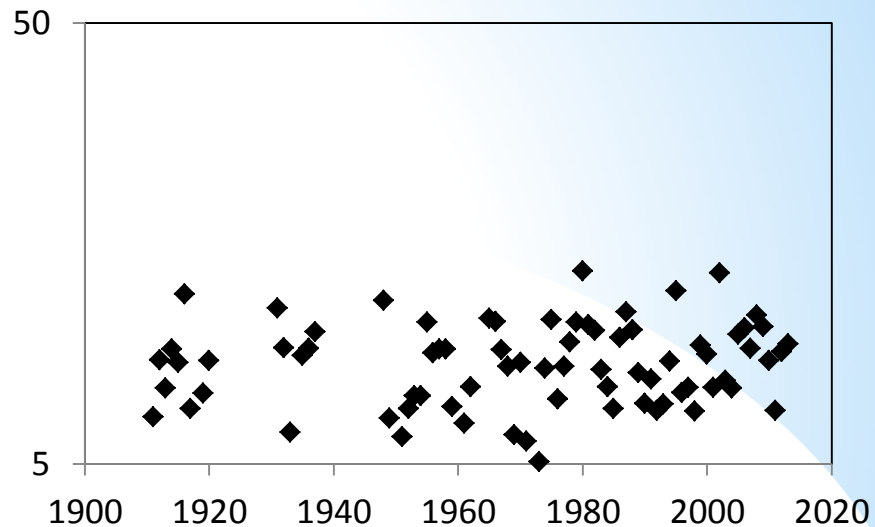
a Koryčany n.p., Kyjovka



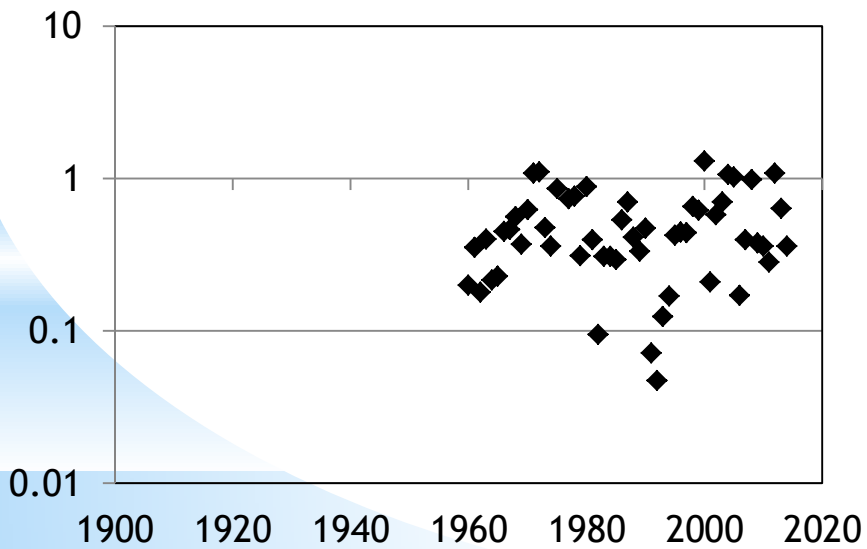
a Modrava, Modravský potok



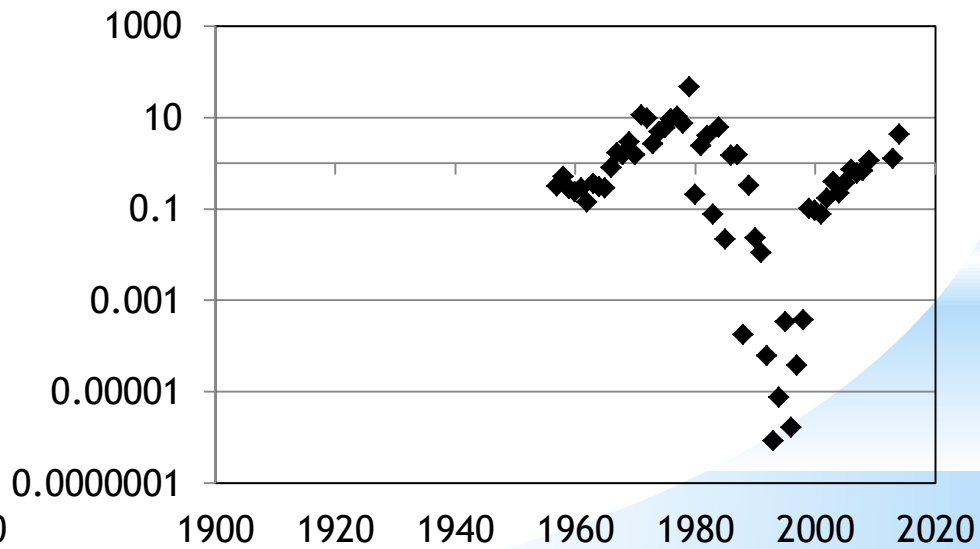
a Rejštejn, Otava



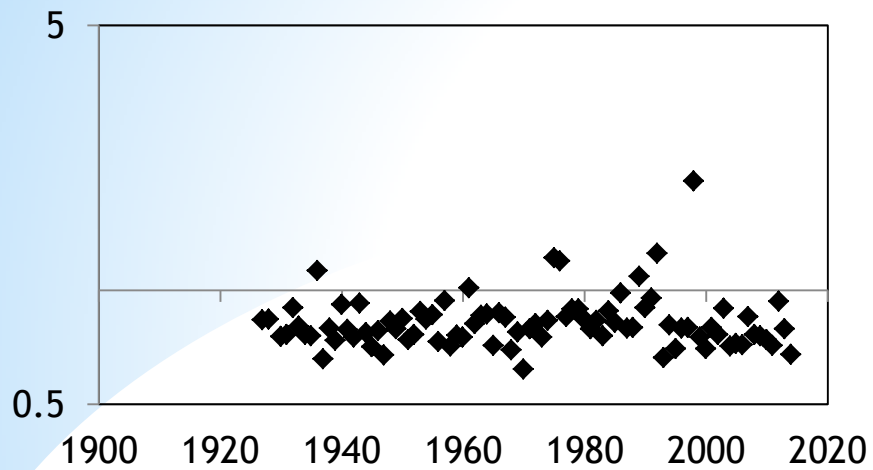
a Jeseník, Bělá



