KATEDRA GEOGRAFIE

TECHNICKÁ UNIVERZITA V LIBERCI
Fakulta přírodovědně-humanitní
a pedagogická

Vybrané kapitoly z FG, LS2024

Denní studium

Povodně

Frýdlant 2010

Nepál 2021

Obecně o povodních

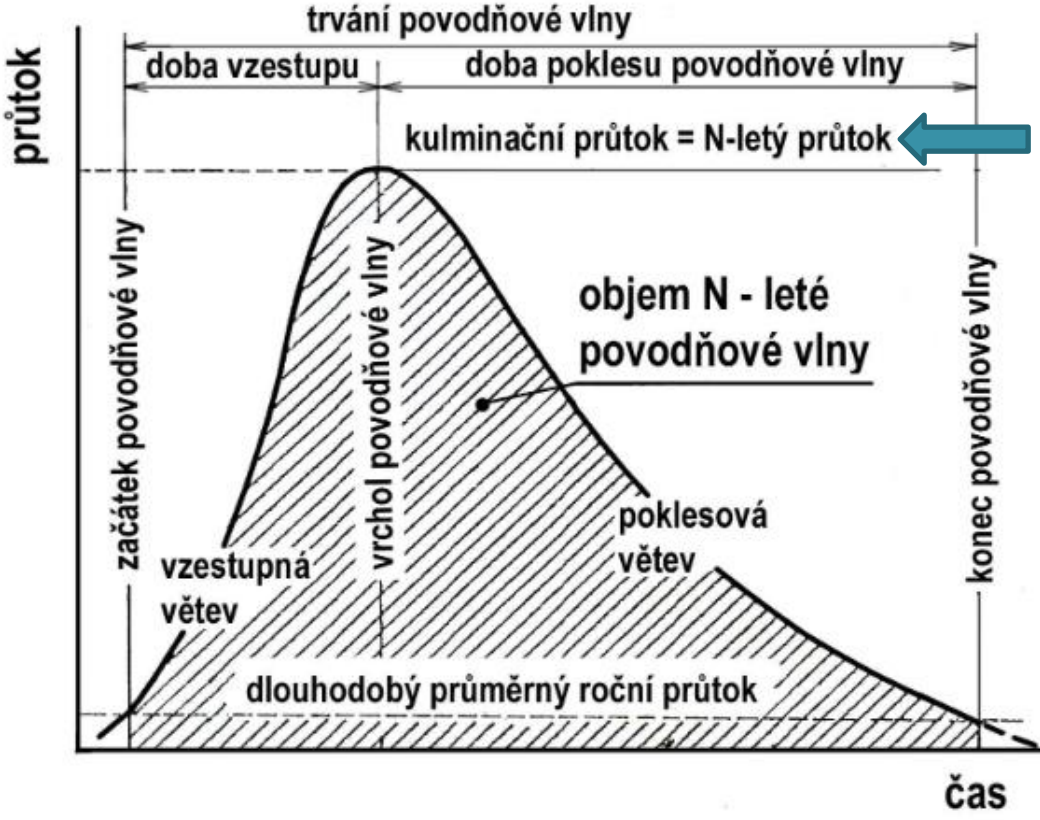
https://geography.upol.cz/soubory/studium/DS-GVS/Opora-DHYDR.pdf

Tomáš Vitvar

tomas.vitvar@tul.cz

Povodně

Povodní se podle vodního zákona č. 254/2001 Sb. ve znění zákona č. 150/2011 Sb. rozumí **přechodné výrazné zvýšení hladiny vodních toků nebo jiných povrchových vod, při kterém voda již zaplavuje území mimo koryto vodního toku a může způsobit škody**.



N-letý maximální průtok (N-letý průtok, N-letá voda) představuje takový maximální průtok, který je dlouhodobě dosažen nebo překročen jednou za dobu opakování N let

Kritéria povodňové vlny jsou

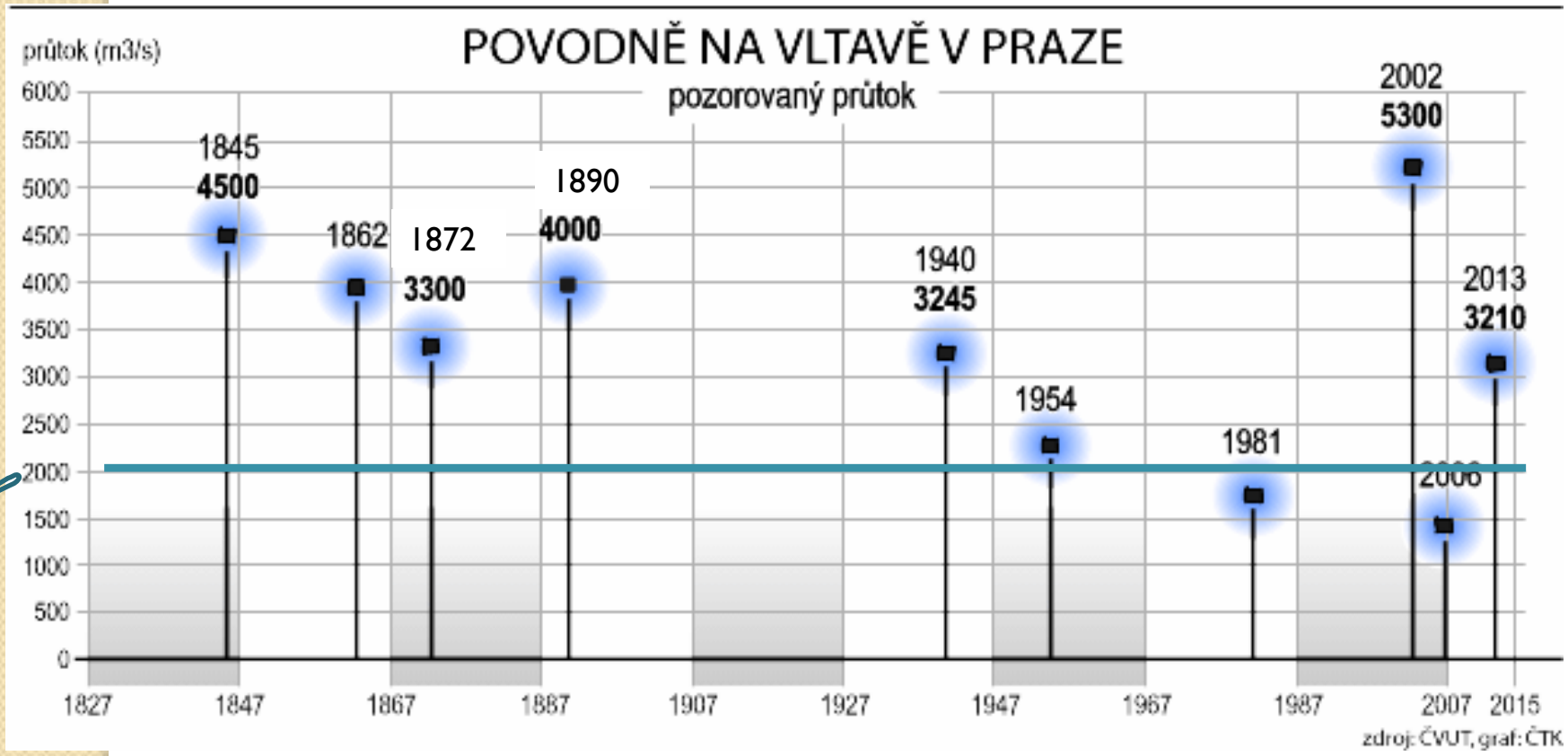
- Objem vlny
- Trvání vlny
- Kulminační průtok

ČSN 73 6530

Povodně na Vltavě

Za období 190 let (1827-2017) byl 8x překročen kulminační průtok 2000 m3/s --- je to tedy 190/8=24letá voda.
Tento průtok je dosažen či překročen v průměru každých 27 let – **v průměru, nikoli pravidelně**

Zobecňuje se statistickou extrapolací



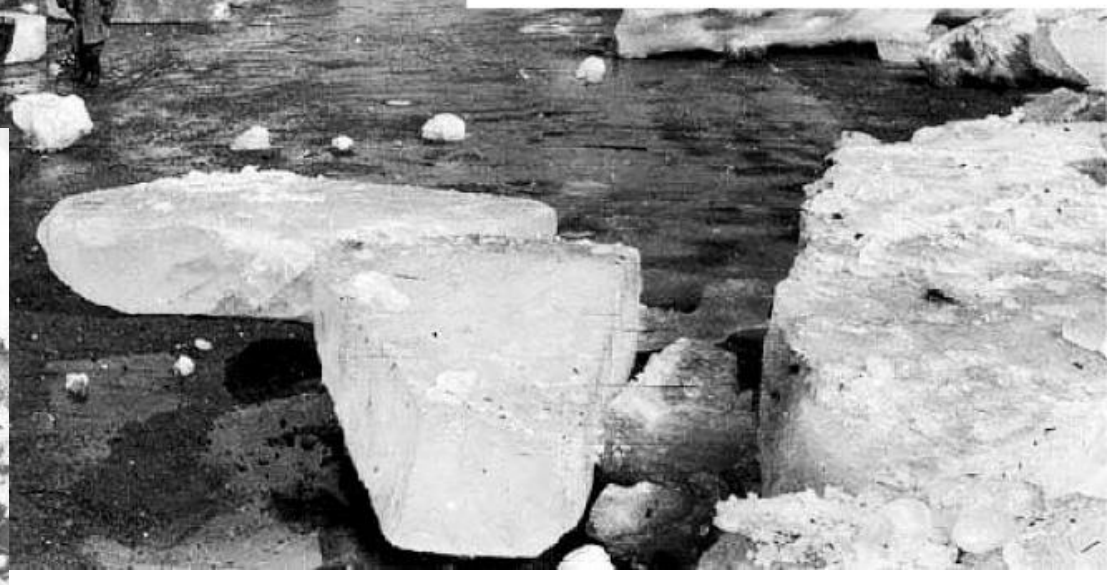
Praha, 28.2. 1784, asi 4580 m^3/s, prudká obleva

1845 — 27.–31. března, obleva, povodeň zasáhla povodí Labe včetně Vltavy a Ohře. Odhadovaný průtok vody ve Vltavě v Praze činil snad až 4500 $m^3 \cdot s^{-1}$ a šlo nejspíše o vodu více než stoletou.

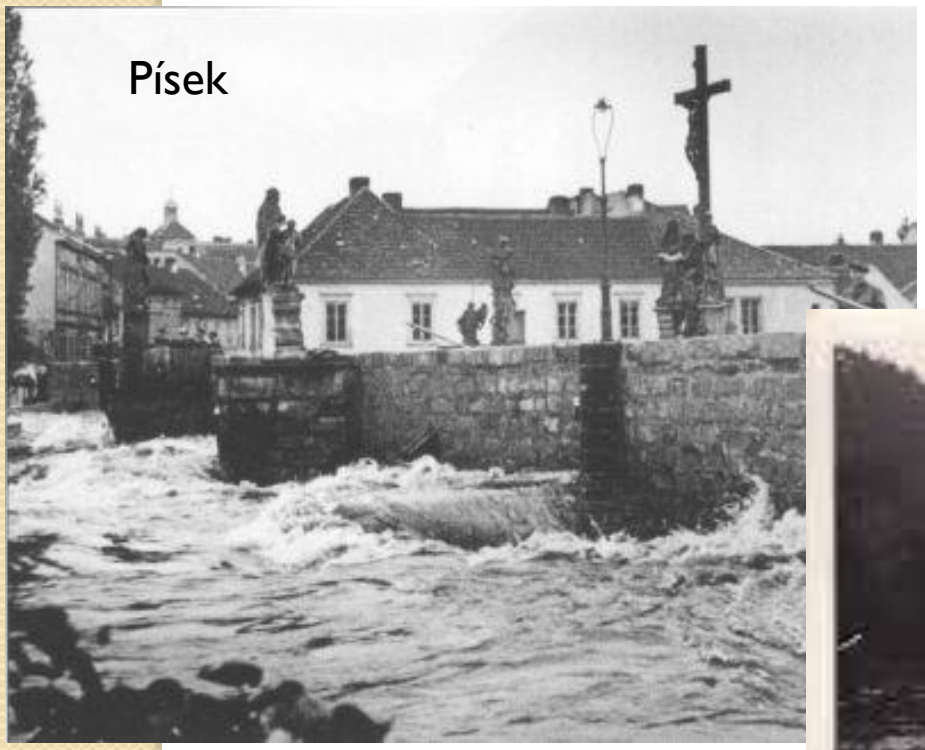
1872 — 25.–27. května, bleskovou dešťovou povodní byla zasažena hlavně Berounka a poté v menším rozsahu Vltava v Praze. Průtok vody ve Vltavě se uvádí 3300 $m^3 \cdot s^{-1}$.

1890 —3.–6. září velká voda v Praze pobořila několik pilířů Karlova mostu. Kulminační průtok v Praze dosahoval 3975 $m^3 \cdot s^{-1}$. Meteorologickými příčinami i průběhem byla podobná povodni roku 2002.

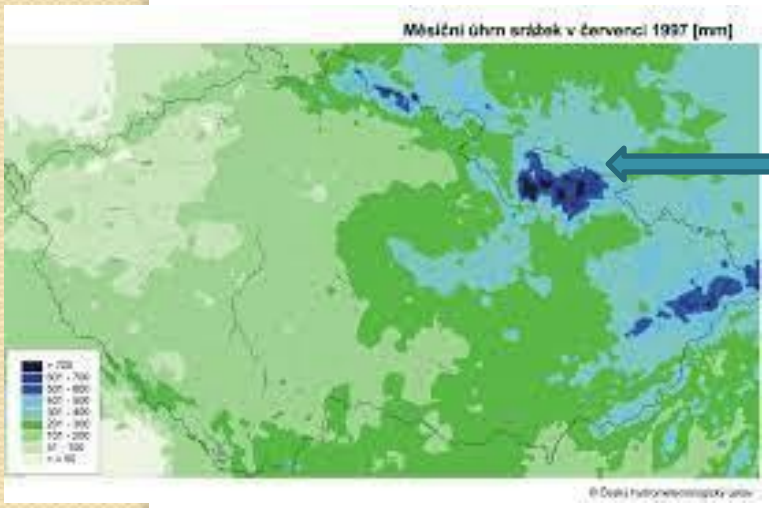
1940 — 15. března Prahu zasáhla největší ledová povodeň 20. století s parametry maximálně padesátileté velké vody, průtok ve Vltavě se udává 3245 $m^3 \cdot s^{-1}$.



1954 —7.–9. června proběhla velká povodeň na celém toku Vltavy. Prahu ochránila Slapská přehrada, která byla před dokončením a téměř prázdná, tato zkušenost přispěla k vytvoření mýtu o zázračné ochraně Prahy vltavskou kaskádou. Průtok v Praze dosahoval 2920 $m^3 \cdot s^{-1}$.



