

ČESKÝ  
HYDROMETEOROLOGICKÝ  
ÚSTAV

# Hydrologie povrchových vod

Hana Macháčková, Roman Pozler  
ČHMÚ Hradec Králové

[www.chmi.cz](http://www.chmi.cz)

Na Šabatce 2050/17, 143 06 Praha 412-Komořany

tel.: +420 244 031 111, e-mail: [chmi@chmi.cz](mailto:chmi@chmi.cz)

# Hydrologie

**Věda, která se zabývá poznáním zákonů výskytu a oběhu vody v přírodě.**

## **Inženýrská hydrologie**

Zabývá se charakteristikami hydrologického režimu vodních objektů (řeky, nádrže, jezera ...) a poskytuje je pro potřebu projekce, provozu i údržby vodohospodářských děl a stavební činnosti obecně.

Hydrologie se člení :

**Hydrometrie** – věnuje se návrhu vhodných přístrojů, metodám měření, samotnému měření.

**Hydrografie** – zabývá se pozorováním, shromažďováním, klasifikací, tříděním a zpracováním získaného materiálu.



# Historický vývoj hydrologie

Až do minulého století se kryje s vývojem hydrauliky, geofyziky a fyzického zeměpisu.

- **1800 – 1900** – období pozorování, měření, experimentů, modernizace a matematizace.
- **1900 – 1930** – hydrologie začíná existovat jako samostatná věda.
- **1930 – 1950** – výrazný rozvoj především inženýrské hydrologie.
- **Současnost** – období rozmachu matematických modelů.



# Základní úkol hydrologie – určení hlavního prvku - **průtoku**

Definice **průtoku** – objem vody proteklý daným profilem za jednotku času.

$$Q = \frac{V}{t}$$

Q – průtok [ $\text{m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ ], V – objem [ $\text{m}^3$ ], t – čas [s]

**17.století – Toricelli** – první měření průtoku výtokem do nádoby.

**1650 – Perreault** – první přibližný odhad průtoku vody řeky Seiny v Paříži  
první kvantitativní vztah oběhu vody v přírodě.

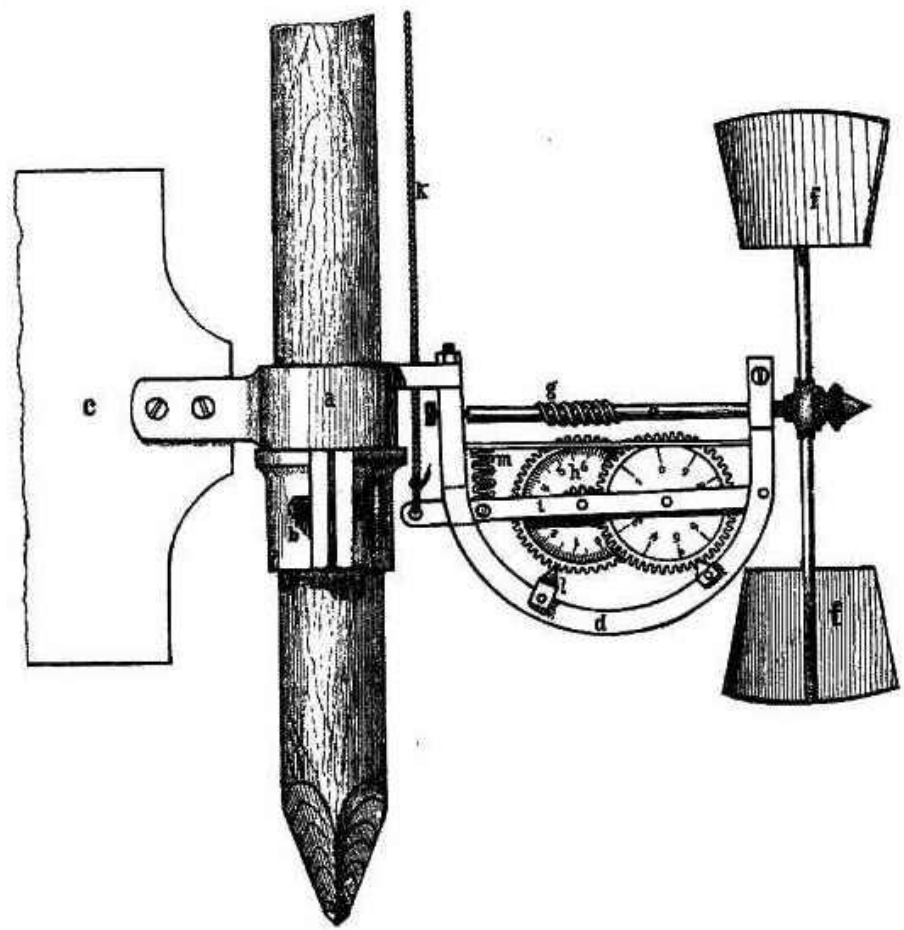
**1732 – Pitot** – objevil možnost měření místní (bodové) rychlosti vody pomocí speciální trubice (Pitotova trubice).

