

Meteorologické zprávy

ROČNÍK
74–2021

6

**168 Jak se změnila atmosférická depozice síry a dusíku
v našich lesích za poslední čtvrtstoletí?**

Iva Hůnová – Pavel Kurfürst – Hana Škáchová

174 Databáze výskytu konvektivních húlav v ČR za období 1969–2020

David Rýva

**181 Extrémní povodně v ČR 1118–2021 a jejich mapové zpracování
v nové aplikaci Krolmus-MEF**

Libor Elleder – Jolana Šírová

Meteorological
Bulletin

Český
hydrometeorologický
ústav



168 How has atmospheric deposition of sulphur and nitrogen in our forests changed over the last quarter century?

Iva Hůnová – Pavel Kurfürst – Hana Škáchová

174 Database of convective wind squalls in Czechia during 1969–2020 period

David Rýva

181 Extreme floods in Bohemia 1118–2021 and their map representation using the new Krolmus-MEF application

Libor Elleder – Jolana Šírová

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

Jak se změnila atmosférická depozice síry a dusíku v našich lesích za poslední čtvrtstoletí?

How has atmospheric deposition of sulphur and nitrogen in our forests changed over the last quarter century?

Iva Hůnová, Pavel Kurfürst, Hana Škáchová

Český hydrometeorologický ústav
oddělení informačního systému kvality ovzduší
Na Šabatce 17, 143 06 Praha 4-Komořany
iva.hunova@chmi.cz

Atmospheric deposition is an important self-cleaning process of the Earth's atmosphere. On the contrary, however, it affects ecosystems, either directly or via hydrosphere and pedosphere, due to the excessive inputs of ambient air pollutants. Sulphur and nitrogen belong to the biogenic elements essential for functioning of a living cell. However, their enhanced inputs affect adversely the environment. For this reason, sulphur and nitrogen deposition fluxes are carefully monitored and studied world-wide. This study presents the long-term spatial changes in sulphur and nitrogen total deposition on the Czech forests between 1995 and 2019. Our results indicate substantial decrease in sulphur deposition, with the best improvement in the Krušné hory, the mountain area worst affected in the past by sulphur emissions originating from thermal power plants burning the local low-quality lignite, the region then on nicknamed the "Black Triangle". Nitrogen deposition changes exhibit similar spatial pattern, nevertheless, the improvement of annual deposition flux over last 25 years in absolute values is less impressive. Whereas the maximum decrease in sulphur deposition equals nearly $20 \text{ g} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{year}^{-1}$, the value in nitrogen deposition is just $3 \text{ g} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{year}^{-1}$. In spite of the above improvements, deposition flux of nitrogen is still among the factors adversely affecting the Czech forests.

KLÍČOVÁ SLOVA: depozice atmosférická – síra – dusík – lesy

KEYWORDS: atmospheric deposition – sulphur – nitrogen – forests

1. Úvod

Atmosférická depozice je významný proces samočištění atmosféry, při kterém na jedné straně dochází ke snižování imisních koncentrací látek v ovzduší, na straně druhé pak

ovšem vstupují znečišťující látky do jiných složek prostředí, tedy do vody, půdy a bioty (Seinfeld, Pandis 2006). Jde o významný environmentální proces s řadou závažných důsledků pro ekosystémy (Johnson, Lindberg 1991; Erisman, Draaijers 1995). Proto jsou depoziční toky látek, a to zejména látek environmentálně významných, mezi které patří nepochybně síra a dusík, soustavně monitorovány a studovány (Amodio et al. 2014).

Síra a dusík patří k biogenním prvkům, tedy k těm, jejichž přítomnost v buňce je zcela nezbytná pro správnou funkci všech živých organismů (Marschner 1995; Sutar et al. 2017). V míře nadbytečné však naopak škodí, jak bylo doloženo řadou experimentálních studií i terénních pozorování. Člověk svou činností přispívá k narušení jejich biogeochemických cyklů a nadměrný přísun síry a dusíku do prostředí negativně ovlivňuje ekosystémy. To se projevuje zejména acidifikací a eutrofizací prostředí, změnami v dostupnosti půdních živin a v neposlední řadě i změnou biodiverzity (Bell, Treshow 2002; Bobbink, Roelofs 1995; Forsius et al. 2005; Galloway et al. 2008; Dirnböck et al. 2014).

Střední Evropa a zejména oblast nechvalně známého Černého trojúhelníku, hraničního regionu mezi Polskem, Německem a Českou republikou, patřily v minulosti k regionům nejvíce zasaženým vysokou depozicí síry a dusíku v důsledku kumulace velkých emisních zdrojů vypouštějících enormní množství emisí oxidu siřičitého (SO_2) a oxidů dusíku (NO_x). Emise těchto látek u nás i ve střední Evropě dosahovaly maxima v sedmdesátých a osmdesátých letech dvacátého století a projevy se řadou negativních důsledků v podobě zvýšené nemocnosti a úmrtnosti, i rozpadem lesních ekosystémů (Kubíková 1991; Moldan, Schnoor 1992; Šrám et al. 1996; Fanta 1997; Hruška, Kopáček 2009; Hůnová 2020).

V ČHMÚ se dlouhodobě monitoruje chemické složení atmosférických srážek a kvantifikuje suchá, mokrá i celková atmosférická depozice. Mapy depozičních toků environmentálně významných látek jsou publikovány v grafických ročenkách ČHMÚ (Škáchová, Vlasáková 2019) a jsou volně přístupné na webové stránce ČHMÚ https://www.chmi.cz/files/portal/docs/uoco/isko/grafroc/grafroc_CZ.html. Po zásadním poklesu emisí síry v podobě exhalací oxidu siřičitého (SO_2) u nás i v celé Evropě (EEA 2015) a méně výrazném poklesu emisí dusíku, zejména jeho oxidované formy v podobě oxidů dusíku (NO_x) v porovnání s formou redukovanou představovanou amoniakem, NH_3 (Hůnová et al. 2017), jsme se zajímali o to, zda a případně jak se tyto změny projeví i v atmosférické depozici obou látek.

V této studii navazujeme na své předchozí práce analyzující trendy depozičních toků síry a dusíku (Hůnová et al. 2004; 2014; 2016; 2019). Cílem našeho příspěvku je zhodnotit, do jaké míry se změnila depoziční toky síry a dusíku v českých lesích, tedy na území představujícím zhruba třetinu rozlohy celé ČR, za období posledních 25 let, konkrétně za období vymezené roky 1995 a 2019. Časová perioda hodnocení nebyla zvolena náhodně, ale odvíjí se od vůbec prvních mapových znázornění depozice síry a dusíku, která jsou k dispozici právě pro rok 1995.

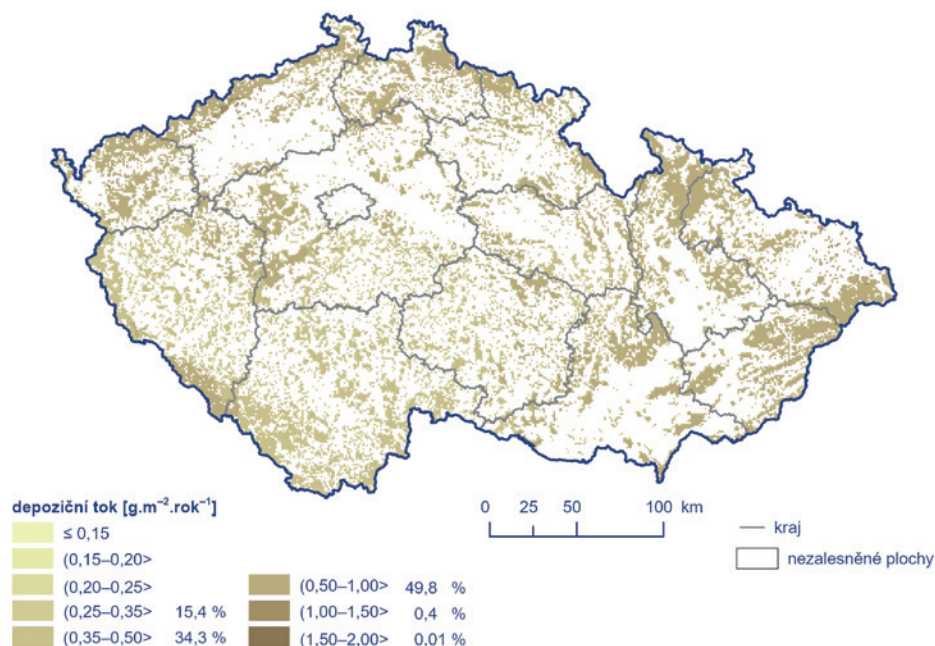
2. Metodika

Ke kvantifikaci depozičního toku jsme použili standardní metodiku dlouhodobě používanou v ČHMÚ a aplikovanou pravidelně v rámci zpracování a každoročního hodnocení kvality ovzduší v ČR, tedy v rámci tzv. Grafické ročenky (Škáchová, Vlasáková 2019), kdy se využívá hodnot pravidelně měřených v rámci národní monitorovací sítě ke kvantifikaci mokré a suché depozice. Jejich suma je pak odhadem celkové atmosférické depozice.

Mokrá depozice je, v porovnání s depozicí suchou, složkou mnohem snáze, a tedy i spolehlivěji kvantifikovatelnou. Prostorová distribuce mokré depozice se v ČHMÚ dlouhodobě modeluje pomocí geostatistického modelu, a to z koncentrací látek měřených v atmosférických srážkách na stanicích ($S_{SO_4^{2-}}$ pro depoziční tok síry, $N_{NO_3^-}$ a $N_{NH_4^+}$ pro depoziční tok dusíku), a ročních srážkových úhrnů v síti srážkoměrných stanic. Pro modelování mokré depozice se kromě vlastních měření ČHMÚ využívá i výsledků monitoringu dalších spolupracujících organizací, zejména České geologické služby provozující síť BIOGEMON (Fottová 2003), Výzkumného ústavu lesního hospodářství a myslivosti (Vícha et al. 2013), Akademie věd ČR a Výzkumného ústavu vodohospodářského.

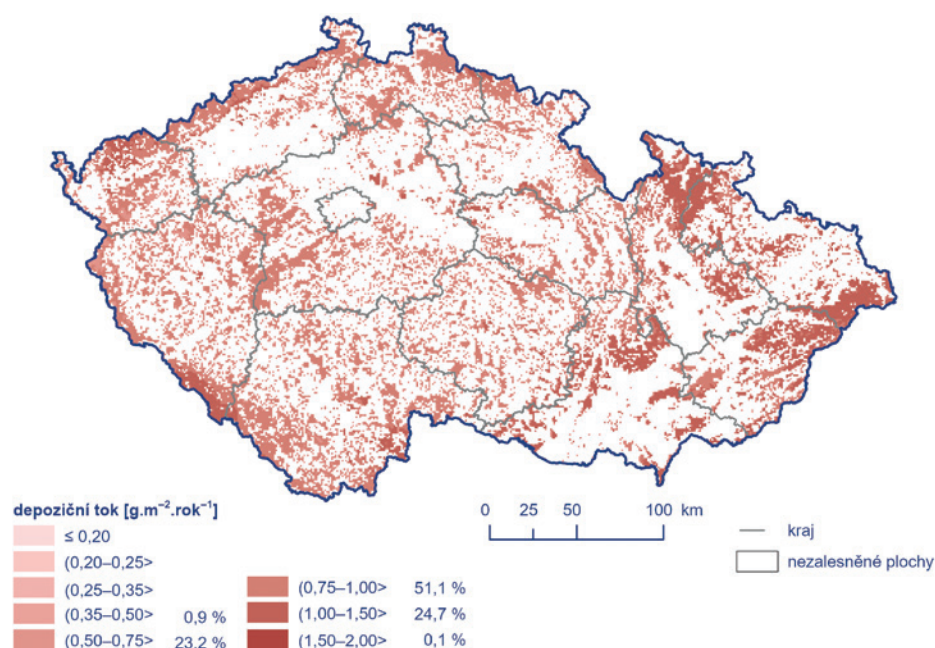
Suchou depozici nelze měřit přímo a počítá se tzv. inferenční metodou (Hicks 1987; Ahrends et al. 2020), tedy jako součin roční průměrné imisní koncentrace plynů obsahujících dusík či síru a příslušné depoziční rychlosti (Hůnová et al. 2019). V ČHMÚ jsou konkrétní používané hodnoty následující:

u síry jde o průměrnou roční koncentraci SO_2 a průměrnou depoziční rychlost $0,7 \text{ cm}\cdot\text{s}^{-1}$ pro lesy a $0,35 \text{ cm}\cdot\text{s}^{-1}$ pro území mimo les, u dusíku pak o průměrnou roční koncentraci NO_x a průměrnou depoziční rychlost $0,4 \text{ cm}\cdot\text{s}^{-1}$ pro lesy a $0,1 \text{ cm}\cdot\text{s}^{-1}$ pro území mimo les. Hodnoty depoziční rychlosti pro nelesní území jsou zde uvedeny jen pro zajímavost a lepší orientaci čtenářů ve snaze zdůraznit, že suchá depozice je při stejných hodnotách imisních koncentrací v lese vyšší právě v důsledku vyšší depoziční rychlosti než v území nelesním. Pro konstrukci v tomto článku uvedených map byly ovšem použity pouze depoziční rychlosti pro lesy.



Obr. 1 Prostorové rozložení depozičního toku síry, lesy ČR, 2019.

Fig. 1. Spatial distribution of sulphur deposition flux, Czech forests, 2019.



Obr. 2 Prostorové rozložení depozičního toku dusíku, lesy ČR, 2019.

Fig. 2. Spatial distribution of nitrogen deposition flux, Czech forests, 2019.

Vzhledem k tomu, že detailní popis stávajícího odběru vzorků, měření koncentrací a tvorby map suché, mokré i celkové depozice je dokumentován podrobně v řadě pramenů (Hůnová et al. 2011; 2016), a v Meteorologických zprávách byl publikován nedávno (Hůnová et al. 2016a), zde už ho znovu neuvádíme.

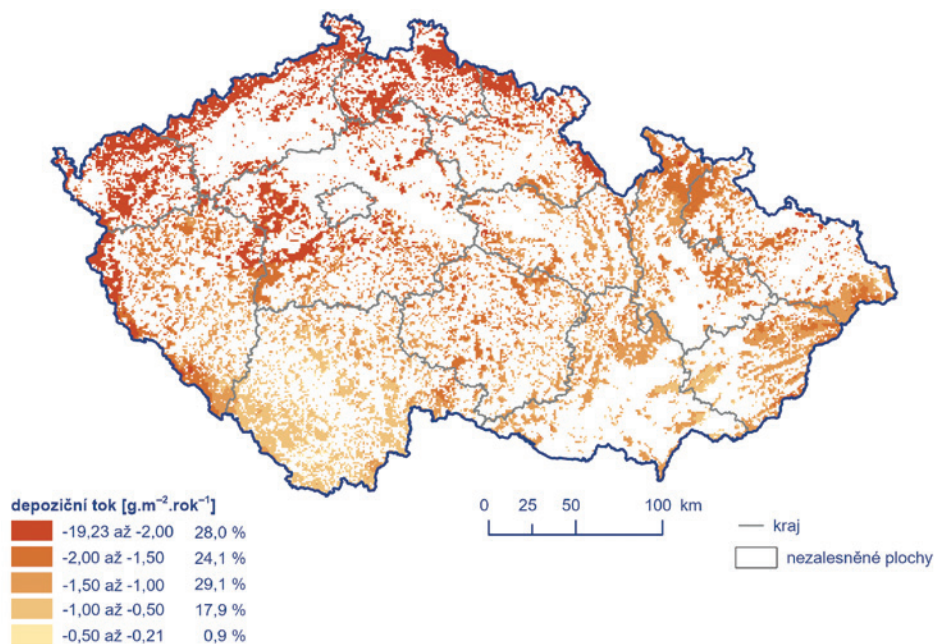
3. Výsledky

Mapy znázorňující současné depoziční toky síry a dusíku v českých lesích jsou uvedeny na obr. 1 a 2. Z obrázků je zřejmé, že roční celková depozice síry se na většině území českých lesů v r. 2019 pohybovala v rozmezí $0,25\text{--}1,00\text{ g}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{rok}^{-1}$, s největším zastoupením podílu území v rozmezí $0,50\text{--}1,00\text{ g}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{rok}^{-1}$ (necelých 50 % plochy lesů). Nejvyšší hodnoty byly zaznamenány v Krušných horách a Beskydech (obr. 1). Celková roční depozice dusíku byla v r. 2019 na čtvrtině lesních ploch nad hodnotou $1\text{ g}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{rok}^{-1}$, což je podle současných vědeckých poznatků kritická zátěž pro středoevropské lesy (Bobbink, Roelofs 1995). Nejvyšší hodnoty byly zaznamenány v Jeseníkách, Moravskoslezských Beskydech, Orlických horách, na Šumavě a v Novohradských horách. Nejvyšší plošné zastoupení (50,1 % lesů) bylo pod vlivem depozice $0,75\text{--}1,00\text{ g}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{rok}^{-1}$, téměř 24 % pak v rozmezí depozice $0,50\text{--}0,75\text{ g}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{rok}^{-1}$ (obr. 2).

Na obr. 3 a 4, které představují hlavní výsledky této studie, prezentujeme, k jakým změnám v poli atmosférické depozice u těchto dvou environmentálně závažných látek došlo za posledních 25 let. Je vidět, že zatímco změny u obou prvků jsou prostorově rozloženy obdobným způsobem, absolutní hodnoty změn v depozici jsou u síry i dusíku zcela odlišné. U síry došlo k zásadnímu zlepšení: roční depoziční tok S se mezi roky 1995 a 2019 v našich lesích snížil v širokém rozmezí $0,2\text{--}19,2\text{ g}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{rok}^{-1}$ (obr. 3). Snížení vyšší než $2\text{ g}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{rok}^{-1}$ bylo zaznamenáno na 28 % lesů, mezi 2 a $1,5\text{ g}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{rok}^{-1}$ na 24 % lesů, a mezi $1,5$ a $1\text{ g}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{rok}^{-1}$ na 29 % lesů. Opravdu razantní zlepšení bylo

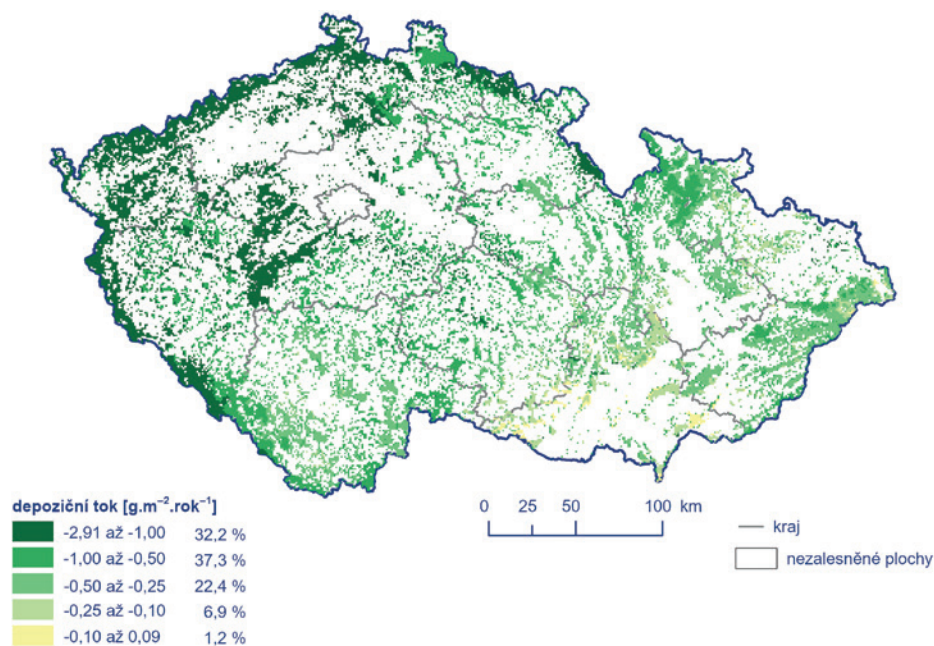
zaznamenáno na velmi malém území v oblasti Krušných hor, kde konkrétně byl větší pokles než $10\text{ g}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{rok}^{-1}$ zjištěn pouze ve 42 čtvercích (o rozměrech $1\times 1\text{ km}$), tedy na 0,2 % zalesněného území.

U dusíku došlo celkově také ke zlepšení, i když doložený pokles byl výrazně nižší než u síry: roční depoziční tok N se mezi roky 1995 a 2019 snížil nejvíce o necelé $3\text{ g}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{rok}^{-1}$ (obr. 4). Zlepšení v případě dusíku je prostorově mnohem vyrovnanější než u síry, největší pokles byl zazname-



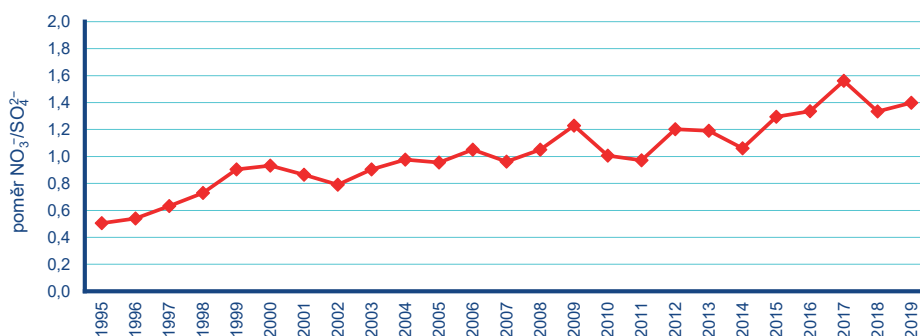
Obr. 3 Depoziční tok síry. Změny v celkovém ročním depozičním toku síry mezi lety 1995 a 2019.

Fig. 3. Sulphur deposition flux. Changes in the total annual sulphur deposition flux between 1995 and 2019.



Obr. 4 Depoziční tok dusíku. Změny v celkovém ročním depozičním toku dusíku mezi lety 1995 a 2019.

Fig. 4. Nitrogen deposition flux. Changes in the total annual nitrogen deposition flux between 1995 and 2019.



Obr. 5 Časový vývoj poměru koncentrací dusičnanů a síranů [μekv·l⁻¹] v atmosférických srážkách na lokalitách ČHMÚ (1995–2019).

Fig. 5. Temporal changes in a ratio of nitrate to sulphate concentrations [μekv·l⁻¹] in precipitation at the CHMI sites (1995–2019).

nán též v Krušných horách. Lze shrnout, že snížení vyšší než 1 g·m⁻²·rok⁻¹ bylo zjištěno na 32 % území lesů, snížení mezi 1 a 0,5 g·m⁻²·rok⁻¹ na 37 % území lesů, a mezi 0,5 a 0,25 g·m⁻²·rok⁻¹ na 22 % zalesněných území.

Měníci se zastoupení obou látek je patrné i z grafu znázorňujícího časový trend poměru koncentrací dusičnanů a síranů v atmosférických srážkách (obr. 5). Zatímco na předchozích obrázcích (obr. 1–4) se jednalo vždy o celkovou depozici obou látek, na obr. 5 jsou znázorněny pouze látky přispívající k mokré depozici. Patrný je ovšem jednoznačný, pomalu, ale jistě rostoucí podíl NO₃⁻ (o 3 % ročně), reflektující mnohem pozvolnější pokles emisí NO_x ve srovnání s SO₂ (Škáchová, Vlasáková 2019).

4. Diskuse

Předkládaná studie hodnotí změnu depozičních toků síry a dusíku od r. 1995, tedy prvního roku, pro který jsou k dispozici mapová znázornění atmosférické depozice obou látek. Ta se sice začala u nás sledovat již mnohem dříve, a to v sedmdesátých a osmdesátých letech dvacátého století (Hůnová et al. 2014) nicméně měření na nedostatečném počtu stanic v té době neumožňovala odhad prostorového rozložení depozičních toků, a tedy vytvoření spolehlivé mapy.

Z prezentovaných výsledků je zřejmé, že depoziční toky síry i dusíku za posledních 25 let u nás poklesly. U síry je tento pokles mnohem výraznější, což bylo očekávatelné vzhledem k výraznějšímu snížení emisí SO₂ ve srovnání s poklesem NO_x.

Z porovnání výsledků obdobné analýzy změny v depozičních tocích síry a dusíku za kratší časové období, a to mezi roky 1995 a 2011, publikované dříve (Hůnová et al. 2014) a současných výsledků uvedených zde, je zřejmé, že původní rasance poklesu depozice se v posledních letech výrazně zmírnila. Dochází sice stále k určitému snižování, ale již mnohem méně nápadnému, což odpovídá i dynamice poklesu emisí prekursorů, tedy emisí SO₂, NO_x a NH₃.

Autoři jsou si vědomi toho, že celková atmosférická depozice zde uváděná neodpovídá plně depozici reálné. Již vícekrát bylo upozorňováno a demonstrováno i na výsledcích pro ČR, že tzv. celková depozice je vůči depozici reálné podhodnocená o neměřené složky. To bylo publikováno jak pro

depozici síry, tak i pro depozici dusíku (Hůnová et al. 2011; 2016). Konkrétně se jedná o zanedbání horizontální depozice, tedy depozice spojené s výskytem mlhy či námrazy, která ovšem může přispívat k reálné depozici významně zejména v horských oblastech, tedy tam, kde se vyskytuje často (Tolasz et al. 2007). V případě dusíku k ní pak dále přistupují neměřené složky suché depozice, zejména amoniak NH₃ a plynná kyselina dusičná HNO₃(g). Jejich nezohledněním může být suchá depozice, uvažující pouze měřené imisní koncentrace NO_x, podhodnocena významně, jak bylo prokázáno např. při studiích pro lesy ČR pro roky 2008 a 2015 (Hůnová et al. 2016b; 2018; 2020).

Standardní příprava map atmosférické depozice se v ČHMÚ opírá o přímo měřená data ve státní imisní monitorovací síti. U depozice síry jde o imisní koncentrace SO₂ a o SO₄²⁻ ve srážkách (vzniklých z prekursoru SO₂). Nejsou zohledňovány SO₄²⁻ v aerosolu, podle sporadických výsledků v databázi ISKO se však zdá, že zanedbání příspěvků SO₄²⁻ v aerosolu nevznáší do výsledného depozičního toku síry významnější chybu. Významné podhodnocení však již může přinést fakt, že se nebere v potaz příspěvek mlhy. Ta totiž může přispívat k navýšení reálné depozice významně hydrologicky i iontově. Co se týká příspěvku hydrologického (tedy objemu vody ovlivňující uvažovaný ekosystém), ten může být v našich podmínkách významný zejména v oblastech nad 800 m n. m., tedy tam kde se mlha vyskytuje poměrně často. Na některých klimatických stanicích v ČR se udává výskyt mlhy po podstatnou část roku. Příkladem může být Praděd v Hrubém Jeseníku s průměrným výskytem mlhy v plných 297 dnech v roce (Tolasz et al. 2007). Dalším velmi podstatným faktorem přítom je, že mlha bývá velmi silně mineralizovaná, mnohem více než déšť a koncentrace některých iontů mohou být 10–30násobné, jak bylo empiricky prokázáno i u nás, konkrétně v oblasti Krušných hor (Bridges et al. 2002; Bridgman et al. 2002). Významný podíl depozice síry i dusíku z mlhy zejména v horských oblastech potvrzují i výsledky geostatistického modelování pro české lesy (Hůnová et al. 2011).

