

Meteorologické zprávy

ROČNÍK
78–2025

3

**65 Průzkum a evidence pramenů ze 70. let jako
základ monitoringu podzemních vod v Česku**

Anna Lamačová – Helena Bažantová – Leona Bohdálková – Daniel Vláš

**75 Průměrné celorepublikové časové
řady koncentrací SO₂ a PM₁₀**

Hana Škáchová

**81 Úprava klíčových aktivitních dat ovlivňující odhady
emisí skleníkových plynů z obhospodařování
zemědělských půd podle požadavků Mezivládního
panelu pro změnu klimatu (IPCC)**

Jana Beranová – Miroslav Trnka – Emil Cienciala – Jan Klír – Jana Wollnerová
– Daniela Semeradová – Jan Balek – Jitka Slámová

Meteorological
Bulletin

Český
hydrometeorologický
ústav



65 Survey and inventory of springs in the 1970s as a basis for groundwater monitoring in the Czech Republic

Anna Lamačová – Helena Bažantová – Leona Bohdálková – Daniel Vlnas

75 Average nationwide time series of SO₂ (1971–2023) and PM₁₀ (1974–2023) concentrations

Hana Škáchová

81 Adjustment of key activity data affecting greenhouse gas emission estimates from agricultural land management in accordance with the requirements of the Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC)

Jana Beranová – Miroslav Trnka – Emil Cienciala – Jan Klír – Jana Wollnerová – Daniela Semeradová – Jan Balek – Jitka Slámová

Rozšiřuje – Free booking:

Český hydrometeorologický ústav, oddělení publikačních a informačních služeb
Na Šabatce 2050/17, 143 06 Praha 4-Komořany, tel.: 244 032 721, 244 032 722

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

Průzkum a evidence pramenů ze 70. let jako základ monitoringu podzemních vod v Česku

Survey and inventory of springs in the 1970s as a basis for groundwater monitoring in the Czech Republic

Anna Lamačová

Český hydrometeorologický ústav
oddělení podzemních vod,
Na Šabatce 17, 143 06 Praha 4-Komořany;
Česká geologická služba
oddělení biogeochemie a klimatické změny
Klárov 3, 118 21 Praha 1
✉ anna.lamacova@chmi.cz

Helena Bažantová

Český hydrometeorologický ústav
oddělení podzemních vod
Na Šabatce 17, 143 06 Praha 4-Komořany
✉ helena.bazantova@chmi.cz

Leona Bohdálková

Česká geologická služba
oddělení biogeochemie a klimatické změny
Klárov 3, 118 21 Praha 1
✉ leona.bohdalkova@geology.cz

Daniel Vlnas

Český hydrometeorologický ústav
pobočka Plzeň
Mozartova 41, 323 00 Plzeň
✉ daniel.vlnas@chmi.cz

An inventory of natural springs was carried out in the former Czechoslovak Socialist Republic between 1968 and 1975 as part of the state project No. S-0-30-2/4, entitled “The Establishment of a Basic Observation Network of Springs”. The objective was to systematically map groundwater springs across the country and to identify suitable spring sites for inclusion in a long-term monitoring network. From this original effort, ten final reports and 13,466 individual record cards have been preserved in the archives of the Czech Hydrometeorological Institute (CHMI) and the Geofond of the Czech Geological Survey. Although the original survey encompassed a broader area, a significant portion of the documentation – particularly the record cards – is no longer available in the CHMI archives. This paper analyses the surviving documentation, evaluates the number of springs mapped in individual catchments, and compares the state of the observation network at the time of mapping with its current condition. Of the 13,466 original record cards, data on 12,526 springs located within 53 third-order hydrological

catchments were utilized for this study. By 1979, five years after the inventory completion, 395 springs were being monitored in these 53 catchments. This figure includes both springs that were originally part of the monitoring program and those added after the inventory. In contrast, the current CHMI network monitors 317 springs across the Czech Republic, of which only 102 had already been observed in 1979. The spring yield data collected during the inventory revealed notable regional differences: higher flow rates were observed in areas with Cretaceous geological formations, while lower rates were typical of crystalline regions. A field inspection in 2024 confirmed how challenging it is to locate the original spring. A case study of the Velký pramen (Great Spring) in Mělnická Vrutice, once the most abundant spring in Bohemia, demonstrates the impact of anthropogenic interventions and climatic fluctuations on the spring yield regime. The study emphasizes the importance of long-term monitoring of springs within the context of climate change and the management of groundwater in a sustainable manner.

KLÍČOVÁ SLOVA: mapování hydrogeologické – vydatnost pramenů – síť pozorovací – odběry podzemní vody

KEYWORDS: hydrogeological mapping – spring yield – observation network – groundwater sampling

1. Úvod

Prameny představují přirozené vývěry podzemních vod, jejichž chování v čase poskytuje cenné informace o kvantitativním i kvalitativním stavu zvodní a o reakci podzemní vody na antropogenní či klimatické změny. Spolu s monitorovacími vrty, které umožňují systematické sledování hladin a vlastností podzemní vody i v hlouběji uložených kolektorech, tvoří prameny klíčové ukazatele hydrologické dynamiky území.

Vliv klimatické změny a extrémních hydrologických jevů zdůrazňuje důležitost dlouhodobého monitoringu pramenů. V českém prostředí se této problematice věnuje řada prací, které analyzují trendy dlouhodobých časových řad vydatnosti pramenů v kontextu změny teploty vzduchu, srážek, evapotranspirace a odběrů podzemních vod. Studie Lamačové et al. (2024), která hodnotí trendy vydatnosti 136 pramenů v období 1971–2020, ukazuje, že přibližně třetina z nich vykazuje klesající trend. Nejvýraznější poklesy byly pozorovány v nížinách a v oblastech s nízkou propustností hornin, typicky v krystalizovaných

niku a flyšových páslech. Autoři rovněž zaznamenali posun ročních maxim vydatností do dřívějších jarních měsíců, což pravděpodobně souvisí s dřívějším táním sněhu a častějším výskytem dešťových srážek na úkor sněhu v zimním období, v důsledku nárůstu teploty vzduchu.

Sledování pramenů na území České republiky je součástí státního monitoringu podzemních vod pod správou Českého hydrometeorologického ústavu (ČHMÚ). Nepravidelná pozorování byla prováděna již od 30. let minulého století. Pravidelné záznamy měření vydatnosti pramenů má ČHMÚ k dispozici zhruba od 50. let. V průběhu 60. let se ukázalo, že dosavadní počet sledovaných pramenů není dostatečný a že je třeba stávající síť pramenů rozšířit o další objekty. Proto byl v roce 1968 Hydrometeorologickému ústavu Praha (HMÚ) zadán státní úkol S-0-30-2/4: Realizace základní pozorovací sítě. Úkol byl realizován v několika etapách. Tato historická inventarizace představuje první systematický pokus o plošné zmapování vývěrů podzemní vody na území tehdejší Československé socialistické republiky (ČSSR). Základem se stala rozsáhlá a časově i technicky mimořádně náročná etapa terénního průzkumu a evidence pramenů na území tehdejší ČSSR. Průzkum zadával HMÚ ve větších hydrologických územních celcích – zpravidla povodích III. řádu tak, aby se do roku 1975 dosáhlo zpracování celého území ČSSR. Část inventarizace zřejmě probíhala ještě před oficiálním zadáním státního úkolu (S-0-30-2/4), neboť přibližně 15 % dochovaných evidenčních karet pochází z padesátých a šedesátých let, tedy z období před rokem 1968. V dalších etapách proběhl výběr vhodných pramenů pro systematická pozorování v následujících pěti letech a vedl k vytvoření základní pozorovací sítě pramenů HMÚ (Stoček et al. 1974c). Výběr pramenů zohledňoval charakter vývěru (bez zjevného antropogenního ovlivnění), vydatnost, dostupnost, stabilitu a hydrogeologickou reprezentativnost.

Cílem této studie bylo I) analyzovat dochovanou část historické inventarizace pramenů, která probíhala v letech 1968–1975, II) vyhodnotit počet zmapovaných vývěrů v jednotlivých hydrologických povodích a porovnat stav tehdejší pozorovací sítě se současnou situací, III) ověřit aktuální stav vybraných historicky evidovaných pramenů v terénu a IV) na základě případové studie Velkého pramene v obci Mělnická Vrutice názorně demonstrovat možnost využití historických dat při hodnocení vlivu hydrogeologických a klimatologických změn na vydatnost významných vodních zdrojů.

2. Archivní zdroje

2.1 Popis archivních zdrojů

Základem této práce je soubor interních zpráv z období realizace státního úkolu S-0-30-2/4 „Realizace základní pozorovací sítě“ z let 1968–1975. Práce probíhaly pod správou HMÚ, kte-

Obec: VELKÝ BOREK
Okres: Mělník
Kraj: Středočeský
Povodí místní: Pšovka
Povodí ústí: Dolní Labe
Číslo mapy 1:25 000: M-33-54-C-0
Soutok: 557963
Geol. útvar: křída
hornina: pískovce a jílovité slánky
Nejbližší srážkoměrná stanice: Mělník
Poznámka: Pramen v okolí Mělnické Vrutice u mlýna pod hospodář. stavěním, obdává celou řadu a klenutými kanálky, tvoří vývěr
Číslo pramene: 3-1-23-016-01
Název pramene: pramen v Velkém Futičce
Kategorie: 440
Průzkum proveden dne: 2.2.1969
Nadmožská výška pramene: 125 m
Číslo měření: 346840
Kultura: cest. plocha
Sestavil: Mělník
Měření pramene:

Datum	Počet	Vydatnost l/sec	Teplota v °C vody	Teplota v °C vzduchu	pH	Měření provedl
2.2.1969	polojarní	125				Dr. Nebl
30.11.1978		132	9,5°			

Situace: Map showing the location of the spring in the Mělnická Vrutice area, with a scale of 1:25,000.
Dosavadní využití: nevyužit
Výsledky měření: 2.2.1969, 30.11.1978
Pr. 1 - 21734/62

Obr. 1 Evidenční karta Velkého pramene v Mělnické Vrutici.

Fig. 1. Registration card of the Velký pramen in the Mělnická Vrutice municipality.

řý pro jednotlivé hydrologické celky zadával průzkum územně příslušným pracovištím, zejména pobočkám národního podniku Stavební geologie. Zprávy obsahují technické popisy metod terénního průzkumu, seznamy pramenů s lokalizací, údaje o vydatnosti, teplotě, chemismu i návrh vývěrů vhodných pro zařazení do pozorovací sítě. Součástí dokumentace byly rovněž standardizované evidenční karty o každém zaznamenaném vývěru. Každá karta obsahovala čtyři základní tematické okruhy informací. V části věnované identifikačním a lokalizačním údajům bylo uvedeno číslo pramene, jeho název (pokud byl znám), název obce a katastrálního území, zeměpisné souřadnice, nadmožská výška, datum měření a jméno zpracovatele. V části popisu prostředí byly zaznamenány údaje o geologickém podloží, typu horniny, způsobu využití plochy nebo vegetačním pokryvu (na kartě označeném jako „kultura“) a typu pramene (např. suťový, puklinový apod.). Naměřené údaje zahrnovaly vydatnost pramene, teplotu vody a pH. Součástí karty bylo také stručné zhodnocení a návrh dalšího využití, především s ohledem na zařazení či nezařazení objektu do vyhledávací pozorovací sítě. V některých případech byly karty doplněny o schematický náčrtek nebo výřez z mapy pro přesnější lokalizaci (obr. 1).

Postup prací se řídil dle metodických pokynů Hydrometeorologického ústavu z let 1969 a 1970 a z tzv. „Návrhu postupu realizace základnej pozorovacej siete prostých prameňov“ (státní úkol S-0-30-2/4). Průzkumy byly realizovány jednotným postupem, který byl rozdělen do tří fází – přípravných prací, systematických pochůzek v terénu a následného zpracování získaných údajů.

2.2 Přípravná fáze

V přípravné fázi byly studovány dostupné informace o území z hlediska topografie, fyzicko-geografických podmínek, geomorfologie, geologie a dopravní dostupnosti. Pro účely plánování tras pochůzek a evidenci pokrytých oblastí byly vyhotoveny

nákresy dílčích povodí v měřítku 1:25 000, které byly následně překreslovány na průsvitky. Ty sloužily k přesnému zakreslování zmapovaných oblastí a plánování postupu pochůzek.

2.3 Terénní průzkum a měření

Terénní průzkum probíhal metodou „z údolí do údolí“, při níž byly systematicky procházeny jednotlivé přítoky vodních toků. V oblastech s výskytem propustných eluvií byl terén navíc procházen i po vrstevnicích, a to v několika výškových úrovních. Prameny byly vyhledávány především v místech s předpokládanou vyšší propustností hornin. V zalesněném nebo nepřístupném terénu se využívalo nepřímých podpůrných indikátorů – např. značení pramenů v mapových podkladech nebo výskyt vlhkomilné vegetace. Nízký stav hladiny podzemní vody a srážkový deficit však v některých oblastech možnosti identifikace vývěrů výrazně omezoval (Václavík et al. 1969). Za pramen byly považovány všechny vývěry podzemní vody, které splňovaly definici „soustředěný přirozený výtok podzemní vody na zemský povrch“. Evidovány byly všechny prameny s vydatností od $0,1 \text{ l}\cdot\text{s}^{-1}$ v nížinách a kotlinách a od $1,0 \text{ l}\cdot\text{s}^{-1}$ v krasových oblastech.

Měření vydatnosti probíhalo převážně pomocí odměrné nádoby o objemu 5 litrů. U velmi slabých vývěrů se používala nádoba o objemu 0,3 litru. U vydatnějších pramenů byly někdy zbudovány jednoduché měrné přelivy s obdélníkovým výřezem, které umožňovaly opakované stanovení průtoku (Stoček et al. 1974a,d). V případech, kdy nebylo možné provést přímé měření, byla vydatnost pouze odhadnuta a v kartě uvedena jako orientační.

Součástí terénního měření bylo rovněž zaznamenání fyzikálně-chemických parametrů vody. Teplota vzduchu i vody byla měřena teploměrem s dělením na desetiny stupně Celsia. Hodnoty pH byly určovány pomocí indikátorových papírků značek PHAN nebo MULTIPHAN (Stoček et al. 1974d). Odebírané vzorky byly v některých povodích zasílány do laboratoře k chemické analýze.

2.4 Zpracování dat a výběr pramenů do pozorovací sítě

V závěrečné fázi, po ukončení terénních prací, byly všechny získané údaje zpracovány. Výstupem byly podrobné etapové a závěrečné zprávy doplněné o mapové a grafické přílohy. Důležitou součástí každé zprávy byl také předběžný výběr pramenů vhodných pro dlouhodobé pozorování. Ke každému zaznamenanému vývěru byla vyhotovena evidenční karta, obsahující lokalizační a měrné údaje, stručný popis morfologie a případně i návrh na zařazení do vyhledávací pozorovací sítě.

Výběr objektů pro navrženou základní síť sledování probíhal ve spolupráci terénních pracovníků a odborných pracovníků HMÚ. Kritéria výběru zahrnovala: I) vydatnost pramene, II) stálost průtoku a sezónní stabilitu, III) hydrogeologickou reprezentativnost (poloha v rámci kolektorů) a IV) přístupnost pro měření a možnost vybudování jednoduchého přelivu.

Ve většině zpráv je zdůrazněno, že výběr objektů byl ovlivněn tehdejšími možnostmi přístupu (včetně vojenských území) a stavem hydrologického režimu. Zároveň se posuzovalo i možné antropogenní ovlivnění. Například v povodí Berounky od Úslavy po Střelu byla vybrána skupina dobře přístupných pramenů rozptýlených po povodí, které měly nebo mohly mít vodárenský význam, přestože nedosahovaly mimořádných vydatností (Stoček et al. 1974c).

3. Metodika

3.1 Zpracování archivních dat

Veškeré archivované evidenční karty pramenů nalezené v archivu ČHMÚ v Brozanech byly v letech 2021 a 2024 digitalizovány. Údaje z karet byly přepsány do excelových souborů v následující struktuře: číslo pramene z karty, zeměpisná délka a šířka, počet měření na lokalitě. V případě, že bylo měření více, byla měření zaznamenána do jednotlivých sloupců. Digitalizovaný záznam o měření pramene obsahoval následující údaje: datum, vydatnost v $\text{l}\cdot\text{s}^{-1}$, rozpětí vydatnosti, pokud nebylo možné vydatnost změřit, teplota, pH a poznámka.

Evidenční karty byly naskenovány do formátu PDF. Celkem bylo digitalizováno 13 466 evidenčních karet. Pro účely dalšího zpracování byla tato data v několika krocích upravena. Nejdříve proběhla kontrola správnosti souřadnic. Hodnoty souřadnic nacházející se mimo území ČR, byly zkontrolovány s původními evidenčními kartami. K určení správných souřadnic často sloužily schematické nákresy lokalizace pramenů. Objekty s chybějícími údaji o souřadnicích a bez informace o vydatnosti byly ze zpracování vyřazeny. Celkově bylo z dalšího zpracování vyřazeno 943 záznamů.

Pro vizualizaci vydatností archivně sledovaných pramenů byly použity boxploty, které umožňují přehledné porovnání rozdělení hodnot vydatnosti [$\text{l}\cdot\text{s}^{-1}$] mezi jednotlivými povodími III. řádu a kategoriemi hydrogeologického prostředí. V analýze byly využity všechny dostupné hodnoty vydatnosti z databáze v povodích s více než 100 záznamy. Pro lepší názornost byly extrémní hodnoty oříznuty na 99. percentil. Průměrné hodnoty v jednotlivých povodích byly stanoveny a zobrazeny ze všech dat bez oříznutí na 99. percentil. Povodí byla rozdělena do tří kategorií podle dominantní hydrogeologické stavby: pánev, krystalinikum a přechod pánev/krystalinikum. Do kategorie pánev jsou zahrnuta povodí s převahou kolektorových struktur křídového nebo permokarbonského stáří. Přechodná kategorie zahrnuje povodí, kde plošné zastoupení pánevních struktur přesahovalo 30 %, ale nepřevládalo.

Průměrné roční úhrny srážek pro období 1961–2024 pro území Česka a Severočeské křídly (1971–2020) byly poskytnuty ČHMÚ. Data vznikla prostorovou interpolací staničních měření. Podrobnosti k metodice interpolace a homogenizace meteorologických časových řad uvádějí Štěpánek et al. (2011, 2013) a plošné srážky na území vznikly orografickým kriegingem více informací v práci Šercla (2008).

3.2 Terénní inspekce

V roce 2024 byla realizována inspekční cesta v povodí třetího řádu Úhlava (1-10-03) zaměřená na ověření existence a aktuálního stavu vybraných pramenů evidovaných v archivních dokumentech. Celkem bylo vybráno 10 záznamů v pramené oblasti řeky Úhlavy. Výběr lokalit vycházel z dostupnosti, historické vydatnosti a typového zastoupení. Prameny byly v terénu hledány podle souřadnice uvedené v evidenční kartě, nákresu a slovního popisu.

Cílem bylo zjistit, do jaké míry lze po více než padesáti letech nalézt a identifikovat původně evidované vývěry, zhodnotit jejich aktuální měřitelnost a posoudit vhodnost pro zařazení do stávající pozorovací sítě pramenů.

4. Výsledky a diskuze

4.1 Zpracování archivních dat

Digitalizovaná data pokrývají celkem 53 hydrologických povodí III. řádu, což představuje pouze část z celkového rozsahu původně plánovaného průzkumu (obr. 2). Je pravděpodobné, že v některých povodích byly prameny rovněž mapovány, ale záznamy se do dnešních dnů nedochovaly, nebo nebyly předány do archivu ČHMÚ.

Největší počet vývěřů byl zaznamenán v povodí 1-05-01 (Horní Vltava), kde bylo evidováno 1 017 pramenů. Následovalo povodí 2-04-07 (Lužická Nisa od Mandavy po Nisu pod Ještědem) s 833 prameny a 1-01-01 (Horní Labe po Úpu) se 789 vývěřů. Významné počty pramenů byly dále zaznamenány například i v povodí 1-10-02 (Radbuza) a 1-03-05 (Doubrava – dolní tok), tab. 1.

Naopak v některých povodích se dochoval pouze zlomek dat – například v povodí 2-04-08 (Mandava) je evidován pouze jeden vývěř, v povodí 1-01-04 (Labe od Metuje po Orlici) pouze sedm vývěřů a v několika dalších (např. 1-04-05 Mrlina a Labe od Mrliny po Výrovku, 1-14-02 Labe od Bíliny po Ploučnici, 1-13-02 Teplá a Ohře od Teplé po Libocký potok) se počet záznamů pohybuje v řádu jednotek (tab. 1). Tyto nízké počty však spíše než absenci pramenů v dané oblasti odrážejí neúplnost dochovaných archivních podkladů.

Součástí dochovaných zpráv závěrečného hodnocení byl i výběr pramenů vhodných k dlouhodobému sledování. Například v povodí 1-03-05 (Doubrava) bylo navrženo pět pramenů z celkových 536, z toho tři v oblasti křídý a dva v krystaliniku. V povodí 1-11-01 (Berounka od Úslavy po Střelu) bylo doporučeno rovněž pět ze 102 vývěřů. V oblasti 1-13-02 (Teplá a Ohře od Teplé po Libocký potok) bylo vybráno šest pramenů, z nichž do monitoringu byly nakonec zařazeny tři, přestože žádný z nich plně nesplňoval všechna kritéria.

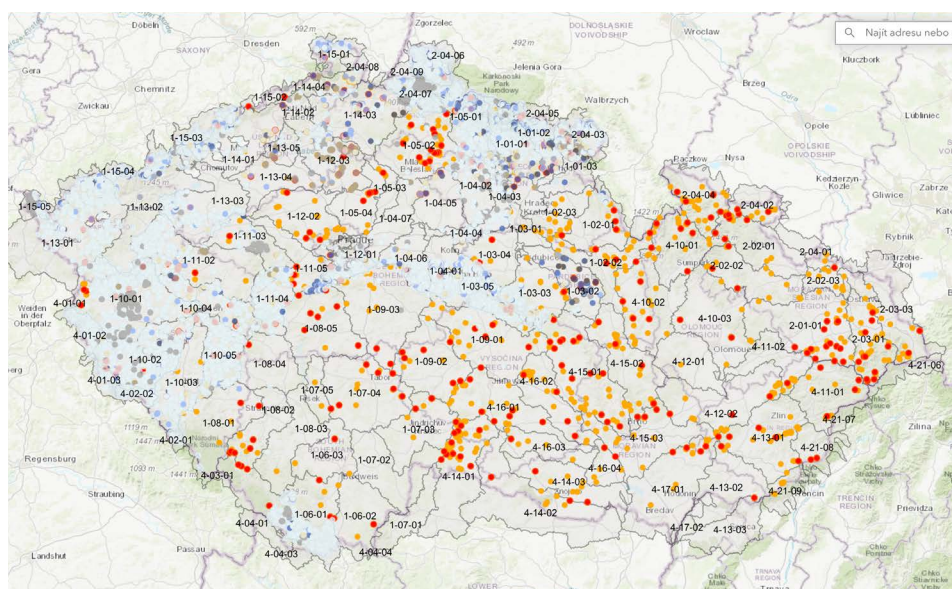
Protože se nepodařilo dohledat zprávy s návrhy vývěřů vhodných pro zařazení do sítě ze všech povodí, pro která byly v archivu ČHMÚ nalezeny evidenční karty, byla data z průzkumu srovnána se stavem monitorovací sítě HMÚ pět let po skončení hlavní části průzkumu, tedy v roce 1979. Tento stav zahrnoval jak původně sledované objekty, tak rozšíření v důsledku inventarizace.

Z 53 povodí, pro která se dochovaly záznamy z průzkumu, bylo v roce 1979 systematicky monitorováno HMÚ 43 povodí. Nejvíce pramenů bylo sledováno v povodí 1-12-03 (Labe od Vltavy po Ohři; 62 pramenů), což svědčí o mimořádném zájmu o tuto oblast. Významný podíl pramenů byl sledován také v povodích 1-01-02 (Úpa a Labe od Úpy po Metuji; 28 pramenů), 1-01-03 (Metuje; 20) a 1-03-02 (Loučná

a Labe od Loučné po Chrudimku; 18). Naopak v některých povodích, přestože zde byly evidovány desítky až stovky vývěřů (např. 1-10-03 Úhlava nebo 1-04-06 Výrovka), nebyl do sítě zařazen žádný pramen (tab. 1).

Průměrné vydatnosti pramenů jednotlivých povodích se pohybovaly v rozmezí 0,1 až 7,9 l·s⁻¹ (tab. 1), přičemž většina povodí vykazovala průměry pod 1 l·s⁻¹. Mezi jednotlivými povodími jsou patrné rozdíly nejen v absolutních hodnotách vydatnosti, ale i v jejich rozptýlu. Významně vyšší hodnoty byly zaznamenány zejména v křídových oblastech, například v povodí 1-03-02 (Loučná a Labe od Loučné po Chrudimku; 7,9 l·s⁻¹) nebo 1-12-03 (Labe od Vltavy po Ohři; 1,7 l·s⁻¹), kde se kromě vyšších průměrů vyskytovaly i vývěry s mimořádnou vydatností. Naproti tomu v oblastech s krystalinickým podložím, jako jsou například povodí 1-03-03 (Doubravka; 0,1 l·s⁻¹) nebo 1-04-01 (Střední Sázava; 0,5 l·s⁻¹), byly zaznamenány převážně suťové a puklinové prameny s nízkými vydatnostmi, často s hodnotami v řádu desetin nebo setin litru za sekundu (tab. 1). Průměrné vydatnosti pramenů z různých hydrogeologických struktur ukazuje boxplotový graf (obr. 3), ze kterého jsou patrné vyšší hodnoty vydatností pramenů v pánevních oblastech ve srovnání s oblastmi krystalinika.

