

Zavedení inundačních území do vybraných povodí modelu HYDROG

Alena Kamínková¹, Šárka Zemanová², Lucie Březková³

¹Český hydrometeorologický ústav, pobočka Ostrava, K Myslivně 3/2182, 708 00 Ostrava, alena.kaminkova@chmi.cz
²Český hydrometeorologický ústav, pobočka Brno, Křoftova 43, 616 67 Brno, sarka.zemanova@chmi.cz
³Mendelova univerzita v Brně, Ústav aplikované a krajinné ekologie, Zemědělská 1/1665, 613 00 Brno, lucie.brezkova@mendelu.cz

Srážkoodtokový model HYDROG je původní český software umožňující výpočet simulace, predikce i operativního řízení odtoku vody z povodí s nádržemi za povodňových situací [1]. Povodeň, která proběhla v České republice v září 2024, ukázala další možnosti zlepšování předpovědní služby Českého hydrometeorologického ústavu do budoucna. Povodně představují přírodní hrozbu s vážnými dopady na lidské životy, zdraví, majetek a přírodní prostředí. Je proto nutné a žádoucí minimalizovat tyto rizika, např. zdokonalováním předpovědních nástrojů.

Model HYDROG pracuje se schematizovaným povodím, které je rozděleno na množinu úseků toků a na ně zavěšených dílčích ploch povodí, kopíruje tak skutečnou strukturu říční sítě. Parametry úseků toku a dílčích ploch povodí jsou odvozené z digitálního modelu terénu. Vzhledem ke skutečnosti, že v modelu lze situovat údolní nádrže i boční poldry, lze simulovat chování a transformaci povodňové vlny v inundačních územích. Tyto oblasti jsou následně v modelu HYDROG nahrazeny bočním poldrem.

Po vyhodnocení povodně v září 2024 [2] se ukázalo jako vhodné tyto oblasti v modelu zkontrolovat a doplnit schematizace některých povodí o příslušná inundační území.



Rozlivy řeky Moravy do údolní nivy na Mohelnicku
(Zdroj: Povodí Moravy, s. p.)

