



Hydrologické charakteristiky a měření

Atmosféra a hydrosféra

Mgr. Veronika Korvasová

Seminář č. 10

6.5./7.5. 2024



Co měříme u vodního toku?



Vodní stav a vodočet

Co vyjadřuje vodní stav a jak číst vodočet?



Nejčastějšími veličinami udávanými v souvislosti s množstvím vody v toku jsou vodní stav a průtok vodního toku. **Průtok vodního toku** představuje množství vody, které proteče korytem za jednotku času, je tedy závislý na rychlosti proudění a ploše průřezu toku a vyjadřuje se v jednotkách objemu v čase (nejčastěji m^3/s). **Vodní stav** vyjadřuje, jak vysoko sahá hladina toku a vyjadřuje se v jednotkách délky (m, cm). Co je však velmi důležité – jedná se o výšku (svislou vzdálenost) nad tzv. nulou vodočtu – tato výška tedy nevyjadřuje absolutní hodnotu hloubky toku.

Vodočet

Vodočet, někdy také označovaný jako **vodoměrná/vodočetná lať**, je plechová nebo plastová destička, na které je vyznačena **stupnice**. Vodočet může být umístěn jak **svisle**, tak **šikmo** a oba typy lze i kombinovat (dělený) podle potřeby.

Nula vodočtu je okótována, je přesně známa její nadmožská výška. Vodní stav tedy po přičtení může vyjadřovat nadmožskou výšku hladiny v metrech nad mořem. Hodnota není ovlivněna například změnami dna koryta.

Jak číst vodočet?

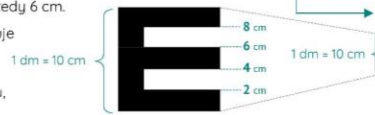
Vpravo je ukázka dvou vodočtů s mírně odlišnou symbolikou stupnice. **Decimetry** bývají vyznačeny **arabskými číslicemi** (1, 2, 3, ...) a **metry římskými** (I, II, III, IV, ...) s červeným zvýrazněním.

Každý decimetr v příkladech vpravo je černobílými pruhy rozdělen na pět částí (dílků). Každá část tak reprezentuje 2 cm a umožňuje velmi přesný odečet aktuálního vodního stavu daného toku **s přesností na centimetry**.

Při odečtu postupně sečítáme počet metrů, počet decimetrů a na závěr počet dílků v posledním decimetru, ke kterému sahá hladina a zjistíme hodnotu v bodě, kde se hladina dotýká vodočtu.

Vodočet vlevo reprezentuje vodní stav 76 cm – výška vodní hladiny nesažá ani k prvnímu metru, pod vodou je zcela prvních 7 decimetrů, v posledním decimetru sahá voda do třetího dílku, tedy 6 cm.

Vodočet úplně vpravo není zobrazen úplně a ukazuje příklad vyššího vodního stavu. Zcela pod vodou je i dílek 3. metru. Nad ním jsou pod vodou ještě jeden dílek decimetru a dva dílky dalšího decimetru, tedy $10 + 4 \text{ cm}$ nad $3 \text{ m} = 314 \text{ cm}$.



Římské číslice vyjadřují metry a bývají většinou zvýrazněny červenou barvou.

Arabské číslice vyjadřují decimetry v příslušném metru.

Dílky stupnice vodočtu umožňují odečíst svislou výšku aktuální výšky hladiny nad nulou vodočtu (stupnice).

Šikmý vodočet

V případě šikmého vodočtu jsou vzdálenosti na stupnici upraveny podle úhlu sklonu tak, aby každé místo na stupnici reprezentovalo nikoliv vzdálenost na vodočtu, ale svislou vzdálenost od nuly vodočtu.

Svislý vodočet

V případě svislého vodočtu odpovídají vzdálenosti na stupnici vzdálenosti od nuly vodočtu. Využívá se u kolmých břehů.

Nula vodočtu je umístěna do takové výšky, aby byla vždy pod úrovní hladiny (ve výjimečných případech extrémního sucha nebo úplného vyschnutí koryta se může i nula vodočtu ocitnout mimo vodu).