**1775 – Chezy** – uveřejnil způsob výpočtu střední (průřezové) rychlosti v (Chezyho rovnice).

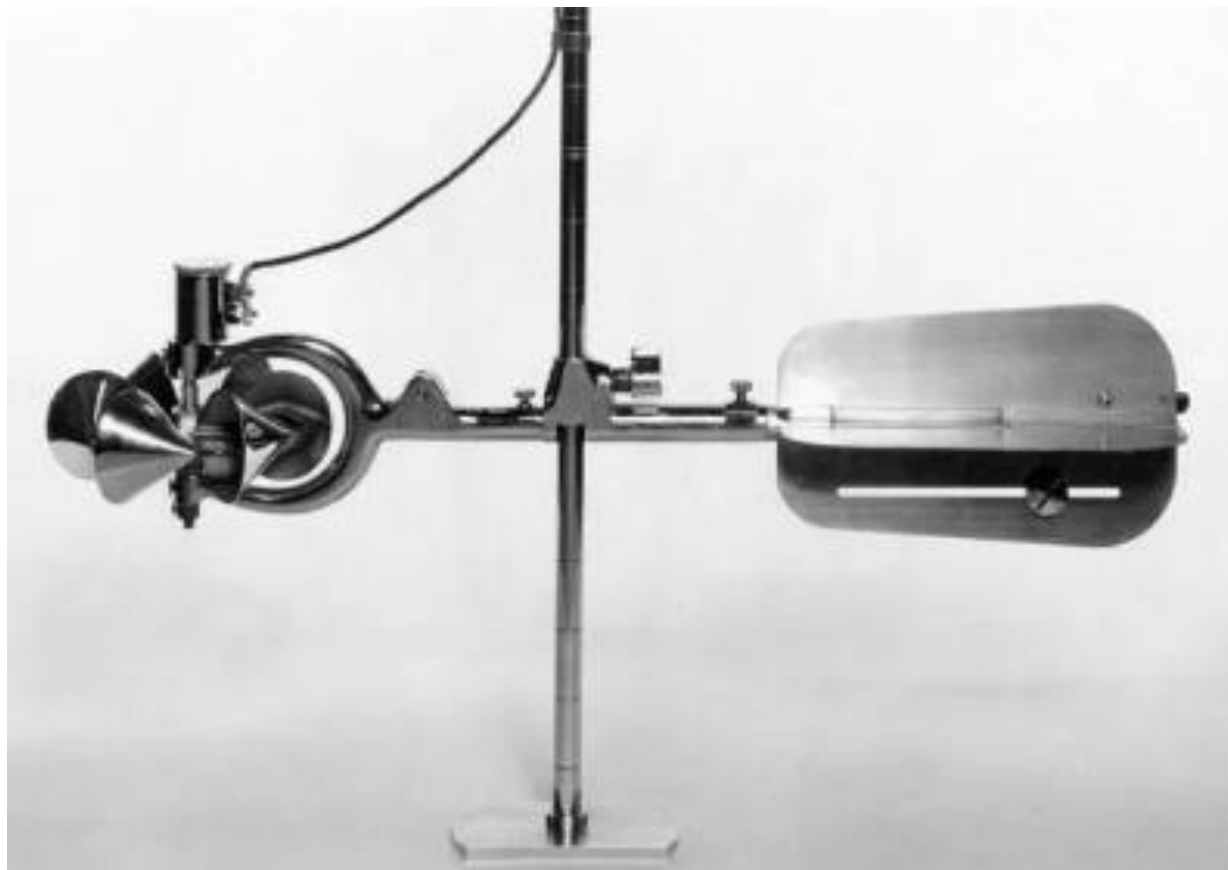
Velký zvrat v hydrologii – vynález **hydrometrické vrtule Woltmanna**.



