

Meteorologické zprávy

ROČNÍK
79–2026

2

**29 Závislost suspendovaných částic, oxidu dusičitého
a benzo[a]pyrenu na vybraných meteorologických faktorech**

Hana Škáchová – Lucie Školoudová

**40 Informační systém o vzniku a vývoji sucha na území
ČR – vyhodnocení provozu v letech 2023 až 2025**

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

**50 Analýza rizik změny klimatu jako východisko
pro stanovení adaptačních priorit**

Jan Daňhelka – Karel Drbal – Radim Tolasz

Meteorological
Bulletin

Český
hydrometeorologický
ústav



29 Dependence of suspended particles, nitrogen dioxide, and benzo[a]pyrene concentrations on selected meteorological factors

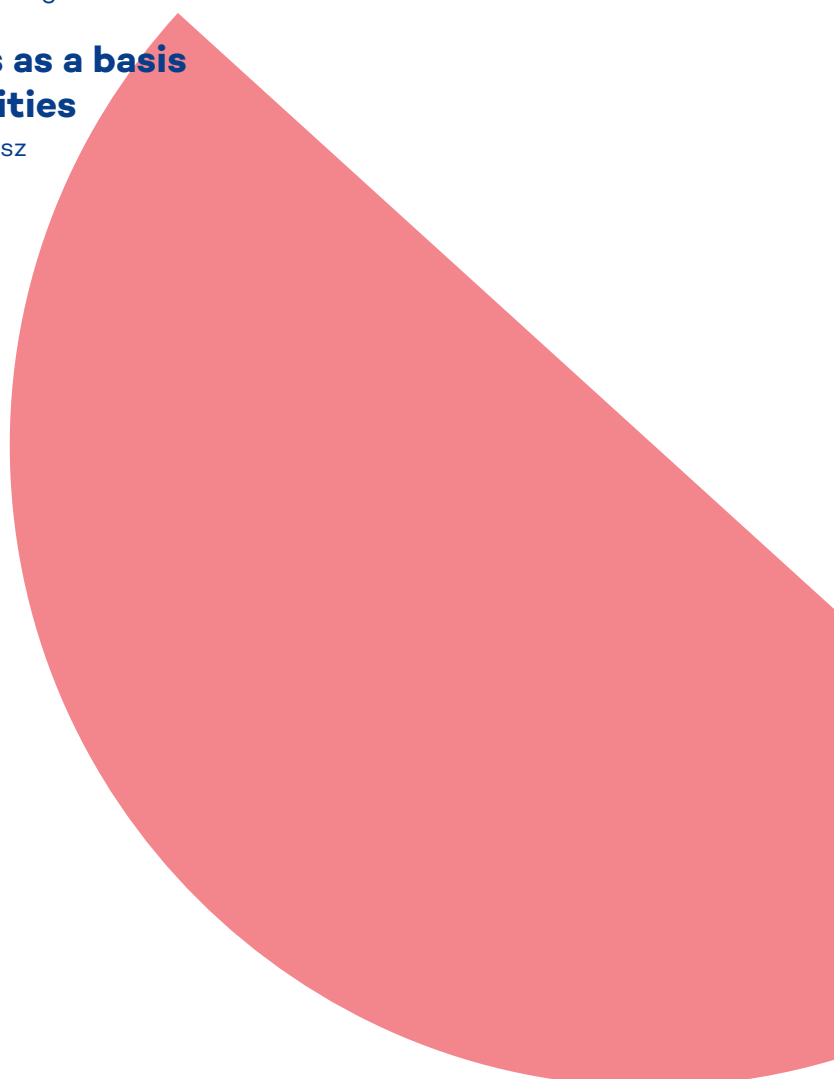
Hana Škáchová – Lucie Školoudová

40 Information system on the onset and development of drought in the Czech Republic – evaluation of operation in the years 2023 to 2025

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

50 Climate change risk analysis as a basis for defining adaptation priorities

Jan Daňhelka – Karel Drbal – Radim Tolasz



Rozšiřuje – Free booking:

Český hydrometeorologický ústav, Oddělení tiskové a informační
Na Šabatce 2050/17, 143 06 Praha 4-Komořany, tel.: 244 032 721, 244 032 722

Czech Hydrometeorological Institute, Press and Information Department
Na Šabatce 2050/17, 143 06 Prague 4, Czech Republic, Phones: (+420) 244 032 721, (+420) 244 032 722

Závislost suspendovaných částic, oxidu dusičitého a benzo[a]pyrenu na vybraných meteorologických faktorech

Dependence of suspended particles, nitrogen dioxide, and benzo[a]pyrene concentrations on selected meteorological factors

Hana Škáchová

Český hydrometeorologický ústav
Na Šabatce 17, 143 06 Praha 4-Komořany
✉ hana.skachova@chmi.cz

Lucie Školoudová

Český hydrometeorologický ústav
Na Šabatce 17, 143 06 Praha 4-Komořany
✉ lucie.skoloudova@chmi.cz

The article examines the influence of air temperature, precipitation, wind speed, and the ventilation index on concentrations of suspended particulate matter (PM₁₀ and PM_{2.5}), nitrogen dioxide (NO₂), and benzo[a]pyrene using multivariate regression analysis. The assessment was carried out at six Czech Hydrometeorological Institute (CHMI) stations over the period 2015–2024, with respect to the cold and warm seasons. Concentrations of all evaluated pollutants show a strong relationship with meteorological and dispersion conditions. The resulting levels of PM₁₀, PM_{2.5}, and NO₂ pollution are primarily determined by horizontal and vertical mixing and are negatively correlated with the ventilation index and wind speed. The relationship between PM₁₀ and PM_{2.5} concentrations and air temperature is positively correlated in the warm season but negatively correlated in the cold season. For NO₂ concentrations are negatively correlated with air temperature throughout the year. The relationship between PM₁₀, PM_{2.5}, and NO₂ concentrations and precipitation is positively correlated in the cold season, whereas in the warm season it is rather negatively correlated. For benzo[a]pyrene, a negative correlation with all monitored meteorological factors was observed at both evaluated locations; in both seasons, its concentrations are most strongly influenced by air temperature. In the warm season, wind speed and precipitation also play a role, while the influence of the ventilation index is not statistically significant. In the cold season, the situation is the opposite.

KLÍČOVÁ SLOVA: kvalita ovzduší – podmínky meteorologické – podmínky rozptylové – částice suspendované – oxid dusičitý – benzo[a]pyren

KEYWORDS: air quality – meteorological conditions – dispersion conditions – suspended particles – nitrogen dioxide – benzo[a]pyrene

1. Úvod

Jeden z nejzávažnějších problémů životního prostředí v současné době představuje znečištění ovzduší. Přináší negativní dopady nejen na přírodu a ekosystémy, ale také na lidské zdraví. Pro nejvýznamnější znečišťující látky jsou v České republice legislativou stanoveny imisní limity pro ochranu zdraví obyvatelstva. Mezi tyto látky patří suspendované částice frakce PM₁₀ a PM_{2.5}, benzo[a]pyren, oxid dusičitý NO₂, přízemní ozon O₃, oxid siřičitý SO₂, těžké kovy (arsen, kadmium, nikl, olovo) a benzen.

Úroveň znečištění ovzduší je dána různými faktory, které se mohou vzájemně ovlivňovat – od množství vyprodukovaných emisí přes geografii daného místa a využití krajiny až po meteorologické a rozptylové podmínky (Škáchová 2024; ČMeS). Pochopení vztahu mezi těmito proměnnými a úrovní znečištění je pro hodnocení kvality ovzduší klíčové. Dosavadní studie využívají pro hodnocení vztahu mezi koncentracemi znečišťujících látek a meteorologickými faktory různé metody vícerozměrných analýz, jejichž základní typy jsou ordinační metody a shluková analýza. Nejčastěji se setkáváme s vícenásobnou lineární regresí (např. Juneng et al. 2011; Tai et al. 2010; Kalisa et al. 2018; Nakayai et al. 2025) s ohledem na teplou a chladnou sezonu (např. Milukaité 2006; Cichowicz et al. 2017; Nakayai et al. 2025).

Mechanismy, kterými meteorologické faktory ovlivňují kvalitu ovzduší, jsou předmětem řady studií z různých částí světa. Mezi nejčastěji zkoumané meteorologické faktory patří teplota a vlhkost vzduchu, srážky, rychlost a směr větru. V neposlední řadě sem patří i stabilita atmosféry, kterou lze hodnotit pomocí tlaku vzduchu (Girotti et al. 2025) nebo ventilačního indexu (Ferguson 2001; Škáchová, Keder 2025). Vyšší rychlost větru zpravidla zlepšuje podmínky pro rozptyl znečišťujících látek, což potvrzuje např. studie autorů Ma et al. (2019). Naopak, v případech přetrvávající teplotní inverze a nízké rychlosti větru

je rozptyl velmi omezený, což způsobuje akumulaci znečišťujících látek v blízkosti země a nárůst jejich koncentrací (Whiteman et al. 2014; Di Bernardino et al. 2021; Girotti et al. 2025). Důležitým faktorem při hodnocení rychlosti větru je i hustota a charakter zástavby (Wu et al. 2025). Směr větru hraje významnou roli při rozptylu škodlivin, především ukazuje na vliv možných zdrojů z daného směru (např. během přenosu prachových částic ze Sahary; Di Bernardino et al. 2021). Významným meteorologickým faktorem je teplota vzduchu (Ali et al. 2025). V teplém období vykazuje přímo úměrnou závislost s koncentracemi znečišťujících látek (Wu et al. 2025). Srážky napomáhají procesu samočištění atmosféry (např. Nakayai et al. 2025), nicméně závislost koncentrací na srážkách je nelineární a závisí na intenzitě a době trvání srážek (Škáchová 2024).

2. Výběr stanic a použitá data

Pro účely této práce byly zvoleny lokality se souběžným měřením vybraných znečišťujících látek a meteorologických veličin a s dostatečně dlouhou řadou měření. Jedná se o šest lokalit, a to Praha 4-Libuš, Brno-Tuřany, České Budějovice, Košetice, Tušimice a Ústí n.L.-Kočkov. Pět lokalit splňuje požadavek na souběžné měření s výjimkou stanice České Budějovice, ke které byla přiřazena meteorologická data z blízké meteorologické stanice České Budějovice, Rožnov. Všechny lokality jsou klasifikovány jako pozadové (lokalita v nezátíženém území, která měří typickou úroveň znečištění regionu a není přímo ovlivněna místními zdroji (ČHMÚ 2013)), jsou součástí Státní sítě imisního monitoringu a jsou využívány pro účely Smogového varovného a regulačního systému.

Lokalita Praha 4-Libuš je klasifikována jako pozadová předměstská, nachází se v areálu ČHMÚ na Libuši a její reprezentativnost má okrskové měřítko (0,5–4 km). Lokalita Brno-Tuřany je klasifikována jako pozadová předměstská, nachází se na náhorní plošině v areálu letiště Brno-Tuřany a její reprezentativnost má okrskové měřítko (0,5–4 km). Lokalita České Budějovice je klasifikována jako pozadová městská, nachází se na travnatém prostranství v městské zástavbě a její reprezentativnost má okrskové měřítko (0,5–4 km). Lokalita Košetice je klasifikována jako pozadová regionální, nachází se v areálu ČHMÚ a její reprezentativnost má oblastní měřítko (desítky až stovky km). Lokalita Tušimice je klasifikována jako pozadová venkovská, nachází se v areálu Observatoře Tušimice ČHMÚ v těsné blízkosti uhelných tepelných elektráren Tušimice (ETU I a ETU II), nedaleko města Kadaň a vodní nádrže Nechanice a její reprezentativnost má oblastní měřítko (4–50 km). Lokalita Ústí n.L.-Kočkov je klasifikována jako pozadová předměstská, nachází se v areálu pobočky ČHMÚ Ústí nad Labem v severní části města na západním svahu kopce Velký Brand a její reprezentativnost má oblastní měřítko (4–50 km).

Základní soubor dat obsahuje průměrné hodinové koncentrace suspendovaných částic PM_{10} a $PM_{2,5}$ a oxidu dusičitého NO_2 , meteorologická data z přízemního pozorování (teplota vzduchu, rychlost větru a hodinové úhrny srážek měřené v dané hodině) a vypočítané hodnoty ventilačního indexu (VI) ze všech lokalit pomocí modelu ALADIN (Brožková 2019). Ventilační index je definován jako součin výšky směšovací vrstvy a průměrné rychlosti větru uvnitř této vrstvy, přičemž platí, že čím vyšší hodnota VI, tím lepší rozptylové podmínky. Je nutno zdůraznit, že nízké hodnoty VI nemusí nutně indikovat vysoké koncentrace znečišťujících látek, neboť zde hraje roli i délka trvání dané situace, výchozí úroveň znečištění či rozložení zdrojů a jejich emisí do vrstvy pod inverzí (Ferguson 2001; Ke-

der, Škáchová 2011; Škáchová 2019). Druhý soubor dat obsahuje průměrné třídní koncentrace benzo[a]pyrenu a k nim odpovídající meteorologická data, tj. třídní průměr teploty vzduchu, rychlosti větru a ventilačního indexu a třídní úhrn srážek. Měření benzo[a]pyrenu je z šesti vybraných lokalit dostupné pouze na lokalitách Praha 4-Libuš a Košetice, a proto je hodnoceno zvlášť. Jako referenční období bylo zvoleno 10letí 2015–2024. Všechny termíny pozorování a data jsou v UTC.

3. Metodika

Pro základní přehled byl zpracován vývoj ročních hodnot ve sledovaném období 2015–2024. Dále byly hodnoceny roční a denní chody znečišťujících látek a vybraných meteorologických faktorů, a to zvlášť pro teplou (duben–září) a chladnou (říjen–březen) sezonu.

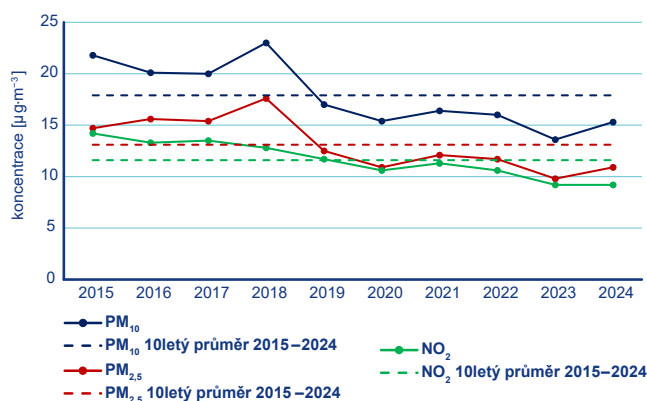
Vzájemné vztahy mezi meteorologickými faktory a znečišťujícími látkami byly analyzovány metodou vícerozměrné vzestupné lineární krokové regrese a případné nedostatky této metody, například náchylnost k nadměrnému přizpůsobení dat a nestabilita výběru proměnných, byly při interpretaci výsledků zohledněny. Tato metoda předpokládá lineární závislost predikované proměnné (znečišťující látky) na zvolených nezávislých proměnných (meteorologické faktory) (Kubánková 1987; Zvára 1989). Ventilační index má exponenciální rozložení a silný nelineární vztah ke koncentracím znečišťujících látek, proto byla zvolena jeho logaritmická transformace ve tvaru dekadického logaritmu $\log(VI + 1)$, dále označovaná jako LogVI (Škáchová 2019; Škáchová 2024). Matematická úprava $VI + 1$ řeší případy, kdy je VI rovno nule (jejíž logaritmus není definován), přičemž z hlediska rozptylových podmínek tato úprava nepředstavuje zásadní rozdíl. Při metodě vícerozměrné vzestupné lineární krokové regrese jsou na základě výchozí korelační matice postupně vybírány prediktory, které jsou postupně přidávány do regresní rovnice, a to počínaje nejvyšším parciálním korelačním koeficientem, dokud je přidáním dalšího prediktoru významně zvyšován koeficient determinace R^2 . Ten vyjadřuje míru rozptylu, který lze vysvětlit příslušnou regresí. Jedná se o explorační metodu, jejímž cílem je co nejlepší predikce, resp. vysvětlení hodnot analyzované proměnné pomocí co nejmenšího počtu prediktorů.

4. Výsledky

4.1 Vývoj ročních hodnot v období 2015–2024

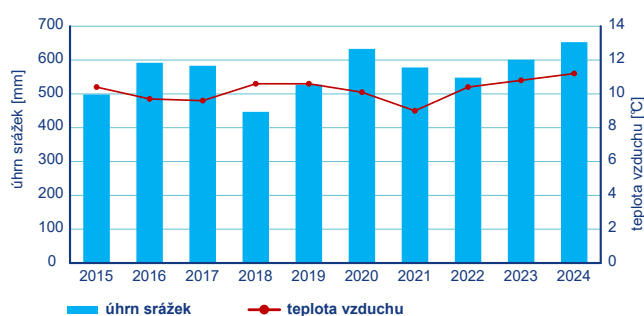
Všechny sledované znečišťující látky (PM_{10} , $PM_{2,5}$ a NO_2) na uvažovaných stanicích vykazují v průběhu hodnoceného období 2015–2024 klesající trend (obr. 1) a od roku 2019 se pohybují pod hodnotami svých 10letých průměrů 2015–2024. Vývoj koncentrací PM_{10} a $PM_{2,5}$ má obdobný průběh, neboť skladba emisních zdrojů obou látek je obdobná, stejně jako významná závislost na meteorologických a rozptylových podmínkách.

Nejvyšší koncentrace PM_{10} a $PM_{2,5}$ byly naměřeny v roce 2018, který je z klimatologického hlediska hodnocen jako teplotně mimořádně nadnormální a srážkově silně podnormální (obr. 2). Druhé nejnížší koncentrace byly zaznamenány v roce 2020, kdy se pravděpodobně projevil důsledek opatření v rámci pandemie SARS-CoV-2 (ČHMÚ 2021). Nejnížší hodnoty koncentrací v roce 2023 souvisí s výrazně lepšími rozptylovými



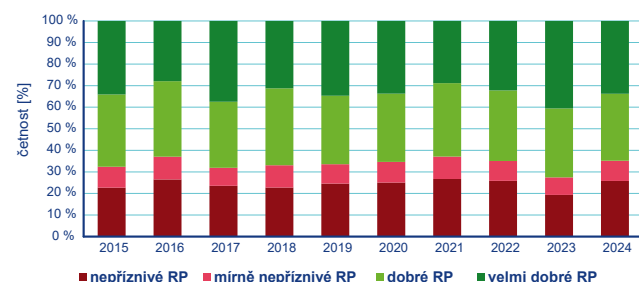
Obr. 1 Průměrné roční koncentrace PM_{10} , $PM_{2.5}$ a NO_2 , 2015–2024.

Fig. 1. Average annual concentrations of PM_{10} , $PM_{2.5}$ and NO_2 , 2015–2024.



Obr. 2 Průměrné roční teploty vzduchu a úhrny srážek, 2015–2024.

Fig. 2. Average annual air temperatures and precipitation totals, 2015–2024.



Obr. 3 Četnosti výskytu rozptylových podmínek, 2015–2024.

Fig. 3. Frequencies of dispersion conditions, 2015–2024.

podmínkami v tomto roce (obr. 3). V roce 2024 se koncentrace PM_{10} opět vrátily na úroveň z roku 2022, celkový pokles oproti počátku hodnoceného období, tedy roku 2015, však zůstává zřejmý. V případě koncentrací NO_2 lze v hodnoceném období pozorovat setrvalý pokles od roku 2015. Stejně jako u koncentrací PM je v roce 2020 pozorován výraznější pokles, zapříčiněný omezeními pohybu v rámci pandemie SARS-CoV-2 (ČHMÚ 2021). Oproti koncentracím suspendovaných částic jsou nejnížší hodnoty pozorovány v roce 2023 i 2024, což odpovídá příznivým meteorologickým a rozptylovým podmínkám a snižování emisí v důsledku opatření pro zlepšení kvality ovzduší (ČHMÚ 2025).

Hodnoceno po jednotlivých lokalitách, byly nejnížší koncentrace všech tří znečišťujících látek naměřeny na pozadové

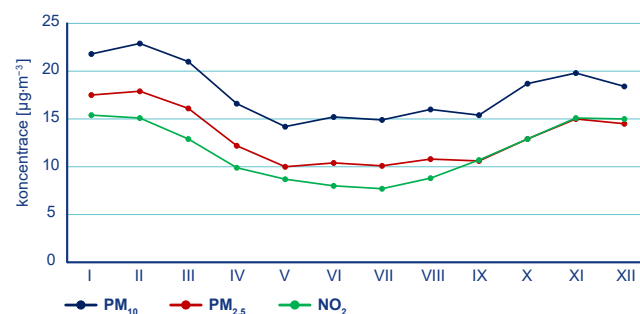
regionální lokalitě Košetice. Nejvyšší koncentrace PM_{10} i $PM_{2.5}$ pak byly měřeny na lokalitě Brno-Tuřany, NO_2 na lokalitě Praha 4-Libuš.

4.2 Roční chod

Koncentrace všech tří hodnocených znečišťujících látek vykazují zřetelný roční chod s minimem v letních a maximem v zimních měsících (obr. 4). Naopak teplota vzduchu a srážky dosahují maximálních hodnot v letních a minimálních v zimních měsících, přičemž u srážek je třeba zohlednit jejich specifický sezónní charakter (obr. 5).

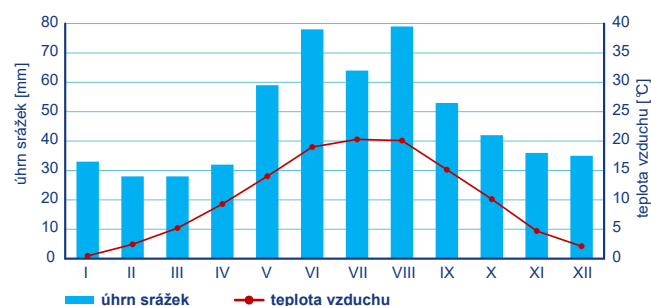
Roční chod koncentrací PM_{10} a $PM_{2.5}$ je opět obdobný. Vyšší koncentrace PM v ovzduší během chladného období roku souvisejí jak s vyššími hodnotami emisí suspendovaných částic ze sezonně provozovaných tepelných zdrojů, tak i se zhoršenými rozptylovými podmínkami (ČHMÚ 2025). V teplé sezoně je patrný pokles koncentrací NO_2 . Důvodem je vyšší intenzita slunečního záření v tomto ročním období, která má za následek rozklad NO_2 a jeho účast při fotochemických reakcích za vzniku ozonu. V letních prázdninových měsících také dochází ke snížení intenzity dopravy ve velkých městech, čímž dochází k poklesu koncentrací NO_2 (ČHMÚ 2025). V chladnějších měsících se častěji vyskytují špatné rozptylové podmínky (obr. 6) a vzhledem k nízkým teplotám jsou navíc koncentrace NO_2 ovlivněny navýšením emisí z vytápění a ze studených startů automobilů.

Hodnoceno po jednotlivých lokalitách, byly nejnížší koncentrace všech tří znečišťujících látek naměřeny na pozadové regionální lokalitě Košetice. Nejvyšší koncentrace PM_{10} byly měřeny na lokalitě Tušimice, $PM_{2.5}$ na lokalitě Brno-Tuřany a NO_2 na lokalitě Praha 4-Libuš.



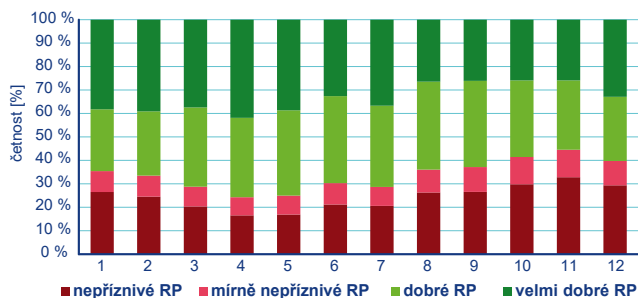
Obr. 4 Roční chod koncentrací PM_{10} , $PM_{2.5}$ a NO_2 , 2015–2024.

Fig. 4. Annual course of PM_{10} , $PM_{2.5}$ and NO_2 concentrations, 2015–2024.



Obr. 5 Roční chod teplot vzduchu a úhrnů srážek, 2015–2024.

Fig. 5. Annual course of air temperatures and precipitation totals, 2015–2024.



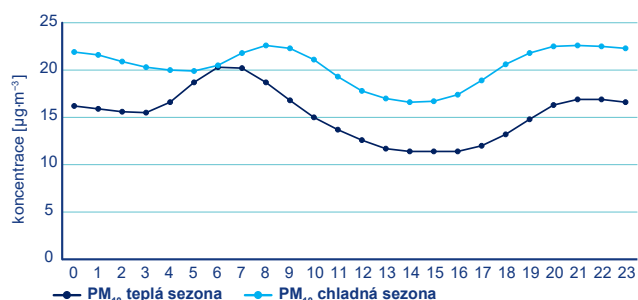
Obr. 6 Roční chod četností výskytu rozptylových podmínek, 2015–2024.

Fig. 6. Annual course of dispersion conditions, 2015–2024.

4.3 Denní chod

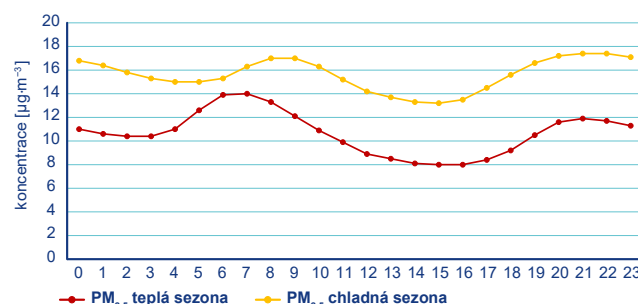
Koncentrace všech tří hodnocených znečišťujících látek vykazují výrazný denní chod, který do značné míry kopíruje denní chod rozptylových podmínek (obr. 7–9, obr. 11–12), a je charakteristický dvěma maximy v ranních a večerních hodinách a dvěma minimy v odpoledních a nočních hodinách. Během teplé sezony koncentrace znečišťujících látek dosahují nižších hodnot než v sezoně chladné. V teplé sezoně jsou ranní maxima výraznější než v chladné a z důvodu změn času jsou ranní špičky koncentrací posunuty o hodinu zpět. Odpolední maximum je pak v teplé sezoně posunuto do pozdějších hodin, což je více patrné u NO_2 .

Rozdíl denního chodu mezi teplou a chladnou sezonou vykazují zejména rozptylové podmínky (obr. 11–12), jejichž denní amplituda je v teplém období výrazná (ranní maxima a odpolední minima nepříznivých rozptylových podmí-



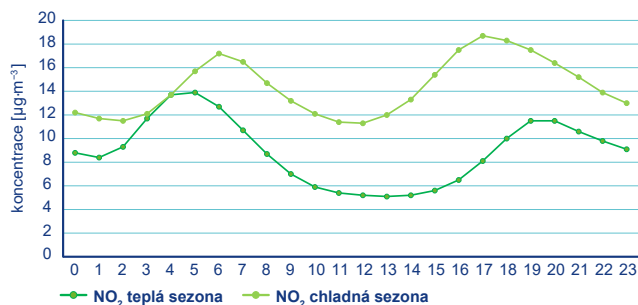
Obr. 7 Denní chod průměrných hodinových koncentrací PM_{10} v chladné a teplé sezoně, 2015–2024.

