

Meteorologické zprávy

ROČNÍK
75–2022

6

**165 Informační systém o stavu a vývoji
sucha na území České republiky**

Martin Pecha – Radek Čekal – Ondřej Ledvinka – Anna Lamačová – Radek Vlnas
– Adam Vizina – Irina Georgievová – Petr Pavlík

**170 Obrazová dokumentace povodně 1872,
její mimořádnost a využití**

Libor Elleder – Jolana Šírová – Jan Šrejber

**179 Následky bow echa 23. 6. 2021 v oblasti
Jaderné elektrárny Temelín**

David Rýva – Eva Plášilová

Meteorological
Bulletin

Český
hydrometeorologický
ústav



**165 Information system on the state and development
of drought on the territory of the Czech Republic**

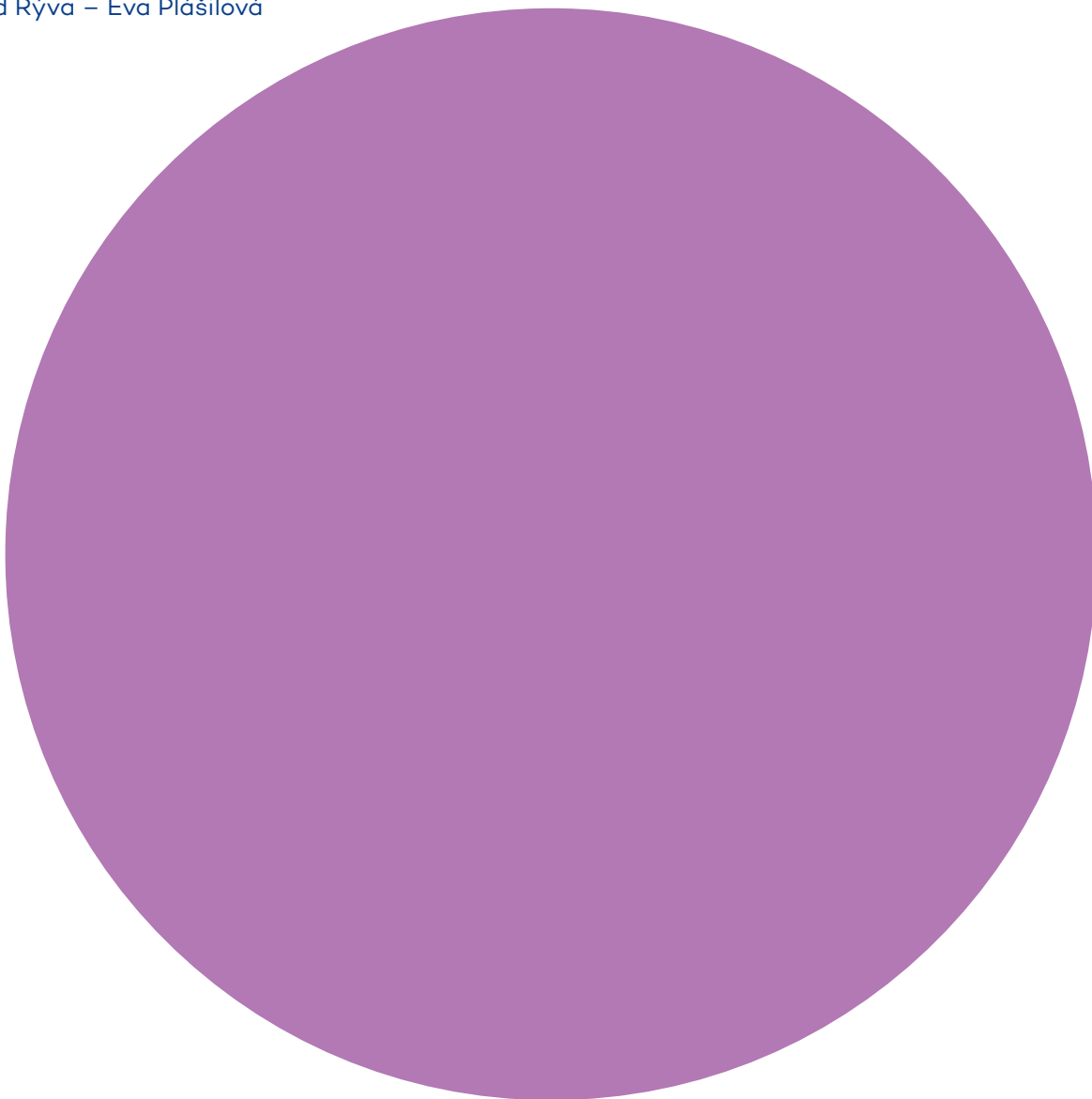
Martin Pecha – Radek Čekal – Ondřej Ledvinka – Anna Lamačová – Radek Vlnas
– Adam Vizina – Irina Georgievová – Petr Pavlík

**170 The pictorial documentary material to the
1872 flood – its rarity and utilization**

Libor Elleder – Jolana Šírová – Jan Šrejber

**179 Consequences of the bow echo on 23 June 2021
in the area of the Temelín Nuclear Power Plant**

David Rýva – Eva Plášilová



Rozšiřuje – Free booking:

Český hydrometeorologický ústav, tiskové a informační oddělení
Na Šabatce 2050/17, 143 06 Praha 4-Komořany, tel.: 244 032 722, 244 032 724

Czech Hydrometeorological Institute, Press and Information Department
Na Šabatce 2050/17, 143 06 Praha 4, Czech Republic, Phones: (+420) 244 032 722, (+420) 244 032 724

Informační systém o stavu a vývoji sucha na území České republiky

Information system on the state and development of drought on the territory of the Czech Republic

Martin Pecha

Český hydrometeorologický ústav
Oddělení povrchových vod
a oddělení hydrologických předpovědí
Na Šabatce 2050/17, 143 06 Praha 4-Komořany
✉ martin.pecha@chmi.cz

Radek Čekal

Český hydrometeorologický ústav
Oddělení hydrologických předpovědí
Na Šabatce 2050/17, 143 06 Praha 4-Komořany
✉ radek.cekal@chmi.cz

Ondřej Ledvinka

Český hydrometeorologický ústav
Oddělení hydrofondu a bilanci
Na Šabatce 2050/17, 143 06 Praha 4-Komořany
✉ ondrej.ledvinka@chmi.cz

Anna Lamačová

Český hydrometeorologický ústav
Oddělení podzemních vod
Na Šabatce 2050/17, 143 06 Praha 4-Komořany
✉ anna.lamacova@chmi.cz

Radek Vlnas

Český hydrometeorologický ústav
Oddělení podzemních vod
Na Šabatce 2050/17, 143 06 Praha 4-Komořany
✉ radek.vlnas@chmi.cz

Adam Vizina

Výzkumný ústav vodohospodářský T. G. Masaryka
Oddělení hydrologie
Podbabská 2582/30, 160 00 Praha 6
✉ adam.vizina@vuv.cz

Irina Georgievová

Výzkumný ústav vodohospodářský T. G. Masaryka
Oddělení hydrologie
Podbabská 2582/30, 160 00 Praha 6
✉ irina.georgieva@vuv.cz

Petr Pavlík

Výzkumný ústav vodohospodářský T. G. Masaryka
Oddělení hydrologie
Podbabská 2582/30, 160 00 Praha 6
✉ petr.pavlik@vuv.cz

No official warnings regarding the drought onset and its development had been issued in the Czech Republic until 2022. The amendment to the Water Act requires the Czech Hydrometeorological Institute (CHMI) to regularly inform the self-go-

vernments, such as the Regions and Municipalities with Extended Powers, about the risk of drought onset. In 2022, an information (alert) system was created to inform (alert) about the drought onset and development on the territory of the Czech Republic. This paper introduces the whole system, including the methodology.

KLÍČOVÁ SLOVA: sucho – sucho hydrologické – vody povrchové – vody podzemní – výstraha – predikce – změna klimatu – nedostatek vody – informační systém HAMR (IS HAMR) – projekt PERUN

KEYWORDS: drought – hydrological drought – surface water – groundwater – alert – prediction – climate change – water shortage – information system HAMR (IS HAMR) – PERUN project

1. Úvod

Vzhledem k tomu, že se v České republice (ČR), ale i ve světě, v posledních letech stále častěji a na delší dobu vyskytuje stav sucha, který je způsobený klimatickými faktory v podobě nad-normální teploty a kumulativního deficitu srážek (Brázdil et al. 2021; Zahradníček et al. 2021), roste poptávka nejen po hodnocení dopadů, ale také zachycení stavu sucha již v počátcích jeho vývoje tak, aby bylo možné podniknout příslušné kroky k minimalizaci dopadů se suchem souvisejících.

Až do roku 2022 nebyl v ČR v provozu oficiální informační (výstražný) systém, prostřednictvím kterého by se na vznik a další vývoj sucha na území ČR pravidelně a systematicky upozorňovalo. Nutnost pravidelného informování zavádí až novela vodního zákona (544/2020 Sb.), která stanovuje zvládnutí sucha a předpovědní službu na suchu. Český hydrometeorologický ústav (ČHMÚ) musí dle této novely informovat kraje a obce s rozšířenou působností (ORP) o nebezpečí vzniku a vývoje sucha, a to jednoznačným a nezatažujícím způsobem, což následně umožní efektivní rozhodování o případných opatřeních. Z hlediska prezentace běžným uživatelům musí být tento typ informace, z důvodu přehlednosti, přičleněn ke stávajícím jevům, což je ale poněkud komplikované specifickou povahou tohoto jevu.

Sucho jako fenomén představuje dočasný pokles dostupnosti vody a je považováno za přirozený jev. Sucho je charakteristické svým velmi pozvolným začátkem a typické svým dlouhodobým trváním a velmi malou dynamikou. Často je také charakteristické svým značným plošným rozsahem. Na území ČR se dlouhodobě, i plošně rozsáhlé, sucho vyskytovalo od roku 2014, přičemž nejhorší situace byla v letních obdobích v le-

tech 2015 a 2018 (Daňhelka et al. 2019). Hydrologové ČHMÚ, ale i jiných institucí, se intenzivně věnovali hodnocení nejsušší periody od roku 2014 do roku 2018 (ČHMÚ 2018; 2019).

Okamžitá nebezpečnost sucha je však oproti jiným hydrometeorologickým jevům *de facto* nulová. Z tohoto důvodu je nutné k informování o stavu a vývoji sucha přistupovat poněkud odlišným způsobem.

Dle již zmíněné novely vodního zákona je jednou z klíčových výzkumných činností v současnosti tvorba nástrojů pro predikci stavu vodních zdrojů v dlouhodobém měřítku a následná interpretace těchto nástrojů v plánech pro zvládání sucha a stavu nedostatku vody. Na úrovni Ministerstva zemědělství a Ministerstva životního prostředí vznikla společná metodika, která představuje základní východiska a postupy právě při tvorbě plánů pro zvládání sucha a stavu nedostatku vody (Kendík, Pešková 2021). Krajské plány pro sucho by měly být definitivně hotovy počátkem roku 2023, plán pro území České republiky pak počátkem roku 2024.

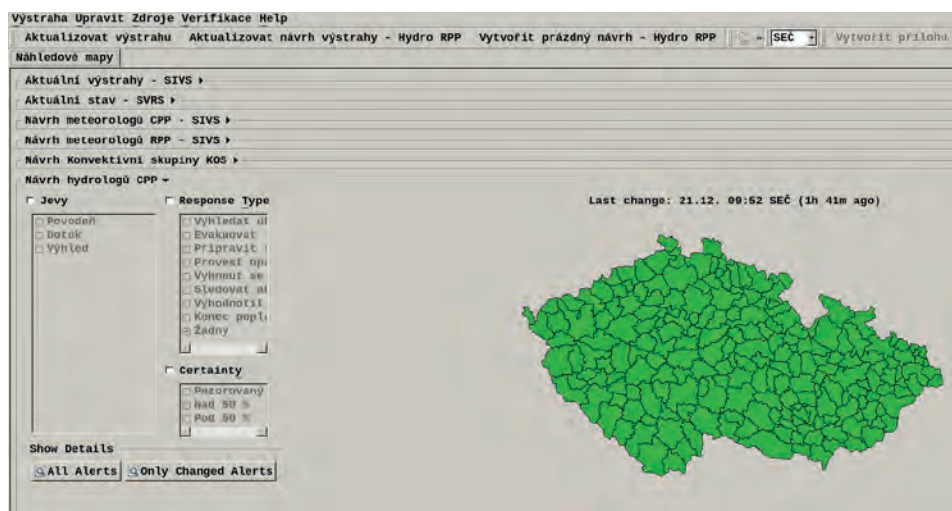
Hlavním cílem plánů pro sucho je návrh opatření k zajištění dostatku vody k pokrytí základních společenských potřeb, minimalizaci negativních dopadů nakládání s vodami během sucha na životní prostředí a minimalizaci dopadů sucha a nedostatku vody na hospodářskou činnost. Plán pro sucho obsahuje vymezení a popis území s identifikací zdrojů vody, popis rizik sucha, včetně jeho možných dopadů.

Orgán s rozhodovací pravomocí pro vydávání opatření podle plánů pro sucho při stavu nedostatku vody je a i nadále bude komise pro sucho. Jednání komisí pro sucho již na úrovni krajů probíhají a účastní se jich i zástupci ČHMÚ.

Vytvoření metodiky pro hodnocení stavu a vývoje sucha na území ČR a inovace výstražného systému ČHMÚ je hlavní náplní dílčího cíle 5.4 výzkumného projektu PERUN – Predikce, hodnocení a výzkum citlivosti vybraných systémů, vlivu sucha a změny klimatu v Česku (<https://www.perun-klima.cz/>), který je podporován Technologickou agenturou České republiky v rámci programu „Prostředí pro život“. S ohledem na naplnění požadavků novely vodního zákona je při řešení tohoto úkolu zohledněno sucho v povrchových a podzemních vodách.

Způsob informování o stavu a vývoji sucha na území ČR svou strukturou vychází ze systému již provozované integrované výstražné služby (SIVS), u které jsou jednotlivé výstrahy vydávány s přesností až na úroveň ORP. Informace o možnosti vývoje sucha jsou také předávány prostřednictvím tzv. Common Alert Protocolu (CAP), vytvářeného ve specializovaném softwaru Alert Editor, viz obr. 1.

Z důvodu již zmiňované specifické povahy tohoto jevu nebudou pravidelné týdenní informace o vzniku a vývoji sucha zveřejňovány na webové stránce Výstražného systému ČHMÚ (<https://www.chmi.cz/files/portal/docs/meteo/om/vystraha/index.html>), ale budou každý týden nejpozději ve středu zveřejňovány v informačním systému HAMR (IS HAMR) na <https://hamr.chmi.cz/hamr-JS/vystraha.html>.



Obr. 1 Ukázka z Alert Editoru.

Fig. 1. Example of the Alert Editor.

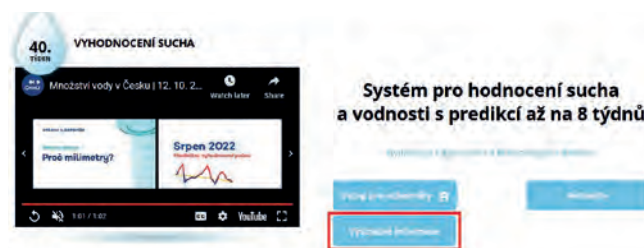
2. Informační systém HAMR

Vývoj systémového nástroje HAMR financuje Ministerstvo životního prostředí spolu s dalšími aktivitami zabývajícími se dopadem sucha, adaptačními opatřeními, monitoringem a klimatickými změnami (více na www.suchovkrajine.cz).

V rámci IS HAMR se sucho dělí na meteorologické, agronomické, hydrologické a socioekonomické. Z toho také vychází samotný název systému HAMR (Hydrologické, Agronomické, Meteorologické sucho a Retence vody v krajině). Více informací o IS HAMR je k dispozici na <https://hamr.chmi.cz/metodiky> a <https://hamr.chmi.cz/o-projektu>.

Informační (výstražný) systém o stavu a vývoji sucha je v týdenním cyklu provozován v ČHMÚ na Centrálním předpovědním pracovišti (CPP) v Praze-Komořanech a následně jsou informace o stavu a vývoji sucha předávány do IS HAMR, kde jsou posléze nejpozději během středečního dne vizualizovány. Součástí pravidelného týdenního informování o stavu a predikci vývoje sucha je i video, kde je v krátkosti shrnuto vše podstatné za uplynulý týden, a také naznačen vývoj až do konce aktuálního týdne. Od počátku vegetační sezony 2023 bude součástí videa také komentář k aktuálním výstupům tohoto informačního systému.

Informace o vzniku a vývoji sucha na území ČR jsou již nyní k dispozici na hlavní stránce IS HAMR, a to v sekci „Výstražné informace“, viz obr. 2.



Obr. 2 Část úvodní webové stránky IS HAMR.

Fig. 2. Part of the IS HAMR homepage.

3. Informační systém – metodika

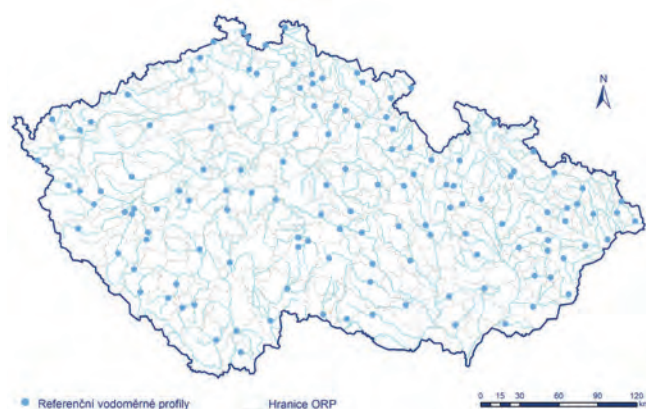
Pro hodnocení aktuálního stavu a zejména pro predikci vývoje sucha na území ČR byla v průběhu roku 2022 v ČHMÚ vytvořena metodika. Tato metodika zahrnuje predikce pro tři typy sucha. Sucho v povrchových vodách, sucho v podzemních vodách a sucho hydrologické (sucho vyskytující se zároveň v podzemních i povrchových vodách). Vzhledem k tomu, že informační systém vychází z výstražného předpovědního systému SIVS ČHMÚ, jsou jednotlivé typy sucha identifikovány pro územní jednotky ORP.

3.1 Povrchové vody

Monitorovací síť povrchových vod využívaná ČHMÚ zahrnuje celkem cca 520 vodoměrných hlášených profilů, ze kterých jsou k dispozici pravidelné informace o vodních stavech a průtocích, a to v intervalu po deseti, respektive patnácti, minutách. Tyto vodoměrné hlášené profily jsou dle své významnosti rozděleny do tří kategorií. Nejvýznamnější vodoměrné profily spadají do kategorie A, další vodoměrné profily jsou zařazeny do kategorie B a doplňkové vodoměrné profily spadají do kategorie C. Pro účely hodnocení aktuálního stavu a predikce sucha na povrchových vodách byl podle stanovených kritérií vybrán soubor celkem 135 operativních referenčních vodoměrných profilů.

Výběr referenčních vodoměrných profilů pro potřeby informování o nebezpečí vzniku a vývoje sucha probíhal podle reprezentativnosti vodoměrného profilu pro příslušnou ORP. Cílem bylo vybrat vodoměrné profily s menší plochou povodí, které více vypovídají o odtokových poměrech příslušné ORP, než profily s velkou plochou povodí. Z tohoto důvodu se ale některé referenční vodoměrné profily nenacházejí na území příslušné ORP, ale jsou situovány v některé z okolních ORP, a to zejména z důvodu menšího pokrytí našeho území vodoměrnými profily s menší plochou povodí a zároveň s dostatečně dlouhou řadou pozorování. Dále byla snaha vybírat takové vodoměrné profily, jejichž odtokové poměry nejsou významně ovlivněny antropogenní činností (manipulace na vodních dílech, převody vody, významné odběry nebo vypouštění). Na finálním výběru referenčních profilů a jeho následném odsouhlasení se podílely všechny pobočky ČHMÚ. Do budoucna však nelze vyloučit, že ještě bude výběr referenčních vodoměrných profilů upraven.

Ke každé ORP je přiřazen vždy pouze jeden referenční (reprezentativní) vodoměrný profil. V ideálním případě je vybraný



Obr. 3 Referenční vodoměrné profily povrchových vod na území České republiky.

Fig. 3. Reference water-gauging profiles of surface waters on the territory of the Czech Republic.

profil přímo součástí příslušné ORP. Pokud se v příslušné ORP nenachází žádný vyhovující profil (dle výše uvedených požadavků), byl této ORP přiřazen nejvíce vyhovující vodoměrný profil z blízkého okolí. Z tohoto důvodu jsou některé vodoměrné profily reprezentativní i pro více ORP, a to zejména v oblastech s řídkou říční sítí a menším počtem vyhovujících vodoměrných profilů. Na obr. 3. jsou znázorněny všechny referenční vodoměrné profily. Jelikož je na území ČR aktuálně 206 ORP, tak pro cca 70 ORP se nepodařilo najít odpovídající referenční vodoměrný profil přímo na území příslušné ORP.

Při stanovování nebezpečí vzniku a vývoje sucha na povrchových vodách se primárně vychází z údajů referenčního profilu přiřazeného k příslušné ORP, avšak hodnoty z okolních referenčních profilů, ale i z neovlivněných nereferenčních profilů, jsou vzaty také v úvahu, a to zejména v hraničních situacích, kdy jsou hodnoty průměrných průtoků blízké úrovni 355 denního průtoku (Q_{355d}) za nové referenční období 1991–2020.

Podkladem pro stanovení nebezpečí vzniku a vývoje sucha je v případě povrchových vod úroveň průměrné 7denní vodnosti¹ v referenčním vodoměrném profilu. Každý týden se tedy vychází z průměrných hodnot vodností v referenčních vodoměrných profilech v posledním týdnu (vždy od pondělí do neděle), ale pro vydání (či prodloužení trvání) nebezpečí vzniku sucha na povrchových vodách v nadcházejícím týdnu je podstatný také aktuální vývoj meteorologické situace v nejbližším období. V případě, že se očekává v nejbližších dnech zaklesnutí průměrných denních průtoků na, případně pod, úroveň Q_{355d} , je pro příslušnou ORP indikován stav nebezpečí vzniku sucha na povrchových vodách.

Výsledná informace o nebezpečí vzniku (prodloužení trvání) sucha v nadcházejícím týdnu na povrchových vodách pro příslušné ORP vzniká pravidelně v úterý odpoledne syntézou výše uvedeného výpočtu a očekávané hydrometeorologické situace v následujících dnech. Nejpozději ve středu dopoledne je tato predikce zveřejněna na webových stránkách systému HAMR v sekci Výstražné informace, a to v samostatné mapě („Povrchové vody“).