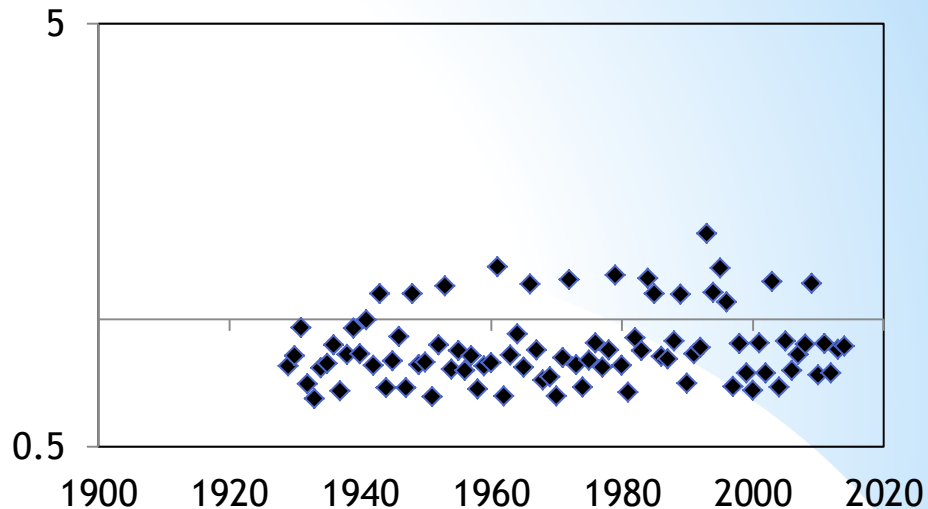
a Bílý potok, Smědá



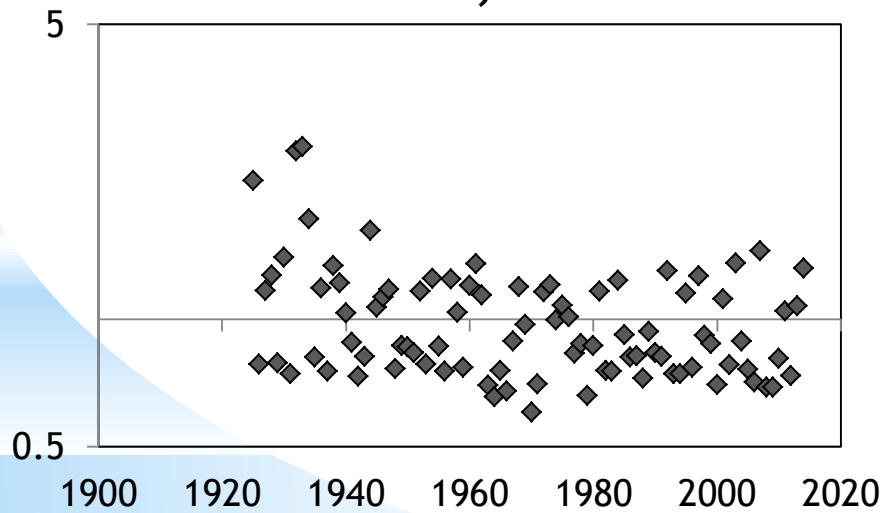
b Kychovka



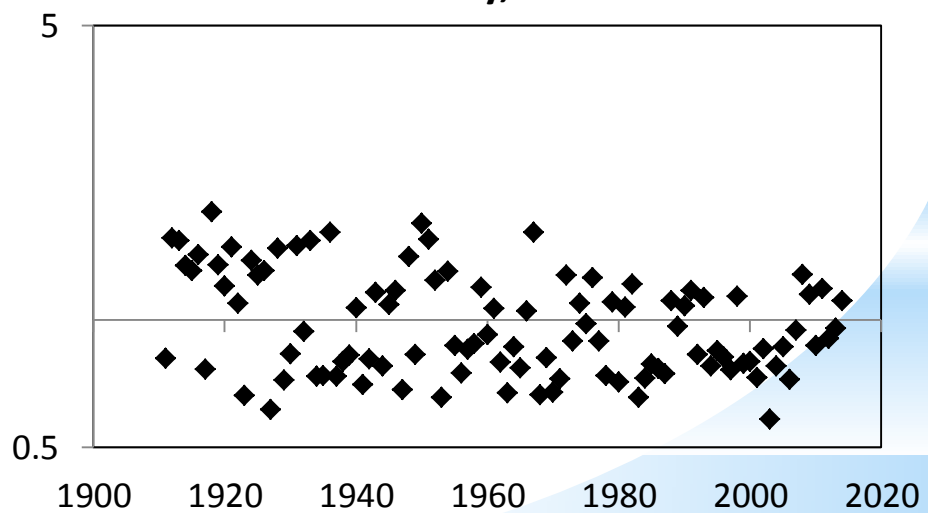
b Zdechovka



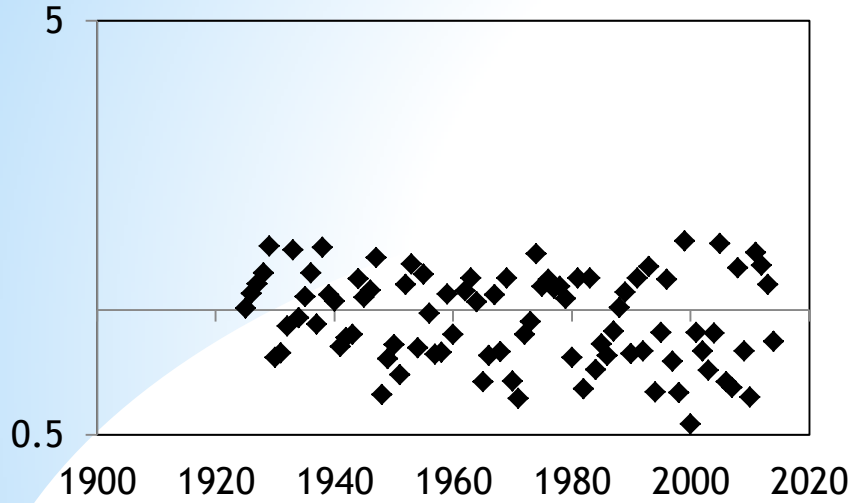
b Borovnice, Svatka