Příspěvek mlhy k depozici není konstantní, ale mění se v čase. Podle posledních studií se zdá, že v mnoha světových regionech frekvence výskytu mlhy významně klesá (např. Vautard et al. 2009; van Oldenborgh et al. 2010; LaDochy, Witiw 2012). Frekvence výskytu mlhy klesá v důsledku dvou faktorů: (i) klimatické změny a s ní spojeným oteplováním, a (ii) zlepšováním kvality ovzduší což přispívá k redukci kondenzačních jader. Pokles výskytu mlhy v dlouhodobém trendu byl prokázán v řadě světových regionů a na datech ČHMÚ byl dokumentován i v ČR (Hůnová et al. 2020). Existují ale výjimky a jsou oblasti, kde byl naopak detekován rostoucí trend ve výskytu mlhy, často podmíněný zhoršováním se znečištěním ovzduší, jako je tomu momentálně ve zdrojových oblastech jihovýchodní Asie, zejména v Číně a Indii (Syed et al. 2012; Shrestha et al. 2018).

To, že tvorba mlhy souvisí s imisními koncentracemi SO₂ a NO_x, bylo též prokázáno pro území ČR, konkrétně na dlou-

hodobě měřených datech ze stanic Praha-Libuš, Churáňov a Košetice, reprezentujících znečištění ovzduší v prostředí městském, horském a venkovském (Hůnová et al. 2018). Zvýšená mineralizace mlhy byla u nás pozorována již dříve v souvislosti s mnohem vyššími emisemi SO_2 než v současnosti (Bridges et al. 2002).

V případě dusíku je celková depozice podhodnocena ještě více (Hůnová 2016). Nejen o příspěvek mlhy, jako je tomu u síry, ale i o neměřené složky suché depozice, a to především o imisní koncentrace amoniaku NH_3 a dále o imisní koncentrace plyné HNO_3 (g). Přitom pomocí modelu CAMx, the Comprehensive Air Quality Model with extensions, (Vlček, Corbet 2011) se odhaduje, že podhodnocení suché depozice dusíku zahrnutím imisních koncentrací NH_3 a HNO_3 (g) může být podstatné, na 80 % lesa až o $2\text{--}3 \text{ g}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{r}^{-1}$ (Hůnová et al. 2016b).

Jinými slovy to, co je standardně vykazováno jako celková atmosférická depozice, není zcela realistické, nicméně v průběhu let se přístup k hodnocení nemění, a můžeme tedy považovat oba roky, počáteční 1995 a konečný 2019, za relativně dobře srovnatelné. Výsledky naší studie indikují, v jakých oblastech u nás došlo za posledních 25 let k největšímu zlepšení. Nicméně při interpretaci výsledků depozice dusíku je potřeba brát v úvahu to, co bylo detailně uvedeno výše, a zdůrazňovat, že tzv. celková depozice je podhodnocena o neměřené složky, a to patrně velmi významně, a reálná depozice dusíku je tedy vyšší. To znamená, že i oblasti, které v našem hodnocení prezentovaném v této studii i grafických ročenkách ČHMÚ nedosahují kritické hodnoty $1 \text{ g}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{r}^{-1}$, mají reálnou depozici po zahrnutí neměřených složek dle našich dříve publikovaných výsledků vyšší, někde i násobně (Hůnová et al. 2016b; 2020).

Z hlediska možných dopadů na naše životní prostředí je znepokojující, že současné hodnoty depozičních toků, i přes jejich klesající tendenci, je potřeba stále brát v úvahu jako jeden z faktorů významně se podepisujících na současném neblahém stavu lesů v Evropě (Cienciala et al. 2016; Altman et al. 2017). Zde jde hlavně o nadbytečnou depozici reaktivního dusíku, který výrazným způsobem pozměňuje lesní půdy a v důsledku jejich ochuzování o bazické kationty (Ca^{2+} , Mg^{2+} a K^+), vede k jejich nutriční degradaci, a nerovnováze v zastoupení dusíku a fosforu (Novotný et al. 2017). Je to ostatně velmi dobře dokumentováno i v nedávno publikovaném populárněji koncipovaném „Lesníkové průvodci neklidnými časy“ (Rotter et al. 2021). Dokladem vyšší než optimální depozice N je i fakt, že během posledních 20 let byl v českých lesích detekován zvýšený podíl nitrofilních druhů (Buriánek et al. 2013), což je trend doložený i z jiných evropských zemí (Seidling et al. 2008).

5. Závěr

Studie opřená o dlouhodobý monitoring imisních koncentrací a chemického složení srážek prováděného v rámci národní monitorovací sítě ČHMÚ přináší zásadní poznatky o prostorových změnách depozičních toků síry a dusíku v českých lesích za období posledních 25 let. Výsledky geostatistického modelování ukazují, že depozice síry se zlepšila výrazným způsobem: pokles depozičního toku mezi roky 1995 a 2019 činil v některých lokalitách téměř $20 \text{ g}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{rok}^{-1}$. U dusíku byl pokles mnohem méně výrazný než u síry a v lokalitách, kde došlo k největšímu zlepšení,

činil necelé $3 \text{ g}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{rok}^{-1}$. Pokles u dusíku byl prostorově mnohem vyrovnanější než v případě síry. Největší poklesy depozice obou sledovaných látek byly zaznamenány v těch původně vůbec nejvíce znečištěných oblastech, kde byl potenciál na zlepšení kvality ovzduší největší. Poklesy depoziční toků obou sledovaných látek reflektují rozdílnou dynamiku poklesu emisí prekursorů depozice síry a dusíku. Depozice dusíku však i přes určitý pokles u nás zůstává stále jedním z abiotických faktorů, který je nutný brát v potaz při sledování dopadů na lesní ekosystémy v ČR.

Poděkování:

Vstupní data pro výpočet byla získána z databáze Informačního systému ISKO ČHMÚ. Kromě výsledků měření samotného ČHMÚ byly v práci využity i výsledky měření některých dalších institucí. Autoři děkují spolupracujícím organizacím, České geologické službě (ČGS) a Výzkumnému ústavu lesního hospodářství a myslivosti (VÚLHM) za pořízení těchto dat. Velký dík patří i oběma recenzentům za pečlivé prostudování rukopisu a vzneseným připomínkám, které byly vítaným podnětem nejen ke zkvalitnění původní verze, ale i inspirací k budoucí detailnější analýze této problematiky. Publikace vznikla v rámci řešení projektu DKRVO (Dlouhodobá koncepce rozvoje výzkumné organizace) ČHMÚ na období 2018–2022 financovaného MŽP ČR.

Literatura:

- AHREND, B., SCHMITZ, A., PRESCHER, A. K., WEHBERG, J., GEUPEL, M. et al., 2020. Comparison of Methods for the Estimation of Total Inorganic Nitrogen Deposition to Forests in Germany. *Frontiers in Forests and Global Change*. Doi: <https://doi.org/10.3389/ffgc.2020.00103>.
- ALTMAN, J., FIBICH, P., SANTRUCKOVA, H., DOLEZAL, J., STEPANEK, P. et al., 2017. Environmental factors exert strong control over the climate-growth relationships of *Picea abies* in Central Europe. *Science of the Total Environment*, Vol. **609**, s. 506–516.
- AMODIO, M., CATINO, S., DAMBRUOSO, P. R., DE GENNARO, G., DIGILIO, A. et al., 2014. Atmospheric Deposition: Sampling Procedures, Analytical Methods, and Main Recent Findings from the Scientific Literature. *Advances in meteorology*, Vol. **2014**, Article ID 161730.
- BELL, J. N. B., TRESHOW, M., 2002. *Air Pollution and Plant Life*. Chichester: John Wiley and Sons, Ltd.
- BOBBINK, R., ROELOFS, J. G. M., 1995. Nitrogen critical loads for natural and seminatural ecosystems: the empirical approach. *Water, Air, & Soil Pollution*, Vol. **85**, s. 2413–2418.
- BRIDGES, K. S., JICKELS, T. D., DAVIES, T. D., ZEMAN, Z., HŮNOVÁ, I., 2002. Aerosol, precipitation and cloud water observations on the Czech Krusne Hory plateau adjacent to a heavily industrialised valley. *Atmospheric Environment*, Vol. **36**, s. 353–360.
- BRIDGMAN, H. A., DAVIES, T. D., JICKELS, T., HŮNOVÁ, I., TOVEY, K., BRIDGES, K., SURAPIPITH, V., 2002. Air pollution in the Krusne hory region, Czech Republic during the 1990s. *Atmospheric Environment*, Vol. **36**, s. 3375–3389.
- BURIÁNEK, V., NOVOTNÝ, R., HELLEBRANDOVÁ, K., ŠRÁMEK, V., 2013. Ground vegetation as an important factor in the biodiversity of forest ecosystems and its evaluation in regard to nitrogen deposition. *Journal of Forest Science*, Vol. **59**, s. 238–252.
- CIENCIALA, E., RUSS, R., SANTRUCKOVA, H., ALTMAN, J., KOPACEK, J. et al., 2016. Discerning environmental factors affecting current tree growth in Central Europe. *Science of the Total Environment*, Vol. **573**, s. 541–554.

- DIRNBÖCK, T., GRANDIN, U., BERNHARDT-RÖRMERMANN, M., BEUDERT, B., CANULLO, R. et al., 2014. Forest floor vegetation response to nitrogen deposition in Europe. *Global Change Biology*, Vol. **20**, s. 429–440.
- EEA, 2015. Air quality in Europe. EEA Report No. 5/2015. Copenhagen: European Environment Agency.
- ERISMAN, J. W., DRAAIJERS, G. P. J., 1995. Atmospheric deposition in relation to acidification and eutrophication. *Studies in Environmental Science*, Vol. **63**, Amsterdam: Elsevier. 405 s.
- FANTA, J., 1997. Rehabilitating degraded forests in Central Europe into self-sustaining forest ecosystems. *Ecological Engineering*, Vol. **8**, s. 289–297.
- FORSIUS, M., KLEEMOLA, S., STARR, M., 2005. Proton budgets for a monitoring network of European forested catchments: impacts of nitrogen and sulphur deposition. *Ecological Indicators*, Vol. **5**, s. 73–83.
- FOTTOVÁ, D., 2003. Trends in Sulphur and Nitrogen Deposition Fluxes in the GEOMON Network, Czech Republic, between 1994 and 2000. *Water, Air, and Soil Pollution*, Vol. **150**, s. 73–87.
- GALLOWAY, J. N., TOWNSEND, A. R., ERISMAN, J. W., BEKUNDA, M., CAI, Z. et al., 2008. Transformation of the nitrogen cycle: recent trends, Questions, and potential Solutions. *Science*, Vol. **320**, s. 889–892.
- HICKS, B. B., 1987. Measuring Dry Deposition: A Re-Assessment of the State of the Art. In: Martin, H. C. (ed.): *Acidic Precipitation. Proceedings of the International Symposium on Acidic Precipitation on Muskoka, Ontario, September 15–20, 1985*. s. 75–90.
- HRUŠKA, J., KOPÁČEK, J., 2009. Účinky kyselého deště na lesní a vodní ekosystémy I. Emise a depozice okyselujících sloučenin. *Živa*, č. **2**, s. 93–96.
- HŮNOVÁ, I., 2016. Atmosférická depozice dusíku. *Chemické listy*, roč. **110**, s. 779–784.
- HŮNOVÁ, I., 2000. Ambient Air Quality in the Czech Republic: Past and Present. *Atmosphere*, Vol. **214** (11). Doi: <https://doi.org/10.3390/atmos11020214>.
- HŮNOVÁ, I., KURFÜRST, P., BALÁKOVÁ, L., 2019. Areas under high ozone and nitrogen loads are spatially disjunct in Czech forests. *Science of the Total Environment*, Vol. **656C**, s. 567–575.
- HŮNOVÁ, I., KURFÜRST, P., LHOTKA, R., ŠKÁCHOVÁ, H., 2019. Zpřesnění kvantifikace suché atmosférické depozice dusíku. Výzkumná zpráva. Technický dokument ČHMÚ TD000123. Praha: ČHMÚ, 13 s.
- HŮNOVÁ, I., KURFÜRST, P., STRÁNÍK, V., MODLÍK, M., 2016a. Atmosférická depozice dusíku v českých lesích: změna poměru $N-NH_4^+/N-NO_3^-$ v atmosférických srážkách. *Meteorologické zprávy*, roč. **69**, č. **4**, s. 108–114.
- HŮNOVÁ, I., KURFÜRST, P., STRÁNÍK, V., MODLÍK, M., 2017. Nitrogen deposition to forest ecosystems with focus on its different forms. *Science of the Total Environment*, Vol. **575**, s. 791–798.
- HŮNOVÁ, I., KURFÜRST, P., VLČEK, O., STRÁNÍK, V., STOKLASOVÁ, P. et al., 2016b. Towards a Better Spatial Quantification of Nitrogen Deposition: A Case Study for Czech Forests. *Environmental Pollution*, Vol. **213**, s. 1028–1041.
- HŮNOVÁ, I., KURFÜRST, P., BÄUMELT, V., VLČEK, O., ŠKÁCHOVÁ, H., 2018. Zpřesnění kvantifikace atmosférické depozice dusíku. Výzkumná zpráva DKRVO. Technický dokument TD000104. Praha: ČHMÚ, 17 s.
- HŮNOVÁ, I., KURFÜRST, P., MAZNOVÁ, J., COŇKOVÁ, M., 2011. The contribution of occult precipitation to sulphur deposition in the Czech Republic. *Erdkunde Archive for Scientific Geography*, Vol. **65**, s. 247–259.
- HŮNOVÁ, I., MAZNOVÁ, J., KURFÜRST, P., 2014. Trends in atmospheric deposition fluxes of sulphur and nitrogen in Czech Forests. *Environmental Pollution*, Vol. **184**, s. 668–675.
- HŮNOVÁ, I., ŠKÁCHOVÁ, H., KURFÜRST, P., 2020. Aplikace modelu CBM (Canopy Budget Model) na kvantifikaci celkové atmosférické depozice dusíku. Výzkumná zpráva DKRVO. Technický dokument TD000138. Praha: ČHMÚ, 18 s.
- JOHNSON, D. W., LINDBERG, S. E. (eds.), 1991. Atmospheric Deposition and Forest Nutrient cycling. *Ecological Studies*, Vol. **91**. New York: Springer-Verlag, 689 s.
- KUBÍKOVÁ, J., 1991. Forest dieback in Czechoslovakia. *Vegetatio*, Vol. **93**, s. 101–108.
- LADOCHY, S., WITIWI, M., 2012. The Continued Reduction in Dense Fog in the Southern California Region: Possible Causes. *Pure and Applied Geophysics*, Vol. **169**, s. 1157–1163.
- MARSCHNER, H., 1995. Mineral nutrition of higher plants (2nd ed.). London: Academic Press.
- MOLDAN, B., SCHNOOR, J. L., 1992. Czechoslovakia – Examining a Critically Ill Environment. *Environmental Science and Technology*, Vol. **26**, s. 14–21.
- NOVOTNY, R., BURIANEK, V., SRAMEK, V., HUNOVA I., SKOREPOVA I. et al., 2017. Nitrogen deposition and its impact on forest ecosystems in the Czech Republic – change in soil chemistry and ground vegetation. *iForest-Biogeosciences and Forestry*, Vol. **10**, s. 48–54.
- ROTTER, P., DOBROVOLNÝ, L., HRON, M., KOŠULIČ, M., MARTINÍK, A. et al., 2021. Lesníkův průvodce neklidnými časy. Kostelec nad Černými lesy: VÚKOZ, v. v. i. v nakladatelství Lesnická práce, s. r. o., 212 s. ISBN 978-80-7458-128-1, ISBN 978-80-87674-41-3.
- SEIDLING, W., FISCHER, R., GRANKE, O., 2008. Relationship between forest floor vegetation on ICP Forests monitoring plots in Europe and basic variables in soil and nitrogen deposition. *International Journal of Environmental Studies*, Vol. **65**, s. 311–322.
- SEINFELD, J. H., PANDIS, S. N., 2006. Atmospheric Chemistry and Physics. From Air Pollution to Climate Change. Second Edition. Hoboken: John Wiley & Sons, inc., 1203 s.
- SRESTHA, S., MOORE, G. A., PEEL, M. C., 2018. Trends in winter fog events in the Terai region of Nepal. *Agricultural and Forest Meteorology*, Vol. **259**, s. 118–130.
- SUTAR, R. K., PUJAR, A. M., ARAVINDA KUMAR, B. N., HESBUR, N. S., 2017. Sulphur Nutrition in Maize – A Critical Review. *International Journal of Pure and Applied Bioscience*, Vol. **5**, s. 1582–1596.
- SYED, F. S., KÖRNICH, H., TJERNSTRÖM, M., 2012. On the fog variability over south Asia. *Climate dynamics*, Vol. **39**, s. 2993–3005.
- ŠKÁCHOVÁ, H., VLAŠÁKOVÁ, L. (eds.), 2019. Znečištění ovzduší na území České republiky 2018. Praha: ČHMÚ, 304 s. ISBN 978-80-7653-007-2.
- ŠRÁM, R. J., BENEŠ, I., BINKOVÁ, B., DEJMEK, J., HORSTMAN, D. et al., 1996. Teplice program – the impact of air pollution on human health. *Environmental Health Perspective*, Vol. **104**, s. 699–714.
- TOLASZ, R., MÍKOVÁ, T., VALERIANOVÁ, A., VOŽENÍLEK, V., 2007. Atlas podnebí Česka: Climate Atlas of Czechia. Praha: ČHMÚ. ISBN 978-80-86690-26-1.
- VAN OLDENBORGH, G. J., YIOU, P., VAUTARD, R., 2010. The roles of circulation and aerosols in the decline of mist and dense fog in Europe over the last 30 years. *Atmospheric Chemistry and Physics*, Vol. **10**, s. 4597–4609.
- VAUTARD, R., YIOU, P., VAN OLDENBORGH, G. J., 2009. Decline of fog, mist and haze in Europe over the past 30 years. *Nature Geoscience*, Vol. **2**, s. 115–119.
- VÍCHA, Z., LACHMANOVÁ, Z., FADRHOŇSOVÁ, V., LOCHMAN, V., BÍBA, M., 2013. Vývoj depozice látek a chemismu vody povrchových zdrojů na povodích v Moravskoslezských Beskydech. *Zprávy lesnického výzkumu*, roč. **58**, s. 218–225.
- VLČEK, O., CORBET, L., 2011. Porovnání výstupů Eulerovského modelu CAMx s měřeními ze staniční sítě ČR: část 1: Aerosoly. *Meteorologické zprávy*, roč. **64**, č. **5**, s. 142–151.

Lektoři (Reviewers):
prof. RNDr. Jan Bednář, CSc., Mgr. Vojtěch Stráník

Databáze výskytu konvektivních húlav v ČR za období 1969–2020

Database of convective wind squalls in Czechia during 1969–2020 period

David Rýva

Český hydrometeorologický ústav
Odbor distančních měření a informací
Generála Šišky 942, 143 00 Praha 4
david.ryva@chmi.cz

Despite the fact that wind squalls are often able to cause serious wind damage or be potentially hazardous, for example, for traffic, particularly for aviation, they were not documented in a more systematic way here in the Czech Republic. This article is devoted to all large wind squalls which affected Czechia during the last more than 50 years. We had to develop our own special software-application able to search for potentially interesting situations based on the CLIDATA database data where all Czech weather station reports are archived. This work is a more general continuation of previous research focused on derechos only.

KLÍČOVÁ SLOVA: bouře konvektivní – húlava – náraz větru – databáze – CLIDATA – bouřka

KEYWORDS: convective storm – wind squall – wind gust – database – CLIDATA – thunderstorm

1. Úvod

Výskytu húlav na území Česka byla zatím věnována pozornost spíše v podobě sporadických případových studií k vybraným významným případům zejména z 80. let 20. století (např. Kameník 1986). Přitom silné húlavy mají významné dopady nejen v podobě škod na majetku a lesních porostech anebo přerušení dodávek elektrické energie (Sulan 2007). Způsobují často také významná narušení plynulosti a bezpečnosti dopravy vlivem pádu stromů na silnice či železniční tratě a v neposlední řadě představují významné riziko pro leteckou dopravu a její bezpečnost. Přesto až do současnosti neexistovala ucelená databáze významnějších případů výskytu húlav, a tedy ani jejich klimatologie na našem území, a to přesto, že záznamy o výrazných škodách húlavami působícími na velké ploše lze nalézt například v mnoha velmi starých obecních kronikách. Částečně byla autorem tohoto článku již katalogizována nejvýznamnější část húlav v rámci programu Dlouhodobé koncepce rozvoje výzkumné organizace (dále jen DKRVO), do kterého je zapojen mj. Odbor distančních měření a informací ČHMÚ se sídlem v Praze-Libuši. Jde tedy o zobecnění problematiky dohledávání případů výskytu derech, což je vlastně jen podmnožina případů húlav, kde jevy v ní obsažené (alespoň dle dostupných dat) splnily jistá pevně daná kritéria (Rýva 2016; Rýva 2018).

Nejobjektivnějším podkladem pro vytvoření případů derech, ale nověji uceleného přehledu húlav obecně, se ukázala být měření ze sítě meteorologických stanic, a to i přes mnoho nedostatků, chyb a nekompletnost. Tato data jsou k dispozici částečně již v digitální podobě v rámci databáze CLIDATA, ale v nemalé míře stále ještě také v analogové podobě papírových pásek z anemografů jednotlivých stanic. Ty je nutno zdůrazňovat procházet ručně přímo v datovém uložení ČHMÚ v Brozanech nad Ohří. Ačkoli je stále velké množství dat, jež nejsou digitalizována, lze jen na základě vhodně zvolené kombinace již zkompletovaných digitalizovaných denních dat z CLIDAT vyhledat velké množství situací s možným výskytem húlavy. Takový soubor případů nebude zřejmě kompletní, což potvrdilo už předešlé vyhledávání zaměřené jen na derecha. Zejména to platí, pokud jde o situace dále do minulosti, ze kdy je dostupné mnohem menší množství dat, než máme k dispozici při současných situacích. I tak můžeme získat mnohé velmi cenné informace a představu o četnosti rozsáhlejších húlav na našem území. Jde tedy zatím o první fázi vyhledávání a katalogizace výskytu tohoto jevu, který je jedním z mnoha nebezpečných doprovodných jevů konvektivních bouří a který si s ohledem na možné následky a rizika rozhodně zasluhuje naši pozornost. To platí nejen v případech, kdy húlava splnila kritéria pro označení derecho. I menší húlavy totiž dokáží působit lokálně velmi významné škody, zejména pokud jsou spojeny s výskytem četných downburstů nebo sérií downburstů. Ty pak mohou působit velmi lokalizované škody srovnatelné intenzitou se škodami způsobenými silným tornádem. Zaznamenány byly také situace, kdy došlo k lokálnímu zesílení proudění vlivem vhodné orografie a uplatnil se tryskový efekt.

2. Použitá data

Pro možné dohledání většího množství potenciálních situací s rozsáhlejšími húlavami způsobenými konvekcí bylo nutné shromáždit velké množství rozličných typů meteorologických dat a vytvořit vlastní software pro jejich specializované zpracování. Kvůli možnosti sestavení delší řady případů šlo předně o data z meteorologických stanic a od dobrovolných pozorovatelů, jež jsou uložena v databázi CLIDATA. Pro co nejlepší zohlednění charakteru konvekce a podmínek, za kterých k dané situaci došlo bylo ovšem nutné využít také další dostupná data, zejména pak z meteorologických radarů.

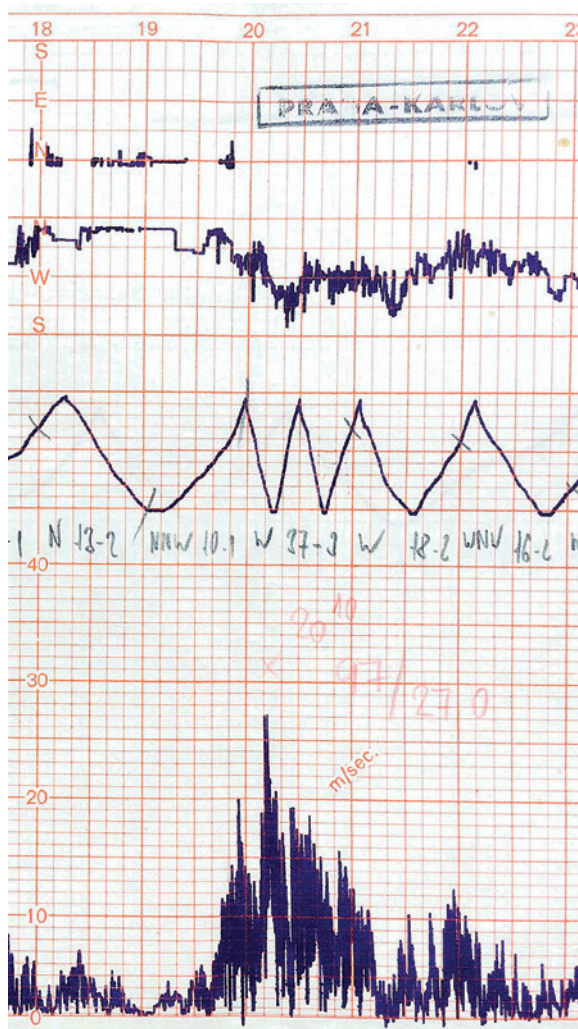
2.1 Databáze CLIDATA

V rámci ČHMÚ jsou historická i aktuální meteorologická data ze stanic a dalších typů měření, které to svou povahou umožňují, shromažďována v databázi CLIDATA. Data z této databáze jsme použili jako výchozí data pro tuto práci, a to z důvodu asi nejucelnější a nejdelší dostupné řady dat měření z meteorologických stanic a od dobrovolných pozorovatelů apod. V první řadě pro

nás byla důležitá data maximálních denních nárazů větru ze stanic, a to včetně času maximálního nárazu. Nárazy větru na velké ploše však mohou být i nekonvektivního charakteru, a to zejména v chladném půlroce (říjen–březen). V nemalé míře se ale někdy vyskytují i v teplém půlroce (duben–září), na který jsme se v této práci zaměřili. Pro vyloučení takových nekonvektivních situací byla použita ještě další doplňková data. Konkrétně šlo o hlášení výskytu bouřky, 24hodinová suma srážek z rána následujícího dne a hlášení o výskytu a typu srážek, včetně krupobití, a také hlášený výskyt húlavy na stanici. Bohužel se objevilo několik problémů, kdy některé změřené maximální nárazy větru v databázi zcela chybí. Takové případy znesnadňují použití nárazů větru z databáze pro dané účely.