Řešené oblasti

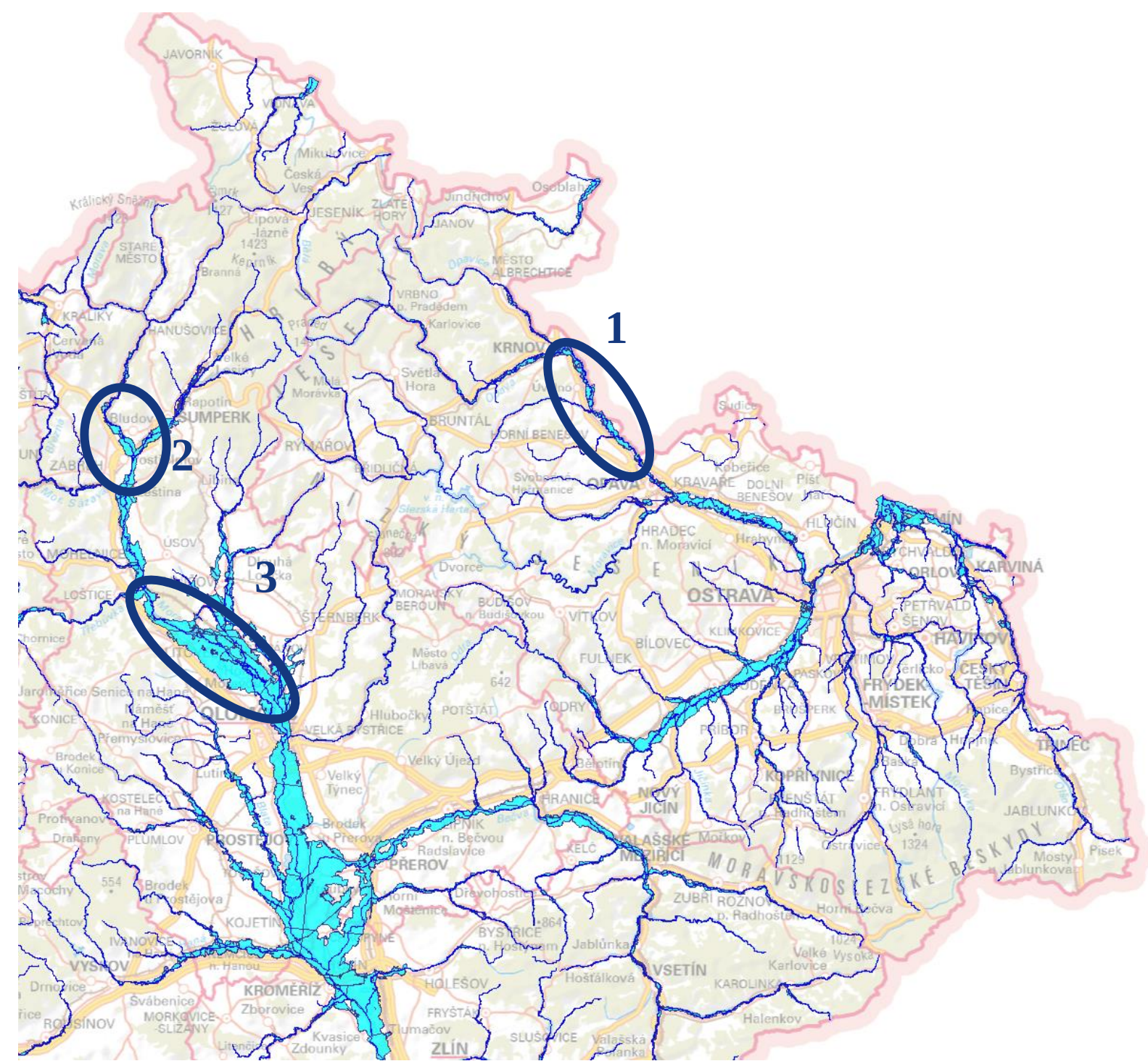


Schéma řešených oblastí v povodí Moravy a Opavy se zaznačením rozlivu pro Q100 (Zdroj: <https://dppcr.cz/>)

V povodí Moravy a Odry je řada oblastí, kde se vodní tok přirozeně rozlévá do krajiny. Pro posouzení průchodu povodňové vlny je nutné mít k dispozici spolehlivá data z vodoměrných a srážkoměrných stanic.

S využitím srážkoodtokového modelu lze pak posoudit transformační účinek dané lokality. Ukazuje se, že přirozenou inundační oblast lze zjednodušeně nahradit nádrží, jejíž napouštění a vypouštění se řídí určitými pravidly typickými pro uvedený říční úsek.

- 1 povodí Opavy – závěrový profil Opava (Opava)
- 2 povodí horní Moravy – závěrový profil Moravičany (Morava)
- 3 povodí horní Moravy – závěrový profil Olomouc (Morava)