3.2 Podzemní vody

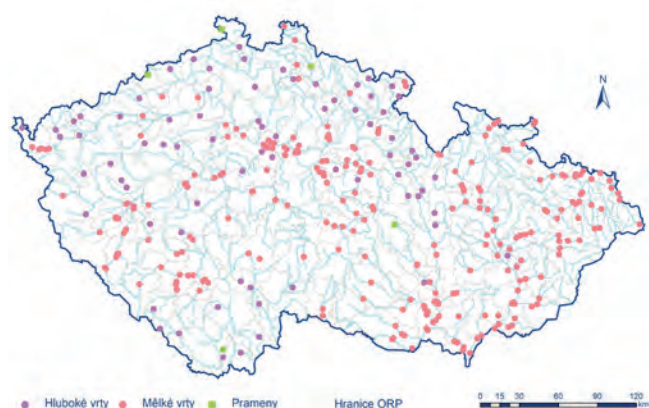
Monitorovací síť podzemních vod ČHMÚ zahrnuje celkem 874 mělkých vrtů, 440 hlubokých vrtů a 317 pramenů. Hodnoty hladiny v mělkých vrtech představují úroveň podzemních vod v pokryvných útvarech převážně kvartérního stáří (fluviální, eluviální a deluviální sedimenty) s volnou hladinou. Hodnoty hladiny v hlubokých vrtech představují úroveň podzemních vod podložních struktur s vyloučením vlivu pokryvných útvarů s volnou či napjatou hladinou. Rozlišení na mělké a hluboké vrty tedy není definováno konkrétní hloubkou. Vývěry pramenů reprezentují přirozený odtok podzemních vod z různých struktur, a to jak mělkých, tak i hlubších.

Pro účely hodnocení stavu sucha v podzemních vodách byl vybrán soubor celkem 332 objektů. Jedná se o 251 mělkých vrtů, 75 hlubokých vrtů a 6 pramenů. Reprezentativnost vybraných objektů byla posuzována podle několika kritérií. V první řadě bylo zohledněno, jestli objekt leží na území ORP. V případě vrtů byla při výběru brána v potaz sledovaná zvědeň. Ve vodohospodářsky významných strukturách, jako jsou například oblasti Severočeské a Východočeské křídly, pánevní oblasti Podkrušno-

¹ 7denní vodnost vyjadřuje porovnání aktuálních průtoků za posledních 7 dní s dlouhodobými charakteristikami hydrologického režimu řek v období 1991–2020.

horské pánve, Jihočeské pánve a Permokarbon západních, středních a východních Čech, byla snaha postihnout režim základní vrstvy hydrogeologických rajonů (Olmer et al. 2006). K tomuto účelu byly vybrány hluboké vrtly. Na zbylém území byly využity mělké vrtly. V případě absence vhodného vrtu, byly využity také prameny. V rámci jedné ORP nejsou kombinovány vrtly s prameny, a to s ohledem na jejich obvykle odlišný režim. Většina zvolených referenčních objektů má souvislé pozorování alespoň od roku 1991. Pouze cca 5 % objektů má řady až od roku 2006, případně od roku 2008. Tyto objekty jsou využity buď jako doplňkové, případně byly vybrány v oblastech, kde nebylo možné využít jiné objekty. Každé ORP byl přiřazen alespoň jeden referenční objekt, případně i více objektů (maximálně však 7 objektů) nacházejících se na území ORP. U zhruba poloviny ORP (112) je pro hodnocení využit pouze 1 objekt. V případě, že se vhodný objekt na území ORP nenalézá, je pro příslušnou ORP vybrán nejbližší vhodný objekt sledující stejnou hydrogeologickou strukturu. Z celkových 206 ORP se nepodařilo najít vhodný objekt přímo na území ORP v 33 případech. Poloha vybraných objektů pozemních vod je zobrazená na obr. 4.

Všechny vybrané referenční objekty podzemních vod jsou vybaveny dálkovým přenosem dat. Hodnoty za příslušný týden procházejí pravidelnou kontrolou v rámci primárního zpracování dat na jednotlivých územních pracovištích ČHMÚ, a poté jsou odeslány do operativní databáze v průběhu pondělí.



Obr. 4 Referenční objekty podzemních vod na území České republiky.

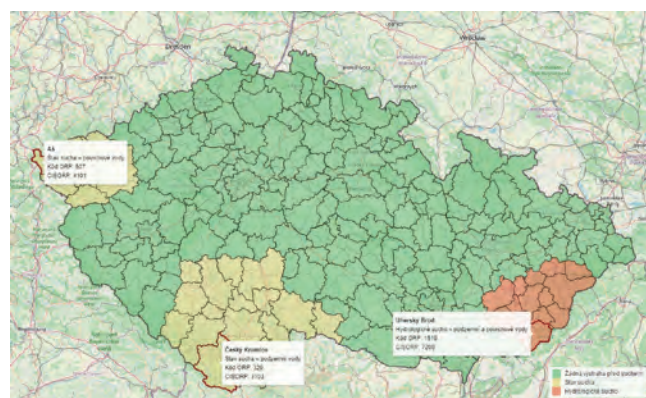
Fig. 4. Groundwater reference objects on the territory of the Czech Republic.

Pro stanovení nebezpečí vzniku sucha v podzemních vodách je rozhodující průměrná týdenní výška hladiny ve vrtu, respektive průměrná týdenní vydatnost pramene. V případě, že se tato hodnota alespoň u jednoho objektu, přiřazeného k příslušné ORP, nachází pod úroveň 95% kvantilu na křivce překročení² za referenční období 1991–2020, je pro ORP indikován stav nebezpečí vzniku sucha v podzemních vodách. Hodnocení aktuálního stavu probíhá automaticky každé pondělí odpoledne, v úterý dochází ke kontrole dat a vydání výsledné informace, která je nejpozději ve středu dopoledne zveřejněna v samostatné mapě („Podzemní vody“) v IS HAMR v sekci „Výstražné informace“. Pro hodnocení nebezpečí vzniku sucha v ORP byl upraven stá-

vající systém režimního hodnocení stavu podzemních vod, který probíhá v týdenním, měsíčním a ročním rozlišení (Vlnas 2015). Systém, který pro režimní hodnocení zahrnuje vliv sezonnosti, kdy je každý týden (měsíc) hodnocen vzhledem k jeho dlouhodobým statistikám (kvantily), byl upraven tak, že limitní charakteristika (95% kvantil) zůstává v průběhu roku konstantní.

3.3 Výsledná informace (výstraha) o stavu a vývoji hydrologického sucha v IS HAMR

Výsledná informace (výstraha) o stavu a vývoji hydrologického sucha vzniká pravidelně v úterý odpoledne kombinací obou výše popisovaných typů sucha pro jednotlivé ORP a je vizualizována v samostatné mapě, a to také nejpozději ve středu dopoledne v IS HAMR v sekci „Výstražné informace“. Pokud to bude situace vyžadovat, tak je celý systém nastaven tak, aby bylo možné výslednou informaci vydat v průběhu týdne ještě jednou, například i před víkendem. V případě, že v příslušné ORP nebude indikován ani jeden z výše uvedených typů sucha dle vybraných referenčních profilů, bude ORP vybarvena ve výsledné informační mapě zeleně. Pokud bude indikován pouze jeden typ sucha, a to buď v podzemních, nebo na povrchových vodách, tak bude příslušná ORP ve výsledné informační mapě vybarvena žlutě. Pokud bude pro příslušnou ORP indikováno zároveň sucho obou typů (v podzemních i povrchových vodách), bude takové území vybarveno ve výsledné informační mapě oranžově, jak je patrné z obr. 5.



Obr. 5 Ukázka predikce sucha na území České republiky pro jednotlivé ORP.

Fig. 5. Demonstration of drought prediction in the Czech Republic for Municipalities with Extended Powers.

3.4 Doplňková mapa průměrných sedmidenních vodností

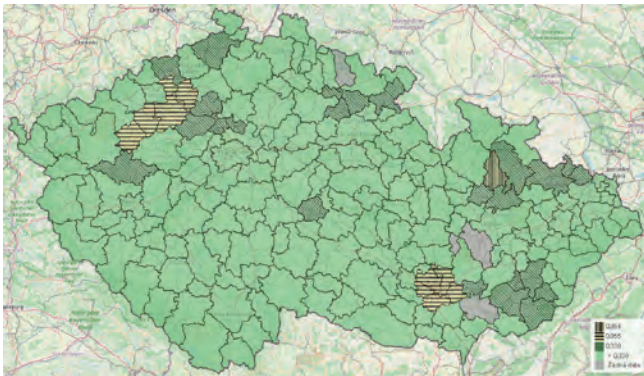
Jako doplněk k výše představenému informačnímu systému byla vytvořena také mapa, která zobrazuje pro jednotlivé ORP porovnání průměrného 7denního průtoku v příslušných referenčních vodoměrných profilech ve vztahu k M -denním průtokům³ za nové referenční období 1991–2020. Tato doplňková mapa, která vznikla po dlouhodobé komunikaci s uživateli informačního systému, bude sloužit jako indikátor toho, že již v nejbližší době může dojít ve vybraném území (ORP) k dosaže-

² 95% kvantil na křivce překročení je mimořádně podnormální stav odpovídající nejnižším 5 % pozorování za referenční období 1991–2020.

³ M -denní průtok je v dlouhodobém průměru dosažen či překročen po dobu M dní v roce. Hodnoty byly odvozeny z referenčního období 1991–2020.

ní úrovně stavu sucha (Q_{35d}), a to zejména v případě, že se už 7denní průměr vodností bude pohybovat na úrovni 330denního průtoku (Q_{330d}). Také bude upozorňovat vodoprávní úřady a komise pro sucho na to, že již může být zejména v těchto oblastech dosahováno minimálních zůstatkových průtoků v profilech odběrů vody z vodních toků.

Zároveň bude z této mapy také velmi dobře patrné, kde se již sucho na povrchových vodách prohloubilo natolik, že průměrné 7denní vodnosti poklesly až na úroveň Q_{364d} , viz obr. 6. Tato doplňková mapa je také nejpozději ve středu dopoledne zveřejněna v IS HAMR v sekci „Výstražné informace“ a následně v sekci „Povrchové vody“, kde je nutné ještě ve světle modré liště dole zobrazit průměrné vodnosti v uplynulém týdnu.



Obr. 6 Ukázka doplňkové mapy průměrných 7denních vodností v porovnání s vybranými kvantily získanými z křivek překročení průměrných denních průtoků období 1991–2020.

Fig. 6. Example of a complementary map of 7-day flow-rate averages in comparison to selected quantiles taken using flow duration curves of mean daily discharges of the period 1991–2020.

4. Závěr

V červenci 2022 uspořádal ČHMÚ v rámci řešení dílčího cíle 5.4 výzkumného projektu PERUN (Vytvoření metodiky pro hodnocení stavu sucha na území ČR a inovace výstražného systému ČHMÚ) schůzku se zástupci krajů, podniků Povodí, Ministerstva zemědělství a Ministerstva životního prostředí. Účastníci setkání byli podrobně seznámeni s navrženou metodikou informačního (výstražného) systému o stavu a predikci vývoje sucha na území ČR. V rámci schůzky byla navržená metodika odsouhlasena a přijata. Z následné diskuze však vyplynulo, že kromě odsouhlasených výstupů (stav a predikce vývoje sucha) je velký zájem i o pravidelnou prezentaci dalších porovnání průměrných 7denních vodností u povrchových vod (zejména vzhledem k úrovním Q_{330d} a Q_{364d}). Na základě tohoto požadavku následně vznikla výše uvedená doplňková mapa, která zobrazuje pro jednotlivé ORP porovnání průměrného 7denního průtoku v příslušných referenčních vodoměrných profilech ve vztahu k M -denním průtokům za nové referenční období 1991–2020. Dalším podnětem bylo zpřístupnit v rámci samostatné mapy lokality ke sledování vývoje místních směrodatných limitů (MSL) pro vybrané vodní zdroje, což bude ale předmětem možného řešení až po schválení krajských plánů pro sucho.

Od září 2022 ČHMÚ již v testovacím provozu každý týden vyhodnocuje a predikuje stav hydrologického sucha na území ČR. Od přelomu září a října jsou tyto výstupy plně k dispozici na webových stránkách IS HAMR v sekci „Výstražné informace“.

Během zimní sezony 2022/2023 proběhne vyhodnocení testovacího provozu, při kterém půjde zejména o verifikaci výběru navržených referenčních vodoměrných profilů povrchových vod a referenčních objektů podzemních vod reprezentujících jednotlivé ORP. Na základě tohoto testování může dojít před novou vegetační sezonou k drobným změnám, například ve výběru reprezentativních objektů, a také v čase vydávání pravidelné informace. Před novou vegetační sezonou bude také vytvořen mailový seznam všech odběratelů pravidelných predikcí vývoje sucha v následujících dnech pro jednotlivé ORP.

Informační (výstražný) systém o stavu a predikci vývoje sucha na území ČR bude od začátku vegetační sezony v roce 2023 plně zařazen do operativního provozu ČHMÚ.

Poděkování:

Tento výzkum byl částečně financován Technologickou agenturou České republiky v rámci programu „Prostředí pro život“ (Program aplikovaného výzkumu, experimentálního vývoje a inovací v oblasti životního prostředí) a projektu PERUN (SS02030040) – Predikce, hodnocení a výzkum citlivosti vybraných systémů, vlivu sucha a změny klimatu v Česku (<http://www.perun-klima.cz/>).

Literatura:

- BRÁZDIL, R., ZAHRAVNÍČEK, P., DOBROVOLNÝ, P., ŠTĚPÁNEK, P., TRNKA, M., 2021. Observed changes in precipitation during recent warming: The Czech Republic, 1961–2019. *International Journal of Climatology*, Vol. 41, s. 3881–3902. Dostupné z doi: <https://doi.org/10.1002/joc.7048>.
- ČHMÚ, 2018. Suché období 2014–2017: vyhodnocení, dopady a opatření. Praha: ČHMÚ. ISBN 978-80-87577-81-3 [online]. [cit. 17. 10. 2022]. Dostupné z WWW: https://www.chmi.cz/files/portal/docs/reditel/SIS/publikace/sbornik_Sucho_web.pdf.
- ČHMÚ, 2019. Sucho 2014–2018: sborník abstraktů. Praha: ČHMÚ. ISBN 978-80-87577-91-2 [online]. [cit. 17. 10. 2022]. Dostupné z WWW: https://www.chmi.cz/files/portal/docs/reditel/SIS/nakladatelstvi/assets/sbornik-sucho_05_08_tisk.pdf.
- DAŇHELKA, J., KUBÁT, J., ŠERCL, P., eds., 2019. Sucho na území České republiky v roce 2018. Praha: ČHMÚ. ISBN 978-80-87577-98-1.
- KENDÍK, A., PEŠTOVÁ, B., 2021. Metodika k přípravě plánů pro zvládání sucha a stavu nedostatku vody. Praha: MZe a MŽP. 33 s. [online]. [cit. 17. 10. 2022]. Dostupné z WWW: [https://www.mzp.cz/C1257458002F0DC7/cz/zvladani_sucha_metodika/\\$FILE/OOV-Metodika_plan_sucho-20210604.pdf](https://www.mzp.cz/C1257458002F0DC7/cz/zvladani_sucha_metodika/$FILE/OOV-Metodika_plan_sucho-20210604.pdf).
- OLMER, M., HERRMANN, Z., KADLECOVÁ, R., PRCHALOVÁ, H., BURDA, J., ČURDA, J., KREJČÍ, Z., SKOŘEPA, J., HARTLOVÁ, L., MICHLÍČEK, E., 2006. Hydrogeologická rajonizace České republiky. *Sborník geologických věd – Hydrogeologie, inženýrská geologie*, roč. 23, s. 5–31.
- VLNAS, R., 2015. Metodika pro stanovení mezních hodnot indikátorů hydrologického sucha. Praha: Výzkumný ústav vodohospodářský T. G. Masaryka, v. v. i. 18 s. [online]. [cit. 17. 10. 2022]. Dostupné z WWW: <http://sucho.vuv.cz>.
- ZAHRAVNÍČEK, P., BRÁZDIL, R., ŠTĚPÁNEK, P., TRNKA, M., 2021. Reflections of global warming in trends of temperature characteristics in the Czech Republic, 1961–2019. *International Journal of Climatology*, Vol. 41, s. 1211–1229. Dostupné z doi: <https://doi.org/10.1002/joc.6791>.

Lektoři (Reviewers):

Ing. Petr Janál, Ph.D., Ing. Josef Reidinger

Obrazová dokumentace povodně 1872, její mimořádnost a využití

The pictorial documentary material to the 1872 flood – its rarity and utilization

Libor Elleder

Český hydrometeorologický ústav
Na Šabatce 2050/17
143 06 Praha 4-Komořany
✉ libor.elleder@chmi.cz

Jolana Šírová

Český hydrometeorologický ústav
Na Šabatce 2050/17
143 06 Praha 4-Komořany

Jan Šrejber

Český hydrometeorologický ústav
Kočkovská 2699/18, poštovní schránka 2
400 11 Ústí nad Labem-Kočkov

This article draws attention to the less known aspect of the catastrophic flood from May 25, 1872, hitting the Berounka and Blšanka River catchments. Besides the vast scientific interest and discussions on extreme weather-driven hazards resulting in establishing the Hydrographical Commission of the Czech Kingdom, apart from the obvious flood negative effects, one positive impact should be highlighted. After the flood, so far a unique pictorial flood documentation has been created owing to the editorial offices of the Světozor and Květy journals. The article highlights both the quantity and qualitative uniqueness of this documentation. The 79 original etchings capturing mainly the flood damages were based on earlier terrain sketches. Here we present selected examples of these images completed by recently acquired photographs from the Blšanka River catchment. Based on the above, the reliability checks are enabled with respect to the flood's maximum water levels, river flow character, forms of building destructions, etc. Such utilization is conditioned by the accurate location of the mentioned images and fixing the discovered information using the GIS platform to preserve this data for the future. Our results are currently available through the ESRI map application MEF Krolmus.

KLÍČOVÁ SLOVA: dokumentace obrazová – zdroje dokumentární – povodeň přívalová – GIS – ESRI – 1872

KEYWORDS: the pictorial documentation – documentary sources – flash flood – GIS – ESRI

Věnováno památce Jana Munzara

1. Úvod

Zpracování informací o povodni je v oblasti hydrologie běžným námětem řady článků. Platí to jak pro publikace vzniklé bezprostředně po proběhlé povodni, tak pro popisy událostí vzdálenější anebo velmi vzdálené. Podstatným rozdílem tu mohou být dostupná data. V prvním případě obvykle existují alespoň částečně data měřená, v druhém případě data, která je nahrazují – proxydata (Elleder 2016) a mezi nimi i dokumentární zdroje. Cíl prací je ale stejný, pochopit příčiny a parametry události, její významnost a zařadit výsledek do celkových souvislostí. Neodmyslitelnou součástí publikačního výstupu je i fotografická či jiná obrazová dokumentace. Bez ní chybí konkrétnější představa o daném místě a snad i jistá pečeť věrohodnosti toho, o čem se píše. Pokud jde o obrazovou dokumentaci současných povodní, lze předpokládat, že materiálu je dostatek. Problémem však je, že ten často nesplňuje požadavky vyplývající z potřeb popisu a analýzy povodně. Kromě kompozice, významotvorné složky a technické kvality musí snímek nést i nějakou souhrnnou informaci, která je v relaci se sdělením, jenž text přináší. Proto i při zpracování soudobých povodní bývá vhodné obrazového materiálu „poskrovnu“. Jak se to má ale s obrazovým materiálem a jeho možnostmi v běhu času?

Určitými mezníky, jistě nejen z hlediska dokumentace povodní, byl rozvoj knihtisku (po r. 1446/1447), humanismus 15. a 16. století, později zejména nástup fotografie v průběhu první poloviny 19. století, a to od nejstaršího snímku z roku 1822 přes nejstarší snímek povodně z roku 1843 (Nantes). Velkým předělem byl vynález rotačního stíracího hlubotisku, který patentoval v Anglii český karikaturista a grafický technik Karel Václav Klíč (1841–1926) v roce 1890 (Elleder 2016). Ten umožnil hromadnou publikaci fotografií. Obrazový materiál k povodním se totiž zachoval zejména tehdy, pokud byl publikován. Velkou roli v tom sehrály v 19. století evropské obrazové časopisy, a to zejména v druhé polovině 19. století, i když do r. 1890 otiskovaly jen grafickou podobu předloh (kreseb, maleb a fotografií aj.). To se právě týká i tématu našeho článku. Kromě Světozoru a Květů přinesly své vlastní obrázky z povodně 1872 i lipský *Illustrirte Zeitung* a vídeňský *Extrablatt*. V roce 1872 šlo, jak vyplývá z výše uvedeného, stále o reprodukci grafik. Rozhodující byla sama existence těchto obrázkových magazínů. Při srovnání fotografické předlohy a grafického přepisu, lze někdy těžko rozhodnout, co je dokumentárně hodnotnější. Dalším zlomovým bodem byl asi až nástup internetu a digitalizace.

Kvalita, množství a přístupnost jsou tři podmínky, které byly a jsou pro využití obrazových zdrojů rozhodující, nebo alespoň podstatné.

Platí to i pro nejstarší případy zobrazení povodní, kdy je obrazová dokumentace k dispozici na nemnohých titulních lis-

tech příležitostných tisků. Těm se podrobněji věnoval a vracel se k nim zejména J. Munzar a jeho kolegové v řadě publikací (Munzar 2002; Munzar 2011; Munzar, Kysučan 2000a; Munzar, Kysučan 2000b; Munzar et al. 2015). Pokud jde o faktickou složku obrazové dokumentace, dejme tomu o realistický obrazový záznam povodně (tedy dokumentačně využitelný), pak Brázdil et al. (2005) zdůraznili v publikaci věnované historickým povodním, že zobrazení povodně bylo často „jen výrazem autorovy představivosti, zkušenosti a percepce než reálným zobrazením“. Je ale jisté, že tento starý obrazový doprovod různých zvláštních tisků je výtvarně působivý. Autoři směřovali často „bez obalu“ k jádru drastického sdělení, to je ale někdy podáno až s dětskou bezelstností. Málodky však můžeme očekávat něco jiného než vyjádření faktu, že např. domy byly zatopeny po střechy, mnoho osob se utopilo, mnoho majetku bylo zničeno apod.

Potíže s dostupností obrazového materiálu lze ukázat na faktu, že při zpracování obsáhlejší studie o „relativně nedávné povodni“, totiž již z období hydrologických systematických záznamů z roku 1862 (Elleder et al. 2012a) se nepodařilo najít jediný snímek, kresbu, či grafiku této „stoleté povodně“, které bychom k ní s jistotou mohli přiřadit. O to markantnější je změna, kterou přinesla jen 10 let poté povodeň na Berounce a Blšance v květnu 1872. Ta byla zcela extrémní ve svých hydrometeorologických parametrech. Platí i zde, že „vše zlé je nakonec i k něčemu dobré“. Květnová povodeň byla totiž přelomovou událostí, pokud jde o obrazovou dokumentaci u nás.

Kolekce 79 publikovaných grafik (MEF-Krolmus: grafiky 2022) a série dalších fotografií dokumentujících tuto událost je do té doby u nás výjimečná, a to nejen počtem, ale i kvalitou, autenticitou a prostým faktem, že dokumentace vznikla většinou na místě samém, i když až po povodni. Tato okolnost není zcela samozřejmá a také tím se tyto publikované kresby podstatněji odlišují od obrazového materiálu vzniklého za dřívějších povodní. Samozřejmá není ani ta skutečnost, že na rozdíl od jiných povodní máme k dispozici materiál nejen z velkých měst, ale i z prostředí venkova. To vše je dáno okolnostmi vzniku. Redakce časopisu Světozor vyslala dva své kreslíře přímo do terénu, takže dokumentační materiál je autentický.