# Hydrometrické vrtule – Woltmannova



# Hydrometrické vrtule – Priceova



## Hydrometrické vrtule – Ott C2



## Hydrometrické vrtule – Ott C31





## Hydrometrické vrtule – Ott C2

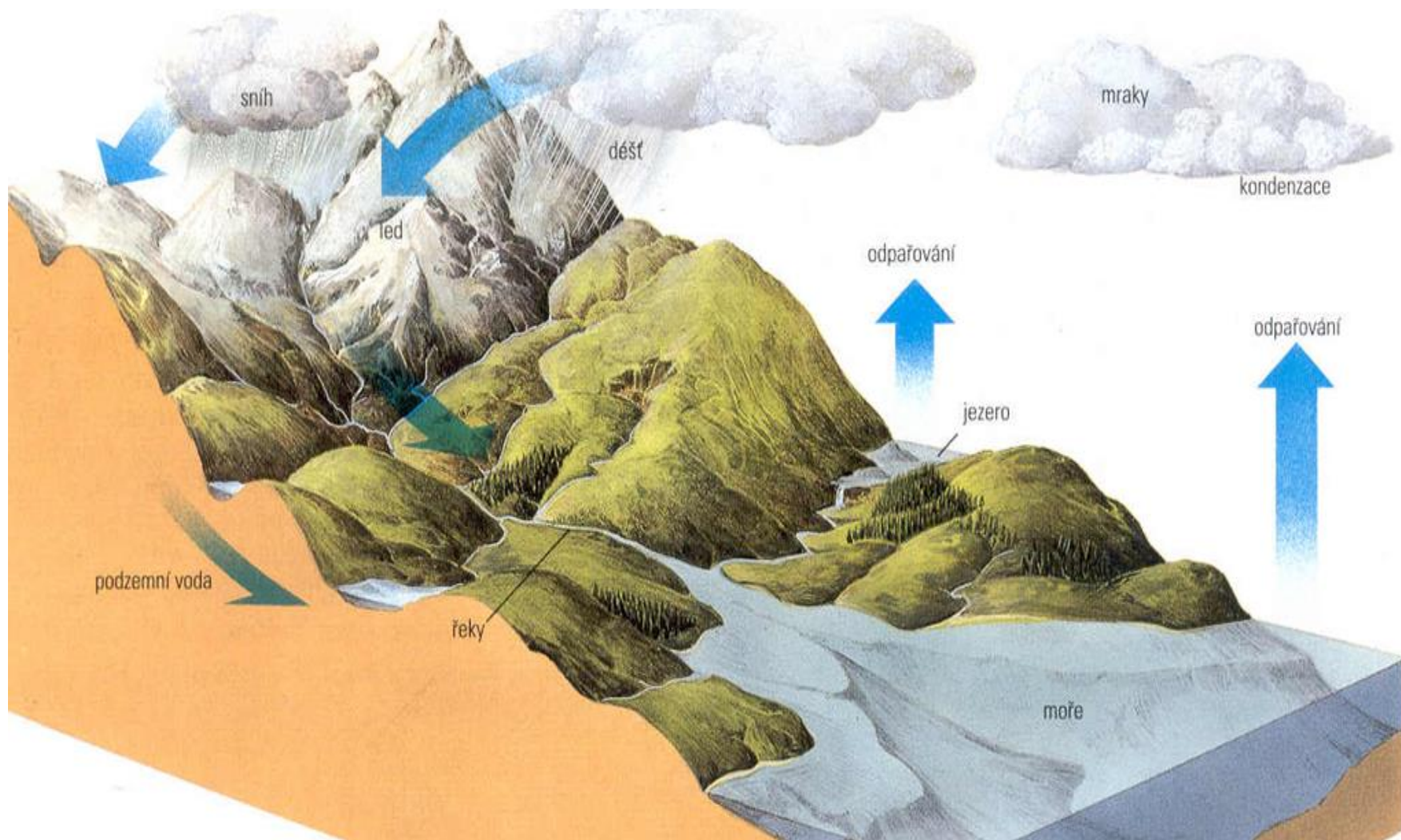


# Historie hydrologické služby v Čechách

- 1. polovina 19.století** – první soustavná pozorování a měření hydrologických veličin a prvků, založení sítě srážkoměrných stanic (F. J. Studnička)
- 1875** – zřízena Hydrografická komise pro Království české. Kromě srážkoměrného oddělení obsahuje i oddělení vodoměrné vedené A. R. Harlacherem – zasloužil se o zpracování teoretických základů hydrometrických metod využívaných dodnes.
- 1920** – založen Státní ústav hydrologický (dnes Výzkumný ústav vodohospodářský – VÚV TGM).
- 2. sv. válka** – srážkoměrná pozorování svěřena složkám meteorologie
- 1954** – spojením meteorologické a hydrologické služby založen Hydrometeorologický ústav (dnes Český hydrometeorologický ústav – ČHMÚ)



# Oběh vody



# Odtok

Nevsáknutá část srážky a vyvěrající voda z podzemních pramenů stékají působením gravitace ve směru největšího sklonu.

Plošný odtok  postupné soustřeďování (ron, stružky, potoky, řeky).

**Říční soustava** – hlavní tok se svými přítoky.

**Říční síť** – systém říčních soustav.

## Fyzikálně geografické vlastnosti povodí

- zeměpisná poloha  $\Rightarrow$  klimatické poměry