Fig. 7. Daily course of average hourly PM_{10} concentrations in the cold and warm seasons, 2015–2024.



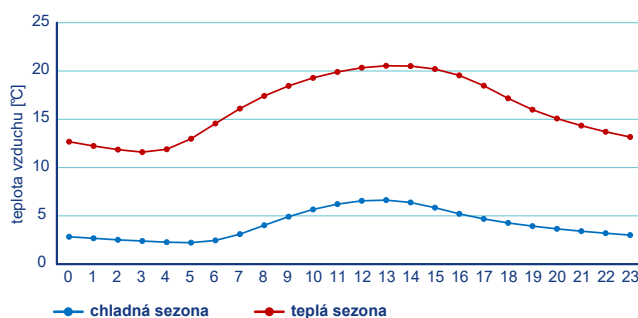
Obr. 8 Denní chod průměrných hodinových koncentrací $\text{PM}_{2.5}$ v chladné a teplé sezoně, 2015–2024.

Fig. 8. Daily course of average hourly $\text{PM}_{2.5}$ concentrations in the cold and warm seasons, 2015–2024.



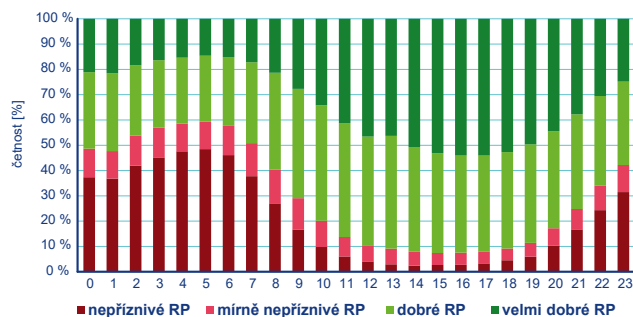
Obr. 9 Denní chod průměrných hodinových koncentrací NO_2 v chladné a teplé sezoně, 2015–2024.

Fig. 9. Daily course of average hourly NO_2 concentrations in the cold and warm seasons, 2015–2024.



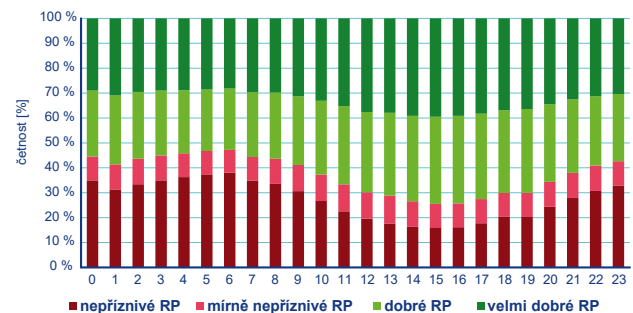
Obr. 10 Denní chod teploty vzduchu v chladné a teplé sezoně, 2015–2024.

Fig. 10. Daily course of air temperature in the cold and warm seasons, 2015–2024.



Obr. 11 Denní chod četností výskytu rozptylových podmínek v teplé sezoně, 2015–2024.

Fig. 11. Daily course of frequencies of occurrence of dispersion conditions in the warm season, 2015–2024.



Obr. 12 Denní chod četností výskytu rozptylových podmínek v chladné sezoně, 2015–2024.

Fig. 12. Daily course of frequencies of occurrence of dispersion conditions in the cold season, 2015–2024.

nek), zatímco v chladné sezoně je amplituda nevýrazná. Denní chod teploty vzduchu v teplé sezoně vykazuje větší amplitudu a výraznější minimum v brzkých ranních hodinách, naopak v chladné sezoně je amplituda výrazně menší (obr.10).

4.4 Korelace

Korelace mezi rychlostí větru a ventilačním indexem a všemi třemi znečišťujícími látkami je statisticky významná na hladině 0,05 na všech lokalitách v obou uvažovaných obdobích (tab. 1). Statisticky významná je i korelace teploty vzduchu, s výjimkou korelace s NO_2 v teplém období na lokalitách Praha 4-Libuš, Tušimice a Ústí nad Labem-Kočkov. Korelace mezi srážkami a znečišťujícími látkami jsou statisticky významné pouze s NO_2 v teplém období na lokalitě České Budějovice, se všemi třemi látkami v chladném období na lokalitě Košetice, s PM_{10} v teplém období na lokalitě Tušimice, s PM_{10} v teplém období na lokalitě Ústí nad Labem-Kočkov a s PM_{10} a $\text{PM}_{2,5}$ v chladném období na lokalitě Ústí nad Labem-Kočkov.

Korelační koeficienty uvažovaných meteorologických faktorů a znečišťujících látek jsou převážně záporné, tj. koncentrace znečišťujících látek klesají s rostoucí hodnotou meteorologických faktorů, bez ohledu na statistickou významnost. Kladně koreluje teplota vzduchu s PM_{10} a $\text{PM}_{2,5}$ v teplém období na všech uvažovaných lokalitách a s NO_2 v teplém období na lokalitách Tušimice a Ústí nad Labem-Kočkov. Kladně korelují i srážky, a to na lokalitě Praha 4-Libuš v teplém období se vše-

mi třemi znečišťujícími látkami a v chladném období s NO_2 . Na lokalitě Brno-Tuřany korelují kladně v chladném období s $\text{PM}_{2,5}$. Se všemi třemi znečišťujícími látkami korelují srážky kladně na lokalitě Tušimice v obou obdobích a na lokalitě Ústí nad Labem-Kočkov v období teplém.

Obecně jsou korelace znečišťujících látek s meteorologickými faktory vyšší v teplém období bez ohledu na statistickou významnost. Nejnížší hodnoty a nejmenší rozdíl mezi teplým a chladným obdobím vykazují korelace znečišťujících látek se srážkami, kdy se v teplém období korelace pohybují v rozmezí 0,09 až -0,07, zatímco v chladném období v rozmezí 0,03 až -0,18. Korelace s rychlostí větru se pohybují v teplé sezoně od -0,08 do -0,39, v chladné sezoně od -0,29 do -0,61 a korelace s ventilačním indexem v teplé sezoně od -0,12 do -0,46, v chladné sezoně od -0,45 do -0,68. Největší rozdíl mezi teplým a chladným obdobím je pozorován u teploty vzduchu, kdy korelace v teplém období mají rozsah 0,43 a -0,09, zatímco v chladném období -0,18 a -0,38.

4.5 Vícerozměrná regrese

V souhrnných regresních tabulkách (tab. 2–4) je pro každou lokalitu a sezonu uveden počet případů (N) a statistika celkové regrese (F), přičemž všechny regrese jsou statisticky významné na hladině $p < 0,0000$. Dále jsou uvedeny parciální regresní koeficienty (b) výsledné regrese, jejich t-statistiky (t) a statistické významnosti (sig. (p)) a vícenásobné regresní koeficienty (R) a koeficienty determinace (R^2) při daném počtu proměnných zahrnutých do jednotlivých postupných kroků

Tab. 1 Korelační matice pro teplotu vzduchu, srážky, rychlost větru, logVI vs. PM_{10} , $\text{PM}_{2,5}$ a NO_2 .

Table 1. Correlation matrix for air temperature, precipitation, wind speed, logVI vs. PM_{10} , $\text{PM}_{2,5}$ and NO_2 .

Praha 4-Libuš							
teplá sezona				chladná sezona			
	PM_{10}	$\text{PM}_{2,5}$	NO_2		PM_{10}	$\text{PM}_{2,5}$	NO_2
T	0,284	0,220	-0,044	T	-0,307	-0,368	-0,348
SRA	0,033	0,029	0,030	SRA	-0,031	-0,035	0,015
F	-0,304	-0,258	-0,379	F	-0,514	-0,497	-0,601
LogVI	-0,343	-0,322	-0,457	LogVI	-0,664	-0,644	-0,681

Brno, Tuřany							
teplá sezona				chladná sezona			
	PM_{10}	$\text{PM}_{2,5}$	NO_2		PM_{10}	$\text{PM}_{2,5}$	NO_2
T	0,397	0,275	-0,083	T	-0,300	-0,359	-0,334
SRA	-0,029	-0,034	-0,011	SRA	-0,014	0,004	-0,007
F	-0,120	-0,077	-0,359	F	-0,334	-0,292	-0,487
LogVI	-0,124	-0,166	-0,364	LogVI	-0,486	-0,456	-0,448

České Budějovice							
teplá sezona				chladná sezona			
	PM_{10}	$\text{PM}_{2,5}$	NO_2		PM_{10}	$\text{PM}_{2,5}$	NO_2
T	0,315	0,223	-0,074	T	-0,338	-0,372	-0,281
SRA	-0,025	-0,041	-0,074	SRA	-0,032	-0,020	-0,021
F	-0,218	-0,183	-0,316	F	-0,393	-0,385	-0,549
LogVI	-0,276	-0,275	-0,330	LogVI	-0,526	-0,526	-0,493

Košetice							
teplá sezona				chladná sezona			
	PM_{10}	$\text{PM}_{2,5}$	NO_2		PM_{10}	$\text{PM}_{2,5}$	NO_2
T	0,321	0,239	-0,095	T	-0,300	-0,352	-0,309
SRA	-0,028	-0,058	-0,042	SRA	-0,179	-0,178	-0,100
F	-0,372	-0,350	-0,181	F	-0,503	-0,506	-0,437
LogVI	-0,268	-0,313	-0,209	LogVI	-0,573	-0,580	-0,510

Tušimice							
teplá sezona				chladná sezona			
	PM_{10}	$\text{PM}_{2,5}$	NO_2		PM_{10}	$\text{PM}_{2,5}$	NO_2
T	0,417	0,400	0,055	T	-0,299	-0,381	-0,349
SRA	0,074	0,065	0,067	SRA	0,026	0,020	0,031
F	-0,281	-0,274	-0,385	F	-0,546	-0,489	-0,615
LogVI	-0,290	-0,305	-0,404	LogVI	-0,603	-0,578	-0,660

Ústí n.L.-Kočkov							
teplá sezona				chladná sezona			
	PM_{10}	$\text{PM}_{2,5}$	NO_2		PM_{10}	$\text{PM}_{2,5}$	NO_2
T	0,428	0,355	0,002	T	-0,199	-0,287	-0,179
SRA	0,091	0,069	0,014	SRA	-0,090	-0,088	-0,052
F	-0,259	-0,219	-0,257	F	-0,459	-0,430	-0,579
LogVI	-0,223	-0,224	-0,236	LogVI	-0,584	-0,574	-0,626

Pozn.: Tučně jsou označeny korelace významné na hladině $p < 0,05$.
Note: Correlations significant at the $p < 0,05$ level are marked in bold.

Tab. 2 Souhrnné výsledky vícenásobných regresí PM_{10} vs. teplota vzduchu, srážky, rychlost větru a $\log VI$.

Table 2. Summary results of multiple regressions of PM_{10} vs. air temperature, precipitation, wind speed and $\log VI$.

	b	t	sig. (p)	Vícenás. (R)	Vícenás. (R ²)
Praha 4-Libuš; teplá sezona; N=760; F=54,252; p<0,0000					
abs. člen	34,129	10,609	0,000		
LogVI	-6,120	-6,485	0,000	0,338	0,115
T	0,281	6,874	0,000	0,419	0,176
F	-0,426	-1,147	0,252	0,421	0,177
Brno, Tuřany; teplá sezona; N=721; F=39,523; p<0,0000					
abs. člen	20,751	5,403	0,000		
T	0,538	11,807	0,000	0,401	0,161
LogVI	-4,044	-3,685	0,000	0,416	0,173
SRA	-0,068	-2,113	0,035	0,422	0,178
F	0,383	1,668	0,096	0,425	0,181
České Budějovice; teplá sezona; N=815; F=50,598; p<0,0000					
abs. člen	23,698	10,970	0,000		
T	0,307	8,874	0,000	0,298	0,089
LogVI	-4,382	-8,005	0,000	0,395	0,156
SRA	-0,025	-1,159	0,247	0,397	0,158
Košetice; teplá sezona; N=788; F=57,513; p<0,0000					
abs. člen	18,320	5,820	0,000		
F	-1,073	-4,862	0,000	0,363	0,132
T	0,277	6,816	0,000	0,421	0,178
LogVI	-1,517	-1,612	0,107	0,425	0,180
Tušimice; teplá sezona; N=737; F=102,92; p<0,0000					
abs. člen	29,940	8,207	0,000		
T	0,611	11,311	0,000	0,411	0,169
LogVI	-6,158	-6,884	0,000	0,468	0,219
Ústí n.L.-Kočkov; teplá sezona; N=775; F=48,112; p<0,0000					
abs. člen	15,563	4,902	0,000		
T	0,453	10,859	0,000	0,425	0,181
LogVI	-2,002	-2,211	0,027	0,444	0,197
SRA	0,045	1,305	0,192	0,445	0,198
F	-0,274	-1,229	0,219	0,447	0,200

	b	t	sig. (p)	Vícenás. (R)	Vícenás. (R ²)
Praha 4-Libuš; chladná sezona; N=864; F=257,28; p<0,0000					
abs. člen	78,161	32,834	0,000		
LogVI	-15,343	-24,748	0,000	0,663	0,440
T	-0,505	-7,296	0,000	0,687	0,472
SRA	0,126	1,329	0,184	0,688	0,473
Brno, Tuřany; chladná sezona; N=737; F=148,24; p<0,0000					
abs. člen	77,411	20,781	0,000		
LogVI	-13,931	-14,352	0,000	0,491	0,241
T	-0,672	-6,955	0,000	0,536	0,288
České Budějovice; chladná sezona; N=792; F=131,18; p<0,0000					
abs. člen	66,083	18,814	0,000		
LogVI	-11,937	-10,517	0,000	0,529	0,280
T	-0,705	-7,868	0,000	0,576	0,332
F	-0,561	-1,114	0,265	0,577	0,333
Košetice; chladná sezona; N=924; F=176,34; p<0,0000					
abs. člen	55,426	16,646	0,000		
LogVI	-9,644	-9,128	0,000	0,571	0,326
T	-0,442	-7,054	0,000	0,599	0,359
F	-0,737	-3,060	0,002	0,604	0,365
Tušimice; chladná sezona; N=858; F=144,38; p<0,0000					
abs. člen	74,504	18,629	0,000		
LogVI	-12,304	-9,881	0,000	0,596	0,355
F	-1,725	-5,471	0,000	0,614	0,377
T	-0,618	-5,747	0,000	0,632	0,400
SRA	0,377	2,292	0,022	0,635	0,404
Ústí n.L.-Kočkov; chladná sezona; N=1041; F=141,42; p<0,0000					
abs. člen	77,919	21,674	0,000		
LogVI	-14,897	-12,996	0,000	0,584	0,341
T	-0,339	-4,008	0,000	0,591	0,349
F	-0,721	-2,303	0,021	0,594	0,352
SRA	0,148	1,218	0,224	0,594	0,353

Pozn.: Tučně jsou vyznačeny kroky regresí do momentu, kdy další přidání prediktoru již nezvyšuje celkovou determinaci regrese

N ... počet případů, F ... statistika celkové regrese, p ... statistická významnost celkové regrese

b ... parciální regresní koeficienty výsledné regrese, t ... t-statistiky regresních koeficientů, sig. (p) ... statistická významnost

R ... vícenásobné regresní koeficienty, R² ... koeficienty determinace při daném počtu

proměnných zahrnutých do jednotlivých postupných kroků regrese

Note: The regression steps are marked in bold up to the point where adding another predictor

no longer increases the overall determination of the regression

N ... number of cases, F ... overall regression statistic, p ... statistical significance of the overall regression

b ... partial regression coefficients of the resulting regression, t ... t-statistics of the regression coefficients, sig. (p) ... statistical significance

R ... multiple regression coefficients, R² ... coefficients of determination for a given number

of variables included in the individual steps of the regression

regrese. Tučně jsou označeny kroky, kdy přidáním příslušné meteorologické proměnné se ještě zvýšil celkový koeficient determinace R².

Vliv srážek na koncentrace PM_{10} , $PM_{2,5}$ a NO_2 je v rámci vícenásobných lineárních regresí prakticky zanedbatelný.

Koncentrace PM_{10}

V teplé sezoně se na lokalitě Praha 4-Libuš nejvíce uplatňuje vliv ventilačního indexu, v menší míře pak teploty vzduchu (tab. 2). Na lokalitě Košetice hraje největší roli rychlost větru, následována teplotou vzduchu. Na ostatních lokalitách se nejvíce uplatňuje teplota vzduchu, o něco méně pak ventilační index. V chladné sezoně je situace jednodušší, na všech stanicích se nejvíce uplatňuje ventilační index, následován teplotou vzdu-

chu a rychlostí větru, vyjma lokality Tušimice, kde je na druhém místě rychlost větru následována teplotou vzduchu.

Závislost koncentrací PM_{10} na ventilačním indexu je nepřímo úměrná (s rostoucí hodnotou ventilačního indexu koncentrace klesají) po celý rok, závislost na teplotě vzduchu je v chladné sezoně také nepřímo úměrná, v teplé naopak přímo úměrná (koncentrace stoupají s rostoucí teplotou). Závislost na rychlosti větru je po celý rok nepřímo úměrná s výjimkou lokality Brno-Tuřany v teplé sezoně, nicméně v tomto případě je vliv rychlosti větru zanedbatelný. Závislost na srážkách je v chladné sezoně nepřímo úměrná, v teplé pak nepřímo úměrná na lokalitách Brno-Tuřany a České Budějovice a přímo úměrná na lokalitě Ústí nad Labem-Kočkov.

Regresí lze vysvětlit cca 9–22 % rozptylu koncentrací PM_{10} v teplé sezoně a 24–47 % v chladné sezoně.

Tab. 3 Souhrnné výsledky vícenásobných regresí $PM_{2,5}$ vs. teplota vzduchu, srážky, rychlost větru a logVI.Table 3. Summary results of multiple regressions of $PM_{2,5}$ vs. air temperature, precipitation, wind speed and logVI.

	b	t	sig. (p)	Vícenás. (R)	Vícenás. (R ²)
Praha 4-Libuš; teplá sezona; N=752; F=59,400; p<0,0000					
abs. člen	27,605	11,504	0,000		
LogVI	-5,232	-8,778	0,000	0,321	0,103
T	0,173	5,413	0,000	0,370	0,137
Brno, Tuřany; teplá sezona; N=722; F=23,670; p<0,0000					
abs. člen	23,158	7,487	0,000		
T	0,300	8,276	0,000	0,274	0,075
LogVI	-4,938	-5,550	0,000	0,315	0,099
F	0,584	3,178	0,002	0,333	0,111
SRA	-0,056	-2,215	0,027	0,342	0,117
České Budějovice; teplá sezona; N=802; F=35,888; p<0,0000					
abs. člen	20,284	11,186	0,000		
LogVI	-3,684	-8,025	0,000	0,280	0,078
T	0,174	5,995	0,000	0,342	0,117
SRA	-0,024	-1,316	0,188	0,345	0,119
Košetice; teplá sezona; N=808; F=31,573; p<0,0000					
abs. člen	17,103	7,932	0,000		
F	-0,488	-3,181	0,002	0,323	0,104
T	0,128	4,589	0,000	0,348	0,121
LogVI	-2,293	-3,561	0,000	0,366	0,134
SRA	-0,026	-1,463	0,144	0,369	0,136
Tušimice; teplá sezona; N=721; F=101,46; p<0,0000					
abs. člen	22,363	8,643	0,000		
T	0,422	10,816	0,000	0,396	0,157
LogVI	-4,864	-7,644	0,000	0,469	0,220
Ústí n.L.-Kočkov; teplá sezona; N=772; F=45,177; p<0,0000					
abs. člen	13,739	6,351	0,000		
T	0,283	9,327	0,000	0,358	0,128
LogVI	-2,274	-4,320	0,000	0,386	0,149
SRA	0,027	1,006	0,315	0,387	0,150

Pozn.: Tab. 2

Note: Table 2

Koncentrace $PM_{2,5}$

V teplé sezoně se na lokalitě Košetice nejvíce uplatňuje vliv rychlosti větru, která je následována teplotou vzduchu a ventilačním indexem (tab. 3). Na lokalitě Praha 4-Libuš a České Budějovice se nejvíce uplatňuje vliv ventilačního indexu, v menší míře teploty vzduchu. Na ostatních lokalitách je tomu naopak, největší vliv má teplota vzduchu, v menší míře ventilační index a na lokalitě Brno, Tuřany se uplatňuje i rychlost větru a srážky. V chladné sezoně je situace obdobná jako u PM_{10} , tedy se nejvíce uplatňuje vliv ventilačního indexu, v menší míře pak teploty vzduchu. Na lokalitách Košetice a Tušimice pak hraje roli i rychlost větru a v Tušimicích i srážky.

Stejně jako u koncentrací PM_{10} je závislost koncentrací $PM_{2,5}$ na ventilačním indexu po celý rok nepřímo úměrná, závislost na teplotě vzduchu je v chladné sezoně také nepřímo úměrná, v teplé naopak přímo úměrná. Rychlost větru vykazuje nepřímo úměrnou závislost v chladné sezoně na všech lokalitách, v teplé sezoně na lokalitě Brno, Tuřany přímo úměrnou a v Košeticích nepřímo úměrnou. Závislost na srážkách je v chladné sezoně nepřímo úměrná, v teplé pak nepřímo úměrná na lokalitách Brno-Tuřany, České Budějovice a Košetice a přímo úměrná na lokalitě Ústí nad Labem-Kočkov.

	b	t	sig. (p)	Vícenás. (R)	Vícenás. (R ²)
Praha 4-Libuš; chladná sezona; N=860; F=197,15; p<0,0000					
abs. člen	66,100	23,772	0,000		
LogVI	-12,477	-13,612	0,000	0,646	0,417
T	-0,651	-10,167	0,000	0,691	0,477
SRA	0,128	1,472	0,141	0,692	0,479
F	-0,518	-1,307	0,192	0,693	0,480
Brno, Tuřany; chladná sezona; N=736; F=99,918; p<0,0000					
abs. člen	62,677	19,304	0,000		
LogVI	-11,119	-13,122	0,000	0,461	0,212
T	-0,749	-8,913	0,000	0,537	0,289
SRA	0,139	1,309	0,191	0,539	0,291
České Budějovice; chladná sezona; N=794; F=214,39; p<0,0000					
abs. člen	56,402	23,126	0,000		
LogVI	-10,517	-16,185	0,000	0,534	0,286
T	-0,663	-8,964	0,000	0,593	0,352
Košetice; chladná sezona; N=931; F=199,96; p<0,0000					
abs. člen	41,986	16,714	0,000		
LogVI	-7,274	-9,129	0,000	0,574	0,329
T	-0,448	-9,565	0,000	0,622	0,386
F	-0,572	-3,151	0,002	0,627	0,393
Tušimice; chladná sezona; N=823; F=142,20; p<0,0000					
abs. člen	56,973	18,571	0,000		
LogVI	-9,946	-10,414	0,000	0,581	0,337
T	-0,757	-9,336	0,000	0,632	0,399
F	-0,729	-3,014	0,003	0,638	0,407
SRA	0,262	2,100	0,036	0,640	0,410
Ústí n.L.-Kočkov; chladná sezona; N=1 041; F=148,58; p<0,0000					
abs. člen	60,815	21,225	0,000		
LogVI	-11,746	-12,858	0,000	0,574	0,329
T	-0,507	-7,519	0,000	0,601	0,362
F	-0,427	-1,710	0,087	0,603	0,363
SRA	0,131	1,349	0,177	0,604	0,365

Regresí lze vysvětlit cca 8–22 % rozptylu koncentrací $PM_{2,5}$ v teplé sezoně a 21–48 % v chladné sezoně.

Koncentrace NO_2

V teplé sezoně se na lokalitě Ústí nad Labem-Kočkov uplatňuje nejvíce vliv rychlosti větru, v menší míře pak teploty vzduchu a ventilačního indexu (tab. 4). Na ostatních lokalitách hraje největší roli ventilační index, méně pak rychlost větru a teplota vzduchu. V chladné sezoně se na lokalitách Brno-Tuřany a České Budějovice uplatňuje největší vliv rychlosti větru, v menší míře pak teplota vzduchu a ventilační index. Na ostatních lokalitách hraje největší roli ventilační index, méně pak teplota vzduchu a rychlost větru. Na lokalitách Praha 4-Libuš, Košetice, Tušimice a Ústí nad Labem-Kočkov se v malé míře projevuje i vliv srážek.

Závislost koncentrací NO_2 na ventilačním indexu, teplotě vzduchu i rychlosti větru je nepřímo úměrná po celý rok. Závislost na srážkách v teplé sezoně je také nepřímo úměrná, je však třeba brát v úvahu, že jejich vliv je zanedbatelný. Závislost na srážkách v chladné sezoně je naopak přímo úměrná.

Regresí lze vysvětlit cca 4–24 % rozptylu koncentrací NO_2 v teplé sezoně a 23–55 % v chladné sezoně.