2.2 Pásky z anemografů

U některých sporných situací staršího data bylo nutné navíc dohledat papírové pásky z anemografů co největšího počtu dotčených stanic, aby bylo možné posoudit charakter nárazů



Obř. 1 Výřez ze snímku papírové pásky se záznamem směru, délky dráhy (lze přepočítat na průměrnou rychlost) a okamžitých rychlostí (nárazů) větru z podvečera 24. 7. 1988 na stanici Praha, Karlov. Zatímco zpočátku nebyl vítr příliš silný, tak s příchodem bouře došlo k jeho výraznému zesílení a nárazovosti, což je u húlav typické. Čas uvedený na horním okraji pásky je v SEČ.

Fig. 1. Section of an old paper band with a wind measurement record. There is a severe wind squall trace of 24 July 1988 storm in the image. Times at the top are indicated in CET.

větru. V některých situacích totiž nebylo zcela jisté, zda šlo skutečně o relativně krátce trvající húlavu spojenou s přechodem konvektivních bouří, anebo spíše dlouhodobější nárazy větru, kdy zároveň docházelo k výskytu bouřek, jež ale nebyly prvotní příčinou nejsilnějších nárazů. To jen z hodnoty maximálního nárazu větru a jeho času zjistit nelze. Tyto větoměrné pásky jsou archivovány v datovém uložisti ČHMÚ, kde je možné s nimi pracovat. S ohledem na náročnost a zdoluhavost takové práce je však vhodné omezit se jen na vybrané skutečně sporné, nebo mimořádné významné situace. V některých případech je velmi dobře vidět i to, kdy například nešlo o jednu událost, ale o dvě húlavy s rozestupem několika hodin, z nichž jedna byla silnější na části stanic a druhá na zbytku zasažených stanic.

2.3 Přehledy denních maximálních nárazů větru ze stanic DWD

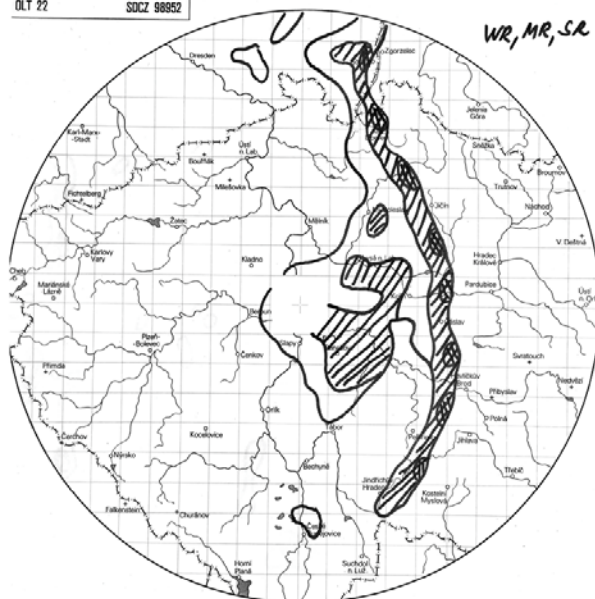
Húlavy jako každý jiný meteorologický jev nerespektují lidmi uměle vytvořené hranice států, a tak občas bylo nutné přihlídnout k datům ze zahraničí. Nejlepší dostupnost historických dat ze všech zemí střední Evropy má bezpochyby Německo, kde je možné volně dohledat velké množství různých dat pomocí prohlížečů na webových stránkách. Jelikož velké množství případů húlav k nám přichází právě ze západních až jihozápadních směrů, tato data se ukázala jako velmi cenný doplněk pro naše vyhledávání. Našlo se více případů, kdy húlava u nás už končila, a tak způsobila jen několik málo nárazů větru v pohraničních oblastech. Data z Německa ale v některých případech jasně potvrdila plošnější charakter události a její významný rozsah už před zasažením našeho území. Bohužel dostupnost dat z ostatních zemí je značně problematictější.

2.4 Radarová měření analogová i digitální

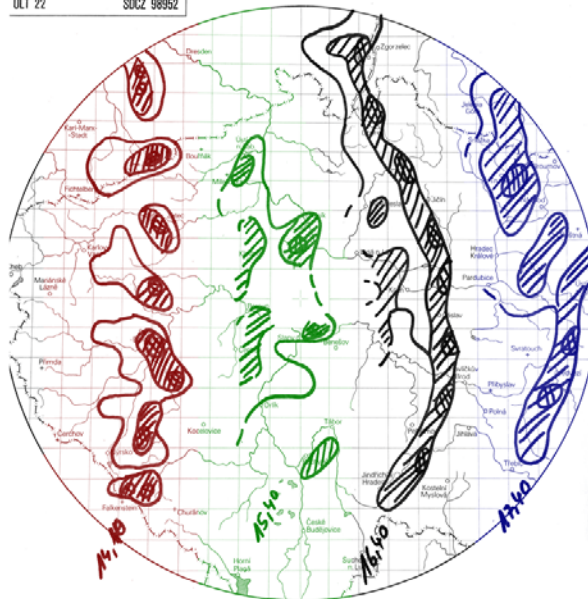
Od roku 1972 byla prováděna pravidelná radarová měření na stanici Praha-Libuš, kdy údaje z obrazovky radaru byly ručně překreslovány do předtištěných formulářů. Šlo o data dvojího typu. Prvním z nich bylo určení oblastí s detekovanými odrazy ve výšce 5 km a maximální intenzitou odrazů ve čtvercích 30 × 30 km s dosahem 300 km. Druhým typem měření bylo určení intenzity srážek v dosahu do 150 km od radaru ve výšce kolem 1 km. Pro naše účely jsou cenné oba typy dat, ač vhodnější by bylo detailnější měření do 150 km. To bylo ale mnohem více poznamenáno subjektivním hlediskem daným ručním překreslováním dat různě pečlivými pozorovateli u radaru. I proto je vhodné se zaměřit na oba typy dat, navíc data s delším rozsahem ukazují často vývoj systému ještě daleko za hranicemi Česka, a naopak data s dosahem kratším nepokrývají Moravu. Ve snaze pokrýt lépe Moravu byl vznesen dotaz na SHMÚ ohledně případné dostupnosti stejných analogových dat z radaru na Malém Javorníku poblíž Bratislavy, ale tato data se údajně nedochovala. Veškerá česká data z Prahy-Libuše jsou v podobě papírových formulářů dostupná opět v datovém uložisti ČHMÚ. I přes svou často přílišnou zjednodušenost a zmíněnou odlišnou preciznost zákresu u každého operátora radaru, časté výpadky a ztrátu části dat (zřejmě byla zapůjčena a již nevrácena), jde o velmi cenné podklady pro identifikaci výrazných konvektivních celků, jež jsou pravděpodobným původcem dané húlavy.

V roce 1993 došlo k úspěšné digitalizaci radaru v Praze-Libuši, který byl v roce 2000 nahrazen radarem na Brdech a od roku 1995 se přidala měření radaru Skalky na Dražanské vrchovině, čímž byla konečně pokryta i Morava. Po roce 2000 tak

POVĚTRNOSTNÍ SLUŽBA ČSSR DATUM: 10. 8. 1985 ČAS: 16:40 GMT ROZSAH: 150 KM
STANICE: 11520 RADIOLOKAČNÍ ROZLOŽENÍ INTENZITY SRAŽEK
OLT 22 SOČZ 98952

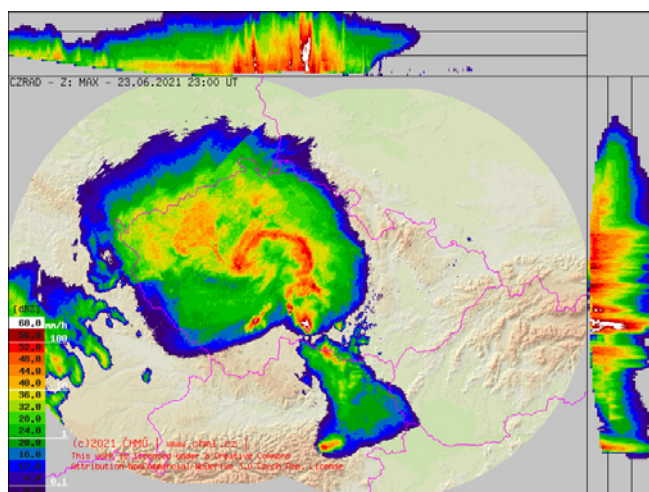


POVĚTRNOSTNÍ SLUŽBA ČSSR DATUM: 10. 8. 1985 ČAS: 14:40, 15:40, 16:40 GMT ROZSAH: 150 KM
STANICE: 11520 RADIOLOKAČNÍ ROZLOŽENÍ INTENZITY SRAŽEK
OLT 22 SOČZ 98952



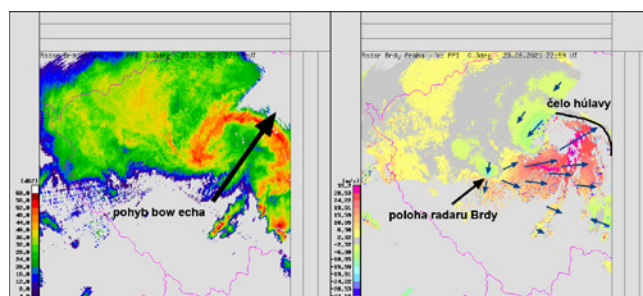
Obr. 2 Radarová data zobrazující mateřský konvektivní systém rozsáhlejší hůlavy z 10. 8. 1985. Levá část obrázku zobrazuje vzhled systému v čase 16:40 UTC, pravá část pak vývoj a postup čela systému v časech mezi 14:40 (červeně) až 17:40 (modře) v hodinovém kroku. Zeleně zobrazený termín 15:40 UTC je viditelně ovlivněný útlumem v silných srážkách, když linie bouřek přecházela přímo přes radarovou stanici v Praze-Libuši.

Fig. 2. Radar data of 10 August 1985 parental storm of a severe wind squall. Left part of the image shows large bow echo at 16:40 UTC. Right part indicates movement of the MCS for times between 14:40 (red) and 17:40 (blue) UTC with 1 hour time step. There was a strong attenuation visible at 15:40 (green) when line of storms was right at the radar site.



Obr. 3 Výrazný mezoměřitkový konvektivní systém charakteru tzv. bow echa doprovázený hůlavou v noci z 23. na 24. 6. 2021 pohledem moderní radarové sítě CZRAD. K největším nárazům větru dochází obvykle v ose bow echa, kde je hlavní část systému nejvíce vybuděna dopředu ve směru postupu systému. Systém byl doprovázen lokálně výraznými nárazy větru a způsobil pád hlavního elektrického vedení u jaderné elektrárny Temelín.

Fig. 3. A significant MCS with well pronounced bow echo structure as seen by the modern radars of the CZRAD network. This storm produced a severe wind squall during night hours of 23 to 24 June 2021, which led to a significant damage to main power line (several power line poles collapsed) near the Temelín nuclear power plant.



Obr. 4 Stejný systém zobrazený ve stejný čas pohledem nízkohladinového dopplerovského skanu radarem Brdy. Levá část obrázku zobrazuje data korigované radarové odrazivosti, pravá část pak radiální dopplerovské rychlosti, kde teplé barvy značí radiální složku pohybu ve směru od radaru a chladné pohyby směrem k radaru. Tmavě modré šipky naznačují přibližně směr a velikost radiální složky vektoru pohybu pro několik vybraných bodů.

Fig. 4. The same MCS as seen by low elevation Doppler scan of the Brdy weather radar. The left image shows corrected radar reflectivity data and the right image shows radial Doppler velocities. Cold colours indicate movement towards the radar and warm colours indicate movement away from the radar.

byla k dispozici plnohodnotná moderní radarová měření. Tato data umožňují sledovat nejen pohyb celých větších bouřkových celků a systémů, ale také detaily jejich vnitřní struktury a jejich vývoje. Zároveň oba nové radary umožnily tzv. dopplerovská měření radiálních rychlostí vůči radaru, a tak bylo možné sledovat mj. i příznaky intenzivních hůlav v poli radiálních rychlostí proudění, zejména pak na nižší elevaci k tomu

speciálně uzpůsobené. Od roku 2015, kdy došlo k další modernizaci radarové sítě CZRAD a výměně obou radarů, jsou k dispozici rovněž polarimetrická měření. Ta, krom korekce útlumu ve srážkách, a tak i lepších odhadů intenzit a úhrnů srážek, umožňují získat i data o některých mikrofyzikálních charakteristikách sledované srážkové oblačnosti a například detekovat příznaky výskytu updraftů v konvektivních bouřích.

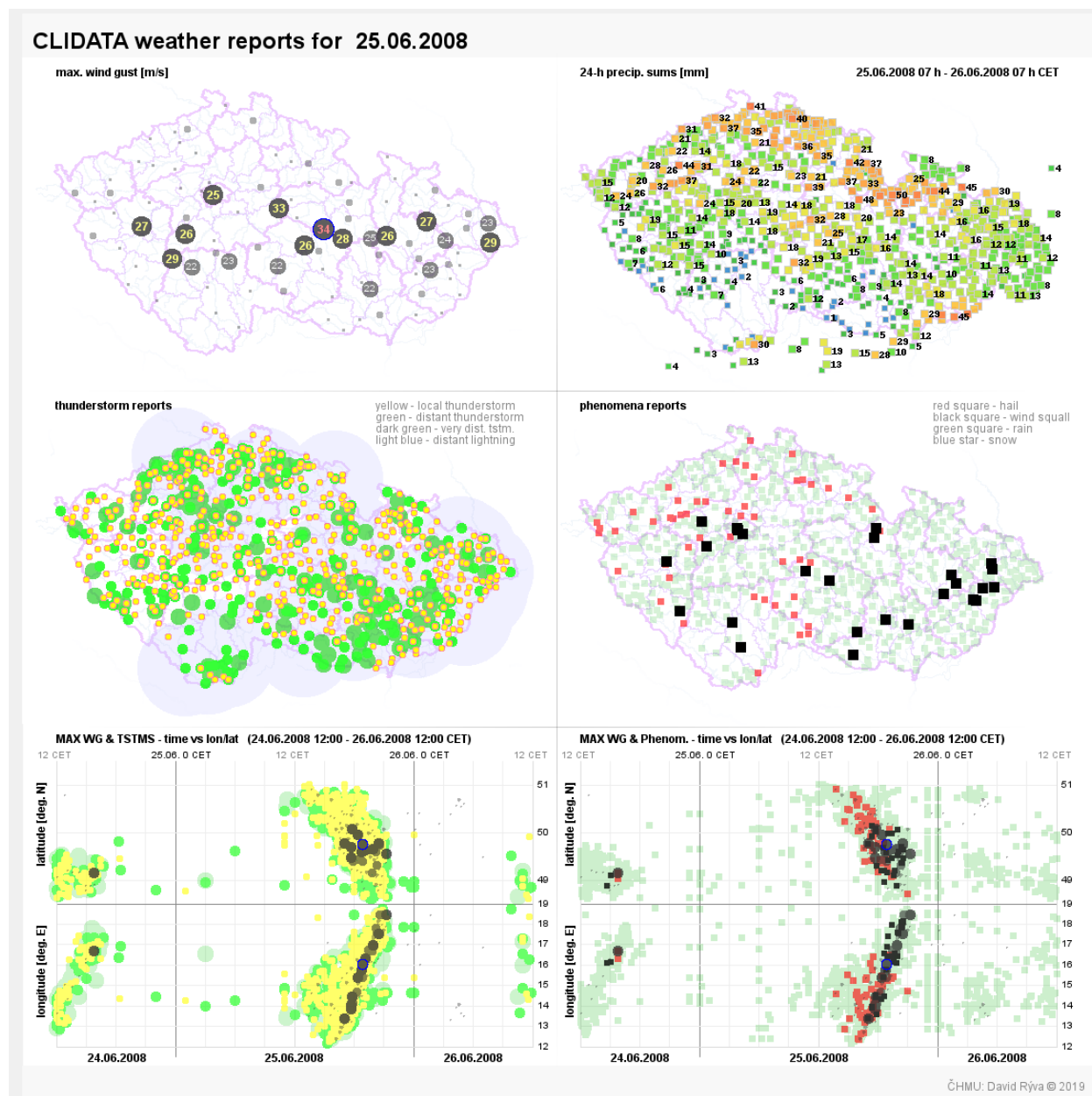
2.5 Synoptická typizace

Ke všem vyhledaným případům húlavy byla následně přiřazena informace o typu synoptické situace stejně, jako tomu bylo

také u předešlé databáze derech. Účelem je případné nalezení potenciálně analogických situací, kdy dochází k četnějšímu výskytu húlav než při jiných typech situací. Data byla stažena z webu ČHMÚ (Racko, cit. 2021), kde jsou volně dostupná formou kalendáře pro jednotlivé dny za roky 1946–2019. Rok 2020 bohužel v tomto přehledu zatím chybí.

3. Metodika dohledávání případů

Pro účely vytvoření prvotního seznamu potenciálně zajímavých situací byla shromážděna výše popsání data z databáze



ČHMÚ: David Rýva © 2019

Obr. 5 Ukázka denního přehledu vybraných dat ze dne 25. června 2008, kdy došlo k výskytu silné a rozsáhlé húlavy naplňující kritéria silného derecha. Bouře s větrem zasáhla pás od východu Německa přes Česko až po Slovensko a jižní Polsko a vyžádala si, krom miliardových škod, i několik lidských životů. Horní dvě mapy zobrazují maximální nárazy větru v daný den a 24hodinový úhrn srážek. Následují mapy s hlášeným výskytem bouřky (na stanici žlutě, zeleně vzdálené bouřky) a hlášeným výskytem srážek (světle zeleně, kroupy červeně) a húlav dle hlášení ze stanice. V mapě chybí nejsilnější nárazy větru na stanici Maruška, $36 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ a náraz $46 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ údajně změřený na stožárové stanici UFA u Č. Třebové.

V grafech v dolní části přehledu jsou tmavými kroužky vyznačeny nárazy větru, kdy na ose X je vyneseno čas, na ose Y ve spodní části grafu zeměpisná délka a v horní části zeměpisná šířka.

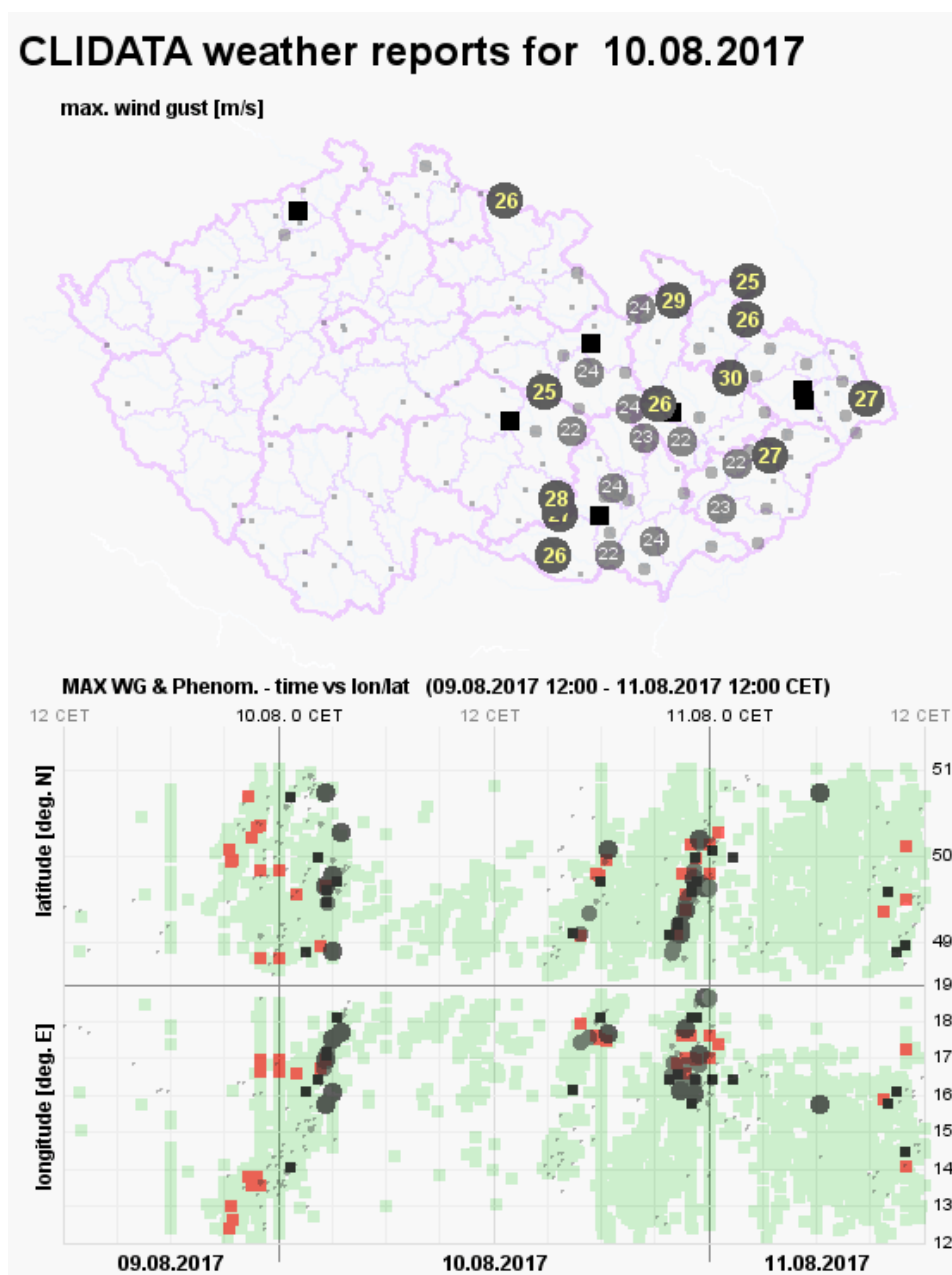
Fig. 5. Daily overview of selected data from the CLIDATA database which shows severe convective storms of 25 June 2008 with a severe wind squall. This storm led to fatalities of several people, caused significant damage and fulfilled strong derecho criteria.

CLIDATA z teplých půlroků let 1969 až 2020 a pro vyhledávání potenciálně zajímavých dnů v těchto datech byl napsán vlastní software v jazyce Python. Ten se zaměřuje na dny s výskytem bouřky na alespoň daném počtu stanic a zároveň výskytem nárazů větru nad stanovený limit opět alespoň na vybraném počtu stanic v rámci ČR. Jako vhodné se ukázalo nastavení na pět stanic s nárazy $18 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ a více a zároveň hlášení o výskytu bouřky na nejméně dvou místech. Pro takto nalezený seznam dnů pak další část softwaru automaticky vygenerovala denní přehledy vybraných dat (obr. 5) formou map a speciálních prostoročasových diagramů (nezaměňovat s prostoročasovými diagramy v teorii relativity) s vyznačeným výskytem vybraných jevů v prostoru a čase. Tyto diagramy zobrazují rozložení ma-

ximálních denních nárazů větru, hlášení o výskytu bouřky, srážek anebo hůlavy tak, že dvě horizontální osy tvoří zeměpisné souřadnice a vertikální osu představuje čas. Pro zobrazení takové trojrozměrné informace ve dvourozměrném obrázku byla jako vhodné zobrazení vybrána modifikace Mongeova promítání. To je dobře známé zejména z deskriptivní geometrie a v našem případě využívá dvě množiny na sebe kolmých promítacích přímek, jež jsou rovnoběžné s vodorovnou rovinou. Zobrazuje nám tedy v podstatě nárys a bokorys souboru dat uspořádaných dle popsaného schématu do 3D prostoru.

Z těchto map a diagramů bylo následně možné určit případný souběh výskytu bouřky, hůlavy a hlášených srážek s případným jasně patrným postupem hůlavy jako celku v prostoru a čase spolu s postupem bouřkového systému jako celku. Z dalšího zpracování byly vyřazeny ty případy, kde nárazy větru v prostoru a čase nejeví jasný charakter postupu s bouřkovým systémem, tj. například takové situace, kdy v diagramech nárazy vykazují náhodné rozložení. Stejně tak byly vyřazeny i situace, kde došlo k výskytu bouřek na území, které se dokonce vůbec nepřekrývá s územím zasaženým silnými nárazy větru. Tento krok může být zatížen určitou mírou subjektivity, ale zpracování tohoto typu dat s ohledem na jejich komplikovanost není možné automaticky jen pomocí jednoduchých matematických a statistických nástrojů. To by bylo možné například v případě silné hůlavy spojené s jediným uceleným systémem tvaru, tzv. squall line, který by jako jediný v daný den působil silné nárazy větru. Ve výše popsaném prostoročasovém 3D vyjádření by pak bylo možné všemi body maximálních nárazů větru přibližně proložit rovinu v prostoru a z jejího náklonu určit směr a rychlost postupu hůlavy. Velká část případů hůlav však představuje případy, kdy v daný den docházelo často i k výskytu nekonvektivních nárazů větru, anebo došlo k výskytu více hůlav. Pro úspěšnou automatizaci tohoto kroku by tak zřejmě bylo nutné zapojit systémy umělé inteligence, jež by hledaly typické vzory uspořádání nárazů větru v prostoru a čase.

U nalezených potenciálních hůlav by přímo docházelo k porovnání s daty o výskytu srážek, bouřky a dalších. Problémem by ale zůstávalo porovnání s daty z papírových pásek zobrazujících průběh nárazů větru na jednotlivých stanicích stejně jako porov-



Obr. 6 Výřez z obdobného denního přehledu pro den 10. srpna 2017. Ačkoli v mapě samotné to není patrné, tak prostoročasový diagram maximálních denních nárazů větru i hlášených hůlav jasně ukazuje tři nezávislé větrné události během jediného dne. První výrazná hůlava zasáhla Moravu již v noci na 10. srpna. Další menší prošla během pozdního odpoledne až podvečera a poslední pak v noci na 11. srpna.

Fig. 6. Part of a similar daily overview for convective storms of 10 August 2017 with several wind squalls. Two of these three wind squalls were derechos.

nání s radarovými měřeními, která byla rovněž v podobě papírových formulářů a často velmi odlišné kvality případ od případu. Další míru subjektivity do přehledu vnáší definice „rozsáhlejší hůlavy“ tak, aby ta se vyskytla na několika stanicích, ale zasahovala i území alespoň dvou okresů. Jak ale ukazuje příklad z 10. 8. 2017, kdy došlo k výskytu tří nezávislých silných hůlav zejména na území Moravy a Slezska, tak i zvolené zjednodušené nástroje formou denních přehledů umožňují úspěšně identifikovat tři nezávislé události během jediného dne, ač by se jen z mapy samotné mohlo zdát, že šlo o jedinou událost (obr. 6).

4. Způsob zpracování databáze

Všechny nalezené případy, které prošly kritérii na ně kladenými, a zůstaly tedy v konečné databázi, byly rozříděny tak, aby bylo možné posuzovat četnosti výskytu hůlav jak podle jednotlivých roků, tak podle měsíců v roce. Zajímavé bylo následně sledovat meziroční „variabilitu“ počtu případů v jednotlivých letech, jež byla v našem případě počítána jednoduše jako aritmetický průměr absolutních hodnot rozdílů počtu hůlav v předešlém roce oproti stávajícímu a v následujícím roce vůči stávajícímu. Ke všem událostem byly navíc přidány informace o zasažených krajích, kde je ovšem problém s nejednotnou velikostí krajů a nerovnoměrným rozmístěním stanic v rámci krajů. Přidána byla rovněž informace o typu synoptické situace v daný den pro území ČR. Do budoucna je v plánu také započtení maximálních nárazů větru, počtu nárazů nad několik vybraných limitů, vybrané parametry zjištěné z aerologických měření, odhad velikosti zasaženého území a podrobnější klimatologie se zohledněním regionálních rozdílů. To vše bude vyžadovat následné pokračování této práce, vývoj navazujících nových softwarových nástrojů, popř. zohlednění dalších typů dat.