Výsledky měření je nutné vnímat v kontextu klimatických podmínek v době průzkumu. Řada zpráv se shoduje na tom, že mapování probíhalo během několikaletého sucha a v období nízkých hladin podzemní vody. Například dvouetapový průzkum v povodí 1-10-01 (Mže nad Radbuzou), probíhající v letech 1972–1973, byl charakterizován jako období se sníženou hladinou podzemní vody, kterou neovlivnily ani letní bouřky, ani občasná deště (Stoček et al. 1974a). Podobné poznámky se objevují i v dalších zprávách, které upozorňují, že dlouhodobý nedostatek srážek mohl vést k podprůměrným vydatnostem evidovaným během průzkumu. Roky 1969 a 1971–1973 byly na území Česka srážkově podnormální (obr. 4). V letech 1971



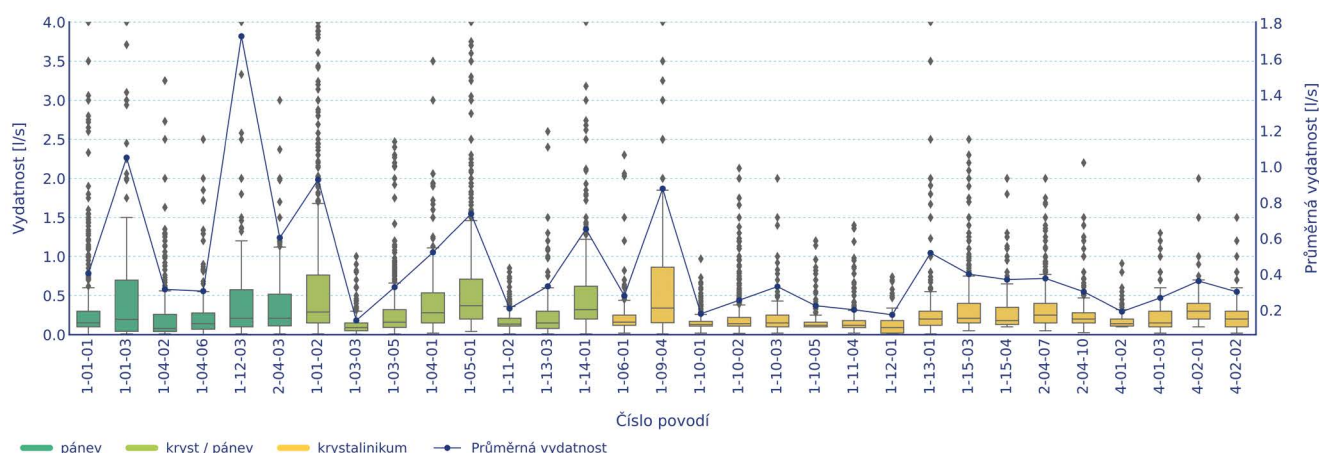
Obr. 2 Mapa současné monitorovací sítě pramenů ČHMÚ (červená kolečka) s vyznačením dochovaných dat z průzkumu v letech 1968–1975 (modrá a šedá kolečka) a rozsahem monitoringu před rokem 1979 (oranžová kolečka) a povodími III. řádu. Detailnější zobrazení je dostupné na následující webové stránce: <https://arcg.is/yejWK>.

Fig. 2. Map of the current CHMI spring monitoring network (red circles) showing archival data from the 1968–1975 survey (blue and grey circles) and the extent of monitoring before 1979 (orange circles) and hydrological sub-basins (3rd order). A more detailed view is available on the following webpage: <https://arcg.is/yejWK>.

Tab. 1 Přehled počtu pramenů evidovaných při inventarizaci v letech 1968–1975 v jednotlivých hydrologických povodích III. řádu. Tabulka dále uvádí počet pramenů zařazených do sítě HMÚ před rokem 1979, počet aktivně sledovaných pramenů v roce 2025 a základní statistické charakteristiky vydatnosti z průzkumu – průměr, minimum, maximum a směrodatnou odchylku.

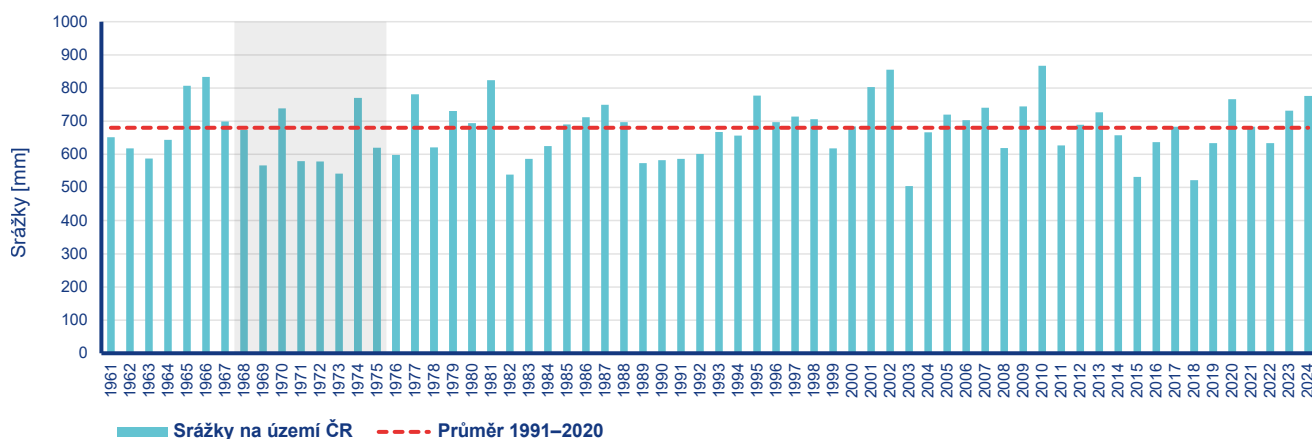
Table 1. Overview of the number of springs recorded during the 1968–1975 survey in individual hydrological sub-basins (3rd order). The table also includes the number of springs included in the HMI monitoring network before 1979, the number of springs actively monitored in 2025, and basic statistical characteristics of spring yields from the survey – average, minimum, maximum, and standard deviation.

Číslo povodí	Počet pramenů: průzkum	Počet pramenů HMÚ se začátkem sledování před rokem 1979	Počet pramenů sledovaných ČHMÚ v roce 2025	Průměrná vydatnost: průzkum [$\text{l}\cdot\text{s}^{-1}$]	Minimální vydatnost: průzkum [$\text{l}\cdot\text{s}^{-1}$]	Maximální vydatnost průzkum [$\text{l}\cdot\text{s}^{-1}$]	Směrodatná odchylka vydatnosti: průzkum
1-01-01	789	18	2	0,4	0,002	17,5	1,03
1-01-02	670	28	7	0,9	0,01	30,2	1,95
1-01-03	316	20	4	1,1	0,01	70,0	4,63
1-01-04	7	4	2	4,0	0,39	10,0	3,60
1-02-01	40	17	4	0,5	0,05	2,65	0,53
1-03-02	79	18	5	7,9	0,15	57,0	12,1
1-03-03	420	15	1	0,1	0,006	3,00	0,22
1-03-05	536	9	3	0,3	0,009	4,00	0,51
1-04-01	321	5	1	0,5	0,02	5,50	0,76
1-04-02	412	7	4	0,3	0,01	17,5	1,07
1-04-03	106	3	0	0,7	0,01	8,39	1,36
1-04-04	18	1	0	0,3	0,01	1,40	0,36
1-04-05	6	6	2	2,1	0,74	3,81	1,28
1-04-06	195	3	1	0,3	0,002	3,90	0,52
1-04-07	14	3	1	0,5	0,05	1,54	0,43
1-05-01	1017	5	4	0,7	0,04	30,0	1,36
1-06-01	451	9	2	0,3	0,02	8,00	0,64
1-09-04	218	3	2	0,9	0,01	6,50	1,30
1-10-01	571	12	6	0,2	0,02	5,00	0,27
1-10-02	718	16	6	0,3	0,016	6,40	0,44
1-10-03	160	3	0	0,3	0,02	8,30	0,88
1-10-04	23	0	0	0,3	0,02	3,50	0,71
1-10-05	317	5	3	0,2	0,1	14,0	0,80
1-11-01	102	10	6	0,9	0,1	33,7	3,78
1-11-02	191	12	3	0,2	0,01	2,00	0,21
1-11-03	71	5	1	0,3	0,01	1,20	0,27
1-11-04	248	10	3	0,2	0,02	3,49	0,31
1-12-01	144	1	0	0,2	0,01	3,56	0,37
1-12-03	211	62	5	1,7	0,01	125	10,8
1-13-01	355	3	3	0,5	0,01	11,5	1,34
1-13-02	6	3	0	1,3	0,25	3,29	1,14
1-13-03	240	2	1	0,3	0,01	10,0	0,86
1-13-04	14	10	2	1,1	0,67	1,42	0,31
1-13-05	11	5	1	1,2	0,06	5,29	1,86
1-14-01	227	13	4	0,7	0,01	8,50	0,95
1-14-02	7	3	0	0,8	0,79	0,79	0,00
1-14-03	82	15	6	2,4	0,05	47,3	6,54
1-14-05	27	19	3	2,2	0,06	8,00	2,09
1-15-01	96	2	2	1,0	0,05	15,0	2,04
1-15-02	2	2	0	1,0	0,18	1,89	0,86
1-15-03	568	1	1	0,4	0,05	4,00	0,54
1-15-04	115	0	0	0,4	0,1	2,50	0,46
1-15-05	63	0	0	0,2	0,1	1,38	0,23
2-04-03	150	3	1	0,6	0,01	10,0	1,19
2-04-06	53	0	0	0,2	0,1	3,00	0,41
2-04-07	833	3	0	0,4	0,05	3,65	0,41
2-04-08	1	1	0	2,1	2,14	2,14	0,00
2-04-09	63	0	0	0,7	0,1	6,00	0,88
2-04-10	520	0	0	0,3	0,025	10,9	0,62
4-01-02	250	0	0	0,2	0,1	1,90	0,18
4-01-03	146	0	0	0,3	0,02	2,50	0,33
4-02-01	204	0	0	0,4	0,1	5,00	0,49
4-02-02	122	0	0	0,3	0,02	2,00	0,32



Obr. 3 Rozdělení vydatnosti pramenů [$\text{l}\cdot\text{s}^{-1}$] ve 31 povodích s více než 100 záznamy, barevně rozlišené podle typu hydrogeologického prostředí. Boxploty jsou z důvodu názornosti oříznuty na 99. percentil. Modrá linie znázorňuje průměrnou vydatnost z neořezaných dat. Většina měření pochází z let 1968–1975.

Fig. 3. Review of spring yields [$\text{l}\cdot\text{s}^{-1}$] in 31 catchments with more than 100 measurements, colour-coded by hydrogeological region type. For clarity, box-plots are trimmed at the 99th percentile. The blue line represents the mean spring yield based on untrimmed data. Most measurements were collected between 1968 and 1975.



Obr. 4 Roční plošné úhrny srážek na území Česka v období 1961–2024. Červeně tečkovaná čára znázorňuje průměr za referenční období 1991–2020 (680 mm). Šedé zvýraznění označuje období 1968–1975, kdy byla pořízena většina měření vydatnosti pramenů použitých v této analýze.

Fig. 4. Annual areal precipitation totals in the Czech Republic from 1961 to 2024. The red dashed line indicates the average for the reference period 1991–2020 (680 mm). The grey-shaded area highlights the period 1968–1975, during which most of the spring discharge measurements used in the analysis were collected.

a 1972 bylo zmapováno celkem 45 % ze všech evidovaných pramenů. Monitoring vydatnosti pramenů probíhal především v letních a podzimních měsících. Nejvíce měření bylo provedeno v červenci (27 %), dále pak v červnu (12 %), říjnu (12 %) a srpnu (10 %). Naopak od prosince do března bylo v jednotlivých měsících zaznamenáno < 5 % měření.

Průzkum v době suchého období mohl ovlivnit i hodnoty směrodatné odchylky vydatnosti evidovaných pramenů. V povodích s převládající nízkou vydatností, například 1-03-03 (Doubravka; směrodatná odchylka $0,22 \text{ l}\cdot\text{s}^{-1}$) nebo 1-11-02 (Rakovnický potok; $0,21 \text{ l}\cdot\text{s}^{-1}$), byla i variabilita vyjádřená směrodatnou odchylkou minimální. Naopak výrazně vyšší hodnoty směrodatné odchylky byly zaznamenány v povodích s většími vývěry – například 1-03-02 (Loučná a Labe od Loučné po Chrudimku; $12,1 \text{ l}\cdot\text{s}^{-1}$) nebo 1-12-03 (Labe od Vltavy po Ohři; $10,8 \text{ l}\cdot\text{s}^{-1}$). To poukazuje na široké rozpětí mezi jednotlivými vývěry v rámci jednoho povodí – od slabých po mimořádně vydatné.

Celkově lze konstatovat, že pouze malá část z evidovaných pramenů byla doporučena k dlouhodobému sledování. To odpoví

vidá metodickému postupu, kdy byly pro síť vybírány jen prameny s dostatečnou vydatností, stabilitou vývěry a technickou dostupností pro měření. Z dochovaných dat rovněž vyplývá, že mnoho pramenů zařazených do pozorovací sítě HMÚ v 70. letech bylo sledováno jen po omezenou dobu – často pouze několik let, bez návaznosti na systematické dlouhodobé sledování. To samé platí i při porovnání se současným stavem pozorovací sítě. Z 395 pramenů, jejichž pozorování začalo před rokem 1979, je v roce 2025 nadále sledováno pouze 102 z nich, tedy přibližně čtvrtina. Část pramenů zanikla v důsledku antropogenních nebo přirozených příčin, v průběhu let došlo také k několika vlnám optimalizace sítě zejména v devadesátých letech, kdy se v důsledku omezených finančních prostředků snížil počet sledovaných pramenů.

Pozorovací síť pramenů ČHMÚ v roce 2025 zahrnuje 317 monitorovaných objektů. V databázi jsou uložena data, týkající se celkem 1 236 pramenů, které byly v různých obdobích měřeny nebo zařazeny do sledování.

Tab. 2 Přehled vybraných pramenů lokalizovaných v rámci terénní inspekce v roce 2024. Tabulka uvádí informace převzaté z historických evidenčních karet (místo, rok měření, vydatnost, typ, nadmořská výška, charakter využití území) a jejich aktuální stav.
 Table 2. Overview of selected springs located during the 2024 field inspection. The table provides information extracted from historical registration cards (location, year of measurement, yield, spring type, elevation, land use) and their current status.

Číslo pramene	Místo	Rok měření	Vydatnost [l·s ⁻¹]	Typ pramene	Nadmořská výška pramene [m n. m.]	Kultura	Stav v současnosti
1-10-03-013-20	Zadní Chalupy	1975	1,4	suťový	765	les	nevyužitelný
1-10-03-013-21	Zadní Chalupy	1975	1,5	suťový	836	les	nevyužitelný
1-10-03-013-03	Zadní Chalupy	1975	0,92	suťový	737	louka	nevyužitelný
1-10-03-001-57	Zadní Hamry	1963	2,0	puklinový	640	louka	nevyužitelný
1-10-03-001-58	Zadní Hamry	1963	0,13	puklinový	680	les	nenalezen
1-10-03-001-43	Brčálník	1963	1,0	puklinový	880	louka	nevyužitelný
1-10-03-001-37	Brčálník	1963	0,83	puklinový	805	louka	nevyužitelný
1-10-03-001-38	Brčálník	1963	1,0	puklinový	850	les	nenalezen
1-10-03-025-25	Městiště	1963	1,0	puklinový	920	les	nenalezen
1-10-03-025-01	Městiště	1963	0,15	puklinový	1100	les	nenalezen

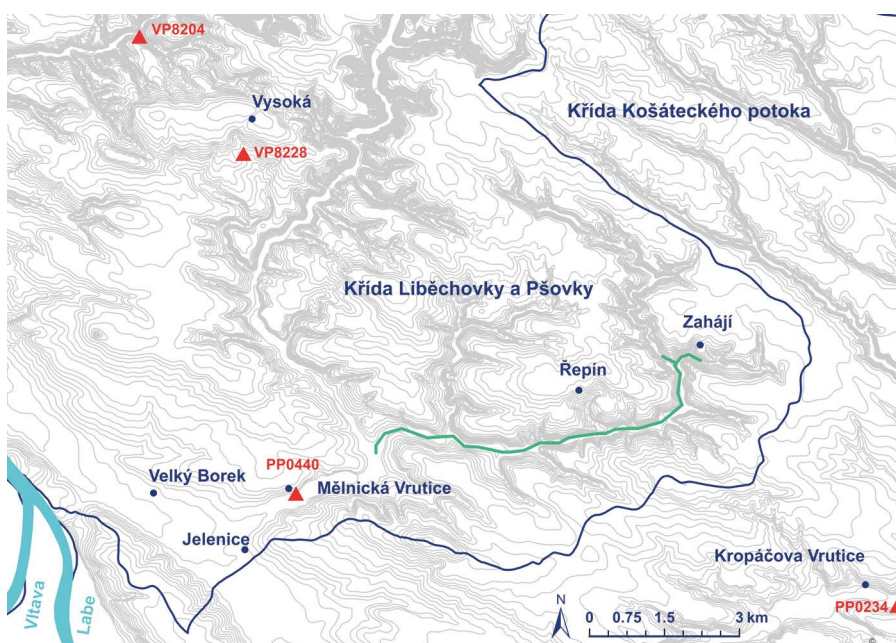
4.2 Terénní inspekce v roce 2024

V rámci terénní inspekce v roce 2024 bylo prověřeno 10 pramenů vybraných na základě historického průzkumu z let 1963 a 1975. Jednalo se převážně o vývěry suťového a puklinového typu s vydatnostmi v rozmezí 0,13 až 2 l·s⁻¹. Lokalizace se podařila u šesti z nich, zejména v oblasti zaniklé obce Zadní Chalupy a horního toku Úhlavy. Zbýlé vývěry se nepodařilo nalézt kvůli výrazným změnám krajiny, nepřesnosti archivních lokalizačních údajů, zarůstání terénu, zániku orientačních bodů a absenci morfologických znaků i při použití souřadnic z evidenčních karet.

Stav nalezených vývěrů ukázal, že žádný z nich není vhodný pro zařazení do režimního sledování. Důvodem byla nízká nebo neměřitelná vydatnost, ovlivnění povrchovým odtokem, přítomnost jímacích objektů nebo nevhodná poloha – například v oplocených pastvinách či v bezprostřední blízkosti dopravních staveb. Inspekce potvrdila, že od doby původní evidence došlo na řadě lokalit k výrazným změnám – některé prameny zanikly, jiné byly přestavěny nebo překryty. Výsledky ukazují, že bez aktuálního terénního šetření nelze stav historicky evidovaných vývěrů spolehlivě určit (tab. 2).

4.3 Velký pramen – Mělnická Vrutice

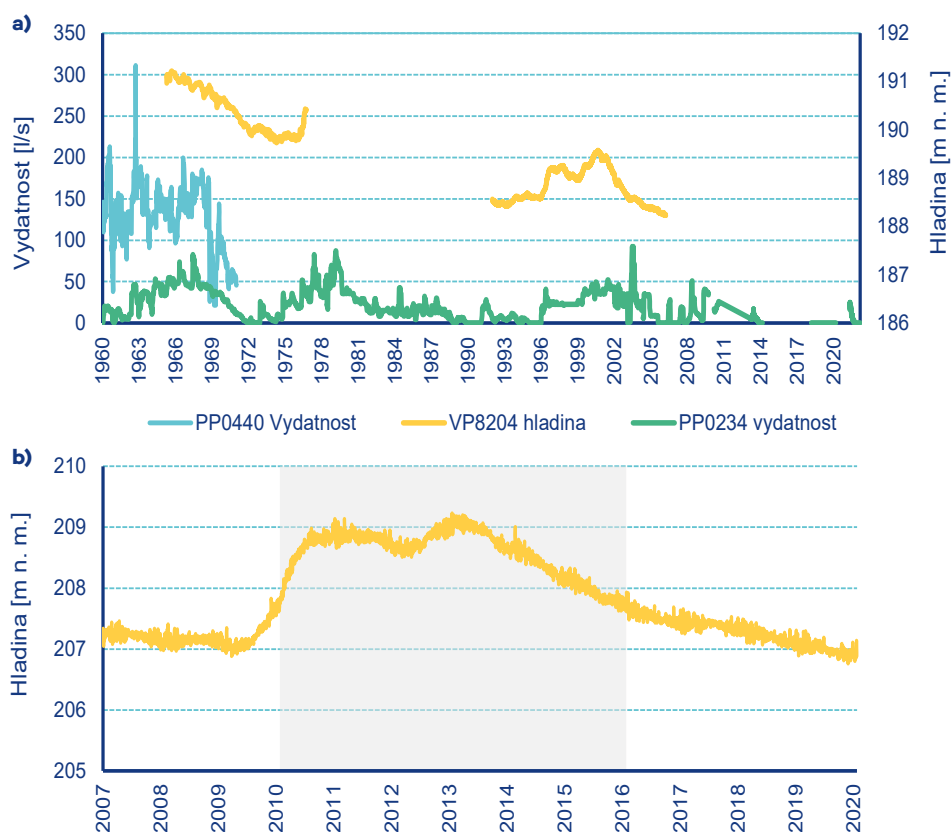
Využití archivních a současných dat umožňuje rekonstruovat vývoj vydatnosti pramenů v kontextu změn hydrogeologických a klimatických podmínek. Tato metoda je podrobně ukázána na případové studii Velkého pramene v Mělnické Vrutici. Velký pramen s databankovým číslem ČHMÚ PP0440 je příkladem vývěru, jehož režim byl zásadně ovlivněn odběry podzemní vody. Velký pramen byl v rámci celostátní inventarizace pramenů zahrnut do výstupů tohoto průzkumu, včetně



Obr. 5 Mapa zájmového území s vyznačením Velkého pramene (PP0440) a Kropáčovy Vrutice (PP0234) a okolních monitorovacích vrtů ČHMÚ (VP8204 a VP8228). Vývěrové oblasti s vysokou vydatností pramenů se rozkládaly podél příčné řeznutých údolí, zejména v okolí Mělníka, Jelenice, Kropáčovy Vrutice a Liběchova. Jímací území Mělnická Vrutice – Řepínský důl – Zahájí označuje zelená linie. Rozpětí nadmořské výšky je 160–375 m, zdroj vrstevnic ČÚZK.

Fig. 5. Map of the study area showing the Velký spring (PP0440) and Kropáčova Vrutice (PP0234) nearby CHMI monitoring boreholes (VP8204 and VP8228). Areas with high spring yields were located along transverse incised valleys, particularly around the Mělník, Jelenice, Kropáčova Vrutice, and Liběchov municipalities. The drainage area Mělnická Vrutice – Řepínský důl – Zahájí is marked by the green line. Elevation ranges from 160 to 375 m a.s.l.; contour lines source: ČÚZK.

vyhotovení evidenční karty (obr. 1). Nachází se ve Středočeském kraji, přibližně 5,5 km východně od Mělníka, na jižním okraji obce Mělnická Vrutice. Hydrologicky spadá do povodí III. řádu 1–12–03 Labe od Vltavy po Ohři, hydrogeologicky náleží do rajónu 4522 – Křída Liběchovky a Pšovky (obr. 5). V rámci české křídové pánve se vývěr nachází v oblasti boleslavsko-mělnického zvodněného systému. Tato oblast je součástí Severočeské křídly, chráněné oblasti přirozené akumulace vod, která zaujímá území o rozloze přibližně 3 750 km² a rozkládá se v části Libereckého, Ústeckého a Středočeského kraje.



Obr. 6 Průběh vydatnosti Velkého pramene v Mělnické Vrutici (PP0440) mezi lety 1962 a 1973 v porovnání s hladinou podzemní vody ve vrtu VP8204 mezi lety 1968 a 2009, a průběh vydatnosti pramene Kropáčova Vrutice (PP0234, 1961–2024) (a). Průběh hladiny podzemní vody ve vrtu VP8228 v období let 2007 až 2020 šedý pás označuje období, kdy došlo k obnově vývěru podzemní vody (b).

Fig. 6. Spring yields of the Velký pramen spring in the Mělnická Vrutice municipality (PP0440) between 1962 and 1973, compared with groundwater level fluctuations in borehole VP8204 between 1968 and 2009 and spring yields of the Kropáčova Vrutice spring (PP0234, 1961–2024) (a). Groundwater level fluctuations in borehole VP8228 (2007–2020), where shaded area indicates resumed spring flow (b).

V místě pramene dochází při jihozápadním okraji kolektoru k odvodnění hlavní zvodně jizerského souvrství (odpovídajícího kolektoru C, stratigraficky střední turon), do vodního toku Pšovka, který je pravostranným přítokem Labe. Geologicko-strukturní a morfologické podmínky této oblasti vytvářejí mimořádně příznivé podmínky pro přirozené odvodnění podzemních vod (Krásný et al. 2012).