Červenec 1997 – Morava a Slezsko



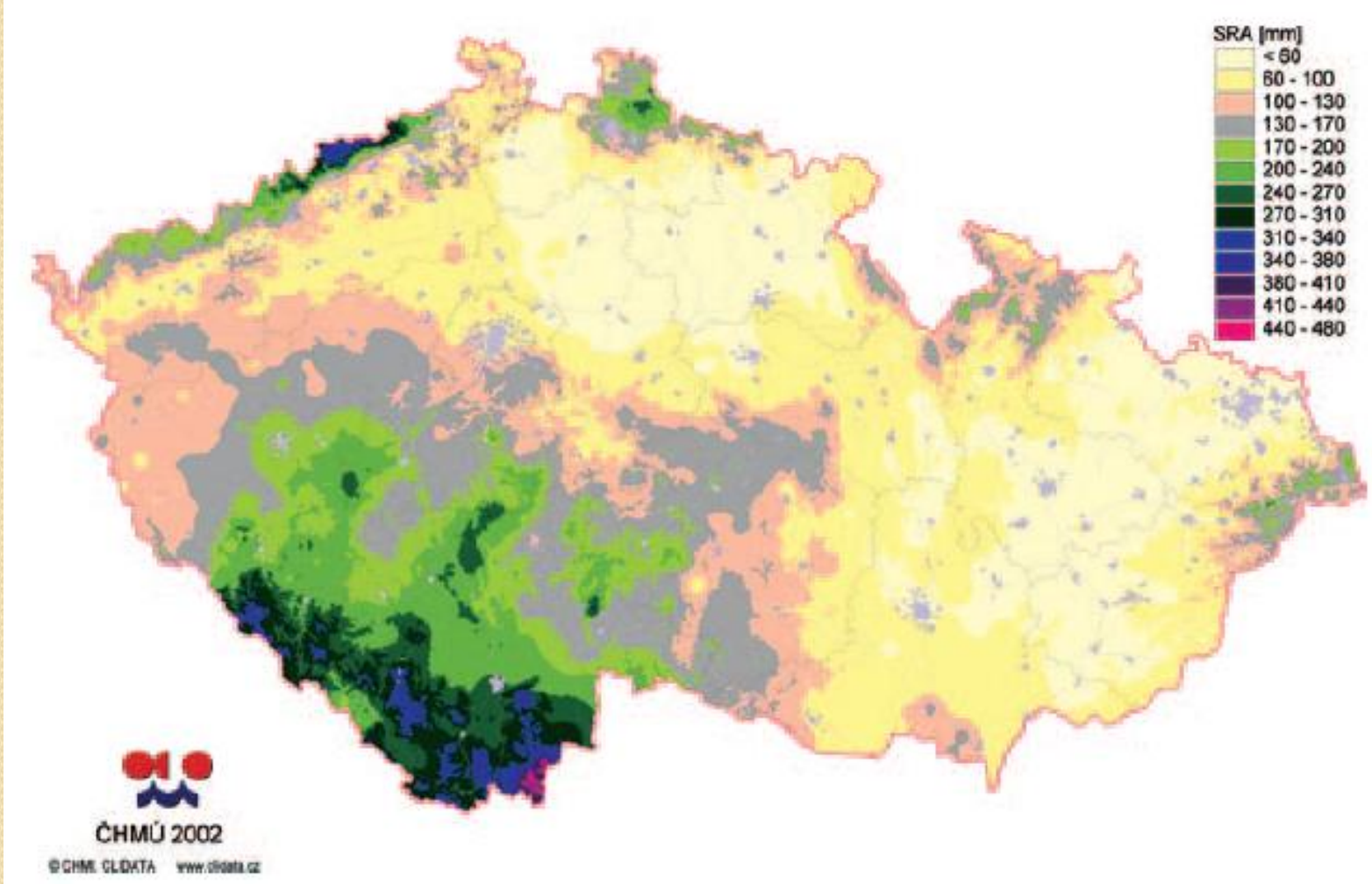
REKORD – červenec 1997 přinesl historicky maximální měsíční srážky v ČR– 811 mm na Lysé hoře v Beskydech

Ostrava

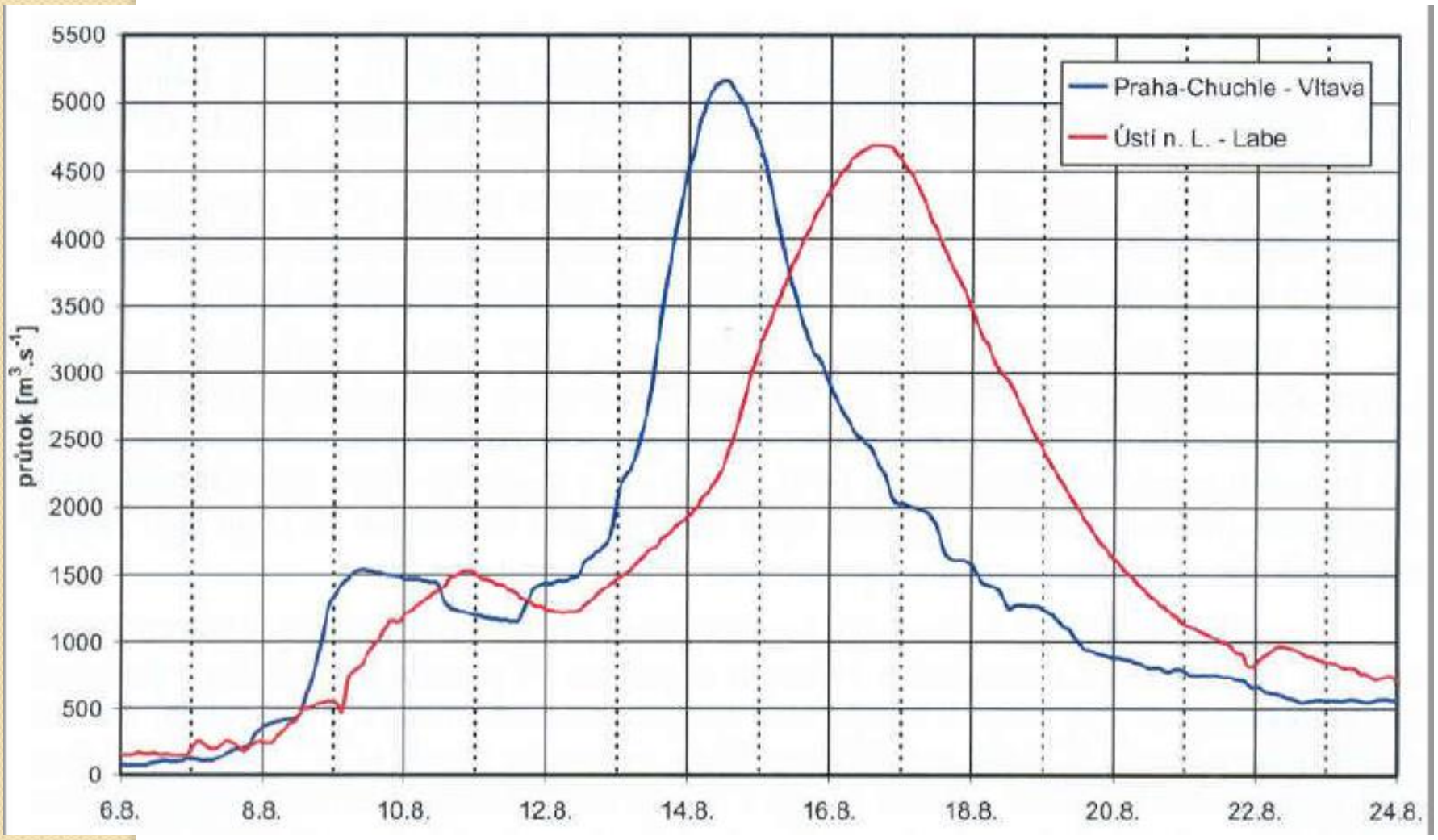
Troubky, Olomoucký kraj

2002 — 12.–16. srpna se udála jedna z nejničivějších povodní v novodobých dějinách. V Praze podle vodohospodářů průtok Vltavy dosáhl úrovně pětisetleté vody, tedy více než 5000 $m^3 \cdot s^{-1}$.

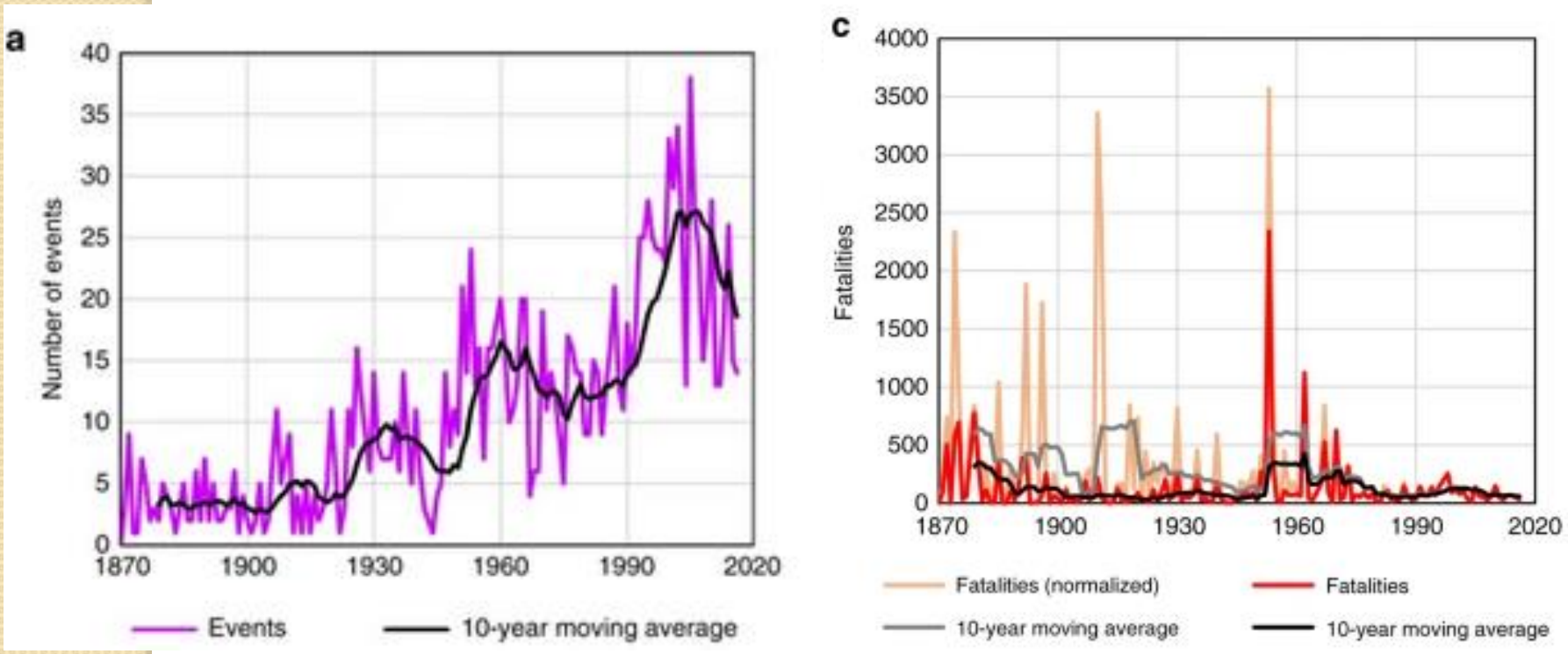
Srážky 6.-15.8. 2002



Průtoky 6.-24.8. 2002



Nárůst počtu povodní a jejich obětí v Evropě za posledních 150 let



Paprotny et al, **Trends in flood losses in Europe over the past 150 years** Nature Communications 9/2018

Typy povodní dle ČHMÚ – přírodní a zvláštní

1. přírodní

Povodně z tání

Velké povodně způsobené táním sněhu vznikají v zimním a jarním období. Nebezpečnými faktory jejich vzniku jsou velké množství sněhu, zejména v nižších a středních nadmořských výškách, zima bez výskytu dílčích tání, promrzlá půda pod sněhovou pokrývkou, rychlé oteplení s teplotou vzduchu nad bodem mrazu i v noci, a především dešťové srážky v průběhu oblevy. Velké historické povodně tohoto typu se u nás vyskytly např. v letech 1784, 1845, 1940 nebo v roce 2006.

Ledové povodně

Zámrz řeky zmenšuje průtočný profil, navíc při oblevě jsou ledové kry unášeny a mohou tvořit ledové bariéry, za nimiž se voda vzdouvá a zaplavuje údolí. Riziková místa pro vznik ledových bariér na tocích jsou zejména v místech mělčin, jezů apod. V našich podmínkách se jedná spíše o lokální zaplavení, ale například na sibiřských řekách mohou být zaplaveny stovky km².

Letní povodně

Několikadenní intenzivní letní srážky, často zesilované na návětří hor, nasytí půdu, která již dále není schopna zadržovat vodu a vznikají povodně. Tento typ povodní postihuje nejen malé řeky a potoky, ale i velké řeky, které zaplavují rozsáhlé oblasti říčních niv až po několik dní. Velké letní povodně známe z historie nedávné, z let 1997, 2002 a 2010, i dávné, například povodeň 1897 na Labi, 1903 na Odře a na Vltavě v letech 1890, ale i 1432 a 1118.

Letní přívalové povodně

Přívalové povodně vznikají následkem krátkodobých a velmi intenzivních přívalových srážek při letních bouřkách. Rychlý přísun srážek nestačí půda vsakovat a voda odtéká rychle po povrchu. I když zasažená plocha většinou není velká, voda proudí velmi rychle, má velkou ničivou sílu a způsobuje značné škody. Velké přívalové povodně postihly například v roce 1872 povodí dolní Berounky, v roce 1998 Rychnovsko a v roce 2009 například Jičínku.

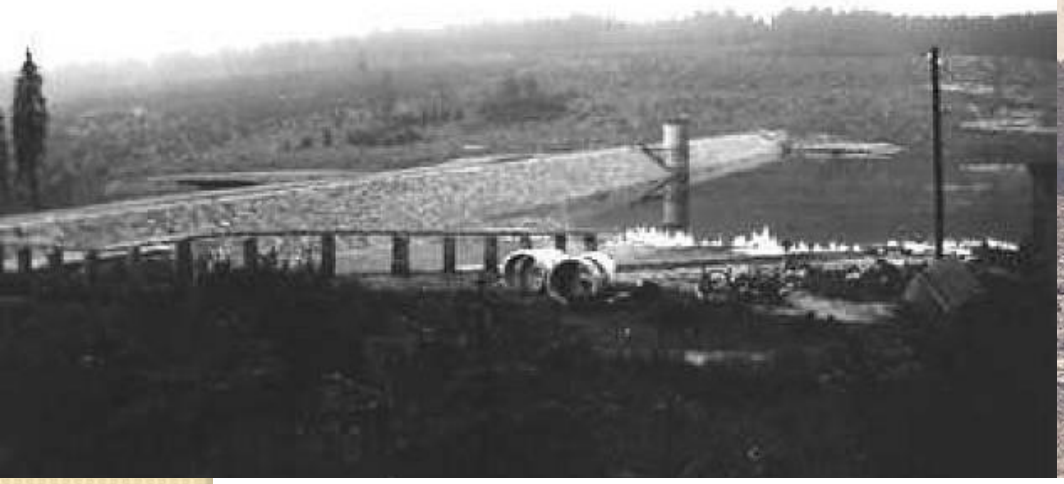
Přívalové letní povodně – např. Rychnovsko, 22.-23.7. 1998

II. zvláštní

Zvláštní povodně

Zvláštní povodně vznikají havárií vodních děl – protržením hrází rybníků či přehrad. Jsou velmi rychlé, naštěstí však výjimečné. Největší zvláštní povodeň u nás nastala 18. 9. 1916 protržením přehrady Bílá Desná v Jizerských horách.