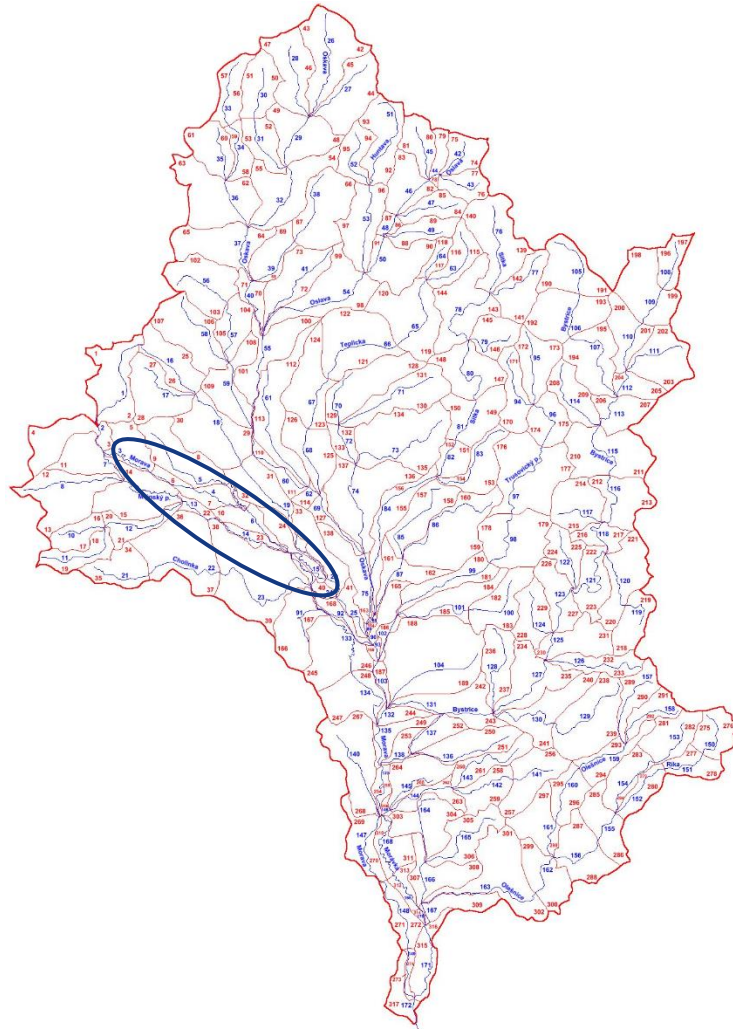


Rozlivy u Holasovic (povodí Opavy) v září 2024
(Zdroj: Povodí Odry, s. p.)

Metodika

Předpokládáme, že inundační území, neboli prostor v krajině využitý pro transformaci povodňové vlny, lze zjednodušeně považovat za boční suchou nádrž charakterizovanou objemem a způsobem plnění.

- Byly vybrány oblasti, kde rozlivy významně ovlivňují kulminaci a tvar povodňové vlny.
- Snaha o co nejjednodušší řešení vhodné pro operativní provoz – počet „nádrží“ snížit na minimum.
- Pro každou inundaci (nádrž) zadán celkový objem a způsob plnění a prázdnění – kalibrace těchto hodnot byla provedena podle průchodu povodně ze září 2024. Při řešení byly využity všechny dostupné průtokové řady na přítocích.
- Verifikace navržených parametrů byla provedena na dalších významných povodňových epizodách (1997, 2006, 2007, 2010, 2020 aj.)



Schematizace modelu HYDROG od soutoku Moravy s Třebůvkou po soutok s Bečvou s vyznačenou oblastí části Litovelského Pomoraví, kde bylo nutné přidat jeden boční poldr.