Ve směru převládajícího proudění podzemní vody (od severovýchodu k jihozápadu) dochází v jižním křídle křídové pánve k postupnému zmenšování mocnosti hlavního kolektoru a jeho vyklínění. Podzemní voda pak v příčně zaříznutých údolích vystupuje k povrchu. Intenzivní rozpukání hornin, tvořících kolektor, vedlo v minulosti v širším okolí Mělníka ke vzniku řady pramenů o značné vydatnosti (Krásný et al. 2012). V údolí Pšovky se kromě Velkého pramene nachází několik pramenů v blízké Jelenici, jejichž vydatnost byla kolem $100 \text{ l} \cdot \text{s}^{-1}$. V údolí Košateckého potoka v Kropáčově Vrutici a Krpech činila úhrnná vydatnost několika velkých pramenů přibližně $250 \text{ l} \cdot \text{s}^{-1}$, další velké prameny jsou známy z údolí Liběchovky, kde největší pramen Boží voda v Liběchově dosahoval vydatnosti až $50 \text{ l} \cdot \text{s}^{-1}$ (Krásný et al. 2012). V roce 2025 se pravděpodobně v dané oblasti vývěry uvedených vydatností již nevyskytují, což usuzujeme z vývoje vydatnosti pramene v Kropáčově

Vrutici (PP0234, obr. 6a), který je od roku 1961 součástí monitorovací sítě ČHMÚ. V průběhu sledovaného období vykazoval pramen Kropáčova Vrutice značně proměnlivou vydatnost, která se pohybovala od nulových hodnot až po maximum přesahující $90 \text{ l} \cdot \text{s}^{-1}$ (s průměrem $20 \text{ l} \cdot \text{s}^{-1}$ do roku 2016). Od září roku 2016 je pramen dlouhodobě vyschlý a měřitelný byl pouze v období únor až duben 2018 a únor až červen 2024.

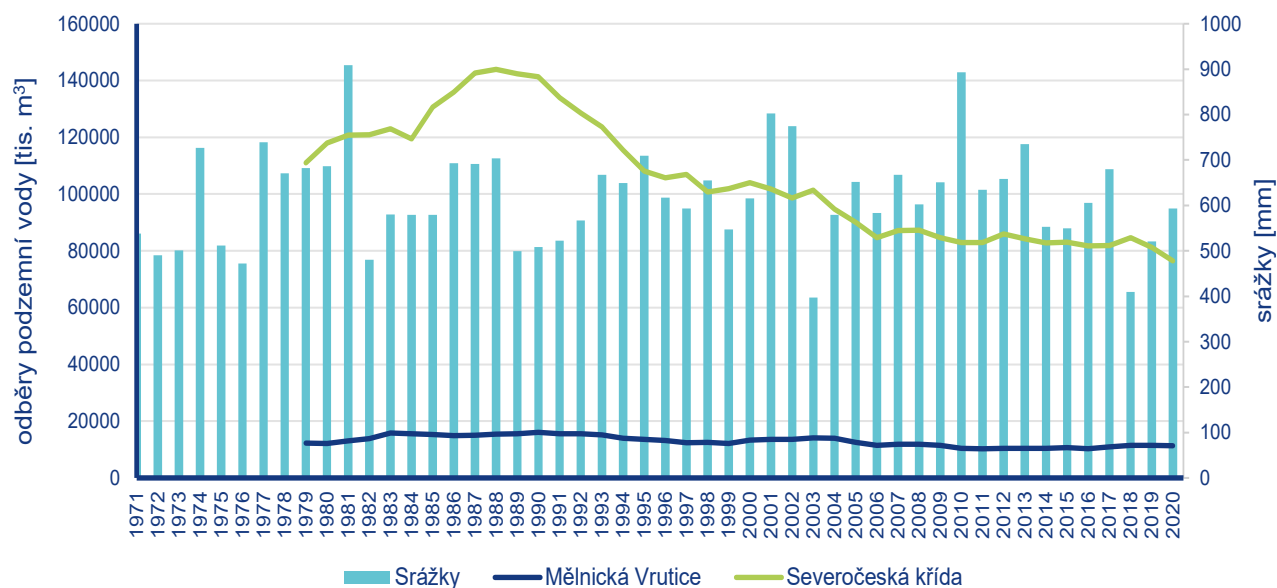
Velký pramen v Mělnické Vrutici, vedený v databázi ČHMÚ pod číslem PP0440, byl v době inventarizace považován za nejvydatnější pramen v Čechách, s odhadovanou maximální vydatností až $250 \text{ l} \cdot \text{s}^{-1}$. Význam tohoto pramene se odráží i v názvu obce – podle jazykového výkladu (Profous, Svoboda 1957) pochází slovo vrutice ze staročeského „vruta“, tedy voda, a označuje místo, kde voda „vře“, tedy silně vyvěrá.

Zájem o využití vody Velkého pramene z vodohospodářského hlediska sahá až do 19. století, kdy o něj projevilo zájem město Praha. K realizaci tohoto záměru však nedošlo, neboť hlavní městské vodárenské potřeby byly později zajištěny výstavbou Káranského vodovodu a přehrady Želivky (VKM 2021).

Pramen byl do pozorovací sítě ČHMÚ zařazen v listopadu roku 1962. Měření probíhala v týdenních intervalech až do října 1973, kdy bylo sledování ukončeno z důvodu zjevného antropogenního ovlivnění režimu pramene (obr. 6a). Vydatnost pramene v období 1962–1973 se pohybovala v rozmezí od 21 do $311 \text{ l} \cdot \text{s}^{-1}$, s průměrem $128 \text{ l} \cdot \text{s}^{-1}$. Relativně stabilní vydatnost byla narušena začátkem 70. let, kdy začalo docházet k jejímu poklesu.

Zhruba 2 km východně od prameniště se rozkládá jímací území Mělnická Vrutice – Řepínský důl – Zahájí (obr. 5), dlouhé přibližně 9 km, ve kterém se nachází 51 jímacích vrtů. Intenzivní odběr podzemní vody byl zahájen v roce 1972 a rozšířen v roce 1979. Území je dodnes jedním z nejvýznamnějších vodárenských zdrojů ve Středočeském kraji a zásobuje téměř 300 000 obyvatel v oblasti Kladno–Slaný–Mělník–Kralupy (VKM 2021). Mezi lety 1979 a 2023 činil průměrný měsíční odběr podzemní vody přibližně $1\,000\,000 \text{ m}^3$.

Zatímco roční odběry v jímacím území Mělnická Vrutice zůstávají od 80. let relativně stabilní, v celé oblasti Severočeské křídly došlo k výraznému poklesu odběrů podzemní vody. V 80. letech činily průměrné roční odběry v Mělnické Vrutici přibližně $14,7 \text{ milionu m}^3$, v posledním desetiletí (2013–2023) pak mírně klesly na $10,9 \text{ milionu m}^3$ ročně. Naproti tomu v oblasti



Obr. 7 Roční odběry podzemní vody na území Severočeské křídly, odběry podzemní vody z jímacího území Mělnická Vrutice a roční srážkové úhrny na území Severočeská křída v období mezi lety 1971 a 2020.

Fig. 7. Annual groundwater consumptions in the North Bohemian Cretaceous area, consumptions from the Mělnická Vrutice intake area, and annual precipitation totals in the North Bohemian Cretaceous between 1971 and 2020.



Obr. 8 Velký pramen 28. 4. 2011. Foto: L. Černá.

Fig. 8. Velký pramen spring on 28 April 2011. Photo: L. Černá.

Severočeské křídly dosáhly odběry vrcholu v roce 1988, kdy bylo odebráno téměř 144 milionů m³ podzemní vody (obr. 7). Do roku 2020 klesly na 76 milionů m³, přibližně na polovinu původního maxima. Dochází tedy k postupnému omezování odběrů ve prospěch udržitelnosti využívání podzemní vody, jak dokumentuje i studie Lamačové et al. (2024).

Krátce po zahájení odběrů v 70. letech došlo podle dostupných zpráv k zániku vývěru Velkého pramene, a to v důsledku poklesu hladiny podzemní vody v jizerském kolektoru (obr. 6a). Pramen se od té doby již nikdy trvale neobnovil. Ve stejném hydrogeologickém rajonu (4522 Křída Liběchovky a Pšovky) byla sledována hladina podzemní vody turonské zvodně v několika monitorovacích vrtech sítě ČHMÚ (obr. 5). Vrt VP8204 byl vybrán jako nejvhodnější objekt pro pozorování změn úrovně hladiny podzemní vody střednoturnoské zvodně v rajonu a vydatnosti Velkého pramene. Hladina podzemní vody ve vrtu byla sledována od roku 1968. Mezi lety 1980 až 1994 bylo sledování přerušeno a v roce 2009 ukončeno (obr. 6a). Hladina ve sledovaném vrtu klesá od počátku monitoringu až do roku 1978. Krátkodobé kolísání

vydatnosti Velkého pramene svědčí o rychlé odezvě na přechodné změny hydroklimatických podmínek, zejména na srážkové epizody a sezónní změny infiltrace. Dlouhodobý pokles vydatnosti, který vedl k zániku pramene, koresponduje s poklesem hladiny podzemní vody v turonské zvodni (obr. 6a) a je důsledkem antropogenního zatížení vodních zdrojů v podobě intenzivních odběrů podzemní vody. Odběry podzemní vody snižují také průtoky drobných vodních toků v povodí Pšovky zejména v období sucha (Peláková, Eckhardt 2024).

V letech 2010 až 2016 došlo k dočasné obnově vývěru pramene. Tato epizoda je doložena pouze fotograficky v dubnu 2011 (obr. 8), k obnovení měření nedošlo. Obnova vývěru pramene koresponduje s klimaticky příznivými roky. V roce 2010 byl v oblasti Severočeské křídly zaznamenán druhý nejvyšší roční srážkový úhrn od roku 1971 (893 mm, výrazně nad dlouhodobým průměrem 1971–2020, 618 mm, obr. 4), což pravděpodobně vedlo k dočasnému doplnění zásob podzemní vody, přestože nedošlo k omezení odběrů. Ve stejném období byly pozorovány i stoupající úrovně hladin podzemní vody v okolních monitorovacích vrtech ČHMÚ, náležejících ke stejnému hydrogeologickému rajonu. Úroveň hladiny podzemní vody turonské zvodně ve vrtu VP8228, o hloubce 68,7 m, vzdáleném cca 7 km severně od prameniště (obr. 5), začala výrazně stoupat od června 2010 a vrcholu dosáhla v říjnu 2014, což se shoduje s obdobím přechodného obnovení prameniště. Poté následoval postupný pokles až na původní úroveň v lednu 2019 (obr. 6b).

5. Závěry

Inventarizace pramenů realizovaná v 70. letech 20. století představovala první systematické zmapování pramenných vývěrů na území tehdejší ČSSR. Přestože šlo převážně o jednorázová měření, výsledky dokumentují nejen tehdejší stav vodních zdrojů, ale zároveň odrážejí geologické, klimatické a krajinné poměry dané doby.

Digitalizovaný soubor zahrnuje 13466 evidenčních karet pokrývajících 53 hydrologických povodí III. řádu. V řadě oblastí se však dokumentace nedochovala, případně nebyla nalezena v archivech. V některých povodích byly evidovány stovky vývěrů (např. Horní Vltava, Lužická Nisa, Horní Labe), jinde se dochoval pouze zlomek dat. V rámci závěrečných zpráv byly rovněž vytipovány prameny vhodné pro dlouhodobý monitoring, přesto byla do sítě HMÚ před rokem 1979 zařazena jen jejich menší část. Z celkem 395 pramenů, jejichž sledování začalo do roku 1979, je v roce 2025 nadále aktivně monitorováno pouze 102.

Výsledky měření ukázaly výrazné rozdíly v průměrných vydatnostech mezi jednotlivými oblastmi – nejvyšší hodnoty byly naměřeny v křídových oblastech (např. povodí Loučné a Labe od Loučné po Chrudimku), naopak nízké vydatnosti vykazovala povodí s krystalinickým podložím (např. Doubravka, Střední Sázava). Rozdílnost vydatností byla v některých oblastech minimální (např. Rakovnický potok), jinde se projevila výrazná variabilita (např. Labe od Vltavy po Ohři), což svědčí o přítomnosti silných i slabých vývěrů v rámci jednoho povodí.

Velký pramen v Mělnické Vrutici (PP0440), byl v době inventarizace nejvydatnějším pramenem v Čechách. Po zahájení odběrů podzemní vody v okolí však vývěr zanikl. V letech 2010–2016 došlo k jeho dočasnému obnovení, pravděpodobně v důsledku výjimečně vysokých srážek. Tato případová studie dokumentuje zranitelnost pramenů.

Součástí této práce byla také terénní inspekce provedená v roce 2024, s cílem ověřit vybrané prameny dle historických evidenčních karet. Z 10 lokalit se podařilo dohledat pouze 6 vývěrů, z nichž žádný nebyl vyhodnocen jako vhodný pro obnovení systematického měření. Terénní šetření potvrdilo významné změny v krajině a často i nemožnost přesné lokalizace historických objektů bez detailní archivní dokumentace.

Na základě těchto zjištění lze doporučit systematickou revizi historických záznamů, jejich propojení s aktuální databází pramenů a zvážení obnovy monitoringu na vybraných lokalitách. Vzhledem k probíhajícím změnám klimatu i využívání krajiny je dlouhodobé sledování pramenů důležitým nástrojem pro pochopení vývoje režimu podzemní vody a zajištění udržitelného hospodaření s vodními zdroji.

Poděkování:

Autoři děkují kolegům z ČHMÚ, O. Ledvinkovi za poskytnutí časových řad odběrů podzemní vody a Markovi Šustkovi za realizaci webového zobrazení inventarizace. Rovněž bychom rádi poděkovali za podnětné připomínky od recenzentů, které vedly ke zlepšení a zpřehlednění článku.

Literatura:

- LAMAČOVÁ, A., LEDVINKA, O., BOHDÁLKOVÁ, L. et al., 2024. Response of spring yield dynamics to climate change across altitude gradient and varied hydrogeological conditions. *Science of The Total Environment*, Vol. **921**, 171082. Dostupné z: <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2024.171082>.
- KRÁSNÝ, J. et al., 2012. Podzemní vody České republiky. Regionální hydrogeologie prostých a minerálních vod. Praha: Česká geologická služba. ISBN 978-80-7075-797-0.
- MACKOVÁ, E. et al., 1972. Průzkum a evidence pramenů v povodí: Kwis, Lužická Nisa, Smědá. Zpráva. Praha: Stavební geologie n. p. Geofond Praha, signatura P23356.

- PELÁKOVÁ, M., ECKHARDT, P., 2024. Odběry podzemních vod znatelně zmenšují průtoky menších vodních toků v období sucha. *Vodohospodářské technicko-ekonomické informace*, roč. **66**, č. 2, s. 4–10. ISSN 0322-8916.
- PROFOUS, A., SVOBODA, J., 1957. Místní jména v Čechách, Díl IV, S–Ž. Praha: Nakladatelství Československé akademie věd.
- ROZEHNAL, T., 1973. Průzkum a evidence pramenů ve spodní části povodí Ostravice. Etapová zpráva z povodí 2-03-01-050-083. Ostrava: Geologický průzkum n. p. Ostrava. Geofond Praha, signatura P24210.
- STOČES, I., RADA, J., ŠRÁMKOVÁ, Z., 1972. Průzkum a evidence pramenů v povodí 1-10-01 „Mže nad Radbuzou“. Etapová zpráva – I. etapa. Plzeň: Stavební geologie n. p. Geofond Praha, signatura P23569.
- STOČES, I., RADA, J., ŠRÁMKOVÁ, Z., 1974a. Průzkum a evidence pramenů v povodí 1-10-01 „Mže nad Radbuzou“. Závěrečná zpráva. Plzeň: Stavební geologie n. p. Geofond Praha, signatura P24136.
- STOČES, I., RADA, J., ŠRÁMKOVÁ, Z., 1974b. Průzkum a evidence pramenů v povodí 1-10-03 „Úhlava“. Etapová zpráva – I. etapa. Plzeň: Stavební geologie n. p. Geofond Praha, signatura P24461.
- STOČES, I., RADA, J., ŠRÁMKOVÁ, Z., 1974c. Průzkum a evidence pramenů v povodí 1-11-01 „Berounka od Úslavy po Střelu“. Závěrečná zpráva. Plzeň: Stavební geologie n. p. Geofond Praha, signatura P24132.
- STOČES, I., STEHLÍK, O., 1974d. Průzkum a evidence pramenů v povodí 1-13-02 „Teplá a Ohře od Teplé po Libocký potok“. Etapová zpráva – I. etapa. Plzeň: Stavební geologie n. p. Geofond Praha, signatura P24457.
- STOČES, I., et al., 1976. Průzkum a evidence pramenů v povodí 1-13-02 „Teplá a Ohře od Teplé po Libocký potok“. Závěrečná zpráva. Plzeň: Stavební geologie n. p. Geofond Praha, signatura P25537.
- ŠERCL, P., 2008. Hodnocení metod odhadu plošných srážek. *Meteorologické zprávy*, roč. **61**, č. 2, s. 33–43. ISSN 0026-1173, on-line ISSN 2788-3140.
- ŠTĚPÁNEK, P., ZAHRADNÍČEK, P., HUTH, R., 2011. Interpolation techniques used for data quality control and calculation of technical series: an example of a Central European daily time series. *Időjárás*, Vol. **115**, s. 87–98.
- ŠTĚPÁNEK, P., ZAHRADNÍČEK, P., FARDA, A., 2013. Experiences with data quality control and homogenization of daily records of various meteorological elements in the Czech Republic in the period 1961–2010. *Időjárás*, Vol. **117**, s. 123–141.
- VÁCLAVÍK, S. et al., 1969. Průzkum a evidence pramenů v povodí 1-03-05 „Doubrava“. Bylany u Chrudimi: Vodní zdroje Praha výrobní správa Bylany u Chrudimě. Geofond Praha, signatura P21039.
- VOSYKA, S., 1976. Etapová zpráva o evidenci pramenů v povodí 4-15-01 jihozápadní část. Holešov: Vodní zdroje, n. p. Geofond Praha, signatura P25639.
- VKM, 2021. Aktualita. Pstruži hlídají kvalitu pitné vody [online]. [cit. 25. 3. 2025] Dostupné z WWW: <https://vkm.cz/aktualita/default/14>.
- ČHMÚ, 2024. Hydrologická ročenka České republiky 2023. Praha: Český hydrometeorologický ústav. ISBN 978-80-7653-074-4 (pdf).

Lektoři (Reviewers):

doc. RNDr. Jiří Bruthans, Ph.D., Mgr. Jaroslav Řihošek, Ph.D.

Průměrné celorepublikové časové řady koncentrací SO₂ a PM₁₀

Aplikace Metodického postupu pro tvorbu dlouhodobých časových řad vybraných znečišťujících látek

Average nationwide time series of SO₂ (1971–2023) and PM₁₀ (1974–2023) concentrations

Application of the Methodological Directive for the Creation of Long-Term Time Series of Selected Pollutants

Hana Škáchová

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

In response to demand from both experts and the general public, the ISKO department of the Czech Hydrometeorological Institute (CHMI) proposed a methodological procedure for creating long-term time series for selected pollutants. The aim of the methodological procedure is to enable the processing of long-term (more than 30 years) time series for annual averages of selected pollutants. The methodological procedure was applied to the annual average concentrations of SO₂ and PM₁₀, with time series of the national average being created for each pollutant. These series can be used, for example, to assess the development and trends of individual pollutants or to evaluate the effectiveness of measures taken to improve air quality. The creation of time series is a relatively complex matter, and it is necessary to carefully consider each step and pay close attention to the analyses. It can be stated that the methodological procedure is applicable for processing average time series.

KLÍČOVÁ SLOVA: kvalita ovzduší – řady časové – částice suspendované – oxid siřičitý

KEYWORDS: air quality – time series – suspended particles – sulphur dioxide

1. Úvod

Kvalita ovzduší České republiky je věcí veřejnou již od 70. a 80. let 20. stol., kdy došlo ke kulminaci znečištění, a to hlavně v Podkrušnohoří a na severní Moravě. Se změnou politické situace v roce 1989 se postupně měnila příslušná legislativa, byly zaváděny imisní limity i podmínky provozování zdrojů, které znečišťují ovzduší.

Veřejnost projevuje zájem nejen o aktuální stav ovzduší, ale i o jeho dlouhodobý vývoj, a to nejen ze strany novinářů, odborné i laické veřejnosti, ale zejména Ministerstva životního prostředí a orgánů státní správy. Otázky na vývoj kvality ovzduší se většinou zaměřují obecně na celou ČR, příp. na určitý kraj či oblast.

Pokud bychom řešili pouze konkrétní měřicí lokality, budou největším problémem dostatečně dlouhé časové řady chybějící data. Ta lze doplnit buď standardními způsoby, jako je např. aritmetický průměr, medián či lineární interpolace (Volná et al. 2021; Hančlová, Tvrdý 2003), nebo sofistikovanějšími metodami, mezi které patří software Climatol (Varostos et al. 2023), IKNN (iterative version of *K*-nearest neighbor) a VS (Oriani et al. 2020) nebo SAITS (Self-Attention-based Imputation for Time Series) (Du et al. 2023).

Průměrná časová řada koncentrací pro celou ČR představuje komplikovanější záležitost. Začátky měření kvality ovzduší v ČR spadají do 70. let 20. století a od té doby prošlo výraznými proměnami. Mezi ně patří zejména změna prostorového rozložení měřicích lokalit, což následně ovlivňuje minimální počet lokalit s řadou měření delší než 30 let potřebný pro tvorbu časové řady. Spolu s vývojem techniky se mění metody měření i měřicí přístroje, kterými jsou koncentrace měřeny a také intervaly měření jednotlivých znečišťujících látek. Dalším významným faktorem, na který je potřeba brát zřetel, je i změna skladby měřených znečišťujících látek. Zatímco v 70. a 80. letech byl oxid siřičitý (SO₂) nejvýznamnější znečišťující látkou, v 90. letech 20. století jeho vliv výrazně poklesl a mezi látky s největším potenciálem znečištění se zařadil benzo[*a*]pyren a suspendované částice.

Na oddělení Informační systém kvality ovzduší (ISKO) Českého hydrometeorologického ústavu (ČHMÚ) byl navržen metodický postup pro tvorbu dlouhodobých časových řad koncentrací vybraných znečišťujících látek (Horálek, Škáchová 2025). Tento článek předkládá využití metodického postupu v praxi na příkladu ročních průměrných koncentrací SO₂ a suspendovaných částic PM₁₀.

2. Vstupní data

Pro aplikaci metodiky byly vybrány roční průměry SO_2 pro období 1971–2023 a PM_{10} pro období 1974–2023. Přestože jsou v databázi data již od roku 1969, resp. 1971, z důvodu množství a kvality dat nebyly pro zpracování první dva, resp. tři roky měření uvažovány.

SO_2 je nejdéle měřenou znečišťující látkou na území ČR. Od roku 1969 do roku 2024 je v databázi ISKO k dispozici celkem 1 048 lokalit s měřením SO_2 s minimálně jedním rokem měření (obr. 1). Z tohoto počtu bylo vybráno 159 lokalit, které splňovaly požadavky metodiky. Dále byly vybrány čtyři lokality s nejdelší a nejkompaktnější řadou měření (tab. 1), což jsou Ostrava-Poruba ČHMÚ (okr. Ostrava), Ústí n.L.-Kočkov (okr. Ústí nad Labem), Tušimice (okr. Chomutov) a Doksany (okr. Litoměřice).

Tab. 1 Metadata vybraných stanic ČHMÚ.

Table 1. Metadata of selected stations CHMI.