Přehrada Desná před protržením



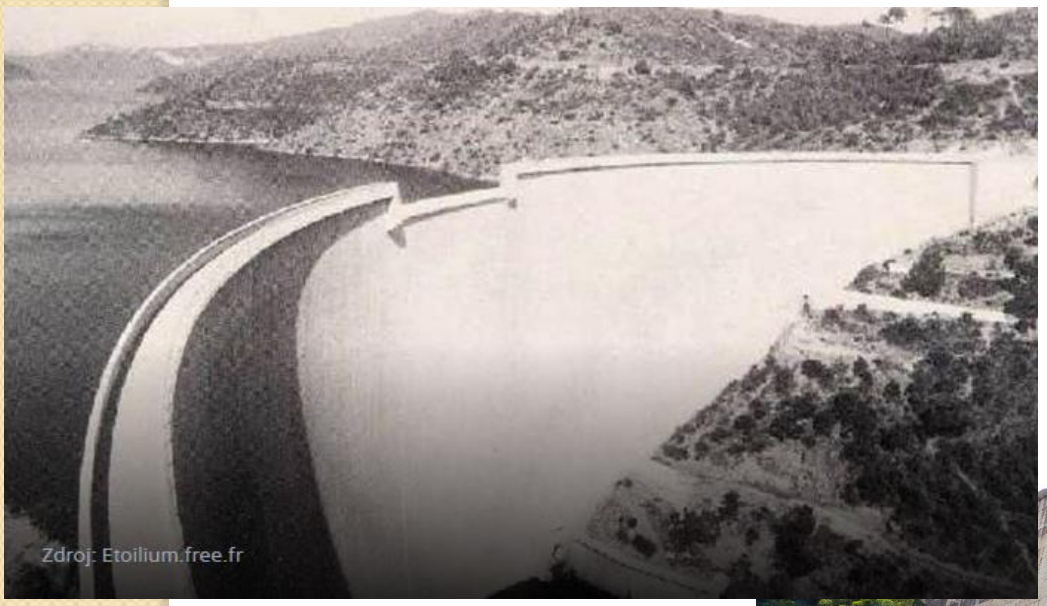
Přehrada Desná po protržení

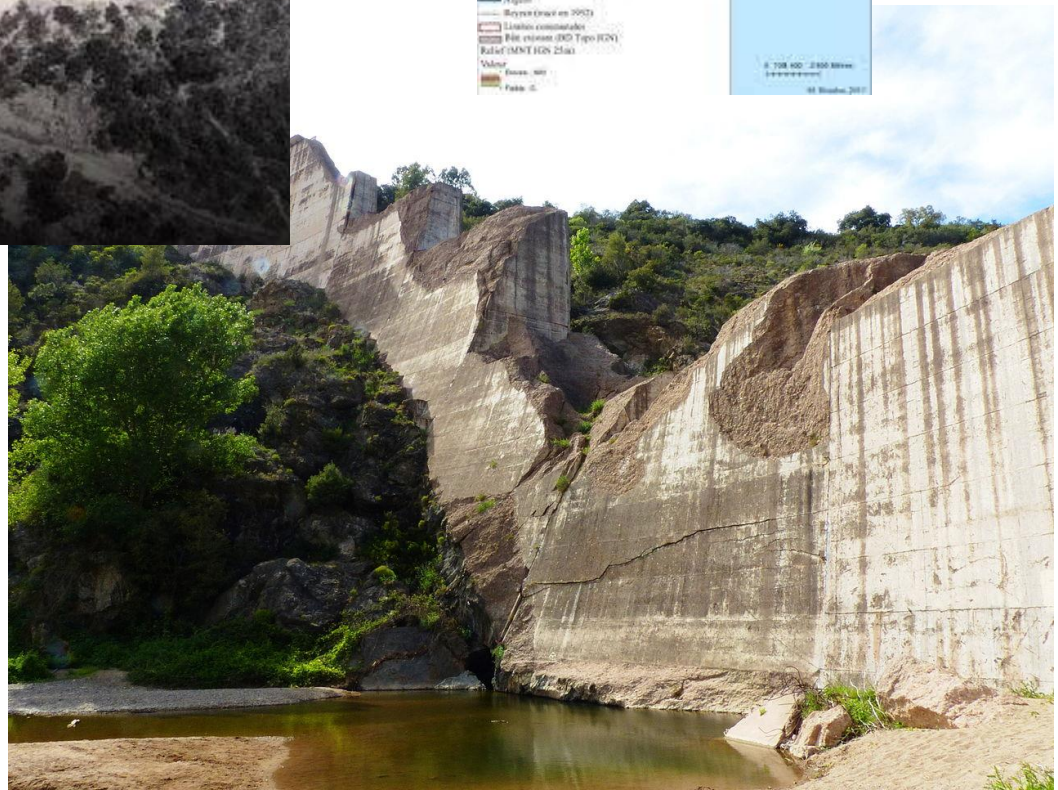
Přetok hráze přehrady vlivem srážek
Mlýnice, 7.8. 2010

Přetok hráze přehrady Vajont vlivem sesuvu půdy, zničení obce Longarone, 2000 obětí 9.10.1963

Přetok hráze přehrady Vajont vlivem sesuvu půdy, zničení obce Longarone 9.10.1963

Protržení přehrady Malpasset vlivem tektonických pohybů a srážek 2.12. 1959, 400 obětí





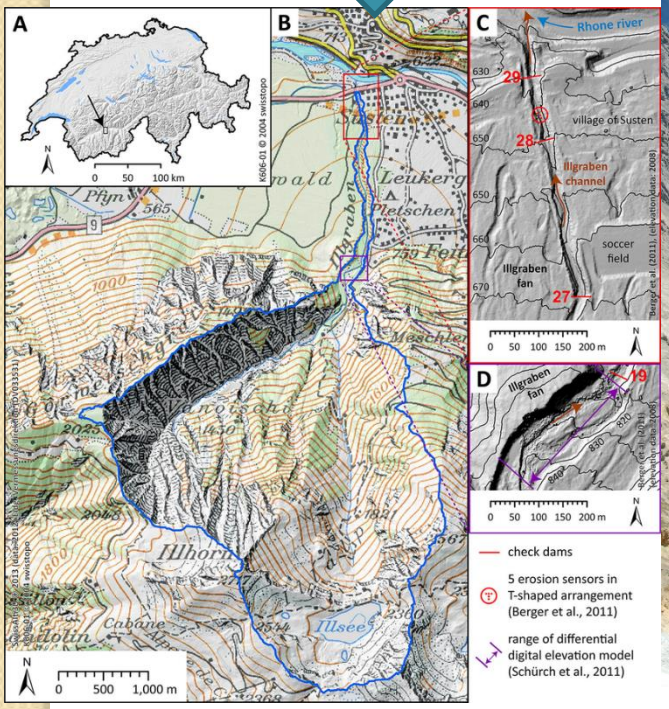
Další typy povodní – v ČR se nevyskytují

Povodně na mořském pobřeží (vítr, tsunami)

Protržení ledovcových jezer (Himálaje)

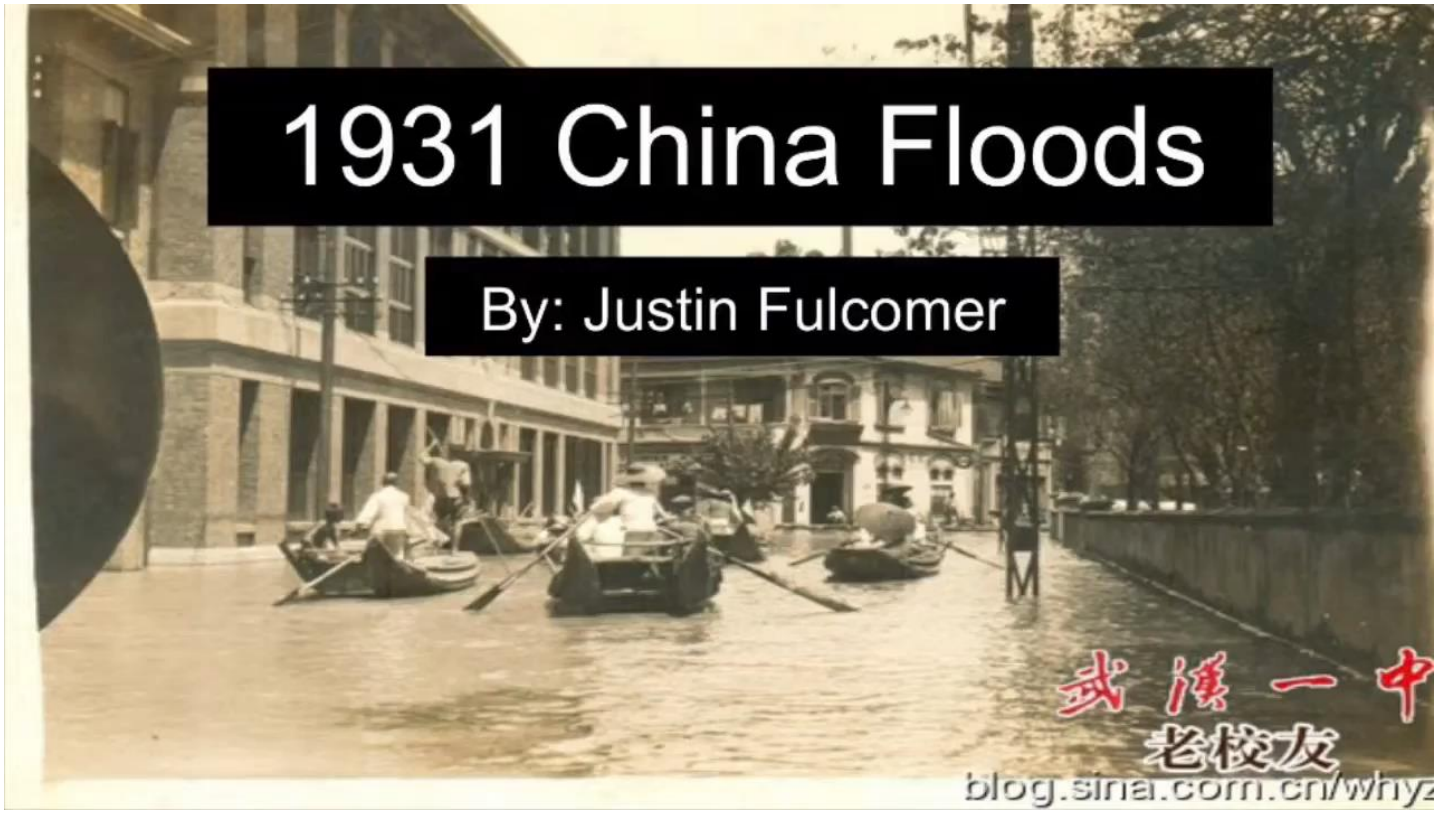
Bahnotoky (Alpy, Himálaje, ...)

Illgraben, Svýcarsko, oblast kontrolovaných bahnotoků



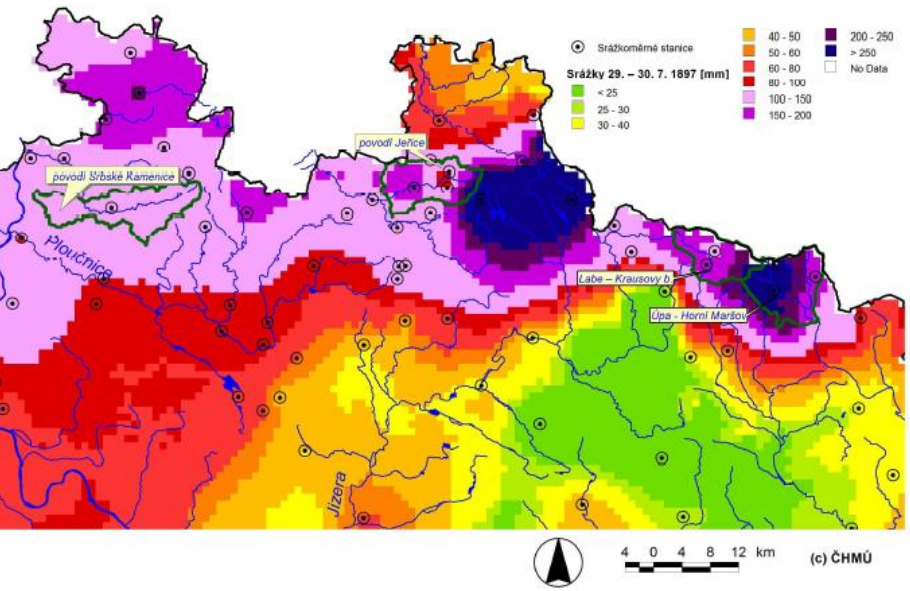
Bahnotok (debris flow, mudflow) – Illgraben, Švýcarsko

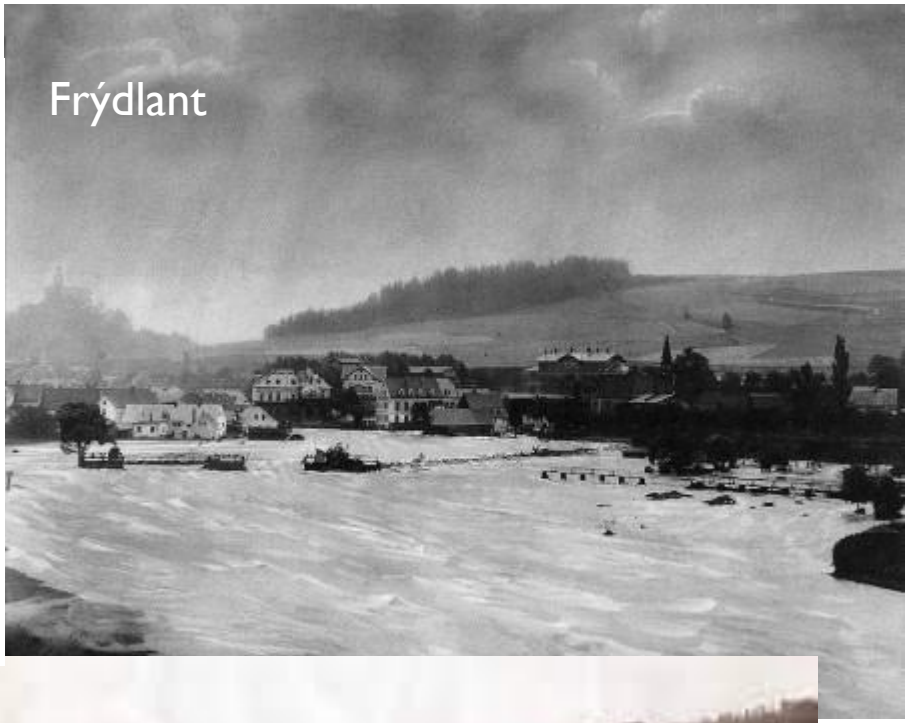
Největší známá historická povodeň 1931 Čína, až 4 mil. obětí