- orografické poměry  $\Rightarrow$  výškové a sklonitostní poměry
- geologické a půdní poměry
- rostlinná pokrývka

## Velikost a tvar povodí



# Zpracování údajů o odtoku

**Průtok Q** – objem vody proteklý profilem za jednotku času [ $\text{m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$  nebo  $\text{l} \cdot \text{s}^{-1}$ ]

**Proteklé množství O** – objem vody proteklý profilem za delší časové období [tis.  $\text{m}^3$ ]

$Q_d$ ,  $Q_m$ ,  $Q_r$  – průměrný denní, měsíční respektive roční průtok

$Q_a$  – dlouhodobý průměrný průtok

Pro porovnání vodnosti (velikosti) toku se používá **specifický odtok**, což je průtok z jednotky plochy, zpravidla  $\text{km}^2$

Jak ale průtok zjistit



**základní úloha hydrologie**



# Měření průtoku

Průtok lze v podstatě změřit v jakémkoliv profilu v říční síti. To se někdy taky dělá, ale pro další zpracování to nemá velký význam.

Proto se průtoky měří a vyhodnocují ve **stanicích** státní pozorovací sítě.



## Přímé měření průtoku





## Směšovací metoda

Je založena na měření změny vodivosti, využívá se solný roztok nebo fluorescent.





# Metoda rychlostního pole

Spočívá v měření bodových nebo profilových rychlostí a proměření průtočného profilu.

## Bodová měření

- hydrometrické vrtule
- indukční hydrometrické přístroje
- ultrazvukové hydrometrické přístroje
- měření povrchové rychlosti – radar, plováky