Tab. 4 Souhrnné výsledky vícenásobných regresí NO₂ vs. teplota vzduchu, srážky, rychlost větru a logVI.Table 4. Summary results of multiple regressions of NO₂ vs. air temperature, precipitation, wind speed and logVI.

	b	t	sig. (p)	Vícenás. (R)	Vícenás. (R²)
Praha 4-Libuš; teplá sezona; N=755; F=78,404; p<0,0000					
abs. člen	38,998	16,372	0,000		
LogVI	-5,865	-8,398	0,000	0,456	0,208
F	-1,251	-4,559	0,000	0,470	0,221
T	-0,127	-4,178	0,000	0,488	0,239
Brno, Tuřany; teplá sezona; N=728; F=52,845; p<0,0000					
abs. člen	27,258	11,751	0,000		
LogVI	-3,035	-4,570	0,000	0,361	0,130
F	-0,823	-5,920	0,000	0,399	0,159
T	-0,118	-4,280	0,000	0,424	0,180
České Budějovice; teplá sezona; N=812; F=32,673; p<0,0000					
abs. člen	20,572	13,835	0,000		
LogVI	-2,135	-4,837	0,000	0,319	0,102
F	-0,902	-4,699	0,000	0,348	0,121
T	-0,080	-3,680	0,000	0,370	0,137
SRA	-0,022	-1,625	0,104	0,373	0,139
Košetice; teplá sezona; N=774; F=18,813; p<0,0000					
abs. člen	8,083	7,937	0,000		
LogVI	-0,783	-2,576	0,010	0,210	0,044
T	-0,055	-4,192	0,000	0,240	0,058
F	-0,214	-2,964	0,003	0,261	0,068
Tušimice; teplá sezona; N=744; F=58,418; p<0,0000					
abs. člen	20,051	13,327	0,000		
LogVI	-2,690	-6,255	0,000	0,404	0,163
F	-0,565	-5,086	0,000	0,436	0,190
T	-0,021	-1,010	0,313	0,438	0,191
Ústí n.L.-Kočkov; teplá sezona; N=777; F=23,702; p<0,0000					
abs. člen	16,136	8,688	0,000		
F	-0,589	-4,501	0,000	0,256	0,065
T	-0,072	-2,961	0,003	0,276	0,076
LogVI	-1,372	-2,589	0,010	0,290	0,084

	b	t	sig. (p)	Vícenás. (R)	Vícenás. (R²)
Praha 4-Libuš; chladná sezona; N=869; F=263,75; p<0,0000					
abs. člen	54,416	26,933	0,000		
LogVI	-8,262	-12,405	0,000	0,690	0,476
T	-0,496	-10,677	0,000	0,724	0,524
F	-1,729	-6,036	0,000	0,737	0,543
SRA	0,226	3,558	0,000	0,741	0,550
Brno, Tuřany; chladná sezona; N=738; F=121,70; p<0,0000					
abs. člen	34,035	15,849	0,000		
F	-1,413	-8,388	0,000	0,483	0,233
T	-0,426	-8,682	0,000	0,560	0,313
LogVI	-2,938	-4,540	0,000	0,576	0,332
České Budějovice; chladná sezona; N=810; F=150,42; p<0,0000					
abs. člen	32,164	17,024	0,000		
F	-2,673	-10,091	0,000	0,555	0,308
T	-0,297	-6,184	0,000	0,589	0,347
LogVI	-2,395	-3,925	0,000	0,599	0,359
Košetice; chladná sezona; N=919; F=101,66; p<0,0000					
abs. člen	18,629	15,966	0,000		
LogVI	-3,032	-8,185	0,000	0,510	0,260
T	-0,170	-7,807	0,000	0,551	0,303
F	-0,154	-1,860	0,063	0,553	0,306
SRA	0,045	1,667	0,096	0,555	0,308
Tušimice; chladná sezona; N=867; F=223,47; p<0,0000					
abs. člen	38,652	23,651	0,000		
LogVI	-5,682	-11,180	0,000	0,660	0,435
F	-0,991	-7,749	0,000	0,687	0,472
T	-0,336	-7,669	0,000	0,711	0,505
SRA	0,182	2,719	0,007	0,714	0,509
Ústí n.L.-Kočkov; chladná sezona; N=1038; F=199,93; p<0,0000					
abs. člen	50,040	23,589	0,000		
LogVI	-7,726	-11,417	0,000	0,626	0,392
F	-1,476	-7,962	0,000	0,650	0,422
T	-0,206	-4,109	0,000	0,657	0,431
SRA	0,224	3,080	0,002	0,661	0,436

Pozn.: Tučně jsou vyznačeny kroky regresí do momentu, kdy další přidání prediktoru již nezvyšuje celkovou determinaci regrese

N ... počet případů, F ... statistika celkové regrese, p ... statistická významnost celkové regrese

b ... parciální regresní koeficienty výsledné regrese, t ... t-statistiky regresních koeficientů, sig. (p) ... statistická významnost

R ... vícenásobné regresní koeficienty, R² ... koeficienty determinace při daném počtu

proměnných zahrnutých do jednotlivých postupných kroků regrese

Note: The regression steps are marked in bold up to the point where adding another predictor no longer increases the overall determination of the regression

N ... number of cases, F ... overall regression statistic, p ... statistical significance of the overall regression

b ... partial regression coefficients of the resulting regression, t ... t-statistics of the regression coefficients, sig. (p) ... statistical significance

R ... multiple regression coefficients, R² ... coefficients of determination for a given number

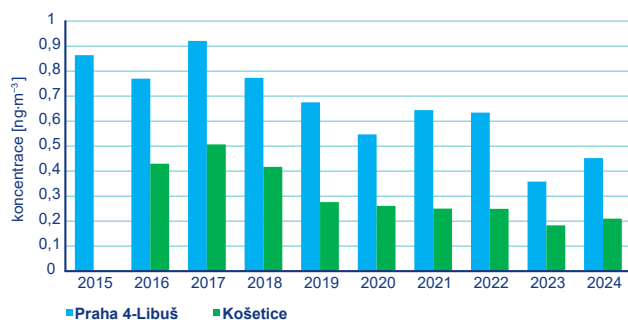
of variables included in the individual steps of the regression

4.6 Závislost benzo[a]pyrenu na meteorologických faktorech

Závislost benzo[a]pyrenu na meteorologických faktorech je hodnocena samostatně, protože koncentrace benzo[a]pyrenu jsou měřeny manuálními metodami, které jsou časově náročné na zpracování vzorků v laboratořích ČHMÚ a mají tedy i jiný interval měření. Z šesti uvažovaných lokalit je navíc měřen pouze na lokalitách Praha 4-Libuš a Košetice.

Koncentrace benzo[a]pyrenu v období 2015–2024

Na obou hodnocených lokalitách je patrný klesající vývoj koncentrací benzo[a]pyrenu od roku 2015 (obr. 13). Koncentrace jsou na lokalitě Košetice nižší než na lokalitě Praha 4-Libuš, což je dáno především odlišným charakterem obou lokalit, a tedy skladbou okolních zdrojů a klimatologických a rozptylových podmínek. Nejvyšší koncentrace byly naměřeny v roce 2017, který je hodnocen jako teplotně nadnormální a srážkově normální. Nejnížší koncentrace pak byly, stejně jako u ostatních znečišťujících látek, naměřeny v roce 2023 a druhé nej-



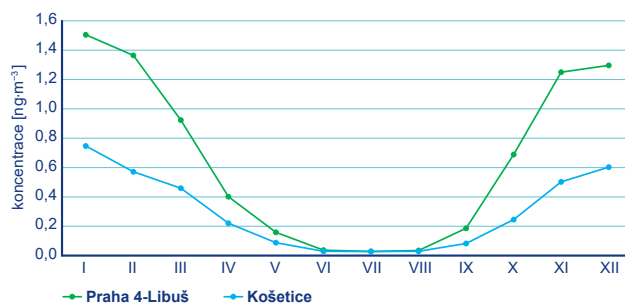
Obr. 13 Průměrné roční koncentrace benzo[a]pyrenu, Praha 4-Libuš a Košetice, 2015–2024.

Fig. 13. Average annual concentrations of benzo[a]pyrene, Prague 4-Libuš and Košetice, 2015–2024.

nižší v roce 2024. Roční chod má výrazné minimum v teplé sezoně, kdy jsou koncentrace na hranici měřitelnosti a výrazné maximum v chladné sezoně (obr. 14). To odpovídá tomu, že emise benzo[a]pyrenu jsou produkovány téměř výhradně spalovacími procesy s nedokonalým spalováním (ČHMÚ 2025), tedy převážně domácími topeništi.

Korelace

Korelace meteorologických faktorů s koncentracemi benzo[a]pyrenu jsou statisticky významné na hladině 0,05 na obou lokalitách v obou uvažovaných sezonách, s výjimkou ventilačního indexu v teplé sezoně (tab. 5). Korelační koeficienty uvažovaných meteorologických faktorů a benzo[a]pyrenu jsou převážně záporné, bez ohledu na statistickou významnost. Kladně koreluje pouze rychlost větru v teplé sezoně na obou lokalitách a ventilační index v teplé sezoně na lokalitě Košetice. Korelace koncentrací benzo[a]pyrenu s teplotou vzduchu jsou



Obr. 14 Roční chod koncentrací benzo[a]pyrenu, Praha 4-Libuš a Košetice, 2015–2024.

Fig. 14. Annual trend of benzo[a]pyrene concentrations, Prague 4-Libuš and Košetice, 2015–2024.

v chladné sezoně vyšší než v teplé. Naopak korelace s ostatními meteorologickými faktory jsou vyšší v teplé sezoně bez ohledu na statistickou významnost. Nejmenší rozdíl mezi teplou a chladnou sezonou vykazují korelace se srážkami (<0,04). Naopak největší rozdíl je pozorován u rychlosti větru (0,4).

Vícerozměrná regrese

V obou sezonách se nejvíce uplatňuje vliv teploty vzduchu (tab. 6). V teplé sezoně má vliv i rychlost větru a srážky, zatímco vliv ventilačního indexu je zanedbatelný. V chladné sezoně má naopak největší vliv ventilační index. Na lokalitě Praha 4-Libuš byla v teplé sezoně rychlost větru v průběhu krokové regrese v jednom z mezikroků označena jako statisticky významná, nicméně po doplnění dalších proměnných překročila její p-hodnota hranici významnosti a celkově tedy významná není. Naopak úhrn srážek v chladné sezoně na stejné lokalitě byl v průběhu krokové regrese vyhodnocen jako statisticky

Tab. 5 Korelační matice pro teplotu vzduchu, srážky, rychlost větru, logVI vs. benzo[a]pyren.

Table 5. Correlation matrix for air temperature, precipitation, wind speed, logVI vs. benzo[a]pyrene.

Praha 4-Libuš		
	teplá sezona	chladná sezona
T	-0,652	-0,553
SRA	-0,118	-0,143
F	0,117	-0,307
LogVI	-0,018	-0,349

Pozn.: Tučně jsou označeny korelace významné na hladině $p < 0,05$.
Note: Correlations significant at the $p < 0,05$ level are marked in bold.

Košetice		
	teplá sezona	chladná sezona
T	-0,650	-0,553
SRA	-0,109	-0,143
F	0,135	-0,307
LogVI	0,016	-0,349

Tab. 6 Souhrnné výsledky vícenásobných regresí benzo[a]pyren vs. teplota vzduchu, srážky, rychlost větru a logVI.

Table 6. Summary results of multiple regressions of benzo[a]pyrene vs. air temperature, precipitation, wind speed and logVI.

	b	t	sig. (p)	Vícenás. (R)	Vícenás. (R ²)
Praha 4-Libuš; teplá sezona; N=585; F=119,77; p<0,0000					
abs. člen	0,945	7,004	0,000		
T	-0,027	-20,544	0,000	0,652	0,424
F	-0,024	-1,313	0,190	0,663	0,440
SRA	-0,002	-3,370	0,001	0,670	0,449
LogVI	-0,074	-1,775	0,076	0,673	0,452
Košetice; teplá sezona; N=544; F=147,79; p<0,0000					
abs. člen	0,342	18,213	0,000		
T	-0,014	-20,183	0,000	0,650	0,422
F	-0,014	-3,687	0,000	0,664	0,442
SRA	-0,001	-3,027	0,003	0,671	0,451

Pozn.: Tab. 4
Note: Table 4

	b	t	sig. (p)	Vícenás. (R)	Vícenás. (R ²)
Praha 4-Libuš; chladná sezona; N=599; F=83,973; p<0,0000					
abs. člen	4,617	10,120	0,000		
T	-0,092	-11,806	0,000	0,477	0,228
LogVI	-0,723	-4,468	0,000	0,597	0,356
SRA	-0,016	-1,979	0,048	0,600	0,360
F	-0,089	-1,100	0,272	0,601	0,361
Košetice; chladná sezona; N=539; F=110,03; p<0,0000					
abs. člen	1,765	6,909	0,000		
T	-0,057	-14,981	0,000	0,553	0,306
LogVI	-0,227	-2,689	0,007	0,614	0,378
F	-0,042	-1,867	0,062	0,618	0,382

ky nevýznamný, avšak v celkovém modelu je hodnocen jako statisticky významný. To může být dáno např. kolinearitou s ostatními proměnnými, nebo tím, že se unikátní příspěvek k vysvětlení závislé proměnné po zahrnutí dalších prediktorů snížil. Závislost koncentrací benzo[a]pyrenu na všech meteorologických faktorech je nepřímo úměrná na obou lokalitách po celý rok. Regresi lze vysvětlit cca 36–45 % rozptylu koncentrací benzo[a]pyrenu v obou sezonách.

5. Diskuse

Vztah kvality ovzduší a meteorologických faktorů je vhodné hodnotit v jednotlivých ročních obdobích, příp. sezonách (např. Whiteman et al. 2014; Cichowicz et al. 2017; Wu et al. 2025), což lépe reflektuje podíl emisních zdrojů a jejich rozdíly v jednotlivých sezonách. Chladná sezona (říjen–březen) odpovídá topné sezoně, kdy je hladina znečištění venkovního ovzduší výrazně ovlivněna domácími topeništi. Teplá sezona (duben–září) zahrnuje především zemědělské práce, jako je orba či sklizeň a přejezdy obyvatel na víkendová obydlí a na dovolenou (Škáchová 2024; ČHMÚ 2025).

Na rozdíl od předchozí práce (Škáchová 2024) jsou korelace znečišťujících látek s meteorologickými faktory vyšší v teplé sezoně oproti chladné. Tento rozdíl lze vysvětlit rozdílem mezi analyzovaným obdobím i výběrem měřicích lokalit. Předchozí práce se zabývala pouze lokalitami v Ústeckém kraji, který je z hlediska geografického i meteorologického specifický, zatímco v předkládaném článku bylo vybráno šest lokalit v rámci celé České republiky. Rozdíl mezi obdobím 2011–2020 (Škáchová 2024) a aktuálně analyzovaným obdobím 2015–2024 je především v meteorologických podmínkách a také v důsledku snižování emisí v souvislosti s opatřeními pro zlepšování kvality ovzduší (ČHMÚ 2025).

Z výsledků vyplývá, že úroveň koncentrací PM_{10} , $PM_{2.5}$ a NO_2 v ovzduší je ovlivňována především horizontálním a vertikálním promícháváním. Ventilační index odráží vertikální promíchávání a stabilitu atmosféry, rychlost větru je ukazatelem horizontálního přenosu znečištění. Závislost znečišťujících látek na ventilačním indexu a rychlosti větru je nepřímo úměrná. Výjimkou je lokalita Brno-Tuřany v teplé sezoně, kde je závislost koncentrací suspendovaných částic PM_{10} a $PM_{2.5}$ přímo úměrná. To lze vysvětlit tím, že při vyšších rychlostech větru může docházet k resuspenzi, tj. opětovnému zviření suspendovaných částic a lokalita je ovlivněna okolní zemědělskou činností či letištním provozem. Úroveň znečištění závisí nejenom na vzdálenosti od zdroje znečištění, ale i na geografii místa. Rychlost větru má podstatný vliv na kvalitu ovzduší v méně zastavěných oblastech, což odpovídá zjištění Wu et al. (2025), naopak hustá zástavba, přírodní překážky či uzavřená údolí s častými inverzemi rozptyl koncentrací výrazně omezují (Whiteman 2014).

Závislost koncentrací PM_{10} a $PM_{2.5}$ na teplotě vzduchu je v teplé sezoně přímo úměrná, což odpovídá analýzám Taie et al. (2010), Junenga et al. (2011) či Wu et al. (2025). Naopak v chladné sezoně je nepřímo úměrná. Vliv teploty na suspendované částice odráží skutečnost, že v chladné sezoně se při nižších teplotách více topí, a zvyšuje se tak množství emisí z vytápění. Naopak v teplé sezoně jsou vysoké teploty charakteristické zejména pro anticyklonální situace provázené stabilním zvrstvením atmosféry, příp. při vyšších rychlostech větru dochází častěji k resuspenzi suspendovaných částic. Naopak závislost koncentrací NO_2 je na teplotě vzduchu nepřímo úměrná po celý rok.

Závislost koncentrací PM_{10} , $PM_{2.5}$ a NO_2 na srážkách je v chladné sezoně přímo úměrná, tedy vyšší srážky zapříčiňují vyšší koncentrace, jak zmiňuje i Nakayai et al. (2025), naopak v teplé sezoně je závislost spíše nepřímo úměrná. Vztah srážek a koncentrací je nelineární, přičemž v teplé sezoně jsou větší úhrny obvykle krátkodobé (přehánky, bouřky) a častěji v odpoledních až večerních hodinách, zatímco v chladné sezoně mají srážky spíše trvalejší charakter bez ohledu na denní dobu. V chladné sezoně se zároveň projevuje kombinace množství srážek, nízké teploty a zvýšeného automobilového provozu. Vliv srážek se mění v závislosti na jejich charakteru (intenzita, doba trvání, denní doba) a sezónní variabilitě.

Samostatně je hodnocen vliv meteorologických faktorů na koncentrace benzo[a]pyrenu. Stejně jako u předchozích znečišťujících látek jsou i zde vyšší korelace v teplé sezoně oproti chladné, s výjimkou korelace s teplotou vzduchu, kde je to naopak. Téměř všechny korelace jsou statisticky významné na hladině 0,05. Závislost koncentrací benzo[a]pyrenu na všech meteorologických faktorech je nepřímo úměrná na obou lokalitách po celý rok. V obou sezonách jsou koncentrace nejvíce závislé na teplotě vzduchu, čemuž odpovídá i roční chod koncentrací s výraznou amplitudou s minimem v teplé a s maximem v chladné sezoně (Milukaitė 2006). V teplé sezoně má vliv i rychlost větru a srážky, zatímco vliv ventilačního indexu je zanedbatelný. V chladné sezoně je tomu naopak.

6. Závěr

Od roku 2015 je patrný postupný pokles ročních průměrných koncentrací PM_{10} , $PM_{2.5}$, NO_2 i benzo[a]pyrenu na všech uvažovaných lokalitách, provázený občasnými výkyvy v závislosti na meteorologických podmínkách, množství emisí a vlivu zdrojů znečišťování.

V chladné sezoně (říjen–březen), v porovnání s teplou sezonou (duben–září), je obecně nižší výskyt dobrých rozptylových podmínek, méně srážek a nižší teploty a jsou měřeny vyšší koncentrace PM_{10} , $PM_{2.5}$, NO_2 i benzo[a]pyrenu.

Koncentrace suspendovaných částic PM_{10} a $PM_{2.5}$, oxidu dusičitého NO_2 a benzo[a]pyrenu vykazují úzkou vazbu na meteorologické a rozptylové podmínky. Regresi lze vysvětlit cca 9–22 % rozptylu v teplé a 24–47 % v chladné sezoně koncentrací PM_{10} . U koncentrací $PM_{2.5}$ to činí cca 8–22 % rozptylu v teplé a 21–48 % v chladné sezoně a u koncentrací NO_2 cca 4–24 % rozptylu v teplé a 23–55 % v chladné sezoně. V případě benzo[a]pyrenu lze vysvětlit cca 36–45 % rozptylu v obou sezonách.

Koncentrace PM_{10} , $PM_{2.5}$ a NO_2 jsou ovlivňovány především horizontálním a vertikálním promícháváním, přičemž závislost na ventilačním indexu a rychlosti větru je převážně nepřímo úměrná. Závislost koncentrací PM_{10} a $PM_{2.5}$ na teplotě vzduchu je v teplé sezoně přímo, v chladné sezoně nepřímo úměrná. Závislost koncentrací NO_2 je na teplotě vzduchu nepřímo úměrná po celý rok. Závislost koncentrací PM_{10} , $PM_{2.5}$ a NO_2 na srážkách je v chladné sezoně přímo, v teplé sezoně je spíše nepřímo úměrná.

Závislost koncentrací benzo[a]pyrenu na všech meteorologických faktorech je nepřímo úměrná na obou lokalitách po celý rok. V obou sezonách jsou koncentrace nejvíce závislé na teplotě vzduchu. V teplé sezoně má vliv i rychlost větru a srážky, zatímco vliv ventilačního indexu je zanedbatelný. V chladné sezoně je tomu naopak.

Poděkování:

Článek byl připraven s finanční podporou Technologické agentury České republiky (TAČR) v rámci projektu SS 02030031 ARAMIS poskytnutého Českému hydrometeorologickému ústavu (ČHMÚ).

Literatura:

- ALI, D., SINGH, M., ALI KHAN, A., VIDYARTHI, A. K., AHMED, S., 2025. Impact of meteorological drivers on air quality index: A case study from Delhi. *Environmental Pollution*, Vol. **388**, 127324. ISSN 0269-7491. Dostupné z: <https://doi.org/10.1016/j.envpol.2025.127324>.
- BROŽKOVÁ, R., BUČÁNEK, A., MAŠEK, J., SMOLÍKOVÁ, P., TROJÁKOVÁ, A., 2019. Nová provozní konfigurace modelu ALADIN ve vysokém rozlišení. *Meteorologické zprávy*, roč. **72**, č. 5, s. 129–139. ISSN 0026-1173. Dostupné z: https://www.chmi.cz/documents/42501/55105/chmu_mz_5-19.pdf.
- CICHOWICZ, R., WIELGOSIŃSKI, G., FETTER, W., 2017. Dispersion of atmospheric air pollution in summer and winter season. *Environmental Monitoring and Assessment*, Vol. **189**, No. 12, s. 605–605. ISSN 0167-6369. Dostupné z: <https://doi.org/10.1007/s10661-017-6319-2>.
- ČHMÚ, 2013. Znečištění ovzduší na území České republiky v roce 2012 [online]. Český hydrometeorologický ústav [cit. 28.01.2026]. Dostupné z: https://opendata.chmi.cz/air_quality/products/yearbooks.
- ČHMÚ, 2021. Znečištění ovzduší na území České republiky v roce 2020 [online]. Český hydrometeorologický ústav [cit. 28.01.2026]. Dostupné z: https://www.chmi.cz/documents/42501/444216/KO_gR_2020.pdf.
- ČHMÚ, 2025. Znečištění ovzduší na území České republiky v roce 2024 [online]. Český hydrometeorologický ústav [cit. 29.12.2025]. Dostupné z: https://www.chmi.cz/documents/42501/444216/Rocenka_kvality_ovzdusi_2024.pdf.
- ČMeS, 2025. Elektronický meteorologický slovník (eMS) [online]. [cit. 23.03.2026]. Dostupné z: <http://slovník.cmes.cz>.
- DI BERNARDINO, A., IANNARELLI, A. M., CASADIO, S., PERRINO, C., BARNABA, F. et al., 2021. Impact of synoptic meteorological conditions on air quality in three different case studies in Rome, Italy. *Atmospheric Pollution Research*, Vol. **12**, Issue 4, s. 76–88. ISSN 1309-1042. Dostupné z: <https://doi.org/10.1016/j.atmosenv.2021.02.019>.
- FERGUSON, S., 2001. Smoke dispersion prediction systems. In: HARDY, C., OTTMAR, R., PETERSON, J., CORE, J., SEAMON, P., 2001. *Smoke Management Guide for Prescribed and Wildland Fire: 2001 Edition* [online]. National Wildfire Coordination Group [cit. 28.01.2026], s. 163–178. Dostupné z: https://www.frames.gov/documents/smoke/mgmt_docs/smoke-mgt-guide-2001-pms420-2.pdf.
- GIROTTI, C., KOWALSKI, L. F., SILVA, T., CORREIA, E., SHIMOMURA, A. R. P. et al., 2025. Air pollution Dynamics: The role of meteorological factors in PM₁₀ concentration patterns across urban areas. *City and Environment Interactions*, Vol. **25**, 100184. ISSN 2590-2520. Dostupné z: <https://doi.org/10.1016/j.cacint.2024.100184>.
- JUNENG, L., LATIF, M., TANGANG, F., 2011. Factors influencing the variations of PM₁₀ aerosol dust in Klang Valley, Malaysia during the summer. *Atmospheric Environment*, Vol. **45**, No. 26, s. 4370–4378. ISSN 1352-2310. Dostupné z: <https://doi.org/10.1016/j.atmosenv.2011.05.045>.
- KALISA, E., FADLALLAH, S., AMANI, M., NAHAYO, L., HABİYARE-MYE, G., 2018. Temperature and air pollution relationship during heatwaves in Birmingham, UK. *Sustainable Cities and Society*, Vol. **43**, s. 111–120. ISSN 2210-6707. Dostupné z: <https://doi.org/10.1016/j.scs.2018.08.033>.
- KEDER, J., ŠKÁCHOVÁ, H., 2011. Hodnocení rozptylových podmínek pro šíření znečišťujících látek pomocí ventilačního indexu. In: *Ochrana ovzduší ve státní správě – teorie a praxe VII. Chrudim: Vodní zdroje Ekomonitor*, s. 19–23. ISBN 978-80-86832-62-3.
- KUBÁNKOVÁ, V., HENDL, J., 1987. Statistika pro zdravotníky: Zdravotnické aktuality Ministerstva zdravotnictví ČSR. Svazek 208. Praha: Avicen, zdravotnické nakladatelství, n. p.
- MA, T., DUAN, F., HE, K., QUIN, Y., TONG, D. et al., 2019. Air pollution characteristics and their relationship with emissions and meteorology in the Yangtze River Delta region during 2014–2016. *Journal of Environmental Sciences*, Vol. **83**, s. 8–20. ISSN 1001-0742. Dostupné z: <https://doi.org/10.1016/j.jes.2019.02.031>.
- MILUKAITE, A., 2006 Long-term trends of benzo(a)pyrene concentration on the eastern coast of the Baltic Sea. *Atmospheric Environment*, Vol. **40**, No. 11, s. 2046–2057. ISSN 1352-2310. Dostupné z: <https://doi.org/10.1016/j.atmosenv.2005.11.045>.
- NAKYAI, T., SANTASNACHOK, M., THETKATHUTEK, A., PHATRA-BUDDHA, N., 2025. Influence of meteorological factors on air pollution and health risks: A comparative analysis of industrial and urban areas in Chonburi Province, Thailand. *Environmental Advances*, Vol. **19**, 100608. ISSN 2666-7657. Dostupné z: <https://doi.org/10.1016/j.envadv.2024.100608>.
- ŠKÁCHOVÁ, H., 2020. Hodnocení metod stanovení podmínek pro rozptyl znečišťujících látek v období 2007–2018 v Ústeckém kraji. *Meteorologické zprávy*, roč. **73**, č. 4, s. 103–109. ISSN 0026-1173. Dostupné z: https://www.chmi.cz/documents/42501/55105/CHMU_MZ_4-20.pdf.
- ŠKÁCHOVÁ, H., 2024. Vliv meteorologických faktorů na koncentrace vybraných látek znečišťujících ovzduší. *Meteorologické zprávy*, roč. **77**, č. 4, s. 124–130. ISSN 2788-3140. Dostupné z: https://www.chmi.cz/documents/42501/55105/MZ_04_2024.pdf.
- ŠKÁCHOVÁ, H., KEDER, J., 2025. Nová metodika pro stanovení tříd rozptylových podmínek pomocí ventilačního indexu. *Meteorologické zprávy*, roč. **78**, č. 1, s. 21–29. ISSN 0026-1173. Dostupné z WWW: https://www.chmi.cz/documents/42501/55105/MZ_01_2025.pdf.
- TAI, A., MICKLEY, L., JACOB, D., 2010. Correlations between fine particulate matter (PM_{2.5}) and meteorological variables in the United States: Implications for the sensitivity of PM_{2.5} to climate change. *Atmospheric Environment*. Vol. **44**, No. 32, s. 3976–3984. ISSN 1352-2310. Dostupné z: <https://doi.org/10.1016/j.atmosenv.2010.06.060>.
- WHITEMAN, C., HOCH, S., HOREL, J., CHARLAND, A., 2014. Relationship between particulate air pollution and meteorological variables in Utah's Salt Lake Valley. *Atmospheric Environment*. Vol. **94**, s. 742–753. ISSN 1352-2310. Dostupné z: <https://doi.org/10.1016/j.atmosenv.2014.06.012>.
- WU, B., ZHAO, S., LIU, Y., ZHANG, CH., 2025. Do meteorological variables impact air quality differently across urbanization gradients? A case study of Kaohsiung, Taiwan, China. *Heliyon*. Vol. **11**, Issue 2, e41694. ISSN 2405-8440. Dostupné z: <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2025.e41694>.
- ZVÁRA, K., 1989. Regresní analýza. Praha: Academia, ISBN 80-200-0125-5.

Lektoři (Reviewers):

doc. Mgr. Michal Žák, Ph.D., RNDr. Vladimíra Volná, Ph.D.