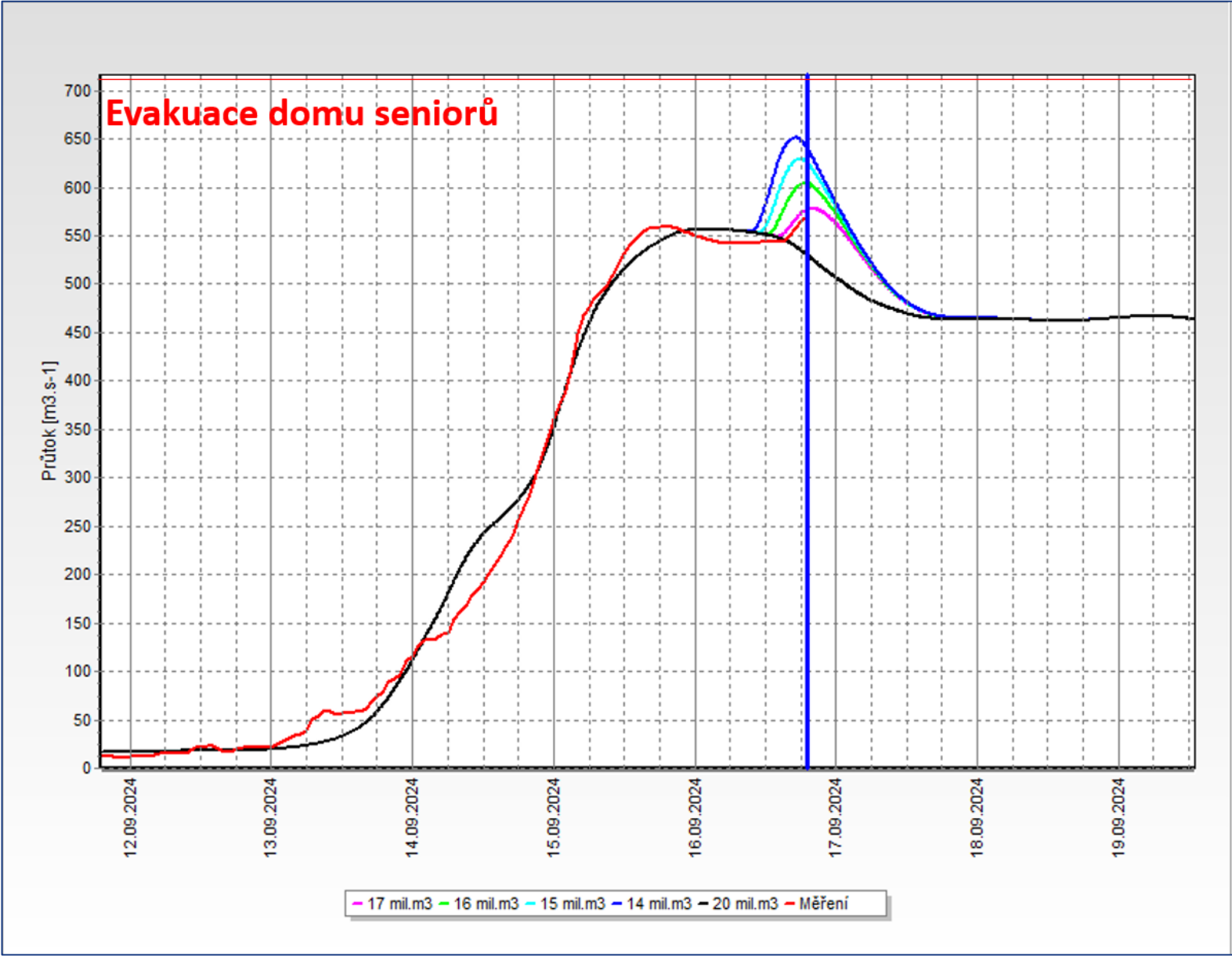
Zkušenosti z praxe

Po dvou povodních v roce 2010 bylo možné do modelu HYDROG zavést významné inundace v oblasti soutoku Moravy a Bečvy (lokalita Troubky). Odhad objemu této inundace proběhl na základě simulace průchodu dvou povodňových epizod s využitím vyhodnocených průtokových dat.

Tato skutečnost se osvědčila při povodni v září 2024 při dotazu povodňové komise na přesnou kulminaci řeky Moravy v Kroměříži a případnou nutnost evakuace domova seniorů.

Nejprve byla provedena simulace průběhu průtoků v Kroměříži bez uvažování inundace, čímž bylo zjištěno, že časově se již povodeň nachází na poklesové větvi hydrogramu. Náhlé zvýšení průtoků bylo způsobeno zaplněním inundace. Dále bylo spočteno několik variant na základě různého (voleného) objemu inundace (14–20 mil. m³).

I v nejpřísnější variantě, kdy byl objem inundace zmenšen o několik milionů metrů krychlových (v porovnání s rokem 2010), nehrozilo překročení kritického průtoku.



Odhad velikosti inundace v profilu Kroměříž (Morava) v září 2024. Operativní výstup z modelu HYDROG.