5. Výsledky a jejich diskuze

Celkem bylo tímto způsobem ve vybraném více než 50 let dlouhém období nalezeno 304 případů potenciálních rozsáhlejších hůlav. Největší průměrná četnost výskytu hůlav připadla na měsíc červenec následovaný srpnem. Nejnižší četnost v teplém půlroce pak dle očekávání připadla na září následované dubnem.

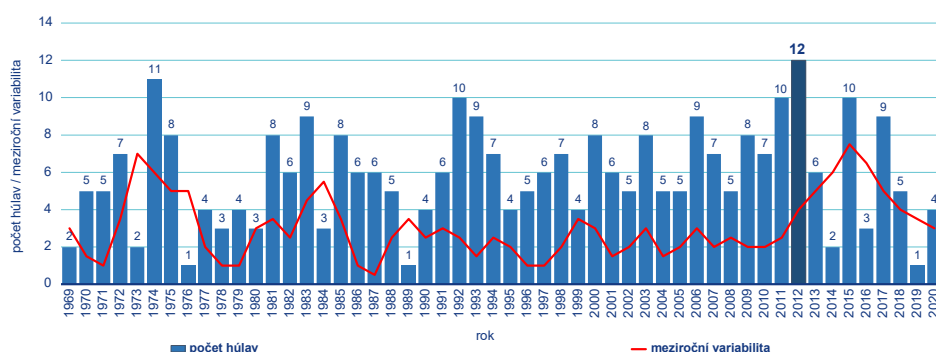
a) průměrná četnost během roku

Studované období bylo pro kontrolu vlivu nehomogenity dat následně rozděleno na dvě poloviny tak, aby bylo možné posoudit vliv dostupnosti digitálních radarových dat (od května 1993) a dat z automatických stanic (od 1998) na homogenitu předložené databáze. První půl intervalu připadl na roky 1969–1994 a druhý půl intervalu na roky 1995–2020. Při porovnání průměrné měsíční četnosti výskytu hůlav pro oba zvolené půl intervaly bylo shledáno, že rozložení hůlav během roku se změnilo jen nevýrazně. V obou půl intervalech je možné sledovat tentýž trend četnosti hůlav během roku s maximem v měsíci červenci (průměrně 1,82 případu v daném měsíci daného roku) a minimem v měsíci září (průměrně

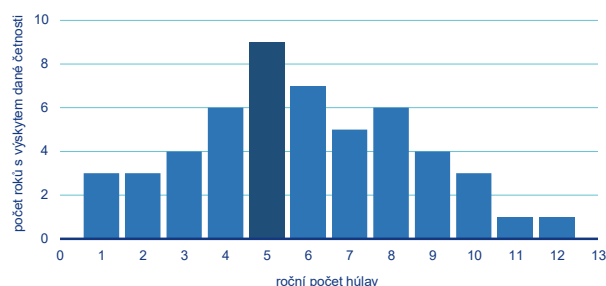
0,4 případu), ale i stejným pořadím dalších měsíců dle četnosti výskytu (tab. 2). Jediným výrazným rozdílem je nestejný absolutní počet nalezených případů, který je pro první půlinterval menší než pro druhý. To může svědčit o tom, že některé hůlavy z let 1969–1994 unikly naší pozornosti vinou menšího množství dostupných dat, než máme k dispozici za roky 1995 až 2020. Nelze vyloučit ani reálný vliv případného zvětšení počtu případů v tomto období, ale neradi bychom spekovali o tom, zda jde či nejde o skutečný nárůst počtu případů či dokonce o důsledek změny klimatu. Takové závěry z použitého souboru dat nelze vyvozovat. Lze ale usuzovat na dobrou reprezentativnost získané sady dat pro vyhodnocení průměrné četnosti hůlav v jednotlivé měsíce během roku.

b) celoroční počty případů

Ve studovaném období se vyskytlo od jednoho do 12 případů hůlav ročně s tím, že neobvyklejší četnost vychází 5 případů ročně a průměrný počet 5,8 případu ročně. Roky s 12 a 11 hůlavami se vyskytly jen v jednom případě, výskyt jen jedné hůlavy v roce pak ve třech případech. Až takové extrémní v roční četnosti rozsáhlejších hůlav jsou tedy spíše výjimkou (obr. 8). Pozoruhodné se jeví větší rozkolísání roční četnosti případů v závěru studovaného intervalu (obr. 1), ale i v jeho první třetině. Příčinu tohoto jevu jsme zatím nezkoušeli nalézt, ale bylo by nepochybně zajímavé zjistit, co vedlo k stabilnějšímu počtu případů během 90. let minulého a nultých let stávajícího století, a naopak k většímu kolísání počtu hůlav zejména v posledních letech, kdy



Obr. 7 Roční četnost zjištěných případů výskytu hůlavy za roky 1969 až 2020. Červenou čarou je naznačena meziroční „variabilita“ počtu případů. Poslední roky je četnost hůlav poměrně výrazně proměnlivá rok od roku, ale tak tomu bylo i během 70. let minulého století. Fig. 7. Wind squall annual frequency from 1969 to 2020.



Obr. 8 Histogram rozložení roční četnosti hůlav. Roční počty hůlav se pohybují od 1 až po maximálně 12 případů. Zjištěný nejpravděpodobnější počet hůlav za teplý půlrok je 5 případů. Fig. 8. Histogram of annual frequency of wind squalls. This type of chart shows that the most probable number of wind squalls during a year is five events.

Tab. 1 Rozložení četnosti húlav během teplého půlroku. Nejvíce zjištěných případů húlav za studované období připadá na měsíc červenec, následovaný srpnem. Nejméně případů je dle očekávání v září a dubnu.

Table 1. Total and average number of wind squalls in all individual months at the warm season of a year.

Měsíc	Počet za roky 1969–2020	Průměrně ročně
duben	24	0,48
květen	49	0,98
červen	51	1,02
červenec	91	1,82
srpen	69	1,38
září	20	0,4

Tab. 2 Nejčastější synoptické typy při výskytu rozsáhlých húlav v Česku. Jde jen o vybrané situace s výskytem alespoň 10 případů za sledované období.

Table 2. The most frequent types of synoptic situation which are connected with wind squalls. Only the situation types with at least ten cases are shown in the table.

Typ situace	Počet húlav
SWc2	48
Bp	46
Wal	44
B	30
Wc	30
SWc3	25
SWc1	18

by tento efekt neměl být způsobený menším množstvím dostupných dat, a tak případně přehlédnutím některých méně výrazných případů.

c) případy dle synoptické situace

V poslední řadě jsme se pak zaměřili alespoň okrajově i na potenciální charakteristické typy synoptických situací za kterých výraznější húlavy u nás vznikají. V tab. 2 je vypsán přehled nejčastějších situací, kdy došlo k výskytu alespoň 10 případů húlav za sledované období. Není překvapením, že nejčastější jsou u nás při jihozápadních cyklonálních situacích s více než 90 případy, kde převládá podtyp SWc2. Následují situace s brázdou nižšího tlaku vzduchu nad střední Evropou, kde převládají situace Bp. Zajímavé ovšem je, že húlavy jsou častější při západních anticyklonálních situacích (letního typu) než při západních cyklonálních.

6. Závěr

V návaznosti na dokumentaci výskytu derech na území Česka v rámci DKRVO byla vytvořena první verze databáze výskytu potenciálních rozsáhlejších húlav, jež se vyskytly na území ČR v letech 1969 až 2020. Ukázalo se, že jde o každoroční jev s četností od jediného případu ročně v nejslabší roky až po případy s výskytem více než 10 případů ročně, přičemž průměrně se vyskytne 5,8 případu ročně. Celá databáze pak čítá přes tři stovky případů různého rozsahu i intenzity a některé z těchto húlav navíc splňují kritéria derecha a jsou schopny působit opravdu výrazné škody na území velkého rozsahu, což dokumentují předešlé práce autora. V rámci sledovaného teplého půlroku je největší četnost výskytu húlav stejně jako derech v měsíci červenci, na

který připadá v průměru 1,82 případu. Následují měsíce srpen (průměrně 1,38 případu) a červen (1,02 případu). Nejméně húlav se v teplém půlroce vyskytne v měsíci září, ale ani tyto případy není radno podceňovat, protože máme již zdokumentované i velmi výrazné případy včetně zářijového výskytu derecha doprovázeného výskytem několika tornád. Jak se ukázalo, tak nejčastěji jsou húlavy spojeny s jihozápadními cyklonálními situacemi, případně s výraznou brázdou nízkého tlaku nad střední Evropou, což bývají obecně situace, se kterými často souvisí výrazné konvektivní bouře na našem území.

Další směřování databáze

Jak bylo již uvedeno, stávající verze databáze húlav zřejmě není kompletním výčtem případů výskytu tohoto jevu. Jednak se zaměřuje hlavně na húlavy, jež dosáhly většího rozsahu zasaženého území, ale také se na počtu úspěšně rozpoznávaných případů může výrazně projevit nehomogenita datové řady v čase. Datové sady dostupné z poslední dekády až dvou jsou mnohem obsáhlejší, než stejné datové sady ze 70. a 80. let minulého století. Bude tedy žádoucí doplnit další dostupná data, jež by umožnila dohledat případné prozatím přehlédnuté jevy a přidat je do databáze, stejně tak rozhodnout u některých složitějších případů, zda šlo o jednu či více nesouvisejících húlav, či zda případ definitivně nevypustit z databáze. Za zvážení pak stojí, zda databázi případů z posledních let nevést ještě v oddělené podobě, jež by byla rozšířena o prostorově menší případy i na základě dat o pádech stromů od HZS a hlášených výrazných škodách downbursty z ESWD, médií apod. tak, aby byl co nejlepší přehled o výskytu škod způsobených větrnými projevy konvektivních bouří. To vše bude spojeno s dalším intenzivním rozvojem a rozšiřováním již vytvořených softwarových nástrojů, ale i vývojem nových a také nalezení metod pro efektivnější a co nejobektivnější zpracování této databáze tak, aby byla spolu s dalšími rozpracovanými přehledy a databázemi význačných konvektivních jevů v nejbližších letech použitelná pro další výzkumné práce nejen v rámci interních aktivit ČHMÚ.

Literatura:

- KAMENÍK, M., 1986. Přechod studené fronty spojené s húlavou 1. 8. 1983 přes Čechy, *Meteorologické zprávy*, roč. **39**, č. 1, s. 10–14. ISSN 0029-1173.
- RACKO, S., 2021. Typizace povětrnostních situací pro území České republiky [online]. ČHMÚ [cit. 6. 10. 2021]. Dostupné na WWW: <https://www.chmi.cz/historicka-data/pocasi/typizace-povetrnostnich-situaci>.
- RÝVA, D., 2016. Výskyt jevu derecho na území ČR. *Meteorologické zprávy*, roč. **69**, č. 3, s. 83–89. ISSN 0026-1173.
- RÝVA, D., 2018. Mimořádná četnost supercelárních bouří a derech v Česku v roce 2017, *Meteorologické zprávy*, roč. **71**, č. 6, s. 170–178. ISSN 0026-1173
- SULAN, J., 2007. Silné konvekční bouře a hodograf větru – Vybrané případy z let 2001–2006. *Meteorologické zprávy*, roč. **60**, č. 4, s. 129–135. ISSN 0026-1173.

Lektoři (Reviewers):

RNDr. Jan Sulan, RNDr. Roman Volný

Extrémní povodně v ČR 1118–2021 a jejich mapové zpracování v nové aplikaci Krolmus-MEF

**Extreme floods in Bohemia 1118–2021 and their map representation
using the new Krolmus-MEF application**

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

This paper presents a new Krolmus-MEF (Map of Extreme Floods) application developed within the research activities partially funded by the Ministry of the Interior of the Czech Republic (project no. VI20192021166, “Hydrometeorological Risks in the Czech Republic – Changes in Risks and Improvements in their Predictions”). In general, the main goal of this research activity was an improvement of flood protection. In this part, we focused on collecting all basic documentary sources from the last nine centuries. The motivation was simple: such data are scattered in various sources, and hence hardly available for direct use. The related work, however, needs a simple and well-organized synoptic approach to these data. The ArcGIS web mapping application facilitated presentation of such information arranged in a map showing distinguished flood events on a wider European scale.

We tried to present the relation between various catchments with respect to extreme floods, especially in the context of infamous 1997 and 2002 floods. 57 extreme flood events in total are presented in the main summarizing table. The criterion for their selection was the maximum water level or discharge reached in the main dozen of catchments. The flood event from June 1804, scarcely known until today, though being an extreme one for the Giant Mountains, is presented as an example of a summer flood. The 1775 flood, an extreme for the Orlice, upper Morava and Elbe Rivers, is an example of a winter flood.

Currently, details of 20 flood events (1432–2002) are available in the web mapping application. Finalization of all 57 events is expected in 2022. The application is to be extended by other historical, contemporary and potential future flood events.

KLÍČOVÁ SLOVA: povodeň extrémní – mapové aplikace webové – hydrologie historická – ochrana protipovodňová – 1775 – 1804

KEYWORDS: extreme flood – Web Mapping Applications – historical hydrology – flood protection – 1775 – 1804

1. Úvod

Data o skutečně extrémních případech povodní jsou obzvláště cenným hydrologickým datovým materiálem, který se jen vzácně vyskytuje v rámci standardních hydrologických řad. (Baker et al. 2002). Obory jako „paleoflood hydrology“ anebo historická hydrologie se zaměřují právě tímto směrem. Poslední evropská povodňová perioda 1993–2016, alespoň podle společné evropské studie (Blöschl et al. 2020), patřila k nejintenzivnějším dvěma či třem periodám v posledních pěti stoletích. I to je jeden z dokladů o tom, že frekvence a intenzita extrémních projevů klimatu v posledním čtvrtstoletí spíše roste. Potřebujeme tedy ještě studovat historické povodně? Nebude vše jinak a nebude lépe se spolehnout jen na numerické modely? Myslíme si, že oba směry, tedy historická hydrologie a modelování, nejsou v žádném rozporu, naopak. Budeme potřebovat jak numerické modely, tak pečlivé studium historických extrémů. U dobře doložených historických případů máme naprostou jistotu o jejich reálnosti. Numerické modely mohou pomoci vysvětlit, proč a jak k takovému extrému došlo. Protože budoucí klima bude asi poněkud dynamičtější, budou výrazné extrémy přicházet patrně s vyšší frekvencí. Můžeme použít jistě řadu lapidárních příkladů, více či méně přílehavých. Možná to bude podobné, jako kdybychom starou gramofonovou desku pustili s poněkud vyšší rychlostí. Tento pocit jsme měli již v roce 2002, kdy kulminační vodní stavy dosáhly v Praze, Mělníce a Děčíně tam, kde byly naposledy v roce 1432 anebo 1845. Naše aplikace se proto pokouší předložit způsob, jak si takovou „starou desku“ pustit s předstihem, několikrát a pozorně si ji v klidu poslechnout dopředu a trochu se připravit.

Je příznačné, že právě v době poslední povodňové periody znamenala historická hydrologie značný posun, např. pokud jde o metodologii (Benito et al. 2004, 2015). Využívají se stále dokonalejší přístupy a jde přitom často o modelování vysvětlujících srážkových scénářů s pomocí numerických modelů, a to jak pro katalánské řeky ve Španělsku (Balasch et al. 2010), tak také pro Sázavu a Berounku u nás, (Elleder et al. 2020a,b). Podobné studie vedou k možnosti alternativního vyhodnocení N-letých vod na základě několik set let dlouhého záznamu kulminačních stavů. Jako příklady zde uvedeme italskou Tiberu (Calenda 2005; 2009) nebo řeku Trent ve střední Anglii (Macdonald 2013), Vltavu v Praze (Elleder 2016) anebo zcela nově řeku Duero ve Španělsku (Benito et al. 2021). Někdy se jedná o zpracování povodně pro jednu lokalitu s dobře doloženou řadou historických povodní, jedno povodí či oblast. Studie, která se rozvinula v rámci grantu Ministerstva vnitra, je zaměřená na snížení protipovodňových rizik, v tomto případě na správné

rozpoznání budoucího rizika. Základní myšlenkou byla mapa extrémních povodní pro celé území ČR pro celé období, kdy u nás jsou povodně zaznamenány, tedy od r. 1118 (Brázdil et al. 2005). Přitom se potvrdilo, že je vhodné zpracovat mapově i jednotlivé události, a to nejen pro Českou republiku, ale pro mnohem širší kontext. Důvod je prostý, regionální povodně zasahují plochu značně přesahující naše území a na základě existujících mezinárodních databází je možné získat mnohem přesnější a úplnější obraz o události. V mapové aplikaci bylo možné názorně propojit jednotlivé zprávy o povodních, a tím shromážděná data výrazně zhodnotit. Povodňová data se, pokud jde o prostorové souvislosti, výrazně odlišují od dat srážkových. To je dáno poměrně přesně definovanou cestou vody v říční síti. Výhody možné následné interpolace a extrapolace z logiky kausálních vazeb v říční síti není ani nutné obšírně vysvětlovat. Vzniká tak možnost rychle porovnávat jednotlivé extrémní události, a to zatím počínaje 15. stoletím a konče posledními velkými povodněmi 21. století.

2. Metodika

2.1 Dokumentární zdroje a systematická data

Podstatným zdrojem dat o extrémních povodních byly již zpracované publikace a databáze, a to domácí i zahraniční. Vynecháme-li starší práce (podrobněji o nich Elleder 2016), máme již řadu povodí částečně zpracovaných, a to ve formě publikovaných excerpů z dokumentárních zdrojů. Jsou to především práce Jiřího Kynčila, který byl jedním z průkopníků historické hydrologie u nás již v 70. letech 20. století. J. Kynčil zpracoval nejprve přehled historických povodní pro povodí Ohře a Bíliny (Kynčil, Lůžek 1979). V závěru excerpce zdrojů o povodních Jílovského potoka (Kynčil 1981) se autor zamýšlel nad vlivem zahrnutí či nezahrnutí historických případů do zpracování čáry překročení průtoků. Extrémní povodeň Jílovského potoka v r. 1987 potvrdila platnost jeho úvah. J. Kynčil pak zpracoval i historické povodně podkrušnohorských toků (Kynčil 1983). U příležitosti povodně na Litavce upozornil i Kašpárek (1984) na významnost zahrnutí extrémních historických případů (1872) do statistického zpracování. Poslední práci J. Kynčila bylo zpracování povodní na Ploučnici (Kynčil 1993). Na jeho práci navázal O. Kotyza, a to přehledem povodní zaměřeným zejména na Labe, Vltavu a Ohři (Kotyza et al. 1995). Tentýž se až do svého předčasného odchodu na začátku r. 2021 stále věnoval historické klimatologii a hydrologii a tematice značek povodní na dolním Labi. Stručný přehled povodní dolní Berounky zpracoval později Elleder (2004). Brázdil et al. (2005) připravili chronologický přehled anotací k jednotlivým případům s uvedením zdrojů pro povodí Vltavy, dolního Labe, Moravy a Odry. Stejným způsobem doplnili Brázdil et al. (2007) chronologie povodní pro moravská povodí Bečvy, Svratky, Dyje a ze Slezska pro povodí Opavy. Později byly zpracovány i historické povodně na Sázavě (Elleder 2008) a Otavě (Elleder et al. 2014).

Podstatná část zahraničních dat pro německé země, Rakousko, Holandsko a Francii, ale také data pro oblast českých zemí a Slezska je celoživotní dílo německého meteorologa K. Weikina. Část jeho díla je dnes relativně snadněji k dispozici. Publikovali je v ucelených svazcích po padesátiletých obdobích (1750–1800 a 1801–1850) Börngen a Tetzlaff (2000, 2002). Pro období 1500–1800 byla použita klimatologická německá databáze pro prostředí střední Evropy Climdat, dostupná dříve bez obtíží na internetu. Její uložení a cesta k ní se ale v čase

mění a není zcela jednoduché ji využívat (Climdat 2010). Povodně Dunaje ve Vídni zpracoval Hohensinner (2020), slovenské povodně Pekárová et al. (2018) a pro území Polska zpracovali téma Girgus a Strupaczewski (1965). Pro domácí prostředí byla užita autorova soukromá databáze Krolmus (Elleder 2016) a databáze HKD Jiřího Svobody (v majetku ČHMÚ Praha).

Velká část území zůstala tedy nepokryta zpracovanými chronologiemi povodní. V řadě případů bylo možné využít starší historiografické práce zaměřené na daný region či povodí. Ve spolupráci s archeology, historiky a archiváři v regionech byly zpracovány chronologie povodní i pro další toky, jako např. pro Jihlavu, Oslavu, Moravskou Dyji, Úhlavu, Tichou a Divokou Orlici, Dědinu, Lužnici, horní Vltavu, Kocábu, Klenici a řadu dalších toků.

2.2 Výběr extrémních událostí

Kritéria a postup výběru

Pro hodnocení extremity jsme užili zjednodušenou klasifikaci (tab. 1) obvyklou pro historické případy povodní. Jde o třibodovou škálu 1, 2, 3 (Sturm 2001) související s interpretací škod, zároveň ale navázanou na N -letost povodní. Navíc byl přidán další stupeň 4 (E4) určený pro jednu nejvýznamnější povodeň anebo více alternativních povodní. Jde o případy odhadnutého průtoku většího než příslušná hodnota Q_{200} u vyhodnocených případů. Nebo jde o povodně, či jednu povodeň, které či která patří pro danou lokalitu či tok na základě srovnání dosažených kulminací k největším. Snažili jsme se pokrýt v tomto případě území ČR pro případy povodí o ploše řádově alespoň 400 km². Takových povodí je na území ČR (plocha 78 871 km²) asi 90 až 100.

Tab. 1 Rozdělení povodní podle třibodové škály (Sturm 2001).

Table 1. Flood classification according to a three-point scale (Sturm 2001).

1	Menší povodeň (došlo k vybřežení a dochází k mírným škodám zejména na loukách a polích).	$> Q_{10}$
2	Odpovídá významné povodni, kdy již dochází ke škodám na budovách.	$> Q_{20}$
3	Dochází k velkým škodám na budovách, stržení mostů aj.	ca $Q_{100, 200}$
4	Vyhrazen mimořádným povodním.	$> Q_{200}$

Sturm et al. (2001) a Brázdil et al. (2006b) ve škále 1–3 (běžná, mimořádná a katastrofální) povodně.

Postup při vyhledávání extrémních povodní byl zpočátku intuitivní, později jsme rozvinuli iterativní mechanismus, který lze rozdělit asi do tří kroků:

Prvním krokem byl výběr extrémních událostí pro asi 30 základních povodí. Vybírány byly povodně s extremitou 3 a 4. Pro zjevně, z našeho pohledu, perspektivní případy byla připravena mapa pro všechny lokality zaznamenané ve stejnou dobu ve střední Evropě.

V druhém kroku, bylo vhodné ze získaných geografických souvislostí kontrolovat např. časové nesrovnalosti anebo uvažovat o profilech, kde bylo možné doplnit data. V takových profilech, v případě úspěchu a doplnění dříve neznámých dat, byla někdy v dobovém tisku získána informace o dalších povodních a o jejich relaci k právě aktuálnímu případu (Elleder 2016). Taková porovnání byla v denním tisku poměrně častá, místní do-

pisovatelé bývali někdy očitými svědky minulých povodní. Tyto nové případy byly zahrnuty mezi mapově zpracovávané a celá procedura se opakovala.

Ve třetím kroku je možné vybrané případy prověřit, a to s pomocí dalších potvrzujících zpráv o čase povodně, kulminačním stavu či škodách. Pokud je k jednomu případu dostatek dat, je možné provést jeho ověření navržením jednoho či více scénářů a zaměřit se na resimulaci např. s pomocí hydrologického modelu Aqualog jako bylo již dříve provedeno u případů 1714 (Elleder et al. 2020a) a 1872 (Elleder et al. 2020b). Tyto případy pak mohou být archivem možných numerických kritických scénářů navázaných na aplikaci.

2.3 Mapová aplikace

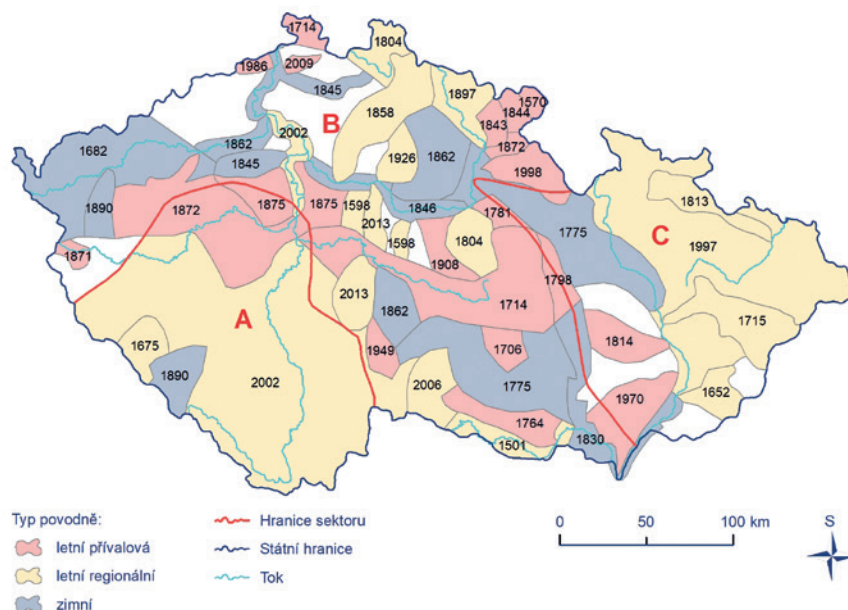
Jméno aplikace Krolmus-MEF je převzato z databáze Krolmus (Elleder 2016), jejíž název vychází ze jména autora první rozsáhlé česky psané práce o historických povodních Václava Krolmuse (Krolmus 1845). Zkratka **MEF** je dána anglickým spojením: „Map of extreme floods“. Aplikace obsahuje shrnující mapu s jednotlivými lokalitami, u kterých lze vyčíst důležité povodňové případy, které jsou pak v evropském kontextu přístupné v jednotlivých záložkách. Body jsou rozděleny podle extremit, v atributech každého bodu jsou dostupné informace (pokud existují) jako krátký popis, údaje o nástupu povodně, škodách, obětech, kulminačním průtoku a vodním stavu v dané lokalitě anebo vodočetné stanici. Mohou být přitom barevně zvýrazněna základní zasažená povodí. Příslušné povodně mají v mapovém zpracování vlastní listy, těch bylo v době odevzdání rukopisu ca 20.