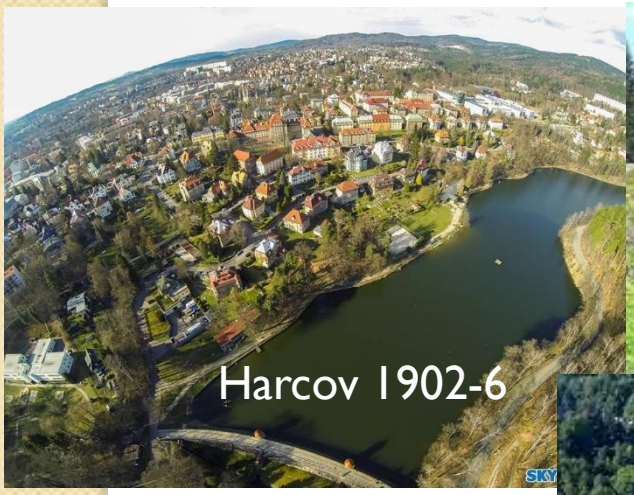
https://www.youtube.com/watch?v=MOMPnsc_AcM

29.-30.7. 1897 – velká povodeň Krkonoše a Jizerské hory, letní přívalové srážky
REKORD Nová Louka 345 mm srážek dne 29.7. 1897





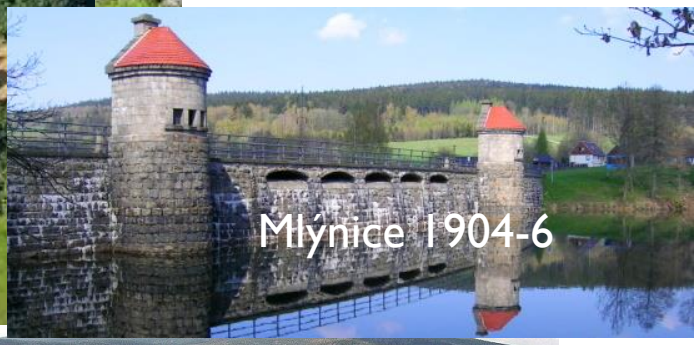
25. září 1899 bylo založeno „Vodní družstvo k regulování říčních toků a ke stavbě přehrad v povodí Zhořelecké Nisy“. Stavba přehrad v Jiz. horách 1901-1915


Harcov 1902-6

Desná 1912-15

Mšeno 1906-8

Fojtka 1904-6


Mlýnice 1904-6

Bedřichov 1902-6

Souš 1911-1915

Srpen 2010, povodeň Liberecký kraj

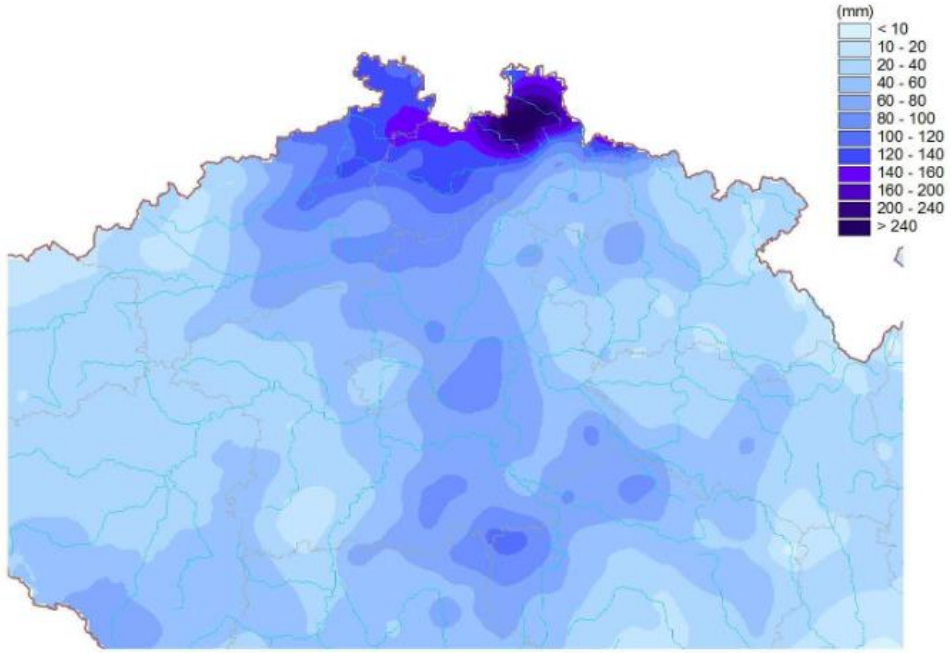
Až 1000 letá voda v Jeřici, kombinace vydatných srážek s rychlým uvolněním zadržované vody v lesích

Frýdlant

Oldřichov

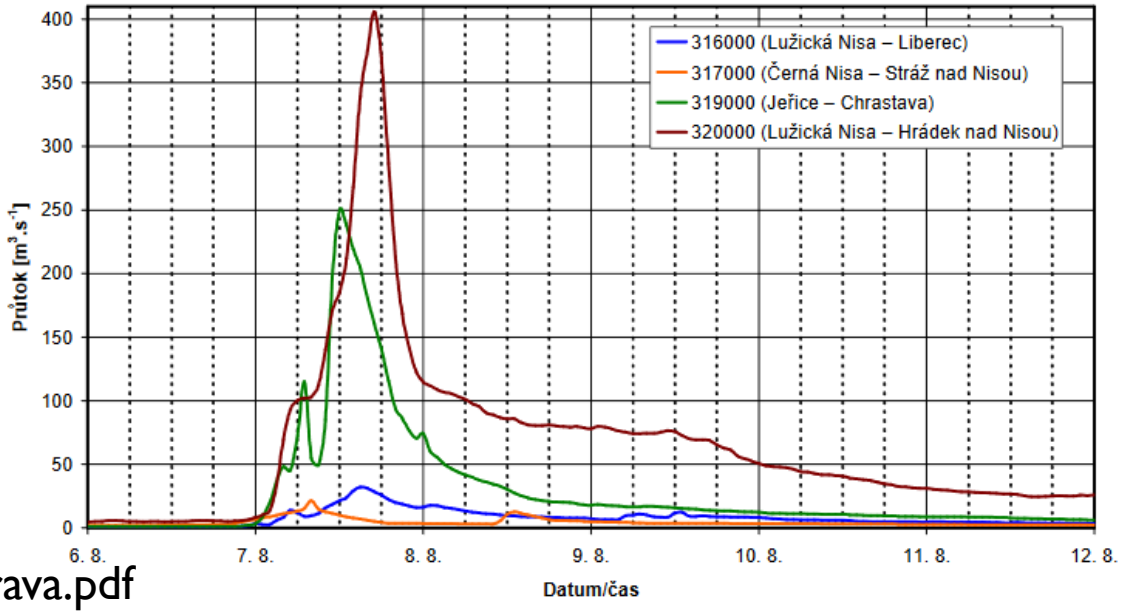
Chrastava

Památník v Chrastavě



2010, povodeň Liberecký kraj

Obr. 2.10 Výřez z mapy třídenních srážkových úhrnů od 6.8. do 8.8.2010



Zpráva ČHMÚ, 2010

http://voda.chmi.cz/pov10s/pdf/zprava.pdf

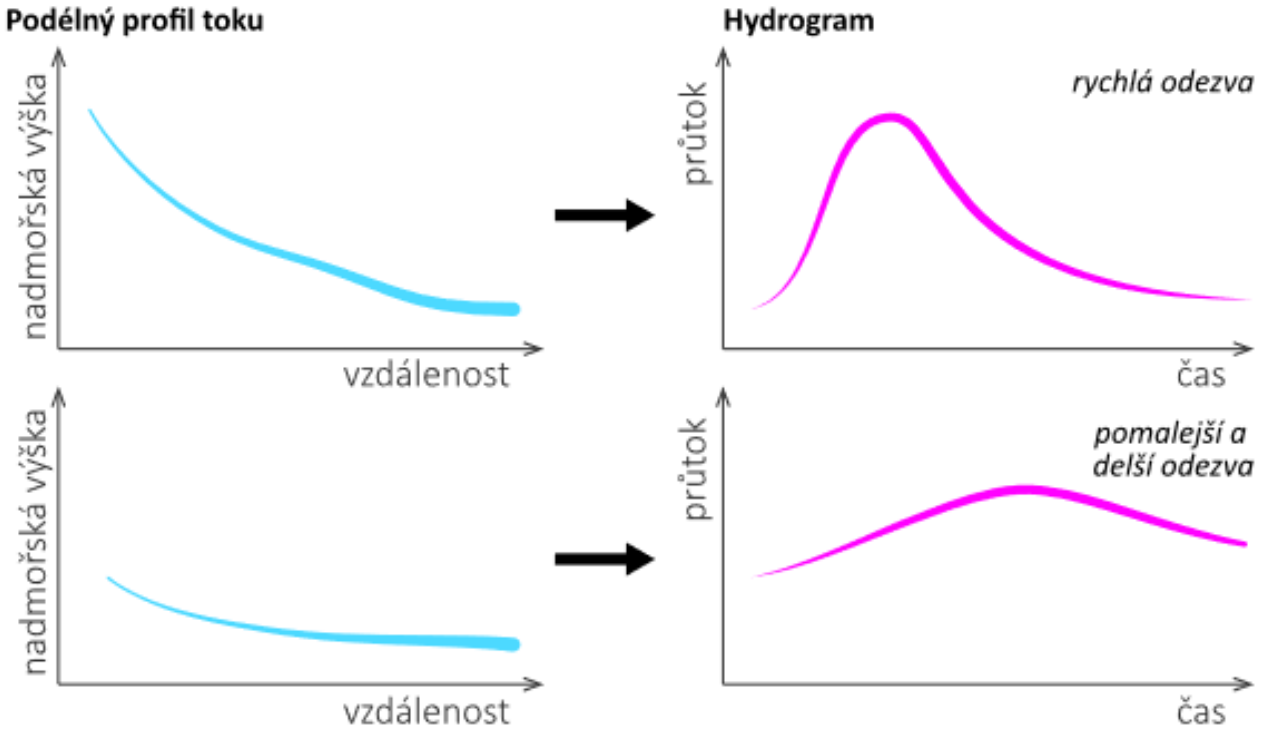
Faktory povodní

1. Proměnlivé
- Množství a intenzita srážek a výparu
- Počáteční podmínky v povodí (stupeň nasycení půdy vláhou, stupeň naplnění retenčních prostorů, např. nádrží, přítomnost sněhu, stav vegetace, teplota půdy a vzduchu,…)

2. Relativně stálé fyzickogeografické charakteristiky povodí
- Sklon koryta a svahů
- Tvar povodí
- Meandry
- Drsnost koryta
- Využití území
- Geologické a půdní poměry

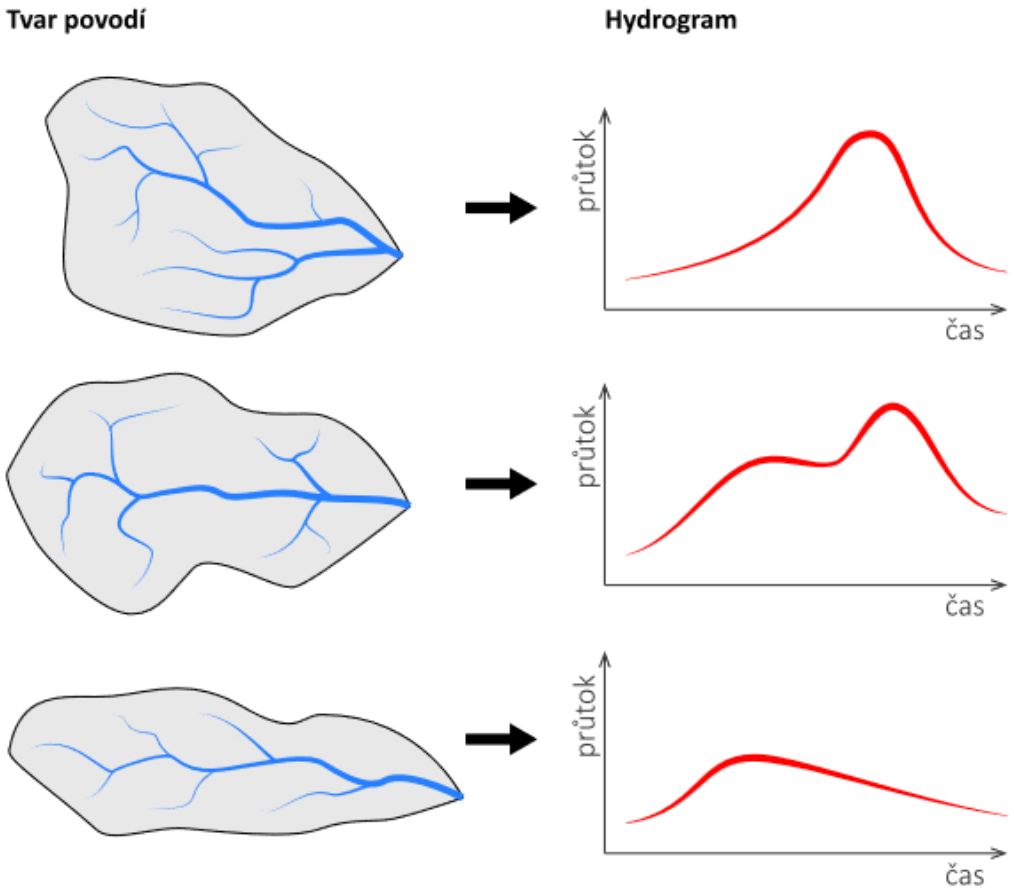
Fyzickogeografické charakteristiky povodí důležité pro vznik povodní

- Sklon



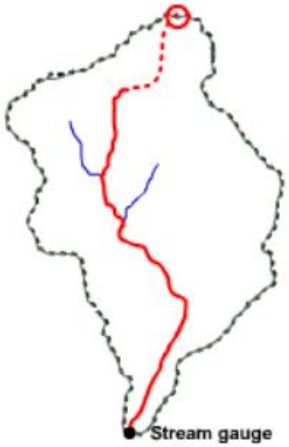
Obrázek 3 - vliv sklonu nivelety toku na průběh povodňové vlny (podle Gordon N. D. et all. 2004)

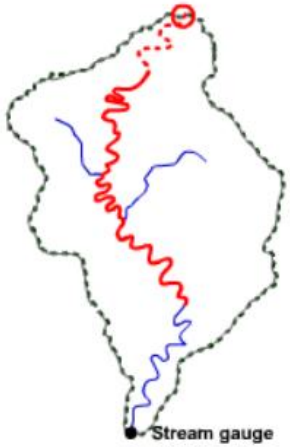
- Tvar povodí



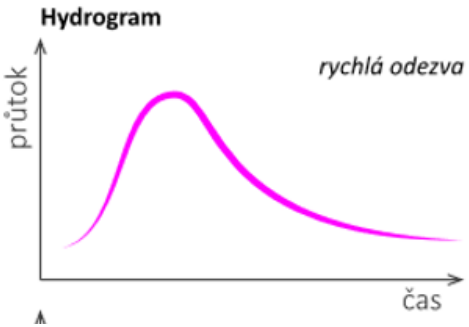
Obrázek 5 - vliv tvaru povodí na průběh povodňové vlny (podle Gordon N. D. et all. 2004)