Stanice	Měřicí program	Znečišťující látka	Metoda analýzy	Interval měření	Paralelní měření	Doba měření
Brno-Kroftova	Manuální měřicí program	SPM	gravimetrie	1 den	ne	1977–1978; 1980–2005; 2007
	Automatizovaný měřicí program	PM_{10}	radiometrie – absorpce beta záření	30 minut	ne	1995–2002
	Manuální měřicí program	PM_{10}	gravimetrie	1 den	ne	2008–2011; 2013–2023
Doksany	Manuální měřicí program	SO_2	spektrofotometrie s TCM a fuchsinem (West-Gaekova)	1 den	ne	1971–1972; 1974–1975; 1977; 1980–1981; 1984–1987; 1989–1995; 1997–2002; 2004
	Manuální měřicí program	SO_2	iontová chromatografie	1 den	ne	2006–2012
	Automatizovaný měřicí program	SO_2	UV-fluorescence	1 hodina	ne	2016–2023
Ostrava-Poruba ČHMÚ	Manuální měřicí program	SO_2	spektrofotometrie s TCM a fuchsinem (West-Gaekova)	1 den	ne	1970–1982; 1984012002
	Manuální měřicí program	SO_2	iontová chromatografie	1 den	ne	2004–2012
	Automatizovaný měřicí program	SO_2	UV-fluorescence	1 hodina	ne	2013–2023
	Manuální měřicí program	SPM	gravimetrie	1 den	ne	1972–1980; 1984–1987; 1989–1996; 1998–2002
	Manuální měřicí program	SPM	gravimetrie	1 den	ano	1977–1978; 1981–1982; 1984–1987; 1991
	Manuální měřicí program	PM_{10}	gravimetrie	1 den	ne	2003–2023
	Automatizovaný měřicí program	PM_{10}	radiometrie – absorpce beta záření	1 hodina	ne	2019–2023
Tušimice	Manuální měřicí program	SO_2	spektrofotometrie s TCM a fuchsinem (West-Gaekova)	1 den	ne	1977; 1979–1981; 1983–1992
	Automatizovaný měřicí program	SO_2	UV-fluorescence	30 minut	ne	1994–2003
	Automatizovaný měřicí program	SO_2	UV-fluorescence	1 hodina	ne	2004–2023
	Automatizovaný měřicí program	SPM	radiometrie – absorpce beta záření	30 minut	ne	1994
	Manuální měřicí program	SPM	gravimetrie	1 den	ne	1976–1987; 1989; 1991
	Automatizovaný měřicí program	PM_{10}	radiometrie – absorpce beta záření	30 minut	ne	1996–2003
	Automatizovaný měřicí program	PM_{10}	radiometrie – absorpce beta záření	1 hodina	ne	2004–2023
Ústí n.L.-Kočkov	Manuální měřicí program	SO_2	iontová chromatografie	1 den	ne	2006
	Manuální měřicí program	SO_2	spektrofotometrie s TCM a fuchsinem (West-Gaekova)	1 den	ne	1946–1977; 1979–1991; 1993–2002; 2004
	Automatizovaný měřicí program	SO_2	UV-fluorescence	30 minut	ne	1995–2003
	Automatizovaný měřicí program	SO_2	UV-fluorescence	1 hodina	ne	2004–2023
	Manuální měřicí program	SPM	gravimetrie	1 den	ne	1977–1979; 1981–1991; 1993–2002
	Automatizovaný měřicí program	PM_{10}	radiometrie – absorpce beta záření	30 minut	ne	1996–2003
	Automatizovaný měřicí program	PM_{10}	radiometrie – absorpce beta záření	1 hodina	ne	2004–2023
	Manuální měřicí program	PM_{10}	gravimetrie	1 den	ne	2005–2009

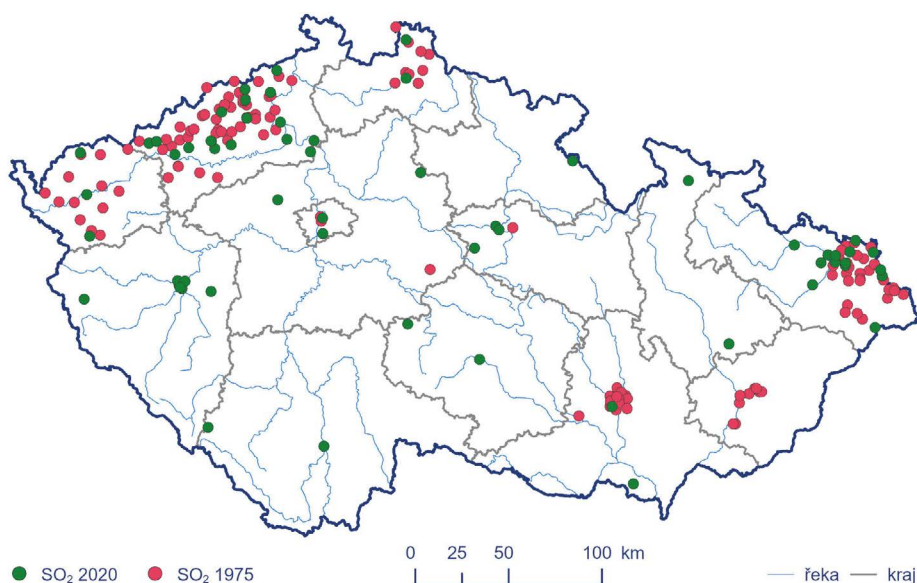
3. Metodika

Metodický postup pro tvorbu dlouhodobých časových řad (Horálek, Škáchová 2025) definuje postup pro zpracování průměrných časových řad pro vybrané znečišťující látky, konkrétně pro SO_2 , PM_{10} a oxid dusičitý (NO_2). Metodika určuje pravidla při slučování dat v případě změny přístroje, veličiny nebo intervalu na jedné lokalitě měření a následně kompletaci dat z více lokalit.

Slučování dat na jedné lokalitě probíhá nejprve sloučením dat z různých přístrojů a teprve následně sloučením dat různých veličin. Při slučování dat nelze postupovat mechanicky, ale pro každou stanici zvlášť. V případě výraznějších odlišností (manuální a automatická metoda), je nutná konzultace se zodpovědnými kolegy, která metoda je věrohodnější, přičemž platí, že je vhodnější zachovat souvislou časovou řadu získanou stejnou měřicí metodou, než nahrazovat některé roky daty z jiné (byť přesnější) metody.

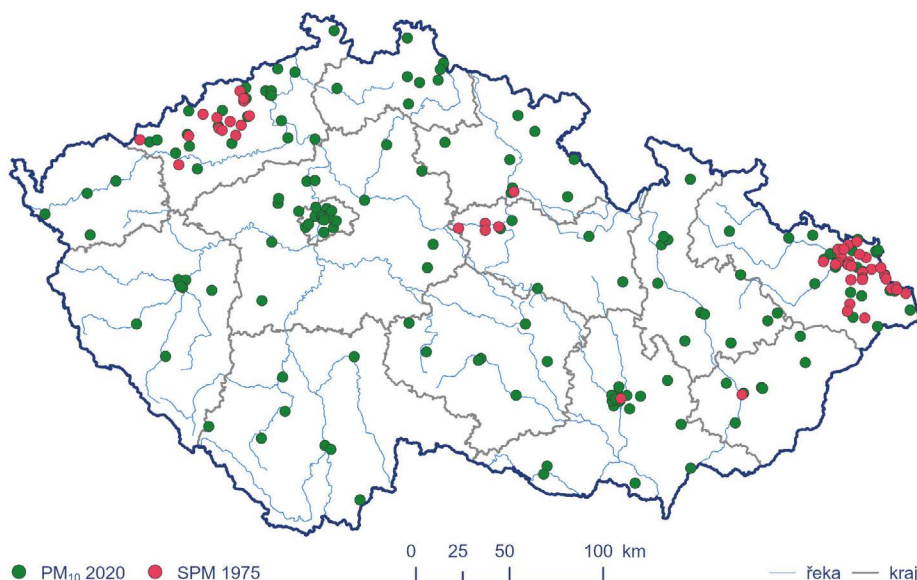
Pro navázání řad koncentrací SPM a PM_{10} , je na ČHMÚ, v souladu s nařízením vlády č. 350/2002 Sb. a metodickým pokynem MŽP (2012), používán přepočtení koeficient 0,8, tj. $\text{PM}_{10} = 0,8 \times \text{SPM}$. Tento koeficient byl zaveden v polovině 90. let 20. stol. na základě souběžného měření SPM a PM_{10} a jejich vzájemného poměru na lokalitách měření ČHMÚ. Koeficient byl ustanoven v souladu s koeficienty ostatních států, které se pohybují v rozmezí od 0,5 do 0,95, v závislosti na imisní zatíženosti dané oblasti (Brook et al. 2011; Gupta 2009; Heal a Beverland 2017).

Kompletace časových řad předpokládá výběr kompaktních časových úseků s dostatečným počtem lokalit reprezentujících dané období s minimálním počtem chybějících dat. Dostatečný počet lokalit je takový počet, ze kterého je možné vytvořit statisticky významný průměr. Ideální počet lokalit je alespoň deset, ovšem v počátečním období měření je nutné počítat s menším množstvím lokalit odpovídajících požadavkům. Doporučené kritérium pokrytí dat je alespoň 90 % let v daném období, v případě počátečního období je opět věcí úvahy kritérium snížit. Chybějící data lze dopočítat pomocí regresních vazeb s blízkými či podobnými stanicemi, přičemž podmínkou pro dopočet je regresní vazba $R^2 \geq 0,8$ (Nau 2020). Při výběru lokalit je potřeba brát v úvahu i počet lokalit, které pokrývají měření v alespoň dvou na sebe navazujících časových úsecích.



Obr. 1 Rozložení lokalit měřících SO_2 v roce 1975 a 2020.

Fig. 1. Location of SO_2 measuring stations in 1975 and 2020.



Obr. 2 Rozložení lokalit měřících suspendované částice (SPM , PM_{10}) v roce 1975 a 2020.

Fig. 2. Location of sites measuring suspended particulate matter (SPM , PM_{10}) in 1975 and 2020.

Od roku 1971 do roku 2024 je v databázi ISKO k dispozici celkem 608 lokalit s měřením suspendovaných částic s minimálně jedním rokem měření (obr. 2). Z tohoto počtu bylo vybráno 73 lokalit, které splňovaly požadavky metodiky. Dále byly vybrány lokality s nejdelší a nejkompaktnější řadou měření (tab. 1), což jsou Ostrava-Poruba ČHMÚ (okr. Ostrava), Ústí n.L.-Kočkov (okr. Ústí nad Labem), Tušimice (okr. Chomutov) a Brno-Kroftova (okr. Brno).

Suspendované částice jsou znečišťující látkou, jejíž způsob měření prošel v průběhu 90. let 20. stol. významnou změnou. Do poloviny 90. let 20. stol. byly měřeny výhradně koncentrace celkového množství suspendovaných částic (SPM), neboli celkového prachu (TSP , Total Suspended Particulates). Od poloviny 90. let 20. stol. se začalo postupně přecházet na měření frakce PM_{10} , po roce 2000 se pak přidalo i měření frakce $\text{PM}_{2,5}$. Úplný přechod na měření jednotlivých frakcí PM se datuje k roku 2002, kdy byl zákonem č. 86/2002 Sb. a nařízením vlády č. 350/2002 Sb. definován imisní limit pro PM_{10} .

Následuje výpočet aritmetického ročního průměru ze všech lokalit v daném časovém úseku (soubor) a také z lokalit, které pokrývají dva na sebe navazující úseky (podsoubor, menší počet měřících lokalit). Pro každý časový úsek jsou tak k dispozici dvě až tři sady aritmetických průměrů (jeden soubor a jeden až dva podsoubory). Např. jsou počítány soubory pro období 1991–2000 a 2001–2010 a podsoubor zahrnující období 1991–2010. Současně platí, že průměry v daném podsouboru musí vykazovat regresní závislost s průměry v jednotlivých souborech na sebe navazujících úsecích.

Posledním krokem je propojení jednotlivých časových úseků, tedy navázání souborů pomocí jejich vzájemné vazby s příslušným podsouborem. V praxi to znamená, že pomocí podsouboru se za použití lineární regrese dopočítají koncentrace pro několik posledních let prvního souboru a několik prvních let navazujícího souboru. Např. pomocí podsouboru 1991–2010 jsou lineární regresí spočítány koncentrace 1998–2003, kterými jsou nahrazeny koncentrace v původních souborech.

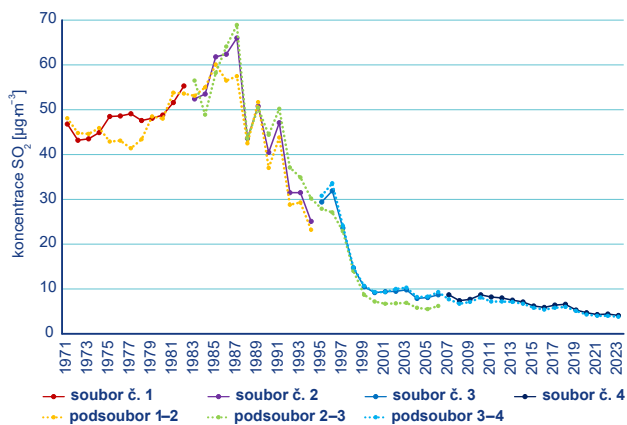
4. Výsledky

4.1 Oxid siřičitý SO_2

Pro SO_2 byly vybrány čtyři časové úseky s ohledem na množství stanic a dostatečné pokrytí dat v každém úseku (obr. 3). Soubor 1. úseku (1971–1982) zahrnuje 30 stanic, soubor 2. úseku (1983–1994) 47 stanic, soubor 3. úseku (1995–2006) 88 stanic a soubor 4. úseku (2007–2023) 37 stanic. Jednotlivé podsoubory pro navazující úseky obsahují deset (1971–1994), osm (1983–2006) a 24 stanic (1995–2023). Ne všechny lokality zahrnuté do výpočtu měly plné pokrytí dat, proto byla chybějící data nahrazena pomocí lineární interpolace s využitím lokality s regresní vazbou $R^2 \geq 0,8$. Jednotlivé soubory aritmetických průměrů pak byly provázány nahrazením koncentrací ve třech posledních letech z předchozích a třech prvních let z navazujících souborů pomocí lineární interpolace za použití jednotlivých podsouborů (obr. 4).

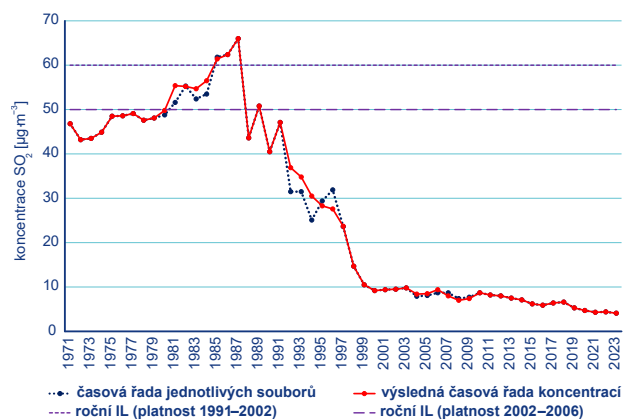
Celorepublikový roční průměr koncentrací SO_2 se v 70. a 80. letech pohyboval mezi 40 a 70 $\mu\text{g} \cdot \text{m}^{-3}$, přičemž ke kulminaci znečištění docházelo v druhé polovině 80. let, a to hlavně v důsledku uhelných elektráren a špatných rozptylových podmínek. V roce 1991 byl, po změně režimu, přijat zákon č. 309/1991 Sb., o ochraně ovzduší před znečišťujícími látkami, který zavedl nejen imisní limity pro znečišťující látky, ale také povinnost velkých zdrojů znečišťování odsířit své provozy do roku 1998. V roce 2002 vstoupil v platnost nový zákon o ovzduší č. 86/2002 Sb., který zpřísnil roční imisní limit pro SO_2 z 60 na 50 $\mu\text{g} \cdot \text{m}^{-3}$. Roční koncentrace SO_2 se v té době pohybovaly pod imisním limitem a tento byl v roce 2006 zrušen nařízením vlády č. 597/2006 Sb.

K porovnání vypočítaného celorepublikového průměru s reálnými hodnotami koncentrací jsou k dispozici data z lokalit Ostrava-Poruba ČHMÚ a Doksany (od roku 1971) a Tušimice a Ústí n.L.-Kočkov (od roku 1976). Podkrušnohorské lokality vykazují do roku 2000 koncentrace výrazně vyšší než republikový průměr, v případě Ústí n.L.-Kočkova až dvojnásobně, což odpovídá imisní situaci v Podkrušnohoří v druhé polovině 20. století (obr. 5).



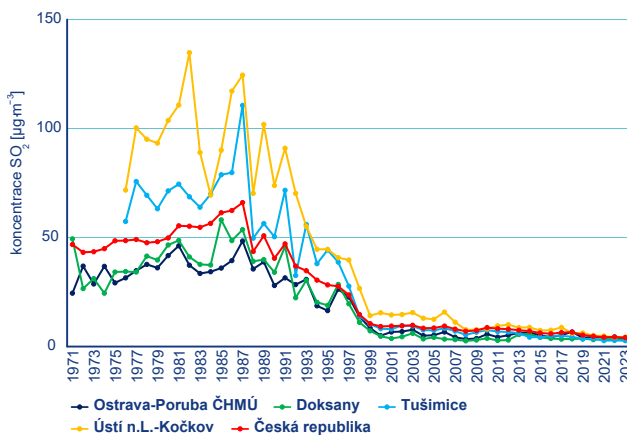
Obr. 3 Roční průměrné koncentrace SO_2 pro jednotlivé časové úseky, 1971–2023.

Fig. 3. Annual average SO_2 concentrations for individual time periods, 1971–2023.



Obr. 4 Celorepublikový průměr ročních průměrných koncentrací SO_2 , 1971–2023.

Fig. 4. Nationwide average of annual average SO_2 concentrations, 1971–2023.

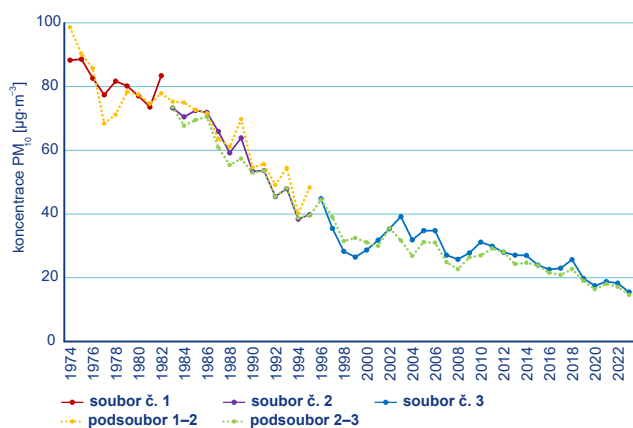


Obr. 5 Roční průměrné koncentrace SO_2 na vybraných stanicích a průměr pro ČR, 1971–2023.

Fig. 5. Annual average SO_2 concentrations at selected stations and average for the Czech Republic, 1971–2023.

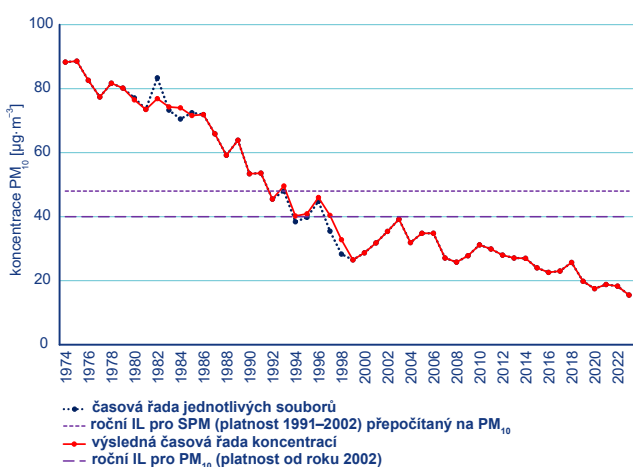
4.2 Suspendované částice PM_{10}

Množství lokalit, které v 2. pol. 20. stol. měřily suspendované částice, je výrazně menší než lokalit měřících SO_2 . Výběr lokalit podle metodických podmínek byl proto náročnější a v 70. letech 20. stol. bylo potřeba podmínky pro výběr zmírnit.



Obr. 6 Roční průměrné koncentrace PM_{10} pro jednotlivé časové úseky, 1974–2023.

Fig. 6. Annual average concentrations of PM_{10} for individual time periods, 1974–2023.

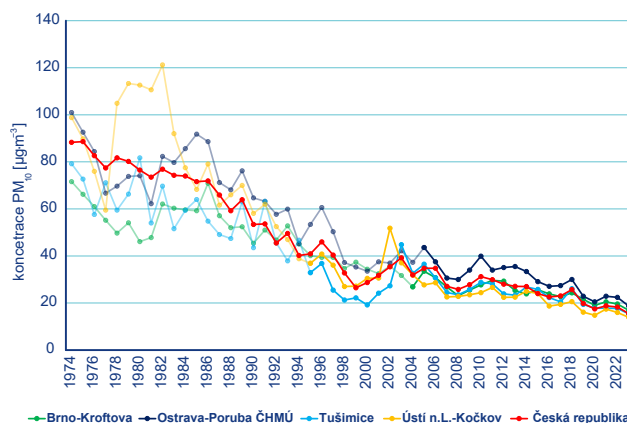


Obr. 7 Celorepublikový průměr ročních průměrných koncentrací PM_{10} , 1974–2023.

Fig. 7. Nationwide average of annual average concentrations of PM_{10} , 1974–2023.

Pro PM_{10} byly vybrány tři časové úseky s ohledem na množství stanic a dostatečné pokrytí dat v každém úseku (obr. 6). Soubor 1. úseku (1974–1982) zahrnuje 26 stanic, soubor 2. úseku (1983–1995) 22 stanic a soubor 3. úseku (1996–2023) 38 stanic. Jednotlivé podsoubory pro navazující úseky obsahují pět (1974–1995) a šest stanic (1983–2023). Stejně jako u SO_2 , neměly všechny lokality zahrnuté do výpočtu plné pokrytí dat, a to zejména v prvním časovém úseku. Chybějící data byla nahrazena pomocí lineární interpolace s využitím lokality s regresní vazbou $R^2 \geq 0,8$. Jednotlivé soubory aritmetických průměrů pak opět byly provázány nahrazením koncentrací ve třech posledních letech z předchozích a třech prvních let z navazujících souborů pomocí lineární interpolace za použití jednotlivých podsouborů (obr. 7).

Celorepublikový roční průměr koncentrací suspendovaných částic se v 70. a 80. letech pohyboval nad $60 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$. Postupný pokles koncentrací odpovídá prováděným, poměrně úspěšným, opatřením pro snížení prашného aerosolu. Zákon č. 309/1991 Sb., o ochraně ovzduší před znečišťujícími látkami, zavedl imisní limity pro znečišťující látky, v případě suspendovaných částic se jednalo o imisní limity pro SPM (na obr. 7 je tento limit přepočten na PM_{10}). Jak již bylo zmíněno, v 90. letech se začalo postupně přecházet na měření jednotlivých frakcí suspendovaných částic. Zákon č. 86/2002 Sb.



Obr. 8 Roční průměrné koncentrace PM_{10} na vybraných stanicích a průměr pro ČR, 1974–2023.

Fig. 8. Annual average concentrations of PM_{10} at selected stations and average for the Czech Republic, 1974–2023.

Pozn. světlejší čára naznačuje PM_{10} přepočítané z SPM.

Note: The lighter line indicates PM_{10} recalculated from SPM.

zrušil imisní limity pro SPM a naopak zavedl imisní limity pro PM_{10} a současně i povinnost tvorby programů ke zlepšení kvality ovzduší pro znečišťující látky a z nich vyplývajících opatření pro zlepšení kvality ovzduší. Celorepublikový průměr koncentrací PM_{10} se od roku 2002 pohybuje pod hodnotou ročního imisního limitu a od roku 2010 má klesající průběh s výkyvy odpovídajícími meteorologickým a rozptylovým podmínkám v daném roce. Příznivý vývoj úrovně znečištění po roce 2010 lze spojit s již realizovanými opatřeními, mezi které patří např. výměna kotlů, postupující obnova vozového parku, a opatření na významných zdrojích emisí.

K porovnání vypočítaného celorepublikového průměru s reálnými hodnotami koncentrací, jsou k dispozici data z lokality Ostrava-Poruba ČHMÚ (od roku 1974) a Tušimice a Ústí n. L.-Kočkov (od roku 1976). Lokalita Ústí n.L.-Kočkov výrazně překračuje celorepublikový průměr pouze v 80. letech 20. století. Naopak lokalita Ostrava-Poruba ČHMÚ se pohybuje nad celorepublikovým průměrem, což odpovídá imisnímu zatížení aglomerace Ostrava/Karviná/Frýdek-Místek (O/K/F-M) (obr. 8).

5. Diskuse

Pro aplikaci Metodického postupu pro tvorbu dlouhodobých časových řad vybraných znečišťujících látek byly vybrány roční průměrné koncentrace SO_2 a PM_{10} . Zatímco pro SO_2 byly vybrány čtyři časové úseky, pro suspendované částice byly dostatečné úseky tři. V případě suspendovaných částic bylo potřeba navíc uvažovat změnu měřené látky z celkového množství na frakci $\leq 10 \mu\text{m}$ za použití koeficientu 0,8. Soubory průměrných koncentrací pro jednotlivé časové úseky byly u obou látek provázány nahrazením koncentrací ve třech posledních letech z předchozích a třech prvních let z navazujících souborů pomocí lineární interpolace za použití příslušných podsouborů.

Tvorba časových řad představuje, vzhledem k proměnám měřicí sítě od jejího počátku do současnosti, komplikovanou záležitost. Množství stanic, jejich rozmístění a měřené znečišťující látky prošly od 70. let výraznou proměnou. Metodický postup tedy nelze aplikovat striktně, ale je potřeba důkladně zvažovat jednotlivé kroky a věnovat důkladnou pozornost analýzám.

V případě nutnosti lze postup mírně modifikovat, jako je např. zmírnění podmínek pro výběr stanic v začátcích měření. Nezanedbatelnou roli hraje při konstrukci řady i zkušenost a odborné znalosti zpracovatele.

Výsledná časová řada koncentrací je využitelná pro hodnocení trendů či ověřování účinnosti opatření. V případě tohoto článku potvrzuje porovnání řad celorepublikového průměru a čtyř lokalit s dostatečně dlouhou řadou měření jak významné imisní zatížení Podkráňnoskoroé oblasti v 2. pol. 20. stol. v případě SO₂, tak i významné imisní zatížení aglomerace O/K/F-M.

Článek je zaměřen pouze na roční průměrné koncentrace, které předkládají základní informaci o úrovni znečištění v daném roce. Do budoucna bude věnována pozornost nejen dalším znečišťujícím látkám, ale i tvorbě časových řad pro různé oblasti ČR (Ústecký kraj, aglomerace O/K/F-M), a to jak průměrných, tak i maximálních naměřených koncentrací, či průměrných sezonních koncentrací (letní vs. zimní období).