3. Výsledky

3.1 Extrémní případy povodní

Povodně v poslední evropské povodňové periodě 1993–2016 rozdělují území ČR z hlediska dominance nějaké povodňové události s extremitou E4 na tři části: na jihozápad (sektor A: povodeň 2002), severovýchod (sektor C: 1997) a mezilehlou oblast, která byla v letech 1997 a 2002 zasažena jen okrajově anebo vůbec. Tato přibližně vymezená třetí oblast je nejrozsáhlejší (sektor B). Ostatní extrémní letní regionální střeoevropské události této periody, jako povodeň 2010 a 2013 zasáhla naše území relativně méně. Široký mezilehlý pás zahrnuje většinu Českomoravské vrchoviny, Polabí, Podkrkonoší a Pohoří, většinu Krkonoše a Podkrkonoší, ale také jih Moravy.

Aktuální mapová aplikace sestává zatím z 20 případů, počet vybraných a připravených případů je ale vyšší a počet zpracovaných událostí dál poroste. Celkově je pro období 1432–2013



Obr. 1 Schematická sumarizační vrstva aplikace Krolmus-MEF s oblastmi pravděpodobné největší povodně. Letní regionální případy (žlutě), zimní smíšené povodně (modře) a přívalové povodně (červeně). Jednotlivé, šedou linií ohraničené oblasti (pro každou oblast jeden případ) vymezují jednotlivé povodně označené vždy rokem výskytu. Červené linie vymezují oblast zasaženou povodní 2002 na jihozápadě (A), mezilehlou oblast (B) a oblast zasaženou v r. 1997 na severovýchodě ČR (C).

Fig. 1. Schematic summary layer of the Krolmus-MEF application with areas of the likely largest floods. Summer regional events (in yellow), winter mixed floods (in blue) and flash floods (in red). The individual, gray-bordered areas (one event per an area) indicate particular floods, each marked with the year of occurrence. The red lines delimit the area affected by the 2002 flood in the south-west (A), the intermediate area (B), and the area affected in 1997 in the north-east of the Czech Republic (C).

vybráno (tab. 2) 57 případů. Ve výběru jsou případy (v zápisu je vyznačen vždy rok a měsíc: RRRR_M) u nás již dobře známé z předchozích zpracování, jako např. 1432₇, 1784₂, 1845₃, 1997₇ a 2002₈. Jsou tu ale i případy, které jsou obecně známy málo, či vůbec, jako 1703₈, 1775₂, 1804₆ a 1846₂ ačkoliv jde o regionální velmi extrémní povodňové události.

Některé známé události jako povodeň 1890₉, zde ve výběru víceméně chybí, protože srovnáním s jinými (např. 1845₃ a 2002₈) nedosáhly zatím nikde kritérií E4. Z regionálních případů 20. století jsou ve výběru jen povodně 1903₇, 1926₆, 1997₇ a 1998₈. Někdy splnil kritérium E4 jeden případ, jindy dva jako u dolní Vltavy (1432₇, 2007₈), někdy je ve výběru více případů. Typicky se to týká např. Bečvy (1652₇, 1715₅, 1997₇) a středního Labe (1591₆, 1595₃, 1761₂, 1775₂, 1804₆ a 1846₂), kdy je obtížné rozhodnout.

Nejvýraznějším regionem, který překrývá část oblasti s extrémním průběhem povodně 2002 (Sektor A) je pás zahrnující dolní Berounku, Sázavu a částečně i Svratku a Novohradku. Tato území byla zasažena v r. 1714 (východní část) a r. 1872 (západní) neobyčejně silnými přívalovými srážkami a povodněmi velkého rozsahu, takže kulminační stavy se naprosto vymykají srovnání. Tyto dvě povodně jsou mimořádné události, které navíc zejména v povodí Sázavy jsou atypické, typické jsou tu totiž spíše zimní případy (jako např. 1845₃, 1862₂ a 1891₃).

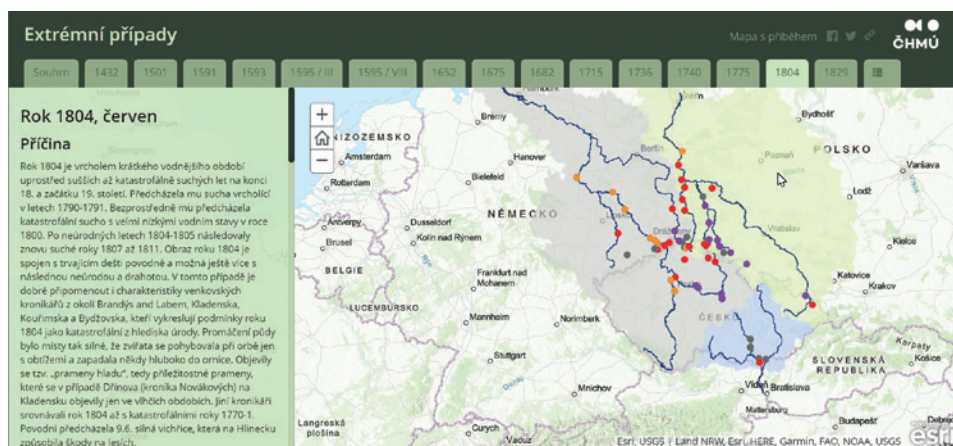
Pro většinu dalšího mezilehlého sektoru B se ukázaly jako stěžíjší spíše extrémní zimní povodně. Pokud se podařilo prokázat, byly to případy v letech 1595₃ (Ohře, Labe), 1655₂ (Labe), 1682₂ (Ohře) ale zejména 1761₂, 1775₂, 1830₂ (Střední Labe a Českomoravská vrchovina), 1845₃ (dolní Labe, Ploučnice,

Tab. 2 Přehled vybraných 57 extrémních případů.

Table 2. Overview of 57 selected extreme events.

Rok	Období	Typ	Oblasti zařazené do E4
1432	30. 7.	S _R	Dolní Vltava – Praha
1501	25. 8.	S _R	Horní Dyje (Znojmo)
1570	po 13. 7.	FF?	Stěňava
1591	24. 6.–25. 6.	S _R	Horní Labe, horní Morava (Desná)
1592	4. 9.–6. 9.	S _R	Horní Vltava (České Budějovice)
1595	5. 3.–10. 3.	W _R	Střední Labe (Hradec Králové, Kolín, Nymburk, Brandýs n. L.)
1595	17. 8.–18. 8.	S _R	Lužická Nisa, Kamenice (Česká Kamenice)
1598	18. 8.	S _R	Šembera, Český Brod a Kutná Hora, Vrchlice
1652	22. 7.	S _R	Morava, Bečva, Olšava
1655	15. 2.	W _R	Střední Labe
1675	20. 6.–22. 6.	S _R	Horní Úhlava, dolní Berounka
1682	25. 1. –29. 1.	W _R	Horní Ohře
1703	1. 8.–2. 8.	S _R	Smědák, Lužická Nisa, Jizera (opakované povodně od konce června)
1706	1. 5.	FF _p	Oslava, Losinka (Desná?)
1714	31. 7.–1. 8.	FF _{MS}	Sázava, Svratka, Novohradka, Křínice (v červnu)
1715	22. 5.–27. 5.	S _R	Bečva (datace se mírně liší)
1736	17. 6.–19. 6.	S _R	Lužnice (Soběslav)
1740	20. 12.–22. 12.	W _R	Horní Labe, Jizera, horní Otava, Divoká Orlice
1757	30. 5.–31. 5.	W _R	Mastník, Smutná, Konopištský p.
1761	22. 2.–27. 2.	W _R	Střední Labe, Chrudimka, Doubrava, Cidlina, horní Morava
1775	31. 1.–16. 2.	W _R	Orlice, Střední Labe, Ploučnice, Jihlava, Oslava, Svratka, Svitava
1784	28. 2.	W _R	Berounka v Plzni, horní Otava
1789	7. 5., 21. 6., 18. 7.	FF _p ?	Horní Dyje (Šatov), Klenice, Sitka
1799	22. 2.	W _R	Ohře
1804	13. 6.–16. 6.	W _R	Lužická Nisa, Smědák, Chrudimka
1813	26. 8.–28. 8.	W _R	Opava, Osoblahy, Ostravice, Olše, Odra
1829	13. 6.	SW _R	Horní Labe, Vrchlabí
1830	26. 2.–18. 3.	W _R	Morava, dolní Dyje (povodeň měl u nás několik fází)
1843	15. 6.	FF	Úpa
1844	23. 6.	FF	Horní Metuje (výška vyznačena na Krakonošově zubu, skalním útvaru)
1845	29. 3.–31. 3.	W _R	Dolní Labe
1846	24. 1.–28. 1.	W _R	Střední Labe
1854	19. 8.–25. 8.	S _R	Opava (povodeň měla dvě až tři vlny)
1858	31. 7.–5. 8.	S _R	Jizera
1862	1. 2.–9. 2.	W _R	Horní Dyje, Sázava, Ohře (2 vlny)
1871	25. 6.	FF	Mže
1872	25. 5.–26. 5.	FF _{MS}	Střela, Dolní Berounka, Litavka, Rakovnický p. Blšanka, Metuje
1875	24. 6.–9. 7.	FF _p	Motolský p. Botič, Zákolanský p., Bakovský p.
1880	4. 8.–5. 8.	S _R	Bečva, Ostravice
1890	24. 11.	SW _R	Teplá, horní Otava
1888	2. 8.–3. 8.	S _R	Jizera
1888	2. 9.–3. 9.	S _R	Blanice (otavská), Malše
1897	29. 7.–2. 8.	S _R	Ploučnice, Labe, Úpa, Jizera, Lužická Nisa
1903	10. 7.–11. 7.	S _R	Opava, Osoblahy, Vidnavy
1926	5. 6.	S _R	Mrlina, Klenice
1931	23. 3.	FF	Haná
1949	31. 5.	FF	Nežárka
1970	9. 6.	FF	Kýjovka, Trkmanka
1979	19. 6.	FF	Stěňava
1987	1. 7.	FF	Jílovský p.
1997	5. 7.–29. 7.	S _R	Morava, Odra, Tichá Orlice
1998	23. 8.	FF	Divoká Orlice Dědina
2002	8. 8.–16. 8.	S _R	Horní Vltava, horní Berounka, Lužnice, Otava
2009	23. 6.–4. 7.	FF _p	Kamenice, Jičinka, Volyňka
2010	10. 6.	S _R	Kamenice
2010	7. 8.–9. 8.	S _R	Lužická Nisa
2013	2. 6.–4. 6.	S _R	Bílina (sázavská), Mrlina, Výrovka, Mastník, Čistá, Brzina

Tučně je zvýrazněn rok povodně vyskytující se v mapě (obr. 1). Typ označuje nejjednodušší členění povodní: W_R (zimní regionální povodeň), SW_R povodeň s charakterem letní a částečně i zimní povodně, S_R (letní regionální povodeň), FF (přítalová povodeň), FF_{MS} (rozsáhlá přítalová povodeň) a FF_p (období s výskytem přítalových povodní)



Obr. 2 Záložka aplikace pro povodně v červnu 1804 s odlišením extremity: neurčeno (šedé kolečko), stupeň 2 (oranžové), stupeň 3 (červené), stupeň 4 (fialové).

Fig. 2. Application tab for the floods in June 1804 with a distinction of extremity: undetermined (gray circle), level 2 (orange), level 3 (red), level 4 (purple).

Bakovský potok), 1846₂ (střední Labe) a 1862₂ (Labe, Českomoravská vrchovina, Ohře). Mezi těmito případy je, podle prozatímních výsledků, nejzajímavější povodeň 1775₂, která dříve nebyla na rozdíl od např. případů 1784₂, 1845₃ a 1862₂ příliš zdokumentovaná, s výjimkou např. Svatky a Jihlavy.

Další podoblastí sektoru B, je oblast Lužických, Jizerských hor a Krkonoš. V povodí Lužické Nisy jsou srovnatelné povodně v červnu 2010 a srpnu 1897. V úvahu však připadají i povodně: 1432₇, 1595₈, 1689₈, 1703₈, 1804₆, 1829₇ a 1858₇. Tyto letní velké vody se svým průběhem lišily značně v jednotlivých částech hor, zatím jsou z nich v popředí velké vody 1804₆, 1858₇ a 1897₇. Na obr. 2 je ukázka z jedné záložky aplikace, a to pro právě povodeň 1804₆, která měla extrémní průběh zejména na severním návětrí Jizerských hor a Krkonoš a také Českomoravské vrchoviny. V povodí horní Dyje je důležitý případ 1501₈, nejvýraznější mimochodem i pro nedaleký tok Dunaje. Zbytek území je značně fragmentován. Uvedeme např. ještě extrémní rozvodnění toků v povodí Vrchlice (Kutná Hora) anebo Šembery (Český Brod) v době regionální povodně 1598₈, které mělo ale lokálně přívalový charakter. Extrémní případy přívalových povodní zasahující povodí v řádu stovek km² jsou částečně jak v mapě (obr. 1), tak i v tabulce (tab. 2). Uvádíme jen některé, protože evidence těchto případů zdaleka přesahuje kapacitu tohoto textu.

4. Diskuse

4.1 Změny podmínek

U časově vzdálenějších událostí se situace poněkud komplikuje nedostatkem poznatků nejen o povodni samé, ale také o změnách situace, což by mohly ovlivnit např. odhad průtoku. Jde o důsledky zkracování toku a následnou tendenci k „zařezávání koryta“, ohrazování koryta, úpravy trasy, koryta, nová zástavba, či rušení či přesun některých objektů jako jezů atd. V našem případě u velmi extrémních případů E4, (ca Q_{200} a více) tento vliv poněkud klesá. Případy povodní s vyšší N -letostí mají významný podíl průtoku mimo vlastní koryto v údolní nivě a topografické podmínky se většinou podstatně nemění. Lokální vlivy navíc poněkud eliminuje větší počet profilů s popisem povodně podobného vyznění. Pro jednotlivé případy je vhodné změny v daném profilu prověřovat. Důležité myšlenky ohledně řešení podobných problémů přinesli již zmínění autoři Baker et al. (2002).

4.2 Problematické lokality

Mezi nedeřešené problémy patří kovové desky s vročením 1880 považované za značky extrémní povodně v Ostravě v srpnu (tab. 2) téhož roku (na budově muzea, Brázdil et al. 2007). Jde tu možná ale jen o připomínku návštěvy císaře na podzim 1880 již po povodni, a to u příležitosti jeho 50. narozenin, nikoliv vyznačení výšky vody. To je ale jen hypotéza. Nepodařilo se rozřešit problém vysoko položené značky povodně 1690 v Hodoníně, jejíž popis se uvádí jako doklad hlubokého zaplavení náměstí. Vysvětlením může být dřívější chybné čtení staré značky (pokud vezmeme v úvahu jiné pravděpodobné povodně např. 1609, 1670, 1830), která bylo přeneseno z původního místa do současné polohy.

4.3 Povodně 1715, 1775, 1789, 1809 a 1876

S ohledem na stručnost uvedeme jen pět příkladů dalších povodní. Díky bakalářské práci pana Daniela Juřici z Hodonína jsme získali fotografii záručně místní chalupy s rytými značkami povodní 1584, 1715, 1854 a 1880. Přesah povodně 1715 plyne z porovnání s výškou, což umožnila stopa z r. 1997 na fasádě.

Povodně v Hradci Králové jsou vyjádřeny mezi r. 1591 a 1655 výškou vody nad podlahou kostela sv. Anny v klášteře minoritů, který bohužel zanikl po r. 1775 vytvořením nového (umělého) koryta Labe. Spoluprací s muzeem v Hradci Králové se podařilo poněkud objasnit okolnosti a rozsah extrémní povodně právě v únoru 1775, a to díky rozsáhlému autentickému popisu ze Švendovy kroniky (Švenda 1814), a osvětlit stejný případ v Litovli. V Litovli voda zaplavila vnitřní části města: „V r. 1775, 5. února, byla tak velká voda, že od olomoucké brány až k Thurmelu šla přes vozovku... na náměstí u strážnice bylo možné udělat jen 4 kroky po suchu...“ (Wozak 1882). Výjimečnost tohoto případu dokládají zprávy i z přítoků Dyje a zejména katastrofální průběh na Váhu a dále na Dunaji. Při příležitosti jiné katastrofální povodně Moravy v březnu 1876, je konstatováno pro stav v Olomouci, že: „patří k největším v tomto století, za povodní 1830 nepatrně zaostala, povodně 1838 a 1845, byly dosaženy ne-li překonány. Voda vnikla do města jen v nižší části u Hradiska“ (Die Neue Zeit: Olmüzer politische Zeitung z 3. 3. 1876, překlad autor). Podrobnější informace budou k dispozici



Obr. 3 Zničené opevnění a přilehlá část města Šternberka po katastrofální povodni řeky Sítka (povodí horní Moravy) 17. 8. 1789.

Fig. 3. Destroyed fortifications and the adjacent part of the town of Šternberk after the catastrophic flood of the Sitka River (Upper Moravia basin) on 17 August 1789.

v aplikaci Krolmus-MEF, anebo v budoucích publikacích o jednotlivých povodních.

Tři přívalové povodně v květnu (7. 5.), červnu (21. 6.) a červenci (17. 8.) 1789 měly katastrofální následky (obr. 3). Podle Kingtona (1979) byla příčinou katastrofální skandinávské povodně (22. 7.) dráha Vb srážkotvorné cyklony (podobně i v r. 2013). Povodeň ve Šternberku ze 17. 8. (obr. 3) má tedy zjevnou časovou souvislost a možné vysvětlení.

Některé povodně jsme prozatím nechali stranou, týká se to případu zimní povodně 1809, která pod soutokem Dunaje s Moravou v Bratislavě zaznamenala jeden z nejvyšších vodních stavů. Příčinou byl patrně silný ledochod a následné ledové bariéry. Tato povodeň mohla být příčinou škod, které se staly v Lednicko-Valtickém areálu, a kde na tzv. „Opičím ostrově“ uhynuly za povodně všechny opice, zda chladem, anebo povodní, anebo ledovou dřenici není jasné.

4.4 Použití Krolmus-MEF

Aplikace je na první pohled jednoduchá, situace bývá ve skutečnosti mnohem složitější. Data v ní obsažená jsou výsledkem práce mnoha badatelů za desítky let. Aktuální studie a připravená aplikace Krolmus-MEF směřují k prostému cíli. Představit data o historických povodních srozumitelněji a přehledněji formou než doposud. Účinnost toho řešení je trojí: 1. úplné a přehledné zobrazení jednotlivé zasažené oblasti, 2. možnost rychlé konfrontace všech událostí navzájem, 3. možnost využití dalších nástrojů a dat v GIS.

Tyto přednosti lze využít asi ve čtyřech oblastech: 1. v operativě, 2. v režimovém zpracování dat, 3. v základním výzkumu a 4. z hlediska socio-hydrologického. V operativě poslouží k rychlému nalezení situace, která vykazuje podobné vlastnosti jako právě aktuální. Je tak možné využít tento formát jak při varování, tak při následném objasnění situace pro média. Z hlediska socio-hydrologického by aplikace Krolmus-MEF mohla zlepšit porozumění, pokud jde vznik, rozsah a frekvenci extrémních událostí. Jinými slovy, jde o srozumitelné zpracování významných povodní pro veřejnost. Ve svém důsledku, se se to může projevit lepším pochopením rizika povodní, a tak přispět protipovodňové ochraně.

4.5 Perspektiva

Zpracování v prostředí GIS umožní připojení dalších historických i budoucích povodňových událostí. Zjednoduší se ale i budoucí možné zpracování vstupních parametrů pro model Aqualog u významných historických povodní. V minulosti jsme již zpracovali takto např. povodně 1714₇ a 1872₅, jak již bylo výše uvedeno. Při přípravě extrémních scénářů bude možno vycházet z dalších velkoprostorových událostí a provést přesnější a také srozumitelnější kategorizaci povodní než dnes.

5. Závěr

Smyslem tohoto článku bylo představit dokončovanou aplikaci Krolmus-MEF, jejímž účelem je shromáždit na jednom místě objektivní informace o extrémních povodních v ČR na základě zatím málo využitého potenciálu dokumentárních zdrojů. Hlavní výhodou je mapové zpracování, které představuje jak typické extrémy, tak jejich časový a prostorový rozsah v evropském kontextu. To umožňuje rychle porovnávat jednotlivé události bez hledání v řadě publikací.

Ze soustředění a doplnění všech dat je zjevné, že na případy 1997₇ a 2002₈ se můžeme dívat jako na události extrémní, ale zároveň překonatelné a často i překonané. V minulých stolecích se setkáváme s případy, které jsou prostorově rozsáhlejší, jako např. povodně 1501₈ či 1736₆. Mezi případy, které jsou srovnatelné anebo významnější alespoň v části povodí můžeme kromě případu 1432₇ řadit i další velké povodňové případy. Z letních regionálních to jsou např. povodně 1501₈, 1652₇, 1675₆, 1714₇, 1715₅, 1813₈ a 1872₅. Ze zimních ještě zmíníme zejména případy 1655₂, 1761₂, 1775₂, 1784₂, 1830₃, 1845₃ a 1862₂. Ukazuje se, že některé extrémní povodně byly společné pro povodí horní Moravy, Orlice a horního Labe, jako např. povodně 1501₈, 1591₆, 1761₂ a 1775₂.

Na závěr je potřeba zdůraznit, že úkol předložit extrémní případy pro celé území ČR byl splněn aplikací, která je otevřená dalšímu zpracování. U příležitosti 150 let od extrémní povodně 1872₅, tedy v r. 2022 by mohla být uvedena do ostrého provozu. Aktuálně je aplikace v provozu testovacím. Její umístění a příslušná adresa bude zveřejněna v některém z dalších čísel MZ. Úkol tím ale nekončí, spíš vlastně začíná. Popsaným způsobem je možné upřesnit předložené výsledky, a to doplněním dalších dat a také dalším ověřením scénářů za pomoci numerického modelování.

Poděkování:

Výzkum byl částečně financován Ministerstvem vnitra (projekt číslo VI20192021166, „Hydrometeorologická rizika v České republice – změny rizik a zlepšení jejich predikcí“) v rámci „Program bezpečnostního výzkumu České republiky 2015–2022“. Za spolupráci a rady děkujeme PhDr. O. Koutzovi z muzea v Litoměřicích, podobně ing. Z. Šámalové, dlouholeté pracovníci státního podniku Povodí Labe, a za zpracování obsáhlých excerpů z denního tisku i dobových odborných publikací Z. Dragounovi. Dále děkujeme kolegům ing. P. Lettovi, mgr. J. Šrejbrovi a ing. R. Žaliovi za pomoc radou i v terénu, J. Dlugošovi ze spolku Stará Opava za fotografie povodní z r. 1903, mgr. M. Kollerové z Muzea v Šumperku za informace k povodni 1886, D. Juřicovi za unikátní značky povodní z Hranic na Moravě, B. Šimečkové ze správy Zbrašovských aragonitových jeskyní v Teplicích nad Bečvou, M. Chadaříkové z Muzea v Podbezdězí, archeologu mgr. R. Bláhovi z Muzea Hradce Králové za informace k povodni 1775, archeologu Muzea v Pardubicích mgr. T. Zavoralovi, mgr. I. Šulcovi ze SOKA Chrudim za soupis povodní Chrudimky, PhDr. M. Ripperové z Muzea ve Velkém Meziříčí za soupis povodní Oslavy, bc. K. Hladečkovi z Muzea v Týně nad Vltavou, PhDr. H. Lipavské z Polabského muzea v Poděbradech, mgr. L. Hotové z Muzea v Klatovech, PhDr. J. Lhotákovi z Muzea Šumavy v Sušici, mgr. M. Filipové z Muzea Chodska v Domažlicích, PhDr. M. Novotné ze SOKA Tachov, bc. R. Berthovi a mgr. K. Barcuchové z Muzea v Ostravě, PhDr. L. Hlubkovi z Vlastivědného muzea v Olomouci, mgr. R. Najmanovi a ing. R. Urválkovi, PhD., z Muzea v Litvli, ředitelce Muzea a galerie v Hranicích na Moravě ing. N. Jandové, mgr. D. Menouškové ze Slováckého muzea v Uherském Hradišti, archeologovi mgr. F. Kostrouchovi z Masarykova Muzea v Hodoníně, mgr. Z. Jeřábkové z Muzea Vyškovska, PhDr. M. Vostřelovi z Muzea v Lounech, RSDr. L. Jozovi z Muzeu v Kolíně, archiváři J. Pejškovi ze SOKA Kolín, ředitelce Muzea ve Velvarech ing. J. Kůrkové, mgr. J. Šmerdovi z Muzea Znojemska, řediteli muzea v Českém Krumlově mgr. F. Lýskovi, RNDr. M. Melovi, PhD., z Univerzity Komenského v Bratislavě a mnohým dalším. Zároveň děkujeme oběma recenzentům.

Věnováno kolegovi Oldřichu Kotyzovi

Motto: „Přivalila se povodeň, všechny tu mosty strhala, jediný z nich nenechala, město pak mořem oblila, lidé se v lodích plavili, než vody řeky opadly“.

(Moritz Tarco, renesanční básník a měšťan Litovle, v ukázce básně o povodni Moravy v létě 1591 v překladu J. Bezděčka, mimořádné číslo Litovelských novin z července 1997)

Literatura:

AQUALOG, 2003. Modelovací nástroje [online] [cit. 2017–06–01].

Editováno 2012. Dostupné z WWW: <http://www.aqualogic.cz/en/submit-an-article/60-modelovaci-nastroje/57-aqualog>.

BAKER, V. R., WEBB, R. H., HOUSE, K. P., 2002. The Scientific and Societal Value of Paleoflood Hydrology. In: House, K. P., Webb, R. H., Baker, V. R., Levish, D., 2002. *Ancient Floods, Modern Hazards: Principles and Applications of Paleoflood Hydrology*, Vol. 5, s. 1–19, Doi: <https://doi.org/10.1029/WS005p0001>.

BALASCH, J. C., RUIZ-BELLET, J. L., TUSET, J., MARTÍN DE OLIVA, J., 2010. Reconstruction of the 1874 Santa Tecla's rainstorm in Western Catalonia (NE Spain) from flood marks and historical accounts. *Natural Hazards and Earth System Sciences*, Vol. 10, s. 2317–2325, Doi: <https://doi.org/10.5194/nhess-10-2317-2010>.

BENITO, G., LANG, M., BARRIENDOS, M., LLASAT, M. C., FRANCES, F. et al., 2004. Use of systematic paleoflood and historical data for the improvement of flood risk estimation. Review of scientific methods. *Natural Hazards*, Vol. 31, s. 623–643.

BENITO, G., BRÁZDIL, R., HERGET, J., MACHADO, M. J., 2015. Quantitative historical hydrology in Europe. *Hydrology and Earth System Sciences*, Vol. 19, s. 3517–3539.

BENITO, G., CASTILLO, O., BALLESTEROS-CÁNOVAS, J. A., MACHADO, M., BARRIENDOS, M., 2021. Enhanced flood hazard assessment beyond decadal climate cycles based on centennial historical data. *Hydrology and Earth System Sciences Discussions* [preprint]. Doi: <https://doi.org/10.5194/hess-2021-320>.

