



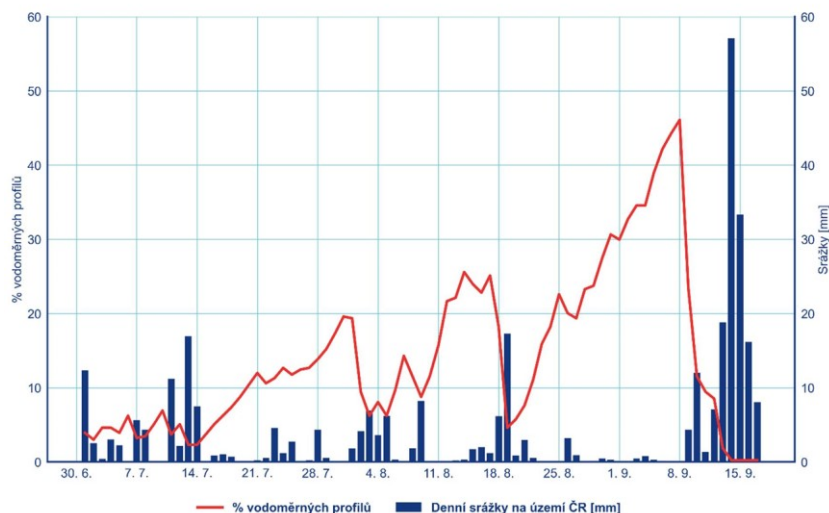
Jak se stanovovaly hranice rozlivů povodní 2024

Ing. Jan Netolický

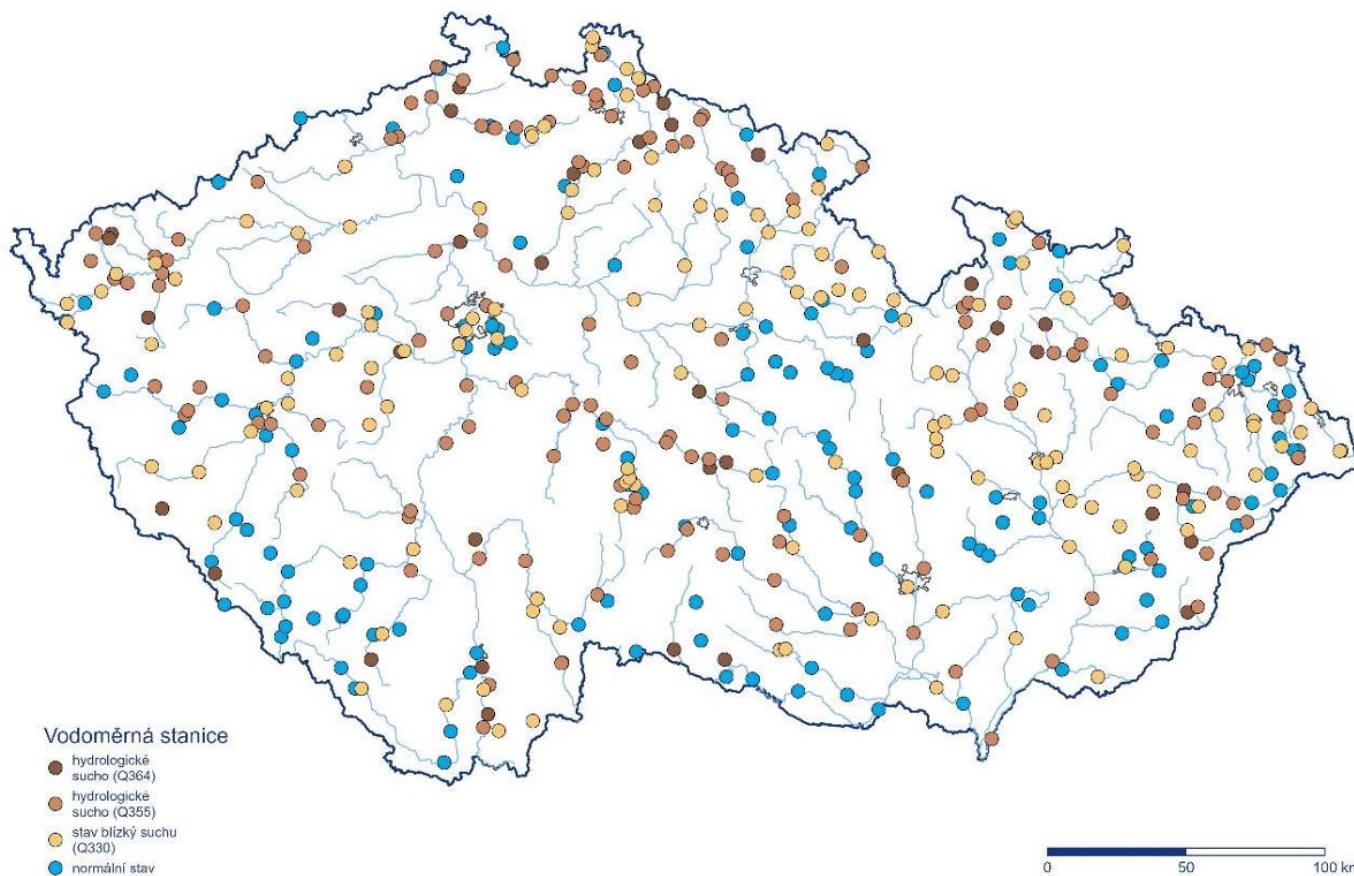


Co se dělo před povodněmi ...

- ⇒ teplota vzduchu na území ČR byla v červenci nadnormální a v srpnu silně nadnormální
- ⇒ srážky v mezích normálu, avšak územně nerovnoměrné, často ve formě lokálních bouřkových lijáků
- ⇒ což vedlo vlivem zvýšeného výparu k narůstání velikosti území s hydrologickým suchem (8. září výskyt sucha až v téměř 50 % všech profilů)



Hydrologické sucho ve vodoměrných stanicích 8. září 2024



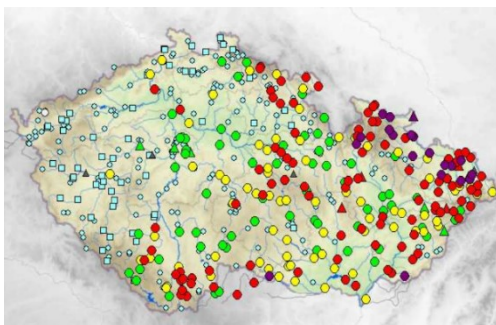
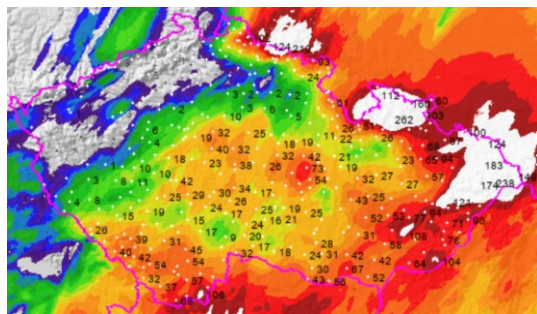
Povodně – září 2024

⇒ V období od 11. do 19. září ovlivňovala počasí nad ČR a okolními státy střední Evropy, Itálií a Balkánem tlaková níže Boris