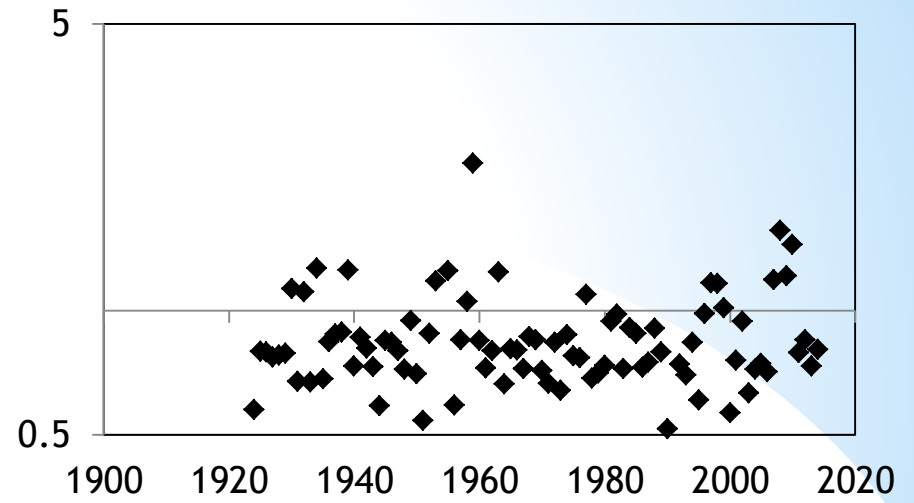
b Podedvory, Blanice



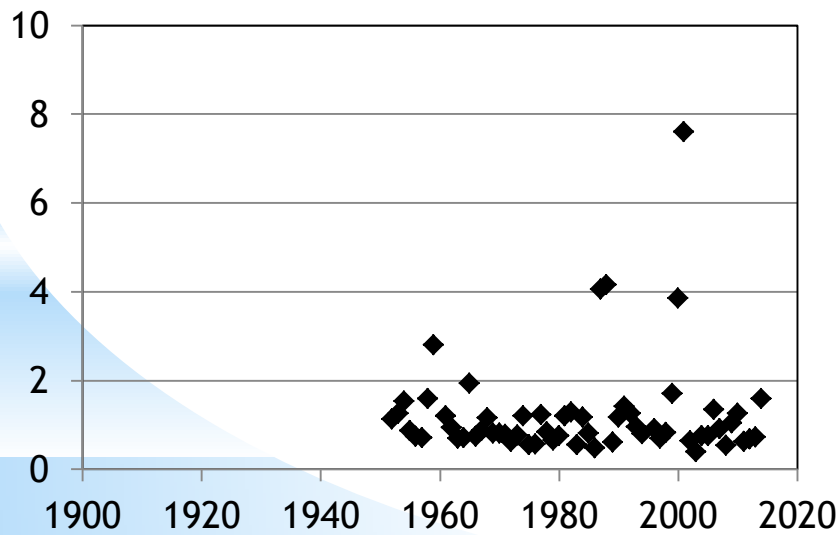
b Dolní Bory-Olší, Oslava



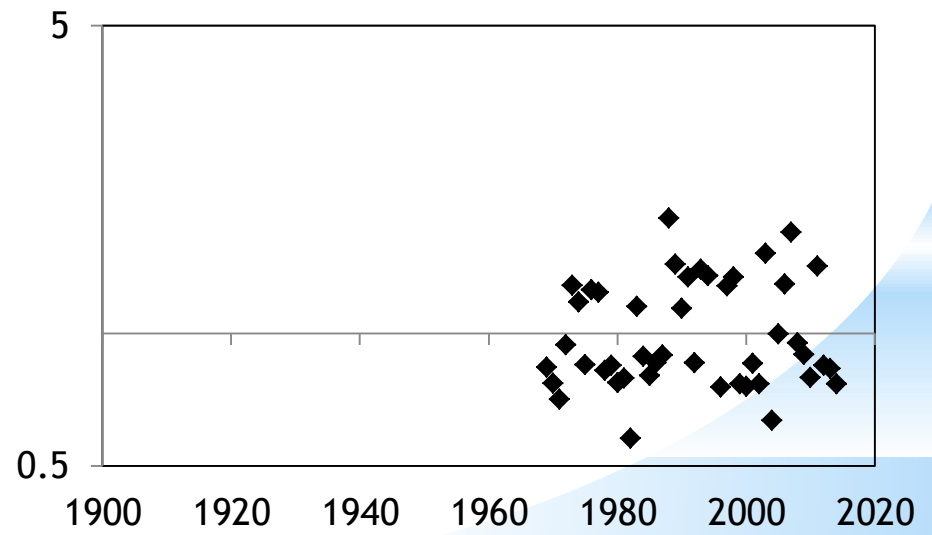
b Skalní Mlýn, Punkva



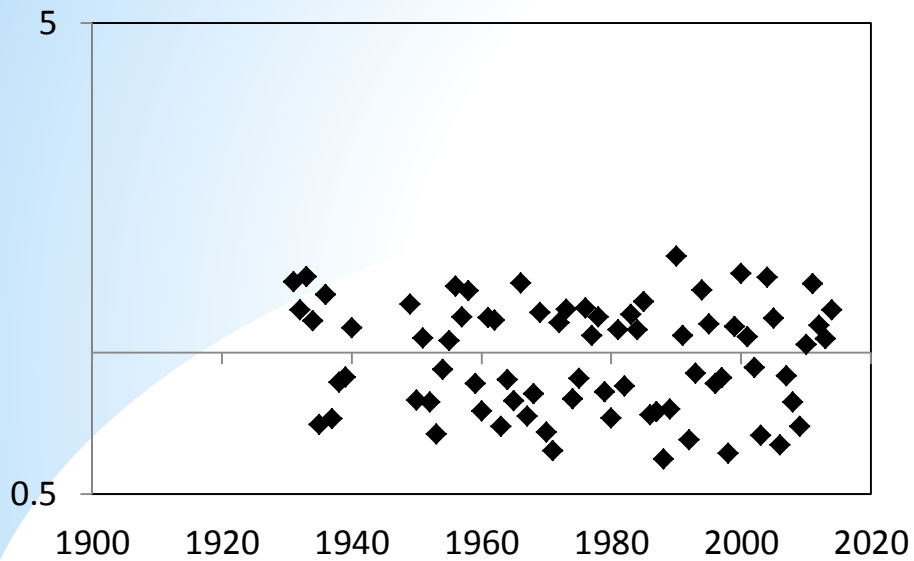
b Rychmanov, Litava