$3 \text{ m} + 1 \text{ dm} + 2/5 \text{ dm} = 310 \text{ cm} + 4 \text{ cm} = \text{VODNÍ STAV } 314 \text{ cm}$

$3 \text{ dílky} = 3/5 \text{ dm} = 6 \text{ cm}$

$0 \text{ m} + 7 \text{ dm} + 6 \text{ cm} = 70 \text{ cm} + 6 \text{ cm} = \text{VODNÍ STAV } 76 \text{ cm}$

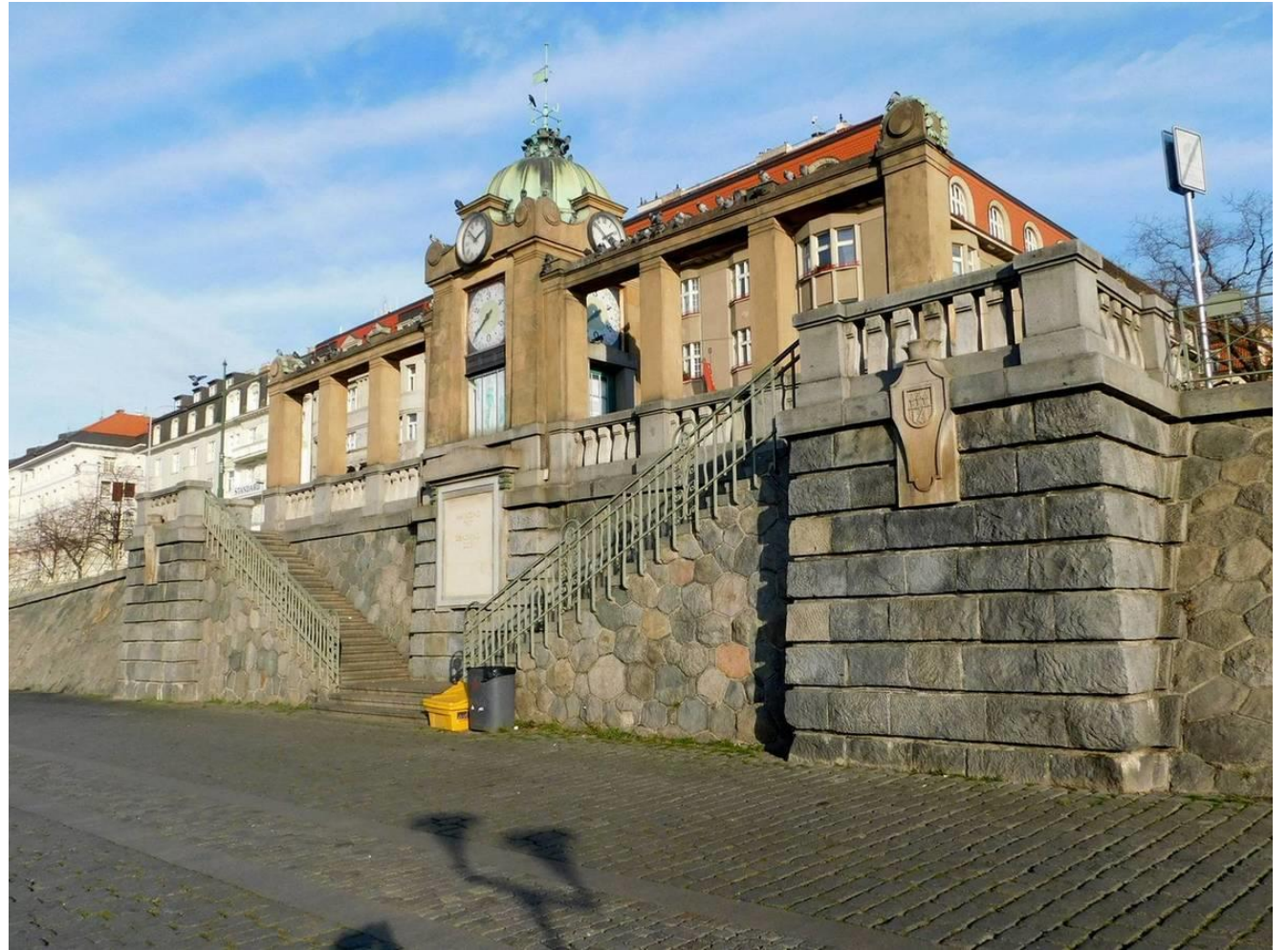
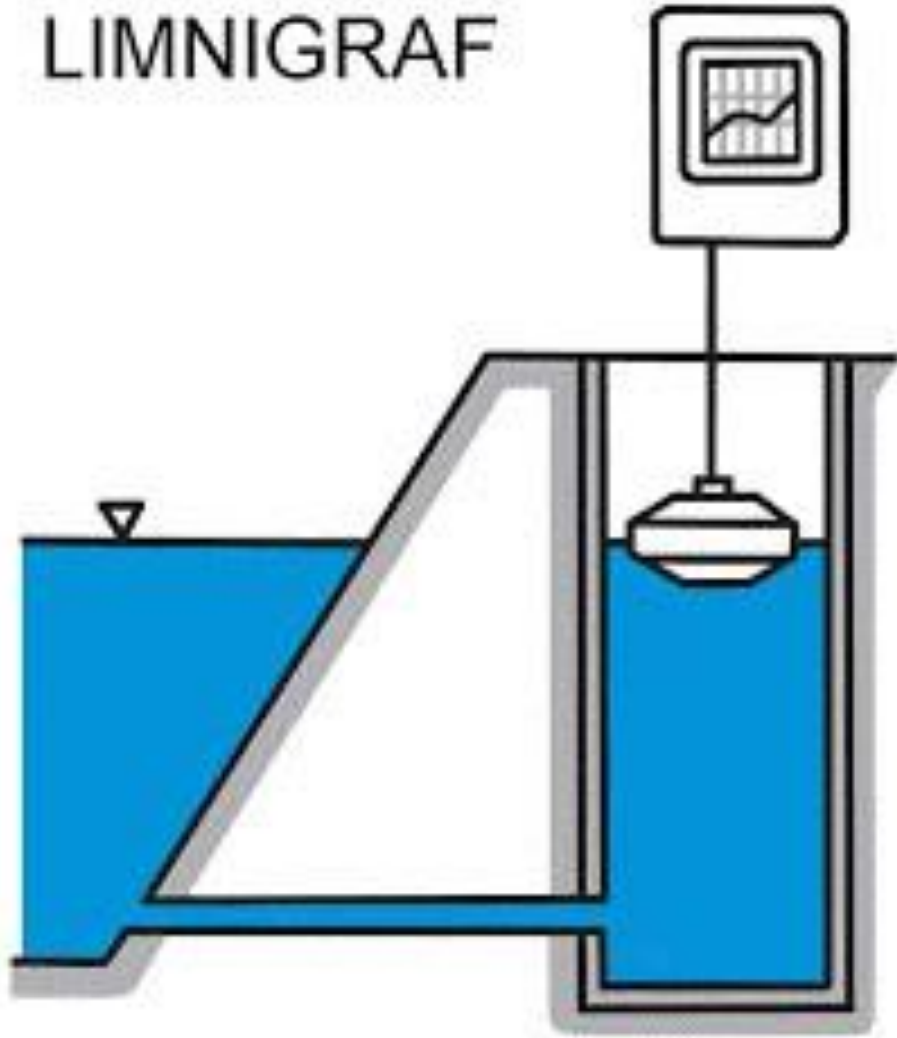
$7 \text{ jednotek} = 7 \text{ dm} = 70 \text{ cm}$