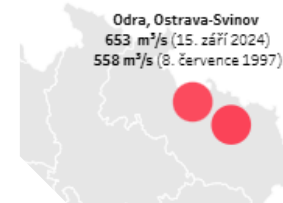
⇒ dlouhotrvající rekordní srážky (někde překonaly srážky z roku 1997), což vedlo ke zvýšení hladin řek, a následné záplavy postihly velkou část České republiky a sousedních zemí

⇒ povodňové stupně ve všech krajích kromě Karlovarského a většiny Plzeňského

Situace v 8:00 15.9. 2024



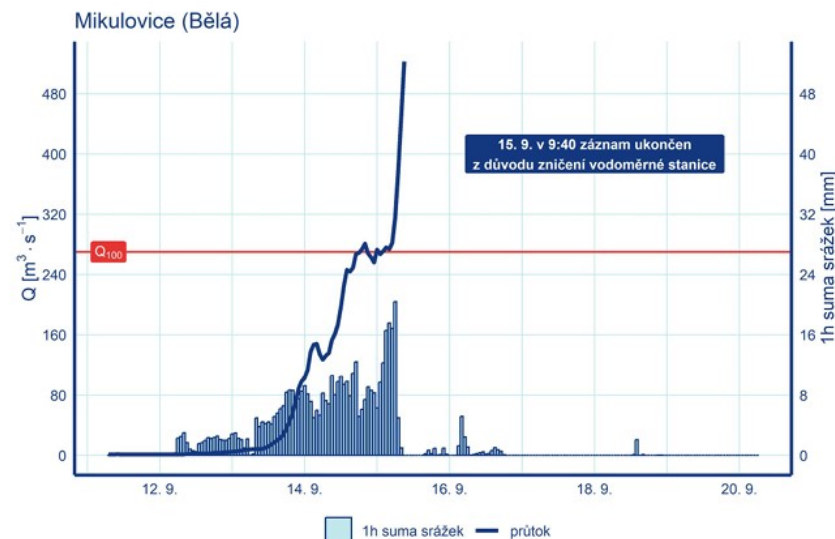
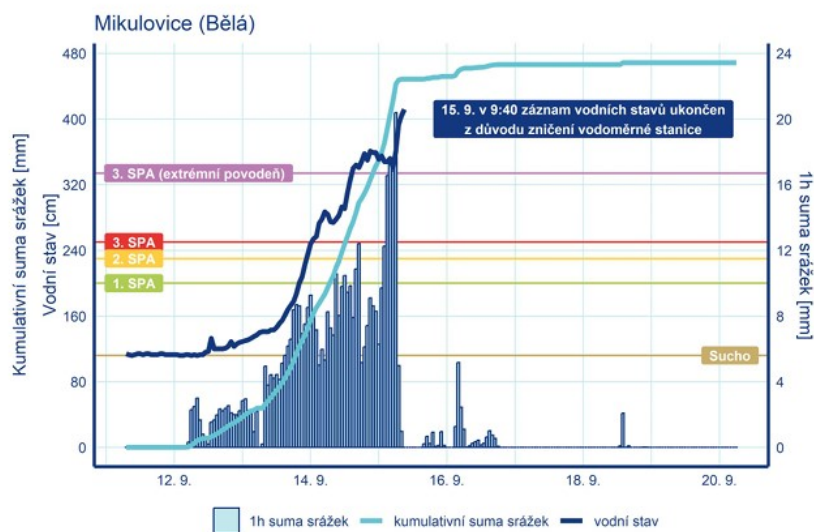
Opava, Opava
více než 643 m³/s (15. září 2024)
553 m³/s (8. července 1997)



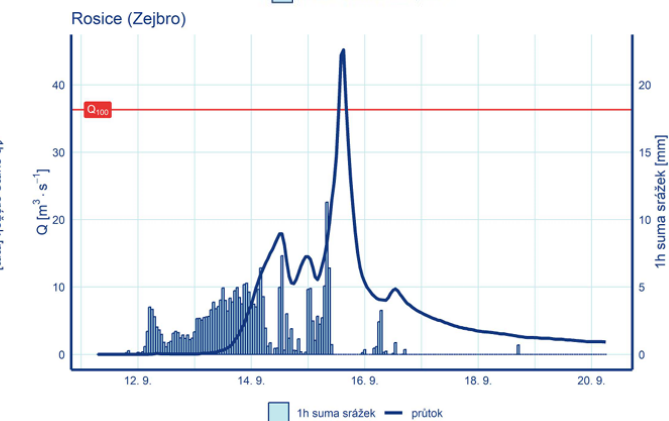
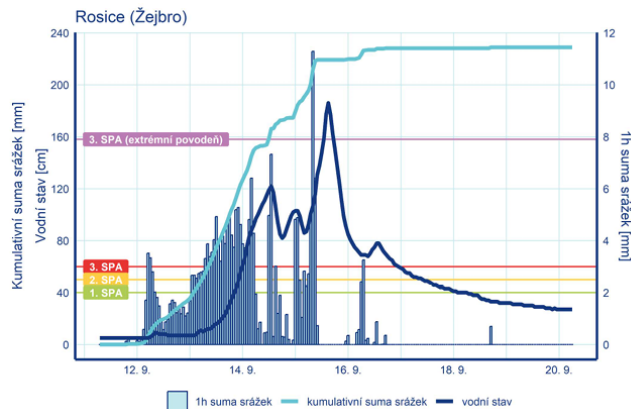
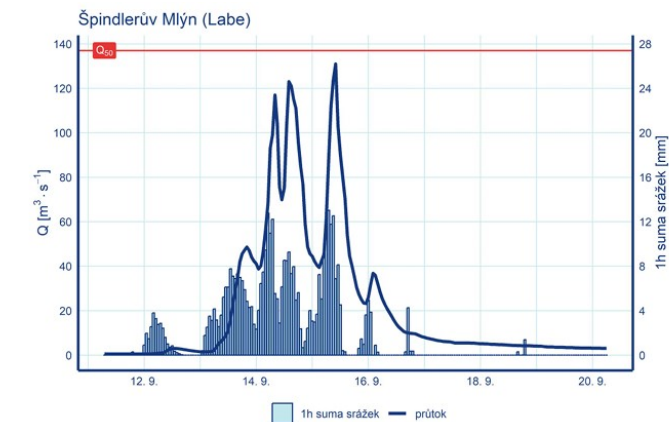
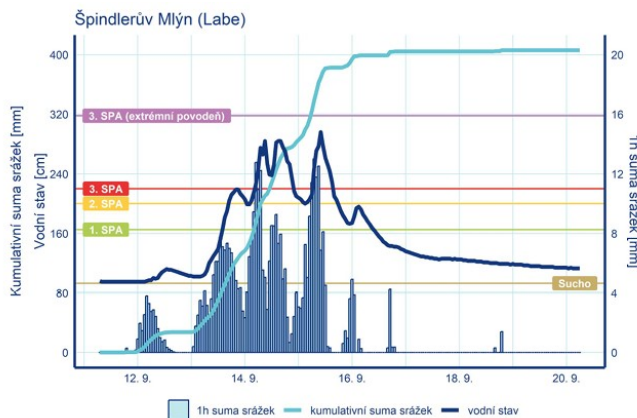
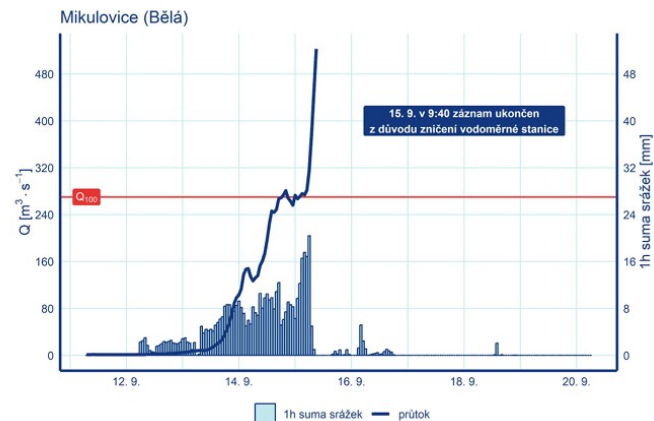
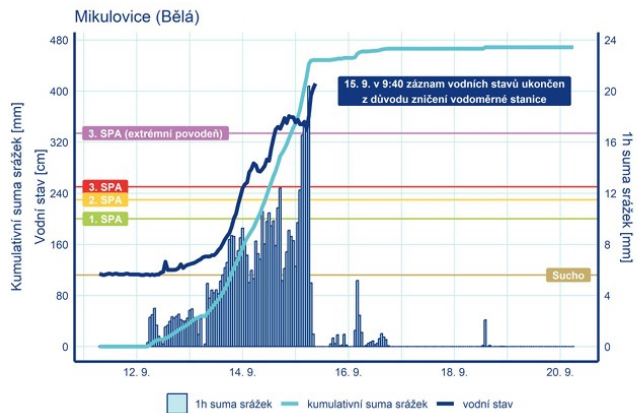
Průběh povodně