## Profilová měření

- Mobilní ADCP
- Horizontální ADCP a ultrazvukový měřič rychlosti proudění



# Vrtule a indukce



## Ultrazvuk a radar

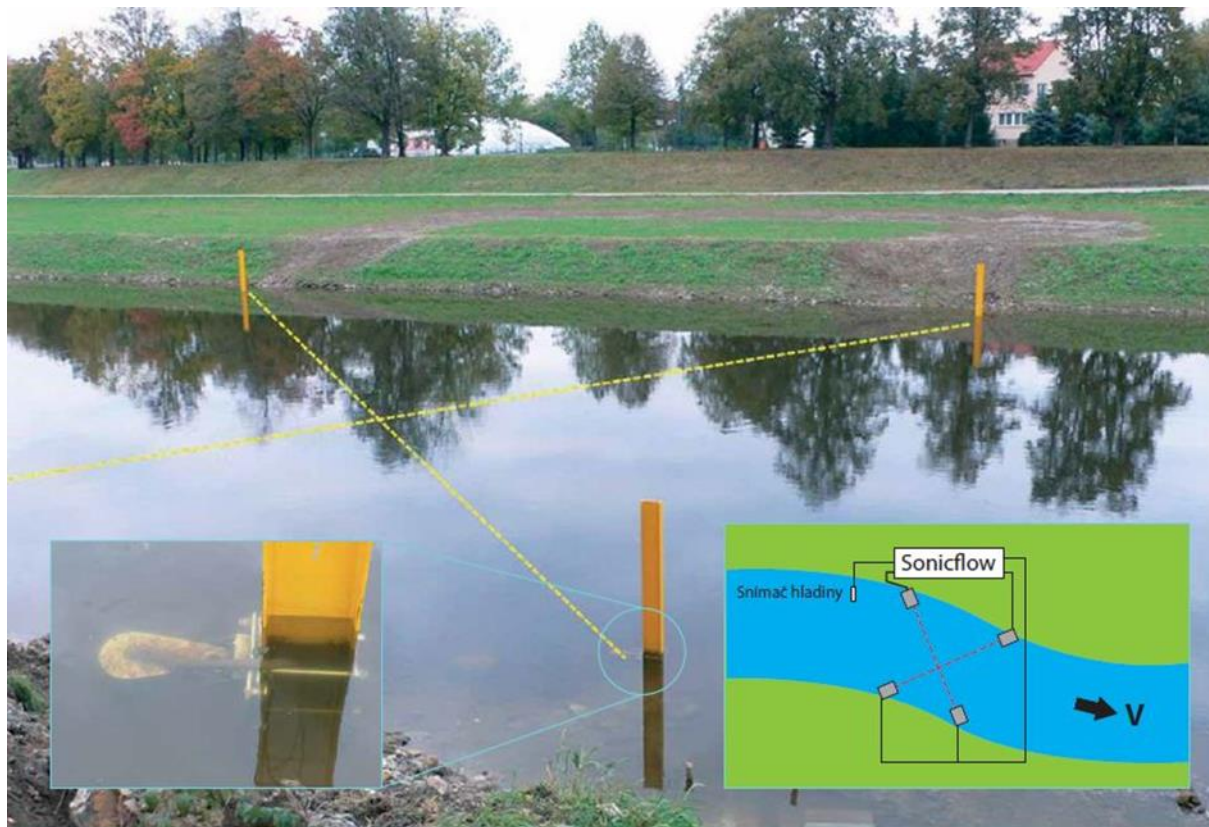




## Ultrazvuk profilový - ADCP



# Ultrazvuk horizontální



Prohloubení koryta Vltavy v Českých Budějovicích v roce 2009 a regulace hladiny pro umožnění plavby vyřadily z provozu vodoměrnou stanici. Právě tady byl instalován první stabilní ultrazvukový průtokoměr. Pro vyšší spolehlivost a přesnost měření využívá čtveřici snímačů a dvojici zkřížených ultrazvukových paprsků.



# Vodní stav

Hydrometrování trvá dle velikosti toku cca 0,5 -1 hodinu.

Výsledkem není kontinuální záznam časového průběhu průtoků.

Zásadní problém hydrologie – **nalezení veličiny průběžně měřitelné, na základě které je průtok vyčíslitelný.**

Touto veličinou je **VODNÍ STAV** – úroveň hladiny v posuzovaném profilu vztažená k „0“ (nule) vodočtu. Ta bývá zpravidla zaměřena v m.n.m.

Základem pro měření vodního stavu je vodočet.