BLÖSCHL, G., KISS, A., VIGLIONE, A., BARRIENDOS, M., BÖHM, O. et al., 2020. Current European flood-rich period exceptional compared with past 500 years. *Nature*, Vol. 583, No. 7817, s. 560–566. Doi: <https://doi.org/10.1038/s41586-020-2478-3>, ISSN 0028-0836.

BÖRNGEN, M., TETZLAFF, G. (ed.), 2000. Curt Weikinn: Quellentexte zur Witterungsgeschichte Europas von der Zeitwende bis zum Jahr 1850 – Hydrographie Band 1, Teil 5 (1751–1800). Berlin, Stuttgart: Gebrüder Bornträger, 674 s.

BÖRNGEN, M., TETZLAFF, G. (ed.), 2002. Curt Weikinn: Quellentexte zur Witterungsgeschichte Europas von der Zeitwende bis zum Jahr 1850 – Hydrographie Band 1, Teil 6 (1801–1850). Berlin, Stuttgart: Gebrüder Bornträger, 728 s.

BRÁZDIL, R., DOBROVOLNÝ, P., ELLEDER, L., KAKOS, V., KOTYZA, O. et al., 2005. Historické a současné povodně v České republice. Brno: Masarykova Univerzita, Praha: ČHMÚ. 369 s. ISBN 80-210-3864-0.

BRÁZDIL, R., KIRCHNER, K. et al., 2007. Vybrané přírodní extrémny a jejich dopady na Moravě a ve Slezsku. Brno: MU, Praha: ČHMÚ, Ostrava: Ústav geoniky AV ČR, 431 s.

CALENDA, G., MANCINI, C. P., VOLPI, E., 2005. Distribution of the extreme peak floods of the Tiber River from the XV century. *Advances in Water Resources*, Vol. 28, s. 615–625.

CALENDA, G., MANCINI, C. P., VOLPI, E., 2009. Selection of the probabilistic model of extreme floods: the case of the River Tiber in Rome. *Journal of Hydrology*, Vol. 371, s. 1–11.

CLIMDAT, 2010. CLIMDAT: Klima – Umwelt – Mensch (1500–1800), CD ROM, Leipzig 1998. Dostupné z WWW: <https://mitglied.lycos.de/mily.04/index.htm>.

ELLEDER, L., 2004. Povodně v Berouně. *Český Kras*, Vol. XXX, s. 59–62

ELLEDER, L., 2006. Extrémní povodeň v roce 1846 v povodí středního Labe. In: *Sborník ze semináře A. Patery – Extrémní hydrologické jevy v povodích*. Praha: ČVTS VHS, s. 159–171.

ELLEDER, L., 2008. Flood Frequency and Seasonality in the Sazava River Catchment Based on Historical Cases. *Acta Universitatis Carolinae Geographica*, Vol. 42 (1), s. 15–28.

ELLEDER, L., ŠÍROVÁ, J., DRAGOUN, Z., DAŇHELKA, J., KULASOVÁ, B. et al., 2012. 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.

ELLEDER, L., LHOTÁK, J., ŠÍROVÁ, J., DRAGOUN, Z., 2014. Historické povodně na Otavě v letech 1432 až 1900 a jejich dokumentární zdroje. *Vlastivědný sborník Šumavy*, Vol. VIII, s. 183–326, ISBN 978-80-87235-07-2; 978-80-87271-94-0.

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., ŠÍROVÁ, J., 2020a. The 1714 flash flood in the Bohemian-Moravian Highlands – Reconstructing a Catastrophe. *Quaternary International*, Vol. 538, s. 14–28, Doi: <https://doi.org/10.1016/j.quaint.2019.02.002>.

ELLEDER, L., KREJČÍ, J., RACKO, S., DAŇHELKA, J., ŠÍROVÁ, J., KAŠPÁREK, L., 2020 b. Reliability check of flash-flood in Central Bohemia on May 25, 1872. *Global Planetary Change*, Vol. 187, article id. 103094, 21 s.

GIRGUS, R., STRUPACZEWSKI, W., 1965. Wyjątki ze źródeł historycznych o nadzwyczajnych zjawiskach hydrologiczno-meteorologicznych na ziemiach polskich w wiekach od X do XVI. Warszawa: Wydawnictwa Komunikacji i Łączności.

HOHENSINNER, S., 2020. Historische Hochwässer der Wiener Donau und ihrer Zubringer. *Materialien zur Umweltgeschichte Österreichs*. Nr. 1, 63 s. ISSN 2414-0643.

KAŠPÁREK, L., 1984. O povodních z let 1872 a 1981 na Litavce a jejich význam pro odhad n-letých průtoků. Věda a výzkum praxi 7. Praha: ČHMÚ, 56 s.

KROLMUS, V., 1845. Kronyka čili dějepis všech povodní posloupných let, suchých i mokrých, úrodných a neúrodných na obilí, ovoce a vína, hladů, morů a jiných pohrom v Království Českém. Tiskem Karla Wetterla, Praha, 261 s.

KINGTON, J. A., 1979. A synoptic climatological study of the Glomma river flood disaster of July 1789. Climate Research Unit, Univ. of East Anglia, Norwich, England, 41 s.

KOTYZA, O., CVRK, F., PAŽOUREK, V., 1995. Historické povodně na dolním Labi a Vltavě. Děčín: Okresní muzeum. 169 s.

KYNČIL, J., LŮŽEK, B., 1979. Historické povodně v povodí Bíliny a Ohře. Chomutov: Povodí Ohře. 48 s.

KYNČIL, J., 1981. Povodně na Jílovském potoce, historický průzkum. Klášterec nad Ohří, 45 s.

KYNČIL, J., 1983. Historické povodně na Krušnohorských tocích. Chomutov, 110 s.

MACDONALD, N., 2013. Reassessing flood frequency for the River Trent, Central England, since AD 1320. *Hydrology Research*, Vol. 44 (2), s. 215–233.

PEKÁROVÁ, P., BAČOVÁ MITKOVÁ, V., PEKÁR, J., MIKLÁNEK, P., HALMOVÁ D., LIOVÁ S., 2018. Historické povodně na území Slovenska a ich význam v hydrológii. Bratislava, 135 s.

STURM, K., GLASER, R., JACOBET, J., DEUTSCH, M., BRÁZDIL, R. et al., 2001. Hochwasser in Mitteleuropa seit 1500 und ihre Beziehung zur atmosphärischen Zirkulation. *Petermanns Geographische Mitteilungen*, Vol. 145, s. 14–23.

ŠVENDA, P., 1814. Čtyřtý hliněný Obraz hystorye Králowstwj Českého a Paměti Města Králové Hradce nad Labem, Hradec Králové (III. 1762–1780), 208 s.

WOZAK, J., 1882. Geschichte der Stadt Littau. Sternberger Volksblatt, 15. 4. 1882, s. 1–2; 11. 11. 1882, s. 3–4.

Lektoři (Reviewers):

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

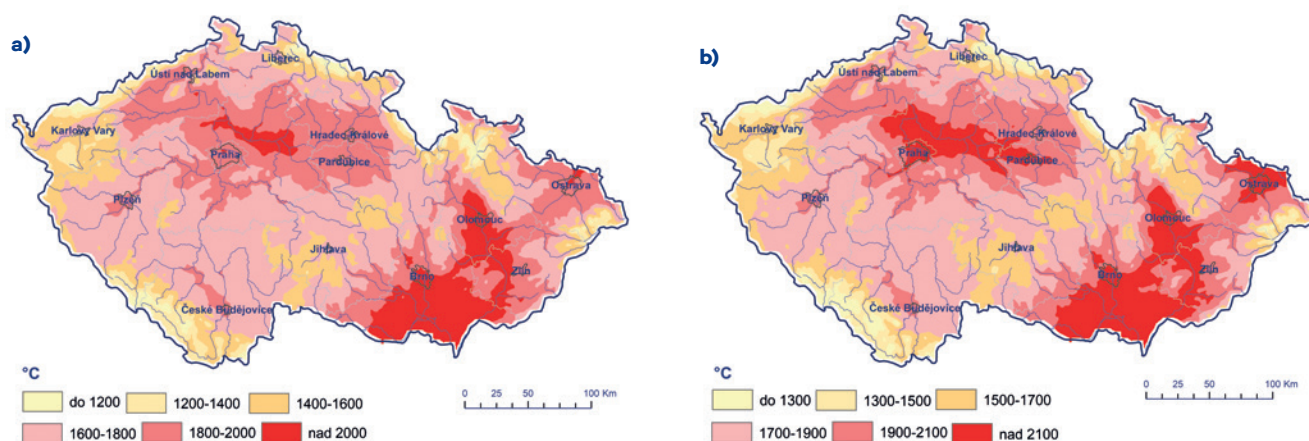
POČASÍ A ROSTLINY

Fenologický vývoj na území ČR v září a říjnu 2021

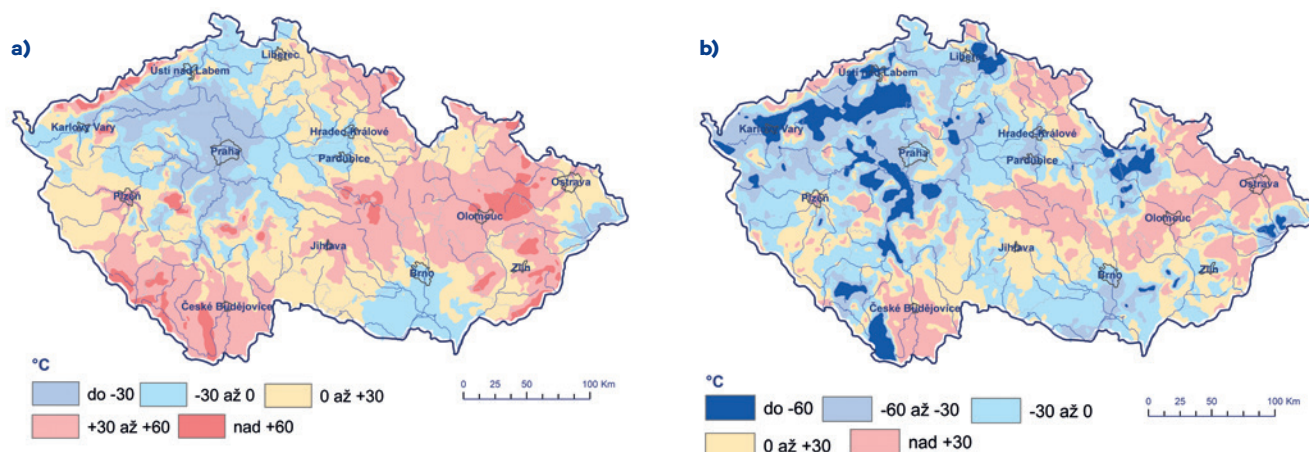
V tomto čísle Vás budeme informovat, jak se změnil vybrané agroklimatické charakteristiky a jaký byl vývoj vegetace v průběhu podzimních měsíců září a říjen 2021.

Suma efektivních teplot nad 5 °C od začátku roku k 30. 9. a k 31. 10. 2021 je uvedena v následujících mapách (obr. 1). Ke konci září se sumy na většině území pohybovaly v rozmezí 1200–2000 °C a ke konci října v rozmezí 1300–2100 °C.

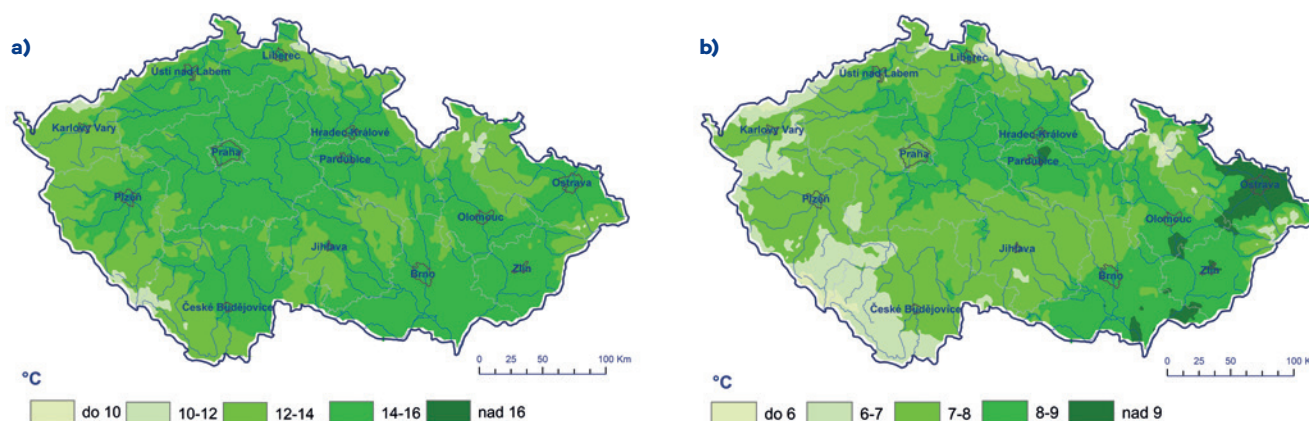
Odchytky sumy efektivních teplot vzduchu nad 5 °C od normálu 1981–2010 (obr. 2) ukazují, že září i říjen bylo teplejší na Moravě než v Čechách (kromě jižních, západních a východních Čech a Krušných hor).



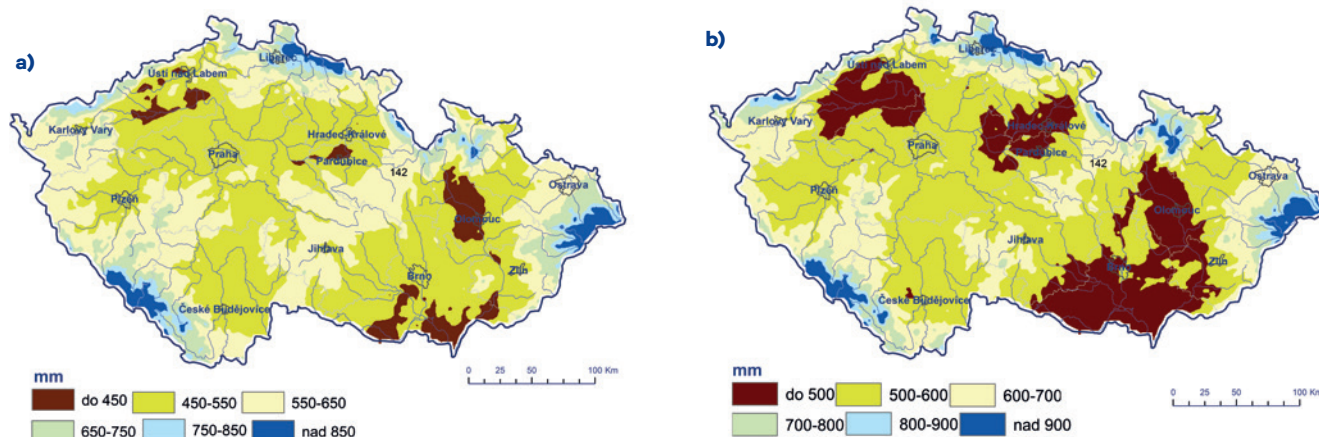
Obr. 1 Suma efektivních teplot vzduchu nad 5 °C k 30. 9. 2021 (a) a k 31. 10. 2021 (b).



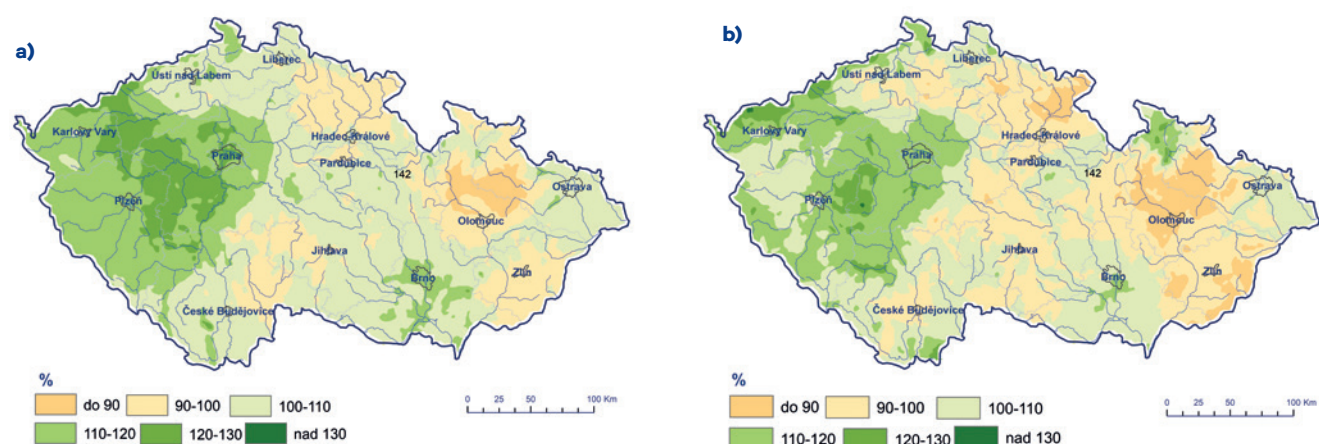
Obr. 2 Suma efektivních teplot vzduchu nad 5 °C (odchytky od normálu 1981–2010) k 30. 9. 2021 (a) a k 31. 10. 2021 (b).



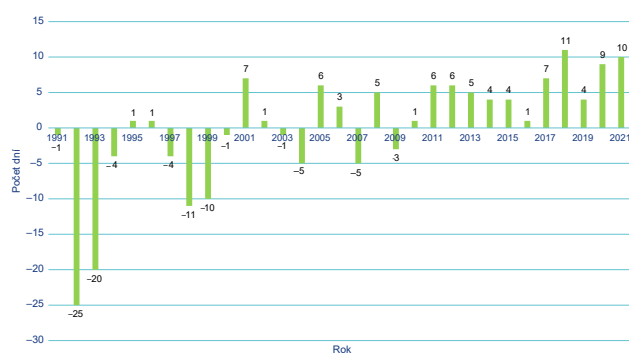
Obr. 3 Průměrná denní teplota půdy v hloubce 10 cm dne 30. 9. 2021 (a) a 31. 10. 2021 (b).



Obr. 4 Kumulativní úhrn srážek k 30. 9. 2021 (a) a k 31. 10. 2021 (b).



Obr. 5 Kumulativní úhrn srážek (% normálu 1981–2010) k 30. 9. 2021 (a) a k 31. 10. 2021 (b).



Obr. 6 Žloutnutí listů (10 %) javoru mléč – odchylky od průměru 1991–2020.



Obr. 7 Zbarvené listy v Novohradských horách.

Teplota půdy v 10 cm se ke konci září pohybovala v rozmezí 10 až 16 °C (obr. 3), v říjnu se snížila na 6 až 9 °C.

Kumulativní úhrn atmosférických srážek (od 1. 1. 2021) k 30. 9. a 31. 10. je zobrazen v mapách na obr. 4, hodnoty se pohybovaly v rozmezí 450–850 mm (září) a 500–900 mm (říjen). Při srovnání s normálem (obr. 5) dosahovaly úhrny srážek 90 až 130 % normálu, výrazný rozdíl byl zaznamenán mezi Čechy a Moravou.

V první dekádě září pokračovalo postupné dozrávání plodů volně rostoucích dřevin (např. jeřábu ptačího, či bezu hroznatého a černého), dozrávaly plody šípové růže. Ve středních a vyšších polohách místy pomalu začínalo žloutnutí listů, např. u třešně ptačí, javoru klen, vrby jívy či lípy srdčité. Probíhala sklizeň chmele a začala sklizeň okopanin. Ve třetí dekádě září kvetly vřesy a ocůny.

V průběhu října dozrávaly ořechy a kaštiny, probíhala sklizeň košťálové zeleniny, pokračovalo žloutnutí a opadávání listů. Rychlost opadu listů významně ovlivnila bouře Aurore, která zasáhla území České republiky 21. října 2021. I přes tuto událost, zbarvené listy stále zdobily velkou část krajiny ČR i na konci října.

Lenka Hájková

ROZHOVOR

Rozhovor s novou předsedkyní ČMeS, RNDr. Taťánou Míkovou

Na své pravidelné výroční konferenci, která se konala 21. až 23. září 2021 v Lounech, zvolilo valné shromáždění nové předsavitele České meteorologické společnosti (ČMeS). Předsedkyní ČMeS se stala RNDr. Taťána Míková.

Taťána Míková je meteoroložka, klimatoložka a moderátorka zpráv o počasí. Vystudovala Fakultu jadernou a fyzikálně inženýrskou Českého vysokého učení technického v Praze a následně pak obor meteorologie a klimatologie na Matematicko-fyzikální fakultě Univerzity Karlovy v Praze. Pracovala v Českém hydrometeorologickém ústavu. V České televizi působí od roku 1994, kde byla dlouhé roky vedoucí redakce počasí. Již od roku 1990 moderuje pořad Předpověď počasí. Je autorkou či spoluautorkou řady vědeckých i populárních publikací a článků z oblasti klimatologie a meteorologie.

V září jste se stala novou předsedkyní ČMeS. Co vás vedlo ke kandidatuře? Jaká byla vaše motivace?

Myslíte, že jsem přišla do výboru jako nováček a hned se přihlásila za předsedkyní? Tak to opravdu ve výboru ČMeS nefunguje. Byla to nominace kolegů z výboru, kterou jsem po určitém zvažování přijala.

Co byste chtěla jako nová předsedkyně změnit? Jakým směrem by se měla vydat celá ČMeS v dalším období?

Žijeme ve zvláštní době, která spolkovému životu moc nepřeje, a nikdo z nás neví, jak dlouho se budeme vyrovnávat s podobnými podmínkami. Na druhé straně online komunikace se velice rozvíjí, a ČMeS tak má před sebou hodně úkolů v rozvoji webu, sociálních sítí, online přednášek a pevně věřím, že i při osobním setkávání členů. Účastníci výroční konference v Lounech už si určitě všimli, že její formát se trochu lišil od předcházejících seminářů. Rádi bychom, aby se každoroční konference stala příležitostí nejen pro setkání odborníků v meteorologii a klimatologii a výměnu jejich názorů, ale i základem pro formování jejich další spolupráce a nových projektů.

ČMeS je organizací působící v zájmu rozvoje české vědy, především meteorologie a příbuzných oborů, v souladu s potřebami a tradicemi české meteorologie. Jaké aktivity chystáte v dalším období?

Diskutovali jsme o tom s novým výborem už v Lounech a také na posledním online setkání výboru ČMeS. Meteorologie, klimatologie i příbuzné obory se v posledních letech s rozvojem výpočetní techniky nesmírně posunuly a někdy ani není v silách všech členů ČMeS, udržet si přehled o výsledcích výzkumu ve všech specializacích našich oborů. Představujeme si, že by se členové ČMeS, pokud na to mají čas a kapacitu, mohli seznámit s nejnovějšími poznatky i v jiných zaměřeních, než kterým se věnují nebo věnovali ve svém pracovním životě. Naší ambicí je i prohloubení komunikace mezi členy společnosti, abychom si mezi sebou rozuměli a vůči veřejnosti prezentovali pokud možno ty nejnovější poznatky, které v našich oborech máme. Víte, že třeba v klimatologii to kvůli opravdu rychlému rozvoji v poslední době není vůbec jednoduché.

Považujete popularizaci za součást vědecké práce? A měli by být vědeckí pracovníci v popularizaci vědy aktivnější?



Každý vědec je jiný: někdo dokáže svoje výsledky prezentovat nejen před svými kolegy, ale perfektně je vysvětlí i lidem, kteří nemají víc než obecné vzdělání. A jiný předčí druhé ve výzkumu, ovšem pro popularizaci a zjednodušení nemá trpělivost ani nátlak. Dnešní doba přeje spíš těm prvním, ale myslím, že právě organizace, jako je ČMeS, by měla pomoci všem, aby se jejich nové poznatky dostaly jak mezi odborníky, tak k veřejnosti. Myslím si ovšem, že je skvělé, když popularizaci vědy dokážou realizovat přímo ti, kteří se na výzkumu podílejí.

Jak hodnotíte současný stav spolupráce ČMeS s tuzemskými partnery, zejména s Českým hydrometeorologickým ústavem a vysokými školami? Měla by se spolupráce v oblasti meteorologie a klimatologie prohloubit?

Zatím se seznamuji se všemi vazbami ČMeS vůči dalším organizacím. Zdá se mi, že byla v posledních letech trochu uzavřená, ale to samozřejmě v době, ve které žijeme, potkalo řadu spolků, organizací a firem. S kolegy v současném výboru ČMeS bychom si chtěli ujasnit, jaké jsou názory členů. Už dnes ovšem komunikujeme o spolupráci s ČHMÚ, dalšími vědeckými společnostmi a diskutujeme i o návrzích institucí, které by potřebovaly absolventy oborů meteorologie a klimatologie pro svou činnost. Řekla bych, že před dvaceti lety byla tato spolupráce trochu hlubší, a rádi bychom na tuto historii navázali. Dnes ovšem existuje mnohem širší spektrum oborů, které s meteorologií a klimatologií úzce souvisejí, na mnoha univerzitách v Česku. Bude to bezesporu náročný úkol.

Jste autorkou či spoluautorkou řady publikací a článků z oblasti klimatologie a meteorologie. Podílela jste se na vzniku Atlasu podnebí Česka. Zbývá vám ještě čas na vědeckou a publikační činnost?

Moje závazky v České televizi mi trochu omezují možnosti spolupráce s některými dalšími institucemi, ale o to víc se věnuji popularizaci oboru. Čtenáři doufám znají naši poslední knihu Když se blýská na časy a možná i naše speciály o počasí na ČT24. Pracuji na historickém mapování vysílání počasí v ČST a ČT, ale i ve světě, a na mém pracovním stole je teď i jeden nový projekt. Ale o něm si raději popovídáme, až bude mít jasnější kontury.

Redakce děkuje za poskytnutý rozhovor a přeje mnoho úspěchů.

INFORMACE – RECENZE

XXIX. Konference podunajských států a Hydrologické dny 2021

Ve dnech 6. až 10. září 2021 proběhly v areálu Otevřené zahrady v Brně dvě odborné hydrologické konference – XXIX. Conference of the Danubian Countries on Hydrological Forecasting and Hydrological Bases of Water Management (dále Konferen- ce podunajských států), jejíž součástí byl i workshop využití programovacího/skriptovacího jazyka R v hydrologii, a již de- váté Hydrologické dny.

Mimořádná situace v podobě protiepidemických opatření ne- dovolila konferenci plánovat a uskutečnit jako klasickou pre- zenční akci, podařilo se však zajistit hybridní formu jejích ko- nání, kdy videokonferenční přístup pro široké obecnost byl zkombinován s přítomností omezeného počtu vystupujících v místě konání.

Dunajské konference se zúčastnilo 183 lidí virtuální formou a 15 účastníků bylo přímo na místě. Hydrologické dny sledo- valo přes internet 219 účastníků a přímo na místě jich bylo 40.