Výrazný vzestup hladin k úrovni 1. SPA začal až po spadnutí 60–100 mm srážek, což ukazuje na velkou retenční schopnost půdy a krajiny v době před povodní.

Oblast Jesenicka byla extrémními srážkami jednoznačně nejvíce zasaženou oblastí ...



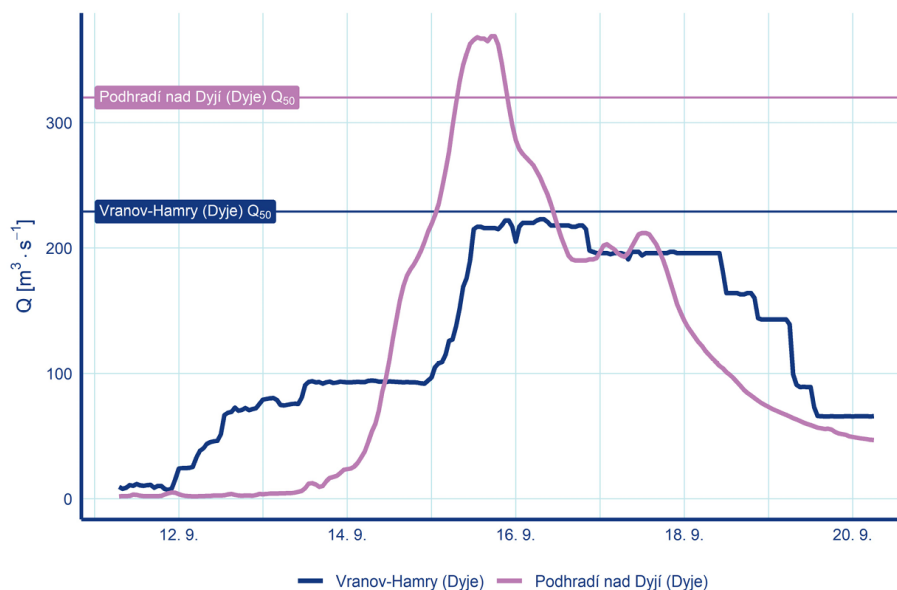
Časový průběh srážek, vodních stavů a průtoků na povodí Bělé k profilu Mikulovice



Vliv vodních děl

=> výrazně přispěly k tlumení povodňových vln

=> správci vodních toků a vodních děl mohli díky včasné a přesné předpovědi srážek v předstihu vypouštět, a to i hluboko pod kóty retenčního prostoru, který je určen k zachycení (části) objemu povodňových vln



Transformace povodňové vlny na Dyji nádrží Vranov

Ale stejně se to někde rozlilo ...

zakreslíme rozlivy

1) využijeme volně dostupných snímků ze satelitů

2) najdeme snímky ze dnů, kdy probíhaly povodně

=> ~~kulminace~~ => nedostatek snímků

3) snímky zpracujeme a vyhodnotíme

4) ~~automaticky vygenerujeme hranice rozlivu nebo~~ je někde **zakreslíme ručně**



VĚTŠINA !!!

Snímky ze satelitů

Použit bylo možné **při povodních** jen družice s radarovým senzorem
=> **funguje i v noci a především za oblačnosti**

=> Sentinel-1A

PROZŘENÍ:

Sehnat snímek z doby kulminace na daném toku = **náhoda/štěstí**

Protože:

- družice nad lokalitou letěla: a) ale v jiný čas než nastala kulminace
b) ale před nebo po povodních

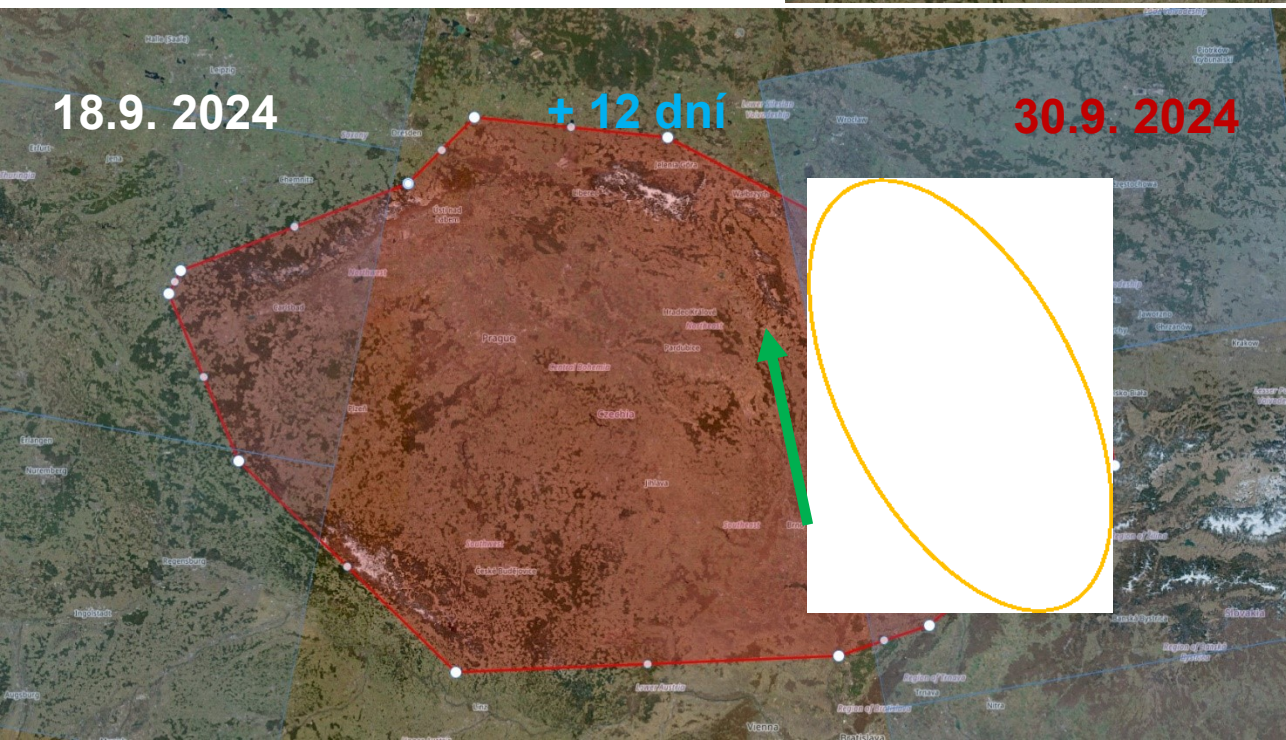
=> proto bylo využito i snímků po povodních ze satelitu Sentinel-2