Informační systém o vzniku a vývoji sucha na území ČR – vyhodnocení provozu v letech 2023 až 2025

Information system on the onset and development of drought in the Czech Republic – evaluation of operation in the years 2023 to 2025

Martin Pecha

Český hydrometeorologický ústav
oddělení rozvoje předpovědní služby
oddělení povrchových vod
Na Šabatce 2050/17, 143 06 Praha 4-Komořany
✉ martin.pecha@chmi.cz

Radek Vlnas

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

Radek Čekal

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

Ondřej Ledvinka

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

Vojtěch Svoboda

Český hydrometeorologický ústav
oddělení povrchových vod
Na Šabatce 2050/17, 143 06 Praha 4-Komořany
✉ vojtech.svoboda@chmi.cz

Adam Vizina

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

Anna Lamačová

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

Irina Georgievová

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

Petr Pavlík

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

This paper describes the development, implementation, and evaluation of an information system for monitoring and forecasting hydrological drought on the territory of the Czech Republic, developed by the Czech Hydrometeorological Institute in response to increasing drought frequency and legislative requirements. The system enables early drought detection and supports decision-making by public authorities. The methodology integrates the assessment of surface water, groundwater, and the combined hydrological drought status at the level of municipalities with extended jurisdiction. Outputs are published weekly via the IS HAMR platform. Evaluation of the system's performance for 2023–2025, based on comparisons of forecasts and observations, demonstrates high accuracy in identification of affected areas. A slight tendency to overestimate the number of warnings reflects a precautionary approach, which, in turn, supports timely preparedness for drought onset and its further development.

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

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

1. Úvod

Jak v České republice (ČR), tak v Evropě se v posledních letech stále častěji a na delší dobu vyskytuje stav sucha, který je způsobený dlouhodobě nadnormálními teplotami a často také různě dlouhým kumulativním deficitem srážek (Brázdil et al. 2021; Zahradníček et al. 2021). Jelikož dlouho rostla poptáv-

ka po hodnocení dopadů sucha, ale především po podchybení rozvoje sucha již v jeho počátku, byl v průběhu roku 2022 Českým hydrometeorologickým ústavem (ČHMÚ) ve spolupráci s Výzkumným ústavem vodohospodářským T. G. Masaryka (VÚV, T. G. M.) uveden do provozu oficiální informační systém, prostřednictvím kterého se na aktuální stav a další vývoj sucha na území ČR pravidelně a systematicky upozorňuje.

Nutnost pravidelného informování o stavu hydrologického sucha zavedla novela vodního zákona (544/2020 Sb.), která stanovuje předpovědní službu a plány pro zvládání sucha. ČHMÚ musí dle této novely informovat kraje a obce s rozšířenou působností (ORP) o nebezpečí vzniku a vývoje sucha, a to jednoznačným a nezatažujícím způsobem, což následně umožní efektivní rozhodování o případných opatřeních. Z hlediska prezentace běžným uživatelům by tento typ informace měl být přičleněn ke stávajícím jevům, což je ale poněkud komplikováno velmi specifickou povahou tohoto jevu.

Sucho představuje dočasný pokles dostupnosti vody a je považováno za přirozený jev. Sucho je charakteristické velmi pozvolným začátkem a typické dlouhodobým trváním a velmi malou dynamikou. Často je také charakteristické značným plošným rozsahem. Na území ČR se dlouhodobě i plošně rozsáhlé sucho vyskytovalo významněji od roku 2014, přičemž nejhorší situace byla v letních obdobích v letech 2015 a 2018 (Daňhelka et al. 2019), ale například hladiny podzemní vody dosáhly svých minim až na jaře 2020. Hydrologové ČHMÚ, ale i jiných institucí, se intenzivně věnovali vyhodnocení nejsušší periody od roku 2014 do roku 2018 (ČHMÚ 2018; 2019). Okamžitá nebezpečnost sucha je, oproti jiným hydrometeorologickým jevům, zdánlivě nulová. Z tohoto důvodu je nutné k informování o stavu a vývoji sucha přistupovat poněkud odlišným způsobem. Dle již zmíněné novely vodního zákona je jednou z klíčových výzkumných činností v současnosti tvorba nástrojů pro predikci stavu vodních zdrojů v dlouhodobém měřítku a následná interpretace těchto nástrojů v plánech pro zvládání sucha a stavu nedostatku vody.

Na úrovni Ministerstva zemědělství ČR a Ministerstva životního prostředí ČR vznikla společná metodika, která představuje základní východiska právě při tvorbě plánů pro zvládání sucha a stavu nedostatku vody. Nejdříve byly vytvořeny krajské plány a na ně navazoval plán pro zvládání sucha pro celé území České republiky, který byl zpracován na počátku roku 2024 (MZE a MŽP 2024).

Hlavním cílem těchto tzv. plánů pro sucho je návrh opatření k zajištění dostatku vody k zabezpečení základních společenských potřeb, minimalizace negativních dopadů nakládání s vodami během sucha na životní prostředí a minimalizace dopadů sucha a nedostatku vody na hospodářskou činnost. Plán pro zvládání sucha obsahuje vymezení a popis území s identifikací zdrojů vody, popis rizik sucha, včetně jeho možných dopadů. Orgánem s rozhodovací pravomocí pro vydávání opatření podle plánů pro zvládání sucha při stavu nedostatku vody je komise pro sucho. Jednání komisí pro sucho na úrovni krajů probíhají a pravidelně se jich účastní i zástupci ČHMÚ.

V Evropě i ve světě existuje několik přístupů, jak monitorovat stav sucha, ale většinou se jedná o kombinaci různých typů sucha v jedné mapě, případně na více mapách. V provozu je například Drought Observatories of the Copernicus Emergency Management Service (<https://drought.emergency.copernicus.eu/tumbo/edo/map/>), kde je pravidelně aktualizovaná mapa sucha jak pro Evropu, tak i pro celý svět pomocí indexu SPEI (Standardized Precipitation Evapotranspiration Index dle Vi-

cente-Serrano et al. 2010; <https://drought.emergency.copernicus.eu/tumbo/gdo/map/?prodCode=spe03>).

Pravidelně aktualizovaná mapa několika stupňů sucha vzniká také pro USA v rámci The US drought monitor USA (<https://www.drought.gov/data-maps-tools/us-drought-monitor>). Kombinovaný monitoring sucha je v provozu například také v Austrálii (Australian combined drought monitor dle Guillory et al. 2023; https://nacp.org.au/drought_monitor).

V České republice lze mnoho informací o suchu získat na stránkách projektu HAMR (<https://hamr.chmi.cz/>), kde jsou kromě sekce „Výstražné informace“ dostupné mapové výstupy zohledňující různé typy sucha a také celá řada dalších podkladů. Dalším zdrojem, kde lze v ČR sledovat vývoj sucha, je například portál projektu Intersucho (<https://www.intersucho.cz/>).

Český informační (výstražný) systém v týdenním kroku hodnotí ale pouze hydrologické sucho, tedy aktuální stav a predikci v podzemních a povrchových vodách. V tomto článku se tak zaměříme pouze na vyhodnocení provozu tohoto systému.

2. Informační systém – stručný vývoj a přehled

Vytvoření metodiky a následně informačního systému bylo hlavní náplní dílčího cíle 5.4 výzkumného projektu PERUN. S ohledem na naplnění požadavků novely vodního zákona bylo při tvorbě metodiky zohledněno sucho na neovlivněných menších vodních tocích a sucho v podzemních vodách (vrty či prameny).

Způsob informování o aktuálním stavu a vývoji sucha na území ČR svou strukturou vychází z již provozovaného Systému integrované výstražné služby (SIVS), u kterého jsou jednotlivé výstrahy vydávány s přesností až na úroveň ORP. Toto vztahení je optimální jak z hlediska podrobnosti, tak i z hlediska možných, na informace a výstrahy, navazujících opatření. Naopak ne vždy je zrovna optimální z hlediska reprezentativnosti vodoměrných profilů či vrtů.

Informace o možnosti rozvoje sucha jsou také předávány prostřednictvím tzv. Common Alert Protocolu (CAP), vytvářeného ve specializovaném softwaru Alert Editor. Z důvodu již zmiňované specifické povahy tohoto jevu nejsou pravidelně týdenní informace o vzniku a vývoji sucha zveřejňovány na webové stránce Výstražného systému ČHMÚ (<https://vystrahy-cr.chmi.cz/>), ale jsou pravidelně v týdenním kroku (úterý odpoledne) zveřejňovány v informačním systému HAMR (IS HAMR). Informační systém o stavu a vývoji sucha je provozován hydrology z Oddělení hydrologických předpovědí v ČHMÚ na Centrálním předpovědním pracovišti (CPP) v Praze-Komořanech.

Informační systém tedy umožňuje, aby všechny orgány pro zvládání sucha měly k dispozici nástroje pro zahájení řešení nepříznivé situace od počátku reálné hrozby hydrologického sucha.

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

územní jednotky ORP. Kompletní popis metodiky je popsán ve starším článku (Pecha et al. 2022).

Testování informačního systému, který vyhodnocuje aktuální stav a také predikuje vývoj hydrologického sucha na území ČR, započalo již v září 2022. Od přelomu září a října 2022 byly tyto výstupy plně k dispozici na webových stránkách IS HAMR, a to konkrétně v sekci „Výstražné informace“ (<https://hamr.chmi.cz/hamr-JS/vystraha.html>). Součástí této prezentace je také doplňková mapa, která zobrazuje pro jednotlivé ORP porovnání průměrného 7denního průtoku v příslušných referenčních vodoměrných profilech ve vztahu k *M*-denním průtokům za nové referenční období 1991–2020. Tato mapa velmi dobře slouží i k vyhodnocení celého systému. Do plného operativního provozu byl systém o stavu a vývoji sucha na území ČR uveden na začátku vegetační sezony roku 2023.

3. Informace o stavu sucha v povrchových vodách – vyhodnocení

3.1 Shrnutí a vývoj

Na základě pravidelného vyhodnocení provozu systému bylo přistoupeno k nutným dílčím úpravám výše zmíněné metodiky. Kontinuální vydávání výstražných informací o nebezpečí vzniku a vývoje hydrologického sucha (dále v textu jen výstraha) ukázalo, že je nutné více přihlížet k aktuálním stavům i v dalších neovlivněných profilech, které se nacházejí na menších vodních tocích, a nerozhodovat vždy pouze na podkladě 137 referenčních profilů. Také je potřeba, s ohledem na predikci srážek na nejbližší období, která není často úplně jednoznačná, při vydávání výstrah více regionalizovat. Postupem času byla do systému tvorby a vydávání výstrah zapojena i regionální předpovědní pracoviště, a to z důvodu jejich detailnější znalosti hydrologického režimu jednotlivých menších vodních toků.

Jak bylo naznačeno v úvodu, v naprosté většině případů jsou výstrahy o stavu a vývoji sucha na našem území vydávány v úterních odpoledních hodinách s platností do začátku následujícího týdne. Úterní odpolední termín je zvolen z toho důvodu, že v pondělí probíhá stažení a vyhodnocení dat povrchových vod a v úterý dopoledne jsou připraveny podklady pro výstrahu. V úterý odpoledne je vytvářen také pravidelný týdenní report o aktuálním stavu vody v krajině pro projekt HAMR a výstraha na sucho je jeho součástí. Navíc v úterý odpoledne už většinou bývá znám výhled počasí do konce týdne. Pokud se tedy sucho v povrchových vodách v určité ORP aktuálně vyskytuje a vyskytovalo se i v minulém týdnu, ale ve výstraze se již tato ORP neobjeví, znamená to, že lze na základě predikce teploty vzduchu a srážek očekávat, že v průběhu týdne hladiny vodních toků v této oblasti vystoupají na normální stav. Naopak, pokud se jednotlivé ORP ve výstraze nově objeví, je predikován pokles pod stav sucha v průběhu nadcházejících dní. U podzemních vod je situace poněkud odlišná, jelikož zde dochází k mnohem pozvolnějším změnám, které se projevují až s určitým časovým odstupem. Zde se až do konce týdne pro jednotlivé ORP využívají data vyhodnocená v dané oblasti v úvodu aktuálního týdne. Podrobnosti jsou uvedeny v sekci 4 o podzemních vodách.

V některých týdnech během roku je však vydávání výstrah poměrně problematické, a to i pro povrchové vody. Zejména se jedná o případy během letního období, kdy se očekává pokračování velmi teplého, často až tropického počasí, ale téměř každý den se mají alespoň na části našeho území vyskytovat intenzivní, ale zároveň lokální, přeháňky a bouřky. Přesnější lokalizace těchto srážek je však velmi obtížná, a to zvláště na 3 až 5 dnů dopředu. Problematická situace je i u vydávání informací v zimním období. Například v době mrazů a souvislé sněhové pokrývky na většině našeho území, kdy jsou často stavy a průtoky ve vodních tocích minimální, a to i pod stavem sucha, se výstraha nevydává. Obdobná situace nastává i v případech, kdy jsou hladiny vodních toků výrazně ovlivněny ledovými jevy. V těchto situacích je v jednotlivých malých povodích reálně většinou vody dostatek, ta je však aktuálně převážně v pevném skupenství a vodní stav na stanicích je tak výrazně ovlivněn (zkreslen).

V případech, kdy se od úterního odpoledne, tedy zhruba od doby vydání výstražných informací, do pátečního dne výrazně změní meteorologická předpověď na víkend a počátek dalšího týdne, dochází k aktualizaci výstrahy. Stejně se postupuje také v případech, kdy do pátku na nějaké části území významně zaprší a sucho je zde náhle přerušeno. V roce 2025 k tomu došlo hned v šesti případech, nicméně v předchozích letech takových situací bylo mnohem méně. V tomto případě je pravidelná úterní výstraha aktualizována většinou v průběhu pátečního odpoledne a platí do dalšího úterního vydání. Aktualizace se však týká pouze výstrahy pro povrchové vody, protože, jak již bylo zmíněno, podzemní vody mají větší setrvačnost a zde stačí v naprosté většině případů aktualizace až v úvodu dalšího týdne.

Aby bylo pro vydávání výstrah k dispozici vše potřebné, bylo v průběhu řešení projektu vytvořeno kontinuální automatické vyhodnocování týdenních výstrah pro povrchové vody. Vždy hned následující týden po vydání výstrah, jakmile jsou již dostupná všechna potřebná data za uplynulý týden, je spuštěn připravený skript, který porovná vydanou výstrahu s reálně naměřenými daty v příslušných referenčních vodoměrných stanicích pro jednotlivé ORP. Zároveň jsou při tvorbě výstrahy vždy k dispozici jak kompletní data za uplynulý týden, tak i nejčerstvější data z pondělního a úterního dne, která navíc procházejí nutnou revizí.

3.2 Ukázka provozu systému v letech 2023 až 2025

V této sekci jsou shrnuty zkušenosti z provozu informačního systému z období let 2023 až 2025. Do výstrahy jsou vždy zahrnuty ucelenější regiony, a to zvláště v případech, kdy už sucho v povrchových vodách v některé části našeho území přetrvává delší dobu. Kromě tohoto vizuálního vyhodnocení probíhá každý týden také porovnání počtu ORP s výstrahou a počtu ORP, kde následně sucho dle dat opravdu nastalo, případně zde byla naměřena alespoň úroveň Q_{330d} . Velmi často se totiž stává, že je vodní stav na stanici na pomezí Q_{330d} a Q_{355d} , což je stav velmi blízký stavu sucha. U podzemních vod je takovéto vyhodnocení mnohem více specifické, více opět uvádí sekce 4.

Sucho v povrchových vodách se v průběhu roku 2023 velmi často vyskytovalo v severozápadní polovině Čech. Na obr. 1 a 2 jsou uvedeny ukázky výstrah pro týdny 34 a 45. Z následného porovnání je patrné, že vydaná výstraha velmi dobře vystihla oblasti, kde se v průběhu dalšího týdne opravdu sucho vysky-

34. týden 2023 – Výstrahy



34. týden 2023 – Vyhodnocení

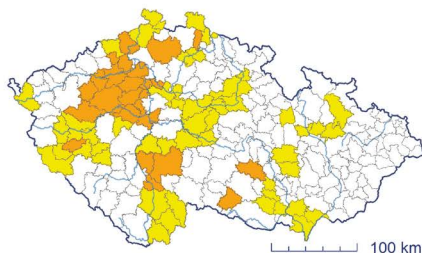

Obr. 1 Vlevo: výstraha na suchu v povrchových vodách, oranžově; vpravo: skutečně naměřená data (pro 34. týden roku 2023), žlutě podkročení Q_{330d} a oranžově Q_{355d}

Fig. 1. Left: surface water drought warning, in orange; right: observed data (for week 34 in 2023), flow under-range Q_{330d} in yellow and Q_{355d} in orange.

45. týden 2023 – Výstrahy



45. týden 2023 – Vyhodnocení

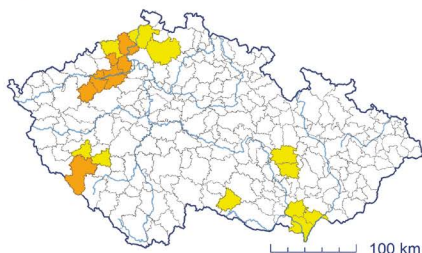

Obr. 2 Vlevo: výstraha na suchu v povrchových vodách, oranžově; vpravo: skutečně naměřená data (pro 45. týden roku 2023), žlutě podkročení Q_{330d} a oranžově Q_{355d}

Fig. 2. Left: surface water drought warning, in orange; right: observed data (for week 45 in 2023), flow under-range Q_{330d} in yellow and Q_{355d} in orange.

24. týden 2023 – Výstrahy



24. týden 2023 – Vyhodnocení

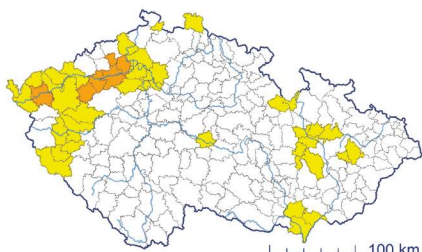

Obr. 3 Vlevo: výstraha na suchu v povrchových vodách nebyla vydána; vpravo: skutečně naměřená data (pro 24. týden roku 2023), žlutě podkročení Q_{330d} a oranžově Q_{355d}

Fig. 3. Left: No surface water drought warning; right: observed data (for week 24 in 2023), flow under-range Q_{330d} in yellow and Q_{355d} in orange.

tovalo. Jak již bylo zmíněno, snahou je vždy vydávat výstrahy pro ucelené oblasti, tudíž výsledná plocha území s výstrahou na stav sucha je převážně mírně nadhodnocena. Na všech uvedených obrázcích (1 až 6) jsou v levém panelu oranžově vybarveny ORP s výstrahou pro povrchové vody, v pravém panelu jsou pak oranžově ty ORP, kde byl opravdu stav sucha (Q_{355d}) následně na referenčních stanicích zaznamenán. Pokud jsou v pravém panelu ORP označeny červeně, byl zde vyhodnocen stav sucha dokonce už na úrovni Q_{364d} . Žlutě jsou naopak vybarveny ORP, kde se stav pohyboval velmi blízko hranice stavu sucha, tedy někde mezi Q_{330d} a Q_{355d} .

Na obr. 3 je uvedena také jedna situace, kdy výstraha nevyšla. Jak je vidět z následného vyhodnocení 24. týdne, tak v severozápadních Čechách už došlo k rozvoji sucha v jarním období,

ale výstraha ještě nebyla vydána. V tomto konkrétním případě k tomu došlo z toho důvodu, že predikované srážky se v severozápadní polovině Čech nevyskytly, a navíc i teplota vzduchu byla v tomto týdnu nakonec vyšší, než bylo původně očekáváno.

Rok 2023 přinesl díky pravidelnému vydávání výstrah celou řadu poznatků a zkušeností, které byly využity v dalších letech. V úvodu roku 2024 proběhlo vyhodnocení fungování informačního systému na suchu během celého roku 2023. Toto vyhodnocení posloužilo jako jeden z podkladů pro vydávání pravidelných výstrah v roce 2024, a také ukázalo nutnost automatizace vyhodnocení systému v týdenním kroku. Současně se potvrdila potřeba aktualizace výstrah v případě výrazné změny či upřesnění povětrnostní situace v dnech následujících po vydání výstrahy.

Z pohledu vydávání výstrah na suchu bylo problematické letní období 2024, protože se celkem pravidelně střídala období beze srážek s obdobími místních, ale velmi intenzivních srážek, které byly často pouze lokální, navíc obvykle přívalemového charakteru. Výstrahy byly vydávány především mezi 25. a 37. týdnem roku. V září, po období sucha, které trvalo cca tři týdny a rychle se prohlubovalo, nastala velmi významná povodňová situace, která zasáhla velkou plochu našeho území, nejhorší situace byla v oblasti Jeseníků. Tato povodňová situace velmi rychle ukončila stav sucha v povrchových i podzemních vodách a až do konce roku už se výraznější sucho nevyskytlo, a to i přesto, že byl na podzim zaznamenán deficit

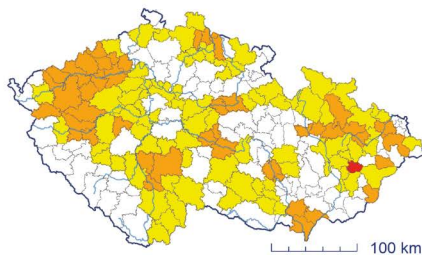
srážek. Naopak předchozí sucho alespoň zmírnilo následnou odtokovou odezvu.

Závěr roku 2024 byl znovu využit k vyhodnocení systému v roce 2024. Pro ukázkou jeho fungování v tomto období velmi dobře posloužily týdny na přelomu srpna a září 2024. Nejdříve se vlivem velmi teplého a suchého počasí prohlubovalo sucho v týdnech 35 (obr. 4) a 36 (obr. 5). Toto sucho bylo ale později velmi rychle ukončeno již zmiňovanými mimořádnými srážkami. Pro 37. týden roku už žádná výstraha vydána nebyla, což se ukázalo jako správné rozhodnutí, protože předpověď srážek vyšla velmi dobře.

35. týden 2024 – Výstrahy



35. týden 2024 – Vyhodnocení

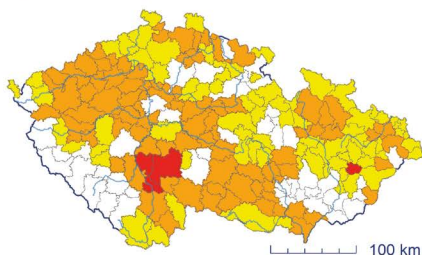


Obr. 4 Vlevo: výstraha na sucho v povrchových vodách, oranžově; vpravo: skutečně naměřená data (pro 35. týden roku 2024), žlutě podkročení Q_{330d} , oranžově Q_{355d} a červeně Q_{364d} .
Fig. 4. Left: surface water drought warning, in orange; right: observed data (for week 35 in 2024), flow under-range Q_{330d} in yellow, Q_{355d} in orange and Q_{364d} in red.

36. týden 2024 – Výstrahy



36. týden 2024 – Vyhodnocení

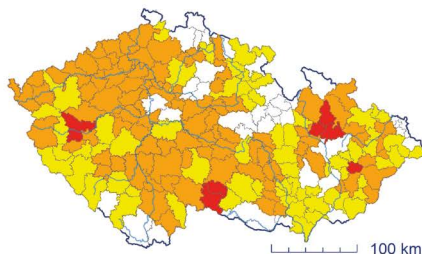


Obr. 5 Vlevo: výstraha na sucho v povrchových vodách, oranžově; vpravo: skutečně naměřená data (pro 36. týden roku 2024), žlutě podkročení Q_{330d} , oranžově Q_{355d} a červeně Q_{364d} .
Fig. 5. Left: surface water drought warning, in orange; right: observed data (for week 36 in 2024), flow under-range Q_{330d} in yellow, Q_{355d} in orange and Q_{364d} in red.

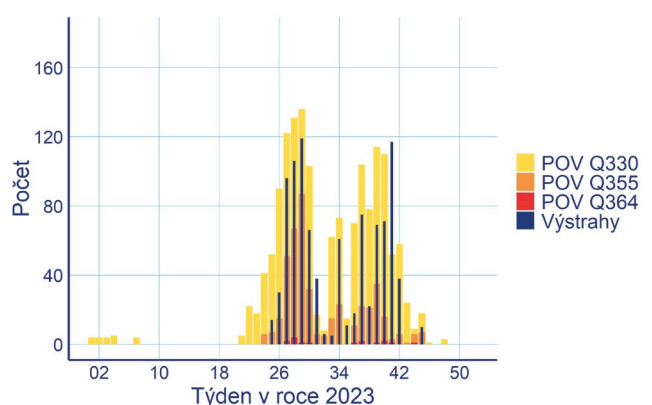
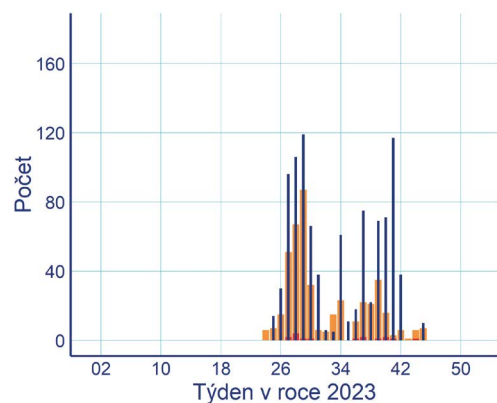
34. týden 2025 – Výstrahy



34. týden 2025 – Vyhodnocení



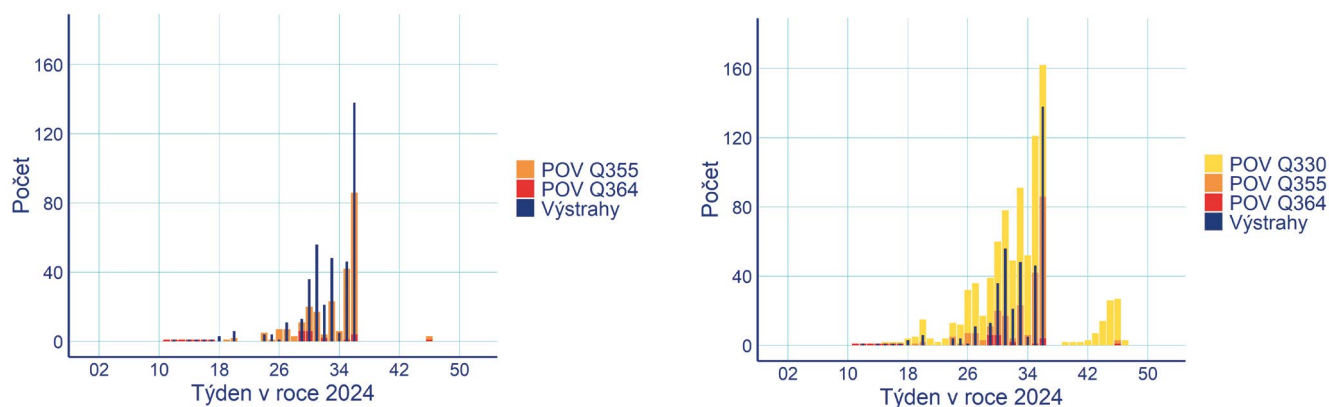
Obr. 6 Vlevo: výstraha na sucho v povrchových vodách, oranžově; vpravo: skutečně naměřená data (pro 34. týden roku 2025), žlutě podkročení Q_{330d} , oranžově Q_{355d} a červeně Q_{364d} .
Fig. 6. Left: surface water drought warning, in orange; right: observed data (for week 34 in 2025), flow under-range Q_{330d} in yellow, Q_{355d} in orange and Q_{364d} in red.