Vodní stav

- Vodočet – hladinoměr s přítomnou číselnou stupnicí, která je vztažena k nule vodočtu
- Limnigraf
- Měření probíhá na vodoměrné stanici.
- HYDROMODUL = rozpětí vodních stavů v průběhu roku je od nejvyššího (maximálního, H_{\max}) po nejnižší (minimální, H_{\min}).
- Čáry vodních stavů
 - záznam změny denních vodních stavů v průběhu hydrologického roku,
 - vyjadřují **závislost stavů na čase** (chronologické křivky)
 - podle jejich tvaru lze posoudit **pravidelnosti či nepravidelnosti** změn, nebo zda se v určité roční době nebo měsíci vyskytují vodní stavy se značnou pravidelností, např. vysoké či nízké.
- Ze statistických hodnot zevšeobecnujících polohu řady všech členů se z čar překročení odvozuje i **obyčejný vodní stav (medián)** a z četností výskytu **nejčastěji se vyskytující vodní stav (modus)**

Co je to hydrologický rok?
A kdy probíhá?

LIMNIGRAF



Vodní stav - pokračování

- Histogram kumulovaných četností – čára překročení
- **Čára překročení** – umožňuje zjistit, jak dlouho byl v daném roce určitý vodní stav, kdy byl překročen, nebo byl podprůměrný. Označují se jako **M – denní vodní stavy** např. $H_{60} = 150$ cm
- Pokud M-denní stavy vztáhneme k řece, tak stavy průměrně překročené po dobu 30 dnů v roce nebo méně než 330 dnů lze označit za mimořádné, tj. mimořádně vysoké a mimořádně nízké, a ty, které jsou blízké obyčejnému stavu, tj. překročené 151 – 210 dny, za průměrné.
- Znalost vodních stavů a jejich proměnlivost je však důležitá pro management vody v krajině (např. zabezpečení ochrany objektů, majetku i životů) a mohou tak posloužit i v krizovém managementu.