Porovnání využitých družic

Parametr	Sentinel-1	Sentinel-2
Typ senzoru	Radar s syntetickou aperturou (SAR)	Multispektrální optický senzor (MSI)
Pásma	C-pásmo radarové (5,405 GHz)	13 spektrálních pásem (od VIS po SWIR)
Provozní režim	Aktivní (vysílá a přijímá signál)	Pasivní (zaznamenává sluneční záření)
Rozlišení	5–40 m (v závislosti na režimu)	10 m, 20 m, 60 m (podle pásma)
Šířka záběru	až 250 km	až 290 km
Opakovací frekvence	12 dní (6 dní v kombinaci Sentinel-1A a 1B)	5 dní (v kombinaci Sentinel-2A a 2B)
Použití za oblačnosti	Ano (SAR prochází oblaky, den/noc)	Ne (optické senzory omezené oblačností)
Primární účely	Monitoring pohybu půdy, povodní, ledovců, mořského ledu, krizový management	Monitoring vegetace, půdy, vody, využití krajiny
Start první družice	Sentinel-1A: 2014	Sentinel-2A: 2015
Orbitální výška	cca 693 km	cca 786 km
Doba oběhu	cca 98 minut	cca 100 minut
Typ dráhy	Slunečně synchronní (SSO)	Slunečně synchronní (SSO)

Sentinel - 1

stejný průlet se stejnou geometrií a úhlem
= každých 12 dní

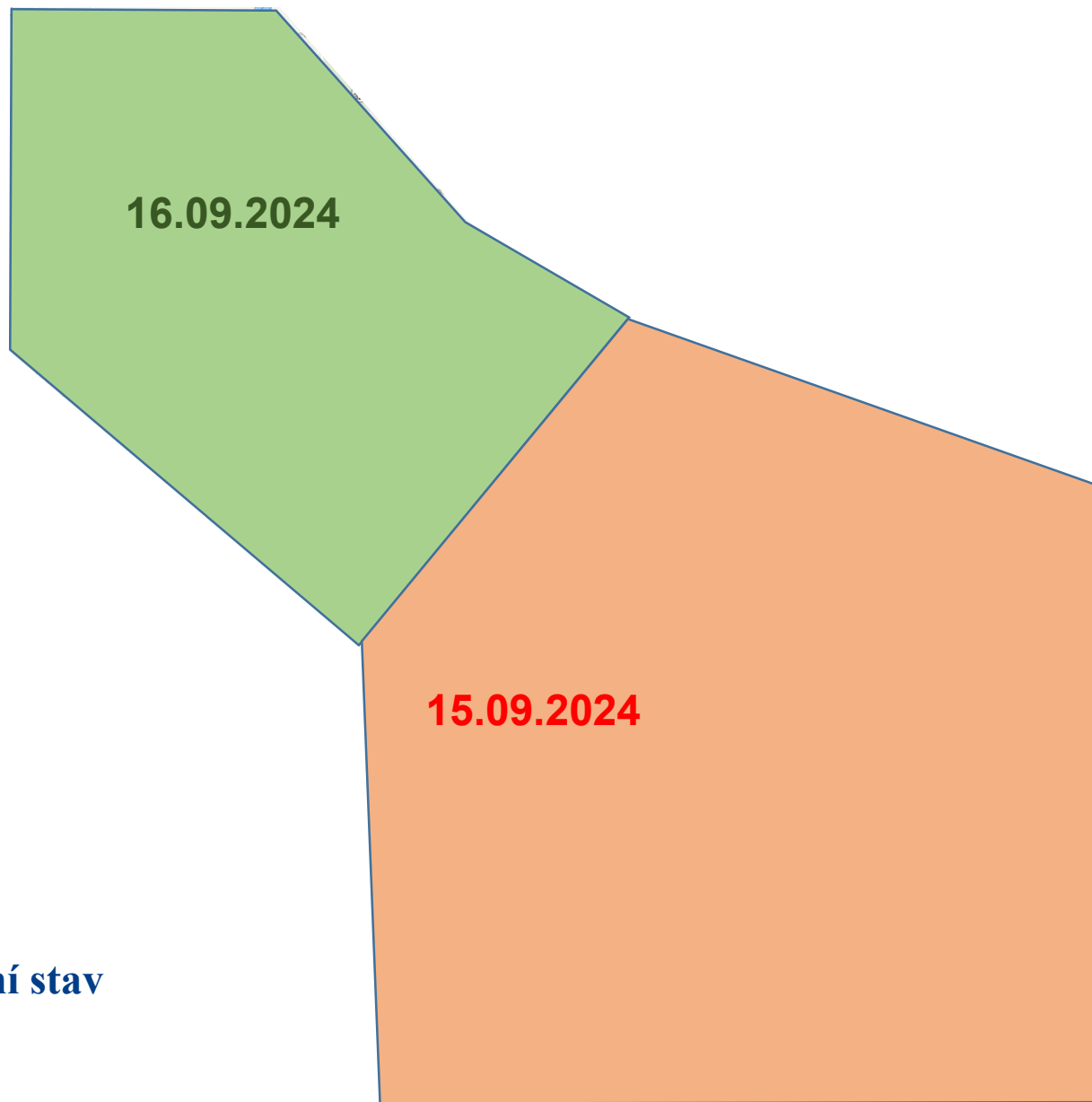


snímek stejného místa
po 2-4 dnech
(v Evropě obvykle
každý den)