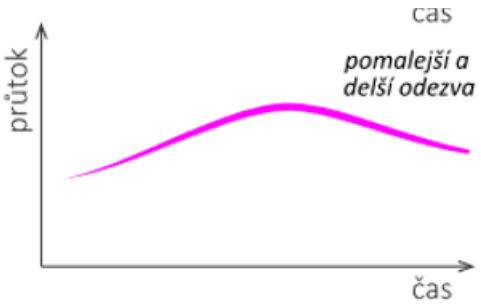
- Meandry



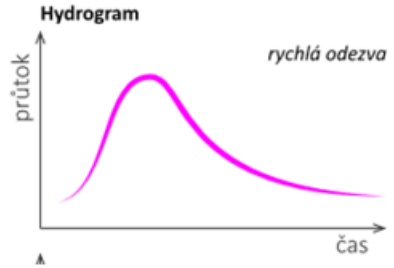


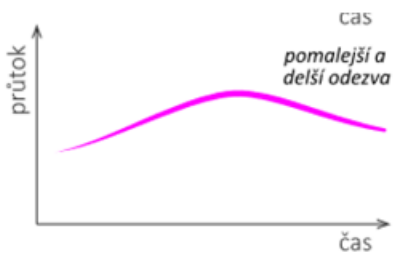
= Průtokoměrná stanice



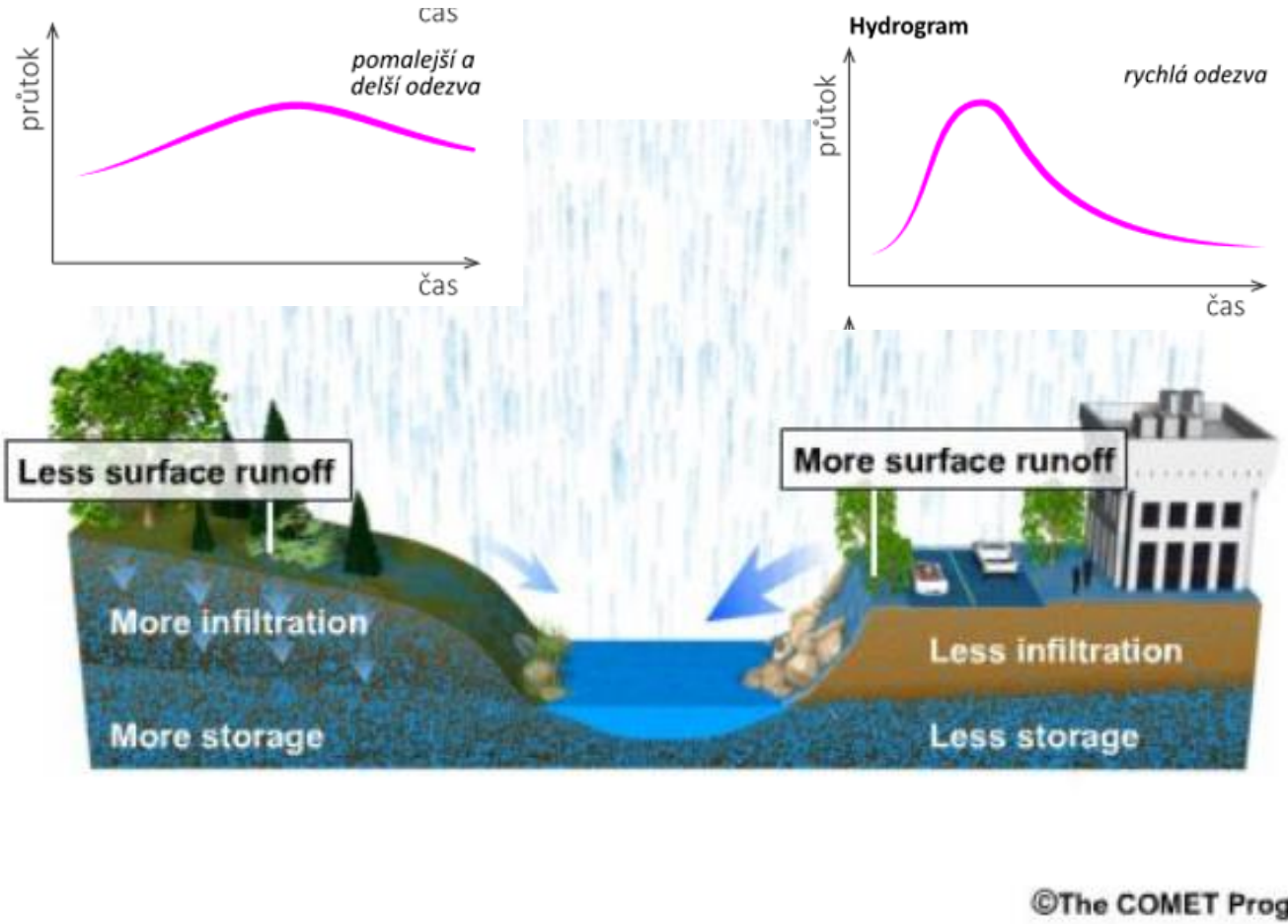


- Drsnost koryta

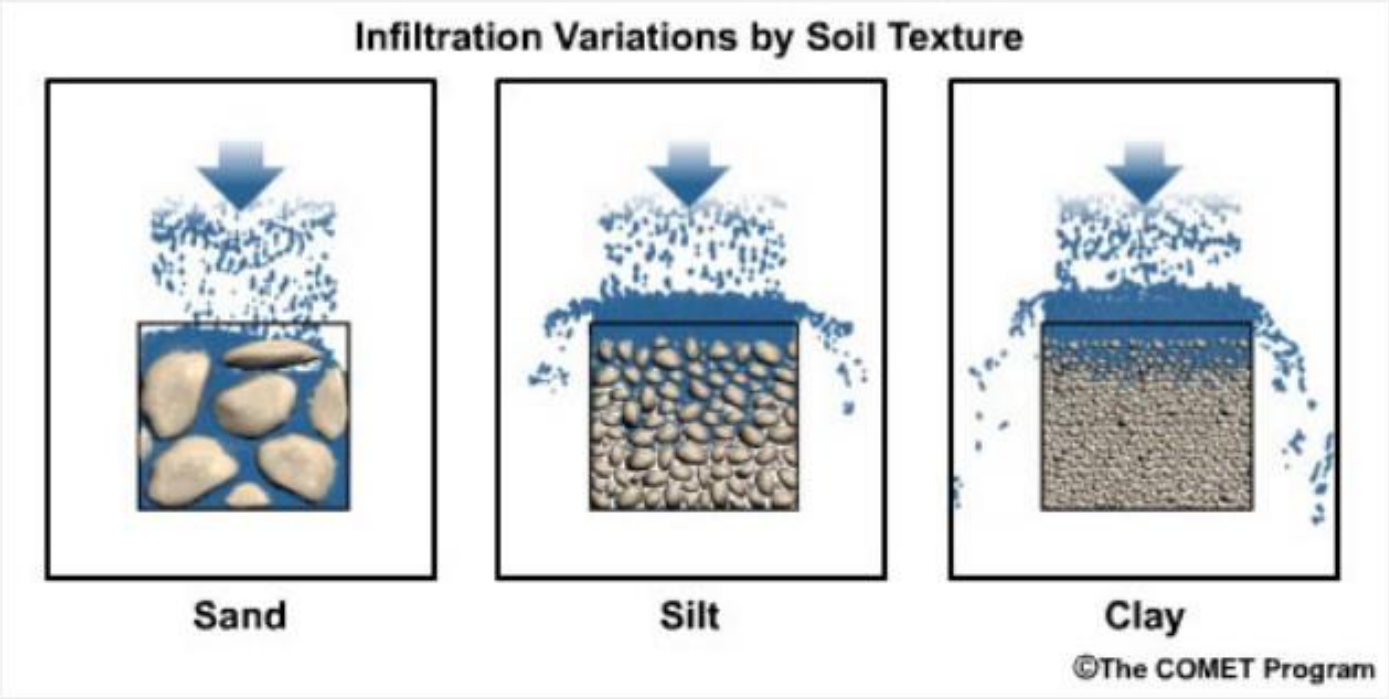




- Landuse


čas
průtok
pomalejší a
delší odezva
čas
Hydrogram
průtok
rychlá odezva
čas
Less surface runoff
More surface runoff
More infiltration
Less infiltration
More storage
Less storage
©The COMET Program

- Geologie



písek silt (mezi pískem a jílem) jíl

Revitalizace vodotečí

Je důležitá v ochraně proti povodním

Obr.3 Typická výchozí situace pro revitalizaci ve volné krajině. Pekelský potok u Zdislavic, okres Benešov. Technická úprava koryta byla provedena v 70. letech 20. století. Měla hlavně umožnit lepší zemědělské využití okolních ploch a spočívala ve vytvoření napřímené, nadměrně kapacitní a zahloubené kynety. Skromné hospodářské efekty této úpravy byly výrazně převáženy negativy – především ztrátou přirozených potočních biotopů a zrychlením odtoku vody z území.

Obr.4 Pekelský potok u Zdislavic po dokončení stavební části revitalizace v roce 2007. Bylo vytvořeno nové, přírodě blízké koryta. Je členité, mělké a má malou průtočnou kapacitu, což podporuje rozlévání větších průtoků do okolních ploch. Stavba byla provedena s podporou Programu revitalizace říčních systémů Ministerstva životního prostředí.

Jak by to být nemělo....

Obr.8 Ztrátu tvarové a hydraulické členitosti tohoto potoka podtrhuje vydláždění nejen břehů, ale také dna. Z ekologického hlediska je tento potok znehodnocen, jeho vzhled je neuspokojivý, vliv na pobytovou hodnotu území obce problematický. Přitom na návsi je dostatek prostoru pro to, aby koryto mělo dostatečnou povodňovou průtočnou kapacitu, a zároveň vypadalo a fungovalo ne jako kanál, ale jako potok. Vhodná lokalita pro přírodě blízké rozvolnění koryta. Vranský potok, Kmetiněves u Slaného, 2010.

Pozn. *Hydraulická členitost - členitost hloubek vody, rychlostí a směrů proudění v korytě*

Obr.12 K degradaci nivních území náleží také nevhodné umísťování staveb, které za povodní jednak zvyšují vzdutí, jednak jsou samy ohrožovány a poškozovány. Dřevěné a podobné stavby se navíc mohou za povodní stávat zdrojem materiálu, který dál po toku vytváří bariéry. Ubytovna na dolním okraji Frýdlantu, rozvalená rozvodněnou Smědou v srpnu 2010.

Obr.13 Jílové u Děčína, 2010. Vysoký stupeň ekologické degradace intravilánového úseku vodního toku. Běžné průtoky jsou nuceny procházet hydraulicky hladkou kynetou geometricky pravidelných tvarů. Proud vody je monotónně rychlý, poměrně mělký, nevytváří příznivé podmínky pro oživení. Dlážděné bermy představují v korytě naprosto jalové plochy, plnící pouze výplňové funkce. Na tom, že je zde koryto lemováno postranními zdmi, se vzhledem k prostorovým podmínkám nejspíš nic nezmění, nicméně počínající rozpad dlažby by mohl být námětem k úvahám o možnostech rekonstruovat do členitějších tvarů alespoň dno koryta včetně berem.

Obr.14 Jiný úsek Jílovského potoka na Děčínsku. Po povodni roku 2010 je vystaveno dno z hrubého kamenitého materiálu, což naznačuje možný směr zlepšení stavu koryta – alespoň dno by mohlo být tvarově a hydraulicky členité a migračně prostupné. Popovodňová kamenitá struktura dna naznačuje možnosti revitalizačních řešení i v poměrně sklonitých úsecích toků.

Obr.28 Jez umístěný pod dolním okrajem obce či města nejen působí jako migrační překážka, ale také může posilovat zpětné povodňové vzdutí do zástavby. Tento efekt může sílit, pokud průtočný profil jezu omezí bariéra ze splávi. Jez na dolním okraji Frýdlantu po povodni v srpnu 2010.

Obr.29 Tentýž jez v pohledu po vodě, týden po povodni v srpnu 2010. Většina zachyceného splávi již byla tou dobou odstraněna.

Obr.30 Kombinace jezu a nevhodného umístění zástavby v říční nivě může zhoršit vyplavení domů. Hejnice na Smědé po povodni v roce 2010.

Obr.31 Pohled na koryto Smědé pod tímtéž jezem, 2010. K nepříznivým účinkům jezových staveb je v řadě případů potřeba vedle vytváření migračních překážek, ochuzování koryta o přirozenou spádnost a rizikového povodňového vzdouvání v nadjezí přičíst koncentrované destruktivní působení povodňového proudu v úseku bezprostředně pod jezem. K tomu dochází v důsledku lokálního zrychlení povodňového proudu, přepadajícího přes jez. (Podobně působí četné mosty, lávky a propusty.)

Jak by to mělo být....

Obr.32 Tlumivé povodňové rozlivy v nezastavěných úsecích niv jsou významné z hlediska protipovodňové ochrany níže ležících zastavěných území. Zmenšují postupové rychlosti a kulminační úrovně povodňových vln.

Obr.15 Potok Lauterbach v Bad Staffelstein v Bavorsku prodělal protipovodňovou a revitalizační úpravu v roce 1998. Do jeho dostatečně kapacitního povodňového průtočného koridoru, který proti okolní zástavbě vymezují architektonicky řešené zdi, se dnes vejde přírodě blízká kyneta pro běžné průtoky, parková úprava se vzrostlými stromy a vycházková cesta.

Jak by to mělo být....