Výhody operativního provozu modelu HYDROG

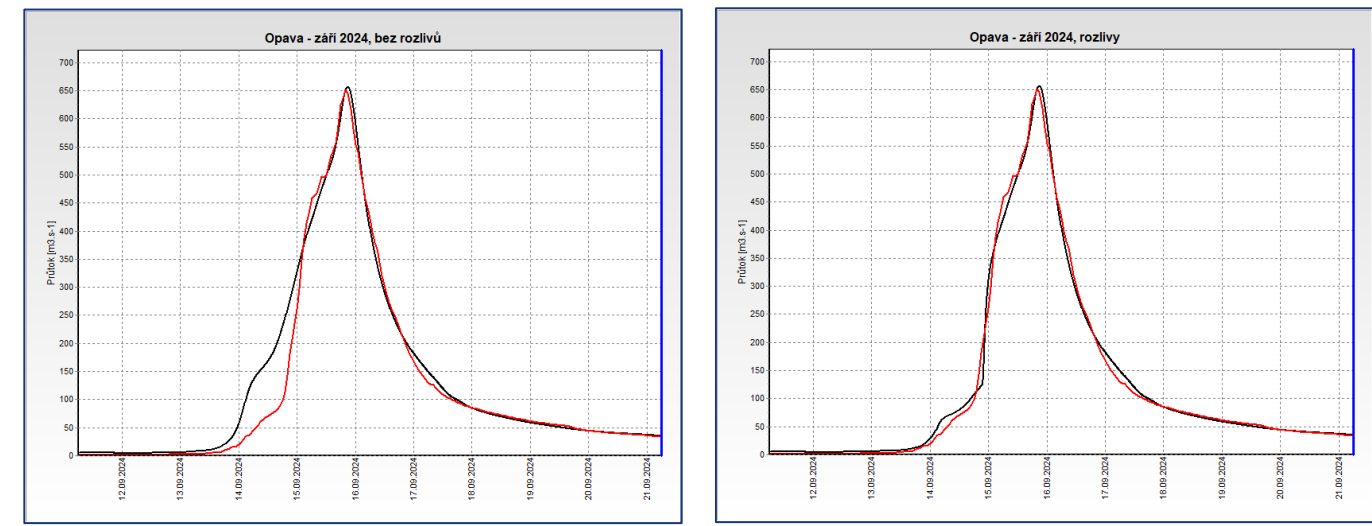
- Možnost manuálního zásahu do modelu
- Možnost změny v řízení odtoku a změny objemu inundace – tyto parametry do určité míry kompenzují nepřesnosti v měřených datech a nelze je nikdy zcela přesně stanovit.
- Možnost simulace bez využití inundace pro další analýzy
- Možnost výpočtu několika variant na základě různého (voleného) objemu inundace případně způsobu jejího plnění/prázdnění.

Výsledky

Povodí Opavy

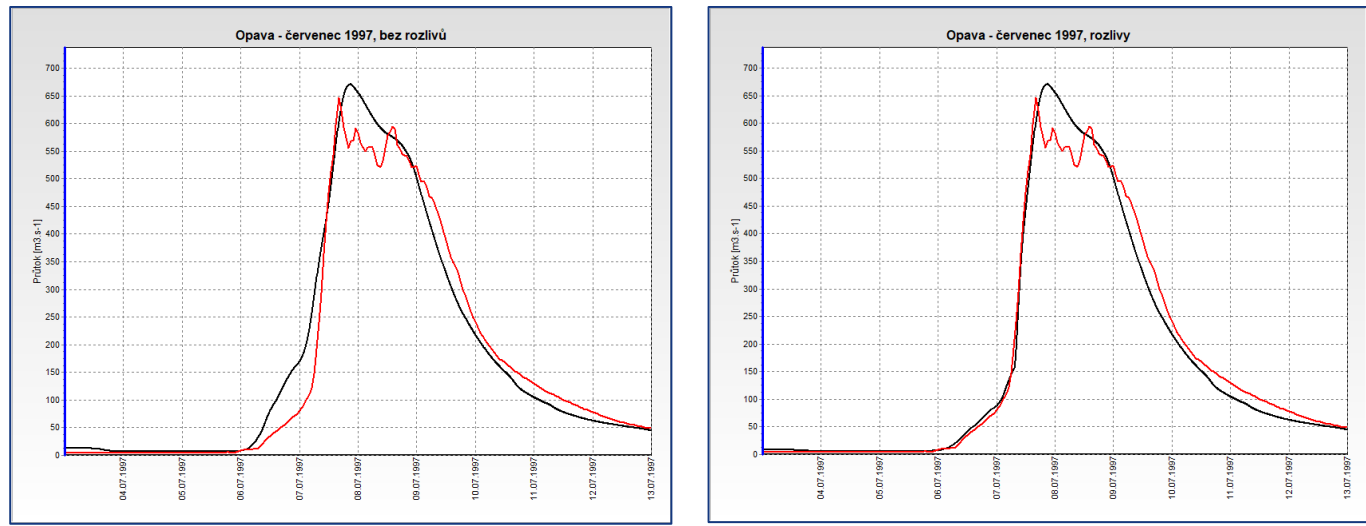
V povodí Opavy nad profilem Opava (Opava) byly přirozené rozlivy, které ovlivňují vzestup průtoků ve stanici Opava do hodnoty přibližně 350–400 m³.s⁻¹, nahrazeny jednou nádrží. Bylo zjištěno, že k plnění inundací dochází v této oblasti již při velmi nízkých průtocích. Správnost nastavení parametrů inundace byla ověřena na předchozích epizodách, zejména povodni z července 1997. Vliv inundace je významný zejména v případě, že povodeň přichází po dlouhodobě nízkých průtocích.