V roce 2022 uplynulo 150 let od této události. Pokusili jsme se ji připomenout výstavou (konaná a připravená ve spolupráci s Muzeem v Žatci), dále rozšířením aplikace pro extrémní povodně. V jediném článku však nelze představit vcelku ani povodeň 1872, dokonce ani vše, co se dotýká publikovaných kreseb a fotografií. Proto jsme alespoň v několika ukázkách chtěli zachytit faktický přínos dokumentačního materiálu, některá jeho specifika, ale některé problémy a rizika. Těch několik věcných informací je možné užít k pochopení, jak vznikl obrazový materiál k povodním v 19. století i obecněji.

Navazujeme tak na předchozí práce zaměřené na odhady průtoků (Kašpárek 1984; Křivková 2001; Žák, Elleder 2007), meteorologickou situaci a příčinnou konvektivní bouři (Müller, Kakos 2004), problematiku Mladotického jezera, jeho vzniku a analýzy jezerních sedimentů (Jánský 2003; Schulte et al. 2011), hydrologickou rekonstrukci povodně v Praze (Elleder et al. 2012b) a obrazovou dokumentaci povodně (Elleder et al. 2014). Poslední práce je věnovaná zejména resimulaci s pomocí hydrologického systému Aqualog směřující k ověření příčinných srážek a celkového příčinného scénáře (Elleder et al. 2020).

2. O obrazovém materiálu k povodním před rokem 1872

Staršího materiálu je velmi málo. Jen několik ukázek obrazové dokumentace je k dispozici ze 16. století u nás i jinde ve střední Evropě. Jde o katastrofální přívalové povodně v roce 1562 v Curychu (Zentralbibliothek Zürich, dostupné na Scherer AG 2022), v roce 1569 v Badgasteinu (Rohr 2006), v roce 1582 v Karlových Varech (Munzar 2002), v roce 1585 v Erfurtu (tady jde o kresbu z městské kroniky) a v roce 1591 v Šumperku (Munzar, Kysučan 2000b; Munzar 2011). Ilustrace k tragické přívalové povodni z roku 1613 (Deutsch et al. 2003) stojí za pozornost nejen pro jistou podobnost s povodní v roce 1872. Je téměř totožná s grafikou povodně v roce 1607 v Norfolku v Anglii (Anonymous 1607) a není pochyb o vzájemné relaci. Tyto ukázky by si zasloužily budoucí podrobné zpracování, ale uvádíme je zde jen kvůli celkovým souvislostem. S realistickým zachycením povodně se lze setkávat do 18. století výjimečně. Grafika, která je součástí tzv. Dobřenského almanachu (Brázdil et al. 2005) zobrazující velmi realisticky neštěstí na Šitkovském jezu v Praze, je naprostou výjimkou. Ačkoliv se prezentuje často jako doklad povodně, zobrazuje relativně nízký vodní stav, kdy jsou odhaleny ledolamy před mostem a voda nikde nevystupuje z koryta Vltavy. Toto zobrazení tak lze přimnout jen s rozpaky jako obraz povodně. Jako příčinu neštěstí a utopení 150 osob uvedli Munzar a Kysučan (2015) chybu převosníků, kteří převáželi pod vlivem alkoholu. Přínosem je zachycení poříční pražské krajiny a různých objektů spojených s řekou, jako jezu a převosního prámu, ale o dokumentaci povodně zde nejde.

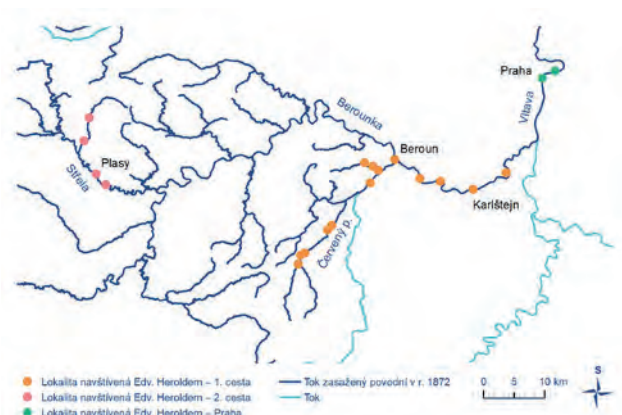
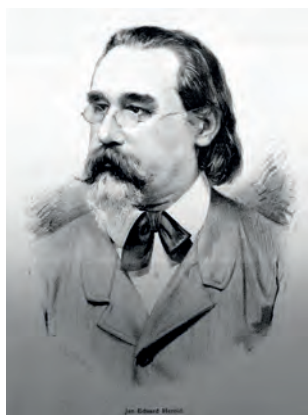
Z dokumentárně kvalitních anebo použitelných grafik máme alespoň nějakou dokumentaci k povodním v letech 1784, 1814, 1824, 1830 a 1845, tu souborně prezentovali Kozák et al. (2007). Jde ale o materiál omezený na větší města jako Prahu, Brno a Litoměřice. Dokumentární hodnotu má zejména zobrazení protržení mostu v Litoměřicích ledovou dřenicí r. 1814 a olejomalba povodně v červnu 1824 zachycující bariéry u Karlova mostu podobné těm z roku 1872. Pro další text a úvahy o grafikách k povodni 1872 stojí za uvedení specifická série grafik J. Wincklera, které jsou známy ve stranově obrácené variantě a jejich místopisné kvality jsou tak pochybné (Elleder 2016). Celkový počet ukázek obrazové dokumentace před povodní 1872 u nás prostě nedosahuje počtu grafik, které vznikly pro Světozor a Květy jen v roce 1872 samém.

3. Jak vznikala dokumentace povodně 1872

Patrně ihned po povodni, tedy asi v pondělí 27. 5. 1872, rozhodla redakce Světozoru o její dokumentaci. Do terénu byli vysláni dva kreslíři, kteří pro redakci pracovali: E. Herold a F. Chalupa. S redakcí Světozoru spolupracovali ale i B. Wachsmann (prastrýc Jiřího Voskovce), malíř venkovských žánrů V. Kroupa, A. Gareis a F. Zelinka. Na reprodukce jejich prací byli čtenáři již zvyklí. Po katastrofální květnové povodni v roce 1872 informovala redakce Světozoru: *Tuto chceme jen ještě laskavě čtenáře upozorniti, že jsme do krajin povodní zastížených vyslali dva chvalně známé kreslíče, p. Fr. Chalupu a Edv. Herolda, a že toto naše vyobrazení celou řadu nejzajímavějších výjevů osudné události, které v číslech nejbližše přišedších uveřejníme. Jakmile všechna vyobrazení v Světozoru budou uveřejněna,*

vydáme zvláštní brožuru obsahující jak vyobrazení tato, tak i obšírnější popis zhoubné povodně (Světozor č. 23 ze 7. 6. 1872, roč. VI, s. 270). To je doklad, že oba dva skutečně v terénu byli, jejich kresbou podaná svědectví jsou tak autentická. V našich podmínkách to byl průkopnický čin, který následoval vzory velkých evropských obrazových magazínů (např. Le Monde Illustré), kde najdeme podobnou dokumentaci povodní již o něco dříve.

Oba dva kreslíři zaměřili na místa, která byla mezi těmi nejpostiženějšími. Podle okolností, tak jak byly grafiky publikovány, můžeme usuzovat, že F. Chalupa vyrazil krátce po povodni do Berouna a Hředlí, Nižboru a Rakovníka a možná pokračoval dál podél Blšanky a případně se na místo ještě jednou vrátil (obr. 1, MEF-Krolmus: F. Chalupa 2022). E. Herold vyrazil zjevně v úterý 4. 6., tedy asi až po Chalupově návratu. Jel vlakem až k zničenému mostu přes Berounku v Dolních Mokropsech a pak prošel (a odskákal, jak napsal) celou cestu po železničním náspu uzavřené plzeňské dráhy do Berouna a dál na Hořovice (obr. 2, MEF-Krolmus: E. Herold 2022). Koncem června po obnově spojení do Plzně se vypravil do Plas a okolí. Herold tedy zvládl denně ca 10–30 km a asi 2 až 8 kreseb, tedy asi 5 v průměru. Tematicky se jedná jak o zachycení škod povodní, tak několik vlastních představ, jak vypadala situace za povodně. Chalupovy kresby se týkaly jen škod a byly podle terénních skic někdy dokončeny kolegy Gareisem a Zelinou. Celý soubor vyšel přinejmenším dvakrát, a to v červnu až září ve Světozoru, a poté souborně v avizované monografii Skrejšovského (1872). Vlastní obrázky vydávaly také Květy, jejich autorem byl dnes vcelku dobře známý krajinář H. Ullik, jehož romantické obrazy českých hradů najdeme v Národní galerii.



Obr. 2 E. Herold (1820–1895) a jeho dvě cesty za dokumentaci povodně 1872. První cestu podnikl v prvním týdnu června na Berounsko. Druhou o měsíc později do Plas a k jezeru do Odlezel (Mladotické jezero). Zdroj: Humoristické listy, č. 38, 18. 9. 1885, s. 303.

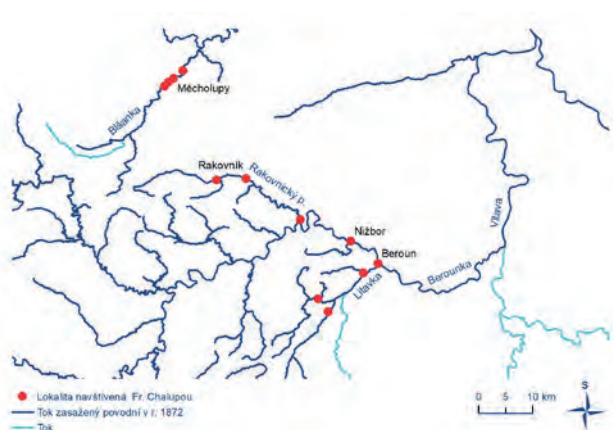
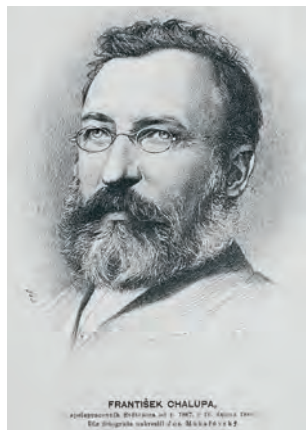
Fig. 2. E. Herold (1820–1895) and both of his survey field trips documenting the flood 1872. The first one was carried out in the Beroun district, in first week after flood, the second, a month later in Plasy and to the new Odlezy Lake (or Mladotice lake). Source: Humoristické listy magazine, No. 38, 18. 9. 1885, p. 303.

4. Využitelnost obrazové dokumentace

Obrazová dokumentace zvyšuje atraktivitu odborného článku, posteru či přednášky o povodni. V našem textu chceme ale zdůraznit, že může zároveň obsahovat i nenahraditelnou informaci o povodni samé. Umožňuje blíže porozumět okolnostem popsaným v textu (novinách, kronice), porozumět místní situaci, topografii místa a lze získat i využitelná data pro hydrologické zpracování povodně.

Z odborné literatury lze upozornit na dva příklady využití obrazového materiálu v oblasti historické klimatologie. První ukázkou jsou články dokumentující přírůstek hladiny moře a míru zaplavení benátské laguny v posledních třech stoletích, a to např. s pomocí olejomalb vedutisty 18. století Canaletta (1698–1768), (Camuffo 2001; Camuffo, Struraro 2003). Obrazy vznikaly s pomocí „camery obscury“, tedy dírkové komory, předchůdkyně fotoaparátu, a tedy metodou umožňující relativně přesné zachycení výškových poměrů. Při dokumentaci postupného poklesu města na laguně je toto stěžejní zdroj informací.

Jiné autory zaujaly naopak barvy a motivy obrazů významných krajinářů a jejich zájem o meteorologii. Přítomnost vulkanických aerosolů po erupci Tambory v dubnu 1815 v atmosféře a neobvyklé západy slunce a halové jevy ovlivnily specifickou tvorbu romantických malířů jako C. D. Friedricha (1774–1840) a zejména W. Turnera (1775–1851). Právě jeho deníky jsou zajímavým svědectvím o těchto jevech (Bosko 2019; Seibold 1990). Autor knihy věnované obrazům katastrof obecně (Trempler 2015) si povšiml i Turnerových dalších námětů, zejména biblické potopy namalované r. 1804 anebo 1805.

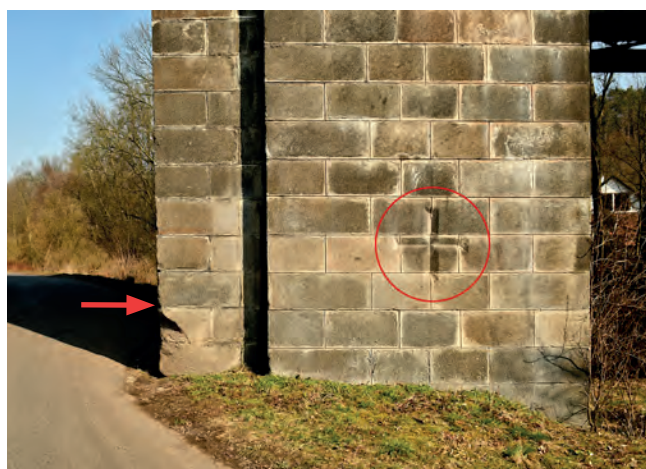


Obr. 1 František Chalupa (1828–1897) a místa, která při své cestě navštívil a zachytil podle skic či později dle fotografií. Zdroj: Světozor, č. 23, 29. 4. 1887, kresba Josefa Mukařovského.

V našem případě jde o dokumentaci maximálních výšek vody obyčejných povodní, charakteru škod, charakteru proudění vody a doplnění poznatků i o postižených místech obecně. Podmínkou je přesné anebo spíše co nejpřesnější určení polohy zobrazovaných objektů (MEF-Krolmus: grafiky 2022), tak jako tomu bylo např. u zmíněné benátské laguny. Možnosti doposud nevyužitého obrazového materiálu je možné demonstrovat v několika následujících ukázkách.

5. Domnělou značku zpochybnila dobová fotografie

Hydraulické odhady maximálních průtoků Litavky z roku 1872 prezentoval Kašpárek (1984). Na tuto práci navázala Křivková (2001), která shromáždila terénním průzkumem cenný materiál, včetně lokalit se značkami povodní v povodí Blšanky. V roce 2021 na tento průzkum navázal J. Šrejber, který připravil ve spolupráci s muzeem v Žatci výstavu k výročí 150 let od povodně na Blšance. Poslední provedené hydraulické výpočty s pomocí výpočetního systému HEC-RAS (HEC-RAS 2022) spolu se shromážděným materiálem byly prezentovány na setkání ČMeS v Telči 2022 J. Šrejberem a J. Unuckou. Spolupráce s muzeem v Žatci zpřístupnila téměř zapomenutý fotografický materiál neznámého autora, nebo více autorů. Jedná se zejména o snímky, které sloužily buď dokumentace pro tehdejší vyšetřovací komisi, nebo byly vydány různou formou k podpoře postižených. Příkladem je série snímků dochovaná ve formě „dobročinného“ leporela. Jedna z nově nalezených fotografií, pořízená krátce po povodni, ukazuje situaci u železničního viaduktu v obci Železná (obr. 3). Na pravém pilíři je dodnes zřetelný do žuly vytesaný kříž. Ve stejné výšce najdeme stejný kříž i na přístupnějším levém pilíři. Ten byl dlouho považován za další značku výšky vody z povodně roku 1872 (Křivková 2001). V blízkosti se však nachází zřetelná povodňová značka s vročením 1872. Muzeem poskytnutá dobová fotografie ukazuje, že kříže na návodní straně obou pilířů vznikly pravděpodobně již při jeho stavbě, několik měsíců před povodní, a to z neznámých důvodů. O vyznačení povodně zde však nešlo. I tak je malá obec Železná zajímavá neobvyklou koncentrací povodňových značek. V obci jich najdeme celkem 6, z nichž 5 se vztahuje přímo k povodni v roce 1872.



Obr. 3 Kříže vytesané do obou pilířů železničního viaduktu v Železně. Vlevo současná situace na levém pilíři. Šipka ukazuje rysku povodňové značky s nápisem Hochwasser am 25. Mai 1872. Foto: J. Šrejber. Vpravo: dobová fotografie pravého pilíře. Zdroj: archiv Regionálního muzea K. A. Polánka v Žatci.

Fig. 3. The crosses engraved on both pillars of train viaduct in the Železná village. Left: A contemporary situation on the left pillar. The arrow shows the line with flood mark with a text: „Hochwasser am 25. Mai 1872“. Photography: J. Šrejber. Right: A period photograph of the right pillar. Source: archive of the Regional Museum of K. A. Polánek in Žatec.

6. Nové maximální výšky vody na fotografiích z muzea v Žatci

Řadu z domů zachycených na grafikách či fotografiích z r. 1872 lze ještě dnes najít, a to někdy i v jen málo změněné podobě. Jako příklad můžeme uvést část pivovaru Měcholupy, železářny Komárov, anebo z těch menších jednotlivé domy v Křivoklátě, Holedči a řadě jiných míst.

Jedním ze základních dat při rekonstrukci povodně je prostý údaj – maximální výška vody. Při podrobnější prohlídce kolekce grafik a fotografií z roku 1872 se objevilo několik případů, kdy je zřetelná výška vody podle nánosů či vlhkého zdiva (Nebřežiny, Libořice, Měcholupy, Holedeč, Křivoklát – Buda, Beroun). Je to další informace, která verifikuje, anebo doplňuje údaje zpro-



Obr. 4 Dům čp. 52 v Holedči po povodni r. 1872. Uprostřed rámu oken je patrná dosažená hladina vody. Dům stojí bez větších stavebních úprav dodnes. Obrazová dokumentace může být použita pro rekonstrukci nadmořské výšky hladiny v místě, kde jiné povodňové značky chybí. Zdroj: archiv Regionálního muzea K. A. Polánka v Žatci.

Fig. 4. The house no. 52 in Holedč village after the 1872 flood. The maximum water level is obvious between window frames. This building stays without significant modifications until present. The pictorial documentation could be utilized to acquire the maximum water level, in locations where the flood marks are lacking. Source: archive of the Regional K. A. Polánek Museum in Žatec.





Obr. 5 Pohled na budovy mlýna a sýpký pod zámek v Měcholupech. Vlevo: u řeky stojící dům (dnes čp. 110) měl na snímku z r. 1872 zřetelnou stopu dosažené maximální hladiny. Zdroj: archiv Regionálního muzea K. A. Polánka v Žatci. Vpravo: srovnávací snímek současného stavu. Foto: J. Šrejber.

Fig. 5. The mill building with grain warehouse below of the castle in Měcholupy. Left: the building (contemporary no. 110) closes to the river with high water mark still obvious. Source: archive of the Regional K. A. Polánek Museum in Žatec. Right: comparative recent shot of this location. Photography: J. Šrejber.

středkované značkami povodní (Křivková 2001). Ty se dochovaly např. kolem Blšanky jen ve dvou, či třech lokalitách (Kryry, Měcholupy a Železná), takže nové informace jsou jako další vstupy do hydraulického modelu vítané zejména tam, kde chybí značky povodní zcela. To je případ obce Holedeč, kde je jediným zdrojem o výšce vody právě dobová fotografie (obr. 4). Aby byl obrazový materiál co nejlépe využit, je nutná lokalizace, srovnání s aktuálním stavem. Takové srovnání jako ukázkou najdeme například v případě budov místního pivovaru v Měcholupech (obr. 5).

7. Případ fotomontáže z Berouna

Že je potřeba hlubší a podrobnější pohled na událost i na fotografie samé, ukazuje případ z Berouna. Známá fotografie skutečné události se záchranou obyvatel na voru je aranžovanou fotomontáží, na což upozornili pracovníci muzea Českého krasu v Berouně. Je potřeba si uvědomit, že vše, co se odehrávalo, probíhalo za prudkého deště a ve tmě kolem půlnoci. Zachytit takovou situaci bylo s tehdejší technikou nemožné (jde o citlivost materiálu a potřebný expoziční čas, které zcela vylučova-

ly zachytit noční scény). Reálná je ale fotografie berounského náměstí po povodni z archivu Muzea Českého Krasu. Ta asi již roku 1872 posloužila pro fotografickou rekonstrukci památné události (obr. 6). Vlhké zdivo ukazuje, že autor „instaloval“ hladinu s vorem do skutečné výšky, takže významově je fotografie správná.

8. Detaily ukazující charakter proudění v Nebřežínách

Při přesné identifikaci objektů je možné porozumět i specifickému charakteru proudění vody. Jednou z nejpostiženějších obcí byly Nebřežiny na dolním toku Sřely, kde zahynulo nejméně 40 osob a část obce na levém břehu řeky byla zcela zničena. Sřela „transportovala“ roubené stavby na pravém břehu, jako chalupu čp. 9 a jednu ze stodol nikoliv po proudu jako na levém břehu (jak bychom čekali), ale vlivem lokálního zpětného proudění výše proti proudu, jak zachytil E. Herold v případě stodoly (obr. 7) a zmíněné chalupy. Tuto situaci lze vysvětlit



Obr. 6 Dodatečně inscenovaná fotomontáž zobrazující záchranu obyvatel na náměstí v Berouně 25. května 1872 kolem půlnoci. Vlevo: vodní hladina a prámy se zachraňovanými byly fotografovány odděleně po povodni (dole). Snímek (nahore) je část autentického původního záběru po povodni. Na domech je dobře patrná vlhká stopa po povodni zasahující celé první poschodí. Vpravo: oba snímky byly spojeny a výsledný snímek je pravdivou rekonstrukcí celé velmi dramatické události, která probíhala pozdě večer a v noci. Zdroj: archiv Muzea Českého krasu v Berouně, Scheufler-web (2022).

Fig. 6. An additionally staged photomontage of rescue of citizens on the main square in the Beroun town, originally during flood on 25 May 1872 at midnight. Left: the shot of the water level and rafts with rescued was made separately later (below). The photography (above) is part of authentic shot after flood. On a still wet facade of the first floor, the flood level is obvious. On the right: A combination of both shots is giving a true reconstruction of a dramatic event in the late evening and in the night. Source: archive of the Museum of Czech Karst in Beroun, Scheufler-web (2022).



Obr. 7 Rekonstrukce situace v Nebřežínách. Modře jsou vyznačeny zničené domy, dva z nich (dřevěná stodola a dům čp. 9) odplavené na pravém břehu proti proudu jsou vyznačeny plnými body (červeně a černě). Vpravo je Heroldova kresba odplavené stodoly. Zdroj: Světozor, č. 35, 30. 8. 1872, s. 418.

Fig. 7. A Reconstruction of the flood situation in the Nebřežiny village. The destroyed houses are in blue, the two of them (a wooden barn and house no. 9) washed away up stream, are highlighted by full red and black points. The Herold's picture of the barn washed away in up streams is on the right. Source: Světozor magazine, No. 35, 30. 8. 1872, p. 418.

morfologií pravobřežní části a ohybu proudu, snad i bariérami na jezu, kde se zachytily roubené domy z levobřežní části obce. Specifický charakter proudění je pak vhodné vzít v úvahu při případném hydraulickém odhadu průtoku v místě.

Pokud doprovodný text ve Světozoru zmiňuje jmenovitě osoby, kterým dům patřil, nebo se v něm při povodni nacházely, bylo možné s pomocí dnes digitalizovaných matričních záznamů upřesnit polohu jednotlivých domů a lokalizovat postupně přesně všechny zničené objekty. Někdy bylo potřeba doplnit údaje a informace z místní kroniky (Blatno, Plasy, Nebřežiny dostupné na <https://www.portafontium.eu/>) a vše konfrontovat např. s indikační skicou stabilního katastru (<https://ags.cuzk.cz/archiv/>).