Průtok

Definice: fyzikální veličina vyjadřující objem vody, která proteče průtočným profilem za jednotku času (m^3/s nebo l/s^{-1})

Měříme: **hydrometrováním** (pomocí hydrometrické vrtule), **měrnou nádobou**, nebo **pomocí měrných přepadů**

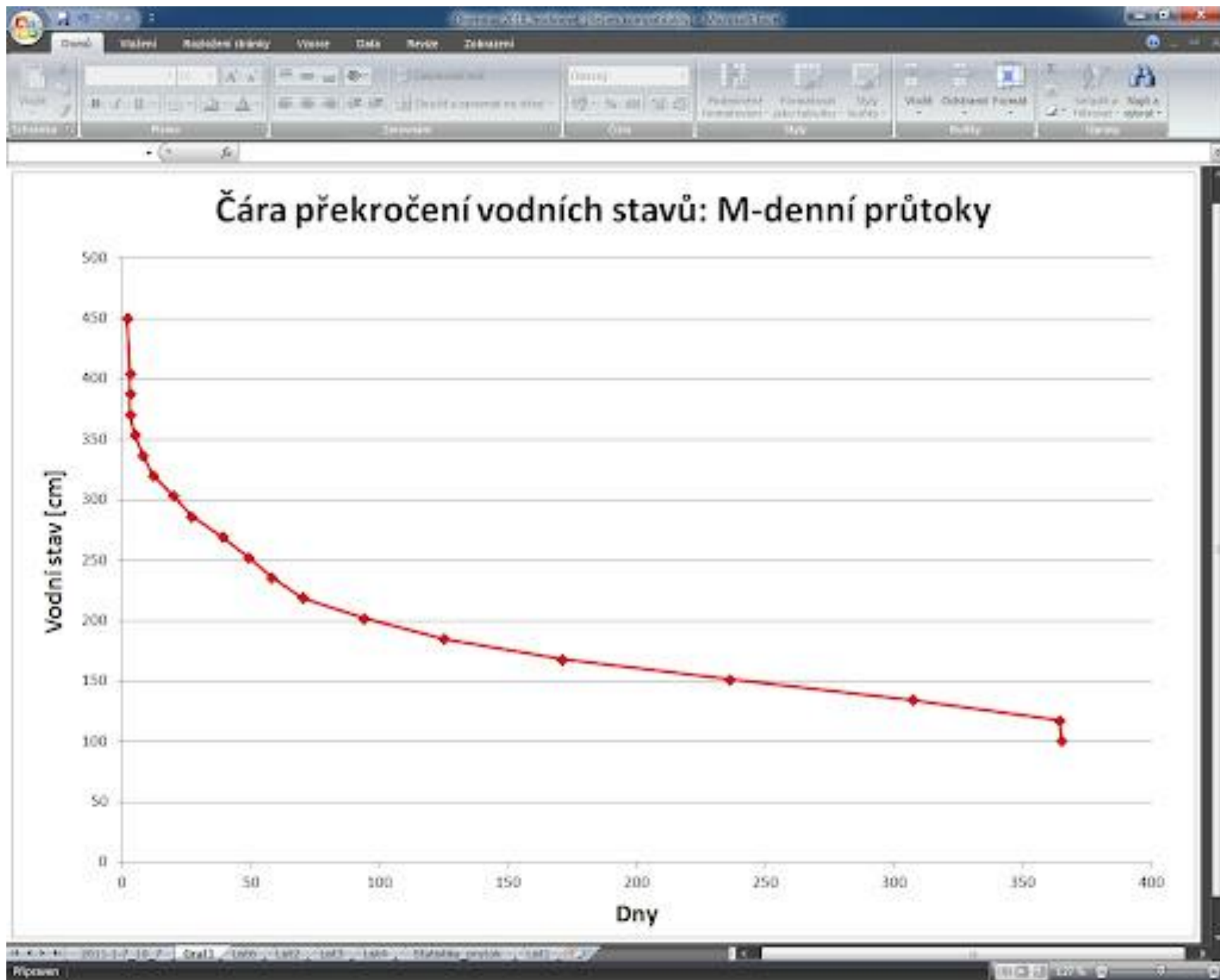
Průtok měříme ve více bodech, které nejlépe vystihují rozdělení vody v příčném profilu.

Změny průtoků v čase

- **Režim průtoků a příčiny změn:** přírodní poměry, které ovlivňují i vlastnosti řečiště; velikost povodí, ale i odtoku v korytech říční sítě, popř. i zaplavované části údolního dna (inundace). Časové rozložení odtoku z povodí je dáno různými zdroji vodnosti řek – voda z dešťů, z periodické sněhové pokrývky, z ledovců a trvalé sněhové pokrývky (nad sněžnou čarou) a podzemní voda.
- **Hlavními prvky režimu průtoků všech řek jsou:** velikost změn průtoků a jejich časový průběh, četnost výskytu průtoků, rozkolísanost.
- **Změny průtoků během dne:** denní výkyvy (malé nebo nepravidelné), spíše patrné u pramenných úseků v oblasti ledovců
- Proměnlivost denních průtoků řek vyjadřuje **čára průtoků (hydrogram)**
- Z ní můžeme vyčíst: velikost změn průtoků (variační rozpětí), jejich rychlost a četnost jejich výskytu, poukazující také na míru rozkolísanosti (variance, variability) denní vodnosti řeky.