Povodňová epizoda září 2024



Simulace povodňové vlny v profilu Opava (Opava) v září 2024 bez uvažování rozlivu (vlevo) a s uvažováním rozlivu (vpravo)

Povodňová epizoda červenec 1997

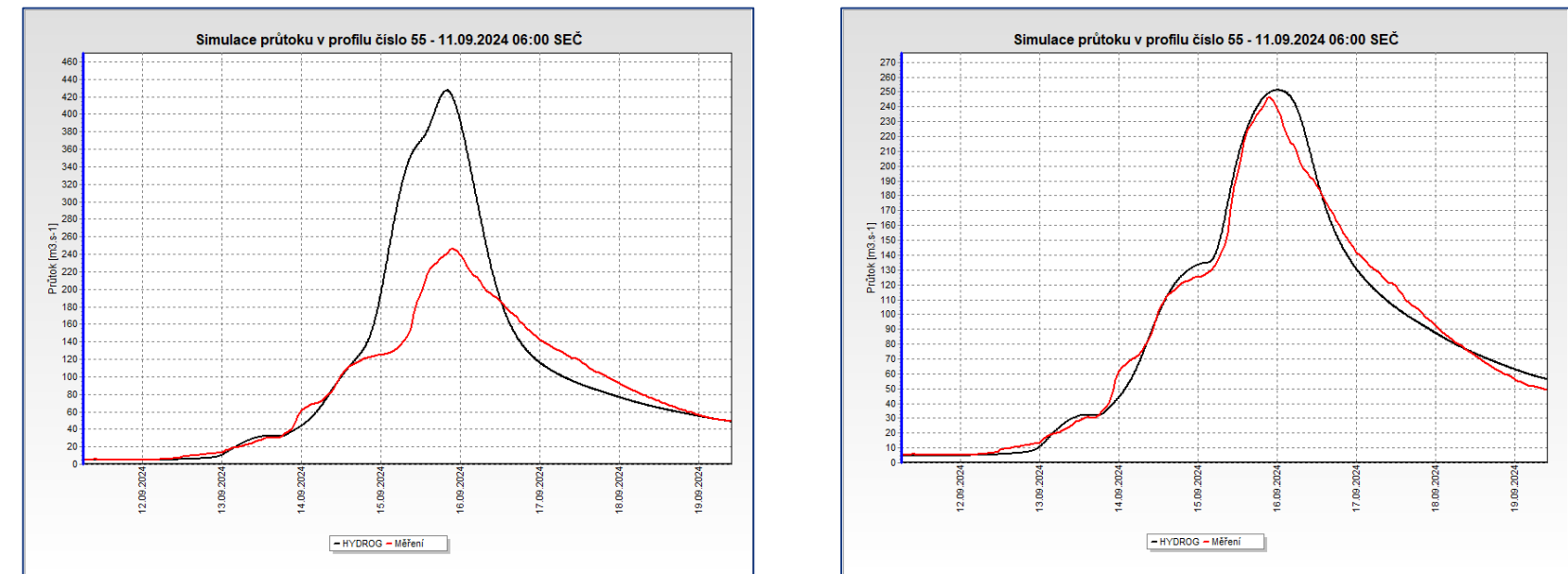


Simulace povodňové vlny v profilu Opava (Opava) v červenci 1997 bez uvažování rozlivu (vlevo) a s uvažováním rozlivu (vpravo)

Povodí horní Moravy – oblast nad soutokem s Moravskou Sázavou

Analýzou průtokových řad z let 2004–2024 se zjistilo, že k nejvýznamnějšímu ovlivnění průtoků dochází nad soutokem Moravy s Moravskou Sázavou.

Transformace povodňové vlny během povodni ze září 2024 byla značná – inundační území bylo nahrazeno dvěma nádržemi.