Některé grafiky zachytily podzemletí domů, zřetelné např. v Zahoranech, Hředlích, Libořicích, Nižboru, Senomatech, Vystrkově, Praskolesech a na řadě jiných míst. Je to zřetelné na domku správce v Plasech, který zachytil jak H. Ullik, tak E. Herold, a pravděpodobně i na domech v dnešní Havlíčkově ulici v Berouně (MEF-Krolmus: grafiky 2022). V řadě případů ukazují dynamické poškození objektů plovoucími kládami. Sem patří pravděpodobně poškození mlýna v Nebřežínách a Blatnu. Mnohem známější je dokumentace koncentrace plaveného materiálu před pražskými mosty. Méně známá je obdobná situace v Berouně. Obrazová dokumentace zachycuje i následky průtrže rybníků (v Hředlích, Komárově, Popovicích, u Mladotic, Vystrkově a Blatně) a sesuvů (u Potvorova a u Měcholup).

9. K symbióze fotografické a grafické dokumentace

V roce 1872 byla fotografie docela běžným prostředkem, v řadě českých měst existovaly již dávno fotografické ateliéry. Tehdejší technika ale neumožňovala u nás, ani kdekoli ve světě, její levnou a hromadnou reprodukci tiskem, a proto řadu snímků známe buď výhradně, anebo alternativně pouze v grafické reprodukci. To se týká i např. tří fotografií F. Fridricha z Prahy (Scheufler-web 2022), známé jsou jeho dva pohledy na Karlův most ucpaný kládami či vory. Na druhém snímku zachytil F. Fridrich i budku a převozní vor připlavený z Braníka. Třetí snímek zachytil zničený železniční most v Dolních Mokropsích. Reprodukci prvního snímku Karlova mostu v grafickém



převodu otiskl například jak lipský Illustrierte Zeitung, tak 24. ruský magazín Vsemirnaja Ilustracija.

Technické řešení reprodukce fotografií přinesl nakonec výše zmíněný vynález rotačního hlubotisku Karla Klíče v roce 1890. Ten pak umožnil publikovat Světozoru i Zlaté Praze snímky ze zářijové povodně 1890 (Scheufler 1986). Totéž se ale



Obr. 8 Poničené domy v obci Holedeč na dokumentačním snímku. Zdroj: archiv Regionálního muzea K. A. Polánka v Žatci. Ilustrace z Holedeče od F. Chalupy. Zdroj: Světozor, č. 34, 23. 8. 1872, s. 404.

Fig. 8. Damaged houses in the Holedeč village on the photography. Source: archive of the Regional K. A. Polánek Museum in Žatec. An illustration from Holedeč village by F. Chalupa. Source: Světozor magazine, No. 34, 23. 8. 1872, p. 404.



Povodeň v Čechách: Libořice na Střele. Kreslil H. Ullik.

Obr. 9 Zřícený dům v Libořicích na fotografii a grafice. Zdroj: archiv Regionálního muzea K. A. Polánka v Žatci. Ilustrace od H. Ullika. Zdroj: Květy, č. 28, 11. 7. 1872, s. 224.

Fig. 9. A destroyed house in the Libořice village on the photography and engraving. Source: archive of the Regional K. A. Polánek Museum in Žatec. An illustration by H. Ullik. Source: Květy magazine, No. 28, 11. 7. 1872, p. 224.

týká i ostatních evropských obrazových magazínů, mezi nimi i např. The Illustrated London News. Rokem 1890 začaly v Evropě díky převratnému Klíčové vynálezu převažovat nad grafikami publikované fotografie.

Fotografie dnes uchované v archivu Žateckého muzea byly, jak již bylo zmíněno výše, z Libořic, Holedče a Měcholup a evidentně sloužily F. Chalupovi (obr. 8), H. Ullikovi (obr. 9) a A. Gareisovi (obr. 10) jako předloha u některých kreseb. Je docela možné, že bylo pořízeno mnohem víc fotografií (jako ty dokumentační či v leporelu), některé z nich jsou ale dostupné právě jen v časopisecké podobě. Dobové snímky Mladotického hrázence jezera jsou jedním z dalších příkladů (Schulte et al. 2011) méně známé fotografické dokumentace následků povodně.

10. Obrazová dokumentace mimo Čechy

Povodně mezi 24. 5. až 4. 6. 1872 postihly široký pás území od povodí Rhôny, Loiry a Rýna až po povodí Odry (MEF-Krolmus: historické povodně 2022). Francouzský Le Presse Illustrée uveřejnil např. obrázek rozvodněné řeky La Saône u obce Sassenay. První uveřejněné obrázky z Čech přinesl vídeňský Extrablatt již 1. 6. 1872. Šlo ale o dokumentárně pochybné pohledy na Karlův most, povodně na Blšance a prolomení viaduktu v Dolních Mokropsech, které vznikly z velké části asi jen ve Vídni ve fantazii výtvarníka. Německý časopis Über Land und Meer č. 40 z 1. 7. 1872 prezen-



Povodeň v Čechách: Os. Velká Holedč. (Dle fotografie kreslil A. Gareis)

Obr. 10 Fotografie zničeného statku v Holedči z fotografického leporela. Zdroj: archiv Regionálního muzea K. A. Polánka v Žatci. Fotografie posloužila jako vzor pro kresbu A. Gareise. Zdroj: Světozor, č. 33, 16. 8. 1872, s. 394.

Fig. 10. A photo of the destroyed farmhouse in Holedč from the photo set. Source: archive of the Regional K. A. Polánek Museum in Žatec. A photography served as a model for A. Gareise's drawing. Source: Světozor magazine, No. 33, 16. 8. 1872, p. 394.

toval práci dřevorytce K. Kollarze zobrazující dramatickou situaci na Zbraslavi za povodně 1872. Mnohem důležitější a zajímavější je ovšem práce německého krajináře R. Assmuse (1837–1904), publikovaná v lipském obrazovém magazínu Illustrirte Zeitung. R. Assmus připravil pro čísla od 29. 6. do 12. 7. pouze náměty od Červeného potoka, a to z Komárova, Vystrkovy, Oseka, Praskoles, Hředel a Stašova, které ale kreslili v terénu i F. Chalupa a E. Herold. Ze všech jeho ilustrací je zřetelné, že R. Assmus situaci značně dramatizoval nadsazováním měřítka a užitím příkré perspektivy. Přesto můžeme pohledy obou kreslířů porovnat (Hředle, Komárov a Osek). Obrázky Hředel byly pořízeny v případě Chalupy i Assmuse z dosti podobného stanoviště. Pohled v obou případech míří proti proudu Stroupinského potoka. R. Assmus má skupinu podemletých domů situovanou na pravém břehu, kdežto F. Chalupa na levém. Podobné nesrovnalosti najdeme i u jiných jeho prací (Vystrkov, Komárov, Osek). Něčím podobným byly postiženy i výše zmíněné Wincklerovy kolorované lepty z povodně z roku 1784, a to celá série (Elleder 2016). Rytce musí pro tisk připravit vzor stranově převráceně, cesta k podobné chybě je tedy vysvětlitelná. Pak by mohly být i Assmusovy práce po stranovém převrácení zajímavým doplňkem zachycujícím situaci po katastrofální povodni (obr. 11 a, b).

11. Závěr

Po 150 letech je povodeň 1872 stále aktuálním tématem a zdrojem dalších překvapení. Veškerý obrazový materiál, jak



Obr. 11a F. Chalupa: obec Hředle po povodni, pohled přibližně z místa, kde je dnes lávka u obecního úřadu. Zdroj: Světozor, č. 28, 12. 7. 1872, s. 328.

Fig. 11a. F. Chalupa: the Hředle village after flood, the view from the recent small bridge nearby municipally office. Source: Světozor magazine, No. 28, 12. 7. 1872, p. 328.



Obr. 11b R. Assmus: Hředle po povodni, obrázek je proti publikované verzi stranově převrácen. Zdroj: Illustrierte Zeitung, č. 1513, 29. 6. 1872, s. 473.

Fig. 11b. R. Assmus: the Hředle village after flood. Unlike the originally published version, the picture is sideways reversed. Source: Illustrierte Zeitung, No. 1513, 29. 6. 1872, p. 473.

se ukazuje na příkladu fotografií z archivu regionálního Muzea v Žatci, ještě nebyl ani známý ani využitý. Je tu proto i naděje, že i v budoucnu se objeví dokumentace k dalším místům. Některé silně postižené oblasti a lokality nebyly totiž zatím dokumentovány vůbec. Sem patří především Nový Jáchymov, rybníky pod Valdekem, Zbirožský a Haberský potok, celé povodí Javornice, kde byla řada mlýnů „srovnána se zemí“, a to jsou jen ta nejdůležitější místa. Žádný materiál není k Rokycanům, Zbirohu, Žebráku, Točníku, Manětínu, Rabštejnu nad Střelou a mnoha jiným oblastem. Je ale nepochybné, že u nás nevznikla do té doby srovnatelná kolekce kreseb, grafik a fotografií. Fakt, že se dochovaly zejména grafické práce, bylo vlastně dobovým specifickým. Zachování méně četných negativů anebo pozitivů fotografií bylo méně pravděpodobné, než uchování četnějších otištěných grafik. Někdy je obtížné rozpoznat, kdy byla předlohou fotografie, malba či skica. V řadě případů se stalo, že fotografická předloha je již nedosažitelná a zastupuje ji právě obrázek otištěný v časopise.

Tato nová etapa práce na rekonstrukci a vysvětlení povodně 1872 je vlastně přípravou dat pro možný další kvalitativně významnější krok při její rekonstrukci a zpřesnění průtokových odhadů. Proto jsou jistě cenná některá nová místa, kde lze další vstupní data získat. Náš článek souvisí i s ArcGIS aplikacemi, zaměřenými jak na

celek povodně 1872 v aplikaci MEF-Krolmus, tak na podrobnější aplikace zaměřené na obě cesty F. Chalupy a E. Herolda. Druhým záměrem je tedy zpřístupnění výsledků veřejnosti a archivace odvedené práce i tímto způsobem, tedy s pomocí GIS.

Protože i s ohledem na klimatickou změnu nás nejspíš čeká nelehké období s velkou frekvencí extrémních událostí způsobených počasiem, máme silnou motivaci využít veškerou dostupnou dokumentaci, tedy i obrazovou, na cestě k lepšímu pochopení významných minulých extrémů. I rok 2022 byl plný překvapení, včetně těch, která spadají do oblasti hydrologie i meteorologie, jejich výčet by ale byl námětem dalšího článku. Důležitým a závěrečným sdělením je to, že do aplikace MEF-Krolmus přibyla i záložka s povodní 1872, která upozorňuje, že události, které nastaly před 150 lety, se mohou vyskytnout i v budoucnosti.

Dovětek: je těžké zatím předpokládat, kdy a které aplikace vzniknou pro další podporu ARGIS aplikace MEF a kolik z nich bude věnované povodni 1872. S velkou pravděpodobností se bude jednat o to nejzajímavější, tedy srážkové scénáře a hydrologickou odezvu, přehledy škod a dopadů, počty obětí povodně atd. Nepominutelným tématem budou i analogie této povodně, pokud jde o její mimořádnost, rozsah a ty další historické povodně včetně povodně 2002, které jsou konkurencí, pokud jde třeba o kulminační stavy.

Poděkování:

Děkujeme především za velkou pomoc panu Zvonimíru Dragounovi, který pečlivě excerpoval příslušné texty, dohledal a nafotografoval veškerou obrazovou dokumentaci. S vděčností vzpomínáme na rady Jana Munzara, který se tematice obrazové dokumentace věnoval podobně jako Mathias Deutsch, přední odborník v oblasti historické hydrologie v Německu, který svou sbírkou obrazové dokumentace povodní, zkušenostmi a zápallem pro věc náš článek inspiroval. Za vysvětlení některých skutečností ohledně fotografické dokumentace Berouna v r. 1872 děkujeme Muzeu České krasu v Berouně, za konzultaci k problematice časopisecké dokumentace děkujeme Markétě Dlábkové, kurátorce kresby a grafiky 19. stol. sbírky grafiky a kresby Národní galerie Praha. Řadu poznatků a fakticky sbírku fotografií povodní, které zdobí budovy ČHMÚ Praha, jsme získali od Pavla Scheuflera, sběratele historických fotografií a pedagoga v oblasti fotografie. Děkujeme a vzpomínáme na grafiku Zdeňka Mězla, který trpělivě vysvětloval etapy a úskalí práce grafika ilustrátora v 19. století a dnes. Konečně velký dík míří za poskytnutí kopií dříve neznámých snímků Regionálnímu muzeu K. A. Polánka v Žatci.

Literatura:

- ANONYMUS, 1607. Floods. A true report of certaine wonderfull ouerflowings [online]. [cit. 1. 10. 2022]. Dostupné na WWW: <https://www.alamy.com/floods-a-true-report-of-certain-wonderfull-ouerflowings-london-1607-a-scene-showing-a-flood-and-people-drowning-image-taken-from-a-true-report-of-certain-wonderfull-ouerflowings-of-waters-now-lately-insummerset-shire-norfolke-and-other-places-of-england-destroying-many-thousands-of-men-women-and-children-ouerthrowing-and-bearing-downe-whole-townes-and-villages-etc-originally-published-produced-in-london-1607-source-1103e58-language-english-image227160909.html>.
- BOSKO, N., 2019. Exploration of the Sky: The Skies Sketchbook by J. M. W. Turner. *Journal of the Royal Astronomical Society of Canada*, Vol. 114, No. 4, s. 138–150. Dostupné také z WWW: <https://www.rasc.ca/sites/default/files/publications/jrasc2019-aug-lr.pdf>.
- BRÁZDIL, R., DOBROVOLNÝ, P., ELLEDER, L., KAKOS, V., KOTYZA, O. a kol., 2005. Historické a současné povodně v České republice. 1. vyd. Brno – Praha: Masarykova univerzita v Brně, Český hydrometeorologický ústav v Praze, 370 s. Historie počasí a podnebí v českých zemích, sv. 7. ISBN 80-210-3864-0.
- CAMUFFO, D., 2001. Canaletto's paintings open a new window on the relative sea-level rise in Venice. *Journal of Cultural Heritage*, Vol. 4, No. 2, s. 227–281.
- CAMUFFO, D., STURARO, G., 2003. Sixty-cm Submersion of Venice Discovered Thanks to Canaletto's Paintings. *Climatic Change*, Vol. 58, s. 333–343. Dostupné z doi: <https://doi.org/10.1023/A:1023902120717>.
- DEUTSCH, M., PÖRTGE, K. H., 2003. Hochwasserereignisse in Thüringen. Jena: Ministerium für Landwirtschaft, Naturschutz und Umwelt, Freistaat Thüringen, 99 s.
- ELLEDER, L., KULASOVÁ, B., DAÑHELKA, J., 2012a. Přívalová povodeň 25. a 26. května a možnost protipovodňové ochrany. In: Daňhelka, J., Elleder L., eds. 2012. *Vybrané kapitoly z historie povodní a hydrologické služby na území ČR*, Praha: ČHMÚ, s. 100–118. ISBN 978-80-87577-12-7.
- ELLEDER, L., ŠÍROVÁ, J., DRAGON, Z., DAÑHELKA, J. KULASOVÁ, B. ZELENKA, F., RŮŽIČKOVÁ, H. 2012b. Povodeň z 30. ledna až 15. února roku 1862. In: Daňhelka, J., Elleder, L., eds. 2012. *Vybrané kapitoly z historie povodní a hydrologické služby na území ČR*, Praha: ČHMÚ, s. 25–99. ISBN 978-80-87577-12-7.
- ELLEDER, L., ŠÍROVÁ, J., DRAGON, Z., 2014b. Dokumentace mlýnů a jiných venkovských hospodářských objektů poškozených katastrofální povodní v květnu 1872. In: *Vesnické technické objekty 2013*. Sborník referátů ze semináře, Regionální muzeum ve Vysokém mýtě, s. 119–169.
- ELLEDER, L., 2016. Proxydata v hydrologii: Řada pražských průtokových kulminací 1118–1825. Praha: ČHMÚ, 103 s. ISBN 978-80-87577-44-8.
- ELLEDER, L., KREJČÍ, J., RACKO, S., DAÑHELKA, J., ŠÍROVÁ, J., KAŠPÁREK, L., 2020. Reliability check of flash-flood in Central Bohemia on May 25, 1872. *Global Planetary Change*, Vol. 187, No. 4, s. 1–21. ISSN 0921-8181. e-ISSN 1872-6364.
- ELLEDER, L., ŠÍROVÁ, J., 2021. Extrémní povodně v ČR 1118–2021 a jejich mapové zpracování v nové aplikaci Krolmus-MEF. *Meteorologické zprávy*, roč. 74, č. 6, s. 181–187.
- HEC-RAS, 2022. River Analysis System (HEC-RAS) website [online]. [cit. 1. 10. 2022]. Dostupné na WWW: <https://www.hec.usace.army.mil/software/hecras/>.
- JÁNSKÝ, B., 2003. Dynamika zanášení Mladotického jezera. In: *Geomorfologický sborník 2*, geomorfologická konference, Nečtiny 22.–23. 4. ČAG, ZČU v Plzni. Plzeň 2003. Dostupné na WWW: <https://kge.zcu.cz/geomorf/sbornik/texty2/jansky.pdf>.
- KAŠPÁREK, L., 1984. O povodních z let 1872 a 1981 na Litevce a jejich významu pro odhad N-letých průtoků. *Práce a studie – Věda a výzkum v praxi*, č. 7, 56 s. Praha: ČHMÚ.
- KOZÁK, J. T., STÁTNÍKOVÁ, P., MUNZAR, J., JANATA, J., HANČIL, V., 2007. Povodně v českých zemích. Praha, 144 s.
- KŘIVKOVÁ, J., 2001. Povodeň 1872 v povodí Berounky a Blšanky. Analýza a rekonstrukce. Praha: VÚV TGM, v. v. i., 44 s.
- MEF-Krolmus: historické povodně, 2022. Extrémní případy – souhrnná mapa nejvýznamnějších povodní [online]. [cit. 1. 10. 2022]. Dostupné na WWW: <https://chmi.maps.arcgis.com/apps/MapSeries/index.html?appid=dc50b65b4483465cb98c50d4b55df75d>.
- MEF-Krolmus: grafiky, 2022. Povodeň 1872 – obrázky od kreslířů [online]. [cit. 1. 10. 2022]. Dostupné na WWW: <https://chmi.maps.arcgis.com/apps/MapTour/index.html?appid=ce36df9c-117741d99c32218fb4275eb>.
- MEF-Krolmus: F. Chalupa – kresby, 2022. 1872 – putování Františka Chalupy [online]. [cit. 1. 10. 2022]. Dostupné na WWW: <https://chmi.maps.arcgis.com/apps/MapTour/index.html?appid=e8f8bdf7ec7b40559b7ad374f5619bf5>.
- MEF-Krolmus: E. Herold – kresby, 2022. 1872 – Herold [online]. [cit. 1. 10. 2022]. Dostupné na WWW: <https://chmi.maps.arcgis.com/apps/MapTour/index.html?appid=d0ee8ce1e1204056aad7775e7ffcb9ab>.
- MÜLLER, M., KAKOS, V., 2004. Extrémní konvekční bouře v Čechách 25.–26. května 1872. *Meteorologické zprávy*, roč. 57, č. 3, s. 69–77. ISSN 026-1173.
- MUNZAR, J., KYSUČAN, L., 2000a. Povodně v českých zemích v tisících 16. století. Misc. odd. rkp. a st. tisků NK ČR, 15, 1998, 128–140. Praha 2000.
- MUNZAR, J., KYSUČAN, L. 2000b. Starý tisk o povodňové katastrofě v Šumperku v létě 1591. Severní Morava. *Vlastivědný sborník 2011*, roč. 55 (97), s. 43–45. ISSN 0231-6323.
- MUNZAR, J., 2002. The flood in Carlsbad (Bohemia) on 9 May 1582: its causes, damages and response. In: *Proceedings of the International Workshop held at Barcelona, Spain, October 2002*.
- MUNZAR, J., 2011. Nejstarší český povodňový tisk o dvou katastrofách v roce 1591. *Vesmír*, roč. 90, č. 5, s. 300–303. ISSN 0042-4544.
- MUNZAR, J., ONDRÁČEK, S., KYSUČAN, L., 2015. Povodně v českých zemích v 16.–18. století ve světle starých tisků. In: *Knihy a dějiny 22/2015*. s. 23–39.
- ROHR, CH., 2007. Extreme Naturereignisse im Ostalpenraum. Naturerfahrung im Spätmittelalter und am Beginn der Neuzeit. Wien, 640 s. ISBN 3-412-20042-5.
- SEIBOLD, U., 1990. Meteorology in Turner's Paintings. *Interdisciplinary Science Reviews*, Vol. 15, No. 1, s. 77–86. Dostupné z doi: 10.1179/isr.1990.15.1.77.
- SCHERRER AG, 2022. Hochwasser-Hydrologie der Sihl [online]. [cit. 1. 10. 2022]. Dostupné na WWW: http://scherrer-hydrol.ch/aktuell/aelttere_news/sihl.php.
- SCHEUFLEDER, P., 1986. Praha 1848–1914. Praha: Panorama, 291 s.
- SCHEUFLEDER-WEB, 2022. Fotohistorie Pavel Scheufleder [online]. [cit. 1. 10. 2022]. Dostupné na WWW: <http://www.scheufleder.cz/cs-CZ/fotohistorie/fotoarchiv/povodne-v-cechach-historicke-fotografie,21.html>.
- SCHULTE, A., JÁNSKÝ, B., ČESÁK, J., 2011. Lake Mladotice in the Western Czech Republic – Sediments as a Geoarchive for Flood Events and Pre- to Postcommunist Change in Land Use since 1872. *Soil Erosion Studies*. ISBN 978-953-307-710-9. Dostupné na WWW: <https://www.intechopen.com/chapters/23122>.
- SKREJŠOVSKÝ, F., 1872. Zhoubná povodeň v Čechách dne 25. a 26. května r. 1872, Praha.
- TREMPER, J., 2015. Katastrophen. Ihre Entstehung aus dem Bild. Berlin: Verlag Klaus Wagenbach, 155 s. ISBN 978-3803151858.
- ŽÁK, K., ELLEDER, L., 2007. Povodňová historie v krasovém kaňonu řeky Berounky v okolí obce Srbsko v posledních dvou staletích. *Český Kras*, roč. XXXIII, s. 9–15.

Lektoři (Reviewers):

Ing. Adam Vizina, Ph.D., Ing. Ladislav Kašpárek, CSc.

Následky bow echa 23. 6. 2021 v oblasti Jaderné elektrárny Temelín

Consequences of the bow echo on 23 June 2021 in the area of the Temelín Nuclear Power Plant

David Rýva

Český hydrometeorologický ústav
Odbor distančních měření a informací
Gen. Šišky, 143 00 Praha 12-Kamýk

Centrální předpovědní pracoviště
Na Šabatce 2050/17
143 06 Praha 4-Komořany
✉ david.ryva@chmi.cz

Eva Plášilová

Český hydrometeorologický ústav
pobočka České Budějovice
Antala Staška 1177/32
370 07 České Budějovice 7

This article is devoted to significant convectively induced windstorms, which are able to produce severe and widespread damage and especially one event which led to significant damage on critical infrastructure. On June 23 June 2021 in the evening, a rapidly moving MCS with well pronounced bow echo characteristics hit the Temelín nuclear power plant and surroundings, and caused major damage on the main 400 kV extra-high voltage power lines. Despite the related IF2 classified damage, nearby weather stations didn't detect so powerful wind gust which would be able to produce such damage. Based on this event, is evident that fire brigade reports on fallen trees together with damage reports within the European Union are crucial for case studies and verifications. Use of a combination of several types of data, rather than a single type of data, allows us to avoid significant underestimation of these severe weather events.