Průtoky - pokračování

- Rozkolísanost denních průtoků vyjadřují: **čáry překročení** (histogramů kumulovaných četností).
- Překročení se vyjadřuje počtem dnů v roce jak pro jednotlivé roky, tak i pro řadu roků (průměrné překročení).
- Absolutní hodnoty překročení jsou označovány jako **M-denní průtoky** = dosažené nebo překročené M dní v roce. (např. Q_{355} , průtoky v průměru překročené po dobu 355 dní v roce).
- Další charakteristiky:
 - **obyčejný průtok (medián)**, který je jednou ze středních hodnot;
 - **průtok nejčastěji se vyskytující (modus)**
- Rozložení odtoku v průběhu každého roku se posuzuje i podle časového sledu měsíčních průtoků.
- Průměrné rozložení potom vyjadřuje sled dlouhodobých měsíčních průtoků.
- Grafické znázornění slouží pro posouzení odchylek rozložení odtoku v každém roce a **nadprůměrnosti či podprůměrnosti** jednotlivých měsíčních průtoků.
- Velmi odlišné absolutní hodnoty měsíčních průtoků u rozdílně vodných řek neumožňuje dobře porovnávat jednotlivé řeky a rozhodnout, je-li roční rozložení odtoku na nich více či méně vyrovnané.
- **Klasifikace řek** založená na odhadu míry vyrovnanosti vychází z procentuálního podílu měsíčních a sezónních odtoků na průměrném ročním odtoku. Při podílu více jako 80 % za jediné roční období (příp. za jeden měsíc) je roční rozložení silně nevyrovnané, při podílu 50 až 80 % značně nevyrovnané, při podílu 30 až 50 % mírně nevyrovnané a při podílu 20 až 30 % vyrovnané.



Extrémní průtoky - povodně

Maximální průtoky = povodňové průtoky; označovány za povodeň, nebo povodňovou vlnu.

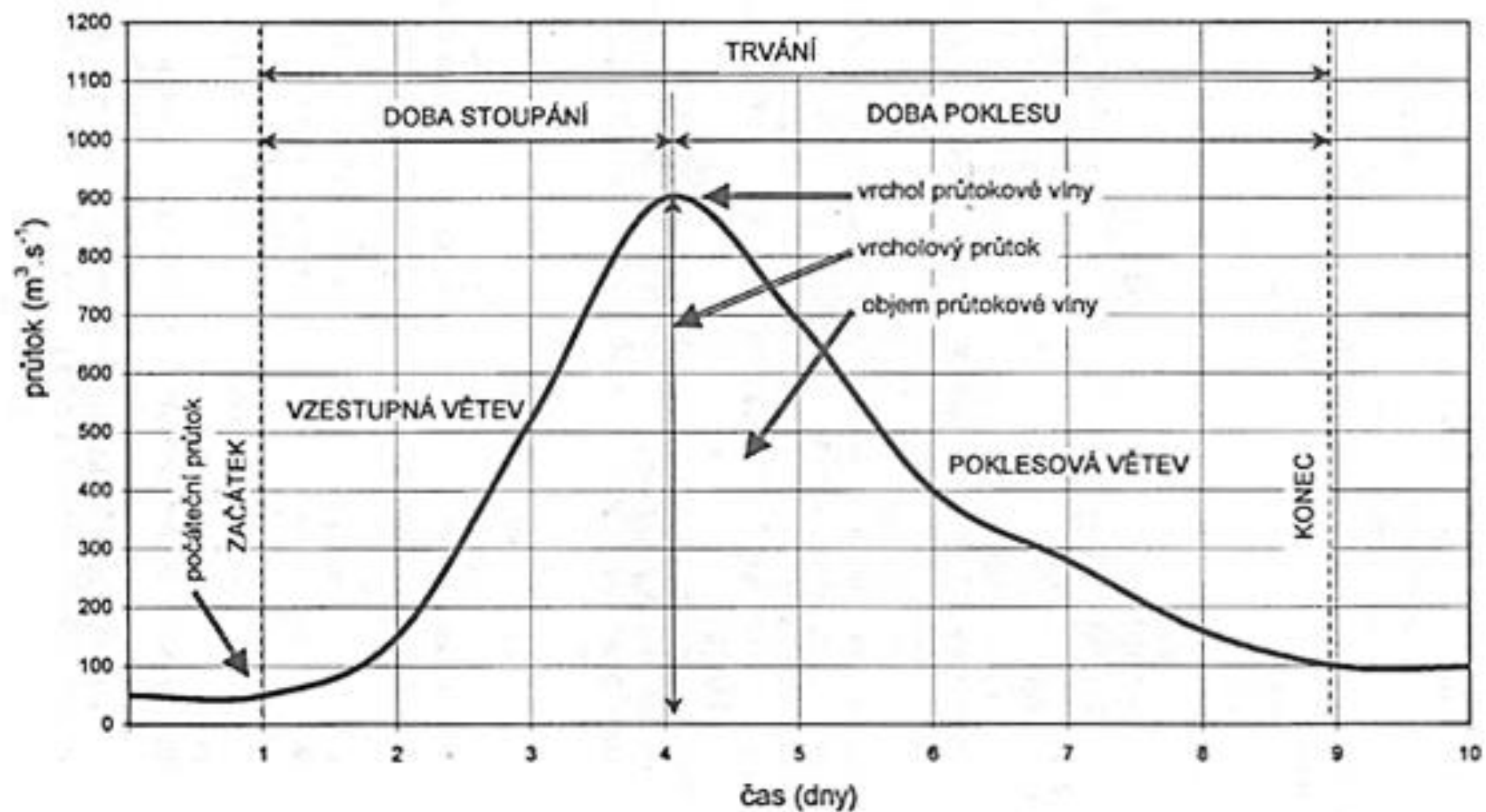
Definice povodně: Výrazné stoupnutí hladiny řeky způsobené zvětšením průtoku nebo zmenšením průtočnosti koryta. Zvětšení průtoku může probíhat v říčním korytě nebo inundačním (záplavovém) území.