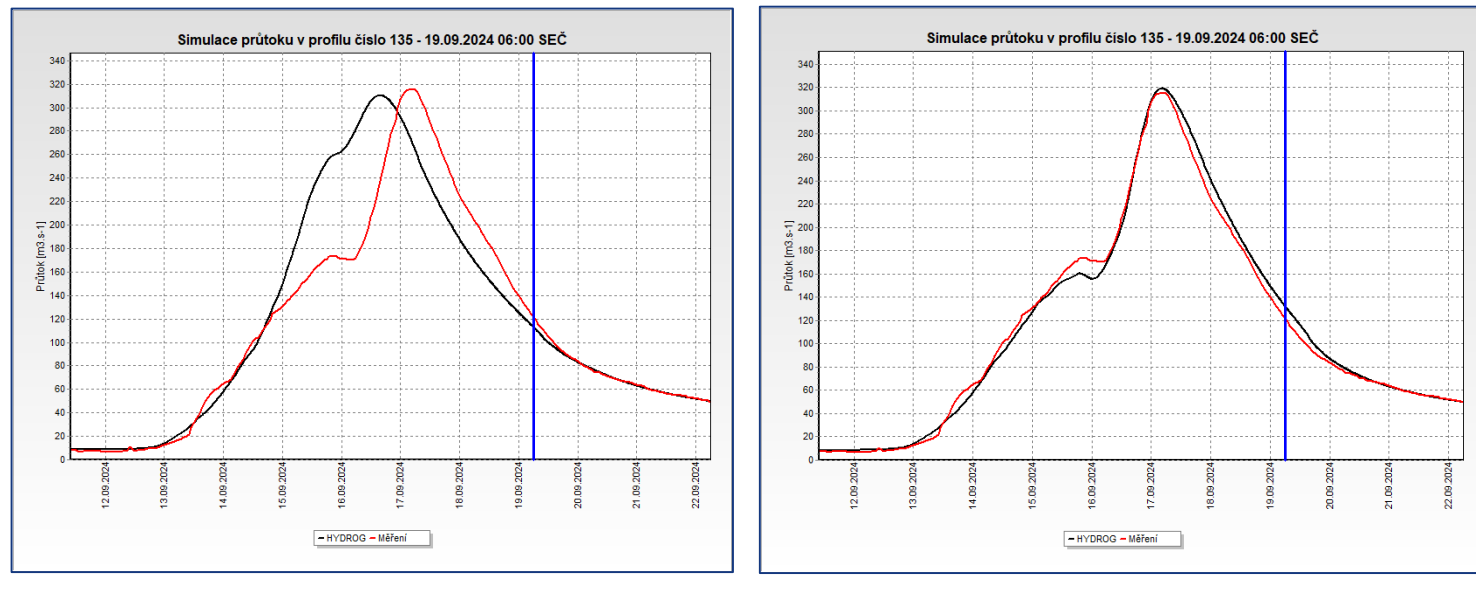


Simulace povodňové vlny v profilu Moravičany (Morava) v září 2024 bez uvažování rozlivu (vlevo) a s uvažováním rozlivu (vpravo)

Poděkování
Tento příspěvek vznikl v rámci institucionální podpory Dlouhodobé koncepce rozvoje výzkumné organizace na období 2023–2027.

Povodí horní Moravy – oblast Litovelské Pomoraví

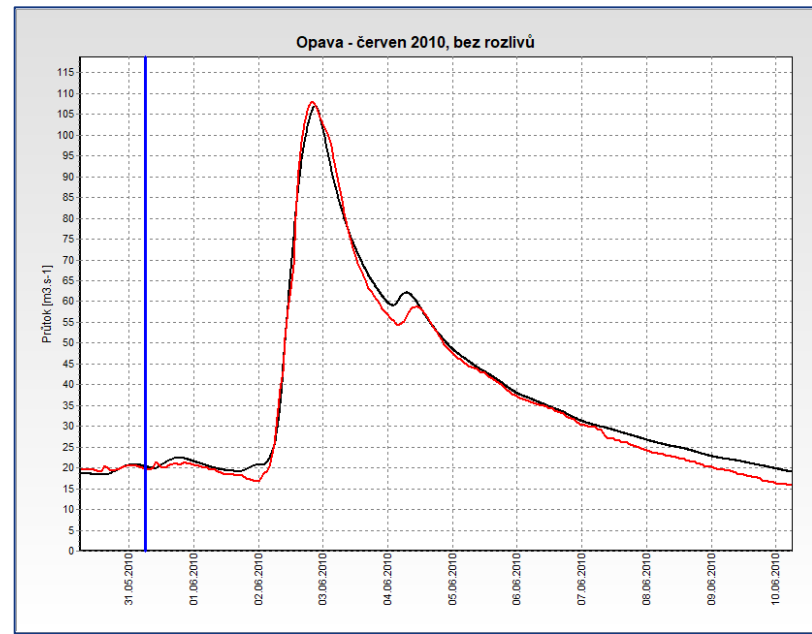
Oblast Litovelského Pomoraví ovlivňuje zásadním způsobem průběh průtoků ve městě Olomouc. Analýzou povodňových epizod bylo zjištěno, že po zaplnění inundačního území dojde částečně k jeho zpětnému vypouštění (které je tedy rovněž ve schematizaci uvažováno).