Konference podunajských států

V rámci konference bylo, ať už formou prezentace, či posteru, prezentováno 55 příspěvků ve čtyřech tematických sekcích:

- Data: tradiční a nové typy dat, měření, správa a analýza dat;
- Současný stav hydrologických podkladů pro vodní hospodář- ství v povodí Dunaje (měřicí síť a vodní ekosystémy);
- Nový vývoj v oblasti hydrologických předpovědí a hydrolo- gických prací v povodí Dunaje;
- Poznávání hydrologických extrémů: minulé, současné a bu- doucí.

Příspěvky z konference jsou uveřejněny ve formě sborníku roz- šířených abstraktů (CDC 2021).

Součástí konference byl i R Workshop, který se věnoval obec- němu úvodu pro začínající uživatele R, dále pak problematice analýzy hydrologických časových řad, prostorovým analýzám a hydrologickému modelování za použití R. Nezbytností byly ukázky vizualizací dat a výsledků, které se prolínaly praktic- ky všemi sekcemi. Každá z celkem čtyř sekcí byla připravena a vedena jak domácími, tak zahraničními lektory. Návštěvnost na každé sekci se pohybovala kolem 40 lidí, což je poměrně solidní počet svědčící o velkém zájmu. Pořadatelé workshopu proto hodlají v započaté tradici v rámci budoucích podunaj- ských konferencí pokračovat.

Příští, XXX. Konference podunajských států je plánovaná na rok 2023 s místem konání ve Vídni.

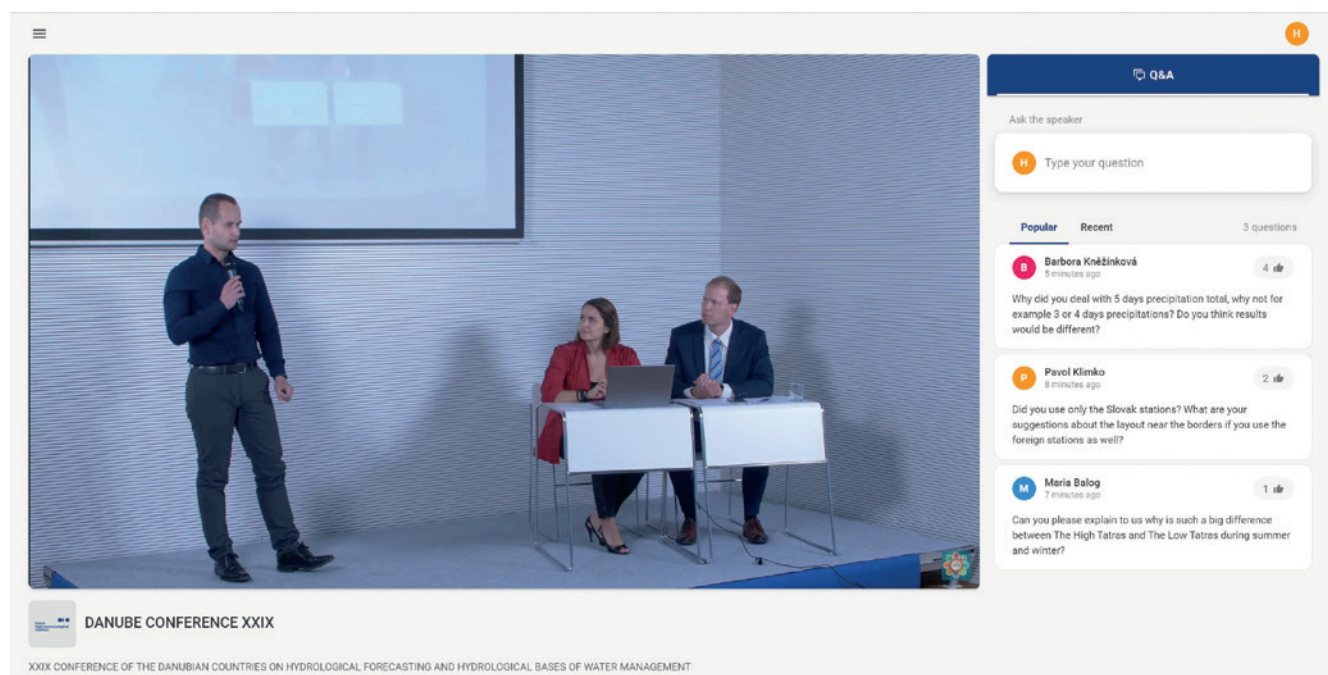
Hydrologické dny 2021

Hlavní náplní konference byly čtyři diskuzní panely, které byly doplněny prezentacemi odborných příspěvků.

Příspěvky prokázaly, že česká a slovenská hydrologie rozvíjí nové metody a postupy, řeší aktuální témata a významně přispí- vá k překonávání problémů (nebo k jejich zmírňování). Sborník konference obsahuje 38 odborných příspěvků (HD 2021).

Vybrané příspěvky z obou konferencí pak byly publikovány ve třech vědeckých časopisech: Journal of Hydrology and Hydro- mechanics, Acta Hydrologica Slovaca a Climate.

Diskuzní panely probíhaly za živé přítomnosti panelistů, kteří prezentovali své zkušenosti, názory, ale především budoucí vize vývoje dané oblasti ve vztahu k hydrologii. Diváci mohli zasílat otázky k zodpovězení prostřednictvím speciální mobilní aplikace.



Konference ve dnech 6. až 10. září 2021 se podařilo zajistit hybridní formou, kdy videokonferenční přístup pro široké obecnost byl zkombinován s přítomností omezeného počtu vystupujících v areálu Otevřené zahrady v Brně.

Na následujících řádcích jsou stručně shrnuty závěry diskuzí jednotlivých panelů.

Technologický vývoj a jeho vliv na hydrologii

Panelisté: Jakub Langhammer, Juraj Parajka, Martin Šanda, Jan Špatka

Jako hydrologové máme štěstí, že zažíváme skutečnou revoluci v technologickém rozvoji a její dopady na náš vědecký obor. Technologie nám nově přináší možnost měřit hydrologické procesy v různých měřících, od detailního pozorování v experimentálních povodích, sloužícího pro lepší poznání fungování složek hydrologického cyklu, až po sledování Země satelity v globálním měřítku.

I přes rozvoj možností monitoringu vodního cyklu dálkovým průzkumem, alternativního měření (včetně citizen science, nástrojů forenzní hydrologie, zpracování další zdrojů big data apod.) stále přetrvává a možná i zesiluje potřeba dlouhodobého kvalitního pozorování v klasických vodoměrných stanicích jako etalonů (svým způsobem představujících národní bohatství) a také pro podchycení přírodních cyklů, které jsou výrazně delší než je lidský život, nebo životnost používaných měřících technologií.

S rozvojem technologických možností se i diverzifikuje hydrologie jako vědní obor, vznikají detailní specializace a subdisciplíny. Obor se tak stává složitější a přináší stav, kdy je pro odborníka nezbytné spolehnout se na další specialisty, s nimiž musí spolupracovat. Zároveň jako hydrologové víme, že nástrojem pro naši vzájemnou koordinaci, který máme k dispozici, je sdílený cíl v podobě odborného problému, který nás spojí – poznání hydrologického cyklu a schopnost společnosti s ním interagovat.

Je zřejmé, že technologický rozvoj a jeho projekce do hydrologie bude pokračovat v podobě Internet of Things (IoT), umělé inteligence (AI), cloudových řešení databází a služeb a že adekvátně tomu se bude proměňovat i role hydrologů. Bude to přinášet řadu příležitostí ke zlepšení produktů a služeb, ale bude to znamenat i další specializaci odborníků. Nové technologie a nástroje nicméně nemohou poskytovat věrohodné informace a služby bez porozumění hydrologii a jejím principům jako společnému základu. Přes optimismus ohledně přínosu nových nástrojů a postupů je proto třeba klást důraz na to, aby hydrolog nebyl pouze technologický specialista nebo datový analytik, ale zůstal především hydrologem.

Mění se potřeby lidské společnosti

Panelisté: Danica Lešková, Petra Oppeltová, Pavel Punčochář, Lukáš Záruba

Co lidé chtějí a očekávají od hydrologie? Zdá se, že především informace o hrozbě extrémů (povodně, sucho), které je mohou svými dopady nějak ovlivnit. Nezajímá je však, jak vznikají hydrologická data a informace a netuší, co vše se za nimi skrývá. Mnohdy lidé ani netuší, odkud pochází voda, která jim teče z kohoutku, zajímá je jen, zda teče, a pokud neteče, tak kdy opět poteče.

Současně platí, že společnost není jednotná, a nemá tak jeden názor na to, co a v jaké podobě chce. Obecně se zdá, že lidé chtějí bezpečí a pohodlí, a k tomu má hydrologie svým dílem přispět. Vlastní hydrologické informace a služby pro uživatele musí být pravidelné, resp. vždy dostupné, důvěryhodné a jednoduché!

Je zřejmé, že základní data, produkty a služby musí být zajištěny státem jako veřejná služba, neboť vzhledem k povaze je nelze zajistit na komerčním základě. Kvalitní veřejná služba však něco stojí, což si dosud společnost uvědomuje jen omezeně. Změnit to není jen úkolem hydrologů, ale i politiků a opinion makerů, protože jde o celospolečenský zájem. Jak to zajistit? Abychom učinili z hydrologie „větší show“ a zlepšili její mediální obraz, měli bychom prezentovat příběhy, a to především s pozitivními výsledky a úspěchy společně s ukázkami příkladů dobré praxe (negativa si média tradičně nacházejí sama).

V diskuzi též padlo, že se zdá, že na odborné úrovni dochází ke sblížení pochopení fungování managementu povodí a nutností tvorby a aplikace komplexu opatření různých typů, a to jak pro retenci nadbytečné vody, tak pro akumulaci v případě nedostatku vody.

Hydrologie ve víru globalizace

Panelisté: Jan Daňhelka, Petr Kubala, Pavol Miklánek, Jana Poórová

Proces globalizace a jeho dopady se v hydrologii projevují v různých formách:

- vznikem a aplikací globálních metodik, předpisů formátů;
- dostupností dat (open data, satelitní pozorování) pro všechny (může se zdát, že hydrologii v Česku a na Slovensku může provozovat hydrolog z druhé strany světa);
- dopady hydrologických jevů napříč zeměmi (sucho v Etiopii ovlivňuje cenu kávy v Evropě);
- vznikem mezinárodních odborných a vědeckých týmů.

Z globální úrovně a od globálních produktů je však často velmi daleko k lokální aplikaci a tato vzdálenost se s rostoucí globalizací spíše dále zvětšuje. Přitom však rizika a dopady konkrétních rozhodnutí jsou vždy lokální, činěna v lokálních podmínkách a kontextu.

Globalizace může přinášet nebezpečné zkratky v podobě „one solution fits all“, kterých je třeba se vyvarovat. S globalizací se mění podmínky kompetice a konkurence, ve vědeckém prostředí vznikají stabilní mezinárodní týmy, ale ty se bohužel uzavírají pro další experty. Je otázkou, zda nehrozí potlačení „malých“ nápadů. Globalizace mění i to, co je pro nás kritickou infrastrukturou, a proměňuje požadavky na bezpečnost této infrastruktury. Globalizace však bohužel představuje i rizika, která hrozí například v důsledku volného poskytování dat, tlaku na vytváření a využívání globálních metod pro řešení regionálních a lokálních problémů aj.

Postupující globalizaci se nevyhneme, musíme se jí umět přizpůsobit, využít ji a uplatňovat svou konkurenční výhodu – schopnost interpretovat věci v lokálním kontextu.

Jaký bude hydrolog budoucnosti?

Panelisté: Pavel Fošumpaur, Mark Rieder, Ján Szolgay, Adam Vizina

Svět je stále složitější, roste množství dat, prohlubují se dílčí poznatky. Máme ale problém tyto poznatky a subdisciplíny propojit a odvodit nové komplexní teorie a znalosti přesahující i do jiných oborů. V měřítku Česka a Slovenska si musíme uvědomit, co všechno dokážeme, máme omezené kapacity a musíme si přiznat, že dokážeme být excelentní v některých problémech, ale nikoliv v celé šíři hydrologie, a některé pro-

blematiky tak zůstanou nepokryty. Musíme však myslet na to, být schopni zprostředkovat transfer vědomostí do našich regionálních podmínek.

S tím přichází otázka, zda bychom neměli problémy řešit na regionální úrovni spojenými silami ve vzdělávání (včetně celoživotního odborného vzdělávání), výzkumu, tvorbě postupů aj. pro zvýšení našeho úspěchu v globálním světě.

Jaký tedy bude muset být hydrolog budoucnosti v takovém světě?

- Bude muset mít solidní odborný základ, aby byl vůbec hydrologem;
- Bude muset být schopen vidět souvislosti a mít rozhled;
- Bude muset umět logicky uvažovat a propojovat poznatky i zdánlivě vzdálených oborů;
- Bude se muset učit (a to pořád);
- Bude muset být motivovaný;
- Bude muset umět spolupracovat, snášet nejistotu a vyznačovat se flexibilitou.

Je zřejmé, že hydrolog bude potřebovat nejen široký vědní základ v podobě věd o zemi, ale i biologii, chemii, ekologii a sociologii, současně však budou muset být budovány dovednosti ve formě analytického myšlení, chápání systémových vztahů, schopnost řešení problémů, komunikační a manažerské dovednosti odborníků.

Jako komunita se rovněž musíme snažit zvýšit prestiž profese, abychom dokázali najít lidské zdroje pro výchovu kapacit s uvedenými dovednostmi pro další rozvoj české a slovenské hydrologie.

Závěr

V průběhu konference i po jejím skončení jsme obdrželi množství pozitivní reakcí na uskutečnění a zvolený formát, a již na místě zazněla vůle a chuť v tradici Hydrologických dnů pokračovat za 4 až 5 let opět na Slovensku.

Poděkování za úspěch Hydrologických dní 2021 patří panelistům a všem hydrologům, kteří se aktivně zúčastnili, především pak organizátorům z brněnského pracoviště ČHMÚ za skvělou přípravu a průběh konference.

Literatura:

CDC, 2021. XXIX Conference of the Danubian Countries on Hydrological Forecasting and Hydrological Bases of Water Management. Conference proceedings Extended abstracts. September 6–8, 2021 Brno, Czech Republic. Prague: ČHMÚ. Dostupné z WWW: <https://www.chmi.cz/files/portal/docs/reditel/SIS/nakladatelstvi/assets/danube.pdf>.

HD, 2021. Hydrologické dny 2021. Sborník rozšířených abstraktů. IX. národní konference českých a slovenských hydrologů a vodohospodářů 9.–10. 9. 2021 Brno. Praha: ČHMÚ. Dostupné z WWW: <https://www.chmi.cz/files/portal/docs/reditel/SIS/nakladatelstvi/assets/hd.pdf>.

Jan Daňhelka

Vernisáž výstavy Extrémní jevy na Jesenicku pohledem meteorologa v Olomouci dne 4. října 2021

V budově Přírodovědecké fakulty Univerzity Palackého v Olomouci (2. nadzemní podlaží, Katedra geografie) se dne 4. října 2021 od 14:00 hodin konala vernisáž výstavy Extrémní jevy na Jesenicku pohledem meteorologa.

Na přípravě výstavy se podílely Vlastivědné muzeum Jesenicka, Český hydrometeorologický ústav a Přírodovědecká fakulta UP v Olomouci. Tato putovní výstava, která se poprvé uskutečnila v Jeseníku (vernisáž v budově Vodní tvrze v Jeseníku dne 14. ledna 2020), dále na jaře roku 2021 ve vlastivědném muzeu v Šumperku (vzhledem k nepříznivé epidemiologické situaci způsobené pandemií COVID-19 převážně jen distančně) a nyní v Olomouci, přináší základní informace o datovém průzkumu provedeném na základě zadání Vlastivědného muzea Jesenicka z roku 2019, které se týkalo vytipování extrémních meteorologických, resp. synoptických situací s důsledky na území Jeseníků a širšího okolí v posledních přibližně 40ti letech, jejich stručné analýzy a popisu.

Jádro a hlavní část tvoří výstavní panely zpracované v rámci výše uvedeného výzkumu (deseti vybraných extrémních synoptických situací) doplněné o další panely s meteorologickou tematikou. Hmotnou část výstavy tvoří výstavní předměty ze sbírek Vlastivědného muzea Jesenicka (staré teploměry, barometry ad.), předměty zapůjčené z ostravské pobočky ČHMÚ (např. měřicí přístroje, modely, archivní záznamy z meteorologických stanic ad.), některé předměty od místních amatérských meteorologů a vitríny doplňují rovněž nejstarší meteorologické výkazy většiny olomouckých stanic (Olomouc, Klášterní Hradiško, Neředín). Interaktivní částí výstavy je také z ostravské pobočky ČHMÚ zapůjčená automatická meteorologická stanice, resp. její funkční model. Stanice měří teplotu v pěti centimetrech nad zemí a ve dvou metrech, směr a rychlost větru, sluneční svit a také množství spadlých srážek.

Vernisáž výstavy zahájil její hostitel doc. Miroslav Vysoudil, který pohovořil účastníkům o záměru a smyslu této výstavy. Obsah zpracovaných panelů (extrémní jevy) přiblížil jejich autor bc. David Abrahánek a o historii výstavy pohovořil ředitel Vlastivědného muzea mgr. Pavel Rušar. O vystavených historických i současných meteorologických přístrojích na expozici



Výstava Extrémní jevy na Jesenicku pohledem meteorologa se bude v budově Přírodovědecké fakulty Univerzity Palackého v Olomouci konat do 24. ledna 2022. Foto: R. Tolasz.

informoval zástupce ČHMÚ ing. Pavel Lipina. Účastníky výstavy a vernisáže také pozdravil RNDr. Radim Tolasz, Ph.D.

Výstava v Olomouci se bude konat do 24. ledna 2022. K tématu výstavy vyšel příspěvek v Meteorologických zprávách (Abrahámek, Rušar 2021).

Literatura:

ABRAHÁMEK, D., RUŠAR, P., 2021. Extrémní jevy na Jesenicku pohledem meteorologa 1978–2018. *Meteorologické zprávy*, roč. 74, č. 2, s. 56–64. ISSN 0026-1173.

Pavel Lipina

Výroční konference České meteorologické společnosti 2021

Ve dnech 21. až 23. září 2021 se v Lounech v prostorách hotelu Union uskutečnila výroční konference České meteorologické společnosti tradičně organizovaná ve spolupráci s Českým hydrometeorologickým ústavem, Univerzitou Karlovou v Praze a Ústavem fyziky atmosféry AV ČR, v. v. i.

Výroční konference, dříve známa pod názvem výroční seminář společnosti, mimo změny názvu, byla v letošním roce uspořádána v novém formátu, který jsme diskutovali několik let. Krátce po 13. hodině konferenci zahájil předseda společnosti a zástupce MFF UK Praha doc. Tomáš Halenka. Za „lokální“ organizátory účastníky přivítal Dr. Libor Hejkrlik, ředitel ústecké pobočky ČHMÚ.

První den konference byl věnován prezentacím kvality ovzduší. Název sekce byl Kvalita ovzduší – minulost, současné aspekty a budoucí vývoj. Tématu se věnovalo celkem osm příspěvků.

V odpoledních hodinách se se po čtyřech letech sešel nový výbor společnosti, který po krátkém jednání zvolil nové předsednictvo společnosti a také novou předsedkyni, kterou se stala RNDr. Taťána Míková. Podle obvyklého schématu se konalo Valné shromáždění společnosti. Pro malý počet účastníků bylo podle stanov jednání Valného shromáždění přerušeno a pokračovalo po skončení odpoledního odborného programu konference. Valné shromáždění zahájil dosavadní předseda společnosti, který informoval o výsledku voleb nového výboru a předal slovo nové předsedkyni. Členové společnosti byli informováni o činnosti společnosti za poslední čtyřleté prodloužené období.

Druhý konferenční den byl převážně věnován významným tématům meteorologie a klimatologie. Ranní sekce byla zahájena



Výroční konference České meteorologické společnosti se uskutečnila 21. až 23. září 2021 v Lounech v prostorách hotelu Union. Foto: V. Vaculíková.

příspěvkem Libora Černikovského, ředitele úseku meteorologie a klimatologie ČHMÚ, Otevřená data ČHMÚ v souvislostech, na kterou navázala prezentace Milana Šálka z firmy Amper Meteo s názvem Open data v meteorologii – příležitost nebo hrozba? Po prezentaci obou příspěvků se rozeběhla velmi zajímavá diskuse, do které se zapojili další „panelisté“, Petr Štěpánek a Radim Tolasz. Byla diskutována řada aspektů open dat.

V sekci Monitoring sucha – porovnání produktů zazněly dva příspěvky. Martin Možný (ČHMÚ) hovořil o Hodnocení meteorologického a půdního sucha v ČHMÚ a Adam Vizina (VÚV TGM) představil HAMR – systém pro zvládání sucha. Tato sekce byla „aktuálnější“ před rokem a tomu odpovídala i diskuse.

Nejzajímavějším tématem konference letošního roku bylo bezesporu tornádo na jižní Moravě 24. června 2021. Milan Šálek (Amper Meteo) vystoupil s příspěvkem „Červnové tornádo na jižní Moravě – vyhodnocení“ a Miloslav Staněk (PřF UK) s příspěvkem „Fotodokumentace tornáda a supercel na jižní Moravě dne 24. 6. 2021“. Prezentace této mimořádné meteorologické události se těšila velkému zájmu posluchačů, byla doplněna řadou otázek a odpovědí.

Středeční odpoledne bylo věnováno prezentaci aktuálních vědeckých výsledků, mimořádných publikací a projektů. Zaznělo zde 14 příspěvků. Největší pozornost přítomných jsme zaznamenali u příspěvku Miloslava Müllera (ÚFA AV ČR) na téma Aktuální úpravy Elektronického meteorologického slovníku.

Druhý jednací den byl zakončen rautem pro účastníky. Řada účastníků po skončení přednášek bohužel odjela, a tak pro přítomné zbylo velké množství připravených dobrot, které se nestihly dojíst ani při snídani.

Závěrečný den byl věnován odborné exkurzi na observatoř ČHMÚ v Tušimicích, která je vzdálena necelých 45 km od Loun. Petra Bauerová a Adriana Šindelářová nás provedly observatoří, meteorologickou zahrádkou, ukázaly měřicí zařízení kvality ovzduší, představily stožárový měřicí systém, seznámily nás s historií stanice.

Zvláštností nebo zajímavostí letošní konference byl fakt, že tato výroční konference se měla konat již v minulém roce na stejném místě v termínu 22. až 24. září 2020. Jen několik dnů před samotným konáním byla konference zrušena z důvodu zaváděných protiepidemiologických opatření (COVID-19). Organizátoři tak tuto konferenci uspořádali dvakrát, což nebývá úplně obvyklé. I přes tuto velkou komplikaci se i v roce 2021 podařilo zajistit účast většiny domluvených přednášejících, kteří měli vystoupit v roce 2020.

Pro konferenci připravovanou v roce 2020 vyšel obvyklý sborník abstraktů, který byl rozdán účastníkům až v roce 2021. Velké poděkování za jeho přípravu a tisk patří Tiskovému a informačnímu oddělení ČHMÚ a jeho tiskárně.

Na konferenci, které se zúčastnilo 57 lidí, zaznělo celkem 29 příspěvků ve čtyřech již uvedených sekcích.

Většina účastníků využila krásného počasí a volných chvil k vycházce po centru Loun, nebo k návštěvě nejbližšího okolí.

Více informací, fotodokumentaci, prezentace a sborník abstraktů v pdf formátu najdete na stránce konference: <http://www.cmes.cz/cs/seminar2021>.

Pavel Lipina a Dáša Richterová

Klimatologická ročenka České republiky 2020

Úsek meteorologie a klimatologie Českého hydrometeorologického ústavu zveřejňuje elektronickou publikaci „Klimatologická ročenka České republiky 2020“.

Klimatologická ročenka za rok 2020 volně navazuje na ročenky Ovzdušných srážek a ročenky Povětrnostních pozorování, které byly vydávány od 20. let minulého století do roku 1978. Po více než čtyřiceti letech tak obnovujeme tradici souhrnných ročních klimatologických hodnocení. Celorepubliková hodnocení a roční přehledy jsou doplněny extrémními prvky dosaženými v roce 2020 a během celé doby jejich sledování, a to i pro jednotlivé měsíce a území krajů. Další podrobnosti, mapy a grafy ve velkém rozlišení si můžete prohlédnout v interaktivní ročence na našich internetových stránkách <https://info.chmi.cz>, případně si je stáhnout k dalšímu využití.

Předložená ročenka přináší hodnocení základních klimatologických charakteristik na území České republiky v roce 2020. Vyhodnocení je provedeno na základě dat naměřených v síti meteorologických, klimatologických a srážkoměrných stanic ve správě Českého hydrometeorologického ústavu (ČHMÚ), ale i dalších subjektů.

Ročenka je rozdělena do 9 kapitol:

- Úvod
- Shrnutí/Summary (česky/anglicky)
- Teplota vzduchu
- Srážky
- Sníh
- Sluneční svit a oblačnost
- Vítr
- Zajímavé nebo mimořádné projevy počasí
- Fenologické charakteristiky
- Staniční síť

Obsah jednotlivých kapitol ve webové interaktivní ročence je zajímavě a moderně zpracován ve formě textů, map, tabulek a grafů. Veškerý obsah ročenky si může čtenář stáhnout k dalšímu využití.

Grafy je možné si uložit ve formátech svg, png, nebo csv. U některých grafů je možné použít zoom, samozřejmě je interaktivní odečet hodnot posunem po ose. Mapa se po kliknutí zvětší a je možné ji stáhnout v jpg formátu.

Hodnoty v tabulkách je možné řadit dle vybraného sloupce. Prvním kliknutím se řádky v tabulce seřadí vzestupně podle sloupce, jehož záhlaví bylo kliknuto. Dalším kliknutím do zá-

hlaví stejného sloupce docílíte sestupného řazení. V tabulkách je také umožněno filtrování a hledání. Pod záhlavím každého sloupce je dynamické textové pole, kam je možné zadat hledaný výraz či jeho část. Filtry je možné vzájemně kombinovat, tzn. filtrovat jeden sloupec např. podle číselné hodnoty a ve

vyfiltrovaných řádcích dále filtrovat podle jiného sloupce. Je také možné řádky filtrovat i na základě logických matematických operací. Tabulky si lze stáhnout ve formátech json, csv, xls a doc. Výše popsané funkce jsou blíže uvedeny v nápovědě tabulek.

Text ročenky včetně grafických a vybraných tabelárních podkladů lze stáhnout v pdf formátu v podobě tištěné verze ročenky, která je právě v tisku.

Na stránce <https://info.chmi.cz> naleznete i Klimatologickou ročenku České republiky za rok 2019, kterou jsme vytvořili před několika měsíci a která sloužila jako maketa pro tvorbu ročenky 2020. Vzhledem k tomu, že i tato ročenka byla zdařile zpracována, je také publikována v elektronické formě.

Z důvodu omezeného rozsahu zejména tištěné verze Klimatologické ročenky nebylo možné uvést podrobnější a přehledné informace o staniční síti, jak bylo zvykem uvádět v různých typech meteorologických ročenek. Po-

kud by čtenáře zajímaly podrobnější a rozsáhlejší informace o meteorologické staniční síti Českého hydrometeorologického ústavu, tak je možné je nalézt v příspěvku kolektivu autorů pod názvem Meteorologická staniční síť ČHMÚ v roce 2020, který vyšel v časopise Meteorologické zprávy číslo 5/2021 před několika týdny a je k dispozici na stránce časopisu: https://www.chmi.cz/files/portal/docs/reditel/SIS/casmz/assets/2021/MZ_05_2021.pdf.