KLÍČOVÁ SLOVA: bouře konvektivní – bouřka – vichřice – bow echo – derecho – húlava

KEYWORDS: convective storm – thunderstorm – windstorm – bow echo – derecho – wind squall

1. Úvod

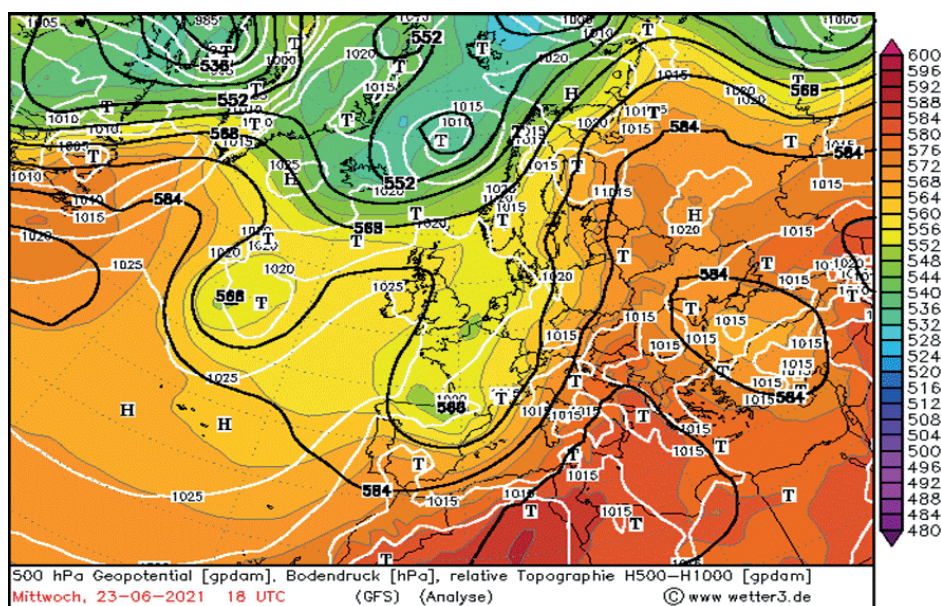
Situace se silnými konvektivními bouřkami doprovázenými nárazovým větrem působícím škody na větší ploše jsou u nás každoroční záležitostí vyskytující se na území Česka několikrát do roka (Rýva 2021). V mnoha případech, kdy dojde k velkému množství menších či větších škod větrem, ale nepozorujeme v datech staniční sítě zdaleka tak vysoké nárazy větru, jak bychom podle

hlášených škod mohli očekávat. Příčiny mohou být různé a na vině může být jednak umístění některých z automatických meteorologických stanic v zástavbě, popř. mezi vysokým porostem v okolí, jednak, a to především, malé měřítko bouřkových jevů. Ty nemusí v plné síle, případně vůbec, zasáhnout některé ze stanic relativně (v porovnání s rozměry jednotlivých buněk konvektivních bouří) velmi řídké staniční sítě. Situaci vykazující právě takové charakteristiky byl i přechod výrazného bow echa v noci z 23. na 24. června 2021. To navzdory většinou nepříliš výrazným změřeným nárazům větru na stanicích způsobilo mj. i značné škody v okolí jaderné elektrárny Temelín (dále JETE), včetně závažných škod na kritické infrastruktuře. Tato událost sice poněkud zanikla vedle ničivého tornáda na jižní Moravě v následující den večer, přesto by z více různých důvodů neměla zapadnout mimo naše povědomí.

Jelikož nejvýraznější škodou byl pád tří velkých stožárů hlavního vedení o napětí 400 kV vyvádějícího výkon jednoho z jaderných bloků do přenosové soustavy, byla situace následně řešena ve spolupráci s pracovníky České elektroenergetické přenosové soustavy (dále ČEPS). Pád stožárů vedl k odstavení jednoho výrobního bloku elektrárny z provozu. Blízká stanice přímo v Temelíně ale změřila nárazy větru pouhých $20 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$. Rovněž pak souhrnné zpracování hlášených škod větrem od HZS, ale i od amatérských pozorovatelů, a jejich porovnání s nárazy větru změřenými na stanicích naznačily další řadu překvapivých skutečností, na které se chceme v tomto článku zaměřit. V neposlední řadě pak detailnější zpracování radarových dat, včetně dat radiálních rychlostí, ukázala ještě na další zajímavé aspekty této situace, které v českém prostředí zatím nejsou příliš známy. Všechna tato zjištění shrnutá v předloženém článku by měla upozornit na výrazná úskalí spoléhání výlučně na staniční měření nejen maximálních nárazů větru při zpětném vyhodnocení bouřkových situací.

2. Situace

Počasí v České republice bylo ve dnech po 20. červnu 2021 určováno zvlněným frontálním rozhraním mezi tropickou vzduchovou hmotou na východě a chladnějším oceánským vzduchem na západě Evropy (obr. 1). Ve vyšších hladinách atmosféry se nad Francií nacházela nepříliš výrazná tlaková níže související s mělkou, ale rozsáhlou brázdou nižšího tlaku vzduchu nad západní Evropou. Na východní – jihovýchodní straně této níže se v rámci výškového frontálního rozhraní nacházelo tryskové proudění. Rychlosti proudění ve vyšších hladinách a při zemi se velmi lišily, což vedlo k výraznému vertikálnímu střihu větru. Jde o jeden z hlavních faktorů ovlivňujících nejen organizaci a intenzitu konvektivních systémů, ale i celý jejich další vývoj a případné přetrvávání po delší dobu v organizované formě.



Obr. 1 Synoptická situace v Evropě a Atlantiku – reanalýza. 23. 6. 2021, 18:00 UTC. Zdroj: www.wetter3.de.

Fig. 1. Reanalysis of the synoptic situation in the north Atlantic and Europe for 23 June 2021, 18:00 UTC. Source: www.wetter3.de.

Zároveň se nad jižní – jihovýchodní část našeho území ve výškách nad 1 km stále dostával teplý a vlhký tropický vzduch i během nočních hodin. Ten poskytoval dostatek energie pro vznik, vývoj a přetrvání konvektivních bouří a spolu se střihem větru i energii pro vznik organizovanějších konvektivních systémů. Hodnoty střihu větru ve vrstvě 0–6 km podle modelových reanalýz dosahovaly $20 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$, přičemž většina střihu větru byla soustředěna do spodní 3 km nad zemským povrchem. To jsou podmínky velmi příhodné pro vznik supercelárních bouří nebo větších konvektivních systémů s výskytem silných húlav. Hodnoty střihu větru a helicity ve spodním 1 km nad povrchem se pohybovaly kolem limitních hodnot obvykle potřebných k případnému vzniku tornád. Vznik tornáda je ale podmíněn i dalšími faktory, jež se v našich podmínkách sejdou jen několikrát do roka.

3. Mechanismy vzniku extrémních nárazů větru v konvektivních bouřích

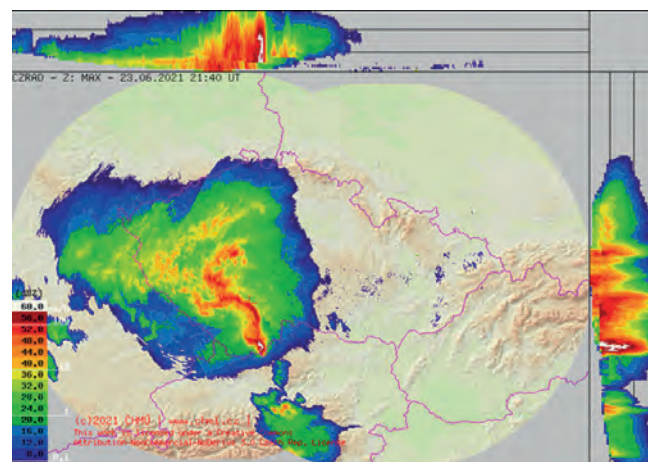
Ve večerních až nočních hodinách přecházel přes velkou část Čech intenzivní mezoměřítkový konvektivní systém (dále MCS). Ten začal vznikat už v odpoledních hodinách nad severní Itálií v alpské oblasti a už zde působil škody větrem. Při svém dalším postupu k severoseverovýchodu postupně nabyl charakteru velmi výrazného bow echa (obr. 2). Pro tento typ MCS jsou typické silné nárazy větru v podobě húlavy, jež obvykle zasahuje velkou oblast, kde lokálně mohou vzniknout i poměrně značné škody větrem.

Vznik silného větru v konvektivních bouřích je často výsledkem spolupůsobení více mechanismů (podrobněji např. Rýva 2015), kdy plošnější silný vítr bývá způsoben výrazným tlakovým gradientem několika hPa na několika málo desítkách kilometrů v rámci postupujícího konvektivního systému. Svou roli u větších konvektivních systémů může sehrát i vytvoření

týlového vtoku (eMS 2022a) do systému ve středních výškách troposféry (RIJ z angl. rear inflow jet) a následný přenos hybnosti k zemskému povrchu prostřednictvím downdraftů (eMS 2022b) bouře (např. Wakimoto 2001).

K lokálně výraznějšímu větru, a to zejména v případě bow echa, může přispět rovněž několik různých mechanismů. Může docházet k výskytu četných downburstů/microburstů (eMS 2022c) nebo jejich větších sérií. Nezanedbatelné škody může působit také zesílení větru v rámci tzv. mezovortexů (např. Wakimoto et al. 2006). Jak už název napovídá, jde o víry malého měřítka (obvykle jednotky km) s vertikální osou rotace, které se tvoří na čele výtoku studeného vzduchu z konvektivního systému. Samozřejmě ani v rámci bow echa nemůžeme vyloučit ojedinělý výskyt tornáda

nebo i více tornád (např. Markovski, Richardson 2012), jež mohou být často vázána právě na ony mezovortexy. S ohledem na terén je pak nutné zvážit i možný vliv tryskového efektu (eMS 2022d) při tečení chladnějšího (tedy s vyšší hustotou) vzduchu z húlavy či downburstu úzkými údolními apod. Všechny tyto mechanismy jsou schopny lokálně způsobit nárazy větru nad $40 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$, v extrémech i kolem $50 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$. Navíc se přidává také vliv velkého množství srážkových částic ve vzduchu, které, hnané větrem, mohou též přispět k většímu dynamickému tlaku na konstrukci a změny v jejím aerodynamickém odporu. Míru tohoto jevu však nedokážeme objektivně posoudit. Je ale tedy možné, že ke kolapsu některých typů konstrukcí může docházet i při o něco nižších rychlostech, než by došlo v případě nárazu v prostředí bez mimořádných srážek.



Obr. 2 Přechod bow echa přes zájmovou oblast pohledem sloučené radarové informace sítě CZRAD. Křížkem je vyznačena poloha Týnu nad Vltavou. Bouře se pohybovala směrem k severovýchodu.

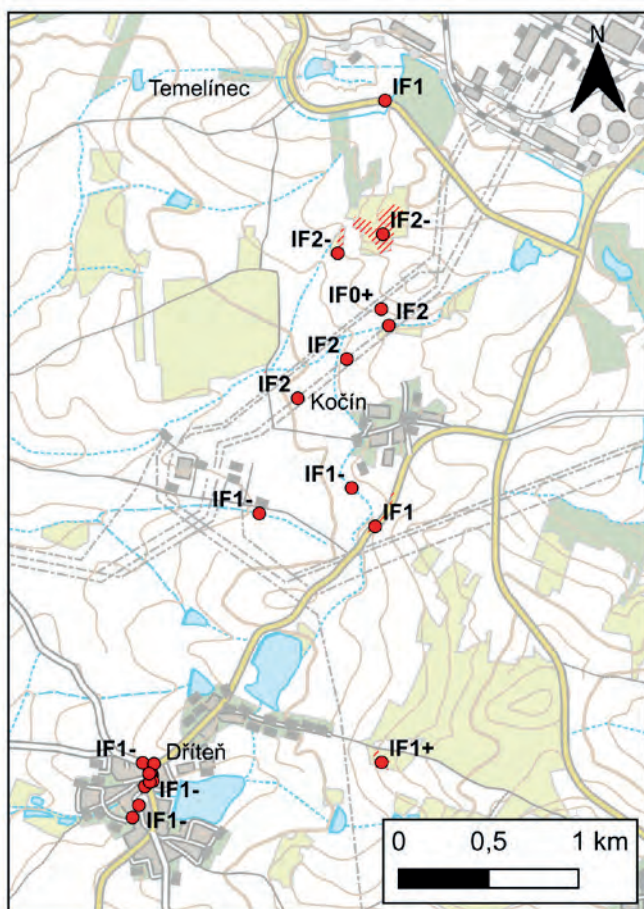
Fig. 2. Parental MCS with well pronounced bow echo characteristics. The red cross indicates a position of the Týn nad Vltavou municipality situated near the Temelín power plant.

Výše zmíněné jevy však mohou působit ve vzájemné kombinaci, což je pravděpodobně příčinou těch opravdu nejextrémnějších nárazů větru v bouřkách. V minulosti už byly velmi lokálně a výjimečně zaznamenány nárazy i přes $60 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ (např. náraz $66,9 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ dne 1. 8. 1983 na letecké základně v Andrews, viz např. Wakimoto 2001) a i v naší oblasti to byly hodnoty přesahující $50 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$, a to nejen na exponovaných horských vrcholech (Sulan 2005).

4. Vzniklé škody a terénní průzkum

Škody způsobené tímto systémem na území Česka jsou dobře patrné ve větší míře od krajního jihu Čech až po Polabí, kde systém již začal slábnout a ztrácet svůj ničivý potenciál. S ohledem na poškození elektrického vedení mezi JETE a Rozvodnou Kočín se pozemní a dronové průzkumy provedené pracovníky ČEPS a ČHMÚ ve spolupráci s Vysokou školou technickou a ekonomickou (dále VŠTE) soustředily na blízké okolí v okruhu do několika kilometrů.

Kromě zničených stožárů elektrického vedení bylo zjištěno množství škod větrem na lesních porostech, zeleni podél silnic a cest, ale i na veřejné zeleni v zasažených obcích (obr. 3). Rovněž došlo k poškození střech, a to zejména v obci Dříteň. Charakter poškození dobře odpovídá působení větru převážně z jednoho směru, ale škody jsou často soustředěny ve velmi



Obr. 3 Mapa škod. Červeně jsou vyznačeny zjištěné výraznější škody na porostech a stavbách včetně stožárů dotčeného vedení 400 kV. Podkladová mapa: ČÚZK.

Fig. 3. Map of the wind damage in surroundings of the teared power lines. Damage classification is based on the International Fujita scale. Background map: ČÚZK.



Obr. 4 Výrazné škody na lesních porostech v okolí strženého úseku elektrického vedení. Zdroj: ČEPS.

Fig. 4. Significant wind damage in near forests. Source: ČEPS.

úzkých pásích o šířce od desítek po stovky metrů. U všech fotograficky zdokumentovaných škod jsme kvůli odhadu možných maximálních nárazů větru dodatečně přiřadili klasifikaci intenzity podle Mezinárodní Fujitovy stupnice (ESSL 2022). Nejvyšší hodnocení v rámci tohoto případu bylo uděleno právě zborceným stožárům elektrického vedení, a to IF2 (odpovídá nárazu větru $60 \pm 18 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$), což je intenzita náležející už silným tornádům. Charakter poškození okolních lesních porostů se velmi různil a větší průseky a polomy větrem vykazovaly škody charakteru IF1 až IF2-. Škody zjištěné na budovách pak odpovídaly všem možným stupňům od IF0- až po IF1+ a vsměš šlo o škody na střešní krytině.

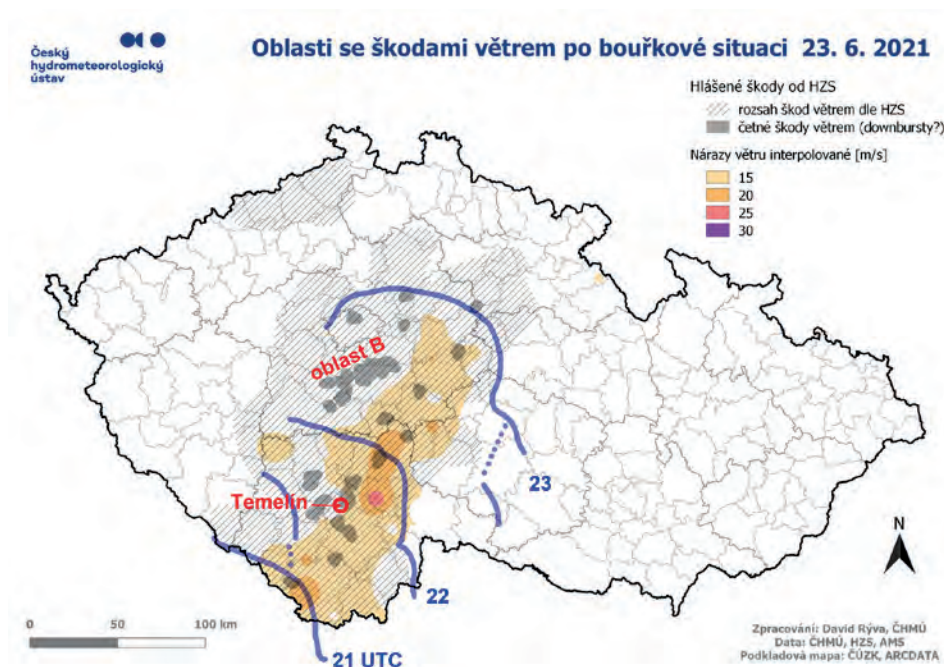
Velmi zajímavé informace přineslo zobrazení naměřených maximálních nárazů větru do mapy (obr. 6) pomocí softwaru CLIDATA GIS a jejich srovnání v programu QGIS se škodami shromážděnými od HZS a amatérských pozorovatelů počasí. Dle očekávání je v dobré shodě blízkost největšího změřeného nárazu větru $27,6 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ na stanici Borkovice a škod v naší zájmové oblasti, tj. v okolí Temelína. Zajímavý je ale jistý posun: naznačuje nejprve výskyt množství škod větrem v několika oddělených ohniscích mimo meteorologické stanice a následný úbytek škod, ale na stanicích se objevovaly silnější nárazy větru.

Oproti situaci na jihu Čech je poměrně překvapivé ještě větší množství hlášených škod větrem v oblasti jižně od Prahy (viz mapa na obr. 6, popis „oblast B“), kde nárazy změřené na stani-



Obr. 5 Jeden ze zlomených stožárů elektrického vedení 400 kV vyvádějícího výkon jednoho z temelínských jaderných bloků. Zdroj: ČEPS.

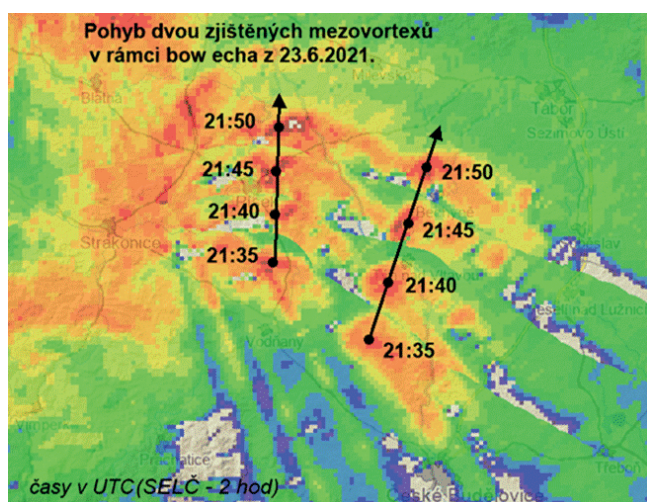
Fig. 5. One of three broken power poles of 400 kV main power line from the Temelín power plant to the near power substation Kočín. Source: ČEPS.



Obr. 6 Mapa srovnávající oblasti s naměřenými nárazy větru alespoň $15 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ na stanicích s hlášenými škodami větrem dle zásahů jednotek HZS a hlášení amatérských meteorologů. Podkladová mapa: ČUZK, ARCDATA.

Fig. 6. Map of wind damage density vs. interpolated maximum wind gusts at weather stations. Background map: ČUZK, ARCDATA.

cích vůbec nepřesáhly $15 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$. V této oblasti ale byly změřeny výrazně vyšší srážkové úhrny za předešlých několik dnů. Navíc u těchto škod není možné přesněji stanovit čas jejich vzniku, protože zde bouře přecházela už v pokročilých nočních hodinách, a tedy většina škod byla nahlášena až druhý den ráno, kdy začali lidé cestovat do zaměstnání a řešili zablokované silnice apod. Nelze tedy jen z této vysoké koncentrace škod větrem usuzovat na to, že by právě zde došlo k ještě větší četnosti výskytu downburstů než v okolí Temelína a nenasvědčují tomu ani data



Obr. 7 Složení radarových dat CAPPI 2 km ze čtyř termínů tak, aby vždy byla vidět nejvýraznější část bouře, ukazuje zesílení odrazivosti ve dvou oblastech v rámci bouřkové linie. Poloha těchto zesílení dobře souhlasí s rotacemi (mezovortexty) zjištěnými dopplerovským měřením. Škody v okolí Temelína způsobil pravý zobrazený mezovortex.

Fig. 7. CAPPI 2 km radar data with indicated positions of two well pronounced mesovortices in 5 min. step.

radarové odrazivosti. Tento případ tak naopak ukazuje i tu skutečnost, že použití jen samotných dat o pádech stromů od HZS k posouzení síly větru by mohlo vést k chybným závěrům.

5. Rozbor dalších dostupných dat

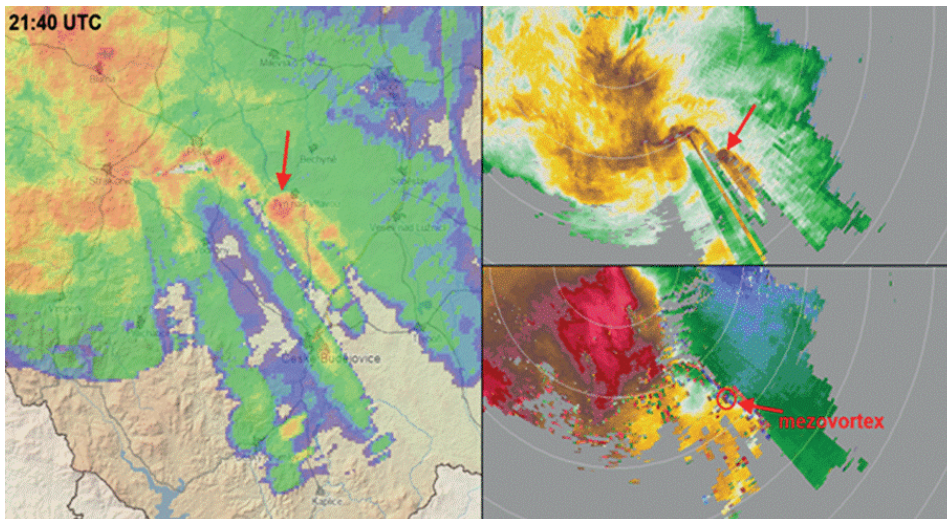
S ohledem na relativní blízkost radaru Brdy jsme se podrobněji zaměřili na analýzu dat naměřených tímto radarem. Už na první pohled jsou v radarových datech patrná drobná zesílení odrazivosti v oblasti čela bow echa v podobě jakýchsi „uzlíků“ v rámci konvektivní linie. Pomocí dopplerovských dat radiálních rychlostí je možné tyto útvary ztotožnit minimálně se dvěma mezovortexty (obr. 7 a 8). Na nich je pak dobře patrná jak samotná rotace, tak výrazné zesílení intenzity srážek, pravděpodobně spojené s výskytem krupobití a zřejmě již zmíněných

downburstů. V rámci mezovortextů obvykle dochází k výraznému zesílení větru díky součtu rychlosti postupu mezovortexu s rychlostí jeho rotace. To tedy mohlo být jednou z příčin výraznějších škod větrem v této úzké oblasti, jež se táhla dále k severovýchodu.