6. Závěr

Metodický postup pro tvorbu dlouhodobých časových řad vybraných znečišťujících látek byl aplikován na roční průměrné koncentrace SO₂ a PM₁₀, přičemž pro každou látku byly vytvořeny časové řady celorepublikového průměru.

Ke kulminaci znečištění SO₂ dochází v druhé polovině 80. let, a to hlavně v důsledku uhelných elektráren a špatných rozptylových podmínek. V 90. letech 20. stol. je patrný výrazný pokles koncentrací v souvislosti s odsířením zdrojů znečišťování. Podkráňnoskoroé lokality vykazují do roku 2000 koncentrace výrazně vyšší než republikový průměr, v případě Ústí n.L.-Kočkova až dvojnásobně, což odpovídá imisní situaci v Podkráňnoskoroé v druhé polovině 20. století. Od roku 2000 jsou koncentrace SO₂ v ČR velmi nízké.

Nejvyšší koncentrace PM₁₀ byly zaznamenány v 70. letech 20. stol. Po zavedení poměrně úspěšných opatření pro snížení koncentrací prašného aerosolu je vidět postupný pokles celorepublikového průměru koncentrací, který se od roku 2002 pohybuje pod hodnotou platného ročního imisního limitu. Příznivý vývoj úrovně znečištění po roce 2010 lze spojit s již realizovanými opatřeními, mezi které patří např. výměna kotlů, postupující obnova vozového parku, a opatřeními na významných zdrojích emisí. Koncentrace PM₁₀ na lokalitě Ostrava-Poruba ČHMÚ se dlouhodobě pohybují nad celorepublikovým průměrem, což odpovídá imisnímu zatížení aglomerace O/K/F-M.

Tvorba časových řad představuje, vzhledem k proměnám měřicí sítě od jejího počátku do současnosti, komplikovanou záležitost a nelze ji tedy aplikovat striktně, ale je potřeba důkladně zvažovat jednotlivé kroky a věnovat důkladnou pozornost analýzám. Výsledná časová řada závisí nejen na výběru použitých lokalit a časových úseků, ale i na zkušenostech a odborných znalostech zpracovatele.

Lze konstatovat, že metodický postup je použitelný pro zpracování průměrných časových řad.

Poděkování:

Článek byl připraven s finanční podporou Technologické agentury České republiky (TAČR) v rámci projektu SS02030031 ARAMIS poskytnutého Českému hydrometeorologickému ústavu.

Literatura:

- BROOK, J. R., DANN, T. F., BURNETT, R. T., 2011. The Relationship Among TSP, PM₁₀, PM_{2.5}, and Inorganic Constituents of Atmospheric Particulate Matter at Multiple Canadian Locations [online]. [cit. 7. 6. 2025]. *Journal of the Air & Waste Management Association*, Vol. 47, č. 1, s. 2–19. ISSN 1096-2247. Dostupné z: <https://doi.org/10.1080/10473289.1997.10464407>.
- DU, W., CÔTÉ, D., LIU, Y., 2023. SAITS: Self-attention-based imputation for time series [online]. [cit. 7. 6. 2025]. *Expert Systems with Applications*, Vol. 219. ISSN 0957-4174. Dostupné z: <https://doi.org/10.1016/j.eswa.2023.119619>.
- GUPTA, P. K., 2009. Relationship between total suspended particulates and particulate matter of 10 microns [online]. [cit. 7. 6. 2025]. University of Wollongong. Thesis. Dostupné z: <https://hdl.handle.net/10779/uow.27647421.v1>.
- HANČLOVÁ, J., TVRDÝ, L., 2003. Úvod do analýzy časových řad. Ostrava: Ekonomická fakulta, VŠB-TUO [online]. [cit. 7. 6. 2025]. Dostupné z: https://intranet.fd.cvut.cz/departments/k611/PEDA-GOG/VSM/7_AnalyzaCasRad.pdf.
- HEAL, M. R., BEVERLAND, I. J., 2017. A chronology of ratios between black smoke and PM₁₀ and PM_{2.5} in the context of comparison of air pollution epidemiology concentration-response functions [online]. [cit. 7. 6. 2025]. *Environmental Health*, Vol. 16, č. 1. ISSN 1476-069X. Dostupné z: <https://doi.org/10.1186/s12940-017-0252-2>.
- HORÁLEK, J., ŠKÁCHOVÁ, H., 2025. Metodický postup pro tvorbu dlouhodobých časových řad vybraných znečišťujících látek [online]. [cit. 2. 7. 2025]. Dostupné z: https://www.chmi.cz/files/portal/docs/reditel/SIS/nakladatelstvi/assets/TD000166-Metodicky_postup_pro_tvorbu_dlouhodob%C3%BDch_casovych_rad.pdf.
- MŽP, 2012. Metodika výpočtu podílu velikostních frakcí částic PM₁₀ a PM_{2.5} v emisích tuhých znečišťujících látek a výpočtu podílu emisí NO₂ v NO_x [online]. [cit. 7. 6. 2025]. Dostupné z: https://mzp.gov.cz/system/files/2024-11/000-Priloha2_Metodicky_pokyn_RS-20190708.pdf.
- Nařízení vlády č. 350/2002 Sb., kterým se stanoví imisní limity a podmínky a způsob sledování, posuzování, hodnocení a řízení kvality ovzduší. In: *Sbírka zákonů*. 14. srpna 2002. ISSN 1211-1244.
- Nařízení vlády č. 597/2006 Sb., o sledování a vyhodnocování kvality ovzduší. In: *Sbírka zákonů*. 27. prosince 2006. ISSN 1211-1244.
- NAU, R., 2020. What's a good value for R-squared? [online]. [cit. 7. 6. 2025]. Dostupné z: <https://people.duke.edu/~rnau/rsquared.htm>.
- ORIANI, F., STISEN, S., DEMIREL, M. C., MARIETHOZ, G., 2020. Missing Data Imputation for Multisite Rainfall Networks: A Comparison between Geostatistical Interpolation and Pattern-Based Estimation on Different Terrain Types [online]. [cit. 7. 6. 2025]. *Journal of Hydrometeorology*, Vol. 21, č. 10, s. 2325–2341. ISSN 1525-755X. Dostupné z: <https://doi.org/10.1175/JHM-D-19-0220.1>.
- VARTOSOS, K. V., KATAVOUTAS, G., GIANNAKOPOULOS, CH., 2023. On the Use of Reanalysis Data to Reconstruct Missing Observed Daily Temperatures in Europe over a Lengthy Period of Time [online]. [cit. 7. 6. 2025]. *Sustainability*, Vol. 15, č. 9. ISSN 2071-1050. Dostupné z: <https://doi.org/10.3390/su15097081>.
- VOLNÁ, V., BLAŽEK, Z., KREJČÍ, B., 2021. Assessment of air pollution by PM₁₀ suspended particles in the urban agglomeration of Central Europe in the period from 2001 to 2018 [online]. [cit. 11. 8. 2025]. *Urban Climate*, Vol. 39. ISSN 2212-0955. Dostupné z: <https://doi.org/10.1016/j.uclim.2021.100959>.
- Zákon č. 309/1991 Sb., o ochraně ovzduší před znečišťujícími látkami (zákon o ovzduší). In: *Sbírka zákonů*. 9. srpna 1991. ISSN 1211-1244.
- Zákon č. 86/2002 Sb., o ochraně ovzduší. In: *Sbírka zákonů*. 12. března 2002. ISSN 1211-1244.

Lektoři (Reviewers):

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

Úprava klíčových aktivitních dat ovlivňující odhady emisí skleníkových plynů z obhospodařování zemědělských půd podle požadavků Mezivládního panelu pro změnu klimatu (IPCC)

Adjustment of key activity data affecting greenhouse gas emission estimates from agricultural land management in accordance with the requirements of the Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC)

Jana Beranová

IFER – Ústav pro výzkum lesních ekosystémů
Československé armády 655
254 01 Jilové u Prahy
✉ jana.beranova@ifcr.cz

Miroslav Trnka

Ústav výzkumu globální změny AV ČR, v. v. i.
Bělidla 986/4a
603 00 Brno

Emil Cienciala

IFER – Ústav pro výzkum lesních ekosystémů
Československé armády 655
254 01 Jilové u Prahy

Jan Klír, Jana Wollnerová

Národní centrum zemědělského
a potravinářského výzkumu v. v. i.
Drnovská 507/73
161 00 Praha 6-Ruzyně

Daniela Semeradová, Jan Balek

Ústav výzkumu globální změny AV ČR, v. v. i.
Bělidla 986/4a
603 00 Brno

Jitka Slámová

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

data in a 500 × 500 m grid for finer division of the Czech territory into climate zones according to IPCC. The research analyses the application of nitrogen fertilizers at the district level for the period 2015–2023 instead of national data. Results show significant dynamics of climate zones, where the extent of “dry” areas fluctuated in individual years from 40% to more than 80%. Implementation of the refined model led to a reduction in reported nitrous oxide emissions by an average of more than 9% in the reported period 1990–2023, representing savings of 20 Mt CO₂ equivalent. The model-based use of district-level data on fertilizer application led to an additional reduction of 1.2 Mt CO₂ equivalent for the years 2015–2023. The study demonstrates that methodological refinement and the use of region-specific activity data can significantly influence the national greenhouse gas inventory. It highlights the need for continuous updates of calculation methods and activity data to improve the quality of national reporting and provides essential insights for a more effective emission reduction strategy in the agricultural sector of the Czech Republic.

KLÍČOVÁ SLOVA: evapotranspirace – oxid dusný – inventarizace skleníkových plynů – zonace klimatická – faktory emisní – hnojiva minerální – hnojiva statková

KEYWORDS: evapotranspiration – nitrous oxide – greenhouse gas inventory – climate zoning – emission factors – chemical fertilizers – animal manure

This study presents a methodological refinement of calculating greenhouse gas emissions from agricultural land management in the Czech Republic according to IPCC requirements. The authors utilize the SoilClim model providing input

1. Úvod do problematiky

Česká republika je jednou ze stran Rámcové Úmluvy OSN o změně klimatu (UNFCCC) a má povinnost připravovat a pra-

videlně aktualizovat národní inventarizace vykazování emisí a propadů skleníkových plynů. Kromě toho z členství v Evropské unii plynou pro Českou republiku další požadavky, např. plnění povinností specifikovaných v Nařízení EU č. 2018/1999 a jeho prováděcích nařízeních (konkrétně Prováděcí nařízení č. 2020/1208). Česká republika každoročně odevzdává národní inventarizační zprávu, která prezentuje úroveň emisí skleníkových plynů pro časovou řadu 1990 až po poslední zpracovaný rok s dvouletým odstupem vzhledem k roku submise¹, s důrazem na poslední vykazovaný rok.

Inventarizace emisí a propadů skleníkových plynů se připravuje v souladu s metodickými pokyny Mezivládního panelu pro změnu klimatu (IPCC 2006; 2019). Konkrétní využití této metodiky a využití národně specifických postupů je popsáno v jednotlivých kapitolách národního inventarizačního dokumentu, dále v textu též NID (např. CHMI 2024). Národním inventarizačním dokumentem je každoročně předkládaná národní zpráva připravená podle požadavků metodického pokynu Rámcové úmluvy OSN o změně klimatu, která je zpracována pro sektory: Energetika (včetně dopravy), Průmyslové procesy, Zemědělství, Využívání krajiny, změny ve využívání krajiny a lesnictví (LULUCF), Odpadové hospodářství. Spolu s ostatními národními zprávami, datovými soubory, případně výsledky mezinárodních oponentur je k dispozici na stránkách UNFCCC (<https://unfccc.int/reports>).

Následující text se týká výhradně sektoru Zemědělství, který se podílí na celkových emisích GHG České republiky cca 7 % (třetí nejvýznamnější emitent). Emise v sektoru pocházejí ze čtyř základních zdrojů, jejichž podíl na emisích je různý:

1. Enterická fermentace, zdroj emisí metanu (CH_4), podíl na emisích sektoru 51 %²,
2. Nakládání se statkovými hnojivy, zdroj emisí metanu (CH_4) i oxidu dusného (N_2O), podíl na emisích sektoru 11 %,
3. Obhospodařování zemědělských půd, zdroj emisí oxidu dusného (N_2O), podíl na emisích sektoru 34 %,
4. Aplikace vápenatých hmot a močoviny na zemědělskou půdu a lesy, zdroj emisí oxidu uhličitého (CO_2), podíl na emisích sektoru 4 %.

Metodická úroveň výpočtu emisí reflektuje význam jednotlivých zdrojů emisí na celkových emisích zemědělského sektoru. Kromě emisí z aplikace močoviny a vápnění jsou proto emise v ostatních kategoriích zdrojů odhadovány metodickými postupy vyšší úrovně (Tier 2). Posun na vyšší metodickou úroveň odhadu v kategorii emise z obhospodařování zemědělských půd (3D) je nejnovější aktualizací postupu používaného pro odhady emisí v sektoru Zemědělství. Bylo využito mezioborové spolupráce, a díky nově navrženému postupu byla přesněji zohledněna regionální klimatická specifika při úpravě klíčových aktivitních dat vstupujících do odhadu. Nový postup se odrazil ve výši emisí – došlo k jejich významnému poklesu v celé časové řadě v průměru o více než 9 % (CHMI 2025) ve srovnání s dříve používaným postupem, který nezohledňoval klimatickou zónu.

Cílem předloženého článku je ukázat na příkladu odhadu emisí v kategorii 3D (Emise oxidu dusného z obhospodařování zemědělských půd), jak se zpřesnění aktivitních dat odrazilo

ve zpřesnění odhadů emisí skleníkových plynů v národním výkaznictví. Porovnáním výsledků odhadu emisí pro dva zdroje vstupních dat (národní statistika, šetření na úrovni okresů) a emisních faktorů zohledňujících klima demonstrujeme význam metodického zpřesnění pro odhad a v tomto konkrétním případě i úsporu emisí v národním výkaznictví.

2. Metodika odhadu emisí

Pro odhad emisí v kategorii 3D Obhospodařování zemědělských půd v NID České republiky je používán postup popsáný v aktuální verzi metodiky IPCC (IPCC 2019). Samotný výpočet je prostým násobením množství aplikovaného dusíku a správného emisního faktoru, případně frakce dusíku, která se uvolní do vzduchu nebo je vyplavena. Klíčovými vstupy do odhadu jsou:

1. Množství dusíku, které se v podobě rostlinných zbytků, minerálních, organických a statkových hnojiv dostane do půdy.
2. Emisní faktory, které upřesňují množství dusíku, které se z aplikovaných hnojiv uvolní ve formě emisí
3. Podíly dusíku (frakce), které se z aplikovaného dusíku uvolní do ovzduší a podzemních a povrchových vod a stanou se znovu zdrojem emisí.
4. Klimatické podmínky, za kterých hospodaření probíhá, protože je prokázáno, že významně ovlivňují množství emisí, které se ze zdrojů uvolní (IPCC 2019).

Ad. 1 Zdrojem informací o vstupech dusíku do odhadu emisí jsou celonárodně dostupné údaje o výrobě a spotřebě minerálních hnojiv, které Česká republika (prostřednictvím Ministerstva zemědělství a Českého statistického úřadu – ČSÚ) poskytuje do mezinárodních databází (FAOSTAT, EUROSTAT), údaje o stavech hospodářských zvířat ČSÚ, údaje o podílu exkrementů hospodářských zvířat, které zůstávají na pastvinách, a množství dusíku v exkrementech hospodářských zvířat (CARC), dále osevní plochy a sklizeň základních plodin (ČSÚ), údaje o množství dusíku z organických hnojiv, zejména kompostu a digestátu (CARC) a z čistírenských kalů (ČSÚ) aplikovaných na zemědělskou půdu.

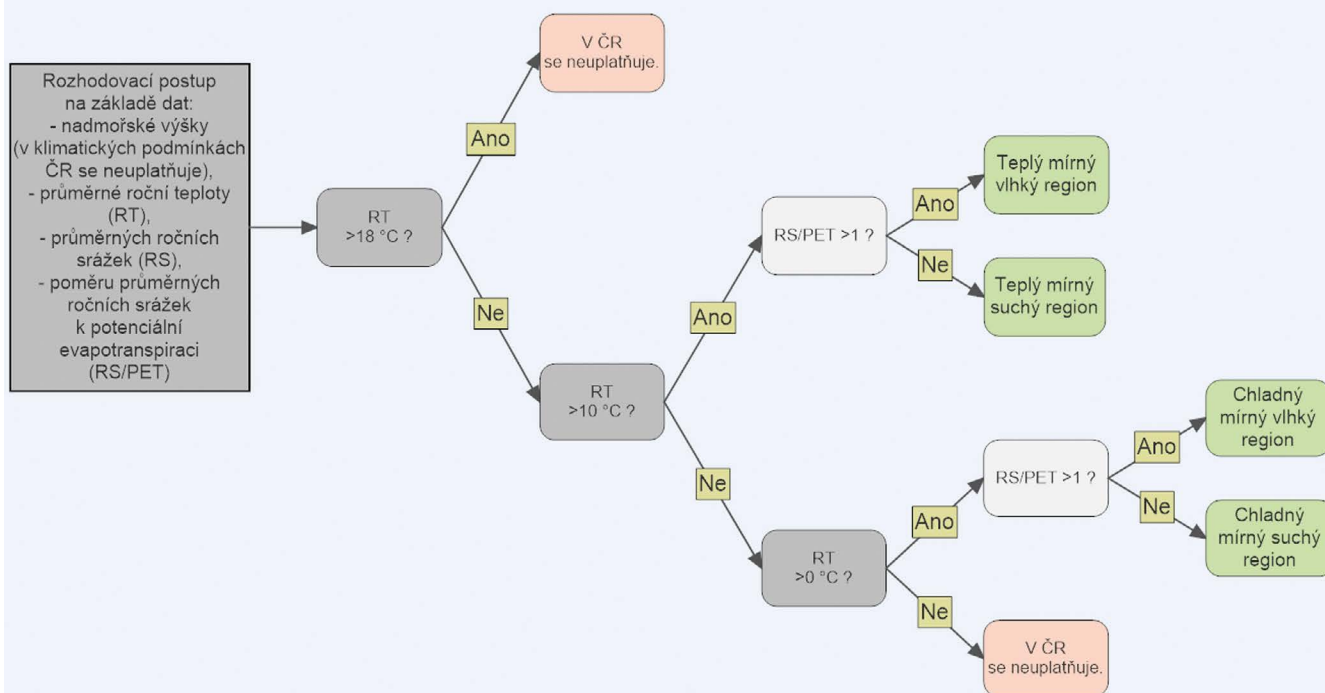
Ad. 2 a 3. Emisní faktory a frakce dusíku, které se uvolní při aplikaci a stanou se znovu zdrojem emisí jsou převzaty z IPCC 2019 (T 11.1 a T 11.3, kapitola 11_Volume 4 AFOLU). Hodnoty emisních faktorů se pohybují od 0,002 do 0,016 $\text{kg N}_2\text{O-N/kg N}_2\text{O}$. Frakce dusíku, které se uvolní do ovzduší se liší pro minerální hnojiva (0,11 $\text{kg NH}_3\text{-N+N}_2\text{O-N/kg}$ aplikovaného N), organická a statková hnojiva (0,21 $\text{kg NH}_3\text{-N+N}_2\text{O-N/kg}$) a pro ztráty vyplavením (0,24 $\text{kg NH}_3\text{-N+N}_2\text{O-N/kg}$). O použití konkrétního emisního faktoru rozhoduje klimatická zóna, do které území republiky spadá.

Ad 4. Pro odhady emisí N_2O z aplikace dusíkatých hnojiv na zemědělskou půdu je důležité, zda aplikace probíhá ve vlhké nebo suché klimatické zóně. Postup klasifikace klimatu do jednotlivých zón předepisuje IPCC (IPCC 2019) pro celý svět v kapitole 3, Vol. 4 (AFOLU). Rozhodující jsou údaje o průměrných ročních teplotách, celkovém úhrnu srážek, počtu dní s teplotou nižší než 0 °C a poměru mezi ročním úhrnem srážek a potenciální evapotranspirací. Na následujícím schématu (obr. 1) je vidět postup odvození klimatických zón pro teplý a chladný region, kam spadá území České republiky.

¹ V roce 2025 se odevzdávala zpráva za období 1990 až 2023 (CHMI 2025), dále v textu může být uváděno jako Submise 2025.

² Podíly zdrojů jsou odvozeny z výsledků Submise 2025.

Klasifikační schéma rozdělení ČR do klimatických regionů, upraveno podle metodiky IPCC 2019 *



*IPCC 2019, 2019 Refinement to the 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories, Calvo Buendia, E., Tanabe, K., Kranjc, A., Baasansuren, J., Fukuda, M., Ngarize, S., Osako, A., Pyrozhenko, Y., Shermanau, P. and Federici, S. (eds). Published: IPCC, Switzerland.

Obr. 1 Postup klasifikace území na klimatické zóny, upraveno podle metodiky IPCC 2019.

Fig. 1. The procedure for classifying territories into climate zones adapted according to the IPCC 2019 methodology.

2.1 Postup plošného rozložení klimatických zón IPCC 2019 v ČR

Pro aktuální inventarizační zprávu (CHMI 2025) byla ve spolupráci s Ústavem výzkumu globální změny připravena plošná analýza klimatických podmínek v ČR. Identifikace klimatických zón využívá systému výpočtu vodní bilance modelem SoilClim, který všechny nezbytné parametry poskytuje v síti 500 x 500 m. Systém sám byl poprvé představen ve studii Hlavinky et al. (2011) a od té doby je průběžně vyvíjen a zdokonalován mimo jiné jako základní součást českého systému monitoringu sucha (Trnka et al. 2020), kde je průběžně intenzivně testován. Pro identifikaci klimatických zón je využívána průměrná roční teplota vzduchu (RT), roční úhrn srážek (RP) a roční suma potenciální evapotranspirace (PET) viz IPCC 2019. Pro účely této studie byla definičně problematická veličina PET nahrazena referenční evapotranspirací (ET_0), tak jak je definována ve studii (Allen et al. 1998) na základě metody Penman-Monteith (Monteith, Unsworth 1990). Pro účely klasifikace klimatických regionů byl celý přístup upraven tak, aby odpovídal schématu a zdrojovým výpočtům (IPCC 2019) s výjimkou nahrazení metody výpočtu PET empirickým postupem dle autorů Oudina et al. (2005) fyzikálně založenou a obecně přijímanou metodou Penman-Monteith pro odhad referenční evapotranspirace ET_0 .

Identifikace zón se opírá o denní meteorologická data, tj. denní maximální a minimální teploty, denní průměrnou vlhkost vzduchu a rychlost větru a denní sumy globální radiace a srážek, která jsou získávána z měření stanic ČHMÚ (téměř 200 kli-

matických stanic a více než 400 stanic srážkoměrných) a která jsou doplněna o cca 20 stanic provozovaných Ústavem pro výzkum globální změny (ÚVGZ), o 100 stanic Slovenského hydrometeorologického ústavu (SHMÚ) a cca 30 stanic v Polsku, Rakousku a Německu. Data ze stanic umístěných mimo Českou republiku umožňují spolehlivější interpolace pro pohraniční regiony České republiky.

Všechna data procházejí nejprve kontrolou kvality u poskytovatelů dat (např. ČHMÚ, SHMÚ) a následně jsou testována v rámci systému SoilClim v dalším kroku kontroly kvality, který se soustředí na případné odlehle hodnoty. Denní data jsou interpolována regresí pomocí metody kriging, která jako prediktory používá zeměpisné souřadnice, nadmořskou výšku a další charakteristiky terénu. V České republice je průměrná minimální vzdálenost mezi dvěma sousedními stanicemi přibližně 22 km pro prvky měřené na klimatologických stanicích a méně než 10 km pro prvky měřené na srážkoměrných stanicích. Denní dopadající sluneční záření zohledňuje sklon, aspekt a překážky na horizontu podle metodiky navržené a testované ve studii Schaumbergera (2005). Denní data jsou k dispozici od roku 1961 a jsou průběžně aktualizována. Z těchto denních dat pak byly pro každý grid určeny sumy potenciální evapotranspirace (PET) a také roční suma srážek (RP) a průměrná teplota (RT), a to jak pro jednotlivé roky, tak pro vybraná období různé délky. Současně je možné specificky odlišit celorepublikový podíl spadající do jednotlivých klimatických kategorií podle způsobu využití území, ať se jedná o území ČR jako celek, zemědělskou půdu, pouze ornou půdu či pouze louky a pastviny, a to s vysokou přesností, neboť základní krok 0,5 km u kli-

matických dat je dále zpřesněn v případě dat využití území na 100 m, a v případě potřeby i na 30 m.

Na základě výsledků analýzy klimatických podmínek bylo možné z prostorových dat kvantifikovat podíl rozlohy zemědělské půdy podle požadavků IPCC. Analýzy byly provedeny pro celé území ČR a pro každý rok časové řady, pro který se emise skleníkových plynů vykazují (1990–2023 včetně). Pro období 2015–2023 je zonace k dispozici i pro jednotlivé okresy ČR.