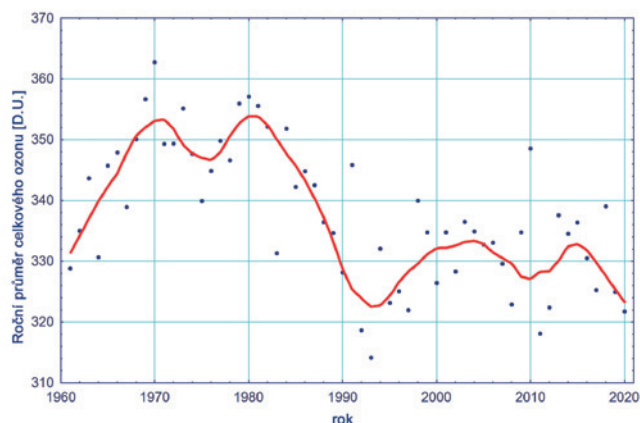
Pavel Lipina a kol.

60 let měření ozonu na Solární a ozonové observatoři v Hradci Králové

V letošním roce si připomínáme 60 let měření ozonu na Solární a ozonové observatoři v Hradci Králové, v budově hvězdárny. Monitoring ozonové vrstvy nad územím ČR zde byl zahájen pravidelným měřením pomocí Dobsonova spektrofotometru č. 074. Tento typ spektrofotometru byl po mnoho desetiletí základním přístrojem pro měření celkového ozonu v celosvětové síti, vybudované v rámci programu WMO/GAW a na řadě stanic je používán dosud.

Metoda měření je založena na principu diferenční optické absorpční spektroskopie (DOAS). Optický systém Dobsonova spektrofotometru rozkládá dopadající sluneční záření hranolem. Z takto vzniklého spektra se soustavou štěrbín vyberou vhodné vlnové délky v UV oblasti. Na některých z nich absorbuje ozon UV záření silněji, na jiných slaběji. Právě s pomocí





Obr. 1 Roční průměry celkového ozonu Hradec králové, 1961–2020.



Obr. 2 Dobsonův spektrofotometr D074 (vpravo) a Brewerovy spektrofotometry B098 a B184 (vlevo) na SOO v Hradci Králové.

rozdílů intenzit záření na silně a slabě absorbujících vlnových délkách lze pro známou výšku Slunce nad obzorem vypočítat množství ozonu v atmosféře.

Základním typem měření Dobsonovým spektrofotometrem je měření typu DS (Direct Sun), tedy v přímém slunečním záření, dopadajícím na povrch. Pokud nelze přímé sluneční záření detekovat, nejčastěji z důvodu přítomnosti oblačnosti, lze provádět i měření typu ZB (Zenith Blue) nebo ZC (Zenith Cloud). Jsou to měření v zenitu, buď s jasnou oblohou, nebo s oblačností v nadhlavníku. Při zpracování dat jsou preferována měření DS, protože jsou nejpřesnější (kolem 1 %), zatímco zenitová měření vykazují poněkud větší nejistotu (1–2 % ZB, resp. 1–3 % ZC). Od počátku měření však nejsou na SOO Hradec Králové uchovávána jen data o celkovém ozonu, ale i prvotní datové soubory (odečty hodnot přímo na přístroji, ze kterých se množství ozonu následně počítá). To umožní v budoucnosti bezproblémový přepočet celé datové řady, pokud by se metodiky výpočtu ozonu změnily.

Měření Dobsonovým spektrofotometrem č. 074 trvá od roku 1961 dosud, i když dnes už spíše jen pro referenční účely. Přístroj je pravidelně každých 5 let kalibrován a nedávno u něj došlo k výměně elektroniky a fotonásobiče, což dává dobré předpoklady pro měření i v dalších desetiletích. Jeho nevýhodou bylo a je, že vyžaduje manuální obsluhu a vzhle-

dem k citlivosti na vlhkost (jde o přístroj s otevřenou optikou) nelze měřit např. při dešti, sněžení, mlze a podobných podmínkách.

V roce 1994 byl na SOO Hradec Králové uveden do provozu přístroj „nové generace“, Brewerův spektrofotometr č. 098 (jednoduchý monochromátor, Mk-IV). I ten pracuje na principu DOAS, jen využívá poněkud jiné vlnové délky než Dobsonův spektrofotometr a k rozkladu světla na spektrum používá optickou mřížku místo hranolu. Navíc jde o přístroj s uzavřenou optikou, umístěný na trackeru, který přístroj natáčí za Sluncem. Může tedy měřit za každého počasí a je řízen počítačem, takže nevyžaduje lidskou obsluhu. I pro tento přístroj je základem měření typu DS (z přímého slunečního záření). Pokud je Slunce zastíněno oblačností, může přístroj provádět měření typu ZS (Zenith Sky, tedy ze zenitu bez rozlišení, zda je tam oblačnost nebo modrá obloha), a pokud ani toto měření není možné, provádí měření GI (Global Irradiance), kdy detekuje záření z celé horní polosféry. I tady jsou ale měření ZS a GI méně přesná než měření DS. Přístroj je schopen automaticky provádět mnoho měření denně, v létě, kdy je den nejdelší, jsou to i desítky měření denně.

Instalace Brewerova spektrofotometru znamenala ale i další pokrok v měření ozonu, a to zahájení tzv. umkehr měření vertikálního profilu ozonu. Tento typ měření využívá určitých optických zvláštností v závislosti zenitové intenzity UV záření na zenitovém úhlu Slunce v době těsně po východu, nebo těsně před západem Slunce. Z průběhu těchto „anomálií“ lze pak odhadnout vertikální profil ozonu. Tyto odhady na jednu stranu nejsou tak přesné, jako je tomu třeba u výstupů z balonových ozonových sondáží, oproti nim ale obsahují i informaci o množství ozonu ve střední a vyšší stratosféře, kam měření pomocí balonových sond nedosáhne.

Dalším novým produktem Brewerova spektrofotometru bylo spektrální měření intenzit UV záření v oblasti cca 285 až cca 325 nm s krokem 0,5 nm. To umožnilo přesnější sledování UV záření, zejména v oblasti biologicky aktivního UV-B záření.

V roce 2004 bylo přístrojové vybavení SOO Hradec Králové doplněno o další Brewerův spektrofotometr, č. 184 (dvojitý monochromátor, Mk-III). Tento přístroj je ještě o něco přesnější než jednoduchý monochromátor a má větší rozsah vlnových délek pro spektrální měření UV záření (cca 285 až cca 363 nm s krokem 0,5 nm, zahrnuje tedy většinu UV-B oblasti a velkou část UV-A). I tento přístroj samozřejmě měří celkový ozon a vertikální profily ozonu umkehr metodou.

Třetí Brewerův spektrofotometr, č. 199 (rovněž Mk-III) byl pak pořízen v roce 2009. Neměří na SOO Hradec Králové, ale je v rámci mezinárodní spolupráce používán pro měření v severních nebo jižních subpolárních oblastech. V letech 2010–2020 měřil na argentinské stanici Marambio na Antarktickém poloostrově, od roku 2021 je instalován v severních subpolárních oblastech na stanici Reykjavík na Islandu. I tento přístroj měří kromě celkového ozonu i ultrafialová spektra a vertikální zvrstvení ozonu umkehr metodou. Jeho měření lze tak považovat za jeden z mezinárodních příspěvků ČR a ČHMÚ k plnění závěrů Vídeňské konvence o ochraně ozonové vrstvy a Montrealského protokolu o látkách, poškozujících ozonovou vrstvu.

Tím ale mezinárodní spolupráce zdaleka nekončí. Pod vedením bývalých vedoucích, dr. Píchy a dr. Vaníčka, získalo pracoviště velice silnou mezinárodní prestiž. V současné době

pracuje jako sekundární evropské kalibrační centrum Dobsonových spektrofotometrů, subregionální kalibrační centrum Brewerových spektrofotometrů a velice úzce spolupracuje s observatoří DWD na Hohenpeissenbergu na problematice kalibrací. A díky aktivitám ing. Staňka ve spolupráci s organizací IOS (International Ozone Services, Toronto, Kanada) například pochází velká část celosvětově používaného a unifikovaného software pro měření Brewerovými spektrofotometry právě ze SOO Hradec Králové.

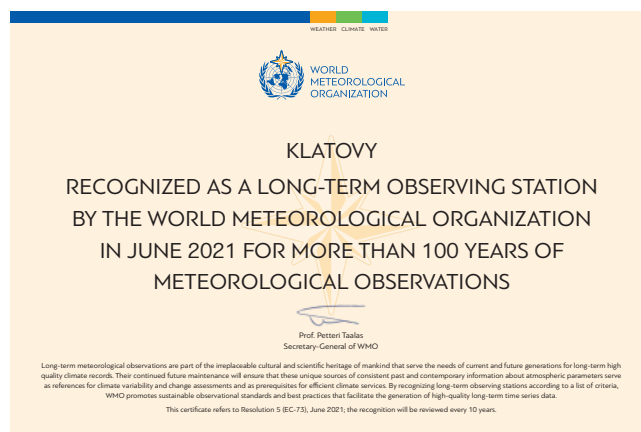
Datové řady, naměřené za 60 let na SOO Hradec Králové, jsou pak velice často využívány odborníky z celého světa. Šedesátiletá řada měření ozonu jedním přístrojem a na jednom místě je i ve světovém srovnání poměrně unikátní z důvodu své přístrojové a lokální homogenity. Více než 26 let souběžných měření Dobsonovým a Brewerovým spektrofotometrem zase umožnilo detekovat a kvantifikovat některé systematické rozdíly mezi měřeními obou typů přístrojů, a tím umožnilo přesnější homogenizaci dlouhých časových řad měření ozonu na celém světě.

Ladislav Metelka

Ocenění stanic s více než 100letou řadou pozorování

Měření a pozorování na meteorologických a klimatologických stanicích je záslužná činnost, která je časově náročná, vyžaduje pečlivost, trpělivost a vytrvalost. Pozorovatelé na meteorologických a klimatologických stanicích jsou ti, kteří nejsou příliš vidět, avšak přínos jejich práce je nevyčísitelný. Výsledkem jejich činnosti jsou řady meteorologických pozorování a měření, která jsou cenná nejen pro klimatologický výzkum, ale jsou rovněž součástí kulturního dědictví národa.

Pro ocenění a podporu udržení pozorování na stanicích s dlouhou řadou měření Světová meteorologická organizace (WMO) zařazuje stanice s délkou řady měření 100 a více let splňující kritéria stanovená WMO mezi tzv. Centennial Observing Stations a uděluje jim certifikát. Tímto certifikátem se může pyšnit 291 stanic na celém světě (Centennial Observing Stations | World Meteorological Organization (wmo.int)). Od letošního roku se mezi tyto stanice se řadí i 6 stanic ležících na území České republiky. Stanice Opava a Praha-Klementinum získaly certifikát již v roce 2017 a 2018, v letošním roce k nim přibýly stanice Klatovy, Milešovka, Šumperk a Přerov.



Ukázku certifikátu Centennial Observing Stations, který v roce 2021 získaly v ČR stanice Klatovy, Milešovka, Šumperk a Přerov.

V tabulce je uvedený přehled začátků pozorování na uvedených stanicích podle záznamů v klimatologické databázi CLIDATA, původní a aktuální poloha stanice.

Bližší informace ohledně pozorování a měření na uvedených stanicích lze najít buď v monografiích, nebo v publikaci Brázdil et al. (2012).

Literatura:

- BRÁZDIL, R., BĚLÍNOVÁ, M., DOBOROVOLNÝ, P., MIKŠOVSKÝ, J., PIŠOFT, P. et al., 2012. Temperature and Precipitation Fluctuations in the Czech Lands during the Instrumental Period. Brno: Masarykova Univerzita. ISBN 978-80-210-6052-4.
- ČHMÚ, 1976. Meteorologická pozorování v Praze – Klementinu I a II., Praha 1976. Praha: Hydrometeorologický ústav Praha.
- HLAVÁČ, V., 1937. Tepelné poměry hl. města Prahy. Pražské studie geofysikální VIII. Praha: Statní úřad statistický.
- HOSTÝNEK, J., 2014. Klimatologická stanice Klatovy, 100 let měření a pozorování. Praha: Český hydrometeorologický ústav.
- SEYDL, O., 1952. Meteorologie na pražské hvězdárně a v Čechách v minulosti (1852–1839). Praha: Nakladatelství Státního meteorologického ústavu.
- ZACHAROV, P., BLIŽŇÁK, V., CHLÁDOVÁ, Z., MATUŠEK, M., PEŠICE, P. et al., 2015. Observatoř Milešovka. Edice: Věda kolem nás. Praha: Středisko společných činností AV ČR, v. v. i., pro Ústav fyziky atmosféry AV ČR, v. v. i.

Anna Valeriánová

Stanice, které obdržely certifikát Centennial Observing Station.

Stanice	Začátek pozorování	Poloha historické stanice			Aktuální poloha stanice		
		Zem. šířka	Zem. délka	Nadm. výška (m n. m.)	Zem. šířka	Zem. délka	Nadm. výška (m n. m.)
Klatovy	01.01.1897	49°23'32"	13°18'06"	430	49°23'26"	13°18'11"	421
Opava	01.10.1857	49°56'19"	17°54'03"	268	49°55'44"	17°52'43"	268
Šumperk	01.01.1865	49°59'00"	16°58'00"	335	49°58'27"	16°58'03"	328
Přerov	15.03.1874	49°27'00"	17°27'00"	210	49°27'52"	17°27'32"	210
Praha, Klementinum	01.01.1775	50°05'27"	14°25'09"	191	50°05'11"	14°24'59"	190,7
Milešovka	01.01.1905	50°33'17"	13°55'53"	833	50°33'18"	13°55'51"	830,5

Changes in greenhouse gas emission projections due to continuous increase in landfilled municipal waste in Czech Republic

Purpose of this paper is to show impact of projected GHG emissions from 2018 to 2050 (Table 2) caused by change in landfill MW values (Table 1). Steady increase since 2015 in landfill MW has increased GHG emissions in the Waste sector 5.A (CHMI 2021b), which is contrary to the current Czech Republic GHG reduction targets for 2020–2050 (MOE 2017).

Mt CO₂ eq. difference between the current waste projections (CHMI 2021a) and the previous one (CHMI 2019) shows the extra GHG reduction burden created for other sectors, because Czech Republic was not able to follow the landfill MW path laid out in the WMP (WMP2014) (Fig. 1).

The scope is limited to NIR sector 5.A – Solid Waste Disposal and to methane emissions (CH₄) arising from landfill MW. Time scale is from 2018 to 2050.

The IPCC methodology for estimating CH₄ emissions from Solid Waste Disposal Sites (SWDS) in the sector 5.A is based on the First Order Decay (FOD) method (IPCC 2006a).

$$CH_4 \text{ Emissions} = (\sum_x CH_4 \text{ generated}_{x,T} - Rt) \cdot (1 - OX_T) \quad (1)$$

Where:

$CH_4 \text{ Emissions}$ = CH₄ emitted in year T, Kt
 T = inventory year
 X = waste recovery or type/material
 RT = recovered CH₄ in year T, Kt
 OXT = oxidation factor in year T, (fraction)

The projections of GHG emissions in the Waste sector 5.A are based on data reported in the NIR and in the Czech official database of waste management VISOH (“Veřejné informace o produkci a nakládání s odpady”). The last reported year in the current waste GHG projections (CHMI 2021a) is 2018 and in the previous projections it was year 2016 (CHMI 2019).

The spreadsheet (IPCC 2006b) used for the NIR (CHMI 2018) was adapted by extending the time series from the latest reported year 2016 by linear extrapolation using the WMP (WMP2014) estimations and assumptions as guidance.

The NIR (CHMI 2020) sector 5.A reports 2.7 Mt of landfill MW in 2018, making the previously applied 1.9Mt value for year 2019 from the WMP (MOE 2014) infeasible for use in projections. No evidence existed to support 0.8 Mt drop in landfill MW from 2018 to 2019. Instead of using direct values from the WMP, linear extrapolation of landfill MW was aligned with the same WMP (MOE 2014) assumptions that

- MW total will decrease slightly overtime.
- Landfill can be reduced to a small amount or phased out completely by 2030 or soon after.
- New CEP (EC 2019) assumption was added, that only maximum 10% of total generated MW by 2030 is allowed to be landfilled.
- Constant high CH₄ recovery rate until 2050 was changed to decline overtime to reflect assumption, that only a small amount of landfill MW will be deposited by 2030 to landfills.

Table 1. Change in landfill MW estimations in the projections 2018–2030.

[Kt]	2018	2019	2020	2025	2030	2035
Landfill MW CHMI 2021	2658*	2696	2490	1503	516	0
Landfill MW CHMI 2019	2100	1910	1650	594	25	0
Landfill WMP 2015	2100	1910	1650	–	**	–
Difference [Kt]	558	786	840	909	491	–

* VISOH landfill MW value.

**WMP (WMP 2014) assumption is that landfill MW is small amount or phased out by 2030.

- CHMI 2019 landfill MW values have been recalculated by using the CHMI 2021 (CHMI 2021a) calculation sheet to remove impact caused by the methodological changes between the CHMI 2019 and CHMI 2021 projections. This maintained comparability and time line consistency of resulting GHG emissions from the two landfill MW data sets (Table 1).

Comparing Table 1 data and resulting GHG emissions trends in Fig. 1, the FOD model delay is visible most clearly by observing GHG emissions still being emitted in 2050 even depositing landfill MW has ended in 2030 or soon after.

Comparing previous 2019 waste GHG emission projections of the Czech Republic (CHMI 2019) to the latest 2021 waste GHG emission projection estimates (CHMI 2021a), GHG emissions increased in 2020 only by 0.14 Mt CO₂ eq. or 3.9 % but in 2030 by 0.76 Mt CO₂ eq. or 40.2 % (Table 2). The previous

Table 2. Landfill MW impact to estimated GHG emissions in the projections 2018–2050.

[Mt CO ₂ eq.]	2018	2019	2020	2025	2030	2035	2040	2045	2050
5.A Solid waste disposal, (CHMI 2021)*	3.74	3.70	3.72	3.34	2.63	1.79	1.27	0.97	0.78
5.A Solid waste disposal, (CHMI 2019)	3.69	3.66	3.58	2.76	1.88	1.22	0.80	0.51	0.30
Difference [Mt]	0.05	0.04	0.14	0.58	0.76	0.57	0.47	0.46	0.48
Difference [%]	1.3	1.2	3.9	20.9	40.2	46.6	58.6	91.0	162.2

*CHMI 2021 waste projections use F factor 0.55 instead of 0.5. CHMI 2021 waste projections use the reported values from the NIR 2020.

CHMI waste GHG projections based on WMP (WMP 2014) values represent a missed opportunity to reduce GHG emissions early on.

For the year 2030 landfill MW value is 516 kt in Table 1. With CEP (EC 2019) 10% max landfilled total MW assumption, the CHMI 2021 waste GHG projections estimate is just over 5.16 Mt total MW being generated for the year 2030. With rest of the waste management options extrapolated from VISOH data the total of the waste management options matches little over 5.16 Mt too.

If the total generated MW trend changes slightly decreasing to 5.16 Mt by 2030 and other waste management options perform as estimated, landfill MW reductions and resulting GHG emission reductions are achievable (CHMI 2021a).

Strongest critique against this scenario is historical reported data. Total generated MW and landfill MW have kept increasing since 2015 (CHMI 2021b). Even COVID circumstances are not expected to cause a significant drop in landfill MW or in the waste sector 5.A GHG emissions in 2020 – 2022. Economic recession with COVID would quickly affect the existing waste sector emission projections.

One of the functions of waste GHG projections is to present roadmaps to meet the GHG reduction targets. Czech Republic has greenhouse gas reduction target of 32 Mt CO₂ eq. compared to 2005 until 2020 (MOE 2017). The Waste sector 5.A has increased 0.65 Mt CO₂ eq or 23.7 % in 2005–2019 (CHMI 2021b).

Based on the First Order of Decay (FOD) method from the 2006 IPCC Guidelines (IPCC 2006a), landfill MW starts emitting methane with a delay as seen in Fig. 1, but then keeps producing emissions long time after actual deposition of waste into landfill site stops. This imposes urgency to reduce landfill MW to meet the GHG emission reduction targets for 2030, 2040 and 2050.

If business as usual continues in generated MW and landfill MW, then GHG emissions are not reduced in the Waste sector 5.A and more burden is shifted to other sectors to meet the GHG reduction targets of the Czech Republic.

Bibliography:

- CHMI, 2021a. Reporting on policies and measures and on projections of anthropogenic greenhouse gas emissions by sources and removals of the Czech Republic [online]. Czech Hydrometeorological Institute [cit. 14. 11. 2021]. Available from WWW: https://www.chmi.cz/files/portal/docs/uoco/oez/nis/nis_do_aj.html.
- CHMI, 2021b. National Greenhouse Gas Inventory Report of the Czech Republic (reported inventories 1990–2019) [online]. [cit. 14. 11. 2021]. Available from WWW: <https://unfccc.int/documents/271573>.

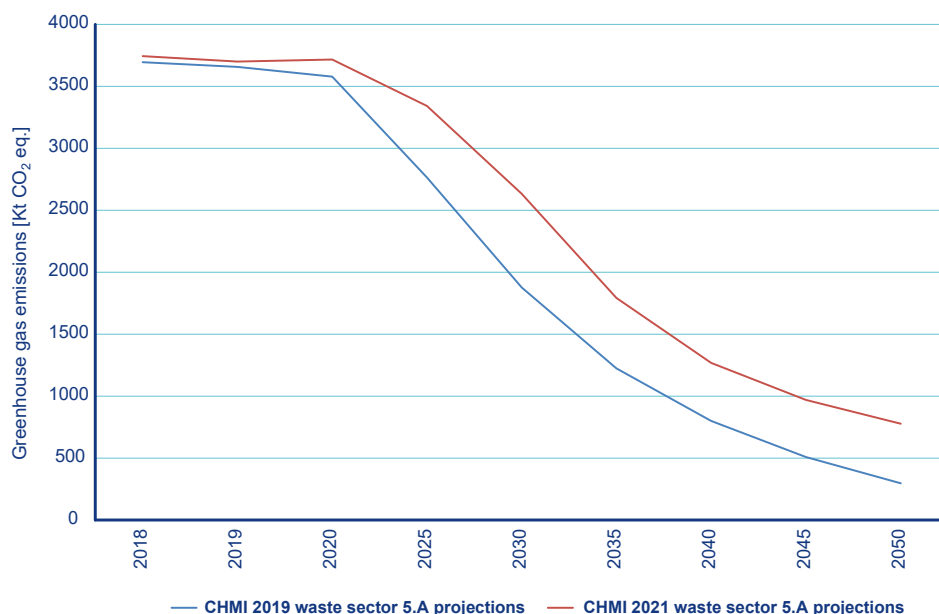


Fig. 1. Landfill MW impact to estimated GHG emissions in the projections 2018–2050.

- CHMI, 2020. National Greenhouse Gas Inventory Report of the Czech Republic (reported inventories 1990–2018) [online]. [cit. 14. 11. 2021]. Available from WWW: <https://unfccc.int/sites/default/files/resource/cze-2020-nir-7may20.pdf>.
- CHMI, 2019. Reporting on policies and measures and on projections of anthropogenic greenhouse gas emissions by sources and removals of the Czech Republic [online]. [cit. 14. 11. 2021]. Available from WWW: https://www.chmi.cz/files/portal/docs/uoco/oez/nis/nis_do_aj.html.
- CHMI, 2018. National Greenhouse Gas Inventory Report of the Czech Republic (reported inventories 1990–2016) [online]. [cit. 14. 11. 2021]. Available from WWW: <https://unfccc.int/documents/65564>.
- MOE, 2017. Climate Protection Policy of the Czech Republic, Executive summary. Ministry of Environment. [online]. [cit. 14. 11. 2021]. Available from WWW: https://www.mzp.cz/en/climate_policy_of_the_czech_republic.
- MOE, 2014. Waste Management Plan of the Czech Republic for the period 2015–2024 [online]. [cit. 14. 11. 2021]. Available from WWW: [https://www.mzp.cz/C1257458002F0DC7/cz/plan_odpadoveho_hospodarstvi_aj/\\$FILE/OODP-WMP_CZ_translation-20151008.pdf](https://www.mzp.cz/C1257458002F0DC7/cz/plan_odpadoveho_hospodarstvi_aj/$FILE/OODP-WMP_CZ_translation-20151008.pdf).
- IPCC, 2006a. 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories, Prepared by the National Greenhouse Gas Inventories Programme, Eggleston, S., Buendia, L., Kyoko, M., Ngara, T., Tanabe, K. (eds). Volume 5: Waste, s. 3.6–3.9. [online]. [cit. 14. 11. 2021]. Available from WWW: <https://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/>.
- IPCC, 2006b. Spreadsheet for Estimating Methane Emissions from Solid Disposal Sites. IPCC Waste Model.xls. Available from WWW: <https://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/vol5.html>
- EC, 2019. Circular Economy Package, s.l.: European Commission. Available from WWW: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?qid=1551871195772&uri=CELEX:52019DC0190>.

Risto Saarikivi

Meteorologické zprávy

Meteorological
Bulletin

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

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. Kučerová, 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

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:

Akontext s. r. o., Zárybničná 2048/7, 141 00 Praha 4

ISSN 0026-1173

Registrační číslo MK ČR E 5107

© Meteorologické zprávy, Český hydrometeorologický ústav

NAKLADATELSTVÍ ČHMÚ

Jáchym Brzezina, Ivana Černá, Jarmila Halířová,
Filip Chuchma, Jana Ivančicová, Petr Münster

Mýty a fakta

O počasí, vodě a ovzduší

Praha 2021
ISBN 978-80-7653-022-5
cena 369 Kč + poštovné a balné

O počasí, vodě a ovzduší panuje mezi veřejností řada mýtů a nejasností. Cílem této publikace je stručnou a srozumitelnou formou uvést skutečná fakta a danou problematiku vysvětlit.

Snahou nebylo poskytnout vyčerpávající a vysoce odborné odpovědi na dílčí otázky, ale naopak podat informace tak, aby nevyžadovaly hluboké odborné znalosti. Myslíte, že elektromobily mají nulové emise, či že nejhorší je kvalita ovzduší ve městech? Kouří se od pusy pouze, pokud je teplota pod bodem mrazu? Domníváte se, že je nemožné, aby tekla voda z nižších poloh do vyšších? Odpovědi na tyto otázky a mnoho dalších naleznete v této publikaci.

Téměř sto různých témat dali autoři dohromady na základě vlastních zkušeností získaných při komunikaci s veřejností. Pevně věříme, že vás publikace zaujme a třeba i překvapí.

Publikaci lze objednat na adrese:
nakladatelstvi@chmi.cz
tel.: 244 032 721

nakladatelstvi.chmi.cz