Obr. 7 Počet výstrah na sucho v povrchových vodách pro jednotlivé ORP v průběhu všech týdnů v roce 2023 v porovnání se skutečným počtem ORP se stavem sucha (vlevo); porovnání s celkovým počtem výskytů pod kvantily $Q_{364d} + Q_{355d} + Q_{330d}$ v ORP (vpravo).
Fig. 7. Number of surface water drought warnings for individual MEPs throughout 2023, compared with the actual number of MEPs where drought conditions were observed (left), and with the total number of MEPs with occurrences below quantiles $Q_{364d} + Q_{355d} + Q_{330d}$ (right).

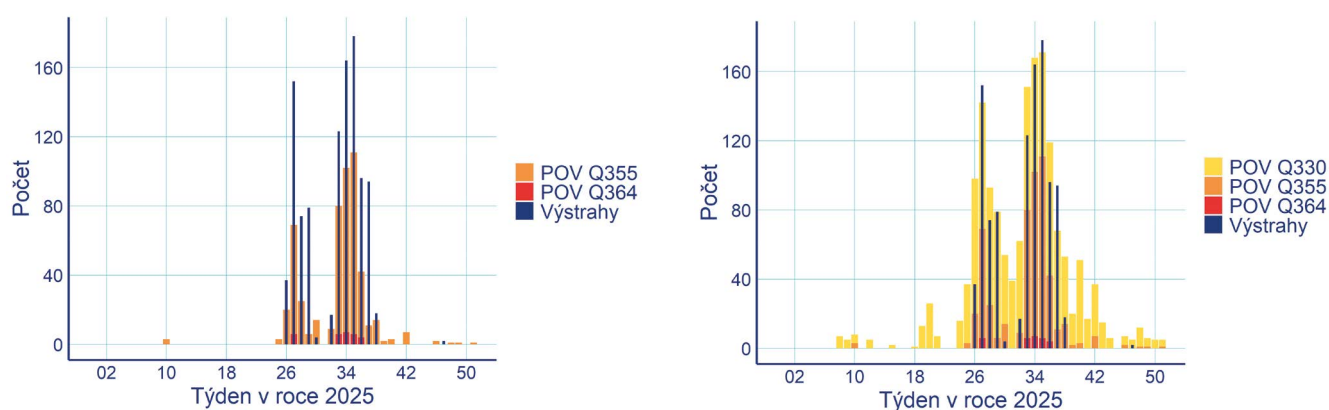
Rok 2025 byl charakteristický tím, že zimní období bylo ukončeno poměrně brzy, stejně tak sněh z horských a podhorských poloh rychle odtál. Už v průběhu jarního období se proto řada vodních toků pohybovala velmi blízko stavu sucha. Většinou ale nedocházelo k podkročení této úrovně, takže přestože průtoky ve stanicích byly výrazně podprůměrné, výstrahy na sucho nebyly vydávány. Pravidelně však bylo upozorňováno, že je ke stavu sucha v povrchových vodách již velmi blízko. Výstrahy byly nakonec vydávány až od 25. týdne roku, jak je vidět z ukázky na obr. 9. Na obr. 6 je ukázka výstrahy a následného vyhodnocení pro 34. týden, kdy se sucho vyskytovalo na velké ploše území ČR.

Na následujících obrázcích 7, 8 a 9 je znázorněn průběh vydávání výstrah v letech 2023, 2024 a 2025, kdy už byl informační systém v plném provozu. Dlouhodobě je počet ORP, pro které je výstraha vydávána, mírně nadhodnocen oproti počtu skutečně vyhodnocených stavů sucha na jednotlivých referenčních profilech pro jednotlivé ORP. Toto nadhodnocení má však své důvody. Prvním z nich je snaha na sucho upozorňovat s dostatečným předstihem, tedy ideálně ještě dříve, než dojde k jeho plnému rozvoji. Někdy je tak varováno i pro ORP, kde se následně stav pohybuje pouze mezi Q_{330d} a Q_{355d} , případně je jen velmi těsně nad úrovní Q_{355d} . K tomu je však potřeba dodat, že výsledná hodnota (srovnávaná s Q_{355d} či



Obr. 8 Počet výstrah na suchu v povrchových vodách pro jednotlivé ORP v průběhu všech týdnů v roce 2024 v porovnání se skutečným počtem ORP se stavem sucha (vlevo); porovnání s celkovým počtem výskytů pod kvantily $Q_{364d} + Q_{355d} + Q_{330d}$ v ORP (vpravo).

Fig. 8. Number of surface water drought warnings for individual MEPs throughout 2024, compared with the actual number of MEPs where drought conditions were observed (left), and with the total number of MEPs with occurrences below quantiles $Q_{364d} + Q_{355d} + Q_{330d}$ (right).



Obr. 9 Počet výstrah na suchu v povrchových vodách pro jednotlivé ORP v průběhu všech týdnů v roce 2025 v porovnání se skutečným počtem ORP se stavem sucha (vlevo); porovnání s celkovým počtem výskytů pod kvantily $Q_{364d} + Q_{355d} + Q_{330d}$ v ORP (vpravo).

Fig. 9. Number of surface water drought warnings for individual MEPs throughout 2025, compared with the actual number of MEPs where drought conditions were observed (left), and with the total number of MEPs with occurrences below quantiles $Q_{364d} + Q_{355d} + Q_{330d}$ (right).

Q_{330d}) na referenční stanici je dána průměrem za celý poslední týden. Pokud tedy sucho nastane až v posledních dvou dnech příslušného týdne, výsledná hodnota může zůstat těsně nad Q_{355d} , i když už v příslušném profilu byl stav sucha podkročen.

Jak je patrné z obr. 7, 8 a 9, jednoznačně nejméně výstrah na suchu v povrchových vodách bylo vydáno v roce 2024, kdy se sucho rychle a výrazně prohlubovalo především až na přelomu srpna a září a následně bylo rychle ukončeno (obr. 8). V ostatních letech (obr. 7 a 9) bylo suchých period mezi 25. a 45. týdnem mnohem více. Grafy jsou prezentovány se stejnými měřítky pro všechny tři roky, aby bylo dobře patrné, ve kterém roce či období bylo vydáváno nejvíce, případně nejméně, výstrah.

4. Informace o suchu v podzemních vodách – vyhodnocení

4.1 Vývoj

Pro Informační systém ČHMÚ o stavu a vývoji sucha v podzemních vodách byl vytvořen soubor objektů z monitorovací sítě

podzemních vod. Výběr objektů byl podmíněn splněním následujících kritérií: i) objekt leží na území ORP, ii) ze zastižených zvodní sleduje tu nejvýznamnější, iii) má souvislé pozorování alespoň od roku 1991 (jen výjimečně kratší řadu). Těmito objekty jsou ve vodohospodářsky významných strukturách (pánevní oblasti apod.) hluboké vrtu, na ostatním území pak mělké vrtu, v menší míře také prameny (v případě absence vhodného vrtu; viz tab. 1).

V současném systému je pro každou ORP vydána výstraha o nebezpečí vzniku a vývoji sucha, je-li splněno následující kritérium: průměrná týdenní výška hladiny ve vrtu, resp. vydatnost pramene, se u alespoň jednoho objektu, přiřazeného danému ORP, nachází pod úrovní 95% kvantilu křivky překročení za referenční období 1991–2020. Princip alespoň jednoho objektu vychází z prvních pokusů hodnotit sucho v plošném rozlišení ORP již v roce 2016 a hodnocení výstrah v letech 2022–2025 se jím řídí. Na toto hodnocení byl adaptován stávající systém pro zpracování režimových informací pro periodické zprávy o hydrometeorologické situaci (týdenní, měsíční, roční) s tím rozdílem, že podobně jako u povrchových vod je použit konstantní roční limit (pro podzemní vody 95% kvantil křivky překročení; Vlnas 2015).

Tab. 1 Počet objektů podzemních vod pro hodnocení jednotlivých ORP (princip alespoň jednoho objektu) podle typu (hluboké vrtty, mělké vrtty, prameny) a souhrnně (může zahrnovat smíšený typ).

Table 1. The number of groundwater objects used to assess individual MEPs (following the principle of at least one object) by type (deep boreholes, shallow boreholes, springs) and in total (which may include mixed types).

Počet objektů v ORP	ORP s hlubokými vrtty	ORP s mělkými vrtty	ORP s prameny	Počet ORP
1	50	81	5	112
2	5	51	1	59
3	1	13	0	16
4	0	8	0	10
5	0	4	0	5
6	0	3	0	2
7	0	1	0	2

Hlavní rozdíly v principu hodnocení ORP a hodnocením stavu podzemních vod v periodických zprávách jsou tedy následující: i) konstantní limit, ii) hodnocení je založeno na jednotlivých objektech, zatímco v periodických zprávách jsou plošné jednotky (skupiny povodí, dílčí povodí, ČR) reprezentovány pomocí jedné standardizované proměnné pro všechny objekty v daném regionu. Při rozsáhlejších plošných jednotkách (skupiny povodí, dílčí povodí, ČR) je takové řešení přirozené a robustní. V jednotkách s malou plochou (ORP), kdy jednotku reprezentuje často jen jeden objekt, je však takový postup zranitelný. Z tab. 1 je zřejmé, že naprostá většina ORP je hodnocena na základě jednoho (112 ORP) či dvou (59 ORP) objektů. Pouze 15 ORP z celkového počtu 206 ORP je hodnoceno pomocí čtyř nebo pěti objektů. Více objektů k hodnocení mají pouze 2 ORP, Písek (7 mělkých vrtů) a Pardubice (6 mělkých a 1 hluboký vrt). Zranitelnost tohoto řešení při malém počtu objektů tkví především v možné dočasné absenci dat (chyba data loggeru, chyba dálkového přenosu dat), ale je také spjata se závislostí na režimu (kolísání) jedné či dvou řad, které navíc mohou pocházet z různých typů objektů (hluboké vrtty, mělké vrtty, prameny). Naopak při pěti objektech v ORP je sice menší nebezpečí výpadku dat, ale platí, že je téměř pětikrát větší pravděpodobnost, že jeden z objektů klesne pod limit pro výstrahu.

Hodnocení je nastaveno na automatický provoz, kdy je každé úterý dopoledne vyhodnocena aktuální situace a na oddělení hydrologických předpovědí odeslán soubor s plošným rozlišením na ORP s výstrahou. Jeho obsah je sloučen s výstrahou za povrchové vody a poslán do systému HAMR. Během podzimu 2022 proběhlo odladění automatického provozu vyhodnocení. Objekty podzemních vod, používané pro vydání výstrah, které dosud disponovaly záznamovým měřicím zařízením, příp. manuálním měřením, byly během roku osazeny měřicím zařízením s dálkovým přenosem do operativní databáze. Podrobněji je metodika popsána v článku Pechy et al. (2022). Hodnocení sucha je také tématem konferenčního příspěvku Vlnase a Lamačové (2022).

4.2 Vyhodnocení provozu

Na přelomu let 2025 a 2026 bylo vyhodnoceno dosavadní vydávání výstrah v rámci Informačního systému o stavu a vývoji sucha. Zhruba do poloviny roku 2023 bylo zřejmé, že výstrahy jsou generovány převážně suchem v podzemních vodách (obr. 10). To bylo způsobeno několika faktory: i) podzemní vody

mají méně přísný limit než povrchové – podlimitní je tedy větší množství hodnot, ii) hluboké vrtty mají víceletý režim – některé vrtty mohou být podlimitní po většinu roku, iii) nevhodně zvolený objekt – objekt s dlouhodobým klesajícím trendem. S ohledem na dostupnou délku časových řad a s tím související přesnost statistického vyhodnocení není vhodné dále zpřísnovat limit (95% kvantil) pro výstrahu. Přesto byl v následujících letech testován vliv snížení limitu pro výstrahu na četnost vydaných výstrah. Víceletý režim hlubokých vrtů bohužel odpovídá realitě. Některé nevhodně zvolené objekty byly v navazujících letech nahrazeny jinými, u jiných ORP však vhodnější objekty v monitorovací síti nejsou k dispozici.

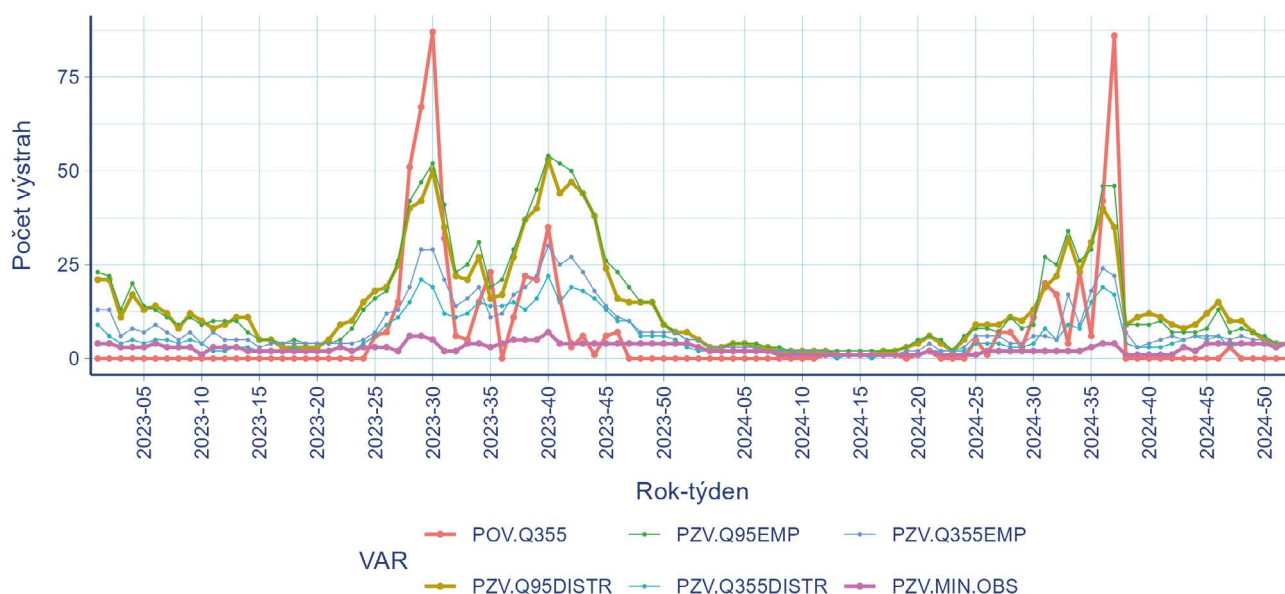
Dalším faktorem, který může mít vliv na četnost vydávání výstrah, je způsob vyhodnocení dat. Ve verzi vyhodnocení výstrah během let 2022–2023 (ale i v dalších letech) byla měřená data prokládána teoretickou distribuční funkcí. Použití empirické distribuční funkce v oblasti minim mimo pozorovaná data bylo dosud problematické s ohledem na nutnou extrapolaci dat mimo rozsah hodnot měřených za referenční období. Z toho důvodu byla testována varianta vyhodnocení s využitím extrapolační aproximační funkce `approxExtra` (Harrell Jr. 2026). Toto řešení by vedlo naopak k mírnému zvýšení četnosti výstrah. Na druhou stranu se po vyhodnocení celého roku 2023 ukázalo, že výstrah v podzemních vodách není vydáváno výrazně více než ve vodách povrchových (tak tomu bylo jen v 1. půlroce), jen kolísání během roku není u podzemních vod tak dynamické, jako je tomu u vod povrchových. To je však očekávatelné chování podzemních vod jako systému s dlouhou pamětí (vysoká autokorelace).

Dále byl testován vliv snížení limitu pro výstrahu ze současného 95% kvantilu hladiny vody ve vrtu nebo vydatnosti pramene na minimum za referenční období 1991–2020. Toto řešení by sice přineslo výrazné snížení počtu výstrah, ale je natolik extrémní, že dále slouží spíše pro referenci s ostatními variantami vyhodnocení (obr. 10).

Během roku 2024 byly testovány i jiné varianty limitu pro výstrahu v podzemních vodách než 95% kvantil ($Q_{95.DISTR}$ a $Q_{95.EMP}$) za účelem kompatibility řešení povrchových a podzemních vod. Rozšíření spočívalo ve zpracování a vyhodnocení limitu, který statisticky odpovídá Q_{355d} (ve variantě teoretické $Q_{355.DISTR}$ a empirické $Q_{355.EMP}$ funkce), tzn. kvantilu 97,5 %. Jak již bylo uvedeno výše, takto nízký kvantil s sebou nese riziko nepřesného odhadu průběhu rozdělení v oblasti minim. Limit Q_{355d} by vedl ke snížení četnosti výstrah v obou variantách (ve variantě empirické a teoretické funkce), limit odpovídající minimální hladině by pak výskyt výstrah téměř anuloval (obr. 10).

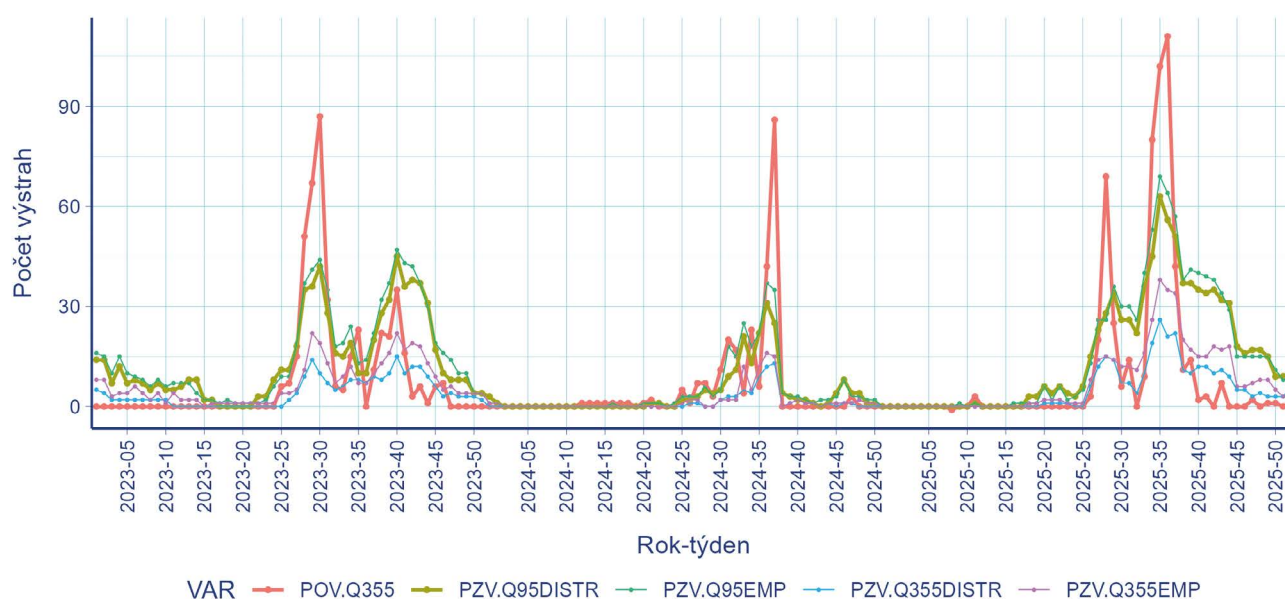
Při vyhodnocení celého období 2023–2024 bylo zřejmé, že rozdíl mezi počtem výstrah pro povrchové a podzemní vody není až tak zásadní. Jak je uvedeno v části věnované metodologii, v povrchových vodách je v určitých situacích vydávání výstrah omezeno. V zimním období se výstrahy vydávají pouze tehdy, pokud stav sucha pokračuje od podzimu a v povodí neleží dostatečné množství sněhu. Dále se také nereflektuje pokles průtoků pod limit pro výstrahu v případě dlouhodobých mrazů, kdy často dochází k ovlivnění. Pokud bychom podobně omezili vydávání výstrah v podzemních vodách v chladné části roku, počet výstrah by ještě výrazně poklesl.

V roce 2025 byly objekty s dlouhodobým podkročením limitu (20 a více výstrah ročně) ve větší míře nahrazeny vhodnějšími objekty, v řadě případů to však nebylo možné z důvodu řídké monitorovací sítě. Na konci roku 2025 byly vyhodnoceny



Obr. 10 Počet výstrah pro ORP v období 2023–2024. Povrchové vody: POV.Q355 (výskyty v ORP pod kvantilem Q_{355d}), podzemní vody: PZV.Q95DISTR (současná varianta), PZV.Q95EMP (empirická funkce s extrapolací), PZV.Q355DISTR (limit Q_{355d} podle teoretické distribuční funkce), PZV.Q355EMP (limit Q_{355d} podle empirické funkce), PZV.MIN.OBS (limit odpovídající minimu pozorování za referenční období 1991–2020).

Fig. 10. Number of drought warnings for MEPS in the period 2023–2024. Surface water: POV.Q355 (occurrences in MEPS below quantile Q_{355d}); groundwater: PZV.Q95DISTR (current variant), PZV.Q95EMP (empirical function with extrapolation), PZV.Q355DISTR (Q_{355d} threshold based on theoretical distribution), PZV.Q355EMP (Q_{355d} threshold based on empirical function), PZV.MIN.OBS (threshold corresponding to the observed minimum for the reference period 1991–2020).



Obr. 11 Počet výstrah pro ORP v období 2023–2025. Povrchové vody: POV.Q355 (výskyty v ORP pod kvantilem Q_{355d}), podzemní vody: PZV.Q95DISTR (současná varianta), PZV.Q95EMP (empirická funkce s extrapolací), PZV.Q355DISTR (limit Q_{355d} podle teoretické distribuční funkce), PZV.Q355EMP (limit Q_{355d} podle empirické funkce).

Fig. 11. Number of drought warnings for MEPS in the period 2023–2025. Surface water: POV.Q355 (occurrences in MEPS below quantile Q_{355d}); groundwater: PZV.Q95DISTR (current variant), PZV.Q95EMP (empirical function with extrapolation), PZV.Q355DISTR (Q_{355d} threshold based on theoretical distribution), PZV.Q355EMP (Q_{355d} threshold based on empirical function).

všechny varianty limitu pro výstrahy s použitím tohoto nového výběru objektů. Samotný upravený výběr objektů vedl ke snížení počtu výstrah. Z výsledků srovnání v delším časovém horizontu je dále dobře patrné, že používaný limit pro výstrahu (Q95DISTR) je vhodné zachovat.

Když porovnáme v současnosti používané limity v povrchových (POV.Q355) a podzemních (PZV.Q95DISTR) vodách v období

od začátku provozu systému, dojdeme k 1 212 zaznamenaným podkročením v povrchových vodách a k 1 715 v podzemních vodách (obr. 11, tab. 2). Reálně vydaných výstrah v povrchových vodách pak bylo za celé období celkem 2 407. V podzemních vodách by bylo při omezení vydávání výstrah v chladné části roku pouze 1 029 výstrah.

Tab. 2 Počet výstrah v období 2023–2025. 'VO' značí výsledky PZV bez výstrah v chladné části roku.

Table 2. Number of warnings during 2023–2025. 'VO' indicates PZV results excluding warnings in the cold period.

	POV			PZV			
	Q355	VYSTRAHA		Q95DISTR	Q95EMP	Q355DISTR	Q355EMP
VYSTR.2023_2025	1212	2407		1715	1896	549	847
VYSTR.2023_2025VO	–	–		1029	1153	348	514

Pokud bychom naopak v rámci povrchových vod přistoupili na podobný režim jako u podzemních vod, tzn. vydávání výstrah pouze dle aktuálních dat a bez reakce na očekávané počasí v nejbližším týdnu (snaha o co nejčasnější podchycení nedostatku vody) a bez snahy vydávat výstrahy pro alespoň trochu ucelené oblasti, dostali bychom se na velmi podobný počet výstrah (POV.Q355 – 1212, PZV.Q95DISTR – 1029).

o stavu a očekávaném vývoji sucha na úrovni obcí s rozšířenou působností a představuje důležitý nástroj pro podporu rozhodovacích procesů při zvládání sucha.

V letech 2023 až 2025 bylo již vydávání výstrah na hydrologické sucho součástí rutinního provozu Oddělení hydrologických předpovědí v Praze-Komořanech. Do vydávání výstrah na sucha v povrchových vodách byly postupně zapojeny i jednotlivé pobočky ČHMÚ, protože přispívají znalostí místních podmínek a jednotlivých poměrů na menších vodních tocích. Stejně tak

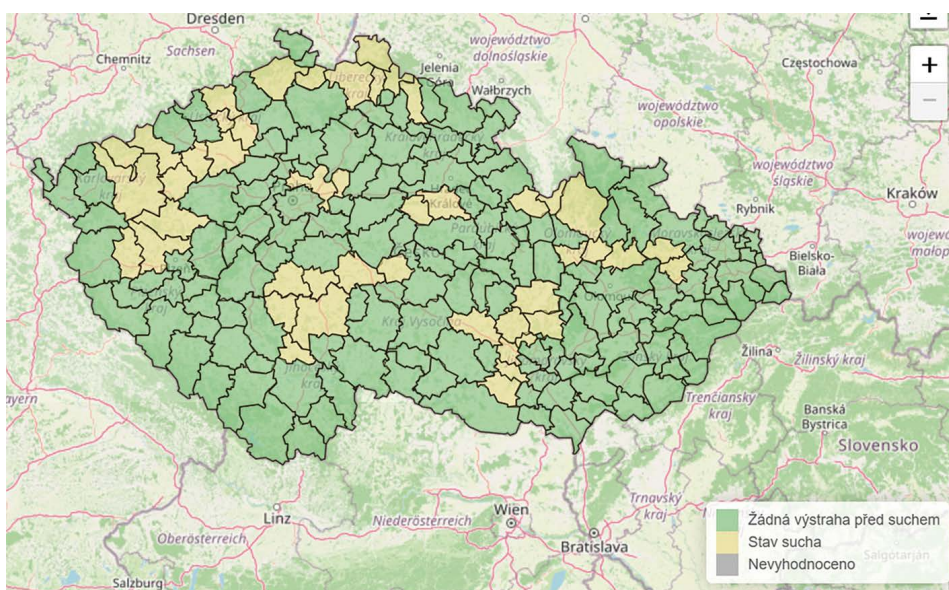
5. Informace o souhrnném hydrologickém suchu

Všechny pravidelně vydávané výstrahy na hydrologické sucho jsou ukládány a vyhodnocovány a jsou dostupné na stránkách projektu HAMR na odkaze <https://hamr.chmi.cz/hamr-JS/vystraha.html>. Lze zde dohledat nejen kompletní historii výstrah na hydrologické sucho, ale i historii zaměřenou pouze na sucha v povrchových či v podzemních vodách, a to od září roku 2022 až do současnosti.