Simulace povodňové vlny v profilu Olomouc (Morava) v září 2024 bez uvažování rozlivu (vlevo) a s uvažováním rozlivu (vpravo).

Literatura
[1] Starý, M. (1991–2024). HYDROG: Software for operational simulation, prediction, and control of outflow from a river basin with reservoirs. [online] www.hydrog.cz.
[2] CHMÚ (2025): Vyhodnocení povodně v září 2024, závěrečná zpráva. [on-line] <https://info.chmi.cz/povodne/zprava2024.pdf>.

Simulace povodňové vlny při nasyceném území

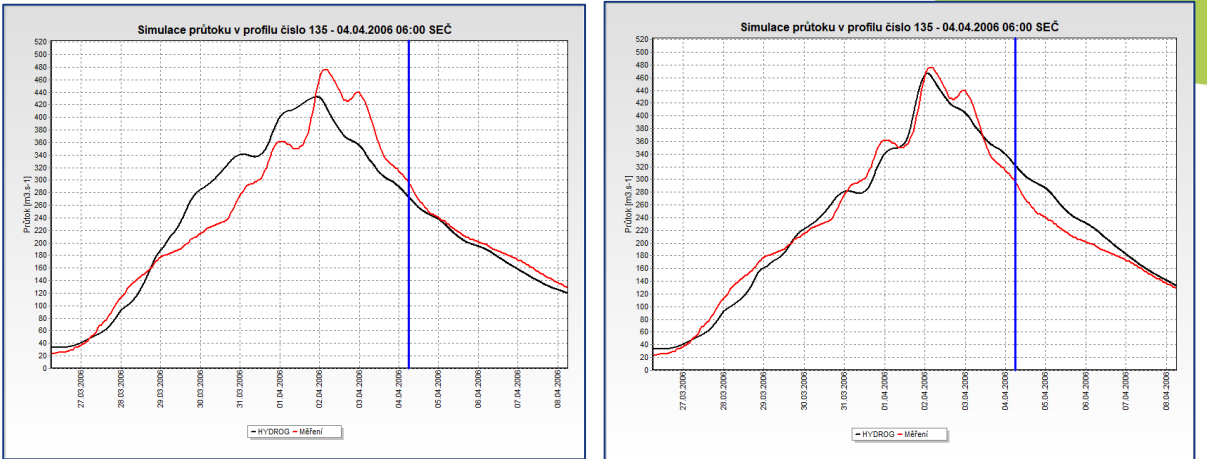


Simulace povodňové vlny v profilu Opava (Opava) v červnu 2010 bez uvažování rozlivu

Po celý květen 2010 se vyskytovaly vysoké průtoky (průměrný měsíční průtok 35 m³.s⁻¹, Q_a=6,33 m³.s⁻¹).

Přirozené inundace byly při průchodu povodňové vlny pravděpodobně již zaplněny.

Pokud se inundace zaplní ještě během vzestupné části hydrogramu (před kulminací), může dojít paradoxně vlivem prázdnění „nádrže“ ke zhoršení povodňové situace v Olomouci – jako se to stalo během více než týden trvající zimní povodně v roce 2006.



Simulace povodňové vlny v profilu Olomouc (Morava) v dubnu 2006 bez uvažování rozlivu (vlevo) a s uvažováním rozlivu (vpravo).