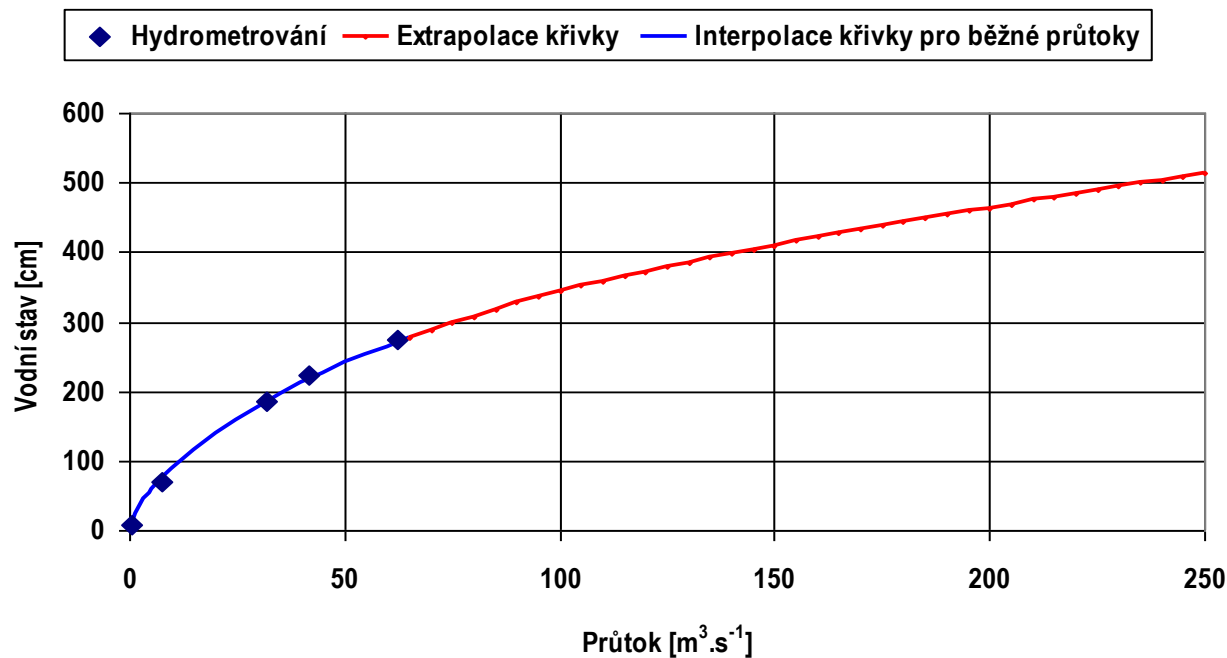
V počátcích pozorovatel zapisoval 1-3 x denně.

Postupně kontinuální záznam – limnigraf.

V současnosti automatické stanice.



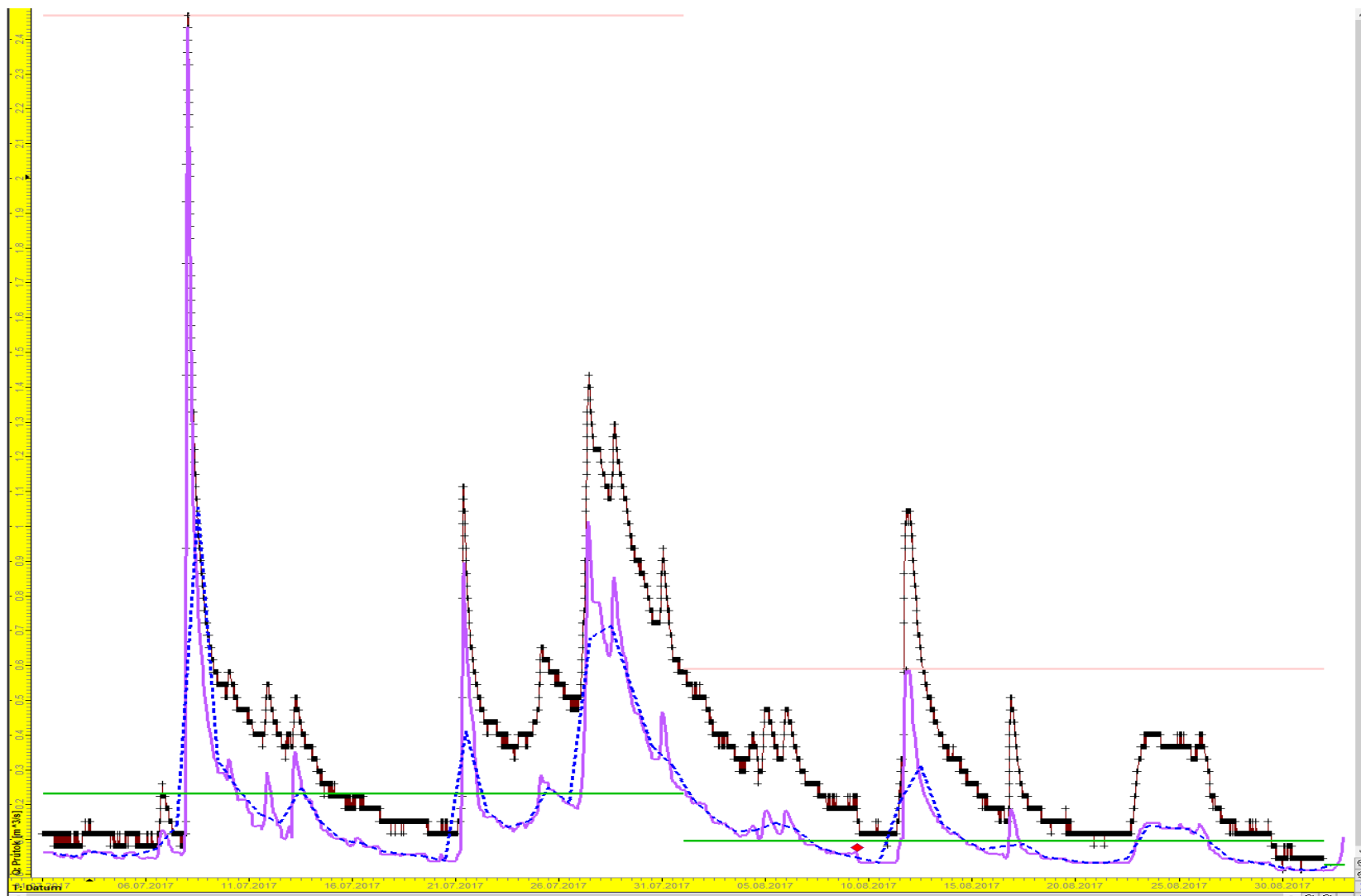
# Jak získat průběžné hodnoty Q? Sestrojit měrnou křivku...