2.2 Postup vykazování roční aplikace minerálních hnojiv pro jednotlivé okresy

Aplikace minerálních hnojiv se na celkových emisích kategorie 3D podílí 59 %, je tedy nejvýznamnějším zdrojem emisí v kategorii 3D. Jakékoliv zpřesnění aktivitních dat proto může významně ovlivnit výsledné emise i podíl kategorie 3D na celkových emisích sektoru.

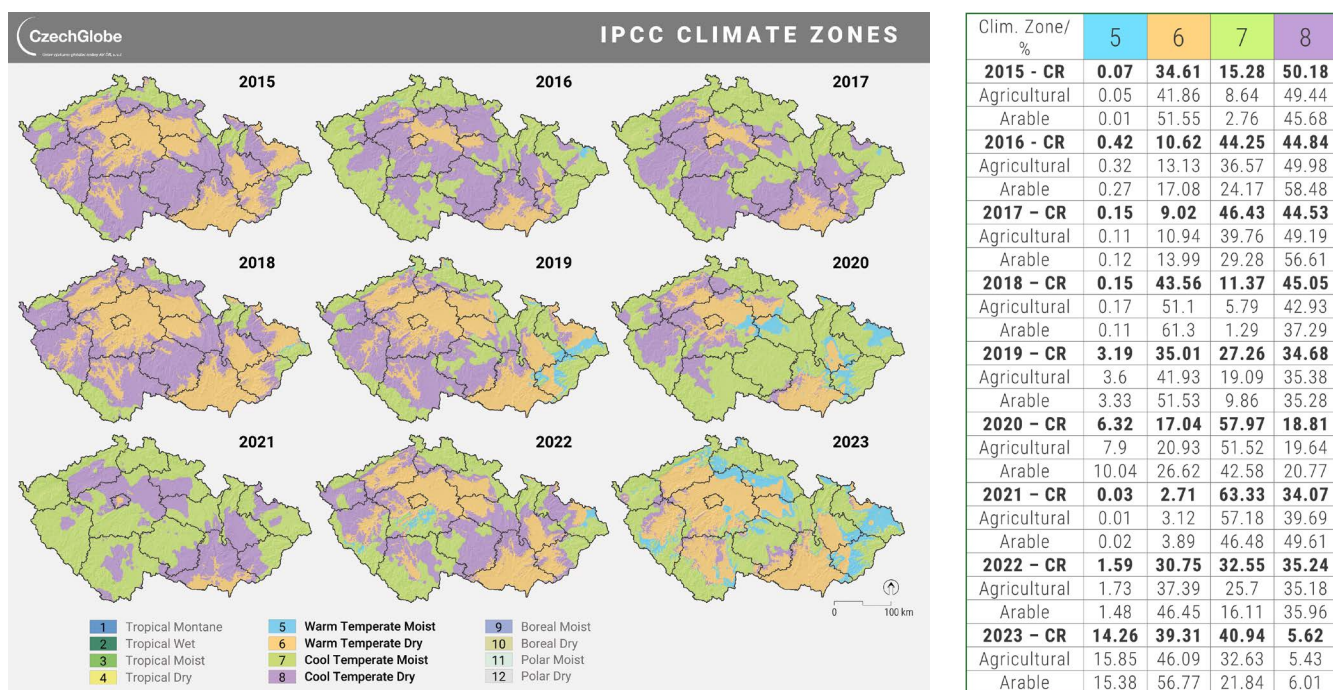
Vliv regionálního upřesnění vstupních dat o spotřebě minerálních hnojiv bylo možné vyhodnotit díky výsledkům výběrového šetření ČSÚ (dle zákona č. 89/1995 Sb., o státní statistické službě) prováděného na ca 78 % využívané zemědělské půdy. Tyto údaje zpracoval v letech 2023 a 2024 CARC pro účely bilance dusíku a fosforu na okresní úrovni (zatím nepublikováno). Pro časové období 2015–2023 jsou tak k dispozici údaje o spotřebě minerálních, statkových i organických hnojiv po jednotlivých okresech. Pro účely hodnocení na úrovni okresů byly vybrány podniky s výměrou nad 50 ha, hospodařící převážně v daném okrese. Od celostátní zemědělské bilance dusíku a fosforu počítané v návaznosti na bilanci živin podle metodiky EUROSTAT (Kremer 2013) se bilance na úrovni okresů liší zejména ve

dvou bodech: spotřeba hnojiv je hodnocena za hospodářský rok a vstupy/výstupy živin odpovídají převážně vyšší intenzitě hospodaření (vyšší úroveň vstupů i výstupů), neboť do šetření ČSÚ nejsou zahrnuti nejmenší zemědělci, hospodařící převážně extenzivně.

3. Výsledky

3.1 Rozdělení zemědělské půdy v ČR na suchou a vlhkou klimatickou zónu podle IPCC

Nový postup vymezení klimatických zón umožňuje nejen stanovit klimatické zóny pro delší časová období (např. normálové období 1991–2020), ale současně v rámci emisní inventury uvažovat i s ročním krokem, který nejlépe odráží časové rozlišení dalších dat, např. množství aplikovaného minerálního dusíku ve statkových, organických a minerálních hnojivech, či podíl pěstovaných kultur. Na příkladu obr. 2 demonstrujeme značnou časoprostorovou dynamiku klimatických zón v období let 2015–2023, kdy v letech 2015, 2018 a 2019 činil podíl „suchých“ klimatických zón více než 80 %, zatímco v letech 2021 či 2023 o něco více než 40 %. Jak vyplývá z obr. 3a, od počátku 90. let minulého století roste podíl teplých klimatických zón na našem území, od roku 2000 postupně roste podíl teplého a vlhkého regionu mírného pásma (zóna 5) a po roce 2010 převažují suché klimatické zóny, jak v teplé, tak v chladné variantě. Oba dva zmíněné trendy zásadně ovlivňují emisní inventuru, neboť emisní koeficienty, tedy předpokládané emise zejména oxidu dusného jsou přibližně o řád nižší v případě suchých klimatických variant.



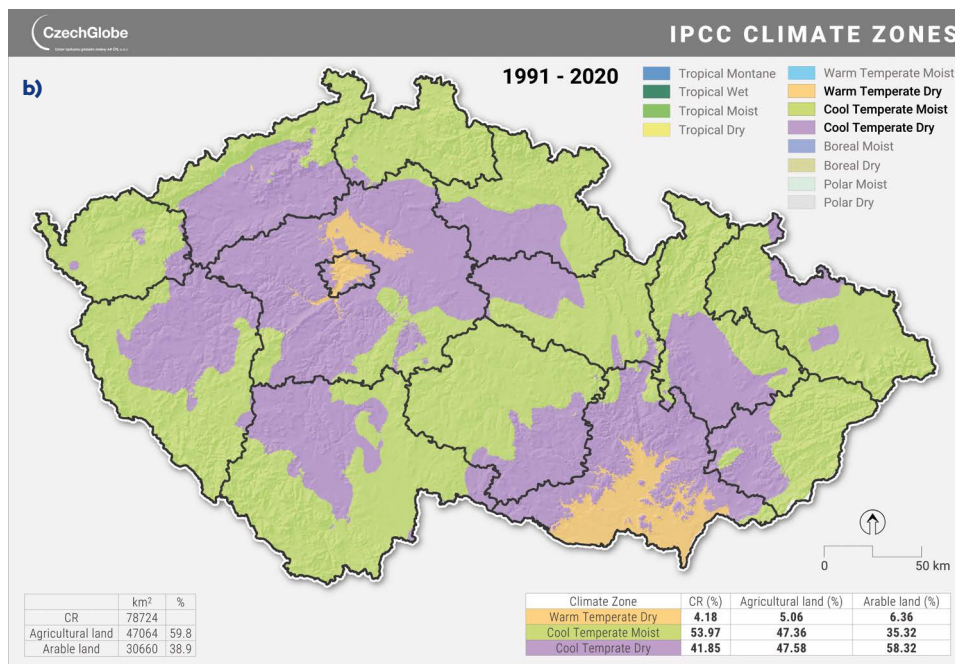
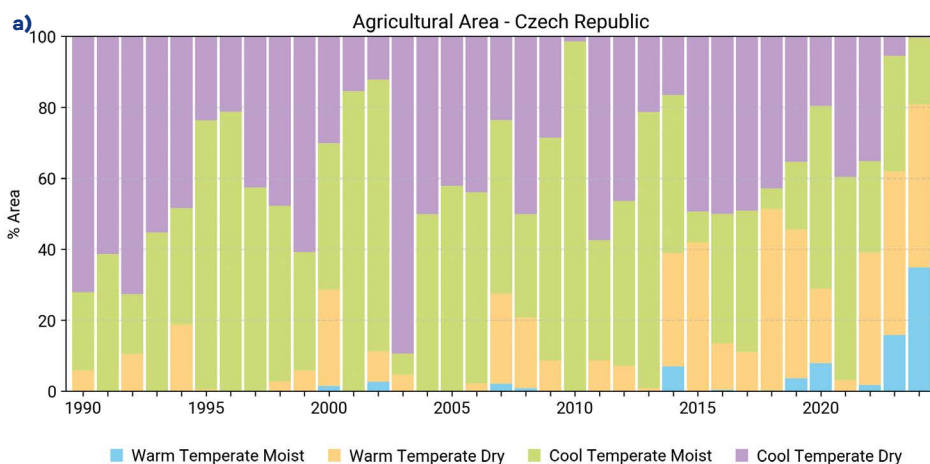
Obr. 2 Zastoupení klimatických zón IPCC (obr. 1) v letech 2015–2023 včetně celkového podílu ploch v % na ploše celé České republiky, resp. zemědělské půdy.

Fig. 2. Representation of IPCC climate zones (Fig. 1) in 2015–2023, including the total extent of areas in % of the territory of the entire Czech Republic and agricultural land.

Tab. 1 Odhad emisí N₂O pro vybrané roky časové řady bez zohlednění (sloupec 3) a při zohlednění (sloupec 4) klimatické zonace (převzato z CHMI 2025).

Table 1. Estimated N₂O emissions for selected years of the time series without considering climate zonation (Column 3) and with considering climate zonation (Column 4), according to CHMI 2025. Click or tap here to enter text.

	1	2	3	4	5
Rok	Podíl rozlohy zemědělské půdy, vlhké klima	Podíl rozlohy zemědělské půdy, suché klima	Emise N ₂ O, ČR zařazena pouze do kategorie mírně vlhké klima	Emise N ₂ O, ČR rozdělena na klimatické zóny	Rozdíl, emise
	[%]	[%]	[kt CO ₂ ekv.]	[kt CO ₂ ekv.]	[%]
1990	22,1	77,9	5 219	3 334	-36
1995	75,9	24,1	2 954	2 819	-5
2000	42,7	57,3	3 117	2 429	-22
2005	57,8	42,2	3 290	2 760	-16
2010	98,5	1,5	3 045	3 162	4
2015	8,7	91,3	4 210	2 402	-43
2020	59,4	40,6	3 323	2 841	-15
2023	48,5	51,5	3 575	2 352	-34



Obr. 3 a) Zastoupení klimatických zón IPCC v období 1990–2023 na zemědělské půdě v České republice; b) Zastoupení klimatických zón IPCC, pokud je zonace provedena na základě dat z normálového období 1991–2020.

Fig. 3. a) Representation of IPCC climate zones in the period 1990–2023 on agricultural land in the Czech Republic; b) Representation of IPCC climate zones when the zonation is carried out based on data from the 1991–2020 normal period.

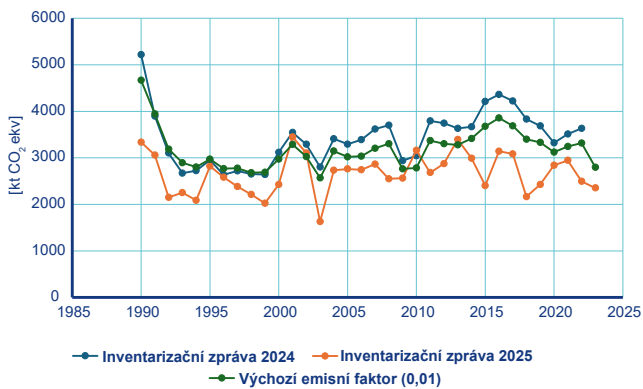
Plošná specifikace klimatických charakteristik umožnila nově plošně specifikovat rozlohu zón mírně teplých vlhkých a suchých a mírně chladných vlhkých a suchých (obr. 2) a v celé časové řadě (obr. 3) přepočítat odhad emisí z aplikace dusíku na zemědělskou půdu (tab. 1). Ve sloupci 3 tab. 1 jsou uvedeny emise vypočtené bez ohledu na identifikované klimatické zóny, tedy původním postupem používaným před zavedením klimatické zonace. Ve sloupci 4 jsou vypočteny emise při zohlednění klimatické zonace. Výsledky rekalkulace byly připraveny s národními údaji o aplikaci dusíku při zemědělském hospodaření. Rozloha republiky byla pro každý rok na základě údajů o zastoupení definovaných klimatických zón pro zemědělskou půdu rozdělena na i) zónu mírnou teplou suchou a chladnou suchou a ii) zónu teplou vlhkou a chladnou vlhkou. Emise byly pro republiku vypočteny v poměru daném rozdělením na zóny, s použitím emisních faktorů zohledňujících klima.

Upřesnění rozloh klimatických zón přineslo za vykazované období 1990–2023 úsporu emisí ve výši cca 20 Mt CO₂ ekv.

Výsledky rekalkulace jsou při využití emisního faktoru i) který nezohledňuje klimatické zóny, tedy bez klimatické zonace využívající defaultní emisní faktor, ii) který se liší podle rozlohy kli-

Tab. 2 Porovnání emisí oxidu dusného z dusíku dodaného v minerálních hnojivech (spotřeba po okresech) a statkových nebo organických hnojivech (spotřeba za celou republiku). Porovnán je odhad bez klimatické zonace území (sloupec 4), s klimatickou zonací (sloupec 5) a výsledek odhadu emisí se zohledněním klimatu i dat zjištěných na úrovni okresu (sloupec 6).
Table 2. Comparison of nitrous oxide emissions from nitrogen applied in synthetic and organic fertilizers or animal manure calculated by districts and for the entire republic. The estimates without climatic zoning of the territory (Column 4) and with climatic zoning (Column 5) are compared, as well as the result of the emission estimate considering climate and data determined at the district level (Column 6).

1	2	3	4	5	6
Rok	Spotřeba N v min. hnojivech, výsledek šetření ČSÚ	Spotřeba N ve statk. a org. hnojivech, Zelená zpráva MZe	Emise N ₂ O, ČR zařazena pouze do mírného vlhkého klíma	Emise N ₂ O, ČR rozdělena na klimatické zóny	Emise N ₂ O, zohledněno klím. zonace a spotřeba N po okresech
	[kg N/ha]	[kg N/ha]	[kt CO ₂ ekv.]	[kt CO ₂ ekv.]	[kt CO ₂ ekv.]
2015	97,9	28,6	3 410	1 714	1 616
2016	104,3	27,5	3 594	2 349	2 135
2017	103,5	27,8	3 574	2 396	2 210
2018	102,1	27,9	3 531	1 713	1 632
2019	100,4	27,7	3 475	2 005	1 880
2020	98,7	27,4	3 419	2 660	2 540
2021	94,3	27,5	3 289	2 522	2 336
2022	84,1	26,4	2 961	1 907	1 661
2023	81,1	25,3	2 844	2 050	2 043



Obr. 4 Vývoj emisí N₂O v celé časové řadě při použití různých emisních faktorů (převzato CHMI 2025).
Fig. 4. Development of N₂O emissions across the entire time series using different emission factors (according to CHMI 2025).

matické zóny a iii) který ČR jako celek řadí do zóny mírné, vlhké, vizualizovány v následujícím grafu (obr. 4).

3.2 Porovnání odhadu emisí při využití dat na úrovni okresů a republiky

Místo standardních údajů o aplikaci dusíku v minerálních, organických a statkových hnojivech, které jsou k dispozici na národní úrovni a jsou využívány pro národní reporting emisí, byly pro odhady emisí v této části článku využity údaje získané při podnikovém šetření spotřeby minerálních, statkových a organických hnojiv. Šetření umožnilo průměrnou spotřebu specifikovat podle okresů, v kg N/ha. Při znalosti rozlohy zemědělské půdy v okrese pak bylo možné zjistit celkovou spotřebu dusíku v minerálních hnojivech. Z podnikových šetření nebylo možné získat vstup do odhadu emisí ze statkových a organických hnojiv v kg/ha, proto byla pro odhady využita data uváděná v Zelené zprávě (MZe). Zonace podle klimatu byla k dispozici pro vybrané roky a všechny okresy. Vstupní data a výsledky odhadů jsou k dispozici v následující tabulce (tab. 2).

Z výsledků je zřejmé, že data o spotřebě dusíku při obhospodařování zemědělských půd spolu s údaji o podílu různých klimatických zón na úrovni okresu jsou přesnější než data republiková zohledňující podíl klimatických zón na úrovni republiky. Z výsledků vyplývá potenciální úspora ve výši 1,2 Mt CO₂ ekv. pro období 2015–2023.

4. Diskuse

4.1 Zařazení ČR do klimatických zón podle IPCC

Pro zařazení ČR do klimatických zón podle IPCC byly od prvních vykazovacích období používány i územní ukazatele teplot a srážek dostupné na www.chmi.cz (tab. 3) a na jejich základě bylo území ČR jako celek řazeno do klimatického re-

Tab. 3 Přehled územních ukazatelů teplot a srážek, které jsou k dispozici pro zařazení ČR do klimatických zón podle IPCC.
Zdroj dat: www.chmi.cz.

Table 3. Overview of territorial indicators of temperature and precipitation available for classifying the Czech Republic into climate zones according to the IPCC. Data source: www.chmi.cz.

	Průměrná roční teplota	Průměrná roční teplota, dlouhodobý normál	Roční úhrn srážek	Roční úhrn srážek, dlouhodobý normál
	[°C]	[°C]	[mm]	[mm]
1990	8,4	7,9	582	686
1995	7,9		777	
2000	9,1		684	
2005	7,7		720	
2010	7,2		867	
2015	9,4		532	
2020	9,1		867	
2021	8,0	8,3	683	684
2022	9,2		634	
2023	9,7		732	

gionu mírného pásma varianty chladné a vlhké. To logicky vedlo k použití stejných výpočetních koeficientů při aplikaci metody Tier 1. Nově navržená metoda přináší dvě podstatné změny. Za prvé je díky detailnějšímu rozlišení možné provést přesnější prostorové vymezení regionu, a to současně provádět pro jednotlivé roky. To umožňuje následně zohlednit charakter ročníku při odhadu emisí. Vzhledem k relativně vysoké mobilitě dusíku ze statkových, organických a minerálních hnojiv je pro procesy nitrifikace a denitrifikace vhodnější použití klimatických poměrů v sezóně, ve které k aplikaci došlo, a nikoliv v rámci dlouhodobého průměru, který navíc kvůli probíhající klimatické změně není příliš relevantní.

Kromě změny prostorového měřítka autoři použili dvě modifikace při stanovení klimatického regionu. Za prvé bylo rozhodnuto namísto relativně neurčitě definované veličiny potenciální evapotranspirace (PET) použít tzv. referenční evapotranspiraci. Potenciální evapotranspirace (PET) je definována jako množství vody, které se může vypařit z půdy (výpar z půdy) a vegetačního krytu (transpirace rostlin) při nasycení půdy vodou nebo při sněhové pokrývce. V přírodních podmínkách potenciální evapotranspirace zpravidla převyšuje evapotranspiraci aktuální (ČMeS 2025). Naproti tomu referenční evapotranspirace (ET_0), použitá v této studii, je definována přesněji jako evapotranspirace z hypotetické referenční plodiny odpovídající svými parametry dobře zavlažované travní ploše jednotné výšky. Nicméně tato změna je spíše otázkou upřesnění definice referenčního povrchu, ze kterého se maximální možná evapotranspirace posuzuje.

Referenční evapotranspirace byla odhadnuta metodou volby, tj. postupem podle Penmana-Monteitha (Allent et al. 1998), která zahrnuje mezi vstupní proměnné kromě teploty i úhrn globální radiace, vlhkost vzduchu a rychlost větru. Tento postup lze považovat podle našeho názoru pro podmínky ČR za vhodnější oproti empirickým metodám (např. Oudin et al. 2005), protože k použití empirických metod pro poslední dekádu není s ohledem na kvalitu měřených dat všech prvků na našem území důvod.

4.2 Množství dusíku aplikovaného na zemědělskou půdu

Pro odhad emisí oxidu dusného aplikovaného ve formě hnojiv na zemědělskou půdu je podle nižších úrovní metodik (Tier 1 a 2, IPCC 2006; 2019) nutno uvést celoroční spotřebu dusíku ze všech jeho zdrojů. V následující tabulce (tab. 4) je uvedeno srovnání vstupů množství dusíku aplikovaného v minerálních hnojivech i) z výběrového šetření ČSÚ, které na základě vyhodnocení CARC umožnilo specifikovat průměrnou spotřebu dusíku po okresech, v kg N/ha (sloupec 3, tab. 4), ii) data o průměrné spotřebě dusíku v minerálních hnojivech, která pro mezinárodní výkaznictví na základě vyhodnocení CARC poskytuje Ministerstvo zemědělství (sloupec 4, tab. 4). Z výsledků je zřejmé, že výsledky šetření ČSÚ kolísají oproti údajům MZe o $\pm 20\%$, ale v sumě za celé sledované období 2015–2023 se liší pouze o $1,2\%$ (tab. 4). Relativní shoda v celkové sumě spotřeby hnojiv potvrzuje i hlavní důvod rozdílů v jednotlivých letech. Při šetření v praxi, které provádí ČSÚ je hodnocena spotřeba hnojiv, tedy jejich skutečná aplikace za hospodářský rok. Naproti tomu, za celou ČR jsou do mezinárodního porovnání (EUROSTAT, FAOSTAT) předávány údaje za kalendářní rok, vypočítané bilančním způsobem na základě výroby, importu a exportu hnojiv. Nejsou tedy zohledněny sezónní nákupy hnojiv obchodníky a jednotlivými podniky, skladování hnojiv ani skutečná aplikace.

Na základě úpravy zákonných povinností o evidenci hnojiv v roce 2025 se zrušila povinnost zasílání evidence hnojení do centrální databáze, kterou vede Ústřední kontrolní a zkušební ústav zemědělský (ÚKZÚZ). Naposledy byly komplexně vloženy údaje o hnojení na úrovni pozemků u podniků s výměrou nad 20 ha zemědělské půdy, a to za kalendářní rok 2022. Postupnou změnou zákona o hnojivech (č. 156/1998 Sb.) se dospělo k tomu, že odesílání údajů o evidenci hnojení do centrálního úložiště nadále bude jen na vyzvání, pro účely kontroly. I když byla tato změna schválena teprve 22. 1. 2025 na schůzi Poslanecké sněmovny a 26. 2. 2025 na schůzi Senátu, tak MZe již v průběhu února vydalo výklad, že pokud nebude zaslána evidence hnojení do centrálního úložiště (dle platné povinnosti měli evidenci za rok 2024 poslat všichni uživatelé s výměrou nad 200 ha zemědělské půdy, a to do 28. února 2025), tak to

Tab. 4 Porovnání údajů o spotřebě dusíku v minerálních hnojivech i) z šetření ČSÚ a vyhodnocení CARC, po okresech (sloupec 3) ii) z údajů Ministerstva zemědělství ČR (sloupec 4), pro roky 2015–2023.

Table 4. Comparison of data on nitrogen consumption from synthetic fertilizers i) from the survey by districts provided by CZSO and evaluation by CARC (Column 3) ii) from Ministry of Agriculture data (Column 4), for the years 2015–2023.

1	2	3	4	5	6
Rok šetření	Rozloha využívané zemědělské půdy	Spotřeba N v minerálních hnojivech (šetření ČSÚ)	Spotřeba N v minerálních hnojivech (MZe pro FAOSTAT)	Rozdíl mezi různě zjišťovanými spotřebami	Rozdíl mezi různě zjišťovanými spotřebami
	[ha]	[kg]	[kg]	[kg]	[%]
2015	3 550 206	347 492 174	397 136 000	49 643 826	12,5
2016	3 561 863	371 452 145	407 184 000	35 731 855	8,8
2017	3 560 039	368 464 005	397 586 000	29 121 995	7,3
2018	3 557 885	363 260 054	351 780 000	−11 480 054	−3,3
2019	3 555 695	356 991 763	332 032 000	−24 959 763	−7,5
2020	3 555 585	350 936 226	285 436 000	−65 500 226	−22,9
2021	3 555 590	335 285 339	309 646 000	−25 639 339	−8,3
2022	3 550 312	298 589 356	324 916 000	26 326 644	8,1
2023	3 542 902	287 010 508	237 599 000	−49 411 508	−20,8
Celkem		3 079 481 571	3 043 315 000	−36 166 571	−1,2

nebude sankcionováno. Regionálně specifická data o skutečné spotřebě hnojiv daném roce tak nadále dostupná nebudou.

Pro účely vyhodnocení údajů na úrovni okresů bylo nutné zohlednit fakt, že existují velké podniky hospodářské v několika okresech i krajích, které své údaje do šetření ČSÚ lokalizují do okresu, kde mají sídlo. Proto byla do vyhodnocení použita data jen z podniků, které hospodáří min. ze 75 % v jednom okrese.