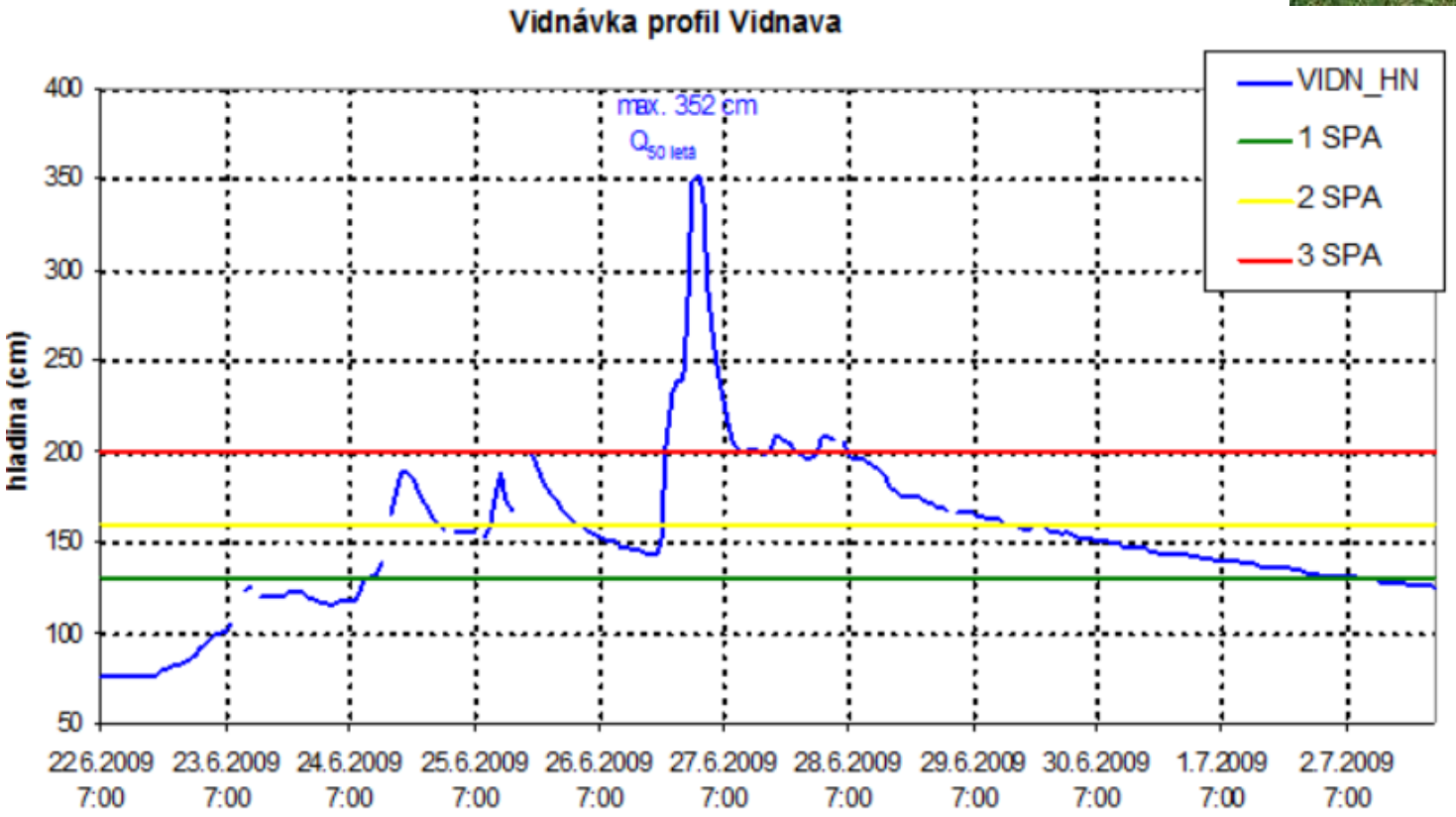
Obr.32 Tlumivé povodňové rozlivy v nezastavěných úsecích niv jsou významné z hlediska protipovodňové ochrany níže ležících zastavěných území. Zmenšují postupové rychlosti a kulminační úrovně povodňových vln.

Povodňová aktivita – 3 stupně

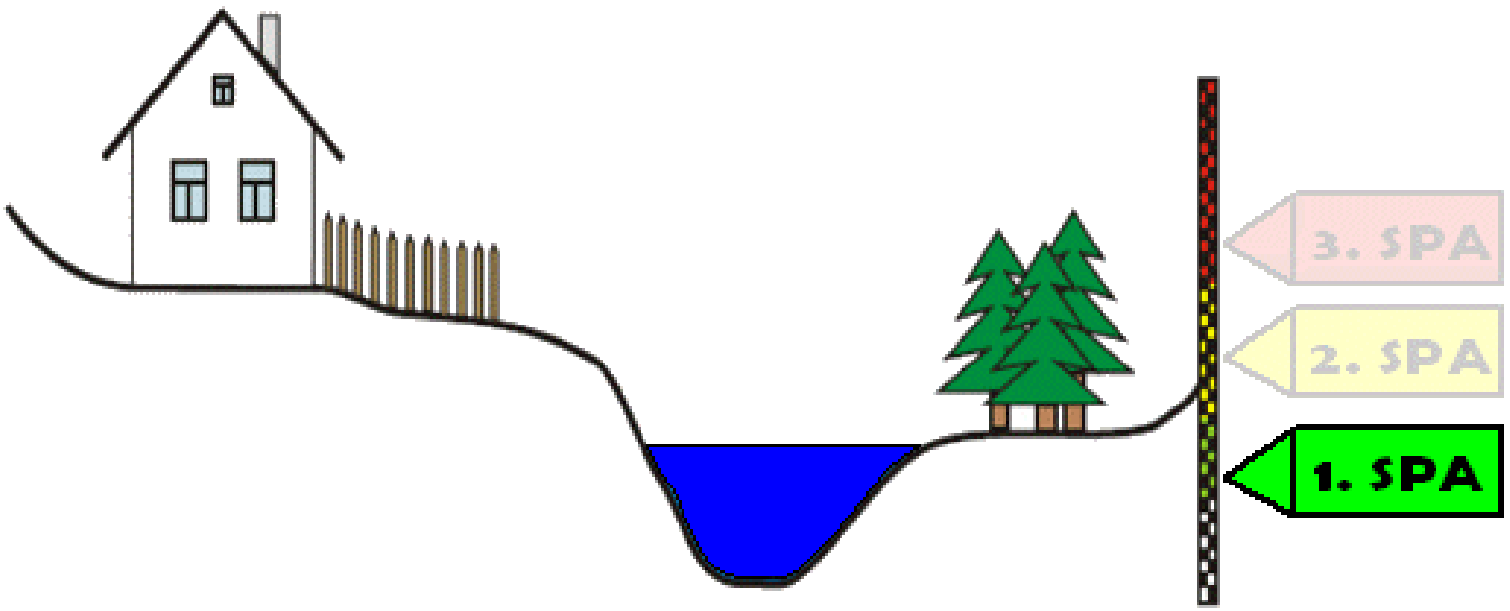
1.Bdělost, 2.Pohotovost, 3.Ohrožení

3!- Extrémní povodeň

Vodní zákon 251/2001Sb.

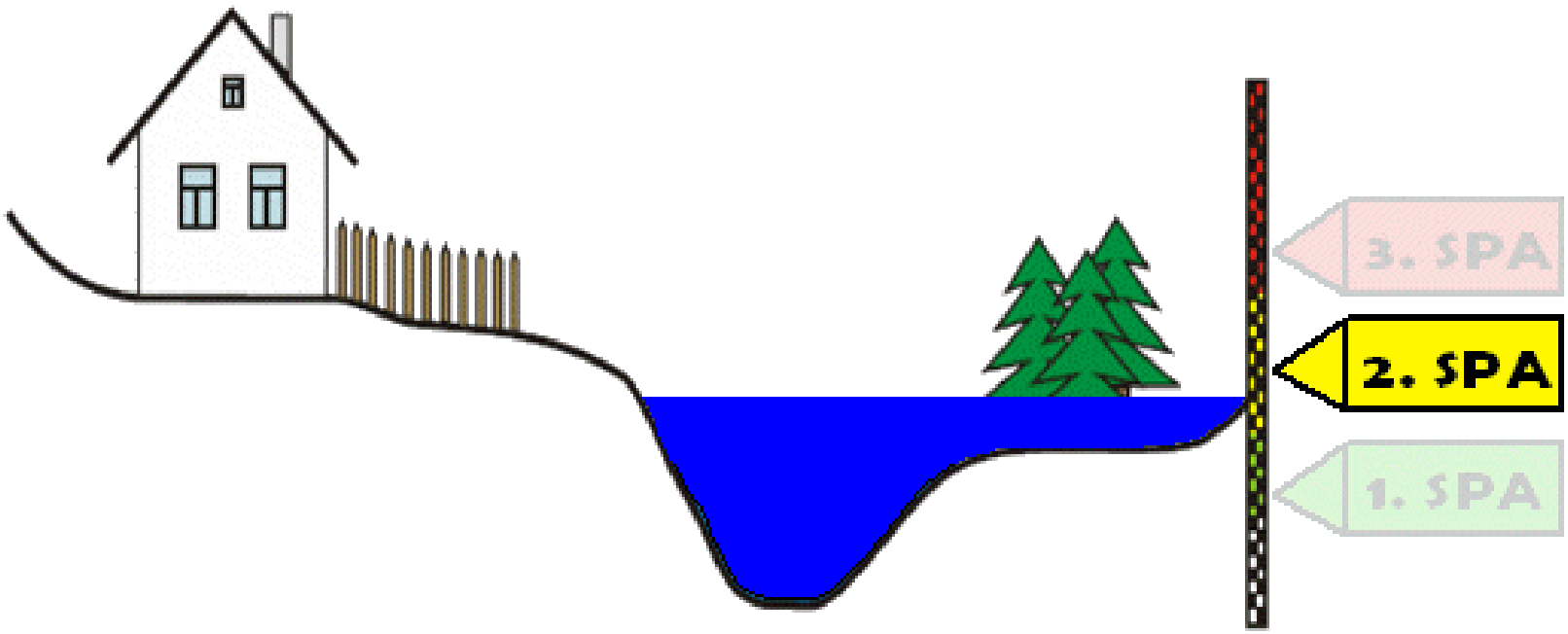


SPA stupně povodňové aktivity - Co znamenají?



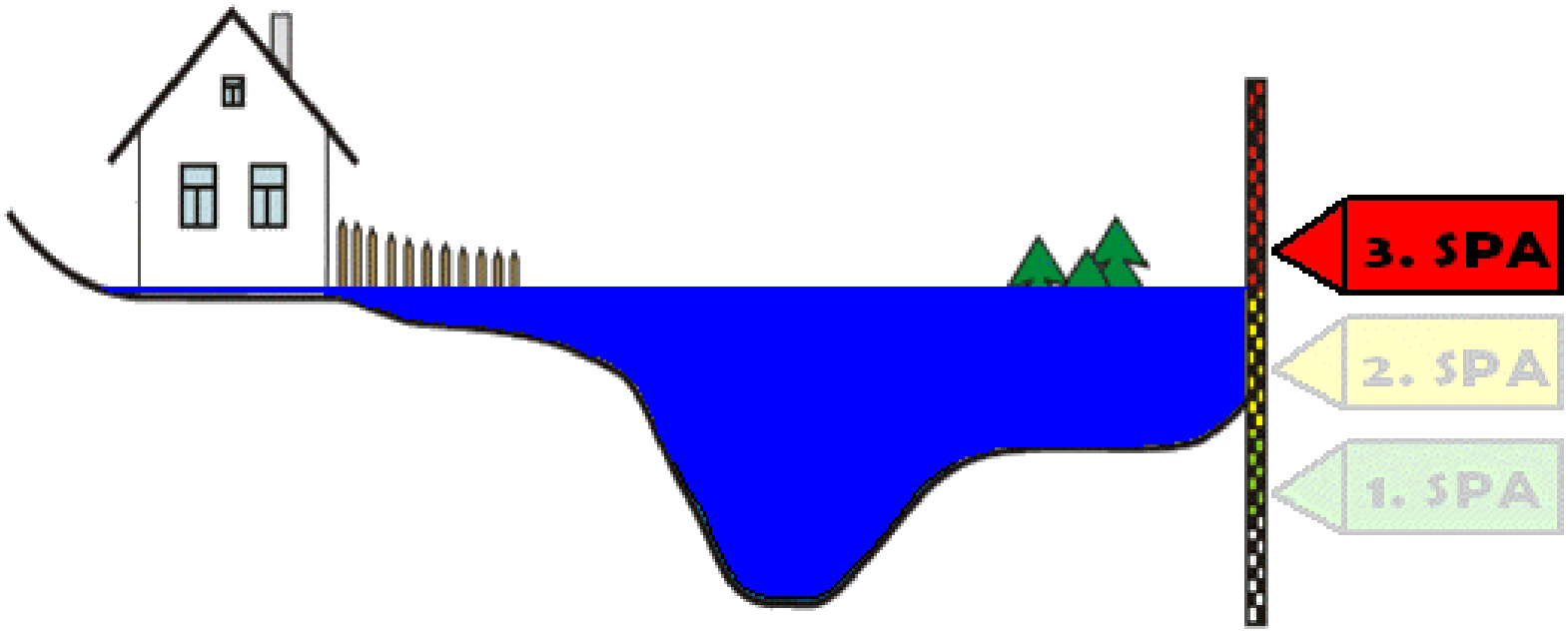
Při **1. SPA** - **BDĚLOST**voda ještě zůstává v korytě, průtok však dosahuje nadprůměrných hodnot. Dosažení 1. SPA signalizuje nebezpečí příchodu povodně a měl by sloužit jako sibnál k předběžné přípravě na povodeň, například kontrolu okolí vodního toku, propustků atd.). Činnost také zahajuje hlídková a hlásná služba.

SPA stupně povodňové aktivity - Co znamenají?



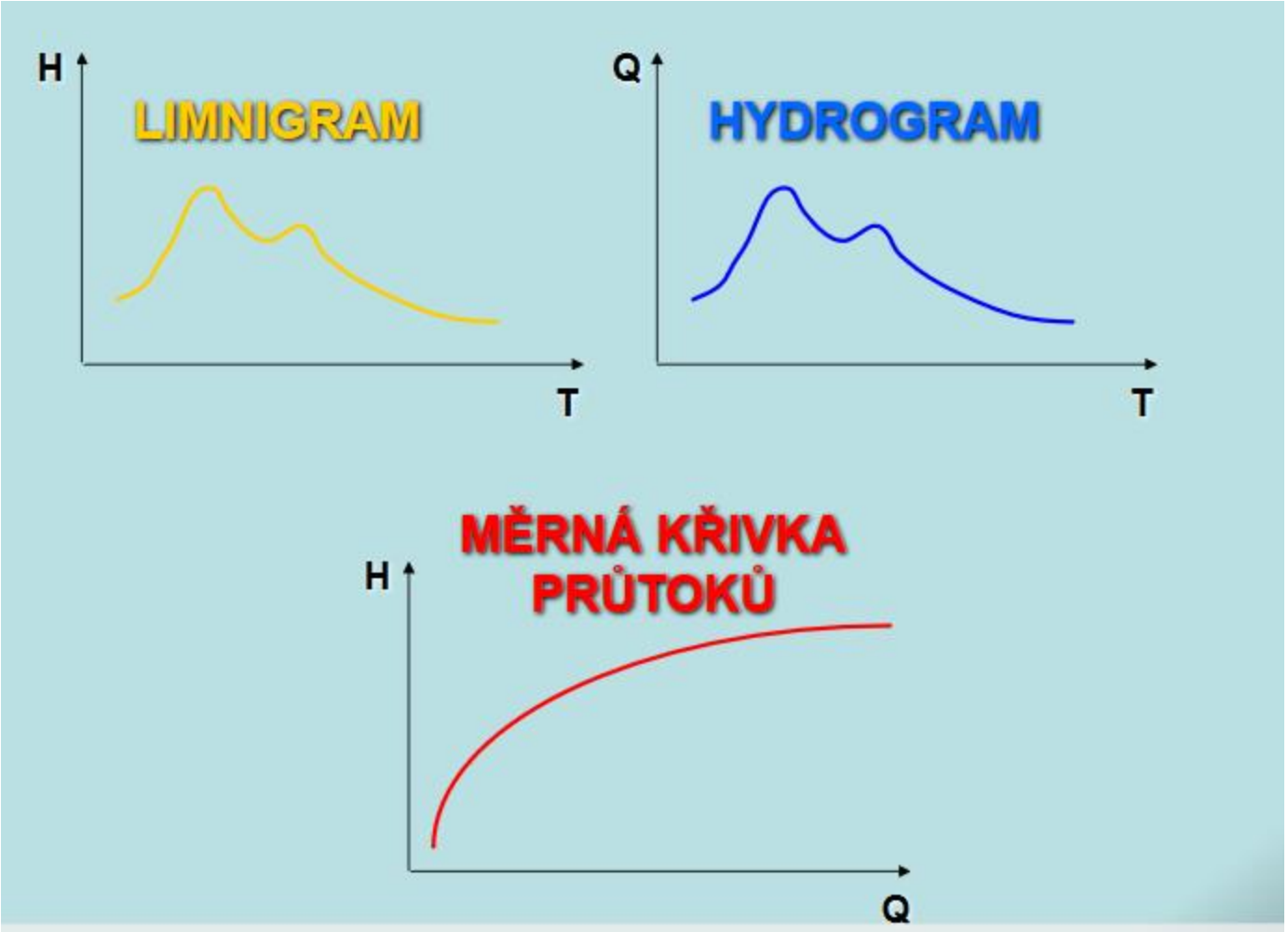
Při **2. SPA - POHOTOVOST**voda již vystupuje z koryta a začíná zaplavovat přilehlá území. Úroveň 2. SPA je však navržena tak, že voda ještě nepůsobí téměř žádné škody, zaplavuje totiž jen louky, pastviny, lužní lesy či ostatní příbřežní vegetaci. Při 2. SPA se aktivizují povodňové orgány a provádějí se aktivity pro zmírnění průběhu povodně podle povodňového plánu.