## Nepřesnost měrných křivek

- chyby primárních veličin (hydrometrování)
- nestabilní koryto v profilu či blízkém okolí stanice
- vliv vegetace
- vliv ledových jevů
- hysterese měrné křivky za povodňových situací

## Výsledek zpracování – hydrogram, čára průtoků





# Proč to všechno potřebujeme

**Čáry překročení** – zcela zásadní pracovní nástroj v hydrologii.

Poskytuje informaci **kolikrát** nebo **po jakou dobu** byla určitá hodnota znaku v určitém období (např. pozorování) **dosažena** nebo **překročena**.

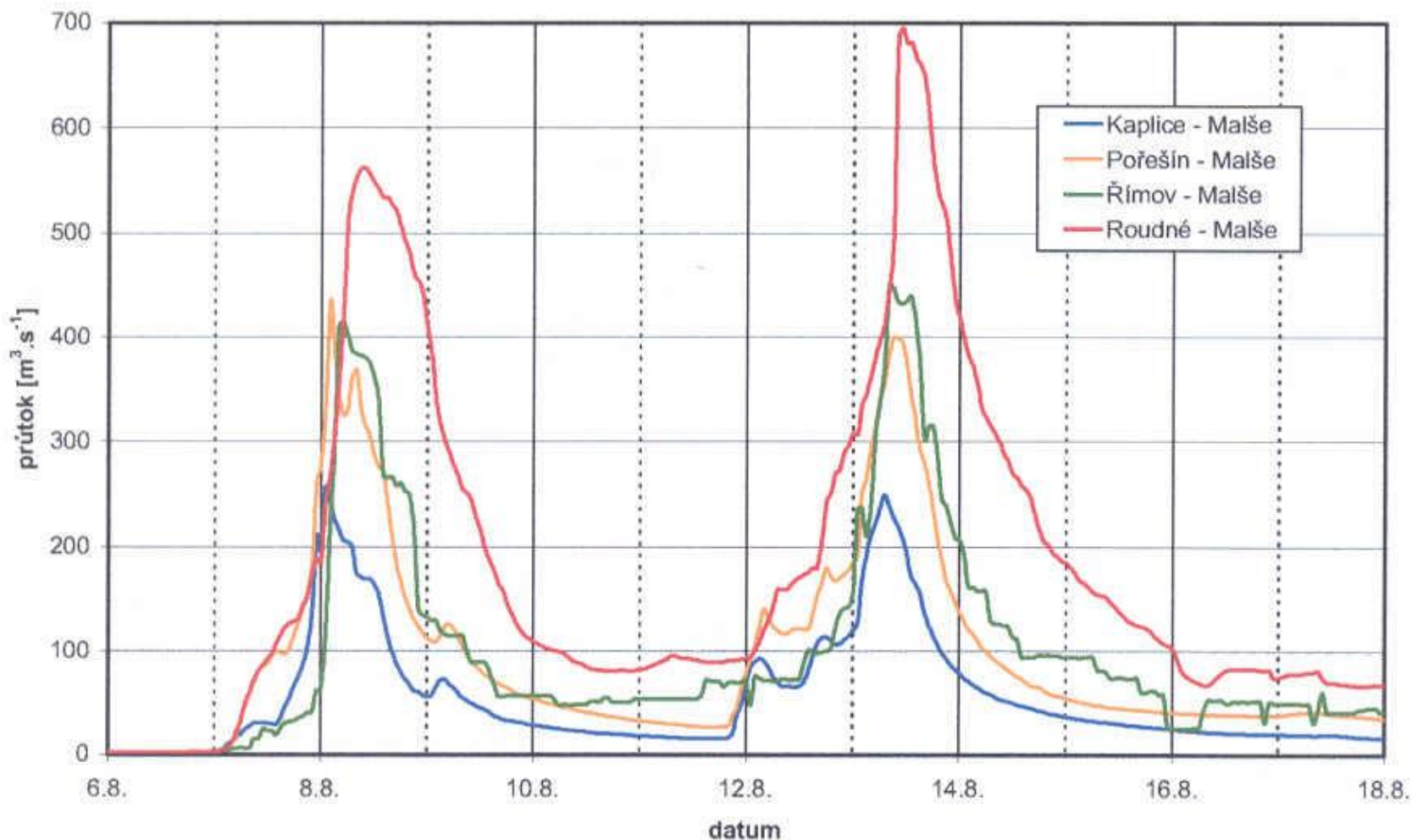
Výsledkem zpracování čar překročení jsou mimo jiné návrhové veličiny pro projektování vodohospodářských a jiných staveb.