Příčiny povodní: z dešťů, tání sněhu, z tání ledovců a sněhu nad sněžnou čarou, vyvolané vzdušným tlakem hladiny bez výrazného zvětšení průtoků

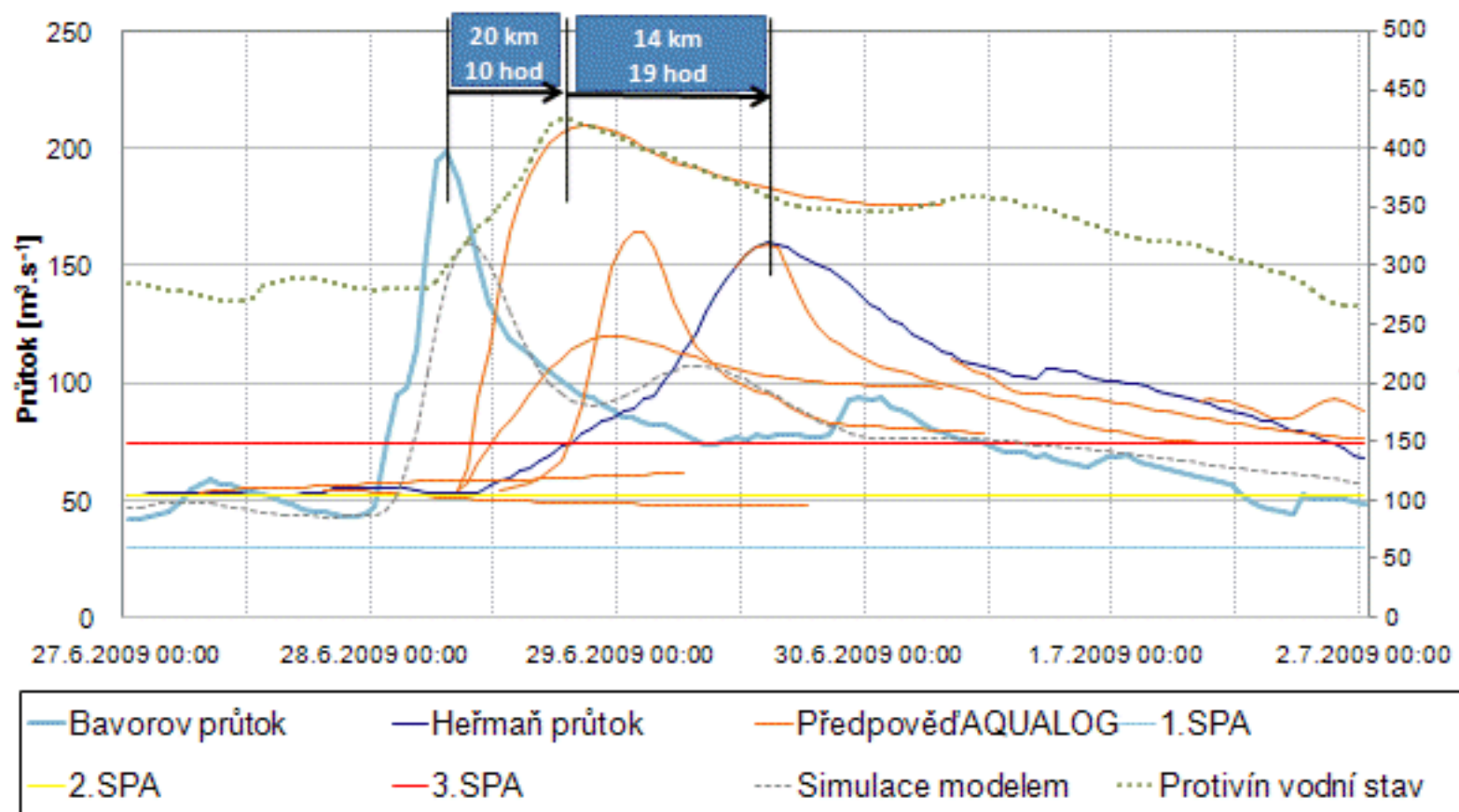
U povodňové vlny sledujeme: její objem, tvar a vrchol (**kulminační vodní stav**) → předmětem hydrologického modelování (abychom věděli, jaká udělat opatření proti povodním, jak dimenzovat koryto a vodní stavby v okolí vodního toku), úkol vodohospodářů.