Kulminace X čas snímků

- Novohradka
- Žejbro
- Anenský potok
- Chrudimka

=> téměř ideální stav

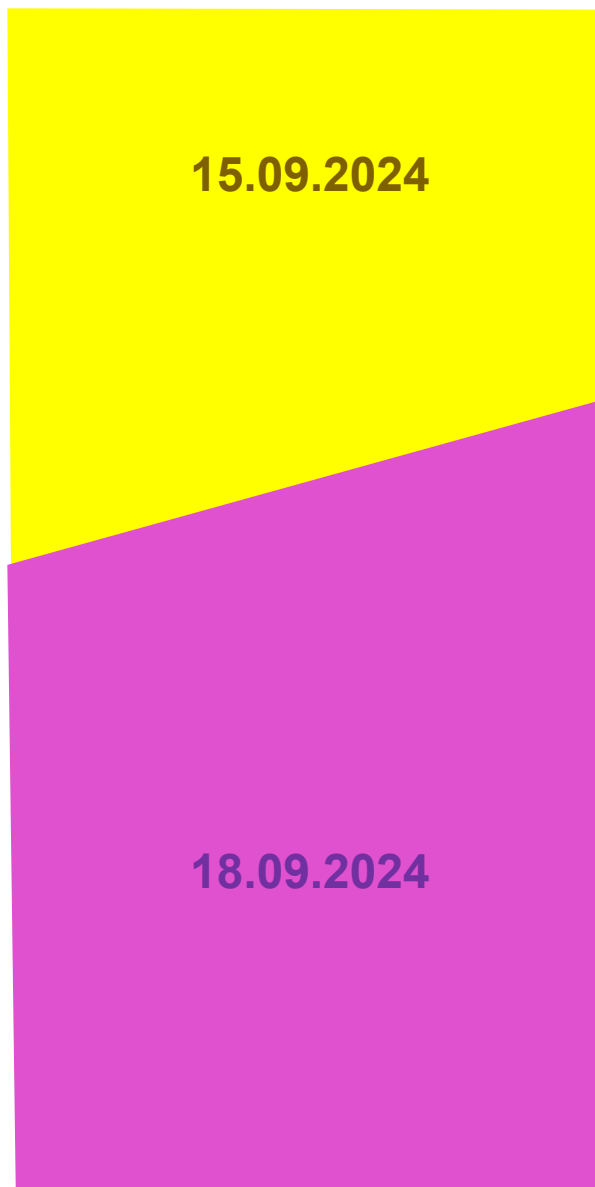


Kulminace X čas snímků

PROBLÉMY

- Morava
- Desná
- Valová
- Bečva
- Haná
- Dyje

⇒ **Dlouhý tok, různé časy i dny kulminací**
⇒ **snímky s rozdílem 3 dnů**



Vyhodnocení sat. snímků Sentinel-1

Dvě metody stanovení zaplavené oblasti:

- 1) Analýza krizového snímku (tj. ze dne/kulminace povodně)
- 2) Porovnání snímků před (archivní) a během/po povodních (krizový)
 - skládání snímků přes sebe (tzv. RGB kompozit)

Základní předpoklad

- voda na snímcích je vidět poměrně dobře
 - => má nízký zpětný rozptyl a signál se od hladkých ploch zrcadlově odráží
- jiný povrch země je při odrazech variabilní a jsou tam značná zkreslení

Vyhodnocení sat. snímků Sentinel-1

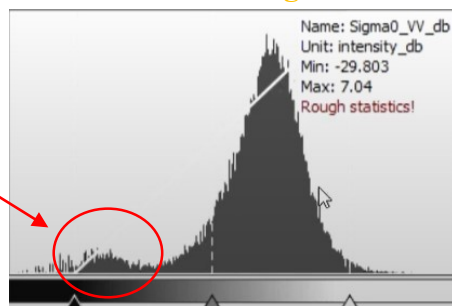
Metoda č.1: Analýza krizového snímku

- pomocí histogramu, který převedeme do nelineární stupnice v dB pro jasnější vizualizaci



znázorňuje rozložení jasových hodnot (od tmavých po světlé) ve snímku

Ideální histogram



Reálný histogram



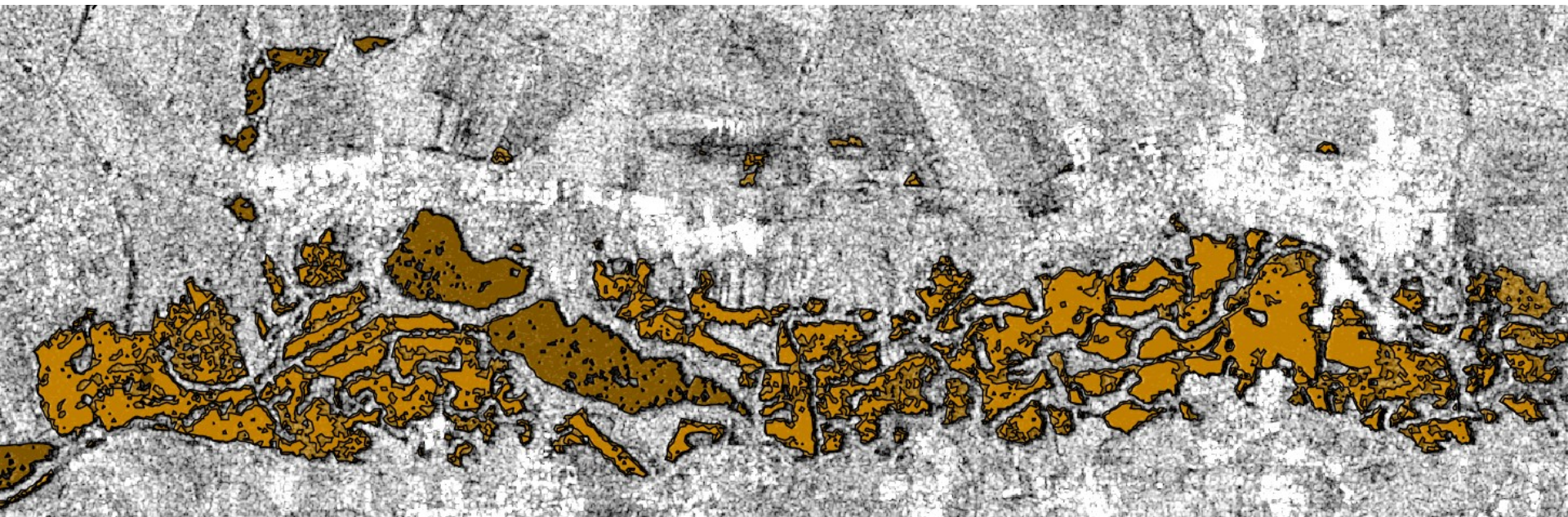
Pixely nad vodou

Vodorovná osa: Zobrazuje úroveň jasu, od černé (vlevo) po bílou (vpravo).

Svislá osa: Ukazuje, jaký počet pixelů má danou úroveň jasu

Vyhodnocení sat. snímků Sentinel-1

Metoda č.1 – výsledek (po automatickém vygenerování polygonů)



- tato metoda nerozliší stálé vodní plochy od těch, které vznikly při rozlivu
- příliš mnoho falešných ploch => velká vlhkost všude v okolí

Vyhodnocení sat. snímků Sentinel-1

**Metoda č. 2 : Porovnání snímků před (archivní) a během/po povodních (krizový)
- skládání snímků přes sebe (tzv. RGB kompozit)**

- rozliší se mezi zaplavenými oblastmi a trvalými vodními plochami

Důležitá podmínka:

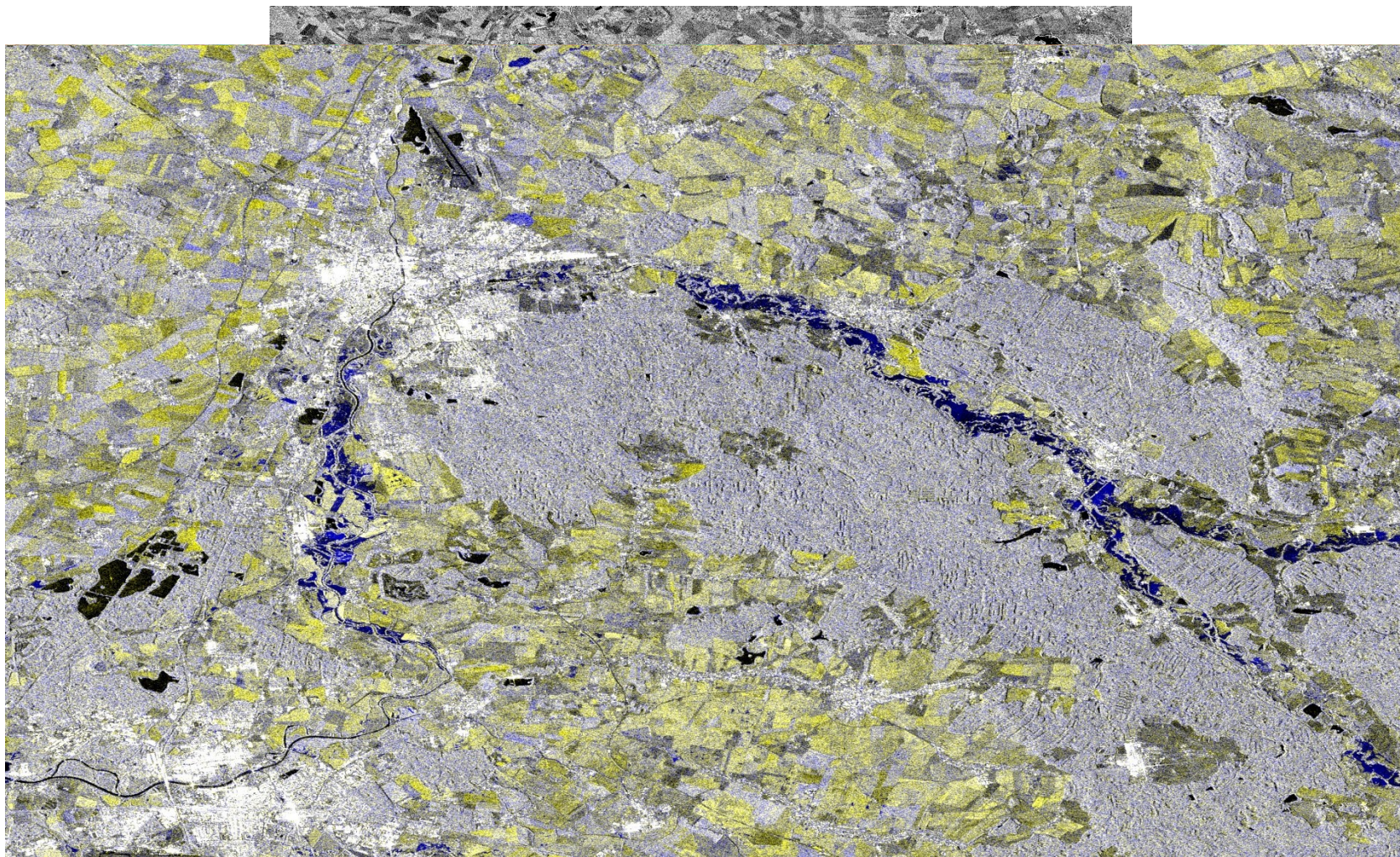
- snímek krizový a archivní musí být ve stejné geometrii, tj. během stoupání či klesání satelitu (tzn. stejný úhel záběru)

Výsledek:

pásma vytvořeného RGB kompozitu se následně nastaví tak, že:

- ⇒ nad zaplavenými oblastmi budeme mít vysokou odezvu radaru,
tj. zobrazí se např. červeně

Vyhodnocení sat. snímků Sentinel-1



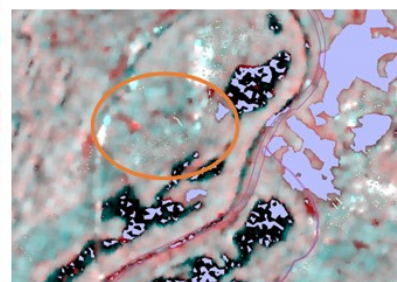
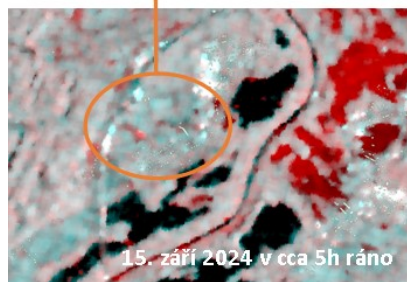
Zakreslení hranic rozlivu