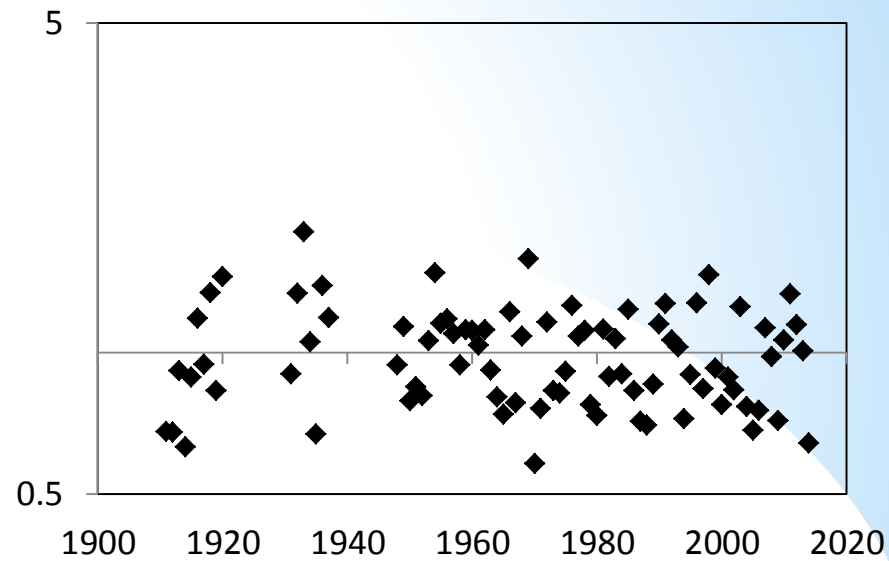
b Koryčany n.p., Kyjovka



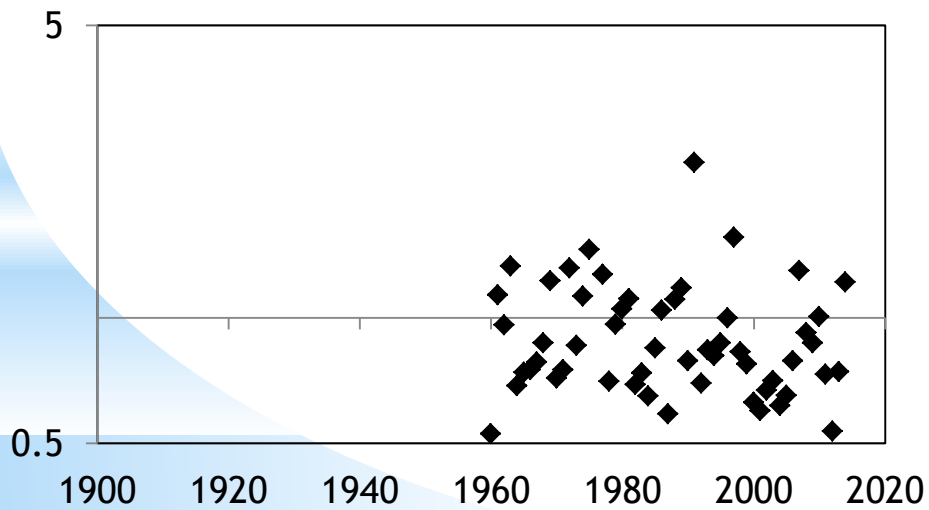
b Modrava, Modravský potok



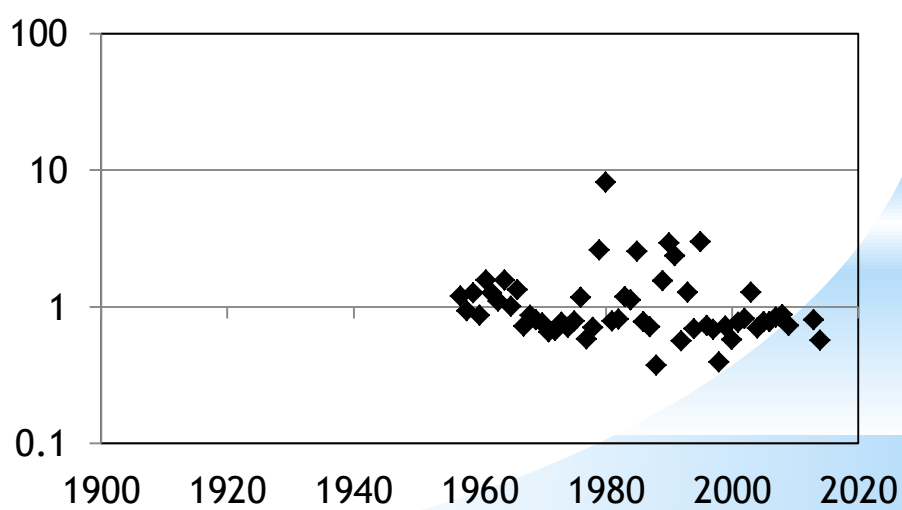
b Rejštejn, Otava



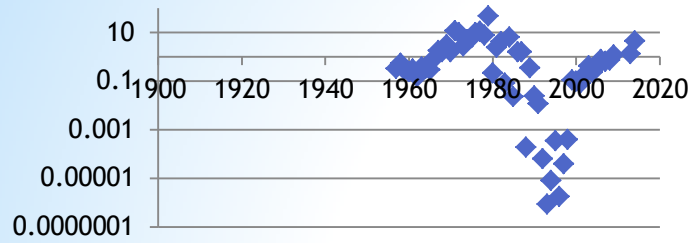
b Jeseník, Bělá