**Čáry opakování** - vyjadřují zákonitost růstu kulminačního průtoku s délkou období, ve kterém je tento průtok  $Q_N$  dosažen nebo překročen v průměru jednou. Jedná se o tzv. **n-leté průtoky** – obvykle 1, 2, 5, 10, 20, 50, 100 let.

**100letá povodeň** je taková povodeň, jejíž kulminační průtok je v dlouhodobém průměru dosažen nebo překročen 1krát za 100 let, přesněji to znamená pravděpodobnost 1 %, že v daném roce dojde k takto vysokému stavu vody a  $Q$ . Z metodiky výpočtu používané ČHMÚ vyplývá, že 100letá nebo vyšší povodeň se teoreticky vyskytne za období dlouhé 100 let s pravděpodobností 63,4 %, za období 200 let s pravděpodobností 86,6 % a až za období 500 let s pravděpodobností 99,3 %.



Může se stát i toto –  $Q_{100}$  494  $\text{m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ , 1. vlna 562, 2. vlna 695



## Povodně z tání

Vznikají pokud dojde k akumulaci sněhu i v podhorských a nížinných oblastech. Tání často zhoršuje teplý vítr a déšť. Příkladem jsou povodně z roku 2006.





# Ledové povodně

Vznikají pokud dojde k zatarasení koryta ledem, krami.



# Letní povodně

Vznikají většinou z dlouhodobých intenzivních plošných srážek, například v letech 1997 a 2002.





## Přívalové povodně

Vznikají většinou z krátkodobých velmi intenzivních bouřkových srážek, například povodeň roce 1998.



## Zvláštní povodně

Vznikají havárií vodních děl – protržením hrází, například Bílá Desná v roce 1916.



# Proč to všechno potřebujeme

## Čára překročení m-denních průtoků

$Q_{330d}$  – průměrný denní průtok, který je v dlouhodobém období dosažen nebo překročen po 330 dní v roce.

Používá se k určení minimálních průtoků v tocích (především z pohledu ekologického stavu toku).

Zpracovávané hodnoty čáry překročení m-denních průtoků ČHMÚ

$Q_{30d}$ ,  $Q_{60d}$ ,  $Q_{90d}$ ,  $Q_{120d}$ ,  $Q_{150d}$ ,  $Q_{180d}$ ,  $Q_{210d}$ ,  $Q_{240d}$ ,  $Q_{270d}$ ,  $Q_{300d}$ ,  $Q_{330d}$ ,  $Q_{355d}$ ,  $Q_{364d}$

**Referenční období:** v současnosti 1981 – 2010, dřívější 1931 – 1980, 1931 -1960.

Hydrologický rok **1.11. až 30.10.**

Důvod - minimální srážky na přelomu měsíců X a XI.

V každé části světa se používá hydrologický rok jiný

Afrika – 1.4. až 31.3. – začátek období dešťů.





Děkuji za pozornost.