OSTRAVA - KOBLOV

15. září 2024



Satelit SENTINEL—1

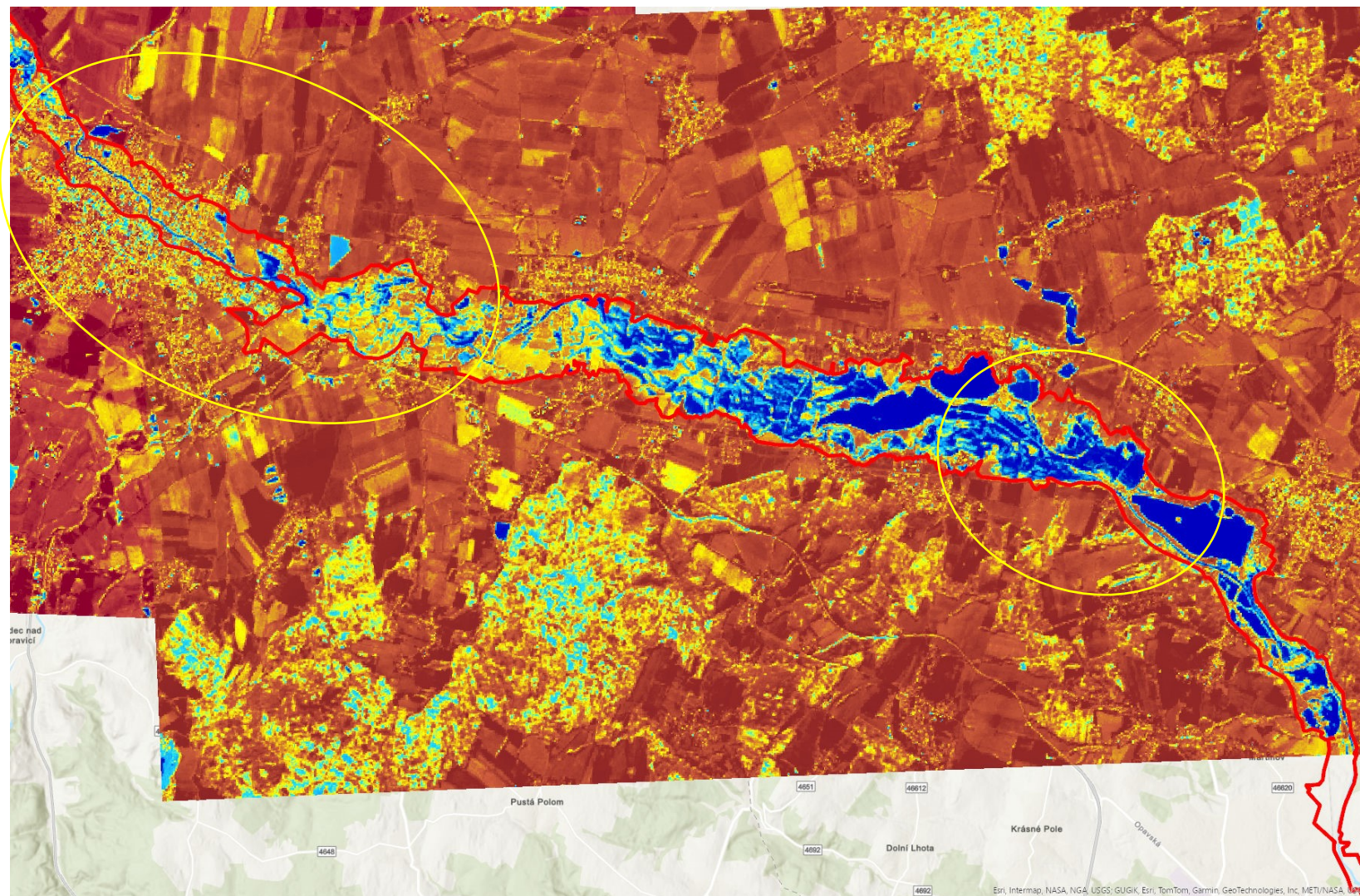


ČTK—DRON

Armáda ČR—LETECKÝ SNÍMEK



Zakreslení hranic rozlivu



Záběry z dronu



Zdroj: <https://www.youtube.com/watch?v=rzkW1b2zkCo>

Záběry z dronu



Zdroj: <https://www.youtube.com/watch?v=s7gVCYKIWaU>

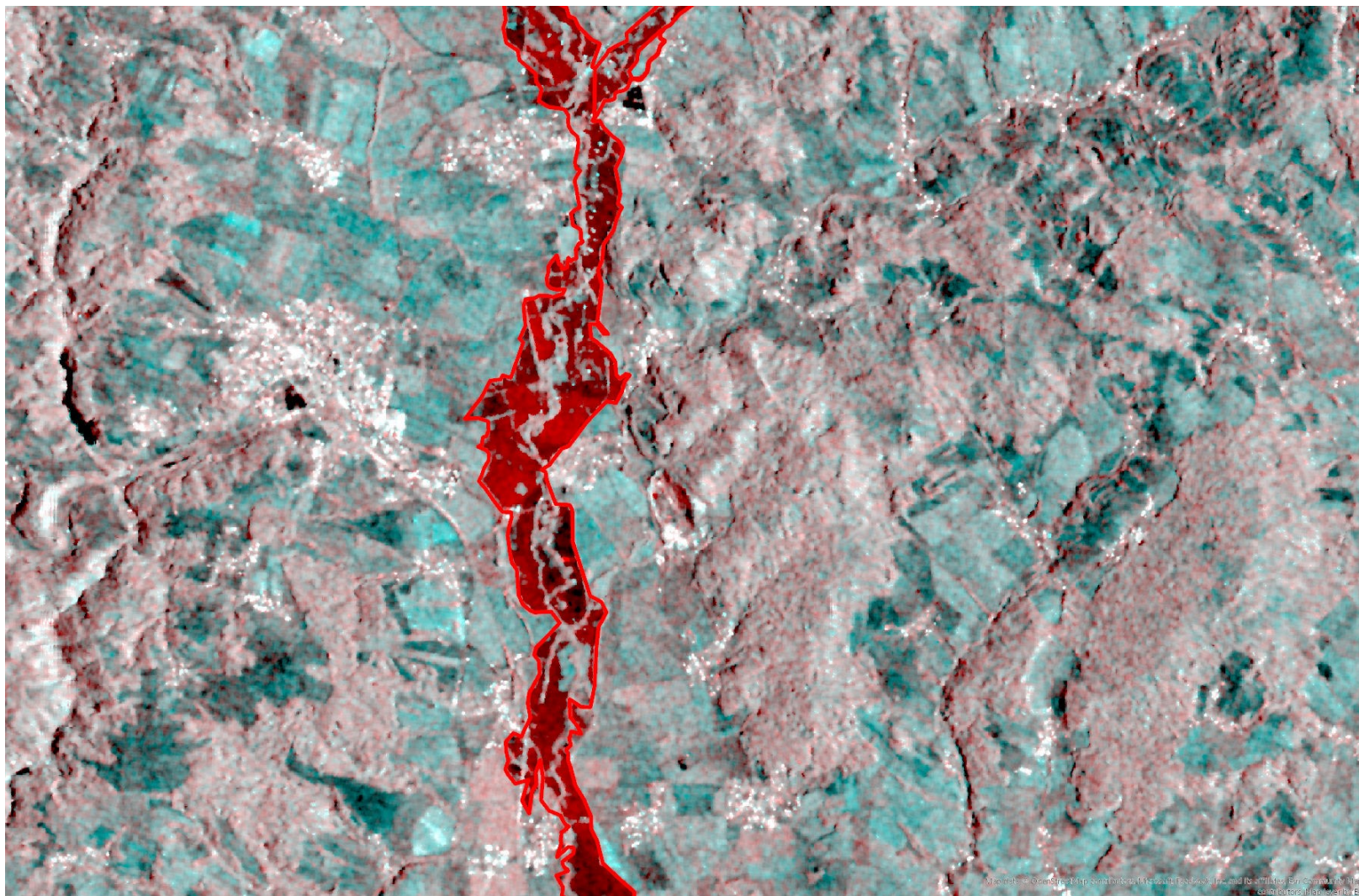


www.chmi.cz

Zdroj: Mapy.cz



Zakreslení hranic rozlivu



Zdroje dat – shrnutí

Hlavní

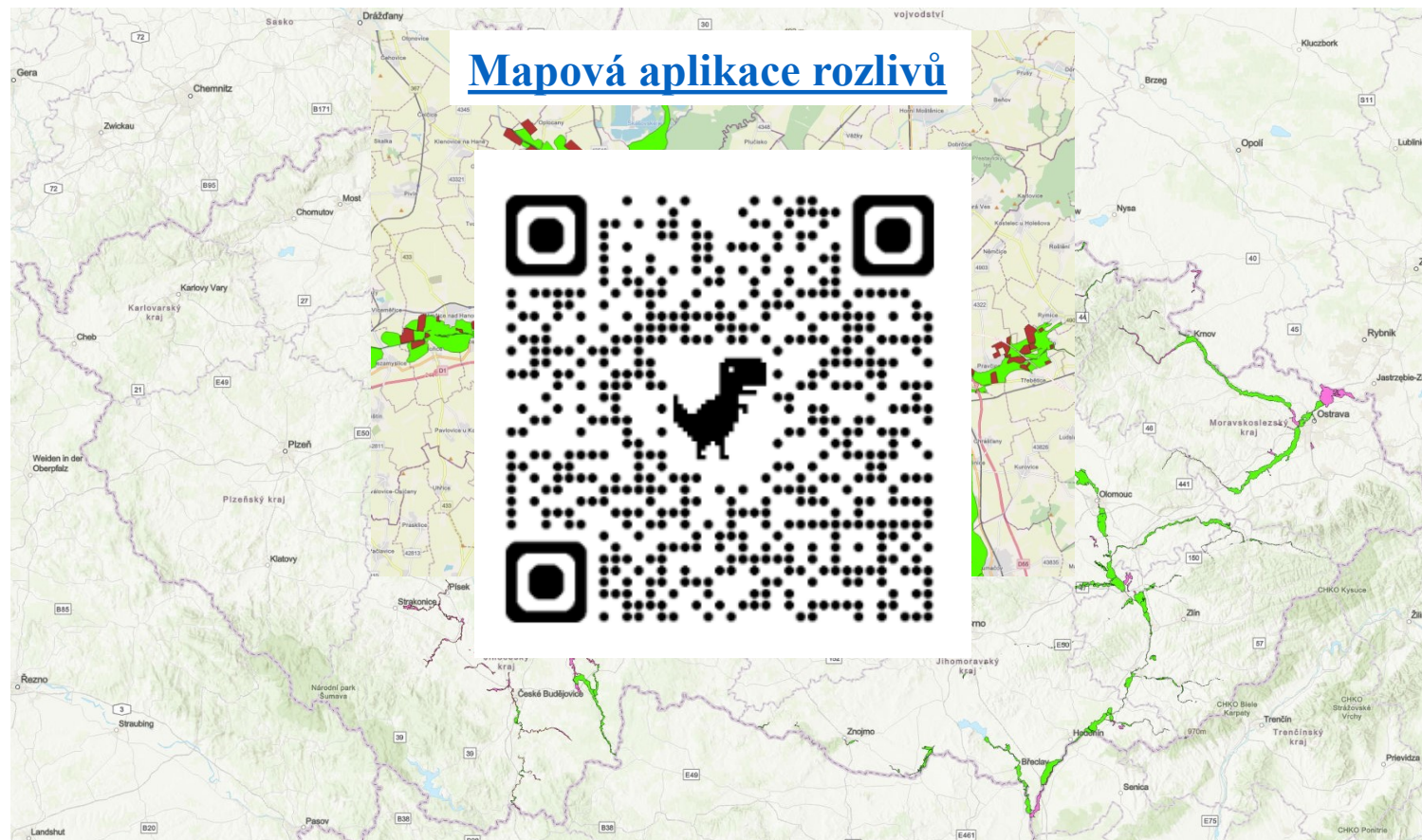
- družicové snímky Sentinel-1 + doplněno o snímky ze Sentinel-2 (po povodních)
- letecké snímky od VGHMÚř Dobruška z 18.9.2024
- záznamy z dronů zveřejněných na YouTube + fotografie (ČHMÚ, on-line zdroje)
- **data z průzkumů jednotlivých správců povodí a ČHMÚ**

Doplňkové

- MDP GEO, s.r.o. vyhodnocení rozlivů – jen pro: Morava (Litovel), Vidnávka
- Hydraulické modely (pouze pro některé lokality)
- Data postižených pozemků od SPÚ a SZIF
- DIBAVOD – koryta řek, max. rozlivy při povodni 1997, záplavová území

Rozlivy – září 2024

Rozlivy byly rozděleny do dvou kategorií dle přesnosti vymezení. Přičemž **první** představuje relativně přesné vymezení a **u druhé** je třeba uvažovat vzhledem k nedostatku dat k velké míře nejistoty.



„Trocha“ statistiky

Z analýzy vyplynulo, že bylo v ČR zasaženo: **35 203** stavebních objektů (přibližně)