4.3 Metodické postupy IPCC

K odhadu přímých a nepřímých emisí N_2O z obhospodařovaných půd jsou v případě České republiky potřeba čtyři emisní faktory (EF). V metodice IPCC 2019 jsou uvedené jejich výchozí/defaultně nastavené hodnoty, které mohou být použity i v kombinaci s emisními faktory specifickými pro danou zemi. Výchozí hodnota pro EF1 (přímé emise z aplikace dusíku do půdy) byla stanovena na 1 % dusíku aplikovaného do půd nebo uvolněného prostřednictvím činností, které vedou k mineralizaci organické hmoty v minerálních půdách. Vzhledem k rostoucímu počtu studií zdůrazňujících roli klimatu a typu hnojiva při určování EF1 (Aguilera et al. 2013; Cayuela et al. 2017; Flechard et al. 2007; IPCC 2019) metodiky obsahují i alternativní emisní faktory, které jsou rozčleněny podle klimatické zóny a typu aplikovaného hnojiva. Ve vlhkém klimatu byla výchozí hodnota nastavena na 0,6 % vstupů organického N a 1,6 % vstupů minerálního N. V suchém klimatu byla výchozí hodnota nastavena na 0,5 % vstupů N pro organický i minerální N. Tyto alternativní hodnoty faktoru je možné použít, pokud lze rozdělit vstupní údaje podle klimatických zón, případně typu použitého minerálního hnojiva.

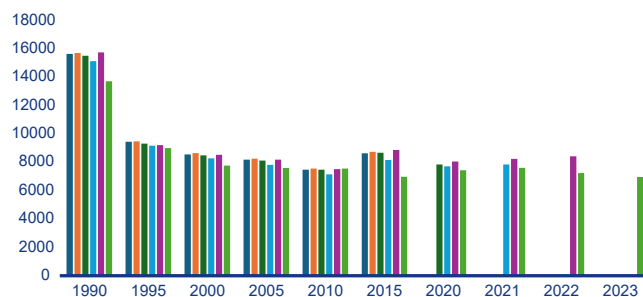
Do roku 2023 byly pro odhady emisí využívány emisní faktory s vyšší hodnotou (konzervativní odhad) odpovídající podmínkám mírného vlhkého regionu, přestože je zřejmé, že část území České republiky spadá do klimatu studeného a suchého a teplého a suchého.

Hodnoty emisních faktorů může dále ovlivnit např. obsah organického uhlíku v půdě, textura půdy, odvodnění, pH půdy a způsoby aplikace hnojiv. V tomto případě je třeba hodnoty emisních faktorů stanovit na národní úrovni a doložit jejich hodnoty experimentálně nebo modelově.

Pro odhady emisí na nejvyšší úrovni je možné použít národně specifické údaje, např. výsledky aplikace specifických modelů (např. NEMA (Lagerwerf et al. 2019)) a výsledky přímých měření. Česká republika zatím národně specifickými údaji na požadované úrovni nedisponuje.

Práce s metodikami IPCC a jejich konfrontace se znalostmi v daném oboru dává prostor pro to, abychom lépe porozuměli procesům, které vedou k uvolnění emisí ze zemědělských půd a abychom hledali možnosti, jak emise účinně snižovat.

Ve vykazování emisí ze sektoru Zemědělství stále chybí řada podkladů, na jejichž základě by bylo možné vykazovat přesněji. Jedná se zejména o různé druhy evidence (spotřeby hnojiv, spotřeby krmiv, způsob chovu hospodářských zvířat, způsob nakládání se statkovými hnojivy apod.), které by vedl farmář a informace od jednotlivých farmářů, které by stát centrálně spravoval. S velkým zpožděním nebo vůbec se zatím nedaří implementovat výsledky výzkumu např. zaměřeného na efekty snižujících opatření, ať už technologických nebo ekologických.



Obr. 5 Vývoj emisí v sektoru Zemědělství v letech 1990 až 2023, výsledky odhadů emisí vykazované v letech 2020–2025.

Fig. 5. Development of emissions in the Agriculture sector from 1990 to 2023, results of emission estimates reported in 2020–2025.

4.4 Zpřesňování výsledků emisních inventur

Vývoj emisí v sektoru zemědělství, jak se mění v jednotlivých letech vykazování, je znázorněn na obr. 5. Snižování emisí mezi rokem 1990 a 2010 je způsobeno významným poklesem počtu hospodářských zvířat chovaných na území České republiky. Různé výsledky submisí v jednotlivých letech jsou pak způsobeny metodickými změnami a změnami v používaných aktivních datech, tedy upřesňováním vstupních dat a výpočetních postupů. Jedním z požadavků IPCC je zachovávat konzistentní přístup k vykazování, tedy pokud dojde ke zpřesnění metodických postupů, nebo úpravě aktivních dat, je třeba přepočítat vykázané emise v celé časové řadě. Dochází ovšem k situaci, že emise se v časové řadě mění v jednotlivých letech. Vliv zohlednění klimatické zonace na výši emisí v celé časové řadě je zřejmý z obr. 5, a to výškou světle zeleného sloupce označeného Submise 2025, což jsou aktuální data NID České republiky. Zpřesnění vstupních údajů může odhad emisí zvýšit i snížit.

5. Závěr

Z pohledu kvality národního výkaznictví je nesporně velice důležité průběžně pracovat na aktualizaci výpočetních postupů a aktivních dat. Primárně se jedná o požadavek Rámcové úmluvy na změnu klimatu (UNFCCC) na kvalitu a metodickou úroveň vykazování emisí skleníkových plynů. Přesná a lokálně specifická data umožňují zpřesnění emisních odhadů na úrovni státu a pomáhají rozhodnout a implementovat opatření, která změnu klimatu mohou zmírnit. Výsledky klimatické zonace území ČR již byly zapracovány do nejnovějších emisních odhadů (CHMI 2025), což vedlo k úspoře emisí ve výši cca 9 % z celkových emisí dosud vykazovaných v sektoru Zemědělství. Každoroční aktualizace klimatické zonace pro potřeby emisní inventury je zajištěna smluvně ošetřeným zapojením „Oddělení dopadu změny klimatu na agrosystémy“ ÚVGV AV ČR, v. v. i. do přípravy NID. Celková úspora emisí činí za dobu vykazování 20 Mt CO₂ ekv.

Poděkování:

Článek byl připraven s finanční podporou Technologické agentury České republiky (TAČR) v rámci projektu SS02030040 Predikce, hodnocení a výzkum citlivosti vybraných systémů, vlivu sucha, a změny klimatu v Česku (PERUN); projektu SS02030031 Integrovaný systém výzkumu, hodnocení a kontroly kvality ovzduší, ARAMIS a projektu MŠMT CZ.02.01.01/00/22_008/0004635 Pokročilé metody redukce emisí a sekvence sklenníkových plynů v zemědělské a lesní krajině pro mitigaci změny klimatu, AdAgriF.

Literatura:

- AGUILERA, E., LASSALETTA, L., GATTINGER, A., & GIMENO, B. S., 2013. Managing soil carbon for climate change mitigation and adaptation in Mediterranean cropping systems: A meta-analysis. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, Vol. **168**, s. 25–36. Dostupné z: <https://doi.org/10.1016/j.agee.2013.02.003>.
- ALLEN, R. G., PEREIRA, L. S., RAES, D., SMITH, M., 1998. Crop Evapotranspiration – Guidelines for Computing Crop Water Requirements. FAO Irrigation and Drainage Paper 56. ISBN 92-5-104219-5.
- CAYUELA, M. L., AGUILERA, E., SANZ-COBENA, A., ADAMS, D. C., ABALOS, D. et al., 2017. Direct nitrous oxide emissions in Mediterranean climate cropping systems: Emission factors based on a meta-analysis of available measurement data. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, Vol. **238**, s. 25–35. Dostupné z: <https://doi.org/10.1016/j.agee.2016.10.006>.
- CHMI, 2024. National Greenhouse Gas Inventory Document of the Czech Republic. Submission under UNFCCC and Paris Agreement, reported inventories 1990–2022 [online]. [cit. 7. 6. 2025]. Dostupné z WWW: https://unfccc.int/sites/default/files/resource/CZE_NID_2024-2022_UNFCCC.pdf.
- CHMI, 2025. National Greenhouse Gas Inventory Document of the Czech Republic. Submission under UNFCCC and Paris Agreement, reported inventories 1990–2023 [online]. [cit. 7. 6. 2025]. Dostupné z WWW: https://unfccc.int/sites/default/files/resource/CZE_NID_2024-2023_UNFCCC.pdf.
- ČMeS, 2025. Elektronický meteorologický slovník (eMS) [online]. Česká meteorologická společnost. [cit. 8. 5. 2025]. Dostupné z: <http://slovník.cmes.cz>.
- ČSÚ, 2025. Veřejná databáze [online]. Český statistický úřad [cit. 7. 6. 2025]. Dostupné z WWW: <https://vdb.czso.cz/vdbvo2/>.
- FLECHARD, C. R., AMBUS, P., SKIBA, U., REES, R. M., HENSEN, A. et al., 2007. Effects of climate and management intensity on nitrous oxide emissions in grassland systems across Europe. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, Vol. **121**, s. 135–152. Dostupné z: <https://doi.org/10.1016/j.agee.2006.12.024>.
- HLAVINKA, P., TRNKA, M., BALEK, J., SEMERÁDOVÁ, D., HAYES, M. et al., 2011. Development and evaluation of the SoilClim model for water balance and soil climate estimates. *Agricultural Water Management*, Vol. **98**, s. 1249–1261. Dostupné z: <https://doi.org/10.1016/j.agwat.2011.03.011>.
- IPCC, 2006. 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories. Hayama: Institute for Global Environmental Strategies (IGES). ISBN 4-88788-032-4.
- IPCC, 2019. 2019 Refinement to the 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories. Hayama: Institute for Global Environmental Strategies (IGES). ISBN 978-4-88788-232-4.

KREMER, A., 2013. Eurostat/OECD Nutrient Budgets Methodology Handbook: EU-27, Norway, Switzerland, European Network for Rural Development. Belgium. Dostupné z: <https://coilink.org/20.500.12592/xhkjip> on 22 Jul 2025. COI: 20.500.12592/xhkjip.

LAGERWERF, L. A., BANNINK, A., BRUGGEN, C. van, GROENESTEIN, C. M., HUIJSMANS, J. F. M. et al., 2019. Methodology for estimating emissions from agriculture in the Netherlands: Calculations of CH₄, NH₃, N₂O, NO_x, NMVOC, PM₁₀, PM_{2.5} and CO₂ with the National Emission Model for Agriculture (NEMA), Update 2019 [online]. [cit. 7. 6. 2025]. Dostupné z WWW: <https://library.wur.nl/WebQuery/wurpubs/549203>.

MONTEITH, J. L., UNSWORTH, M. H., 1990. Principles of Environmental Physics (2nd edition). Edward Arnold. ISBN 978-0-12-386910-4.

ODIN, L., HERVIEU, F., MICHEL, C., PERRIN, C., ANDRÉASSIAN, V. et al., 2005. Which potential evapotranspiration input for a lumped rainfall-runoff model? Part 2 – Towards a simple and efficient potential evapotranspiration model for rainfall-runoff modelling. *Journal of Hydrology*, Vol. **303**, s. 290–306. Dostupné z: <https://doi.org/10.1016/j.jhydrol.2004.08.026>.

SCHAUMBERGER, A., 2005. Ertragsanalyse im österreichischen Grünland mittels GIS unter besonderer Berücksichtigung klimatischer Veränderungen. Diplomarbeit.

TRNKA, M., HLAVINKA, P., MOŽNÝ, M., SEMERÁDOVÁ, D., ŠTĚPÁNEK, P. et al., 2020. Czech Drought Monitor System for monitoring and forecasting agricultural drought and drought impacts. *International Journal of Climatology*, Vol. **40**, Issue 14, s. 5941–5958. Dostupné z: <https://doi.org/10.1002/joc.6557>.

Lektoři (Reviewers):

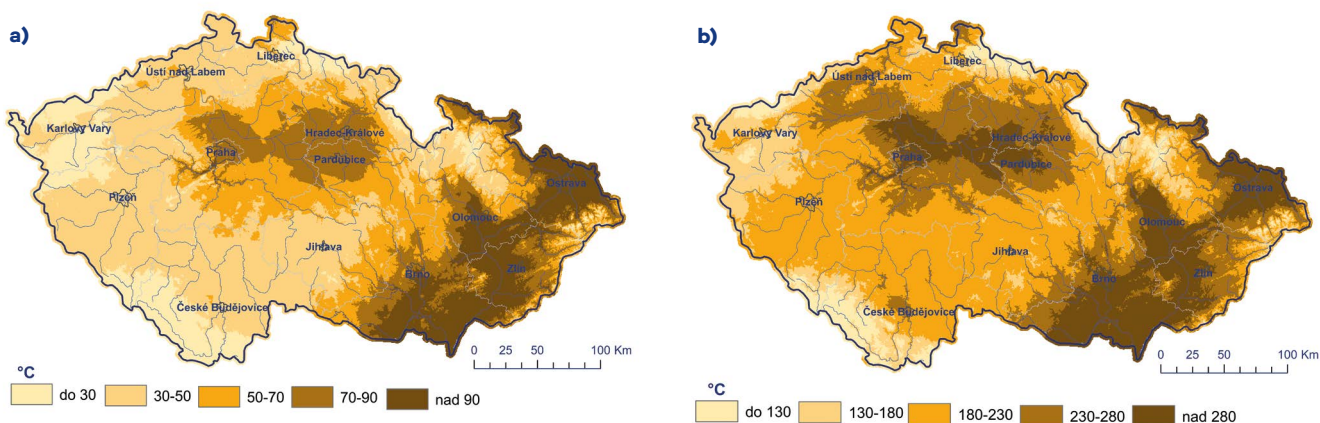
RNDr. Radim Tolasz, Ph.D., Ing. Kristína Tonhauzer, Ph.D.

POČASÍ A ROSTLINY

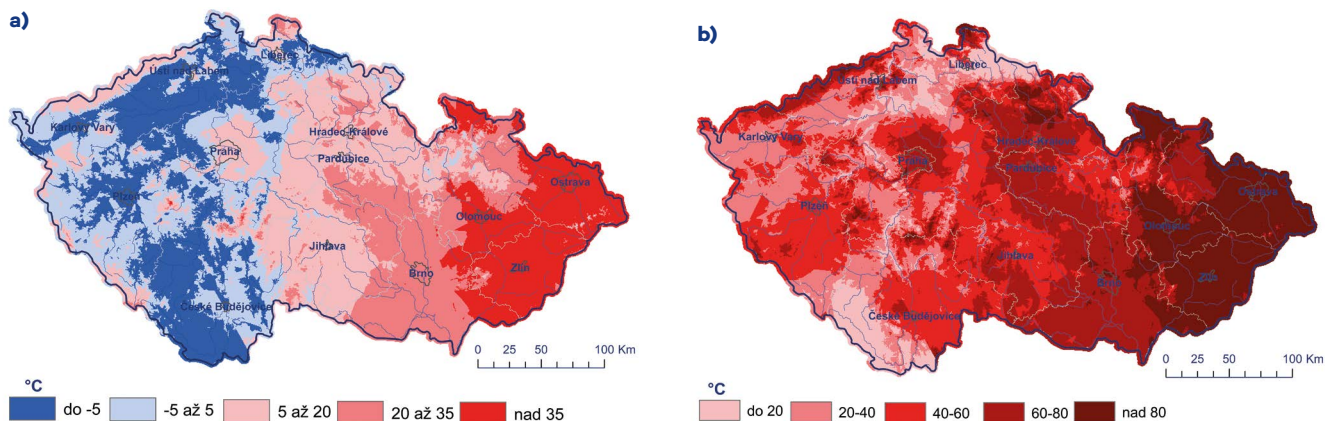
Fenologický vývoj na území ČR od ledna do dubna 2025

V tomto čísle vyhodnotíme časové období od 1. března do 30. dubna 2025. Při hodnocení vybraných charakteristik je používán normál 1991–2020.

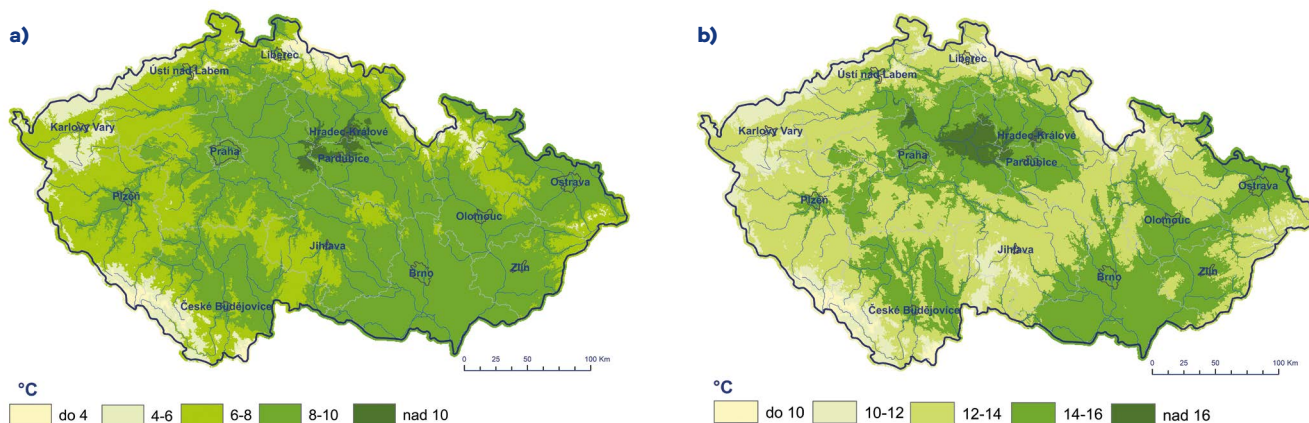
Celkovou sumu **efektivních teplot nad 5 °C** od 1. 1. 2025 do 31. 3. 2025 a 30. 4. 2025 a její srovnání s normálem 1991–2020 zobrazují následující mapy (obr. 1, 2). Absolutní hodnoty sumy efektivních teplot vzduchu nad 5 °C byly v rozmezí do 30 °C a nad 280 °C. Odchytky od normálu 1991–2020 byly v březnu na většině území Čech záporné, na Moravě bylo výrazně tepleji. V dubnu byly odchytky kladné na celém území ČR a pohybovaly se v rozmezí od 20 do 80 °C. Ve srovnání s rokem 2024 byly březnové i dubnové odchytky výrazně nižší.



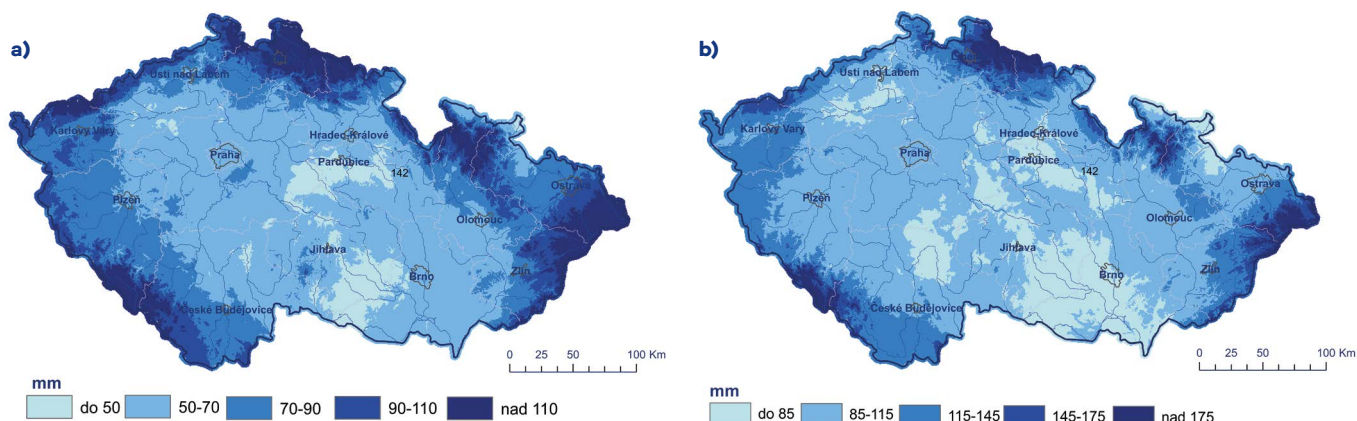
Obr. 1 Suma efektivních teplot vzduchu nad 5 °C od 1. 1. 2025 do 31. 3. 2025 (a) a do 30. 4. 2025 (b).



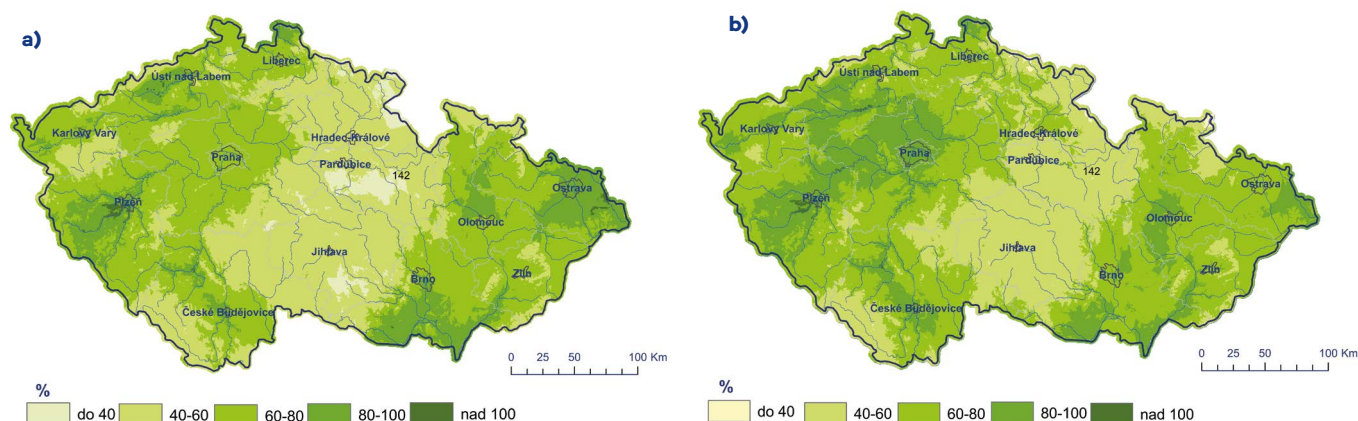
Obr. 2 Suma efektivních teplot vzduchu nad 5 °C – odchylka od normálu 1991–2020 od 1. 1. 2025 do 31. 3. 2025 (a) a do 30. 4. 2025 (b).



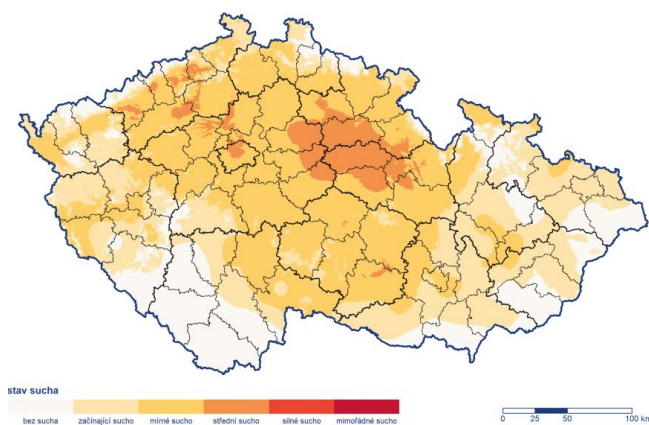
Obr. 3 Průměrná denní teplota půdy v hloubce 10 cm dne 30. 3. 2025 (a) a 30. 4. 2025 (b).



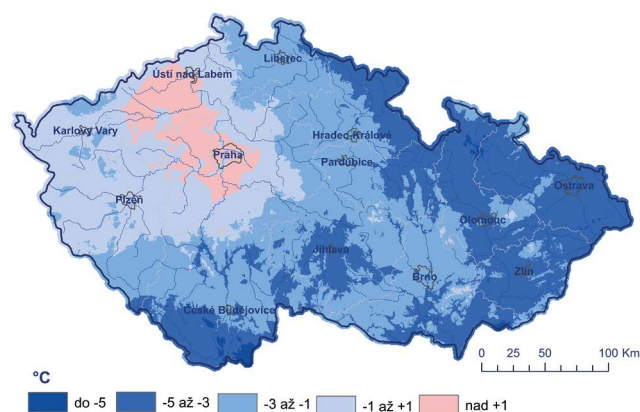
Obr. 4 Kumulativní úhrn srážek k 31. 3. 2025 (a) a 30. 4. 2025 (b).



Obr. 5 Kumulativní úhrn srážek (procenta normálu 1991–2020) k 31. 3. 2025 (a) a 30. 4. 2025 (b).



Obr. 6 Stav půdního sucha k 30. 3. 2025.



Obr. 7 Minimální teplota vzduchu ve 2 m nad zemí, 9. 4. 2025.