SPA stupně povodňové aktivity - Co znamenají?



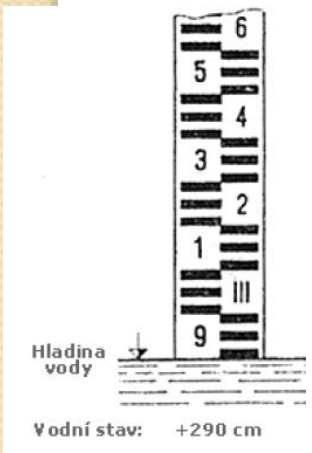
Při **3. SPA - OHROŽENÍ** voda začíná zaplavovat i území, kde již vznikají škody. Může se jednat o obytné domy, průmyslové areály, významné dopravní spojnice apod. Při 3. SPA se provádějí zabezpečovací práce a v případě potřeby záchranné práce a evakuace podle podkladů povodňového plánu.

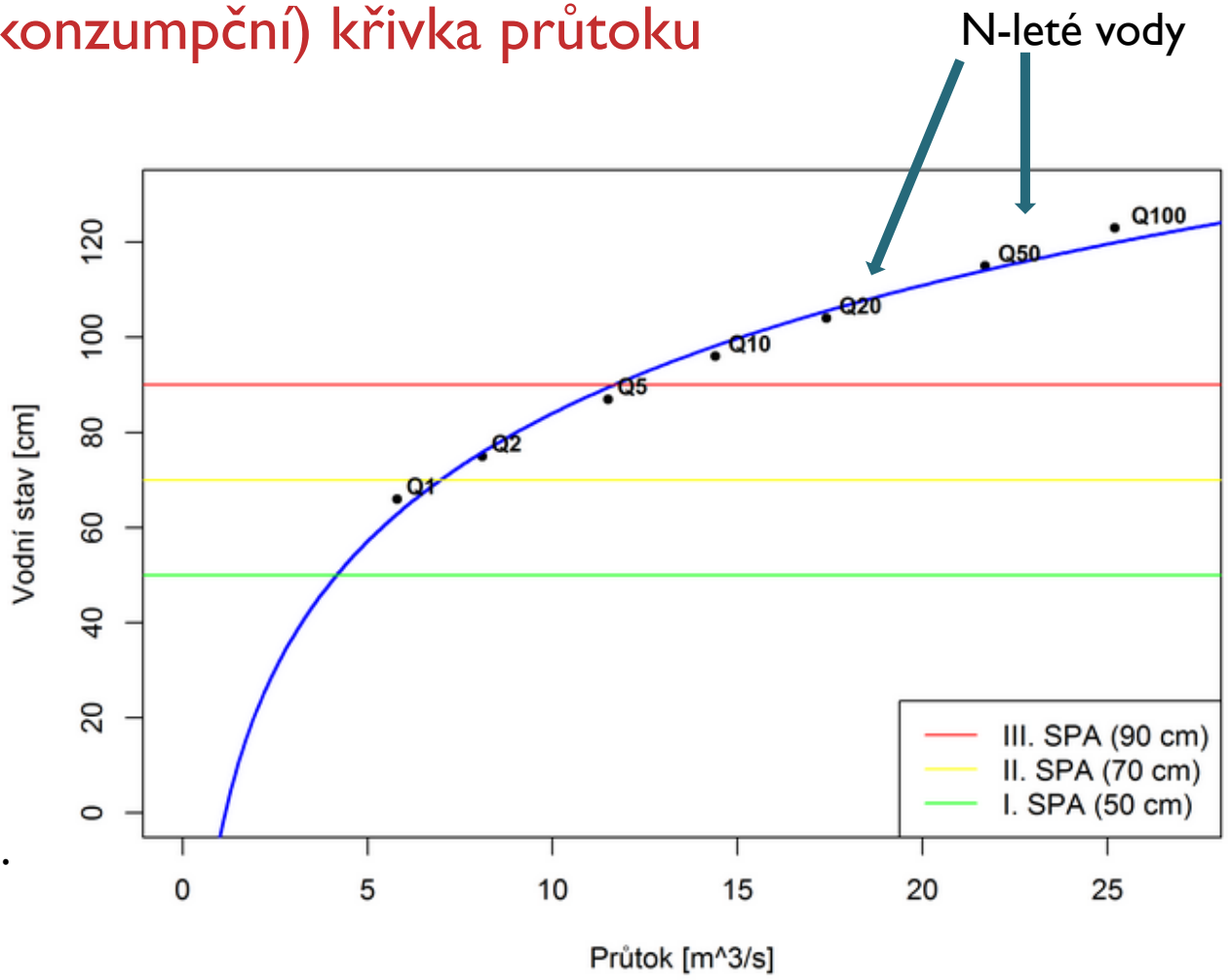
Jak souvisí vodní stav s průtokem?



Jak souvisí vodní stav s průtokem?

- Měrná (konzumpční) křivka průtoku





Průtok je funkcí vodního stavu, tj. Odvozujeme průtoky z vodních stavů

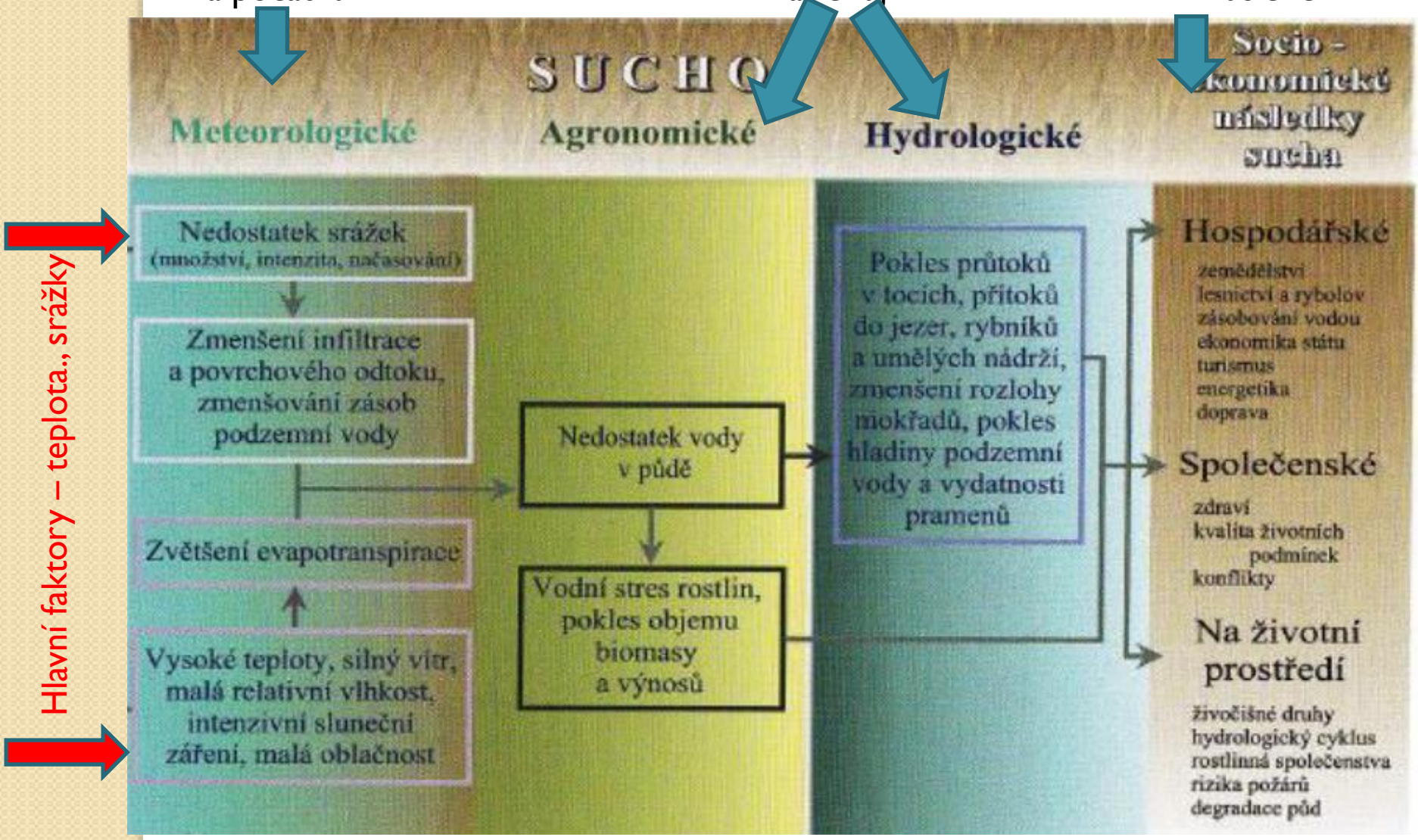
Zdroj: povodňový plán obce Mnichovice

Sucho představuje dočasný pokles dostupnosti vody a je považováno za přirozený jev. Pro sucho je charakteristický jeho pozvolný začátek, značný plošný rozsah a dlouhé trvání.

Sucho, 9/2018

Normální stav

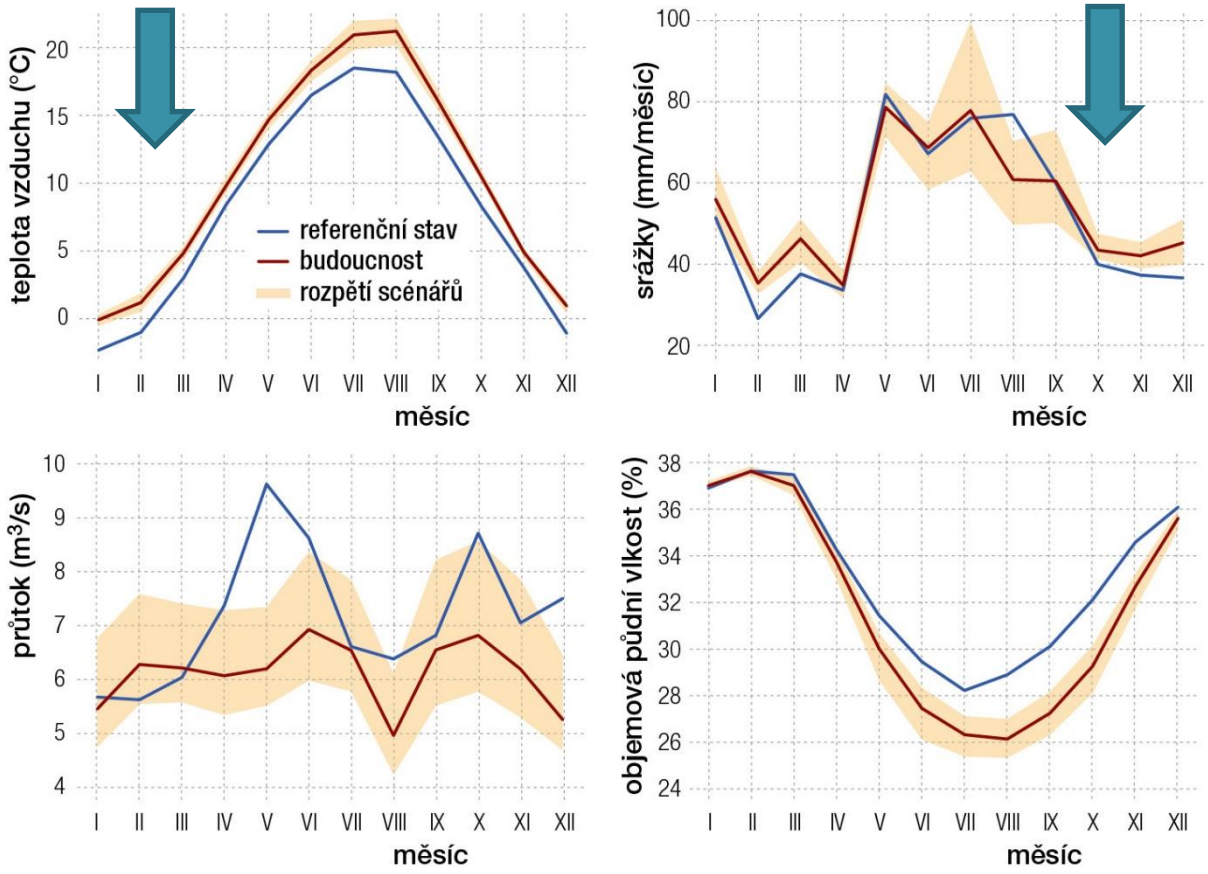
Sucho – meteorologické, půdní (agronomické), hydrologické, socioekonomické