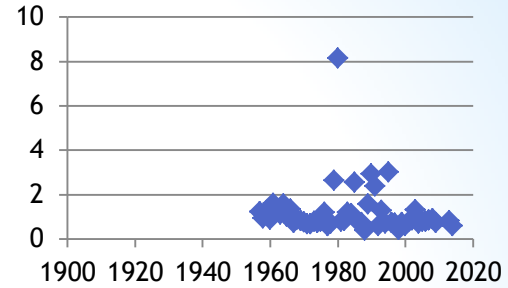
b Bílý potok, Smědá



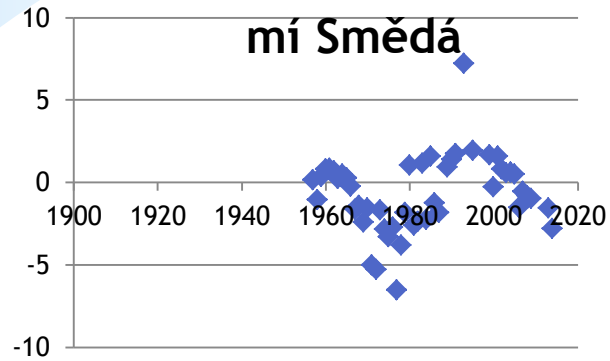
a Smědá



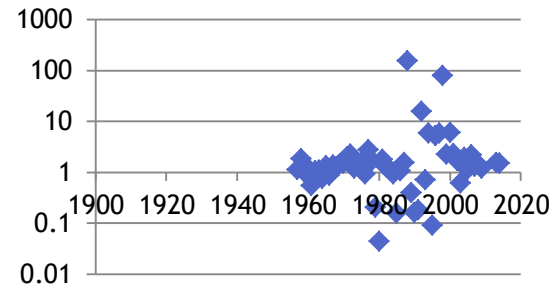
b Smědá



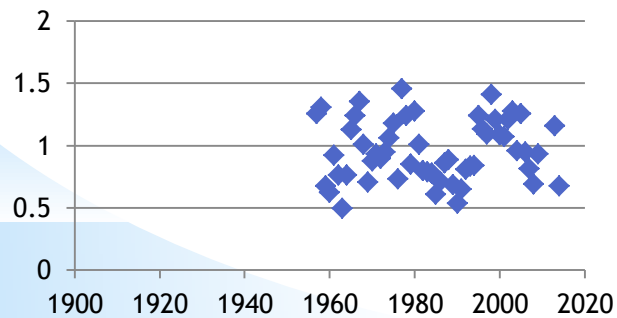
mí Smědá



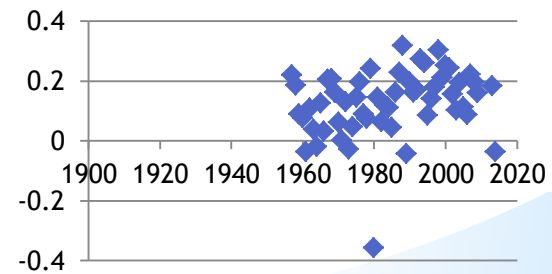
sigma Smědá



Qa



K100



Literatura

- Budík, L.: *Řešení katastru M-denních průtoků pomocí teoretického rozdělení LN5*, 9th International Conference Aplimat, Bratislava 2010, pp.857-866
- Budík, L. Kotrnc, J.: *Stručný metodický popis a manuál k programu pro výpočet hydrologických návrhových veličin program KATABR – M-denní vody*, ČHMÚ p. Brno, 1994, nepublikováno
- Novický, O., Kašpárek, L., Kolářová, S.: *Hydrologická data pro návrhové účely*. ČHMÚ Praha, 1992

Děkuji za pozornost.