Objekt	Počet
Škola	123
Zdravotní a sociální zařízení	51
Správní budova	46
Hasičská zbrojnic	31
Kostel, kaple	49
Obchod s potravinami	16
Čerpací stanice	15
Sportovní hala	14

Mapa s příběhem

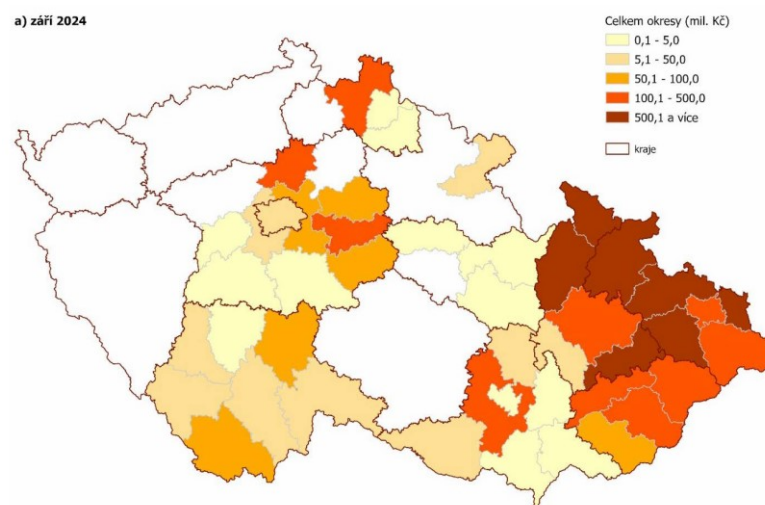
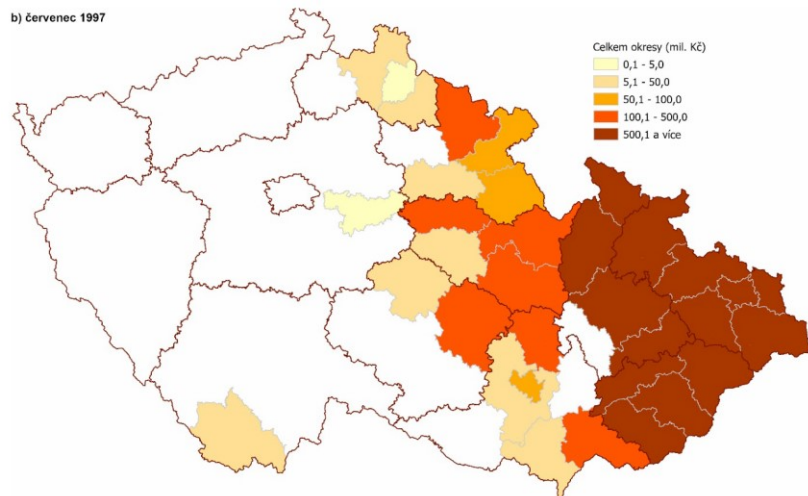
<https://geodata.csu.gov.cz/portal/apps/storymaps/stories/caf130c4e3354d47b35bb4f8860378fd>

Panel informací – tzv. Dashboards

<https://geodata.csu.gov.cz/portal/apps/dashboards/4908a18b8b8a413791bca3482f4cde3f>

Srovnání dopadů povodní

Rozsah ekonomických dopadů povodní v červenci 1997 a v září 2024



Zdroj: DÚ Vyhodnocení povodňových škod, TERPLAN, a.s., 1998

Závěr

- z hlediska vyhodnocení => povodeň na malém území \neq povodeň na velkém území
- bylo by vhodné, aby se více (cíleně) pro vyhodnocení využívaly drony
=> tj. nalétat tok během kulminací pro detailní záběry maximálního rozlivu
- vytipovat a zvážit využití i komerčních družicových snímků
- včas aktivovat službu COPERNICUS-Rapid Mapping
(=> víc snímků v době kulminací)

Vyhodnocení rozlivů pomocí satelitních dat dokáže nahradit někdy komplikované terénní šetření, avšak zapojení více aktérů a postupů je ke kvalitnímu zpracování nezbytné.

Precizní vytyčení by vyžadovalo nasazení velkých technických i personálních kapacit.

Děkuji za pozornost

Ing. Jan Netolický

✉ jan.netolicky@chmi.cz