Při zvolení pouze povrchových vod se lze dostat k historii vydaných výstrah pouze v povrchových vodách, viz obr. 12. Zde je navíc možné zaškrtnout políčko „Průměrná vodnost v minulém týdnu“, kde je archiv vyhodnocení reálného stavu sucha v povrchových vodách v příslušném týdnu. Velmi dobře lze následně vyhodnotit, jestli vydaná výstraha pro příslušný týden odpovídala skutečnosti, nebo nikoliv, případně, ve kterém regionu byla zaznamenána největší odchylka, viz obr. 13.

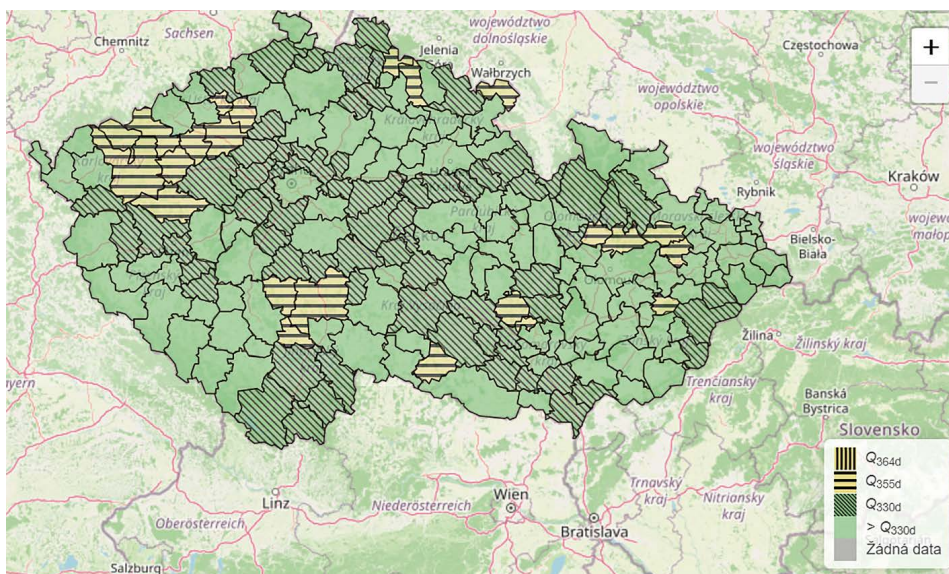
6. Diskuse a závěr

Předkládaný článek prezentuje zkušenosti z operativního provozu informačního (výstražného) systému pro sledování a predikci hydrologického sucha na území ČR v období 2023–2025. Zavedený systém umožňuje systematické a včasné informování



Obr. 12 Ukázka vydané výstrahy na vybraný týden.

Fig. 12. Example of a warning issued for a selected week.



Obr. 13 Skutečně naměřená data v jednotlivých ORP v příslušném týdnu pro potřeby vyhodnocení výstrahy.

Fig. 13. Observed data in individual MEPs for the respective week used for evaluation.

se již od průběhu sezony 2023 přihlíží i k malým vodním tokům v okolí referenčních stanic, protože za určitých situací tato data výrazně pomohou v rozhodovacím procesu.

Zejména v letním období se stává, že měření na některých referenčních vodních tocích je ovlivněno (například zarůstáním koryta), a tudíž data z těchto stanic přechodně není možno využívat. Je pak nutno využít okolních stanic, které jsou aktuálně online k dispozici a měření na nich ovlivněno není, případně i konzultací s odborníky z daného regionu. V zimním období jsou některé vodní toky ovlivněny ledovými jevy. Velmi důležité je pravidelně kontrolovat a proměřovat jednotlivé malé vodní toky a upravovat příslušné měrné křivky.

Vyhodnocení provozu ukazuje, že systém je schopen s dobrou spolehlivostí identifikovat oblasti ohrožené suchem, a to jak v povrchových, tak podzemních vodách. Zároveň se potvrdilo, že mírné nadhodnocení rozsahu výstrah je z hlediska principu včasného varování žádoucí. Mezi hlavní nejistoty celého systému patří nejistoty meteorologických předpovědí pro výstrahy na suchu v povrchových vodách, zejména v letním období s výskytem lokálních srážek, a dále také specifika hodnocení podzemních vod s jejich výraznou setrvačností.

V podzemních vodách je v současné době testována varianta, kdy každou ORP reprezentují i další vhodné objekty (vrty, prameny) mimo vlastní území ORP. Tato varianta se skupinami objektů (s replikací vhodných objektů napříč sousedními ORP) do značné míry eliminuje řídkou monitorovací síť, je výpočtově robustnější, takže je i více plošně konzistentní (ORP s vyhodnocenou výstrahou mají tendenci vytvářet souvislejší celky namísto roztroušených ORP) a více odpovídá logice sucha jako jevu, který se vyskytuje v rozsáhlé ploše.

Získané poznatky z doby provozu systému vedly k dílčím úpravám metodiky, zejména ve smyslu větší regionalizace predikcí, zapojení regionálních pracovišť a lepšího využití dat z menších vodních toků či sousedních profilů. Do budoucna se počítá s dalším zpřesněním predikčních přístupů, rozvojem automatizace vyhodnocení a integrací nových datových zdrojů.

Jako významný směr dalšího rozvoje se jeví rozpracování a zpřesňování místních směrodatných limitů, které již jsou v systému zakomponovány, avšak jejich praktické uplatnění je třeba dále rozvíjet a vyhodnocovat. Důležitým krokem bude zejména jejich důslednější provázání s plány pro zvládání sucha a se zpětným hodnocením toho, jak tyto limity v současném provozu skutečně fungují, jak odpovídají regionálním podmínkám a nakolik podporují rozhodování vodoprávních úřadů a komisí pro suchu. V tomto směru se jako podstatná jeví i potřeba lepší dostupnosti výstupů pro povolovací a operativní rozhodování, dalšího rozvoje uživatelského rozhraní systému a širšího sdílení dat a modelových výsledků prostřednictvím API a mapových služeb. Další směřování IS HAMR by proto nemělo spočívat pouze ve zpřesňování samotné predikce, ale také v průběžném ověřování a metodickém rozvoji těch prvků systému, které mají přímou vazbu na rozhodovací praxi při zvládání sucha a stavu nedostatku vody.

Informační systém představuje stabilní a funkční základ pro operativní opatření na zmírnění stavu sucha a případného nedostatku vody v ČR. Další rozvoj systému bude důležitý nejen s ohledem na pokračující klimatickou změnu a očekávaný růst průměrné teploty a variability hydrologických poměrů, ale také s ohledem na rostoucí požadavky na praktickou využitelnost dat a prognóz při správě vodních zdrojů. Perspektivou dalšího vývoje proto není pouze přesnější identifikace hydrologického sucha, ale také vytvoření robustního, uživatelsky při-

stupného a rozhodovací praxi skutečně podpůrného systému, který bude schopen lépe reagovat na regionální specifika, ale i potřeby krizového a vodoohospodářského managementu.

Poděkování:

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

Literatura:

- BRÁZDIL, R., ZAHRADNÍČEK, P., DOBROVOLNÝ, P., ŠTĚPÁNEK, P., TRNKA, M., 2021. Observed changes in precipitation during recent warming: The Czech Republic, 1961–2019. *International Journal of Climatology*, Vol. 41, No. 7, s. 3881–3902. ISSN 0899-8418, 1097-0088. Dostupné z: <https://doi.org/10.1002/joc.7048>.
- ČHMÚ, 2018. Suché období 2014–2017: vyhodnocení, dopady a opatření. Praha: ČHMÚ. ISBN 978-80-87577-81-3.
- ČHMÚ, 2019. Sucho 2014–2018: sborník abstraktů. Praha: ČHMÚ. ISBN 978-80-87577-91-2.
- DAŇHELKA, J., KUBÁT, J., ŠERCL, P. (eds.), 2019. Sucho na území České republiky v roce 2018. Praha: ČHMÚ. ISBN 978-80-87577-98-1.
- GUILLORY, L., PUDMENZKY, C., NGUYEN-HUY, T., COBON, D., STONE, R., 2023. A drought monitor for Australia. *Environmental Modelling & Software*, Vol. 170, Article No. 105852. ISSN 1364-8152. Dostupné z: <https://doi.org/10.1016/j.envsoft.2023.105852>.
- HARRELL Jr., F., 2026. Hmisc: Harrell Miscellaneous. Dostupné z: <https://doi.org/10.32614/CRAN.package.Hmisc>, R package version 5.2-5, <https://CRAN.R-project.org/package=Hmisc>.
- MZE, MŽP, 2024. Plán pro zvládání sucha a stavu nedostatku vody pro území České republiky. Ministerstvo zemědělství a Ministerstvo životního prostředí, Praha. Dostupné z: <https://heis.vuv.cz/projekty/plansuchocvr/>.
- PECHA, M., ČEKAL, R., LEDVINKA, O., LAMAČOVÁ, A., VLNAS, R. et al., 2022. Informační systém o stavu a vývoji sucha na území České republiky. *Meteorologické zprávy*, roč. 75, č. 6, s. 165–169. ISSN 0026-1173.
- VICENTE-SERRANO, S. M., BEGUERÍA, S., LÓPEZ-MORENO, J. I., 2010. A multiscalar drought index sensitive to global warming: the standardized precipitation evapotranspiration index. *Journal of Climate*. Vol. 23 No. 7, s. 1696–1718. ISSN 0894-8755, 1520-0442. Dostupné z: <https://doi.org/10.1175/2009JCLI2909.1>.
- VLNAS, R., 2015. Metodika pro stanovení mezních hodnot indikátorů hydrologického sucha. Praha: Výzkumný ústav vodoohospodářský T. G. Masaryka v. v. i. 18 s.
- VLNAS, R., LAMAČOVÁ, A., 2022. Vliv sucha na podzemní vody. In: *Hydrologické vyhodnocení sucha v povodí Labe v roce 2018* [online]. Magdeburg: Mezinárodní komise pro ochranu Labe. s. 52–63. ISBN 978-3-910400-01-6. Dostupné z: https://www.ikse-mkol.org/fileadmin/media/user_upload/CZ/06_Publikace/02a_Sucho/2022_MKOL-Sucho-2018.pdf.
- ZAHRADNÍČEK, P., BRÁZDIL, R., ŠTĚPÁNEK, P., TRNKA, M., 2021. Reflections of global warming in trends of temperature characteristics in the Czech Republic, 1961–2019. *International Journal of Climatology*, Vol. 41, No. 2, s. 1211–1229. ISSN 0899-8418, 1097-0088. Dostupné z: <https://doi.org/10.1002/joc.6791>.

Lektoři (Reviewers):

Ing. Karel Březina, Ing. Josef Reidinger

Analýza rizik změny klimatu jako východisko pro stanovení adaptačních priorit

Climate change risk analysis as a basis for defining adaptation priorities

Jan Daňhelka

Český hydrometeorologický ústav
Na Šabatce 2050/17, 143 06 Praha 4-Komořany
✉ jan.danhelka@chmi.cz

Karel Drbal

Výzkumný ústav vodohospodářský T. G. Masaryka, v. v. i.
Podbabská 2582/30, 160 00 Praha 6
✉ karel.drbal@vuv.cz

Radim Tolasz

Český hydrometeorologický ústav
K Myslivně 3/2182, 708 00 Ostrava-Poruba
✉ radim.tolasz@chmi.cz

Climate change risk analysis represents a key instrument for identifying adaptation priorities and supporting strategic decision-making in climate change adaptation policies. This paper summarises the methodology and main results of the climate change risk analysis conducted in 2025 as part of the update of the National Action Plan for Adaptation to Climate Change of the Czech Republic. The assessment is based on a combination of future climate scenarios, indicators of climate change manifestations, impacts and vulnerability, and a categorical evaluation of hazard probability, exposure and vulnerability of affected systems. The analysis identifies the main climate-related hazards and their impacts across four core domains: society, economy, infrastructure, and nature and landscape. In addition to traditional risks, particularly floods, the results highlight a significant increase in risks associated with heatwaves, drought and the impacts of rising temperatures on human health, ecosystems and selected economic sectors. The findings emphasise the need for adaptation policies to primarily focus on systematic reduction of societal vulnerability and strengthening adaptive capacities.

KLÍČOVÁ SLOVA: změna klimatu – analýza rizik – adaptace – zranitelnost – expozice – Česká republika

KEYWORDS: climate change – risk analysis – adaptation – vulnerability – exposure – Czech Republic

1. Úvod

Působení změny klimatu vyžaduje kontinuální adaptaci společnosti a jejího fungování v podmínkách pozorovaného a dále očekávaného nárůstu teploty vzduchu, změn režimu srážek a dalších klimatických a hydrologických prvků.

Hlavním strategickým dokumentem, který na národní úrovni řídí adaptační aktivity společnosti, je **Strategie přizpůsobení se změně klimatu v podmínkách České republiky** (MŽP 2021a) a na ni navázaný **Národní akční plán adaptace na změnu klimatu (NAP)** (MŽP 2021b), který představuje implementační rovinu strategie se stanovením konkrétních úkolů, odpovědnosti a orientačního časového rámce jejich realizace.

První verze obou dokumentů vznikly v letech 2015 a 2016, platné jsou aktuálně jejich první aktualizace z roku 2021. V roce 2025 probíhala příprava cyklické aktualizace NAP. Jejím základním východiskem byly odborné analytické podklady, pomocí kterých byly hodnoceny aktuální i budoucí projevy změny klimatu, zranitelnost jednotlivých sektorů, a tím i vývoj klimaticky podmíněných rizik. Podklady sloužily pro konzultace v pracovních týmech složených ze zástupců dotčených ministerských resortů, institucí, vědeckých pracovišť, ale i zájmových sdružení a neziskových organizací. Výsledkem konzultací by měla být shoda na souboru opatření a úkolů zařazených do NAP a na jejich prioritizaci.

Cílem tohoto článku je shrnout metodiku a výsledky analýzy rizik změny klimatu provedené pro aktualizaci NAP v roce 2025, která byla součástí řešení projektu PERUN (2024).

2. Scénáře změny klimatu jako východisko hodnocení rizik

Hodnocení budoucích dopadů změny klimatu v České republice je založeno na scénářích socioekonomického vývoje SSP (Shared Socioeconomic Pathways), definovaných v rámci šesté hodnotící zprávy Mezivládního panelu pro změnu klimatu (IPCC 2021). Tyto scénáře reprezentují možné trajektorie budoucího vývoje společnosti, hospodářství a emisí skleníkových plynů. Pro území ČR byly využity výstupy globálních klimatických modelů CMIP6, doplněné výsledky regionálního klimatického modelu ALADIN CLIMATE/CZ, který umožňuje detailnější prostorové rozlišení a lepší zachycení regionálních specifik.

Modelové simulace ukazují na pokračující oteplování ve všech hodnocených scénářích. Do poloviny 21. století lze pro území ČR očekávat nárůst průměrné roční teploty přibližně o 1,8–2,5 °C oproti referenčnímu období 1981–2010. Přitom ke

konci století může oteplení dosáhnout až 3–5 °C v závislosti na výchozím scénáři. Nejvýraznější nárůst teploty je simulován pro letní období, pro vyšší nadmořské výšky a ve velkých městských aglomeracích. Změny srážkového režimu jsou méně jednoznačné. Celkové roční úhrny srážek se ve scénářích významně nemění, dochází však ke změně jejich sezónního rozložení s nárůstem v zimním období. Z aktuálních modelových podkladů nebyly vyvozeny žádné závěry ve vztahu k možné změně výskytu či intenzity dalších jevů a prvků (vítr, konvekce apod.).

Uvedená východiska byla použita jako podklad pro analýzu rizik při hodnocení změny pravděpodobnosti výskytu hodnocených jevů (viz kap. 4).

3. Indikátory změny klimatu a zranitelnosti

Dalším východiskem analýzy rizik je vyhodnocení pozorovaných trendů charakteristik klimatu a jejich dopadů a společenských faktorů ovlivňujících míru dopadů pomocí sady různých indikátorů. V předchozích cyklech aktualizací byly zpracovány rozsáhlé studie hodnocení zranitelnosti České republiky ve vztahu ke změně klimatu (CENIA 2018; 2019) založené na hodnocení 96 definovaných indikátorů zranitelnosti. Pro aktualizaci odborných podkladů byla indikátorová sada inovována (PERUN 2025), přičemž volba indikátorů byla provedena s ohledem na dostupnost dlouhodobých datových řad a jejich relevanci pro dokumentaci trendů a dopadů změny klimatu.

Indikátory byly rozděleny do tří skupin: *indikátory projevu změny klimatu* dokumentující změny klimatických a hydrologických parametrů popisujících klima a vodní cyklus, *indikátory dopadů změny klimatu* sledující ekonomické, sociální a environmentální ukazatele, na něž mohou změněné klimatické podmínky dopadat, a *indikátory zranitelnosti* sledující socio-ekonomické faktory, které vypovídají o změnách zranitelnosti či citlivosti vůči působení změny klimatu.

Příkladem logického rámce členění indikátorů může být rostoucí počet a intenzita horkých vln (indikátor projevu změny klimatu), který působí na společnost s rostoucím podílem seniorů a větším počtem obyvatel s kardiovaskulárními nemocemi (indikátor zranitelnosti), v důsledku čehož dochází k většímu zatížení složek Integrovaného záchranného systému (indikátor dopadu). Bohužel však ne pro všechny žádoucí řetězce od konkrétního projevu změny klimatu přes společenskou zranitelnost po výsledný dopad existují relevantní datové podklady.

Vyhodnocení trendů přesto ukazuje, že statisticky významné změny jsou pozorovány u teplotních charakteristik (nárůst průměrné teploty, tropických dnů, pokles mrazových dnů) a u některých ukazatelů změn hydrologického režimu (menší sněhové zásoby, menší odtok z povodí v závěrových profilech Labe a Moravy, menší vydatnost pramenů). Z vyhodnocených dopadů statisticky významně rostl objem nahodilé těžby dřeva (zejména v důsledku kůrovcové kalamity let 2017–2022), počet zásahů Integrovaného záchranného systému v důsledku živelních událostí¹ a objem odběrů vody pro zemědělství.

Naopak klesal počet obětí živelních událostí, což je obecně zdůvodnitelné zlepšením systému včasné výstrahy a schopnosti společenské reakce na ně, a také míra znečištění vod vyplývající ze zvyšování úrovně čištění a ochrany vod. Z faktorů zranitelnosti nepříznivý trend vykazují již zmíněné stárnutí populace a růst počtu osob s kardiovaskulárními chorobami. Naopak zlepšují se ukazatele výkonnosti ekonomiky ve vztahu ke spotřebované vodě a efektivita zásobování vodou.

4. Metodika analýzy rizik ve vazbě na změnu klimatu

Analýza rizik změny klimatu v České republice je koncipována v souladu s terminologií a metodickými přístupy IPCC a United Nations Office for Disaster Risk Reduction (UNDRR 2017; IPCC 2018; PERUN 2022). Riziko je chápáno jako pravděpodobnost vzniku ztrát na životech, zdraví, majetku nebo ekosystémech, vyplývající z interakce klimatické hrozby s charakteristikami společnosti a prostředí. Jeho základními složkami proto jsou:

- Hrozba (nebezpečí) – klimatický jev nebo proces, který může způsobit ztráty životů, zranění či jiné zdravotní dopady, poškození majetku, přerušení společenských či ekonomických funkcí či poškození životního prostředí. V rámci analýzy rizik se hodnotí jeho intenzita a pravděpodobnost výskytu a jejich očekávaná změna vlivem změny klimatu.
- Expozice – situace lidí, infrastruktury, obydlí, služeb a zdrojů (výrobních prostředků a jiných hmotných statků) v oblastech vystavených určité klimatické hrozbě.
- Zranitelnost – podmínky dané fyzickými, sociálními, ekonomickými a environmentálními faktory či procesy, které zvyšují vnímavost/náchylnost jednotlivce, komunity, hmotného majetku či systémů vůči dopadu hrozby.

Pro potřeby praktického hodnocení je v analýze zaveden pojem **potenciál dopadu**, který vzniká kombinací expozice a zranitelnosti. Tento přístup umožňuje oddělit samotnou změnu klimatu (hrozbu) od společenských a environmentálních faktorů, které určují skutečnou závažnost dopadů.

Zatímco změny charakteristik hrozeb (projevů změny klimatu) jsou cílem mitigačních opatření, vyhodnocení celkového rizika umožňuje identifikaci klíčových adaptačních potřeb. Ty mohou efektivně cílit na snižování expozice a zranitelnosti, případně na zvýšení kapacit zvládání rizik². Popsaný logický koncept tzv. dráhy dopadu popsane výše je ilustrován na obr. 1.

Pro analýzu rizika bylo nejprve identifikováno celkem 21 různých nebezpečných způsobů působení projevů změny klimatu (druhů hrozeb). Například projev „zvýšený výskyt dlouhodobého sucha“ se reálně promítá čtyřmi rozlišitelnými způsoby jako: a) sucho v krajině v podobě poklesu dostupnosti půdní vláhy, b) zmenšení průtoků a prodloužení trvání malých průtoků, c) nedostatek srážek, d) pokles stavu podzemních vod. K jednotlivým z těchto projevů bylo identifikováno celkem 71 různých typů dopadů, které mohou v jejich důsledku nastat. Identifikace typů dopadů využila předchozí zpracování analýzy rizik z roku 2019 (ČHMÚ 2019), které bylo doplněno o další

¹ Trend však může v tomto případě spíše ukazovat na rostoucí schopnost odezvy a výkonnost Hasičského záchranného sboru, nebo na rostoucí zranitelnost společnosti, která vyžaduje častější zásahy. Nedochází totiž k prokazatelnému nárůstu frekvence meteorologických příčin, který by rostoucí počet zásahů uspokojivě vysvětlil.

² Kombinace schopností, vlastností a zdrojů, které má organizace, komunita či společnost k dispozici pro zvládání a zmenšování rizika katastrof a zvyšování resilience.



Obr. 1 Logický koncept dráhy dopadu změny klimatu a identifikace adaptačních potřeb.

Fig. 1. Logical concept of the climate change impact effects and identification of adaptation needs.

Tab. 1 Postup kategorizace určení pravděpodobnosti výskytu hrozby (jevu/projevu), zranitelnosti a expozice ovlivněného systému.

Table 1. Categorisation procedure for determining the probability of hazard occurrence, vulnerability, and exposure of the affected system.

Číselná hodnota	1	2	3	4	5
Pravděpodobnost výskytu hrozby (p)	Zanedbatelná	Malá	Střední	Vysoká	Extrémní
Výskyt jevu, který by způsobil hmotnou škodu > 1 mld. Kč, nebo si vyžádal > 1 život	V podmínkách ČR lze výskyt jevu o daných parametrech vyloučit	Pravděpodobnost výskytu jevu o daných parametrech je malá a doba opakování výrazně přesahuje 100 let	Výskyt jevu je možný, dojde k němu však typicky jednou za 50 až 100 let	Jev podobné intenzity se vyskytuje typicky 1× za 5 až 20 let.	Opakování jevu lze očekávat častěji než 1× za 5 let.
Zranitelnost (Z)	Zanedbatelná	Malá	Střední	Vysoká	Extrémní
	Působení jevu nemá za následek změny a odchylky fungování, jejichž vznik by měřitelně ovlivnil výkonnost společenských systémů (působí spíše jen nepohodlí), či narušil funkce ekosystémů. Pro život a zdraví jednotlivce jev běžně ohrožení nepředstavuje.	Události způsobují mírné škody a narušení, které jsou rychle zvládnutelné v řádu jednotek dnů a převážně individuálními silami. Ekosystémy plně regenerují již v rámci jednoho ročního cyklu. Události mohou ovlivnit zdraví jednotlivců, ale nepředstavují běžně ohrožení života.	Události způsobují viditelné škody a narušení, které k obnově vyžadují zapojení dodatečných zdrojů. Obnova může trvat dny až jednotky týdnů. Ekosystémy regenerují v rámci navazujícího ročního cyklu. Události mohou ovlivnit zdraví více jednotlivců, při nepříznivých okolnostech mohou vyústit v ojedinělé úmrtí.	Události způsobují rozsáhlé škody a vážné narušení, které vyžadují obnovu v době trvání měsíců až cca 1–2 let. V případě ekosystémů mohou být dopady události zjištěné několik let po jejím odeznění. Události mohou ovlivnit zdraví významného počtu osob a způsobit smrt jednotek až desítek osob.	Působení jevu způsobuje katastrofální škody a dlouhodobé či trvalé narušení systému. Obnova je velmi pomalá (>20 let) nebo nemožná. Působení na životy a zdraví obyvatel je významné a dochází k velkému počtu úmrtí.
Expozice	Zanedbatelná	Malá	Střední	Vysoká	Extrémní
	Území exponované vůči projevům hrozby je omezeno na jednotky km ² , přítomnost obyvatel v daném území je náhodná, nikoliv trvalá a současně dosahuje maximálně řádu jednotek	Území exponované vůči projevům hrozby je omezeno na jednotky až desítky km ² , počet obyvatel vystavených působení nebezpečí dosahuje řádu jednotek až desítek	Území exponované vůči projevům hrozby typicky zasahuje 1 až 2 ORP, počet obyvatel vystavených působení nebezpečí dosahuje řádu stovek až tisíců	Území exponované vůči projevům hrozby zahrnuje více ORP, či rozsah odpovídající cca území kraje, počet obyvatel vystavených působení nebezpečí překračuje 10 000	Území exponované vůči projevům hrozby typicky překračuje hranice krajů, počet obyvatel vystavených působení nebezpečí dosahuje více než 5 % obyvatel ČR

dopady a restrukturováno podle působení na 4 základní oblasti (společnost, příroda a krajina, ekonomika, infrastruktura).

Následně byla provedena kategorizace míry nebezpečí (velikosti hrozby), zranitelnosti a expozice podle kritérií uvedených v tab. 1. Zvolena byla pětistupňová škála stejně jako v předchozích hodnoceních (např. ČHMÚ 2019). Přitom sjed-

nění odhadu pravděpodobnosti výskytu hrozby, které bylo v minulosti problematickým faktorem omezujícím vzájemnou porovnatelnost hodnocení jednotlivých druhů hrozeb, bylo ošetřeno definováním předpokladu hodnocení teoretické pravděpodobnosti výskytu jevu, který by způsobil hmotnou škodu >1 mld. Kč, nebo si vyžádal > 1 život. Hranice kategorií byly navrženy s ohledem na „akceptovatelnost“ frekvence výskytu.

Metodika a výsledky byly prezentovány pracovním skupinám sestaveným k aktualizaci NAP a na základě diskusí a vyjasnění připomínek došlo v několika případech k překlasifikování zařazení konkrétních dopadů do kategorií míry nebezpečí, zranitelnosti, a tím i ke změně hodnoty výsledného rizika.

Vlastní úroveň rizika pro současný a budoucí stav k roku 2050 bylo provedeno dle v managementu rizik běžně používané rovnice popisující definici rizika (UNDRR 2017):

$$R = (E \cdot Z) \cdot p \quad (1),$$

kde R je výsledné riziko, E je odpovídající číselná hodnota příslušné kategorie expozice, Z je odpovídající číselná hodnota příslušné kategorie zranitelnosti, p je odpovídající číselná hodnota příslušné kategorie pravděpodobnosti výskytu hrozby. Součin $(E \cdot Z)$ – reprezentuje potenciál dopadů konkrétní hrozby.

Hodnota R může teoreticky nabývat hodnot v rozmezí od 1 do 125 a větší hodnoty vyjadřují větší riziko. Pro účely dalšího hodnocení byly kategorie rizika rozděleny na zanedbatelné (1–8), malé (9–18), střední (19–40), vysoké (41–80) a extrémní (81–125).