Bohužel data radiálních rychlostí jsou v některých případech filtrována velmi agresivně, a tak v oblasti, kde docházelo ke vzniku škod větrem jižně od Prahy, je velká část dat úplně odstraněna a nedostala se k dalšímu zpracování. To nám bohužel znemožňuje další možné hledání příčin většího množství škod v „oblasti B“. Spolu s neznalostí přesného času vzniku těchto škod, kdy ani nelze s jistotou říct, v které části postupující bouře ke škodám docházelo, by tak šlo o čistou spekulaci bez objektivního podkladu.

6. Diskuze výsledků a závěr

Data z pozemních i leteckých průzkumů potvrzují, že v okolí místa havárie jednoho ze dvou hlavních vedení mezi JETE a Rozvodnou Kočín došlo k velmi výrazným škodám, a to v pásu o šířce řádově vyšších stovek metrů. Charakter poškození naznačuje spíše působení série microburstů než tornáda. Přítomnost menšího tornáda v kombinaci s těmito microbursty sice vyloučit nemůžeme, ale nic konkrétního jí přímo nenasvědčuje. Podle charakteru poškození staveb a lesních porostů v bezprostředním okolí zasaženého úseku vedení lze usuzovat na nárazy větru kolem $40 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ a vyšší. S ohledem na slábnoucí poškození stromů při postupu lesním porostem ve směru od vedení lze předpokládat, že v oblasti opačným směrem, tedy k dotčenému vedení, mohly být nárazy v microburstech ještě silnější. K ničivé síle tohoto jevu se navíc přidává i skutečnost, že vítr v microburstech má výraznou vertikální složku působící směrem dolů a proudění může být velmi turbulentní a nárazo-



Obr. 8 Koláž dat z radaru CAPPI 2 km (vlevo) a PPI 0,3° měření z dopplerovského scanu (vpravo) ukazuje mj. pole dopplerovských radiálních rychlostí s korekcí relativně k pohybu samotného mezovortexu (vpravo dole), kde je velmi dobře patrná rotace mezovortexu (označeno v obrázku). Teplé barvy od žluté přes hnědou až do červené naznačují radiální složku pohybu směrem od radaru, zatímco barvy chladné od zelené přes modrozelenou až po tmavě modrou naznačují pohyb směrem k radaru. V místě mezovortexu je tedy dobře patrná rotace v cyklonálním smyslu, tj. proti směru hodinových ručiček. Paprskovité struktury v obrázku jsou způsobeny útlumem radarového signálu v silných srážkách a zejména v krupobíti.

Fig. 8. Comparison of radar reflectivity and radial velocity as measured by the Brdy Doppler radar. Cold colours indicate negative radial speeds and warm colours indicate positive speeds.

vé. Při výskytu série microburstů může navíc docházet k velmi prudkým změnám větru, a to v rychlosti i směru. Pro vznik extrémních škod větrem tak není nutný ani výskyt tornáda nebo několika tornád, protože obdobné škody dokáží napáchat i jiné jevy, které jsou u nás pravděpodobně i mnohem čtenější než tornáda.

Tato práce přinesla i některá další zjištění. V první řadě se ze zpětně doplněných dat o škodách a nárazech větru ze zahraničí (z databáze ESWD 2022) podařilo zjistit, že škody větrem začal tento konvektivní systém působit již na severu Itálie v alpské oblasti. Celková délka zjištěného pásu škod větrem tak přesahuje 500 km a je možné, že tedy mohlo jít o další případ derecha, jež zasáhlo území ČR. Pro zajímavost můžeme zmínit, že další derecho následovalo po necelém týdnu, večer 29. června 2021.

Tato situace zároveň velmi výrazně ukazuje na skutečnost, že zpětná vyhodnocení konvektivních situací nelze dělat jen na základě jednoho typu dat, a to ani samotných kvantitativních dat staničních měření. Konvektivní bouře jsou jevem natolik lokálním a lokálně variabilním, že i naše staniční síť, ač patří k nejhustějším ve světě, je pro takové použití velmi řídká, a mnohé nejsilnější jevy hodnocené jen na základě dat z těchto stanic tak bývají často podhodnoceny, nebo dokonce zcela přehlédnuty. Vždy je tedy nutné přihlídnout k více zdrojům dat včetně takových, jakými jsou například i hlášené škody od amatérských pozorovatelů. Velkým přínosem je také existence a stále širší fungování databáze ESWD pod záštitou Evropské laboratoře silných bouří (ESSL), jejíž data jsou stále častěji využívána i v rámci plnění úkolů v ČHMÚ. Výraznou pomocí může být také připravovaný systém hlášení výskytu nebezpečných jevů od amatérských lovců bouří přímo z terénu, ale i od ostatních obyvatel zasažené oblastí, například prostřednictvím webové nebo mobilní aplikace.

Poděkování:

Velké díky patří pracovníkům ČEPS za vstřícnou a velmi aktivní spolupráci, ale i svolení k použití jejich fotografií vzniklých škod. Stejně tak bychom rádi poděkovali všem, kteří se podíleli na terénním průzkumu a reportování škod, ale i těm, kteří pracovali na jejich odstraňování, aby vše mohlo opět fungovat tak, jak má. Rovněž děkujeme oběma recenzentům a redakční radě MZ za cenné podněty vedoucí ke zkvalitnění tohoto článku.

Literatura:

- eMS, 2022a. Vtok týlový [online]. Česká meteorologická společnost [cit. 2. 12. 2022]. Dostupné z WWW: <http://slovník.cmes.cz/vyklad/cs/v>.
- eMS, 2022b. Downdraft [online]. Česká meteorologická společnost [cit. 2. 12. 2022]. Dostupné z WWW: <http://slovník.cmes.cz/vyklad/cs/d>.
- eMS, 2022c. Downburst [online]. Česká meteorologická společnost [cit. 2. 12. 2022]. Dostupné z WWW: <http://slovník.cmes.cz/vyklad/cs/d>.
- eMS, 2022d. Efekt tryskový [online]. Česká meteorologická společnost [cit. 2. 12. 2022]. Dostupné z WWW: <http://slovník.cmes.cz/vyklad/cs/v>.
- ESSL, 2022. International Fujita Scale [online]. European Severe Storm Laboratory [cit. 2. 12. 2022]. Dostupné z WWW: <https://www.essl.org/cms/international-fujita-scale/>.
- ESWD, 2022. European Severe Weather Database [online]. European Severe Storm Laboratory [cit. 2. 12. 2022]. Dostupné z WWW: <https://www.eswd.eu/>.
- MARKOWSKI, P., RICHARDSON, Y., 2010. Mesoscale Meteorology in Midlatitudes. Wiley-Blackwell. ISBN 978-0-470-74213-6.
- RÝVA, D., 2016. Výskyt jevu derecho na území ČR. *Meteorologické zprávy*, roč. 69, č. 3, s. 83–89. ISSN 0026-1173.
- RÝVA, D., 2021. Databáze výskytu konvektivních húlav v ČR za období 1969–2020. *Meteorologické zprávy*, roč. 74, č. 6, s. 174–180. ISSN 0026-1173.
- SULAN, J., 2005. „Noční“ tornádo v Krušných horách 29. 7. 2005 [online]. ČHMÚ, AMS [cit. 2. 12. 2022]. Dostupné z WWW: <https://www.tornada-cz.cz/pripady/krusne-hory:a90.html/>.
- WAKIMOTO, R. M., MURPHEY, H. V., DAVIS, C., ATKINS, N. T., 2006. High Winds Generated by Bow Echoes. Part II: The Relationship between the Mesovortices and Damaging Straight-Line Winds, *Monthly Weather Review*, Vol. 134, s. 2813–2829, DOI:10.1175/MWR3216.1.
- WAKIMOTO, R. M., 2001. Convectively Driven High Wind Events. *Meteorological monographs*, Vol. 28, Number 50, Severe Convective Storms, Edited by C. A. Doswell III, s. 255–298. ISBN 1-878220-41-1.

Lektoři (Reviewers):

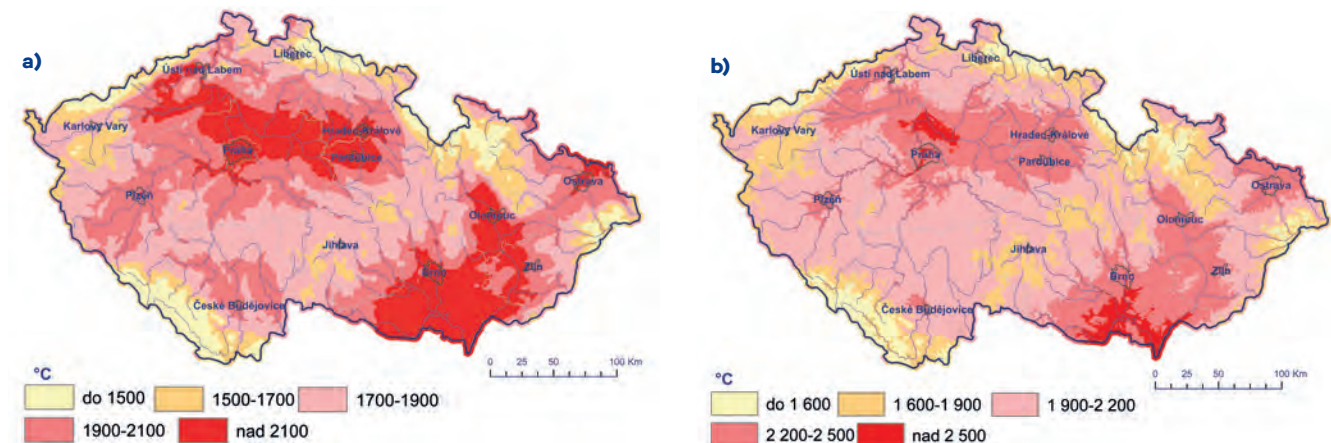
RNDr. Roman Volný, Mgr. Radek Tomáš

POČASÍ A ROSTLINY

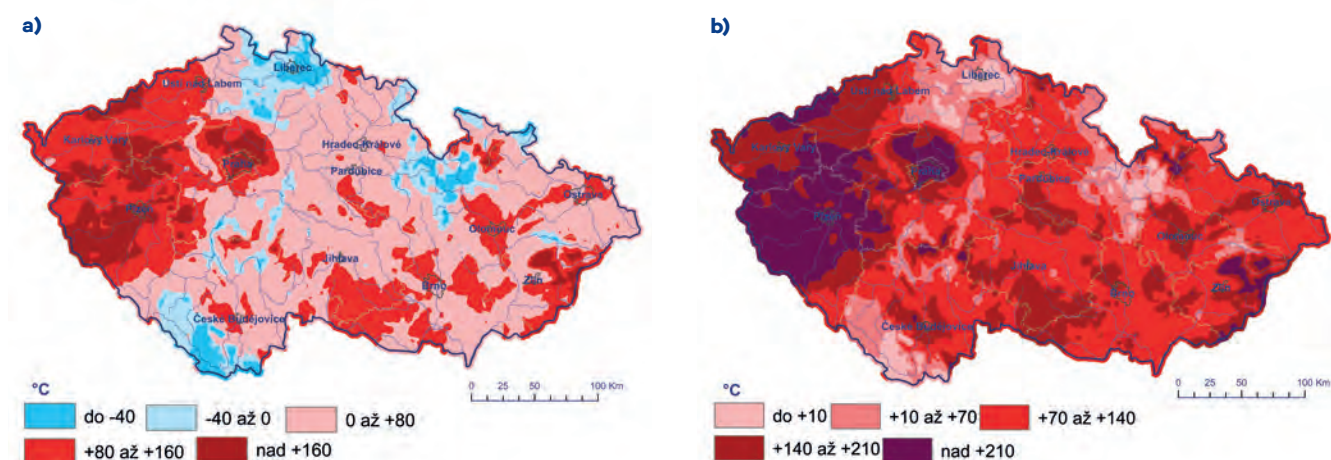
Fenologický vývoj na území ČR v září a říjnu 2022

V tomto čísle vyhodnotíme časové období od 1. ledna do 31. října 2022.

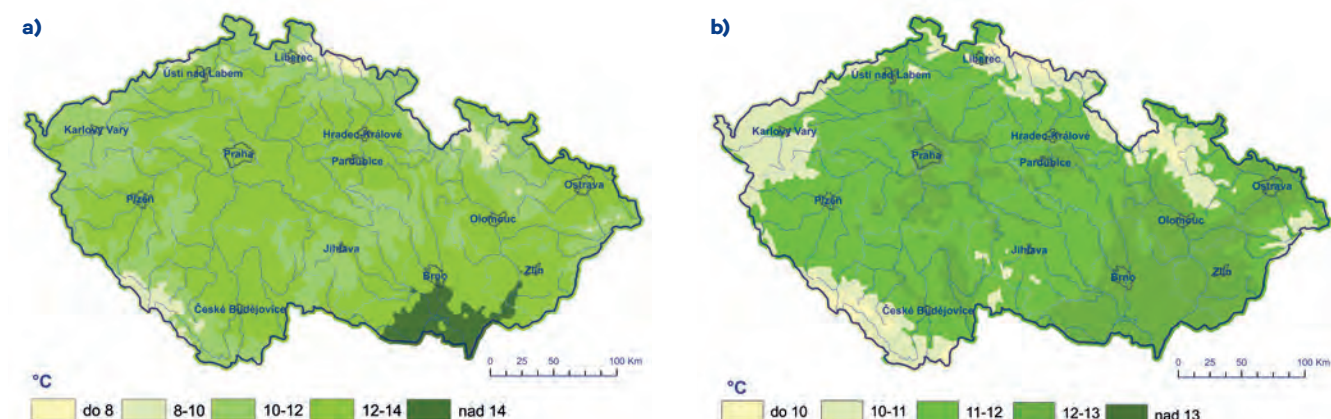
Celkovou sumu efektivních teplot nad 5 °C od 1. 1. 2022 do 30. 9. 2022 a 31. 10. 2022 a její srovnání s normálem 1991–2020 zobrazují následující mapy (obr. 1, 2). Absolutní hodnoty sumy efektivních teplot vzduchu nad 5 °C byly v září v rozmezí od 1 500 do 2 100 °C (v roce 2021 byly hodnoty v rozmezí 1 200 až 2 000 °C), v říjnu od 1 600 do 2 500 °C (v roce 2021 byly hodnoty v rozmezí 1 300 až 2 100 °C). Nejvyšší hodnoty byly naměřeny na jižní a severní Moravě, v Polabské nížině a v části Poohří, na Olomoucku a v okolí Prahy. Odchylky od



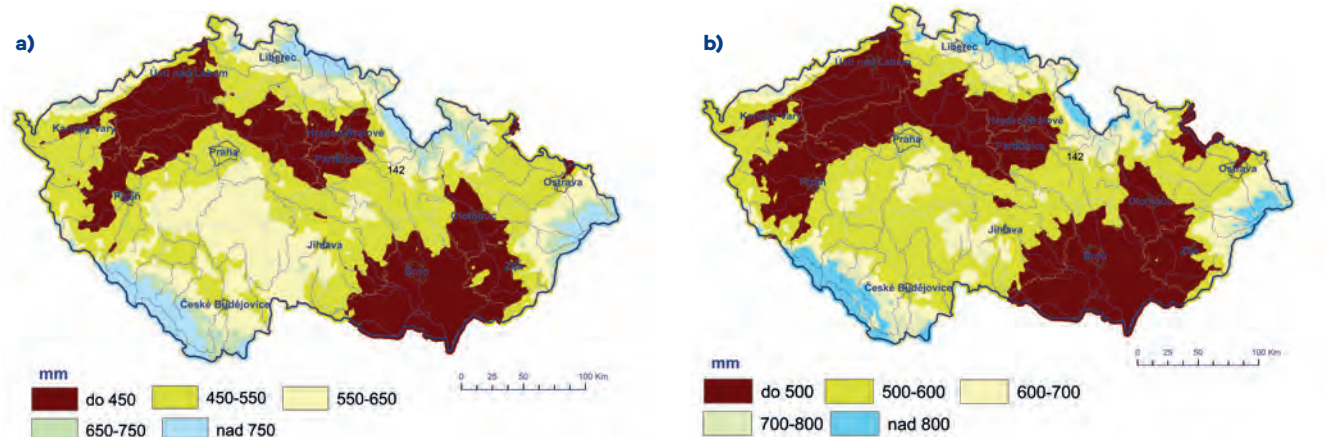
Obr. 1 Suma efektivních teplot vzduchu nad 5 °C od 1. 1. 2022 do 30. 9. 2022 (a) a do 31. 10. 2022 (b).



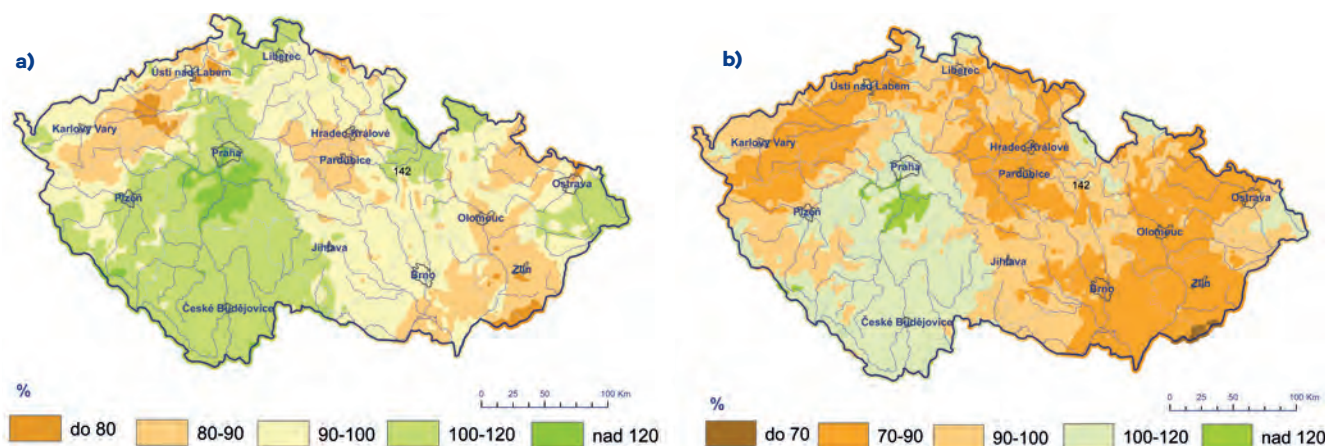
Obr. 2 Suma efektivních teplot vzduchu nad 5 °C – odchylka od normálu 1991–2020 od 1. 1. 2022 do 30. 9. 2022 (a) a do 31. 10. 2022 (b).



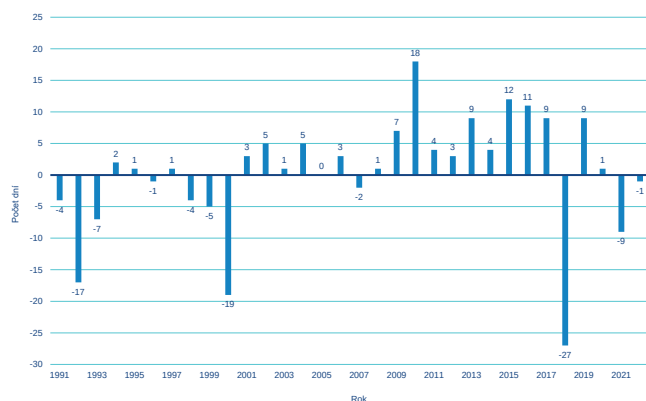
Obr. 3 Průměrná denní teplota půdy v hloubce 10 cm dne 30. 9. 2022 (a) a 31. 10. 2022 (b).



Obr. 4 Kumulativní úhrn srážek k 30. 9. 2022 (a) a 31. 10. 2022 (b).



Obr. 5 Kumulativní úhrn srážek (procenta normálu 1991–2020) k 30. 9. 2022 (a) a 31. 10. 2022 (b).



Obr. 6 Žloutnutí listů 10 % habru obecného (odchylky od průměru), stanice Benešov (345 m n. m.).

normálu 1991–2020 byly v září na části území záporné (např. ve Frýdlantském a Šluknovském výběžku, na Šumavě či na severní Moravě). V říjnu byly na celém území kladné v rozmezí +10 až +210 °C, byl výrazný rozdíl mezi západní a východní částí republiky.

Průměrná denní teplota půdy v hloubce 10 cm dne 30. 9. 2022 byla v rozmezí 8–14 °C a k 31. 10. 2022 byla 10 až 13 °C (obr. 3). V roce 2021 byly hodnoty v říjnu výrazně nižší 6 až 9 °C.

Kumulativní úhrn atmosférických srážek od 1. 1. 2022 do 30. 9. 2022 a 31. 10. 2022 včetně procentického vyjádření normálu 1991–2020 je vykreslen na obrázku 4 a 5. Nejvyšší



Obr. 7 Barvy podzimu.



Obr. 8 Druhé kvetení šeříku – lokalita v Českém Středohoří.

kumulativní úhrn srážek byl zaznamenán v západních a severozápadních Čechách, v Polabí a dále na jižní Moravě, Olomoucku, Zlínsku a částečně i na Ostravsku. Ve srovnání s normálem 1991–2020 dosahovaly hodnoty na většině na území 70 až 120 % normálu.

V září probíhalo dozrávání plodů, např. jabloní, hrušní, dubů, lísek či révy vinné. A v průběhu září a října se pomalu začaly zabarvovat listy rostlin.

Proč se vlastně na podzim zbarvují listy? Zelené zbarvení listů je způsobeno chlorofylem (tato barviva získala svůj název z řeckého chloros – zelený). Ten v době vegetace zachycuje sluneční energii a díky fotosyntéze vytváří látky důležité pro stavbu rostliny. Není to ale jen chlorofyl, který je v listech obsažen. Je v nich i několik žlutých a oranžových barviv. S odcházejícím létem klesá aktivita fotosyntézy a pomalu se začíná rozkládat i zelený chlorofyl. Ten uvolňuje místo pro žlutá a oranžová barviva, která se nazývají karotenoidy. Tato barviva jsou proti rozkladu podstatně odolnější a zůstávají proto v listech i po rozkladu chlorofylů.

Žloutnutí listů 10 % habru obecného (odchylky od průměru 1991–2020) na stanici Benešov (345 m n. m.) je uvedeno na obr. 6.