Modelování scénářů v povodí Dyje – z časopisu Vesmír 11/2001

Vzrůst teplot vzduchu, tedy nárůst výparu a pokles průtoků

Srážky se prakticky nezmění, ale poklesne půdní vlhkost

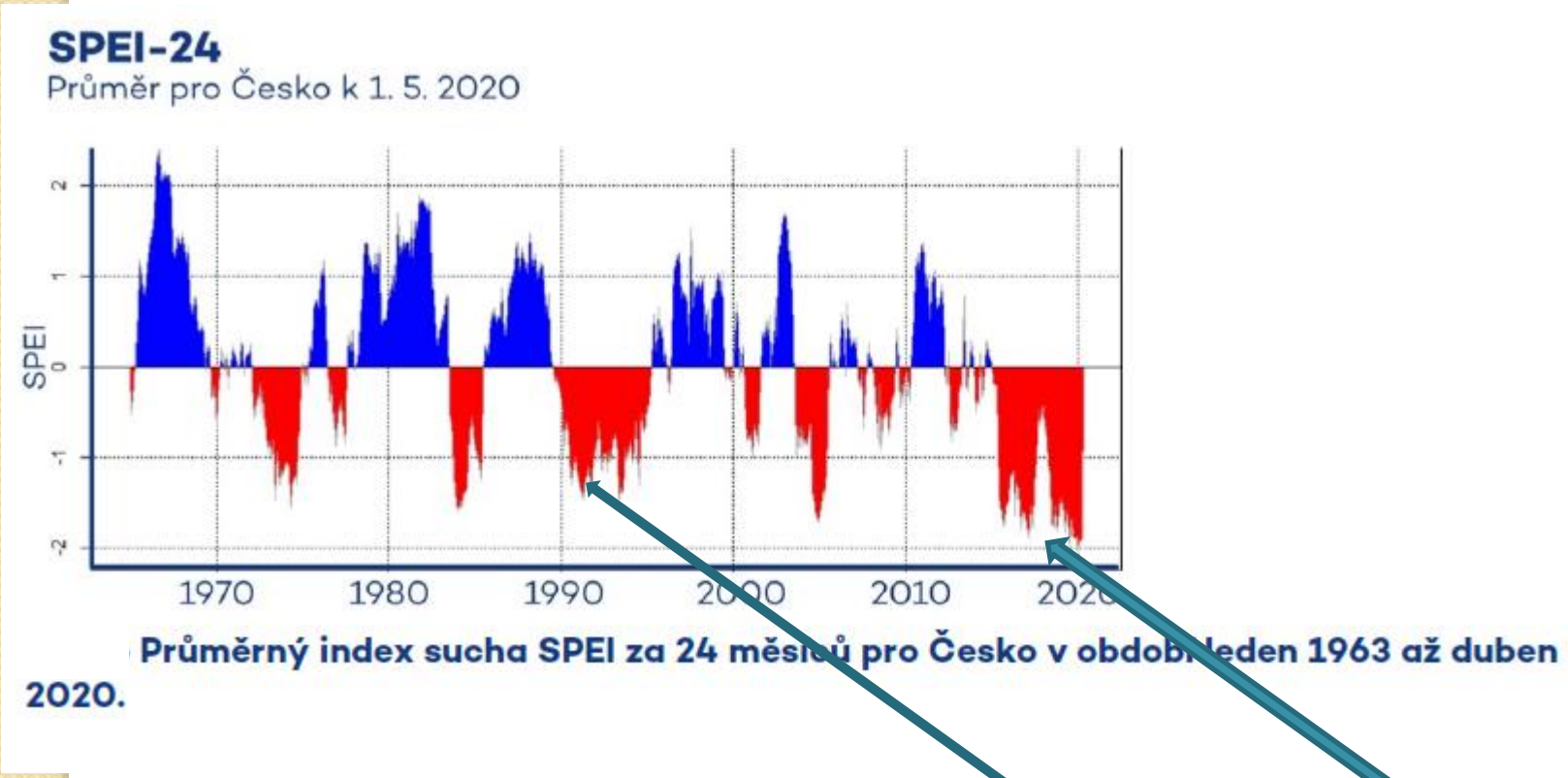


Příklad vyhodnocení předpokládaných průměrných měsíčních charakteristik povodí pro sérii klimatických modelů v období (2060–2070). Červená čára představuje průměrnou hodnotu všech klimatických modelů a interval spolehlivosti (90 %) je zobrazen oranžovou plochou.

Standardized Precipitation Evapotranspiration Index (SPEI)

- Jeden z mnoha indexů meteorologického sucha

- K výpočtu indexu se využívá standardizace rozdílu úhrnu srážek a potenciální evapotranspirace za dané období

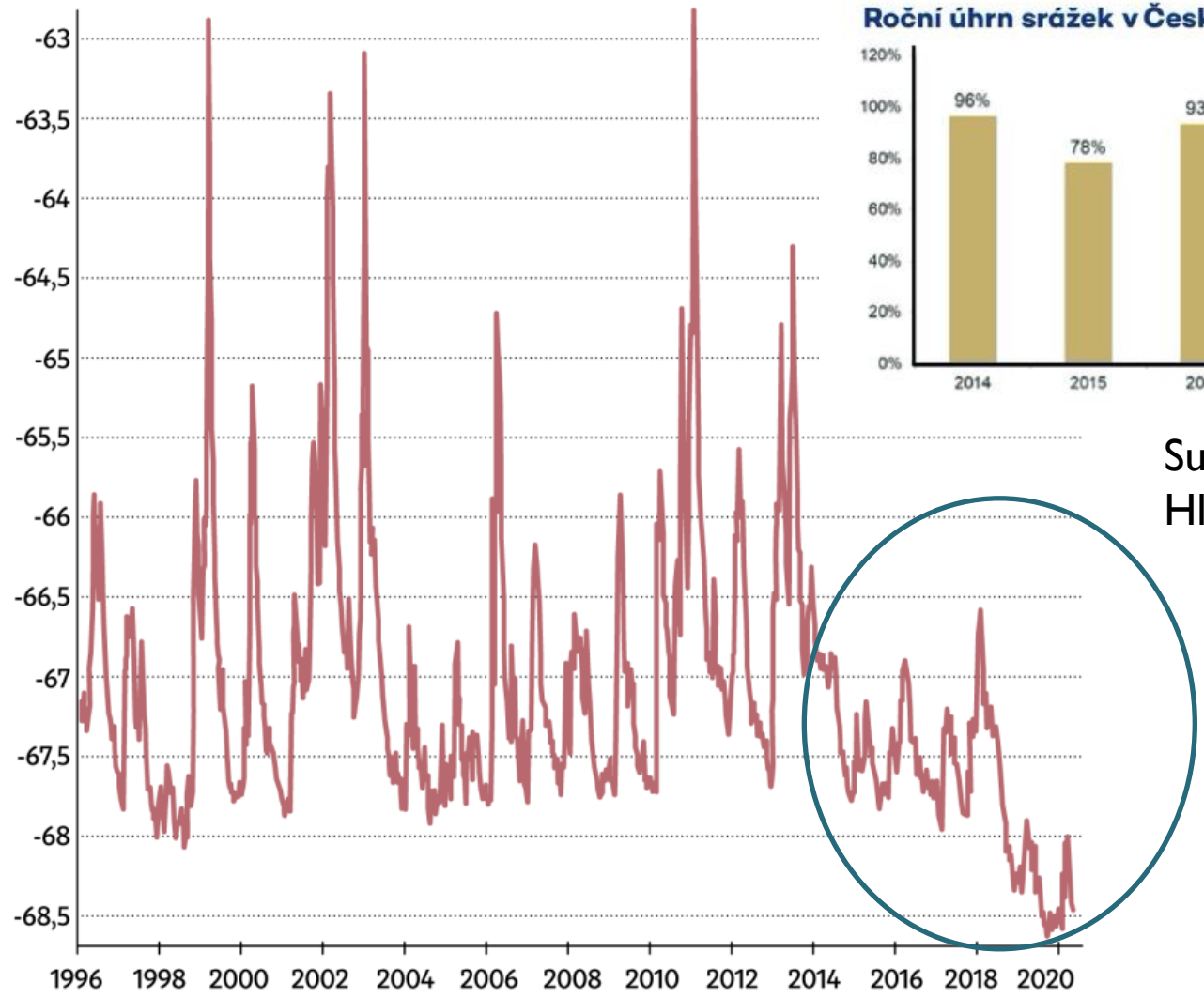


Průměrný index sucha SPEI za 24 měsíců pro Česko v období leden 1963 až duben 2020.

Za posledních 30 let 2 delší výrazná období sucha: 1991-1994 a 2015-2020

STAV HLADINY V POZOROVACÍM VRTU ČHMÚ

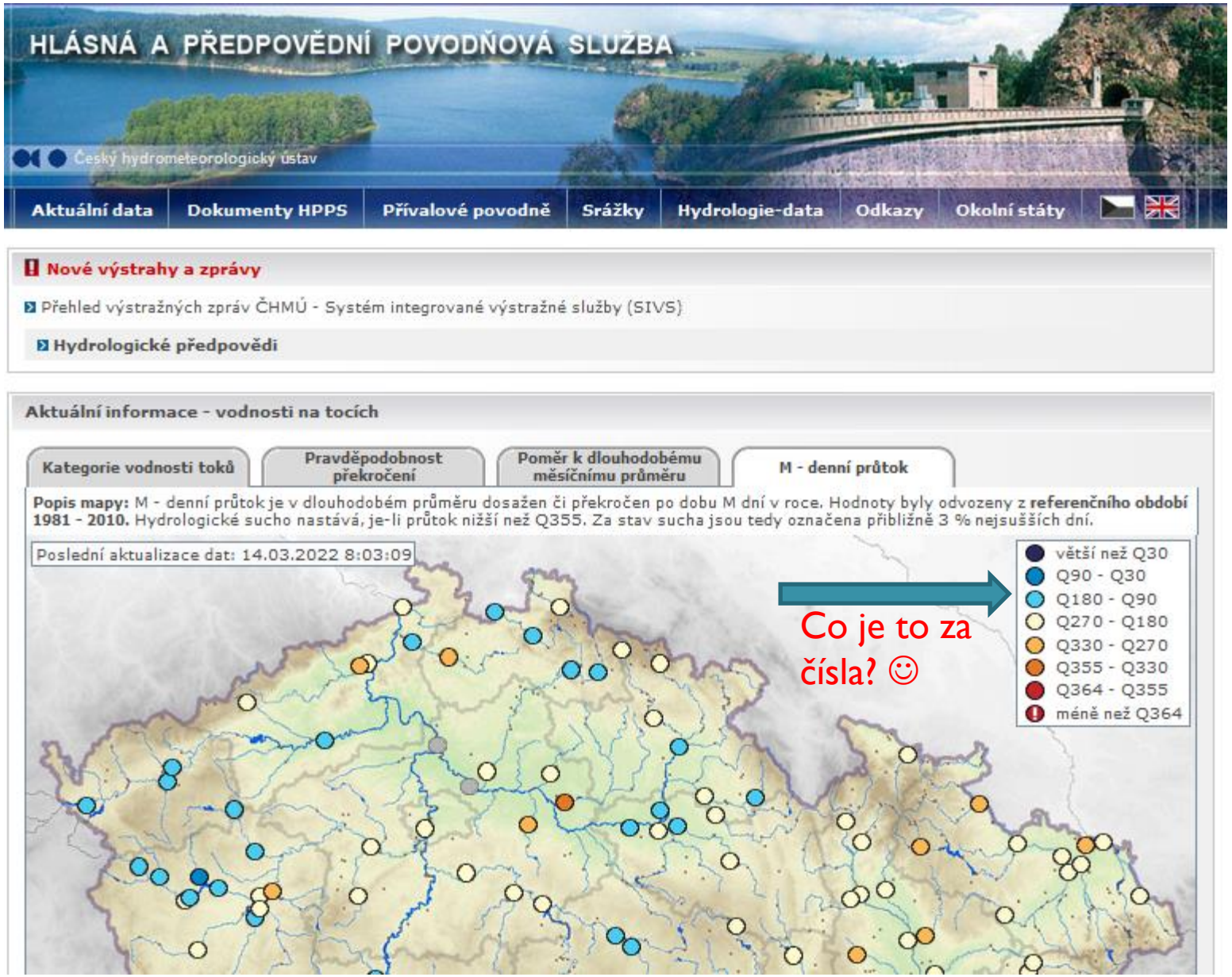
(Benátky nad Jizerou, stav v metrech)



Zdroj: ČHMÚ

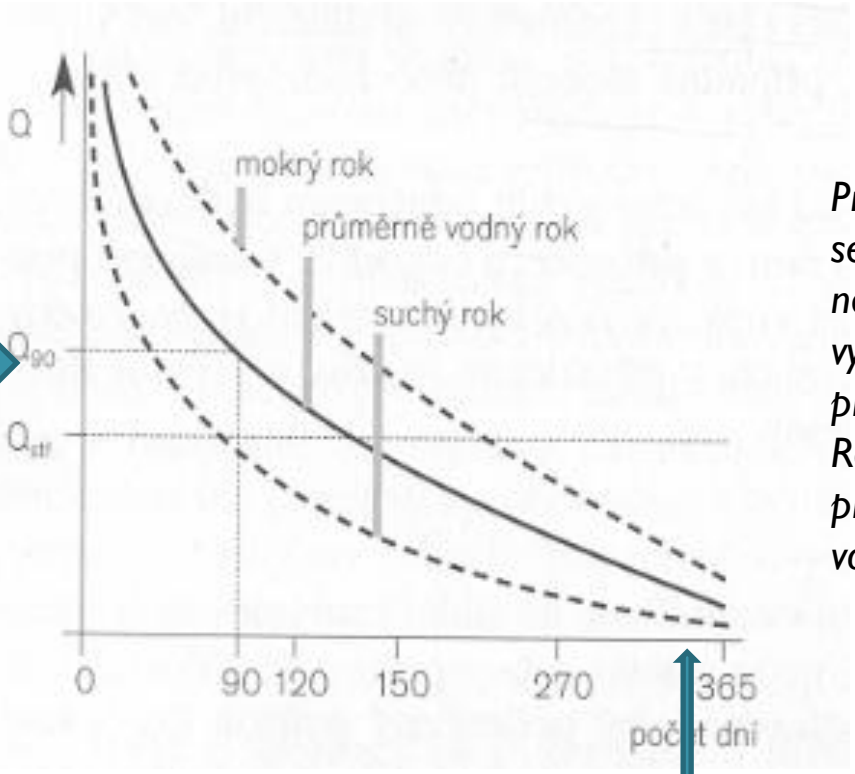
Sucho 2015-2020
Hlavně 2015 a 2018

Monitoring hydrologického sucha – Český hydrometeorologický ústav



Stanovení kritického průtoku pro definici hydrologického sucha ----Čára překročení denních průtoků

m-denní průtoky- průtoky dosažené nebo překročené m dní v roce



Q dosažený nebo překročený průměrně 90 dní v roce

Průtoky jsou každý rok seřazeny od největšího po nejmenší. Z nich se pak vytvoří průměrná čára překročení. Referenční řada ČHMú pro stanovení m-denních vod = 1981-2010.

Sucho–

- situace, kdy průtok poklesne pod kritickou mez tzv. 355denního průtoku Q_{355} = průtoku, který je v dlouhodobém průměru dosažen či překročen po 355 dní v roce. Je-li průtok nižší než Q_{355} zachován 3 po sobě následující dny, jde o hydrologicky suché období.
- Q_{355} má význam v legislativě – je to hodnota tzv. Ekologického průtoku pro zachování říčního ekosystému a kritická hodnota pro odběr vody z řeky a zachování průtoku pod nádrží (přehradou)

Hladový kámen v Děčíně – zachycuje nízké vodní stavy. "Hladový" – znamenalo neúrodu, zastavení lodní dopravy, ztrátu obživy…

Nejstarší záznam 1616