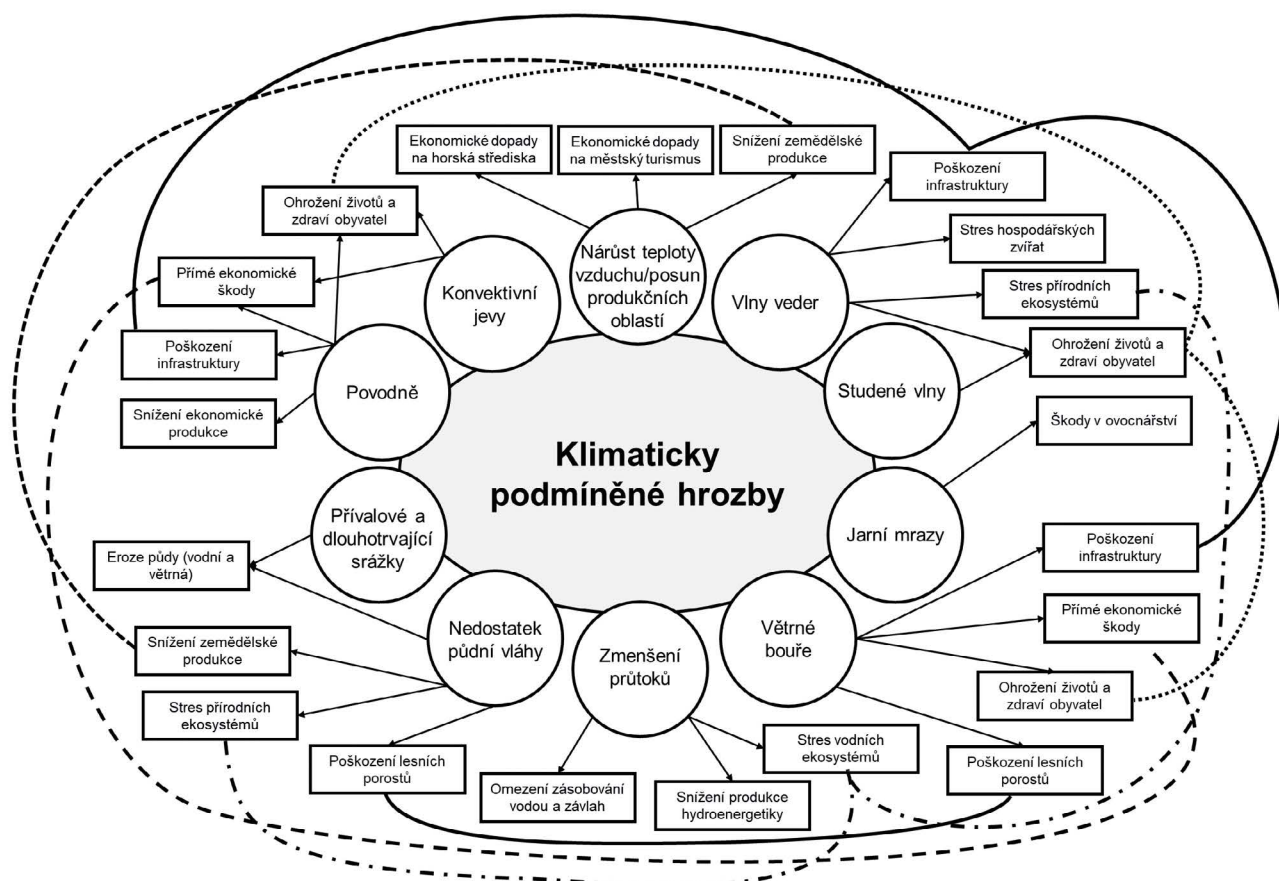
Dopady s vyšším identifikovaným rizikem představují oblasti klíčových adaptačních potřeb společnosti.

5. Výsledky analýzy rizik

Výsledky vyhodnocení rizik k roku 2050 vedly k identifikaci hlavních klimaticky podmíněných hrozeb a jejich dopadů (obr. 2). Kromě stávajících hlavních hrozeb pro území ČR, tedy především povodní a jejich přímých dopadů na zdraví, životy, majetek a infrastrukturu, se ukazuje význam nárůstu hrozeb nových, respektive posunu existujících hrozeb do vyšší kategorie významnosti a zvýšení výsledné vypočtené hodnoty z nich plynoucího rizika.

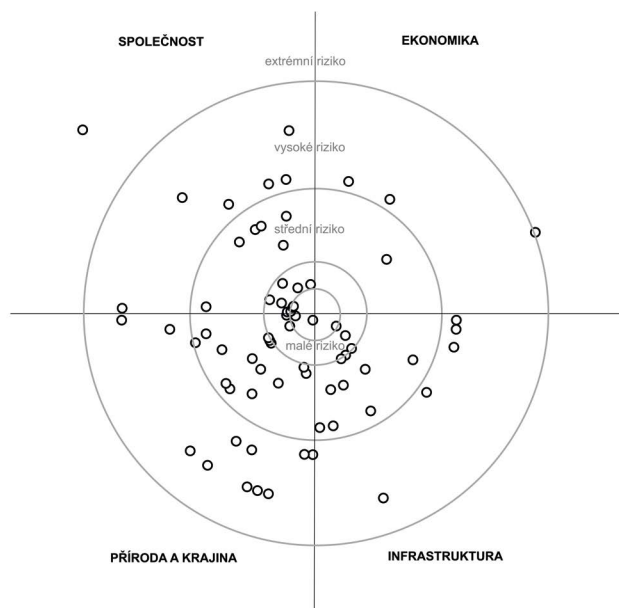
Nejvýraznějším případem je potenciální dopad horkých vln na lidské zdraví a životy, a to v důsledku nárůstu všech očekávaných faktorů určujících velikost rizika. Dochází totiž k nárůstu počtu a délky trvání horkých vln, nárůstu expozice (zejména rozšiřování počtu obyvatel Prahy) a růstu zranitelnosti v důsledku stárnutí populace a nárůstu počtu obyvatel s kardiovaskulárními chorobami. Nově identifikovaným rizikem je rovněž dopad rostoucí teploty vzduchu na ekonomiku cestovního ruchu zimních lyžařských středisek, ve kterých sezónní lyžařský cestovní ruch představuje klíčovou složku ročního výnosu místních služeb. V případě letní rostoucí teploty naopak mohou dopady ovlivňovat fungování zejména městského cestovního ruchu.

Rostoucí teplota vzduchu, a tím zvýšení potenciální evapotranspirace, do budoucna zvyšuje riziko dopadů sucha na ekosystémy a dostupnost vody pro všechny sektory (zásobování vodou, zdroj vody pro závlahy).



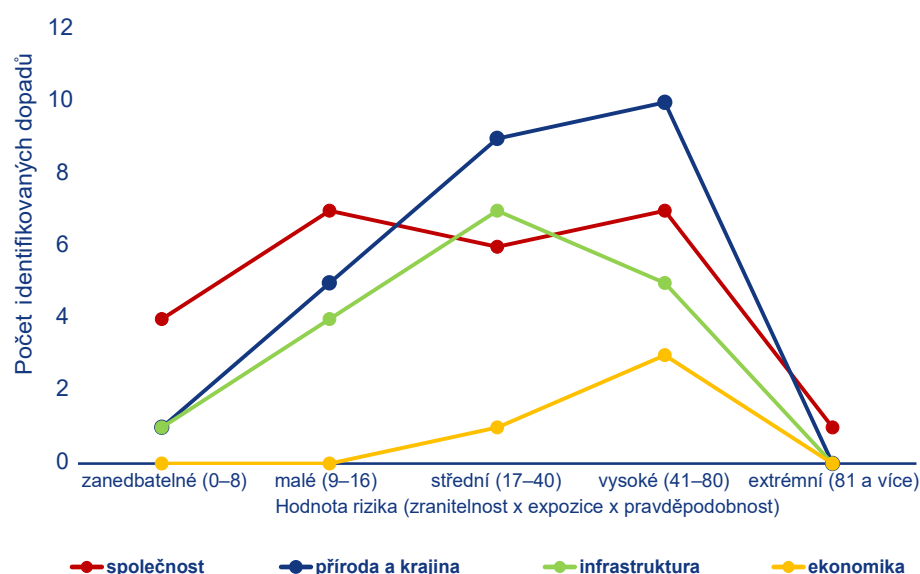
Obr. 2 Mapa identifikovaných nejvýznamnějších klimaticky podmíněných hrozeb a jejich dopadů.

Fig. 2. Map of the most significant climate-related hazards and their impacts identified.



Obr. 3 Velikost dopadů projevů změny klimatu v jednotlivých oblastech – bod označuje konkrétní hodnocený dopad, jeho vzdálenost od středu odpovídá vyhodnocené bodové úrovni rizika.

Fig. 3. Magnitude of impacts in individual domains – circles represent individual types of impact and its distance from the centre corresponds to the assessed level of risk.



Obr. 4 Počet dopadů v kategoriích významnosti rizika pro jednotlivé oblasti.

Fig. 4. Number of identified impacts by risk significance categories in individual domains.

Za dosud v ČR „nerealizované“ riziko lze označit vznik podmínek pro místní (autochtonní) šíření infekčních nemocí zejména přenosem prostřednictvím komárů. To je prozatím i ve výhledu hodnoceno v kategorii středního rizika (není podchyceno na obr. 2), jedná se však do budoucna o nutnou oblast zájmu a dalšího výzkumu.

Adaptační strategie kombinuje přístup posuzující dopad jednotlivých projevů a sektorový přístup sledující dopady na celkem 11 definovaných socioekonomických a environmen-

tálních sektorů. Pro účely analýzy rizik byly sektory sdruženy do čtyř oblastí:

- Společnost zahrnující zdraví a zdravotnictví, bezpečnost (ochrana obyvatel, krizové řízení, záchranný systém), kvalitu života a dostupnost základních služeb (vzdělávání, sociální péče, státní služby), fungování městského prostředí, vědu a výzkum a kulturní dědictví.
- Ekonomika sdružuje průmyslovou výrobu, živočišnou výrobu v zemědělství, služby, bankovníctví a cestovní ruch.
- Infrastruktura zahrnuje dopady na dopravu a dopravní cesty, energetiku a rozvodné sítě, mobilní komunikace a zásobování vodou.
- Příroda a krajina jsou poté chápány jako soubor dopadů na lesy a lesnictví, rostlinnou zemědělskou produkci a půdu, biodiverzitu a ekosystémy a dostupnost vodních zdrojů.

Na následujících obrázcích jsou prezentovány výsledky vyhodnocení ve vztahu k uvedeným oblastem. Obr. 3 představuje souhrnný výsledek vyhodnocení velikosti rizika pro individuální dopady rozdělené do čtyř oblastí. Velikost rizika je vyjádřena vzdáleností od středu grafu. Obr. 4 ukazuje počet identifikovaných dopadů v jednotlivých oblastech v kategoriích velikosti rizika. Je zřejmé, že relativně nejméně dopadů bylo identifikováno a hodnoceno pro oblast ekonomiky (4), pro oblast infrastruktury bylo hodnoceno celkem 17 dopadů a pro oblasti přírody a krajiny a společnosti pak shodně po 25 dopadech.

Zjednodušená ukázka hodnocení vybraných dopadů a jejich rizika je uvedena v tabulce 2 pro projev „povodeň“ a jeho působení prostřednictvím říčních povodní na společnost v podobě přímých škod na majetku a prostřednictvím intenzivních srážek na krajinu v podobě eroze, dále pro zvyšování teploty vzduchu na příkladu dopadů horkých vln na společnost a zvyšování zimních teplot na ekonomiku lyžařských center a pro sucho působením půdního sucha na ekosystémy.

6. Diskuze

Závěry analýzy rizik ukazují jako na nejvýznamnější rostoucí riziko působení horkých vln na zdraví a životy obyvatel. Zjištění je v souladu se závěry Urbana a kol. (2024), kteří prokazují rostoucí relativní velikost počtu zemřelých (nadúmrtí) při výskytu extrémně vysoké teploty (95. a 99. percentilu teploty vzduchu) v průběhu posledních 60 let, současně prokazují zvýšený počet úmrtí ve věkové skupině nad 75 let, vazbu zvýšené úmrtnosti na respirační a kardiovaskulární choroby a také na lokalitu hlavního města Prahy.

V případě povodní analýza zranitelnosti a expozice ukazuje, že v dosahu 100leté povodně žije přibližně 5 % obyvatel a že dlouhodobě nadále dochází k nárůstu absolutního počtu ob-

Tab. 2 Ukázka vybraných drah působení, dopadů a vyhodnocených rizik.
Table 2. Example of selected impact pathways and risk assessment results.

Projev změny klimatu (vůči stávajícímu standardu adaptace)	Působení projevu → hrozba	Pravděpodobnost výskytu hrozby k 2050	Oblast dopadu	Dopad	Vymezení dopadů	Zranitelnost budoucí (trend)	Expozice budoucí	Komentář ke změně potenciálu škod	Závažnost dopadu budoucí	Riziko budoucí	Hodnota rizika
Změna povodňového nebezpečí (povodně a přivalové povodně)	Nárůst četnosti/ velikosti fluvialních povodní	Vysoká (4)	Společnost	Přímé škody na majetku	Poškození budov a dalšího majetku obyvatel.	Vysoká (4)	Vysoká (4)		Vysoká	Vysoké	64
	Zvýšení četnosti přivalových srážek	Střední (3)	Příroda a krajina	Eroze zemědělské a lesní půdy	Eroze snižuje aktuální výnos dané polní plochy, ale i dlouhodobý výnos a využitelnost v důsledku ztráty úrodné vrstvy půdy. Současně poškozuje polní a lesní cesty a ukládá odnesený materiál v obydleném území, ve vodních nádržích (zanášení) apod.	Extrémní (5)	Střední (3)	Doba expozice nezakryté půdy, rozsah území s vysokými erozními faktory poroste. Jedná se o nevratné škody.	Vysoká	Vysoké	45
	Zvyšování teploty vzduchu – četnější a delší vlny veder	Extrémní (5)	Společnost	Zdravotní stres obyvatel	Dochází k přehřátí organismu, zvýšení výskytu srdečních a dalších příhod, které mohou být fatální (zvýšení úmrtnosti oproti běžnému stavu), nebo zvyšují nemocnost a představují významné zatížení zdravotního systému.	Vysoká (4)	Vysoká (4)	Zranitelnost obyvatel roste v důsledku stárnutí, expozice se zvětšuje rozšiřováním městského prostředí	Extrémní	Extrémní	100
Zvyšování teploty vzduchu	Zvýšení teploty v zimním období	Vysoká (4)	Ekonomika	Zhoršení podmínek pro zimní sporty	Omezení příjmu z turismu v horských oblastech, zvýšení nákladů na zajištění fungování zimních areálů – ekonomická stagnace regionů, omezení komfortu života obyvatel.	Vysoká (4)	Vysoká (4)	V případě lyžařských center extrémní zranitelnost vyplývá z ohrožení samotné existence tohoto odvětví	Extrémní	Vysoké	80
	Sucho v krajíně (pokles dostupnosti půdní vláhy)	Extrémní (5)	Příroda a krajina	Stres přírodních ekosystémů	Narušení rovnováhy mezi různě tolerantními organismy v ekosystému. Uvedené změny mohou být i nevratné.	Střední (3)	Vysoká (4)	Může postihnout ekosystémy na úrovni velkoplošných celků (viz kůrovcová kalamita), v současnosti většinou regenerují v rámci následující sezóny. Opakované narušení zvyšuje zranitelnost.	Vysoká	Vysoké	60

jektů v záplavovém území (ČHMÚ 2025). Riziko povodní tak neklesá a zůstává základní hrozbou zejména s ohledem na skutečnost, že dopady povodně ovlivňují kaskádovitě současně všechny oblasti a v součtu hodnot rizika u všech dopadů vyvolaných jedinou událostí zůstávají dominantním rizikem na našem území. Od vzniku samostatné České republiky si povodně vyžádaly minimálně 182 životů z celkem 359 známých přímých obětí hydrometeorologických extrémů (interní evidence ČHMÚ).

Výsledky hodnocení v měřítku ČR jsou v souladu s výsledky Evropského vyhodnocení klimatických rizik (EUCRA) z roku 2024 (EEA 2024). V EUCRA jsou v oblasti zdraví jako hlavní riziko vyhodnoceny dopady horkých vln, v oblasti infrastruktury potom povodně. Určitý rozdíl naopak panuje ve vyhodnocení rizika v oblasti ekosystémů, kde jsou v evropském měřítku jako nejohroženější vyhodnoceny pobřežní a mořské ekosystémy a pro vnitrozemí je vnímáno zejména ohrožení požáry. Z evropského pohledu není jako klíčové vnímáno riziko pro zimní „lyžařský“ cestovní ruch či půdní erozi.

Podobnou identifikaci hlavních rizik nalezneme i v hodnoceních provedených na národní úrovni, například v Německu (Umweltbundesamt 2021), Rakousku (BMK 2025), Švýcarsku (FOEN 2025) či Velké Británii (UK Climate Risk 2021). Obecná shoda je na rychle rostoucím významu rizik vyplývajících z horkých vln a jejich dopadů na zdraví člověka a případně též pracovní výkonnost (Švýcarsko). Dále je za prioritní shodně považováno ohrožení ekosystémů a eroze, omezování zásobování vodou a snížení zemědělské produkce v důsledku sucha a v případě Německa i omezení funkce vodních cest za sucha. Dalším prioritním rizikem jsou přímé dopady extrémních jevů, zejména povodní a přímého odtoku ze srážek, ale i krup (Švýcarsko). Dopady na ekonomiku prostřednictvím ovlivnění cestovního ruchu se objevují ve Švýcarsku a v podobě ohrožení kulturního dědictví i ve Velké Británii. Z dalších rizik se v uvedených národních analýzách objevuje též omezení produkce hydroenergetiky (Švýcarsko), dopady na omezení produkce energie v důsledku vysoké teploty, konvektivních jevů a větru (Velká Británie), narušení zásobování potravinami (Velká Británie), šíření patogenů ohrožujících lidské zdraví (Švýcarsko) nebo růst spotřeby elektrické energie při horkých vlnách (Velká Británie). Specifická jsou rizika jako jsou změny v horském prostředí Alp s táním ledovců a permafrostu (Švýcarsko) a čtenější sesuvy, nebo změny na mořském pobřeží (Velká Británie).

Analýza rizik byla provedena klasickým přístupem kategorické klasifikace závažnosti jednotlivých komponent konkrétního případu realizace rizika. Výsledek takového postupu je závislý na způsobu definice jednotlivých kategorií a jejich počtu. V uváděném případě však došlo k určitému ověření smyslnosti výsledku (a tím i potvrzení metodiky) projednáním s pracovními skupinami pro aktualizaci NAP, jejichž členy byly desítky zástupců různých resortů, akademické sféry i neziskového sektoru.

7. Závěr

Předložená analýza rizik potvrzuje, že změna klimatu již v podmínkách České republiky významně ovlivňuje strukturu a význam jednotlivých klimaticky podmíněných hrozeb. Vedle tradičně dominantních rizik, zejména povodní, které nadále představují klíčovou hrozbu s dopady napříč všemi sledovanými oblastmi, narůstá význam rizik spojených s horkými vlna-

mi, suchem a dostupností vodních zdrojů. Zvláště výrazný je potenciální dopad horkých vln na zdraví a životy obyvatel, který je dále zesilován rostoucí zranitelností společnosti. Výsledky předložené analýzy potvrzují, že klimatická politika musí cílit nejen na zmírňování klimatických jevů, ale především na **strukturální snižování zranitelnosti společnosti**. I přes mitigační opatření je zřejmé, že rizika budou narůstat právě v důsledku rostoucí zranitelnosti a setrvačnosti klimatického systému. Ostatně i pro známé hrozby, kde není dosud předpokládáno v podmínkách ČR zvýšení jejich frekvence či intenzity, jako jsou povodně, platí, že společnost není plně adaptovaná na aktuální stav povodňového režimu. Největší potenciál ke snížení rizik na přijatelnou úroveň spočívá ve snižování zranitelnosti společnosti a posilování adaptačních kapacit ve vazbě na systematické plánování adaptačních opatření. Současně je třeba dbát na zajištění udržitelného financování uvedených změn.

Charakter dopadů ve vazbě na hodnocené klimatem podmíněné hrozby ukazuje, že integrace hydrometeorologických a klimatických rizik do strategického rozhodování představuje nezbytný předpoklad rozvoje společnosti České republiky. Navrhovat adaptační strategie je vhodné na základě středního scénáře vývoje klimatu, s důrazem na flexibilitu a průběžnou aktualizaci hodnocení rizik pro podchycení nových trendů zejména ve zranitelnosti a expozici společnosti a jejich aktivit.

Poděkování:

Práce vznikla za podpory SS02030040 „PERUN – Predikce, hodnocení a výzkum citlivosti vybraných systémů, vlivu sucha a změny klimatu v Česku“, financovaného Technologickou agenturou České republiky.

Literatura:

- BMK, 2025. The Austrian Strategy for Adaptation to Climate Change. Executive Summary [online]. Vienna: BMK [cit. 13. 5. 2026]. Dostupné z: <https://unfccc.int/sites/default/files/resource/NAP-Austria-2025.pdf>.
- CENIA, 2018. Hodnocení zranitelnosti České republiky ve vztahu ke změně klimatu k roku 2014 [online]. Praha: CENIA [cit. 13. 5. 2026]. 38 s. Dostupné z: https://mzp.gov.cz/system/files/2025-05/OAZK_Hodnoceni_zranitelnosti_CR_vuci_ZK_k_2014-20180322.pdf.
- CENIA, 2019. Hodnocení zranitelnosti České republiky ve vztahu ke změně klimatu k roku 2017 [online]. Praha: CENIA [cit. 13. 5. 2026]. 49 s. Dostupné z: https://mzp.gov.cz/system/files/2025-03/OAZK_Hodnoceni_zranitelnosti_CR_vuci_ZK_k_2017-20190822.pdf.
- ČHMÚ, 2019. Aktualizace Komplexní studie dopadů, zranitelnosti a zdrojů rizik souvisejících se změnou klimatu v ČR z roku 2015 [online]. Praha: ČHMÚ [cit. 13. 5. 2026]. 380 s. Dostupné z: https://mzp.gov.cz/system/files/2025-03/OAZK_Komplexni_studie_dopady_klima-aktualizace_20190716.pdf.
- ČHMÚ, 2025. Vyhodnocení povodně v září 2024. Závěrečná zpráva [online]. Praha: ČHMÚ [cit. 13. 5. 2026]. Dostupné z: <https://www.chmi.cz/documents/42501/2814817/Vyhodnocen%C3%AD+povodn%C4%9B+2024++souhrn-n%C3%A1+zpr%C3%A1va.pdf/432ef153-7068-b8fe-ca22-3c666863be31?t=1766405520175>.
- EEA, 2024. European Climate Risk Assessment. EEA Report 01/2024, EEA, Luxembourg. ISBN 978-92-9480-627-7.
- FOEN, 2025. Climate Risk Analysis for Switzerland. Basis for adaptation to climate change. Abridged version [online]. Bern: FOEN [cit. 13. 5. 2026]. Dostupné z: <https://www.bafu.admin.ch/dam/en/sd-web/74m-J2D7NNzh/klima-risikoanalyse.pdf>.

- IPCC, 2018. Annex I: Glossary [Matthews, J.B.R. (ed.)]. In: *Global Warming of 1.5°C. An IPCC Special Report on the impacts of global warming of 1.5°C above pre-industrial levels and related global greenhouse gas emission pathways, in the context of strengthening the global response to the threat of climate change, sustainable development, and efforts to eradicate poverty*. Cambridge University Press, Cambridge, UK and New York, USA, s. 541–562. Dostupné z: <https://doi.org/10.1017/9781009157940.008>.
- IPCC, 2021. Climate Change 2021: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Masson-Delmotte, V., P. Zhai, A. Pirani, S.L. Connors, C. Péan et al. (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, USA, 2391 s. Dostupné z: <https://doi.org/10.1017/9781009157896>.
- MŽP, 2021a. Strategie přizpůsobení se změně klimatu v podmínkách ČR. 1. aktualizace pro období 2021–2030 [online]. Praha: Ministerstvo životního prostředí [cit. 13. 5. 2026]. 234 s. Dostupné z: https://mzp.gov.cz/system/files/2025-03/OAZK_Narodni_adaptacni_strategie-aktualizace_20211026.pdf.
- MŽP, 2021b. Národní akční plán adaptace na změnu klimatu (Implementační dokument Strategie přizpůsobení se změně klimatu v podmínkách ČR). 1. aktualizace pro období 2021–2025 [online]. Praha: Ministerstvo životního prostředí [cit. 13. 5. 2026]. 68 s. Dostupné z: https://mzp.gov.cz/system/files/2025-03/OAZK_NAP_adaptace-aktualizace_20211025_0.pdf.
- PERUN, 2022. Slovník pojmů z oblasti rizik a dopadů změny klimatu [online]. [cit. 13. 5. 2026]. Projekt PERUN, 51 s. Dostupné z: https://www.perun-klima.cz/downloads/slovník_v6.pdf.
- PERUN, 2024. Návrh klasifikace projevů a klasifikace sektorových dopadů změny klimatu pro tvorbu politik a decision making. Souhrnná výzkumná zpráva (SS02030040-V43). [online]. Praha: ČHMÚ [cit. 13. 5. 2026]. 17 s. Dostupné z: https://www.perun-klima.cz/results/2023_4_3_SouhrnnaZprava.pdf.
- PERUN, 2025. Indikátory změny klimatu, jejich dopadů a zranitelnosti. Souhrnná výzkumná zpráva (SS02030040-V50) [online]. Praha: ČHMÚ [cit. 13. 5. 2026]. 54 s. Dostupné z: <https://www.perun-klima.cz/results/2024%20DC%208.2%20VSouhm.pdf>.
- Umweltbundesamt, 2021. Klimawirkungs- und Risikoanalyse 2021 für Deutschland. Teilbericht 6: Integrierte Auswertung – Klimarisiken, Handlungserfordernisse und Forschungsbedarfe. CLIMATE CHANGE 25/2021 Ressortforschungsplan des Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und nukleare Sicherheit [online]. [cit. 13. 5. 2026]. Dostupné z: https://www.umweltbundesamt.de/system/files/medien/479/publikationen/kwra2021_teilbericht_6_integrierte_auswertung_bf_211027_0.pdf.
- UNDRR, 2017. The Sendai Framework Terminology on Disaster Risk Reduction [online]. [cit. 26. 2. 2026]. Dostupné z: <https://www.undrr.org/terminology/>.
- URBAN, A., HANZLÍKOVÁ, H., PLAVCOVÁ, E., VĚSIER, C., KYSELÝ, J., 2024. Vlny veder v ČR: Zvýšení rizika úmrtnosti v posledním desetiletí a naléhavost cílených opatření v oblasti veřejného zdraví. *Meteorologické zprávy*, roč. 77, č. 2, s. 62–66. Dostupné z: <https://doi.org/10.59984/mz.2024.02.07>.
- UK Climate Risk, 2021. UK Climate Risk Independent Assessment (CCRA3), Technical Report. UK Climate Risk [online]. [cit. 26. 2. 2026]. Dostupné z: <https://www.theccc.org.uk/wp-content/uploads/2021/07/Independent-Assessment-of-UK-Climate-Risk-Advice-to-Govt-for-CCRA3-CCC.pdf>.