Vzhledem k extrémně teplému průběhu října a dostatečnému množství vláhy (září bylo chladnější, ale vlhčí) byl opad listů výrazně pomalejší než v předchozím roce. Proto jsme si mohli užívat barvy podzimu ještě na konci října (obr. 7).

A díky teplému průběhu října (na mnoha meteorologických stanicích byly v říjnu 2022 zaznamenány extrémně vysoké maximální teploty vzduchu pro tento měsíc, na stanici Kašperské Hory byl dokonce 30. 10. 2022 zaznamenán letní den – maximální teplota vzduchu činila 25,4 °C) jsme zaznamenali některé fenologické abnormality – např. v Českém Středohoří podruhé rozkvetl šeřík (obr. 8).

Příroda je připravena na období vegetačního klidu, o tom více v dalším čísle.

Lenka Hájková

INFORMACE – RECENZE

Meteorologické polární družice série JPSS

Dne 10. listopadu 2022 byla vypuštěna nová meteorologická družice, JPSS-2. Jedná se o druhou družici série *Joint Polar Satellite System* (JPSS). Družice JPSS jsou nástupcem dosavadních amerických polárních družic série NOAA-POES (*National Oceanic and Atmospheric Administration – Polar-orbiting Operational Environmental Satellites*), které byly vybaveny dnes již legendárním přístrojem AVHRR (*Advanced Very High Resolution Radiometer*). První družicí NOAA, nesoucí přístroj AVHRR, byl TIROS-N (1978–1981), následovaný družicemi NOAA-6 (1979–1987) až NOAA-19 (2009 – dodnes). Kromě družic NOAA jsou přístrojem AVHRR (verze 3) vybaveny i evropské družice Metop (první generace) provozované organizací EUMETSAT. V současnosti jsou v provozu Metop-B a Metop-C, Metop-A byl již deaktivován a je umístěn na sestupové dráze.

Prototypem družic série JPSS byla družice Suomi-NPP, vypuštěná 28. 10. 2011. Družice NPP a celá série JPSS původně měla být společným programem NOAA, NASA (*National Aeronautics and Space Administration*) a amerického ministerstva obrany.

Americká armáda ale nakonec (v roce 2010) společný program opustila, jedná se tedy nyní o čistě civilní společný projekt organizací NOAA a NASA. Od této spolupráce je odvozen i název družice NPP – National Polar Partnership. Později (2012) byla družice přejmenována na Suomi-NPP, na počest profesora



Obr. 1 Umělecké ztvárnění vzhledu družice JPSS-2 (NOAA-21) na oběžné dráze Země. Zdroj: <https://www.nesdis.noaa.gov/real-time-imagery/videos/animations-media/jpss-2-rendering-gallery>.

Vernera E. Suomiho, považované ho za jednoho ze zakladatelů družicové meteorologie v USA. Tato družice se nyní též alternativně označuje jako S-NPP nebo SNPP.

Na družici S-NPP navázaly již operativní družice série JPSS, přičemž první z nich, JPSS-1, byla vypuštěna 18. 11. 2017. Po dosažení oběžné dráhy a plném zprovoznění byla přejmenována na NOAA-20. Druhou družicí série JPSS je nedávno, 10. 11. 2022, vypuštěná JPSS-2, operativně NOAA-21, viz obr. 1. Následovat by měly ještě dvě další družice, JPSS-3 (předběžně plánovaný start v roce 2026) a JPSS-4 (2031). Plánovaná minimální životnost družic JPSS je 7 let, lze však předpokládat delší dobu funkčnosti jednotlivých družic. U družice S-NPP byla plánovaná životnost 5 let, družice je však plně funkční i po 11 letech provozu.

Vybavení družic S-NPP a série JPSS je téměř identické, tvoří je následující přístroje:

- Visible Infrared Imaging Radiometer Suite (VIIRS)
- Cross-Track Infrared Sounder (CrIS)
- Advanced Technology Microwave Sounder (ATMS)
- Ozone Mapping and Profiler Suite (OMPS)
- Clouds and the Earth's Radiant Energy System (CERES)
- Libera

Zatímco první čtyři přístroje (VIIRS, CrIS, ATMS a OMPS) nalezneme na všech družicích S-NPP a JPSS-1 až JPSS-4, přístroj CERES byl umístěn pouze na S-NPP a JPSS-1, jeho nástupce Libera bude zahrnut pouze na JPSS-3. Rozmístění těchto přístrojů na družicích S-NPP a JPSS-1 (NOAA-20) je znázorněno na obr. 2.

CrIS a ATMS jsou přístroje pro družicovou vertikální sondáž atmosféry, OMPS je zaměřen na monitorování stratosférického ozonu a troposférických aerosolů. CERES a Libera jsou přístroje na měření celkové radiační bilance Země a její atmosféry. Podrobnosti ke všem těmto přístrojům lze nalézt v práci Gold-

Tab. 1 Spektrální kanály přístroje VIIRS, seřazené dle střední vlnové délky jednotlivých kanálů. Kanály ve vyšším 375 m rozlišení (označované jako Image bands) jsou zvýrazněny červeně, kanály ve standardním 750 m rozlišení (Moderate bands) černě. Speciální „noční“ kanál DNB je označen modře.

Označení kanálu	Střední vlnová délka [μm]	Rozlišení [m]		Označení kanálu	Střední vlnová délka [μm]	Rozlišení [m]
M1	0,412	750		M9	1,38	750
M2	0,445	750		M10	1,61	750
M3	0,488	750		I3	1,61	375
M4	0,555	750		M11	2,25	750
I1	0,640	375		M12	3,70	750
M5	0,672	750		I4	3,74	375
M6	0,745	750		M13	4,05	750
I2	0,865	375		M14	8,55	750
M7	0,865	750		M15	10,76	750
DNB	0,70	750		I5	11,45	375
M8	1,24	750		M16	12,01	750

berga a kol. (2018), nebo na níže uvedených internetových odkazech.

VIIRS je považován za přímého nástupce přístrojů AVHRR (družice NOAA-POES a Metop 1 až 3) a MODIS (*Moderate Resolution Imaging Spectroradiometer*, družice Terra a Aqua). Jedná se o přístroj pro pořizování snímků ve viditelném až tepelném záření; vzhledem k jeho významu v rámci příprav na Meteosat třetí generace (MTG, *Meteosat Third Generation*) je podrobněji popsán níže.

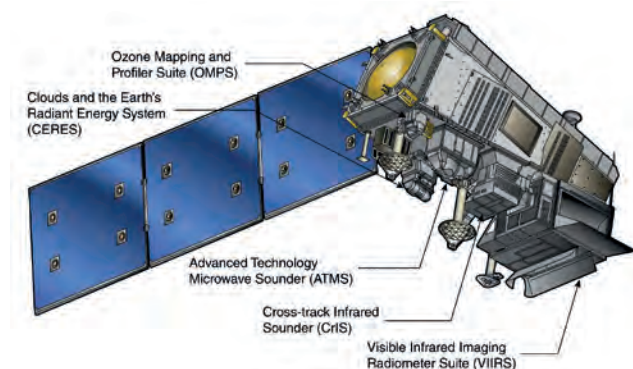
Visible Infrared Imaging Radiometer Suite (VIIRS)

Přístroj VIIRS má celkem 22 spektrálních kanálů, přičemž pět z nich poskytuje data v rozlišení (velikosti pixlu) 375 m, zbývajících 17 kanálů v rozlišení 750 m. Jednotlivé kanály, seřazené dle střední vlnové délky, jsou uvedeny v tab. 1.

Kanály v rozsahu 0,4 až 0,9 μm jsou umístěny ve viditelném až blízkém infračerveném (IR) pásmu, jsou využívány především pro monitorování vlastností zemského povrchu a hladiny vodních ploch (např. vegetace a planktonu, rozsahu sněhové pokrývky a ledovců, ...), detekci aerosolů, ale např. i tvorbu snímků v pravých barvách (True Color RGB). Kanály v pásmu 1 až 4 μm jsou hlavním zdrojem informací o mikrofyzice oblačnosti a pro detekci požárů. Kanály od 8 do 12 μm se nachází v atmosférických oknech, jedná se o klasické tepelné kanály. Přístroj VIIRS nemá žádný z kanálů umístěný v pásmu absorpce vodní párou, O₃ či CO₂.

Speciálním kanálem je DNB (*Day/Night Band*), někdy nepřesně označovaný jako „přístroj“. Jedná se o kanál VIIRS s velmi vysokou citlivostí, navržený pro různé noční aplikace (Miller et al. 2013; Setvák 2015). Kromě nočního monitorování oblačnosti (za noci s měsíčním svitem) je široce využíván pro detekci umělých světél (světla měst i izolovaných zdrojů, světelný smog), monitorování polárních září či přirozeného svitu noční oblohy (*airglow*, resp. *nightglow*). Speciálním využitím je detekce gravitačních vln v hladinách výskytu *nightglow*, generovaných různými zdroji (např. Miller et al. 2015; Bednář a Setvák 2015; Smith et al. 2020), příklad viz obr. 3.

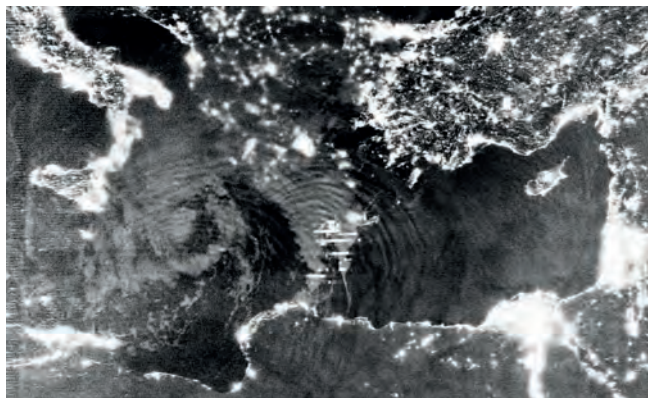
Přístroj VIIRS je rovněž hlavním zdrojem dat pro simulaci budoucích kanálů přístroje FCI (*Flexible Combined Imager*) družic Meteosat třetí generace (MTG, *Meteosat Third Generation*), a to jak z hlediska geometrického rozlišení, tak nových spektrálních kanálů FCI. Z nových kanálů FCI, dostupných na VIIRS,



Obr. 2 Schéma družic S-NPP a JPSS-1 (NOAA-20) a rozmístění jednotlivých přístrojů. Zdroj: https://www.star.nesdis.noaa.gov/smcd/viirs_vi_web/images/suomi_npp_diagram.jpg.

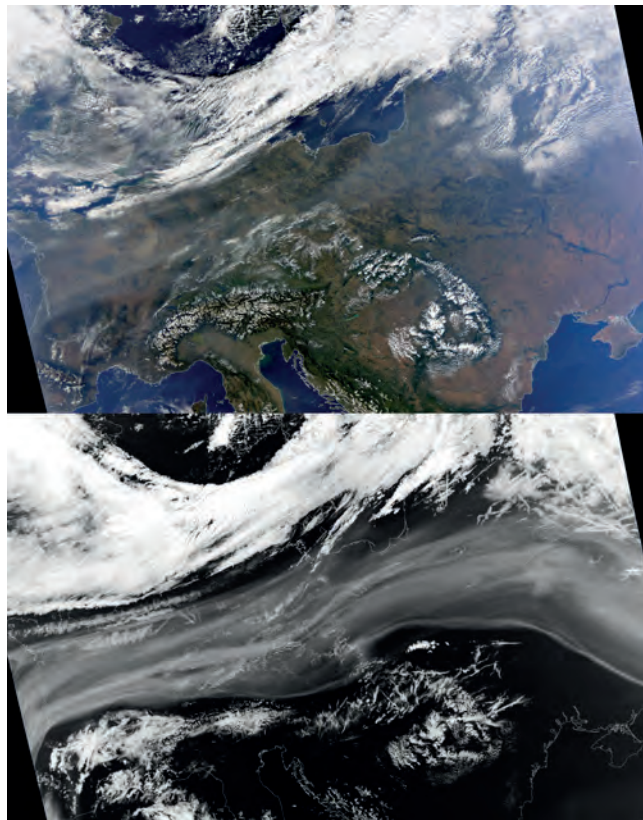
je asi jedním z nejzajímavějších kanálů v pásmu $1,38\ \mu\text{m}$. Díky silné absorpci slunečního záření troposférickou vodní párou je tento kanál využitelný pro efektivnější detekci velmi řídkých cirů (obr. 4). Kromě toho je tento kanál citlivý i na řídké aerosoly (i v nižších hladinách troposféry), které jsou jen obtížně či vůbec detekovatelné jinými pasivními družicovými kanály, viz např. obr. 5.

V družicovém oddělení ČHMÚ je přístroj VIIRS využíván od počátku jeho dostupnosti především v různých studiích konvektivních bouří, řešených v rámci výzkumného a vývojového programu MŽP „Dlouhodobá koncepce rozvoje výzkumné organizace“, DKRVO ČHMÚ 2018–2022, do kterého je zapojeno i družicové oddělení ČHMÚ. V posledních několika letech byla data VIIRS využívána i v rámci příprav na družice MTG (jak v rámci DKRVO, tak ve spolupráci s organizací EUMETSAT). Družicové oddělení ČHMÚ rovněž chystá zprovoznění rutinního zpracování dat VIIRS pro operativní využití.

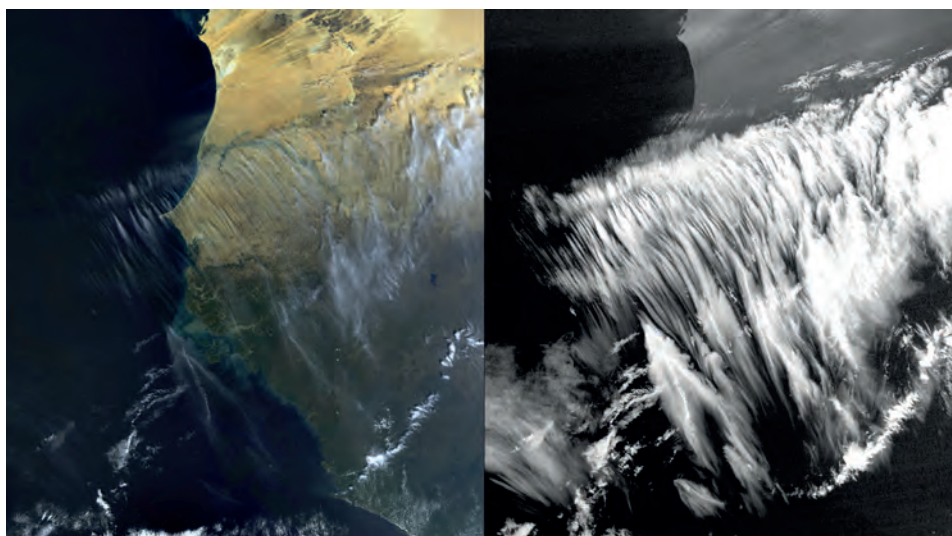


Obr. 3 Příklad gravitačních vln v nightglow, vygenerovaných konvektivními bouřemi ve východní části Středomoří, zachycených 15. 10. 2021 družicí S-NPP v kanálu DNB přístroje VIIRS. Zdroj originálních L1B dat: archive NOAA CLASS (<https://www.avl.class.noaa.gov>), zpracování autor.

Globální využití dat VIIRS je samozřejmě podstatně širší, než co zahrnují ukázky uvedené v tomto krátkém příspěvku, určitou představu o rozsahu využití a produktech odvozených z přístroje VIIRS lze získat např. na posledních dvou odkazech v internetových zdrojích.



Obr. 5 Pás řídkých aerosolů (kouř z požárů v Kalifornii) táhnoucí se přes Evropu k východu. Zachyceno družicí NOAA-20 přístrojem VIIRS. Horní snímek je RGB kombinací blížící se reálným barvám (kanály M5, M4 a M1), dolní snímek kanál M9 ($1,38\ \mu\text{m}$). Zdroj originálních L1B dat: archive NOAA CLASS (<https://www.avl.class.noaa.gov>), zpracování autor.



Obr. 4 Velmi řídké ciry nad západní Afrikou, zachycené přístrojem VIIRS družice S-NPP dne 9. 1. 2020 v odpoledních hodinách. Vlevo snímek v pravých barvách (True Color RGB, kanály M5, M4 a M3), vpravo tytéž ciry v kanálu M9 ($1,38\ \mu\text{m}$). Zdroj originálních L1B dat: archive NOAA CLASS (<https://www.avl.class.noaa.gov>), zpracování autor.

Internetové zdroje:

https://www.jpss.noaa.gov/mission_and_instruments.html

<https://www.nesdis.noaa.gov/current-satellite-missions/currently-flying/joint-polar-satellite-system> <https://www.eoportal.org/satellite-missions/suomi-npp>

<https://www.eoportal.org/satellite-missions/noaa-20>

<https://www.eoportal.org/satellite-missions/jpss-2>

https://www.star.nesdis.noaa.gov/jpss/JRSS_products.php

https://www.star.nesdis.noaa.gov/jpss/JRSS_publications.php

Literatura:

- BEDNÁŘ J., SETVÁK M., 2015. Přirozený svit noční oblohy a vlnové děje v atmosféře. *Meteorologické zprávy*, roč. **68**, č. 4, s. 108–115. ISSN 0026-1173.
- GOLDBERG, M. D., CIKANEK, H. A., ZHOU, L., PRICE, J., 2018. The Joint Polar Satellite System. *Comprehensive Remote Sensing*, Vol. 1, s. 91–118. Dostupné z: <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-409548-9.10314-8>.
- MILLER, S. D., STRAKA, W., III, MILLS, S. P., ELVIDGE, C. D., LEE, T. F. et al., 2013. Illuminating the Capabilities of the Suomi National Polar-Orbiting Partnership (NPP) Visible Infrared Imaging Radiometer Suite (VIIRS) Day/Night Band. *Remote Sensing*, roč. **5**, s. 6717–6766. Dostupné z: <https://doi.org/10.3390/rs5126717>.
- MILLER, S. D., STRAKA, W. C., YUE, J., SMITH, S. M., ALEXANDER, J. et al., 2015. Upper atmospheric gravity wave details revealed in nightglow satellite imagery. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, roč. **112**, č. 49, s. E6728–E6735. Dostupné z: <https://doi.org/10.1073/pnas.1508084112>.
- SETVÁK, M., 2015. Noční pohledy na Zemi přístrojem Day/Night Band družice Suomi-NPP. *Československý časopis pro fyziku*, roč. **65**, č. 5–6, s. 315–319. ISSN 0009-0700.
- SMITH, S. M., SETVÁK, M., BELETSKY, Y., BAUMGARDNER, J., MENDILLO, M., 2020. Mesospheric gravity wave momentum flux associated with a large thunderstorm complex. *Journal of Geophysical Research: Atmospheres*, roč. **125**, e2020JD033381. Dostupné z: <https://doi.org/10.1029/2020JD033381>.

Martin Setvák

Mezinárodní ADCP Regatta

Zkratka ADCP (Acoustic Doppler Current Profiler) vyjadřuje označení pro přístroje pro měření průtoku, které v posledních dvou dekádách prodělaly značný technologický rozvoj, a tím přispěly ke zpřesnění primárních hydrologických dat nejen v rámci ČHMÚ, ale i globálně. ČHMÚ, konkrétně Oddělení aplikované hydrologie (OAH) v Jablonci nad Nisou, má za úkol implementovat nové technologie do hydrometrické praxe a díky zkušenostem i investicím za posledních 10 let lze dnes považovat hydrometrické zabezpečení ústavu za srovnatelné se světovou špičkou (USA, Kanada, Francie). Již od roku 2015 se pracovníci ČHMÚ měřící s ADCP přístroji pravidelně scházejí ve Vranově nad Dyjí, kde jsou v rámci praktického workshopu představeny nejen základy měření, ale i novinky v oblasti hydrometrie, vyhodnocovací software a další praktické zkušenosti spojené s touto metodou měření průtoku. Princip porovnávacích měření (ADCP regat)

spočívá v nalezení vhodného profilu, kde lze měřit širokým spektrem ADCP přístrojů. Porovnání výsledků měření jednotlivými přístroji s celkovým průměrem všech výsledků měření, při dodržení jednotného nastavení a manipulace, vede k odhalení výrazných odchylek, které mohou indikovat poruchu přístroje. Takto vedené porovnávací měření mnoha ADCP přístroji je dostatečně přesnou, levnější, a především dostupnější formou verifikace přístrojů oproti kalibracím v certifikovaných laboratořích.

Základní motivací pro uspořádání podobného workshopu v mezinárodním měřítku bylo sjednocení techniky měření s ADCP přístroji a vyhodnocení průtoku nejen s partnery z okruhu přeshraniční spolupráce (Slovensko, Německo, Polsko, Rakousko), ale i s dalšími hydrologickými službami, které používají ADCP přístroje (Francie, Maďarsko, Slovinsko, Španělsko). Značnou podporu, finanční, komunikační i personální, poskytla Světová meteorologická organizace (WMO), která řeší metodiku posuzování nejistoty měření ADCP v rámci expertní skupiny (Project X). Cílem této skupiny, jejíž členové odborně zašitili jednotné vyhodnocení výsledků měření jednotlivých ADCP přístrojů na ADCP regatě, je připravit metodický návod na organizaci podobných setkání a poskytnout ho celé WMO komunitě v příštích měsících.

Nedílným a velmi zásadním přínosem celé akce je samozřejmě i osobní setkání podobně zaměřených odborníků, výměna poznatků a zkušeností a v neposlední řadě i navázání nových kontaktů pro vzájemnou spolupráci.

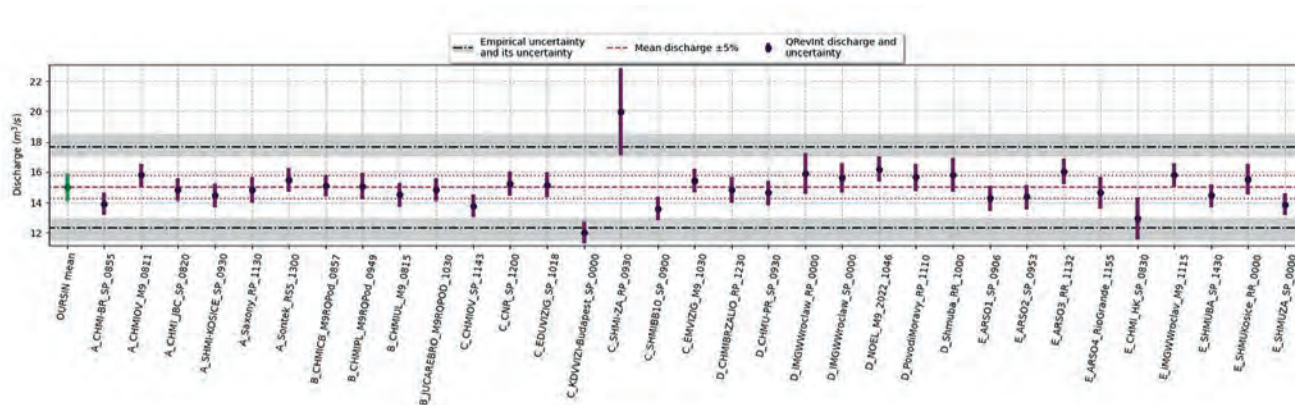
V pohostinném zázemí Penzionu M, přímo u Vranovské přehrady, se v termínu 13.–15. 9. 2022 sešlo celkem 83 účastníků z 11 evropských států zastupujících 16 organizací. Odpoledne prvního dne bylo věnováno prezentacím jednotlivých hydrologických služeb, institucí a zástupců výrobců ADCP přístrojů. Navíc se virtuálně připojili členové skupiny Project X z Kanady. Organizační stránku měřicí kampaně prezentoval mgr. Jan Jiráček, iniciátor celé této akce. Všichni účastníci byli seznámeni s podmínkami měření a časovým harmonogramem. Pro účely úspěšného porovnávacího měření byla na základě předchozích regat v této lokalitě stanovena maximální kapacita 36 ADCP přístrojů, které mohly operovat na pěti vymezených příčných profilech (A–E). Jednotliví účastníci tak byli ve finále zařazeni do 30 týmů o 2 až 5 členech, jejichž úkolem bylo provést co nejkvalitnější měření průtoku ve stanoveném profilu podle předepsaného nastavení pro jednotlivé ADCP přístroje. Za ČHMÚ se zúčastnilo 27 zaměstnanců, kteří se nejen aktivně podíleli na měření průtoku, ale také pomáhali s organizací.