Stupeň ohrožení povodněmi závisí na charakteru povodňové vlny, který je určen maximálním, tzv. **kulminačním průtokem**.

Hydrogram průtokové vlny a její prvky
(Podle V. Herbera, 1984)



Transformace povodňové vlny na dolní Blanici a hydrologické předpovědi



Základní predikce povodní

- Pravděpodobnost povodně: $p = \frac{1}{n\text{-letost}}$

- **Úkol v hodině:**

Jaká je pravděpodobnost 5leté, 20leté povodně, 100leté povodně?

Povodí

Specifický (poměrný) odtok (q):

Jednotková vydatnost vyjadřuje množství vody odtékající za jednotku času z jednotky plochy povodí.

Udává se v litrech za sekundu z plochy 1 km^2 ($\text{l} \cdot \text{s}^{-1} \cdot \text{km}^{-2}$), při vysokém odtoku v $\text{m}^3 \cdot \text{s}^{-1} \cdot \text{km}^{-2}$.

Odvodí se tak, že se průtok Q se dělí plochou povodí (F) uzavřenou místem na řece, pro které průtok platí.

Úkol v hodině:

- **Vzorec pro výpočet:** $q \text{ (l} \cdot \text{s}^{-1} \text{km}^{-2}) = \frac{1000Q \text{ (m}^3 \cdot \text{s}^{-1})}{F \text{ (km}^2)}$



Hydrologická předpověď (předpověď povodní)

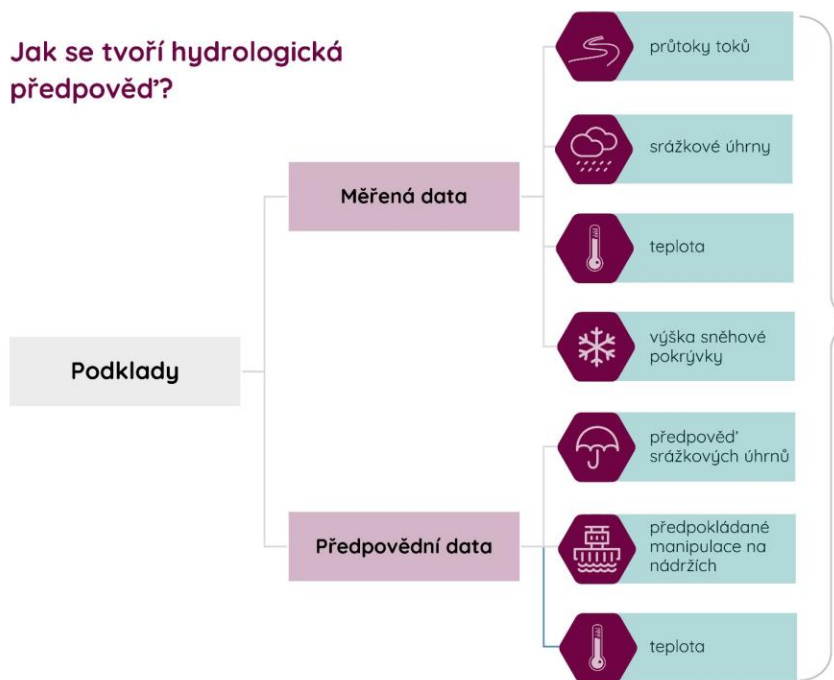


Včasná varování je důležitým nástrojem vedoucím ke **snížení škod na majetku a ochraně lidských životů**, a to platí i v případě povodní.