Lektoři (Reviewers):**RNDr. Stanislava Kliegrová, Ph.D., Ing. Tereza Davidová, Ph.D.**

INFORMACE – RECENZE

Mezinárodní workshop „Past floods and society“, konaný v září 2025 v Praze

V září 2025 představilo 40 delegátů ze 14 zemí Evropy, Jižní Ameriky, Asie, Afriky a Oceánie své nejnovější výsledky v oblasti historických povodní a paleopovodní na workshopu pracovní skupiny Floods Working Group PAGES (FWG) v Praze (Schulte et al. 2025a), tedy ve městě, kde jsou soustředěny výjimečné doklady o povodních za posledních 900 let. Konference organizovaná Českým hydrometeorologickým ústavem (ČHMÚ) a Barcelonskou univerzitou se zaměřila na i) poskytnutí spolehlivých datových souborů pro budoucí scénáře rizik, adaptační a mitigační strategie prostřednictvím integrace časoprostorových informací o povodních napříč disciplínami; a ii) otázku, jak, kdy a kde byly říční nivy a pobřežní oblasti zásadně transformovány lidským působením, kdy tedy došlo ke změně dynamiky povodní a nástupu antropocénu.

Úvodní přednášku měla historička Andrea Kiss z Technické univerzity ve Vídni (TU Wien). Poskytla zde účastníkům přehled nejnovějšího výzkumu o povodních ve středověké Evropě, a to zejména se zaměřením na 14. století. Její přednáška a zájem měly vazbu na Prahu a velkou povodeň roku 1342. A. Kiss se zaměřila na kombinaci dokumentárních údajů s archeolo-

gickými nálezy a přírodními archivy. Zároveň ale upozornila na nutnost spolupráce s medievalisty, a to právě u těchto starších období, kde mají kronikářské záznamy svá úskalí a specifika. Právě k ověření takových dat nám pomáhá prostorový kontext, tedy mapové aplikace MEF (Map of Extreme Floods), soustřeďující dostupné informace o zatím zpracovaných evropských povodních (MEF; Elleder, Šírová 2023). Podle projevu druhého pozvaného řečníka, geologa Jana Hradeckého z Ostravské univerzity, hraje zásadní roli v dynamice povodní beskydského flyše propojení svahových procesů a údolních niv. Také další geomorfologické přednášky zdůraznily klíčovou roli sedimentárního procesu, spolu s klimatickou variabilitou a případně i zemětřeseními, jak pro vývoj sesuvů v Pyrenejích, Alpách a Himalájích, tak pro pobřežní reliéf v Polsku.

Dva paleoklimatické příspěvky z Nového Zélandu ukázaly úzkou souvislost frekvence historických povodní s antarktickou jižní oscilací (SAM) a indexem jižní oscilace (SOI), zatímco prezentace ze švýcarských Alp přisuzovala variabilitu povodní interakcím mezi sluneční aktivitou a klimatem pomocí formálních technik (tedy zjišťování vazeb mezi příčinou a následkem). Právě tato studie posouvá hranice paleoklimatického výzkumu a analyzuje přírodní i antropogenní faktory povodní.

Jiné přednášky se zaměřily na velké záplavy v rozsáhlých nivách v Argentině a Indii. Nivy ostatně pokrývaly velké oblasti také v předindustriální Evropě. Intenzivní využívání niv však

vyžadovalo regulaci zdrojů a ekonomické aktivity se dostávaly do konfliktů. Bylo zde poukázáno na to, že tradiční využívání půdy a moderní vodní hospodářství mohou mít rozličné dopady. Zvýšená míra sedimentace a kontaminace kovy byla zaznamenána v oblasti Horního Rýna a na jihu Nového Zélandu, zatímco regulace toků, výstavba přehrad a prohlubování koryt zvýšily erozi řeky Sávy v Chorvatsku, řek v Karpatech a také např. řeky Congost ve Španělsku.

Prezentace ze Španělska, Indie a Argentiny poukázaly na podobnosti tradičních strategií přizpůsobení se povodním, které byly odhaleny na různých kontinentech. Tradiční, komunitou řízené postupy hospodaření s povodněmi odváděly přebytečnou vodu z řek do zavlažovacích a retenčních oblastí. Naproti tomu koloniální, postkoloniální a současné postupy paradoxně zhoršily povodňovou zranitelnost, což bylo doloženo např. v Indii v povodí střední Gangy.

Dvě přednášky se zaměřily na historickou adaptaci po povodních v Česku a povodí řeky Aare ve švýcarských Alpách. Šlo zde o přemístění osad a budov dále od povodněmi ohroženého území. Zatímco ve Švýcarsku byla tato adaptace udržována po staletí, v českých záplavových oblastech se respekt k povodním během dvou generací vždy snížil. Proto jsou historické databáze dokumentárních zdrojů o povodních, jako jsou Tambora.org, HISTRHÔNE, Euro-Climhist a FWG-Metadata, nezbytnými nástroji archivace dat a prodlužování nedostačující „lidské povodňové paměti“ i krátkých měřených hydrologických řad. Navzdory jejich nepopíratelnému významu pro vědce a zainteresované strany mohou být databáze ohroženy technologickými problémy, nezájmem a rozpočtovými omezeními, jak bylo poukázáno na případu jižní Francie. Následkem je pak nejen zmarnění práce za mnoho dekad, ale i podstatné zhoršení protipovodňové ochrany, zvýšení zranitelnosti společnosti a ve svém důsledku často enormní ztráty na majetku a životech, které byly možná do značné míry zbytečné. Na to upozornil v ústním komentáři i profesor Jürgen Herget, který poukázal na následky ignorování výsledků výzkumu ze strany lokálních komunit v Německu a následné extrémní ztráty po povodni roku 2021 v povodí řeky Ahr. Bohužel došlo také k výraznému poklesu počtu povodňových značek ve střední Evropě, Česko nevyjímaje, kvůli chybějící právní ochraně a neporozumění.

Na workshopu představil vědecký řídicí výbor FWG (SSC) klíčové aktivity pracovní skupiny a oznámil dvě nadcházející konference FWG (IAL-IPA 2025 ve Francii a IGC 2026 na Novém Zé-



Obr. 2 Účastníci workshopu pracovní skupiny FLOODS (FWG), který se konal v Praze v září 2025. Setkání se zúčastnilo 40 delegátů ze 14 zemí Evropy, Jižní Ameriky, Asie, Afriky a Oceánie. Praha byla vybrána jako místo konání díky výjimečným dokladům o povodních za posledních 900 let.

landu). Kromě toho oznámil vydání druhého speciálního čísla časopisu *Floods Virtual* (Schulte et al. 2025b).

Obrázek 1 znázorňuje umístění 405 studií shromážděných v rámci komunity FWG. Od roku 2016 se zvýšil počet studií na jižní polokouli, stejně jako v Asii a Africe. Dále FWG SSC diskutoval dva možné přístupy k předložení návrhu nového přístupu MEF, který integruje dokumentární a přírodní archivy povodní, do výzvy PAGES Data Stewardship Project Call. Třetí den workshopu vedli Libor Elleder a Jan Daňhelka pěší exkurzi, společný oběd a plavbu s výkladem Nikolaje Savického a překladem Štěpána Rusňáka, během které účastníci získali přehled o tisícileté historii povodní v Praze.

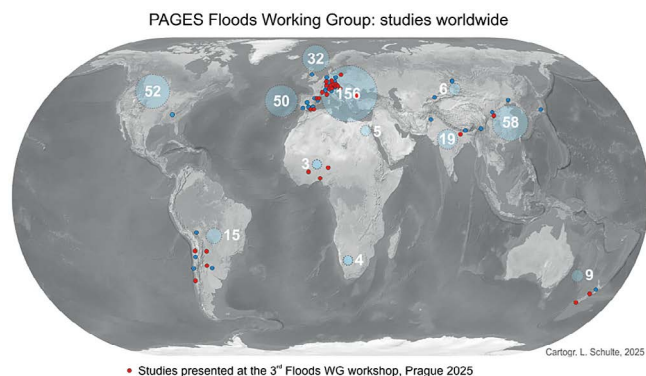
Poděkování:

Technickou podporu poskytly PAGES, University of Barcelona a ČHMÚ Praha. Za velkou pomoc děkujeme celému týmu ČHMÚ a archeologovi Janu Havrdovi, který zajistil správnost našeho výkladu z hlediska fluvialní archeologie, doprovodil nás a podal nutná vysvětlení. Rovněž děkujeme Janu Křížovi, tajemníkovi ČTVHS, který zajistil všemi oceňované prostory v Klubu techniků i bezproblémový catering a veškerou stravu. Za bezpečnou plavbu a průvodní slovo děkujeme kapitánu Štěpánu Rusňákovi a znalci Vltavy, historické plavby, Prahy a jejího kulturního a uměleckého bohatství Nikolaji Savickému.

Literatura:

- ELLEDER, L., ŠÍROVÁ, J., 2023. MEF application – the extreme floods are already in maps! EGU General Assembly 2023, Vienna, Austria, EGU23-3160.
- SCHULTE, L. et al., 2025a. Past Floods and Society. Climate variability, hydrological extreme events, environmental changes and societal resilience. Proceedings of the 3rd PAGES Floods Working Group Workshop, Prague, Czech Republic, ISBN 978-80-7653-079-9.
- SCHULTE, L. et al., 2025b. Editorial preface to special issue: Temporal and spatial patterns in Holocene floods under the influence of past global change, and their implications for forecasting “unprecedented” future events. *Global and Planetary Change*, Vol. 254, 105021. Dostupné z: <https://doi.org/10.1016/j.gloplacha.2025.105021>.

Libor Elleder



Obr. 1 ilustruje umístění 405 studií shromážděných v rámci pracovní skupiny Floods WG. Od roku 2016 se zvýšil počet studií na jižní polokouli, stejně jako v Asii a Africe.

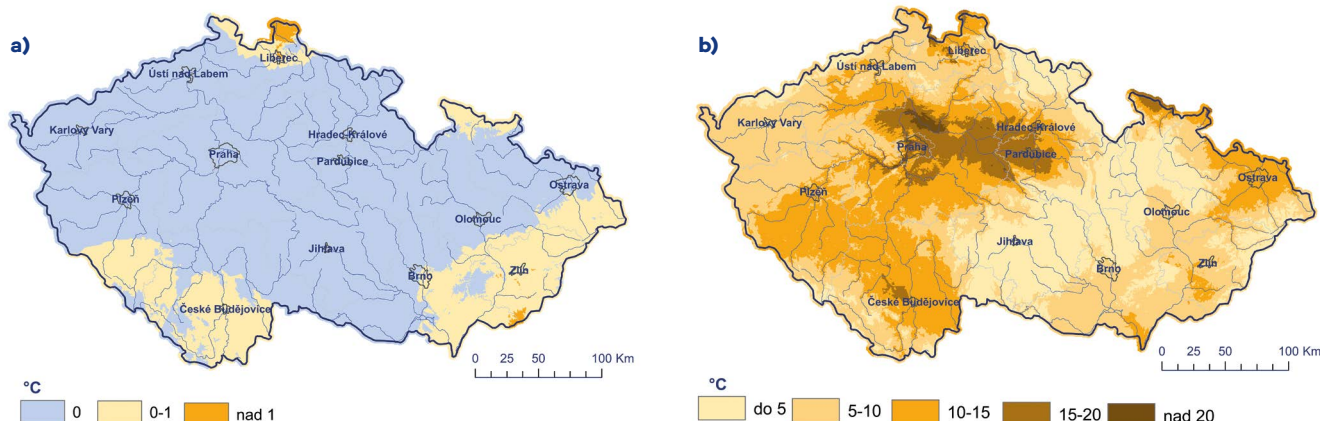
POČASÍ A ROSTLINY

Fenologický vývoj na území ČR v lednu a únoru 2026

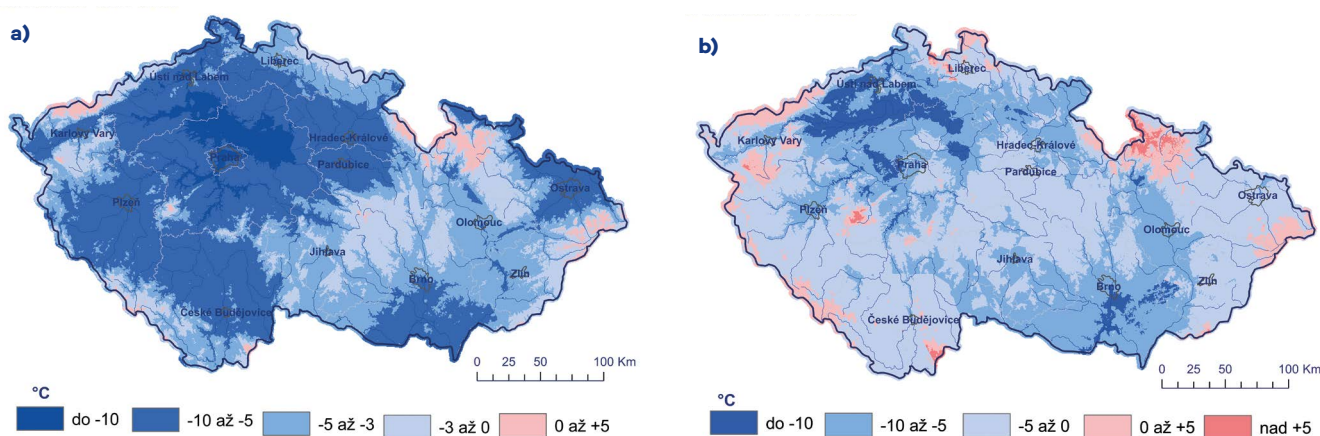
Podobně jako v předchozích letech i v roce 2026 Vás budeme pravidelně informovat o stavu počasí a rostlin v České republici-

ce z hlediska vývoje efektivní teploty vzduchu nad 5 °C, teploty půdy v hloubce 10 cm, kumulativního úhrnu srážek a fenologického vývoje rostlin. V tomto čísle vyhodnotíme časové období od 1. ledna do 28. února 2026. Při hodnocení vybraných charakteristik je používán normál 1991–2020.

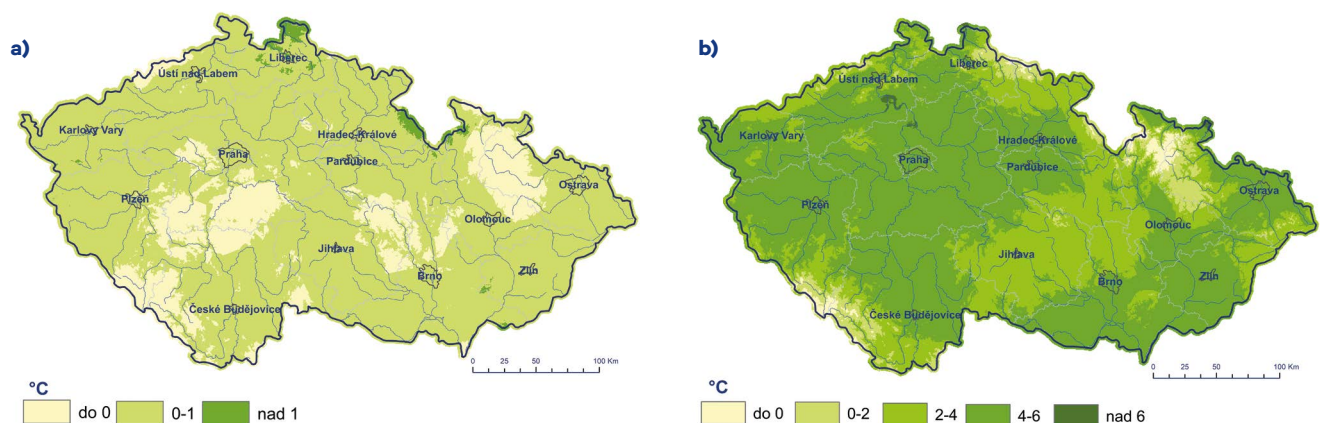
Celkovou sumu **efektivních teplot nad 5 °C** od 1. 1. 2026 do 31. 1. 2026 a do 28. 2. 2026 a její srovnání s normálem 1991–2020 zobrazují následující mapy (obr. 1, 2). Absolutní



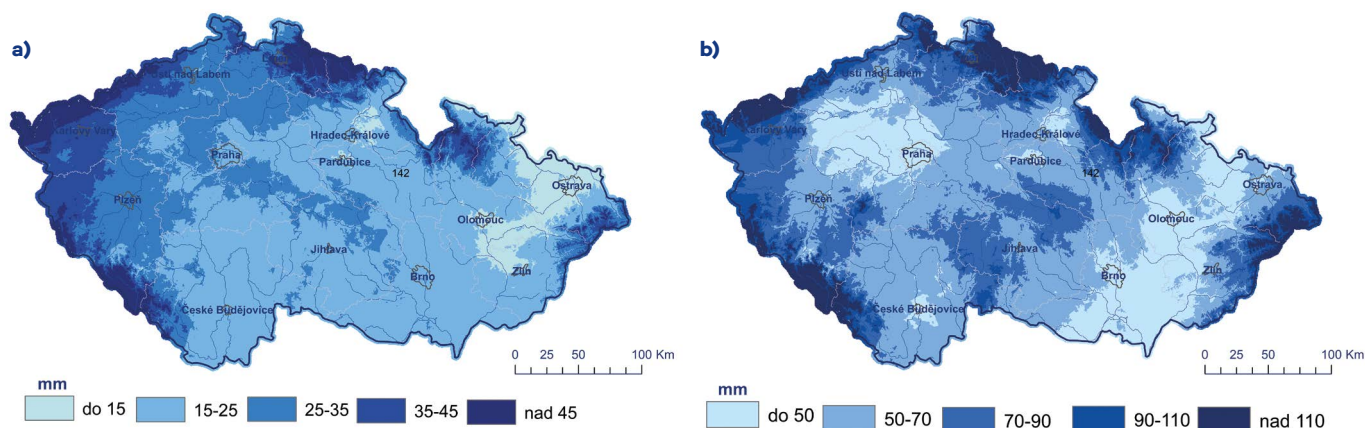
Obr. 1 Suma efektivních teplot vzduchu nad 5 °C od 1. 1. 2026 do 31. 1. 2026 (a) a do 28. 2. 2026 (b).



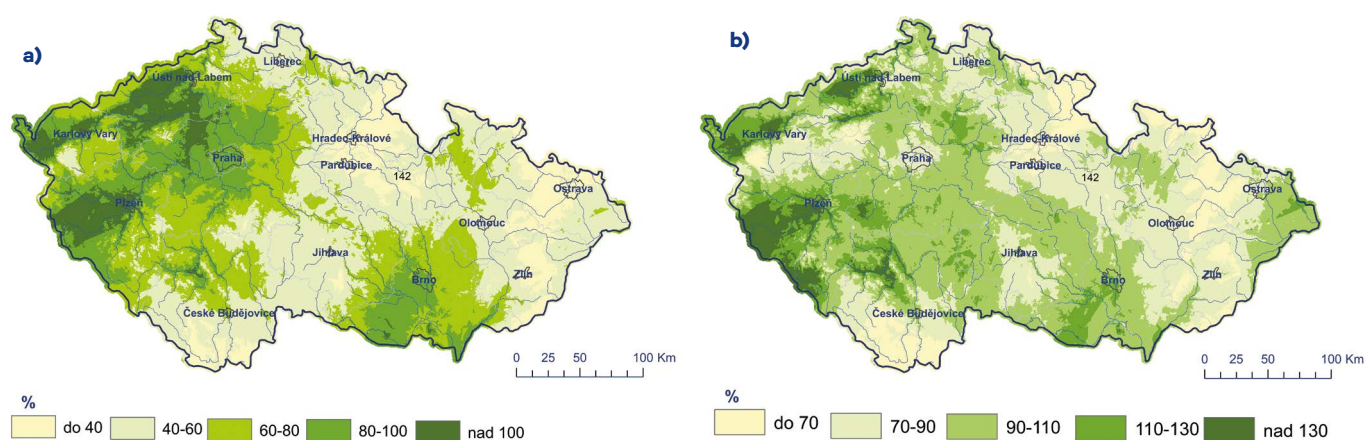
Obr. 2 Suma efektivních teplot vzduchu nad 5 °C – odchylka od normálu 1991–2020 od 1. 1. 2026 do 31. 1. 2026 (a) a do 28. 2. 2026 (b).



Obr. 3 Průměrná denní teplota půdy v hloubce 10 cm dne 1. 2. 2026 (a) a 1. 3. 2026 (b).



Obr. 4 Kumulativní úhrn srážek k 31. 1. 2026 (a) a 28. 2. 2026 (b).



Obr. 5 Kumulativní úhrn srážek (procenta normálu 1991–2020) k 31. 1. 2026 (a) a 28. 2. 2026 (b).



Obr. 6 Sněženka podsněžník (*Galanthus nivalis*), fenologická fáze počátek kvetení, stanice Benešov (graf) a Doksany (foto).

hodnoty sumy efektivních teplot vzduchu nad 5 °C byly v rozmezí 0 °C až 20 °C (v roce 2025 to bylo 2 °C až 15 °C). Odchytky od normálu 1991–2020 byly v lednu a únoru na většině území záporné, pouze na některých lokalitách byly kladné (do 5 °C). Leden byl chladnější než únor, v roce 2025 to bylo přesně naopak – leden byl teplejší a únor chladnější. V roce 2024 jsme zažili extrém výrazně teplého února, únorové odchytky sumy efektivních teplot vzduchu od normálu byly tehdy v rozmezí 15–60 °C.

Průměrná denní teplota půdy v hloubce 10 cm dne 1. 2. 2026 a 1. 3. 2026 je uvedena na obrázku 3. Hodnoty byly k datu 1. 2. 2026 v rozmezí 0–1 °C (v roce 2025 to bylo 0–5 °C), a k datu 1. 3. 2026 byly hodnoty v rozmezí 0–6 °C (v roce 2025 to bylo v rozmezí 0–3 °C a v roce 2024 to bylo v rozmezí 3–9 °C).

Kumulativní úhrn atmosférických srážek od 1. 1. 2026 do 31. 1. 2026 a 28. 2. 2026 a procentické vyjádření normálu 1991–2020 jsou vykresleny na obrázcích 4 a 5. Nejnižší kumulativní úhrn srážek v lednu (do 15 mm) byl zaznamenán na severní Moravě. Ve srovnání kumulativních hodnot srážek s normálem 1991–2020 byl leden sušší než únor, v lednu dosahovaly hodnoty na většině území 40 až 100 % normálu a v únoru 70 až 130 % normálu (v roce 2025 to bylo 50 až 110 % normálu).

V lednu a únoru byly rostliny ve vegetačním klidu, vegetace se letos začala probouzet ve druhé polovině února. S rozkvetem lísky začala i pylová sezóna (asi o 2 týdny později než v roce 2025). Ve druhé polovině února jsme v přírodě mohli vidět první květy sněženek či čemeřic. V roce 2026 začaly sněženky v Doksanech kvést 23. února (v roce 2025 to bylo 1. března) a líska obecná začala letos kvést 23. února (v roce 2025 to bylo již 9. února).

V dalším čísle vám přineseme aktuální informace o vlivu počasí na vegetaci v březnu a dubnu 2026.

Lenka Hájková

Meteorologické zprávy

Meteorological
Bulletin

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

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

Vydavatel (redakce) – Publisher

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

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

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

Z. Horký, Praha, Česká republika

F. Hudec, Univerzita obrany, Brno, Česká republika

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

P. Huszár, Univerzita Karlova, Praha, Česká republika

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

K. Krška, Brno, Česká republika

M. Lapin, Univerzita Komenského, Bratislava, Slovenská republika

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

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

V. Pastirčák, Bratislava, Slovenská republika

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

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

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

J. Strachota, Praha, Česká republika

J. Sulan, 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 Geostrophical Abstracts

Tisk:

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

CC BY-NC-ND

ISSN 0026-1173

ISSN 2788-3140 (on-line)

Registrační číslo MK ČR E 5107

© Meteorologické zprávy, Český hydrometeorologický ústav

Publikace vydané v nakladatelství ČHMÚ v roce 2025

1. J. Daňhelka, L. Dolák, R. Tolasz, L. Němec, I. Zusková, L. Elleder, P. Lipina, M. Muller, L. Hájková, I. Hůnová: **V Klementinu bylo naměřeno...**
ISBN 978-80-7653-076-8 [tištěná]
2. **Výroční konference České meteorologické společnosti 2025.** Sborník abstraktů z mezinárodní konference.
ISBN 978-80-7653-082-9 [online]
3. **Hydrologická ročenka České republiky 2024.**
ISBN 978-80-7653-084-3 [online]
4. **Klimatologická ročenka České republiky 2024.**
ISBN 978-80-7653-083-6 [online]
5. **Znečištění ovzduší na území České republiky v roce 2024.**
ISBN 978-80-7653-081-2 [online]
6. L. Schulte, L. Elleder, D. Kröhling, M. Kahle, J. A. Ballesteros-Cánovas, J. Daňhelka (eds): **Past floods and society. Climate variability, hydrological extreme events, environmental changes and societal resilience, 10-12th September 2025, Prague, Czech Republic.**
ISBN 978-80-7653-079-9 [tištěná]
7. V. Kodeš, R. Kodešová, A. Sadchenko, M. Fér, M. Kočárek, A. Nikodem, H. Švecová, A. Klement, J. Zelinka, R. Grabic, M. Ackermanová: **Mapy mobility látek v půdním prostředí a specifické zranitelnosti podzemních vod pro emergentní organické mikropolutanty: 1,3-diphenylguanidin, triethylcitrát, ky-selina naftalen-2-sulfonová, kyselina benzo(d)thiazol-2-sulfonová, 4-acetamidoantipyrin, 6:2 fluorotelomer-sulfonová kyselina.**
ISBN 978-80-7653-085-0 [online]
8. V. Kodeš, R. Kodešová, A. Sadchenko, M. Fér, M. Ackermanová, A. Nikodem, H. Roztočilová, H. Švecová, A. Klement, P. Válek, L. Mikl, R. Grabic: **Mapy výskytu látek v půdním a vodním prostředí pro emergentní organické mikropolutanty: 1,3-diphenylguanidin, triethylcitrát, kyselina naftalen-2-sulfonová, kyselina benzo(d)thiazol-2-sulfonová, 4-acetamidoantipyrin, 6:2 fluorotelomer-sulfonová kyselina.**
ISBN 978-80-7653-086-7 [online]
9. **National Greenhouse Gas Inventory Report of the Czech Republic: Submission under the UNFCCC and the Kyoto Protocol reported inventories 1990–2023.**
ISBN 978-80-7653-077-5 [online]
10. **Integrated reporting on greenhouse gas policies and measures and on projections in the Czech Republic.** Reporting under the Art. 18 of the Regulation EU No. 2018/1999.
ISBN 978-80-7653-077-5 [online]
11. **Informative Inventory Report Czechia 2025. Submission under the UNECE Convention on Long-range Transboundary Air Pollution Reported inventories 1990–2023.**
ISBN 978-80-7653-078-2 [online]