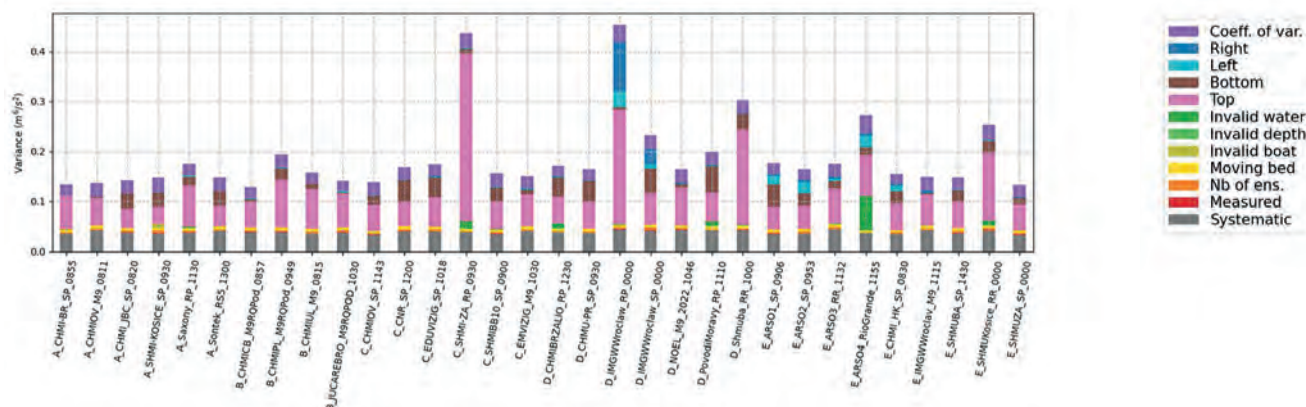
Obr. 1 ADCPs měření se konalo v profilu Vranov Hamry.



Obr. 2 Úsek toku z dronu s chipsy na hladině v místě konání workshopu.



Obr. 3 Graf výsledků měření průtoku jednotlivých ADCP přístrojů.



Obr. 4 Graf nejistot měření jednotlivých přístrojů ADCP.

Díky pozici lokality pod VD Vranov a ve spolupráci s vedením Povodí Moravy s. p. a E.ON Energie, a.s. byl pro potřeby akce vymezen téměř šestihodinový interval stabilního odtoku z nádrže, který garantoval měření za jednotného vodního stavu na přilehlé hydrologické stanici Vranov-Hamry (DBCN: 434000). Místy poměrně intenzivní, ale naštěstí krátké, dešťové přehánky neměly vliv ani na vodní stav a již vůbec na operátory ADCP, kteří i v diskomfortních podmínkách prováděli přejezdy ADCP přístrojů pomocí instalovaných ručních lanovek. Pro účastníky s čluny na dálkové ovládání byl vymezen úsek pro volný pohyb napříč tokem. Po odeznění srážkové epizody bylo možné použít dron s kamerou pro záznam přechodu „cornchipsového“ mraku na hladině toku, který byl součástí metody měření průtoku zvané LSPIV (Large Scale Particle Image Velocimetry). Tato metoda spočívá v záznamu pohybu těles na hladině toku. Rychlost pohybu těles je vyhodnocena v několika profilech a následně je jim přiřazena odpovídající plocha příčného profilu. Pro potřeby měření povrchových rychlostí proudění byl použit ekologický materiál ve formě rozložitelných kukuřičných chipsů. Vedle záznamu z dronu šlo využít také záznam z klasických kamer v mobilních přístrojích. Jako jisté ověření metody LSPIV posloužila pevně napnutá lanovka se zavěšeným přístrojem RP 30, který na základě odrazu radarových vln dokáže změřit povrchovou rychlost proudění v několika pozicích. Celkové tak bylo na ADCP regaté získáno 40 výsledků měření průtoku (36× ADCP přístroji, 1× radarem RP 30, 3× metodou LSPIV). Výsledky měření byly porovnány s platnou měrnou křivkou průtoku v přilehlé vodoměrné stanici.

Od všech podílejících se týmů byly shromážděny pouze hrubé výsledky měření ve stanoveném formátu, aby mohly být

všechny jednotlivě vyhodnoceny pomocí programu QRevInt. Toto vyhodnocení uskutečnili dvojice účastníků z Francie (INRAE) Jérôme Le Coz a Blaise Calmel, kteří mají na podobně obsáhlé datové balíčky připravené skripty s názornými grafickými výstupy. I přes velmi omezený čas bylo možné následující den ráno prezentovat předběžně zpracované výsledky ze všech měření a přehledně vyjádřit převládající zdroje nejistoty u jednotlivých měření. Obecně lze většinu měření ADCP přístroji charakterizovat jako úspěšnou, potvrzující průměrnou hodnotu průtoku v intervalu $\pm 5\%$. Díky vzájemnému porovnání výsledků měření byly odhaleny některé výrazné odchylky v měření, jejichž příčinu bude nutné analyzovat detailnějším testem nejlépe v laboratorních podmínkách. Za použití nutných korekcí v programu QRevInt byl vypočten průměrný průtok ze všech ADCP měření o hodnotě $15,0 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ s obalovým 5% intervalem $[14,25 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}; 15,75 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}]$. Tomuto intervalu vyhovělo 23 výsledků měření, 10 výsledků měření bylo mimo 5% interval, ovšem stále v poměrně dostačující kvalitě v rámci širšího 8% intervalu.

V navazující analýze byla vypočtena i celková průměrná nejistota měření metodou OURSIN U95 o hodnotě 5,7 % na niž měla největší dílčí podíl (25 %) nejistota v extrapolaci rychlosti proudění svrchní vrstvy (ružová barva) příčného profilu. Doplnkové hodnoty z měření s přístrojem RP 30 ($14,561 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$) a nejpřesnější ze tří pokusů metodou LSPIV ($14,995 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$) vykazují velmi kvalitní parametry, a jsou tak srovnatelné s celkovým průměrem z měření ADCP přístroji. Bližší popis průběhu měření a hlubší analýzu výsledků měření bude obsahovat závěrečná zpráva, která bude publikována během roku 2023. Pro více informací lze navštívit webové stránky akce (<https://>

Nr.	ADCP team name	Device
1	ARSO1	SP
2	ARSO2	SP
3	CNR	SP
4	EDUVIZIG (Győr)	SP
5	EMVIZIG (Miskolc)	M9
6	CHMI - BR	SP
7	CHMI - CB	M9 rQPOD
8	CHMI - HK	SP
9	CHMI - JBC	SP
10	CHMI - OV	M9 rQPOD
11	CHMI - PL	M9 rQPOD
12	CHMI - PR	SP
13	CHMI - UL	M9 rQPOD
14	IMGW - PIB (Warszawa)	M9
15	IMGW - PIB (Wrocław)	M9
16	INRAE	SP (CHMI)
17	JUCAR-EBRO	M9 rQPOD (CHMI)
18	KDVVIZIG (Budapest)	SP
19	NOEL1	M9
20	NOEL2	RS5
21	Poland IMGW	M9
22	PfFUK	M9
23	Saxony	RiverPro
24	SHMI - Bánská Bystrica	SP
25	SHMI - Bratislava	RiverRay
26	SHMI - Košice	SP
27	SHMI - Žilina	RiverPro
28	SonTek	RS5
29	Teledyne	SP srs
30	Via Donau	SP



Obr. 5 Workshopu se účastnilo celkem 83 účastníků z 11 evropských států zastupujících 16 organizací.

info.chmi.cz/konference/regatta2022/), kde jsou k dispozici ke stažení i všechny výsledky měření.

Závěrem je nutné poděkovat všem zaměstnancům ČHMÚ, kteří se podíleli na velmi úspěšné organizaci celého setkání. Zjištění, že v regionu střední Evropy se všechny hydrologické služby a jejich pracovníci potýkají se stejnými problémy a nedostatky, je do jisté míry povzbuzující i zavazující ke spolupráci. V Oddělení aplikované hydrologie věříme, že na Mezinárodní ADCP regatu budou v příštích letech navazovat podobné akce, které rozšíří znalosti i obzory zaměstnanců ČHMÚ.

Libor Ducháček, Jan Jiráček

Rekonstrukce meteorologické stanice na významném vrcholu Šumavy

V rámci širší spolupráce několika nadšenců a organizací se podařilo zrekonstruovat a významně vylepšit stav a měření meteorologické stanice Smrčina v oblasti jihovýchodní Šumavy. Původní stanice, kterou vyrobila firma Fiedler AMS s.r.o. a jejímž vlastníkem je Správa NP Šumava, byla instalována na vrcholu stejnojmenné hory už v roce 2007. Postupem času, vlivem změn a drsných klimatických podmínek na této lokalitě vykazovalo měření parametrů postupně nevyhovující stav.

Smrčina je významným vrcholem Šumavy, je to její nejjižnější a zároveň nejvýchodnější „třináctistovka“, přes kterou prochází kromě turistických tras i státní hranice s Rakouskem. Na české straně měří nejvyšší bod 1 332,5 m n. m. a na rakouské straně se udává nejvyššímu bodu s názvem Hochficht nadmořská výška 1 338 m. Zde se zároveň nachází jedna z horních stanic známého a oblíbeného stejnojmenného lyžařského střediska. Masív Smrčiny je také významný z přírodovědného hlediska. Kromě toho, že je pramennou oblastí s výraznou akumulací sněhu, se zde nachází jeden z nejrozsáhlejších lesních komplexů smíšeného lesa na Šumavě, který je domovem pro mnoho zajímavých druhů rostlin a živočichů. V nejvyšších partiích se navíc zachovala z části vzrostlá horská smrčina, která na rozdíl třeba od vrcholových oblastí hřebenu Trojmezí či centrálního hřebene Šumavy nebo Jezerní hory odolala kompletnímu plošnému rozpadu lesa vlivem kůrovcové kalamity. Dá se proto říci, že v mnoha těchto ohledech je vrchol Smrčiny v rámci celého hraničního hřebene Šumavy jedinečným.



Rekonstrukce meteorologické stanice Smrčina v oblasti jihovýchodní Šumavy.

To byly další pádné důvody, díky kterým započala snaha zde vylepšit a standardizovat meteorologická měření, a to pro dokumentaci aktuálního stavu a dalšího vývoje klimatických podmínek na této výjimečné lokalitě nejvyšších poloh Šumavy. Za tímto účelem spojili síly amatérští meteorologové Šumavy s pracovníky Správy NP Šumava, Ústavu pro hydrodynamiku, v. v. i. a Fakulty zemědělské a technologické Jihočeské univerzity v Českých Budějovicích a za významné pomoci Horské služby Šumava provedli počátkem listopadu 2022 rekonstrukci dosavadní meteorologické stanice. Obdobná spolupráce dala před lety vznik i dalším meteorologickým stanicím na vrcholech Šumavy v polohách nad 1 300 m n. m., jako jsou Plechý, Blatný vrch, Jezerní hora, Poledník nebo Boubín. Data z těchto meteorologických stanic slouží jednak k výzkumným aktivitám a jednak je díky zavedenému standardu přebírá Český hydrometeorologický ústav, ať už pro příslušná klimatologická zpracování, nebo jako podklady pro Hlásnou a předpovědní povodňovou službu v rámci Systému integrované výstražné služby. Zde se osvědčila zejména intenzivní spolupráce v problematice automatického měření výšky sněhové pokrývky a souběžných expedičních měření charakteristik sněhu, protože sněhová pokrývka je ve vyšších polohách Šumavy jedním z nejvýznamnějších fenoménů, jež významně ovlivňuje tamní i okolní klimatické, hydrologické a ekologické podmínky, potažmo život obyvatel a turismus na Šumavě. Široká spolupráce v meteorologickém a hydroekologickém monitoringu Šumavy s využitím automatických meteorologických stanic a nových technologií přináší výsledky pro výzkum, vzdělání i veřejnost a je mj. motivována také projektem Strategie AV21 (konkrétně programem „Voda pro život“), jehož hlavním mottem je „špičkový výzkum ve veřejném zájmu“.

Nově zrekonstruovaná meteorologická stanice Smrčina měří v nadmořské výšce téměř 1 330 m v automatizovaném režimu a kromě teploty a vlhkosti vzduchu zaznamenává rychlost a směr větru, kapalně srážky, teplotu půdy a výšku sněhové pokrývky. Stanice se nachází v 1. zóně národního parku, není tedy volně přístupná, ale díky svému automatickému provozu je prakticky bezúdržbová a její okolí je monitorováno kamerovým systémem. Na aktuální data s týdenní historií je možné nahlížet na webu pocasi-volary.cz, stejně jako na měřené údaje z dalších lokalit Šumavy. Příložený snímek prezentuje zmiňovanou meteorologickou stanici s nejbližším okolím při rekonstrukci a s částečným průhledem k přehradní nádrži Lipno, čímž se zároveň sluší takto také všem zúčastněným poděkovat za příkladnou spolupráci.

Jan Procházka, Miroslav Tesař, Ivo Rolčík a kol.

Nevydařený pokus o normalizaci v meteorologickém názvosloví

Výraz „normalizace“, aspoň u nás starších, vyvolává vzpomínku na stav naší společnosti, který trval tři poslední dekády minulého století. Paradoxně v něm bylo normálního málo a k normálu ani neměřoval. Normalizace však také znamená stanovení předpisů (norem) o jednotlivých rozměrech, tvarech, jakostech apod., mající za úkol sjednocení (Klimeš 1981). Normalizaci v tomto smyslu bylo i pořizování názvoslovné meteorologické normy, o níž se zmínili v tomto časopise ve výborné přehledové studii M. Müller a P. Zacharov (2022), když poznamenali, že „K. Krška...připravil normu Názvoslovie meteorologie, která však nikdy nevstoupila v platnost“. Přestože výrok autorů je pravdivý a žádné nové dílo nevzniklo, již kvůli budoucím historikům meteorologie se patří uvedenou činnost zaznamenat, protože v naší meteorologii byla ojedinělá

a vyžadovala jisté úsilí a čas, které byly nakonec promarněny. Mohou být zajímavé i okolnosti přípravy meteorologických norem.

Někdy v osmdesátých letech 20. století údajně z popudu Státní komise pro vědeckotechnický a investiční rozvoj vlády ČSSR se měla uskutečnit revize všech tehdy platných norem technických oborů a měly být provedeny jejich úpravy a doplnění, což byl záměr záslužný. Normalizace se měla týkat i norem názvoslovných. Poměrně rozsáhlou akcí revize a zpracování norem tak uskutečňovalo také Vodní hospodářství Ministerstva lesního a vodního hospodářství ČSR a Ministerstva lesního a vodního hospodářství SSR. České ministerstvo se věnovalo normám z hydrologie a vodního hospodářství, kterých bylo několik, a jejich výkladovým jazykem byla čeština. Slovenské ministerstvo rozhodlo o vytvoření meteorologické normy, a to nikoliv technické, nýbrž názvoslovné. Předlohou nové normy měla být československá norma ČSN 73 6530. *Vodní hospodářství. Názvosloví hydrologie*. Řešitelem normy Názvoslovie meteorologie se stal bratislavský Hydroconsult a zpracovatelem Slovenský hydrometeorologický ústav, jehož ředitel pověřil vypracováním návrhu normy RNDr. Karla Kršku. Základním podkladovým materiálem k vypracování normy se stal rukopis Meteorologického slovníku výkladového a terminologického autorského kolektivu vedeného B. Sobiškem (1993).

Z porad, které se konaly v budově Hydroconsultu, vyplynula potřeba rozdělení meteorologických termínů do dvou norem (jedna norma může obsahovat maximálně 500 termínů), a proto byla založena ještě norma Názvoslovie klimatologie, jejímž zpracováním byla pověřena RNDr. Mária Tekušová, pracovnice Úseku klimatologie a čistoty ovzduší SHMÚ, předtím dlouho působící ve Středisku radiolokační a družicové meteorologie na Malém Javorníku. Návrh první normy, již byl ponechán název *Názvoslovie meteorologie a která měla jako oborová norma značení ON 01 0106*, vypracoval osmičlenný kolektiv pracovníků Úseku synoptické a letecké meteorologie SHMÚ pod vedením K. Kršky. Obsahoval přibližně 450 termínů rozdělených do jedenácti kapitol, 11 obrázků a abecední seznam slovenských a českých názvů. Výklad byl ve slovenštině a stejně jako v příbuzné hydrologické formě byly uvedeny také ruské, německé, anglické a francouzské názvy a samozřejmě také české. Po druhé oponentuře byla práce na návrhu ukončena a čekalo se, až dosáhne podobného stupně zpracování druhá norma. Obě normy měly totiž projít společným závěrečným oponentním řízením a podmínkou bylo jejich současné vydání tiskem. Práce na klimatologické normě však příliš nepokročily a po politickém převratu v roce 1989 normalizace i v meteorologii vzala zaskvě. Kdyby tomu bylo bývalo jinak, mohly meteorologické názvoslovné normy předběhnout meteorologický slovník, který byl v podstatě dokončen v roce 1987, avšak vydání se dočkal až v roce 1993. A to by byla ironie.

Literatura:

- KLIMEŠ, L., 1981. Slovník cizích slov. Praha: Státní pedagogické nakladatelství, 792 s.
- MÜLLER, M., ZACHAROV, P., 2022. Vývoj českých meteorologických slovníků v mezinárodním kontextu. *Meteorologické zprávy*, roč. 75, č. 4, s. 117–122. ISSN 0026-1173.
- SOBIŠEK, B. et al., 1993. Meteorologický slovník výkladový a terminologický. Praha: Academia a Ministerstvo životního prostředí České republiky, 594 s. ISBN 80-85368-45-5.
- Vodné hospodářstvo. Názvoslovie meteorologie. Bratislava: Hydroconsult (rkp.). 156 s.

Karel Krška

VEŘEJNÁ SPECIALIZOVANÁ KNIHOVNA

Českého hydrometeorologického ústavu

Specializovaná knihovna ČHMÚ je veřejnou knihovnou, s fondem zaměřeným na meteorologii, klimatologii, kvalitu ovzduší – imise, emise, hydrometeorologie, jakost vody, operativní hydrologie – hydrologické předpovědi, hydrologické služby, vodní bilance povodí řek a regionů a informační oblasti ochrany ovzduší.



- **Katalog knihovny: biblio.chmi.cz**

Vyhledávání v databázi knih, periodik, výzkumných zpráv a článků z časopisů. Knihovní fond, který obsahuje přibližně 28 000 knihovních jednotek a je průběžně doplňován.

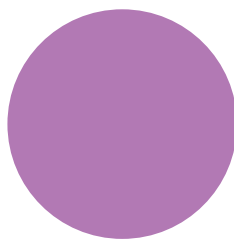
- **Díla nedostupná na trhu: <https://ndk.cz/>**

Zpřístupnění děl nedostupných na trhu prostřednictvím Národní digitální knihovny Národní knihovny ČR.

- **Přístup do databáze časopisů a knih vydavatelství ELSEVIER**

Science Direct (například Atmospheric Environment, Journal of Hydrology)
Databáze obsahuje plné texty od roku 1994. Nově je k dispozici i výběr e-knih.
Přístup je možný z počítačové sítě ČHMÚ.

- **Zahraniční časopisy**

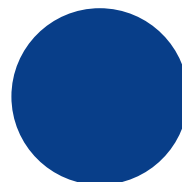


biblio.chmi.cz

Kontakt: Český hydrometeorologický ústav, Na Šabatce 2050/17
143 06 Praha 412-Komořany, tel.: 244 032 733

Výpůjční doba: Pondělí až čtvrtek: 8:00 – 11:30 hod., 12:00 – 15:00 hod.
Pátek: 8:00 – 11:30 hod., 12:00 – 14:00 hod.

Návštěva je možná i mimo výpůjční dobu po telefonické domluvě.



**Český
hydrometeorologický
ústav**



Meteorologické zprávy

Meteorological
Bulletin

Odborný recenzovaný časopis se zaměřením na meteorologii, klimatologii, kvalitu ovzduší a hydrologii. Dvuměsíčník

Reviewed journal specialized in meteorology, climatology, air quality and hydrology. Bi-monthly

Vydavatel (redakce) – Publishers

Český hydrometeorologický ústav, Na Šabatce 2050/17,
143 06 Praha 4-Komořany

Czech Hydrometeorological Institute, Na Šabatce 2050/17,
143 06 Praha 4-Komořany, Czech Republic

e-mail: mz@chmi.cz, casmz.chmi.cz

Vedoucí redaktor – Chief Editor

R. Tolasz, Český hydrometeorologický ústav, Ostrava, Česká republika

Redaktor – Assistant Editor

H. Stehlíková, Český hydrometeorologický ústav, Praha, Česká republika

Redakční rada – Editorial Board

J. Bednář, Univerzita Karlova, Praha, Česká republika

R. Brožková, Český hydrometeorologický ústav, Praha, Česká republika

R. Čekal, Český hydrometeorologický ústav, Praha, Česká republika

Z. Horký, Praha, Česká republika

F. Hudec, Univerzita obrany, Brno, Česká republika

I. Hůnová, Český hydrometeorologický ústav, Praha, Česká republika

P. Huszár, Univerzita Karlova, Praha, Česká republika

M. Kašpar, Ústav fyziky atmosféry AV ČR, Praha, Česká republika

K. Krška, Brno, Česká republika

M. Lapin, Univerzita Komenského, Bratislava, Slovenská republika

F. Neuwirth, Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik, Wien, Austria

L. Němec, Český hydrometeorologický ústav, Praha, Česká republika

V. Pastirčák, Bratislava, Slovenská republika

E. Plavcová, Ústav fyziky atmosféry AV ČR, Praha, Česká republika

D. Řezáčová, Ústav fyziky atmosféry AV ČR, Praha, Česká republika

M. Setvák, Český hydrometeorologický ústav, Praha, Česká republika

J. Strachota, Praha, Česká republika

J. Sulan, Český hydrometeorologický ústav, Plzeň, Česká republika

F. Šopko, Český hydrometeorologický ústav, Praha, Česká republika

A. Vizina, Výzkumný ústav vodohospodářský T. G. Masaryka, v. v. i., Praha, Česká republika

H. Vondráčková, Praha, Česká republika

V. Voženílek, Univerzita Palackého v Olomouci, Olomouc, Česká republika

Abstracting and Indexing:

Meteorological and Geostrophysical Abstracts

Tisk:

COLORA PrintHouse s. r. o., Husova 373/29, 757 01 Valašské Meziříčí

ISSN 0026-1173

Registrační číslo MK ČR E 5107

© Meteorologické zprávy, Český hydrometeorologický ústav