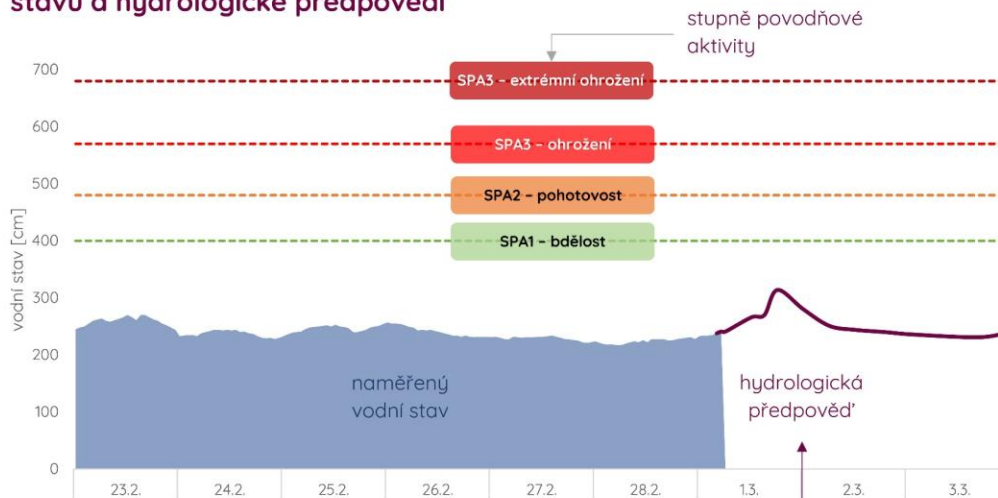
Hydrologické předpovědi na základě různých dat a dostupných informací odhadují **vývoj vodního stavu v tocích** v následujících desítkách hodin (v České republice předpovídá ČHMÚ vývoj na následujících 66 hodin). V případě, že se očekává vysoký vodní stav, je možné vyhlásit určitý **stupeň povodňové aktivity** od stavu bdělosti (1. stupeň) až po 3. stupeň představující až extrémní ohrožení.

Při běžném režimu se předpovědi pro vybrané profily vydávají jednou denně. Při mimořádných situacích se četnost výpočtu zvyšuje a předpovědi jsou aktualizovány až čtyřikrát denně.

Jak se tvoří hydrologická předpověď?



Příklad grafu naměřených vodních stavů a hydrologické předpovědi



Podniky povodí, zahraniční hydrometeorologické služby – efektivní řízení vodních nádrží, informování o budoucím očekávaném stavu hladin ve vodních tocích

Veřejnost, samospráva a média – informace například pro města a obce poblíž vodních toků, rybáře, vodáky, půjčovny lodí apod.



Hydrologické předpovědi slouží také jako podklad pro vydání výstrahy na povodňové jevy. Při vydání výstrahy jsou informace důležité zejména pro občany žijící v oblastech, kterých se výstraha týká. Kromě samotných občanů informace o předpovědi používají například samospráva (města, obce), média, ale i záchranné složky, které přijímají příslušná opatření.



Aktuální hydrologická situace a předpokládaný vývoj na tocích v ČR odpoledne 05.05.2024 a 06.05.2024

Datum a čas vydání: 05.05.2024 12.00 SELČ

Situace:

Hladiny vodních toků jsou převážně setrvalé nebo mírně rozkolísané. Průtoky jsou v porovnání s dlouhodobými květnovými průměry podprůměrné až výrazně podprůměrné a pohybují se nejčastěji v rozmezí od 25 do 70 % Q_m , zejména některé toky odvodňující Českomoravskou vrchovinu a některé toky pod nádržemi dosahují ojediněle průměrných až mírně nadprůměrných průtoků (90 až 175 % Q_m).

Předpokládaný vývoj:

Během dnešního a zítřejšího dne zůstanou hladiny toků převážně setrvalé, ojediněle mohou vlivem přeháněk a bouřek přechodně stoupat či kolísat, a to zejména u menších horských toků. Dosažení SPA se neočekává.

== ČHMÚ, KOMO-PRAHA / Urban ==

Shrnutí seminářů

- Do portfolia: 2 cvičení, seminární práce
- Všechny opravy vyřešit **do 12.5.**
- **Zápočtový test č. 2:** 15.-17.5. 2024
- Vypsání termínů zkušebních termínů, možnost přihlásit se od 10.5.!