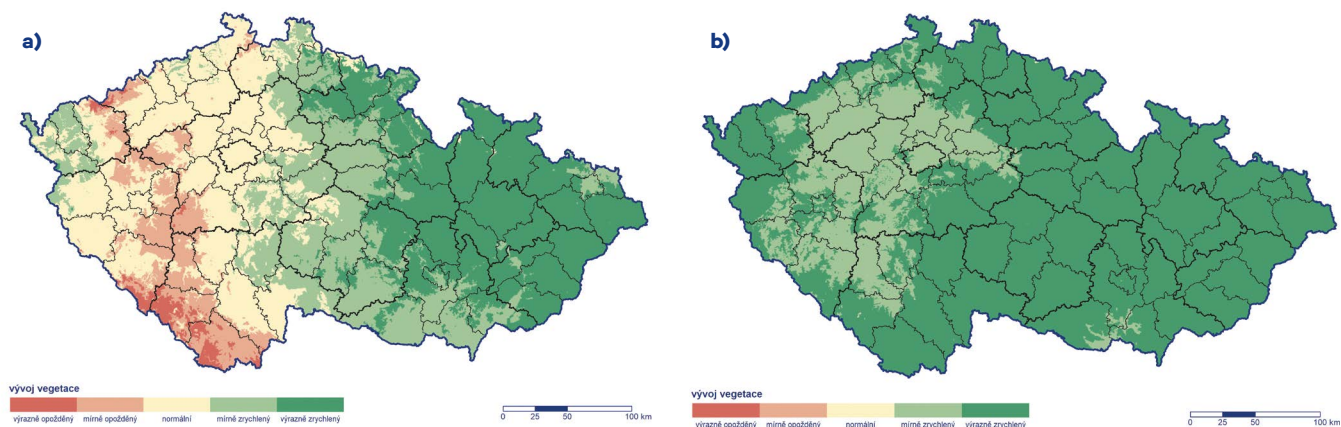
Průměrná denní teplota půdy v hloubce 10 cm dne 30. 3. 2025 a 30. 4. 2025 je uvedena v obr. 3. Hodnoty v březnu byly v rozmezí 4–10 °C, v dubnu dokonce 10–16 °C. Ve srovnání s rokem 2024 byly teploty půdy v březnu nižší a v dubnu byly stejné (průměrná denní teplota půdy v 10 cm byla 31. 3. 2024 v rozmezí 6–12 °C a 1. 5. 2024 byla v rozsahu 10–16 °C).

Kumulativní úhrn atmosférických srážek od 1. 1. 2025 do 31. 3. 2025 a 30. 4. 2025 a procentické vyjádření normálu 1991–2020 jsou vykresleny na obrázku 4 a 5. Nejnižší kumulativní úhrn srážek ke konci března (do 50 mm) byl zaznamenán na Pardubicku a v části jižní Moravy. Ke konci dubna byl nejnižší kumulativní úhrn srážek (do 85 mm) zaznamenán zejména v severozápadních, jižních a východních Čechách a na

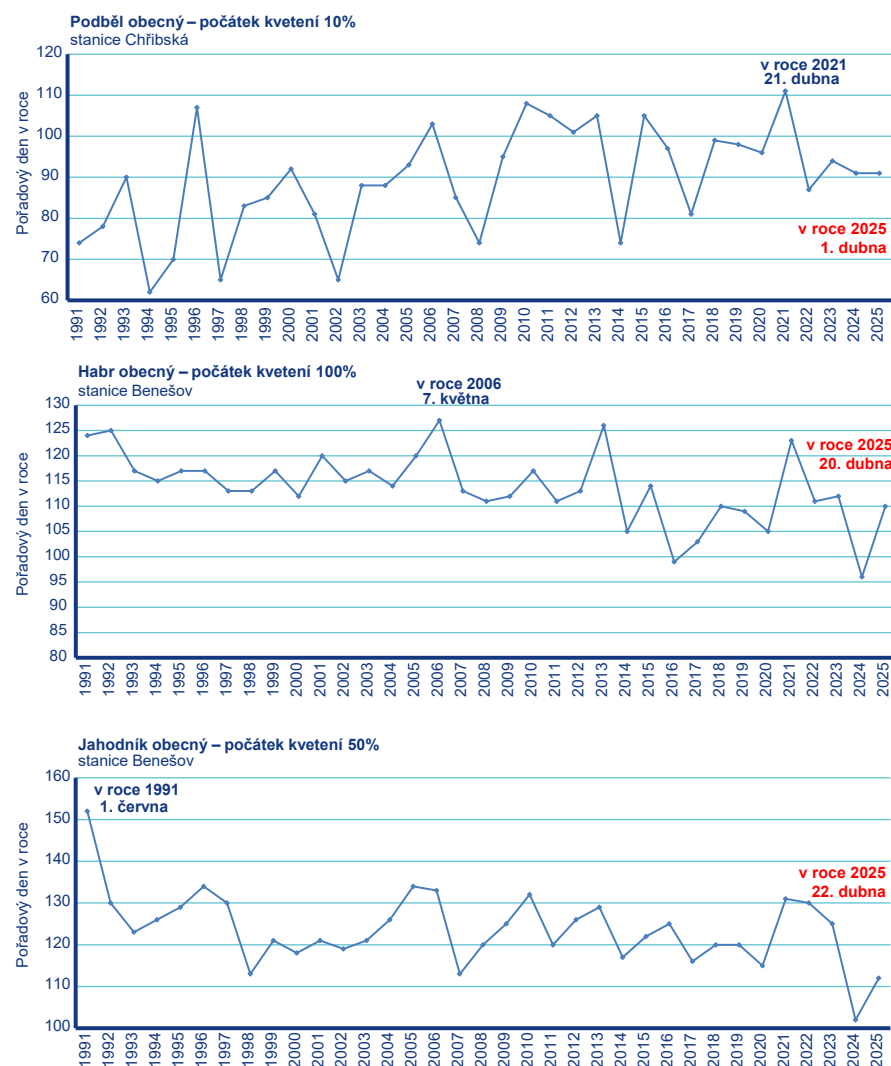
jižní Moravě. Ve srovnání kumulativních hodnot srážek s normálem 1991–2020 dosahovaly hodnoty na většině území 40 až 100 % normálu. Ve srovnání s jarem 2024 bylo letošní jaro výrazně sušší, dokládá to i stav půdního sucha k 30. 3. 2025 na obr. 6.

V první dekádě dubna se vyskytly mrazy ve vegetačním období, nejnižší hodnoty byly zaznamenány 9. dubna 2025 (obr. 7) a zasáhly téměř celé území ČR. V té době kvetly meruňky, broskvoně a rané odrůdy třešní.

Vegetace se zpočátku vyvíjela v normálu a místy se zpožděním, ale po výrazném oteplení v průběhu března (odchylka průměrné březnové teploty vzduchu od normálu činila na území ČR



Obr. 8 Vývoj vegetace k 13. 4. 2025 (a) a k 5. 5. 2025 (b).



Obr. 9 Počátek kvetení (10 %) podbělu obecného (stanice Chřibská, 350 m n. m.), počátek kvetení (100 %) habru obecného a počátek kvetení (50 %) jahodníku obecného (stanice Benešov, 370 m n. m.) v období 1991–2025.

1,9 °C) došlo k urychlení vývoje vegetace, zpočátku jsme zaznamenali výrazný rozdíl mezi Čechami a Moravou, posléze došlo k urychlení vývoje vegetace na celém území (obr. 8). V březnu a dubnu jsme si mohli užívat květy podbělů, sasanečků, blatouchů, jahodníků, zlatic, magnolií, šeříků, trnek či hlohů. Brusnice borůvka a střemchy květy ve třetí dekádě dubna. Dřeviny rašily a postupně se olistovaly a na konci dubna byly na většině lokalit zcela olistěné, např. lísky, olše, habry, břízy, třešně, javory, buky či lípy. Ukázka vývoje vybraných jarních fenofází je na obr. 9 a 10.

Pylová sezóna byla v březnu a dubnu v plném proudu, bříza začala kvést v první polovině dubna.

V dalším čísle vám přineseme aktuální informace o vlivu počasí na vegetaci v květnu a červnu 2025.

Lenka Hájková



Obr. 10 Květy podbělu, jahodníku obecného a samčí květ habru obecného.

INFORMACE

Nový pyrliometrický etalon PMO8 v Solárním a ozonovém oddělení ČHMÚ



Kalibrační stanoviště pyrliometrů během mezinárodního porovnání IPC-XIV ve Světovém radiačním centru (WRC) v Davosu, Švýcarsko. Foto: M. Stráník.

Solární a ozonové oddělení (SOO) ČHMÚ v Hradci Králové zakoupilo a v současné době uvádí do provozu nový pyrliometrický etalon PMO8 (výrobce Davos Instruments, Švýcarsko). Dosavadní etalon AHF (výrobce Eppley, USA) je sice dosud funkční, ale byl pořízen už v roce 1995 a blíží se ke konci své životnosti. Proto bylo rozhodnuto pořídit včas nový kvalitní pyrliometrický etalon s perspektivou jeho využití po dobu dalších mnoha let. SOO tak bude moci dále kvalitně plnit funkci Národního radiačního centra ČHMÚ.

Oba etalony, PMO8 i AHF, jsou absolutní dutinové kompenzační pyrliometry, umožňují tedy absolutní kalibraci. Jsou schváleny WMO k použití jako národní pyrliometrické etalony pro radiační měření a splňují všechny požadavky WMO a BSRN (Baseline Surface Radiation Network) na přesnost, citlivost a stabilitu pyrliometrických etalonů. Zatímco ale etalon AHF má zaručenou přesnost do $\pm 0,4\%$, u PMO8 je to do $\pm 0,1\%$.

Pyrliometrický etalon PMO8 je špičkový přístroj tohoto druhu na současném trhu. Z hlediska vývoje, výroby i kalibrací je úzce navázán na Světové radiační centrum (WRC – World Radiation Center) WMO v Davosu a jejich světové pyrliometrické etalony WSG (World Standard Group), protože firma Davos Instruments je odnoží WRC a vývoj i výroba PMO8 probíhaly v těsné spolupráci firmy Davos Instruments s WRC.

PMO8 bude v SOO Hradec Králové nadále používán jako primární etalon a starší AHF jako etalon sekundární. Zároveň byl zakoupen i tracker Solys2 (výrobce OTT Hydromet) s cer-

tifikovanými montážemi pro umístění jak etalonu PMO8, tak i staršího AHF. Oba etalony tak mohou při kalibracích měřit souběžně. To umožní i vzájemnou kontrolu obou etalonů, a tím i včasnou detekci případných nepřesností nebo poruch těchto přístrojů. Celá kalibrační linka pyranometrů a čidel slunečního svitu na ČHMÚ se tak stává daleko odolnější proti možným poruchám kalibračních etalonů.

Etalony slouží k průběžnému udržování kalibrační úrovně referenčního pyrliometru CH1 a referenčního pyranometru CMP21, na které se následně kalibračně navazují provozní slunoměry a pyranometry, kalibrované na SOO pro staniční síť ČHMÚ.

Porovnání pyrliometrických etalonů národních meteorologických služeb se světovými etalony probíhá ve WRC v Davosu 1× za 5 let v rámci IPC (International Pyrliometer Comparison) a pracovníci SOO Hradec Králové se ho pravidelně účastní. Poslední porovnání proběhlo začátkem října 2025, kdy byly oba etalony ČHMÚ nezávisle porovnány přímo se světovými etalony WSG a oba byly shledány plně provozuschopnými.

Ladislav Metelka, Martin Stráník

Rekordní Den otevřených dveří ČHMÚ: Extrémny počasí přilákaly tisíce lidí

Český hydrometeorologický ústav (ČHMÚ) letos zaznamenal dosud největší zájem veřejnosti o svůj Den otevřených dveří. V sobotu 22. března 2025 navštívilo hlavní pracoviště v Praze-Libuši více než tři tisíce lidí a další stovky a tisíce zájemců zamířily na devět regionálních poboček a 15 profesionálních meteorologických stanic po celé republice. Hlavním tématem letošního ročníku byly extrémny počasí – téma, které v posledních letech rezonuje nejen mezi odborníky, ale i mezi širokou veřejností. Návštěvníci měli možnost nahlédnout do zákulisí meteorologických a hydrologických měření, seznámit se s přístroji a technologiemi pro sledování ovzduší, vody a klimatu a diskutovat s experty o změně klimatu, suchu, povodních či kvalitě vzduchu.

V Praze-Libuši patřil k hlavním lákadlům start meteorologického balónu, který ve 12:15 vystoupal až do výšky kolem 30 kilometrů a v reálném čase přenášel data o stavu atmosféry. Součástí programu byly také populárně-naučné přednášky, ukázky měření, prohlídky technického zázemí a informace o pylové sezoně. Velký zájem zaznamenaly také regionální pobočky ČHMÚ. V Brně si návštěvníci prohlédli laboratoř s elektronickým mikroskopem a zkoumali prachové částice i pylová zrna, přičemž odborníci vysvětlovali postupy sledování kvality ovzduší. Ostrava se zaměřila na klimatickou změnu v průmyslovém regionu a její dopady na zdraví obyvatel, doplněné ukázkami měření koncentrace škodlivin. V Hradci Králové probíhaly přednášky o sluneční aktivitě a ochraně ozonové vrstvy s ukázkami měření UV záření. Ústí nad Labem nabídlo pohled do zákulisí tvorby televizní a rozhlasové předpovědi počasí, kterou si někteří účastníci mohli sami „naživo“ vyzkoušet. České Budějovice připomněly zářijové povodně roku 2024 fotodokumentací a rozбором hydrologických modelů. Plzeň lákala na



Den otevřených dveří proběhl ve všech koutech republiky – od hlavního pracoviště přes regionální pobočky až po meteorologické stanice. Foto: Archiv ČHMÚ.

téma lovců bouřek a ukázky bleskových detektorů spolu s průzkumem pramenů. V Košeticích se návštěvníci prošli k unikátnímu 250metrovému stožáru pro sledování skleníkových plynů a aerosolů a dozvěděli se o jeho významu pro výzkum atmosféry. Tušimice, ve spolupráci s hvězdárnou v Kadani, nabídly ukázkou tvorby umělého tornáda, soutěž o odhad nejvyššího nárazu větru a astronomické pozorování.

Pro děti byly na všech pracovištích připraveny interaktivní hry, tvůrčí dílny a zábavné pokusy, které hravou formou přiblížily, jak se měří teplota, vítr nebo srážky. Letošní rekordní účast potvrzuje rostoucí zájem veřejnosti o témata spojená s počasím, klimatem a životním prostředím. Ústav poděkoval všem návštěvníkům a už nyní plánuje další ročník této tradiční akce.

Hana Stehlíková

250 let nepřetržitého měření teploty v Klementinu: Oslava mimořádného meteorologického jubilea

Rok 2025 představuje pro českou meteorologii zcela výjimečný milník. Připomínáme si 250. výročí od zahájení souvislé řady pozorování teploty vzduchu v pražském Klementinu – nejdelší nepřerušované měření tohoto druhu ve střední Evropě. Tato unikátní datová řada, která začala v roce 1775, poskytuje neocenitelný zdroj informací o dlouhodobém vývoji klimatu a počasí

na našem území. U příležitosti tohoto významného jubilea připravil Český hydrometeorologický ústav (ČHMÚ) ve spolupráci s Národní knihovnou ČR komplexní program aktivit pro širokou veřejnost, který přiblíží historii i současnost meteorologických pozorování.

Venkovní posterová výstava

Od konce května do konce září 2025 proběhla na Studentském nádvoří Klementina venkovní posterová výstava s volným vstupem, prezentující historii, výsledky a současný stav meteorologických a dalších pozorování v Klementinu. V souvislosti se zahájením výstavy byla dne 21. května 2025 zorganizována slavnostní vernisáž za účasti ministra kultury Martina Baxy, ředitele ČHMÚ Marka Riedera a ředitele Národní knihovny ČR Tomáše Foltýna.

Výstava nabízela pozoruhodný pohled na dějiny meteorologie v Čechách i ve světě a seznamovala návštěvníky s osobnostmi, které stály u zrodu měření, s vývojem meteorologických přístrojů, s příběhy prvních organizovaných měřicích sítí, s fenomény a prvky, které byly a stále jsou měřeny, i s výjimečnými klimatickými událostmi. Zvláštní pozornost byla věnována dlouhé teplotní řadě Klementina, která patří k nejstarším nepřerušovaným řadám na světě. Výstava zároveň představovala současný stav meteorologické technologie a práci ČHMÚ. Národní knihovna ČR obohatila výstavu o dva informační panely vytvořené jejími odbornými pracovníky.

Odborně-populární publikace

V květnu 2025 vyšla v nakladatelství ČHMÚ publikace „V Klementinu bylo naměřeno...“, na které se podílel autorský tým

z ČHMÚ, Masarykovy univerzity a Ústavu fyziky atmosféry AV ČR. O této publikaci se čtenáři mohli podrobně dozvědět v předchozím čísle Meteorologických zpráv, kde jí byl věnován samostatný článek.

Cyklus odborných přednášek

V červnu naši odborníci připravili cyklus přednášek V Klementinu bylo naměřeno..., který vycházel ze zmiňované publikace. Přímo v pražském Klementinu se uskutečnily čtyři přednášky, které mohla veřejnost navštívit.

Pro studenty základních a středních škol proběhl v červnu přednáškový cyklus o ČHMÚ. Program zahrnoval dvě přednášky, které studentům přiblížily, co se děje před povodní a během ní a jak se měří znečištění ovzduší.

Dobrodružná šifrovací hra

Současně se spuštěním výstavy byla zahájena zábavná šifrovací hra „Až naprší a uschne“ z dílny Cryptomania. Hra provede týmy o 2–5 hráčích historickým centrem Prahy a prostřednictvím luštění šifer je seznámí s historií a současností hydrometeorologických pozorování a činností ČHMÚ. Na sedmi stanovištích se účastníci dozvědí něco z historie měření a poznají, co všechno se dnes v Klementinu měří. Čekají na ně šifry, logické úlohy a získávání hesel. Šifrovací hra představuje skvělý tip na aktivní rodinný víkend v Praze. Hra stále běží a zájemci se jí mohou zúčastnit nejen nyní, ale i v příštím roce, zatím není stanoven termín jejího ukončení.

Geocaching labka

Současně s výstavou probíhala také geocachingová labka, která byla ukončena v říjnu 2025. Účastníci měli za úkol vyluštit pět otázek z vystavených posterů. Otázky nebyly zcela jednoduché, nicméně úspěšně je zvládli i zahraniční návštěvníci, neboť labka byla k dispozici i v anglické verzi. Celkově se této aktivity zúčastnilo 462 lidí. Labku doporučilo 78 účastníků, díky čemuž se zobrazovala jako výjimečně zajímavá. Z celkového počtu 284 hodnocení převažovaly pozitivní ohlasy, které oceňovaly nejen obsah posterů, ale také krásu a klid místa, které by jinak účastníci při návštěvě Prahy vynechali.

Konference

V září se přímo v areálu Klementina uskutečnila výroční konference České meteorologické společnosti ve spolupráci s ČHMÚ, Ústavem fyziky atmosféry AV ČR a Matematicko-fyzikální fakultou UK.



Venkovní výstava Českého hydrometeorologického ústavu v Klementinu se uskutečnila od konce května do konce září 2025.
Foto: NK ČR.



Vernisáž v Klementinu se konala 21. května 2025 za účasti ministra kultury Martina Baxy, ředitele ČHMÚ Marka Riedera a ředitele Národní knihovny ČR Tomáše Foltýna. Foto: NK ČR.

Význam dlouhodobých pozorování

Cílem této řady akcí je nejen připomenout významné výročí, ale také popularizovat meteorologii a hydrologii a ukázat veřejnosti důležitost dlouhodobých pozorování a jejich význam pro různé společenské aktivity. S obdobným záměrem ostatně naši předchůdci před 250 lety pravidelná měření započali. Nepřetržitá řada měření z Klementina představuje unikátní datový soubor, který umožňuje studium dlouhodobých klimatických změn a trendů. Tato data jsou neocenitelná pro klimatologů a meteorologů nejen v České republice, ale v celém středoevropském regionu.

Hana Stehlíková, Jan Daňhelka

SVĚTOVÝ METEOROLOGICKÝ DEN

Prohlášení generálního tajemníce SMO u příležitosti Světového meteorologického dne 2025

Vážení členové, kolegové, přátelé,

přeji vám šťastný Světový meteorologický den. Zároveň vám přeji vše nejlepší k 75. výročí Světové meteorologické organizace – autoritě OSN v oblasti počasí, klimatu a vody.

Dnes – a vlastně po celý tento rok – slavíme přínos WMO a jejích členů k záchraně životů, službě společnosti a ochraně naší planety.

Zaměstnanci národních meteorologických a hydrologických služeb jsou jako lékaři a zdravotní sestry – pracují 24 hodin denně, 7 dní v týdnu, aby chránili a podporovali veřejné blaho. Ráda bych poděkovala každému z vás.

Jsme víc než jen ti, kdo předpovídají počasí.

Vědecké údaje, informace a služby poskytované komunitou SMO jsou základem rozhodnutí ovlivňujících vše, od každodenních volnočasových aktivit přes sezónní výsadbu plodin až po dlouhodobé investice do infrastruktury.

Za posledních 75 let jsme přinesli globální ekonomice přidanou hodnotu v řádu miliard dolarů. Zachránili jsme další miliardy, které by jinak byly ztraceny v důsledku škod způsobených nebezpečím spojeným s počasím, klimatem a vodou. A zachránili jsme stovky tisíc životů.

SMO dělá svět bezpečnějším a prosperujícím. Volná a neomezená výměna údajů, produktů a služeb souvisejících s počasím je zásadní pro národní bezpečnost i pro odvětví citlivá na klima – například pro zemědělství, letectví, námořní dopravu, energetiku, vodní hospodářství či zdravotnictví.

SMO funguje jako páteř a centrální nervový systém globální předpovědi počasí.

Každou minutu, každý den, proudí data z monitorovacích stanic po celém světě do předpovědních center. Jde o miliony jednotlivých měření – ze satelitů, pozemních stanic, meteorologických balónů, oceánských bójí, lodí, letadel a dalších zdrojů.

Bez koordinace SMO a její jednotné sítě by každá země čelila nemožnému úkolu shromažďovat globální data samostatně.

V těchto nejistých a náročných časech je mezinárodní spolupráce důležitější než kdykoli předtím.

Svět právě zažil nejteplejších deset let v historii. Rok 2024 bude pravděpodobně prvním kalendářním rokem, kdy dočasně překročíme hranici 1,5 °C nad úroveň před průmyslovou revolucí.

Bohužel to nebude naposledy.

Nejde jen o statistiku.

Každá desetina stupně má význam pro naše životy a živobytí.

Extrémní povětrnostní jevy a dopady změny klimatu jsou stále intenzivnější. Čelíme častějším a silnějším vlnám veder, ničivějším bouřím a povodním a rychleji se zesilujícím tropickým cyklónům.

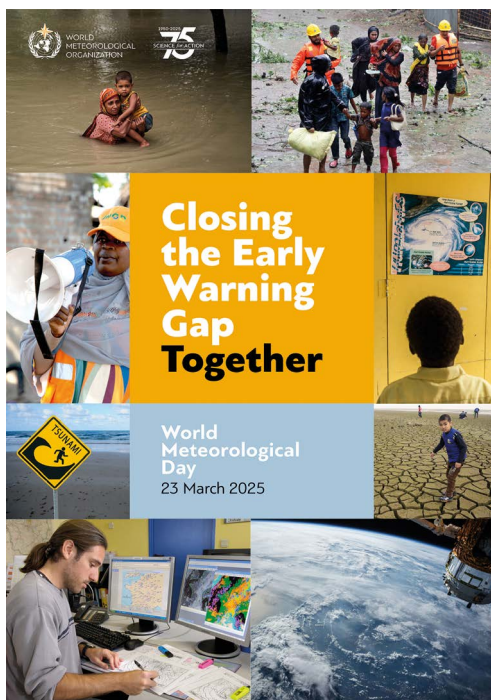
V letech 1970–2021 dosáhly celosvětové ekonomické ztráty způsobené povětrnostními, klimatickými a vodními riziky ohromujících 4,3 bilionu USD. Zahynulo více než 2 miliony lidí.

Ekonomické škody dále rostou, ale počet obětí klesá. Jednoduše řečeno, jsme lepší v zachraňování životů než kdykoli předtím.

Naší nejvyšší prioritou je zajistit, aby systémy včasného varování chránily všechny lidi na všech místech.

Tématem letošního Světového meteorologického dne je proto „Společně překonáme mezery ve včasném varování“.

V polovině cesty k cíli *Včasné varování pro všechny* můžeme s hrdostí oznámit pokrok. K roku 2024 hlásí 108 zemí, že disponují určitou kapacitou pro systémy včasného varování před



více riziky. To je více než dvojnásobek oproti 52 zemím v roce 2015.

Musíme však jít dál a rychleji.

Musíme:

- společně inovovat, abychom rozšířili technologie,
- společně podporovat spolupráci v jednotlivých zemích,
- společně investovat do vytváření, mobilizace a sdílení zdrojů.

Iniciativa *Včasné varování pro všechny* je dnes více než jen iniciativa, je to značka.

Je to ambiciózní cíl, ale jsme odhodláni uspět.

Rozšiřujeme podporu na další země nad rámec původních třiceti, na které se iniciativa zaměřovala. Posilujeme partnerství s bilaterálními a multilaterálními dárci, rozvojovými bankami a klimatickými fondy, abychom zvýšili zdroje a prohloubili spolupráci.

Budujeme regionální kapacity pro trvalý dopad a podporujeme vlastní odpovědnost tím, že do čela stavíme jednotlivé země.

Zavázali jsme se posílit schopnost předpovídat.

Technologický pokrok a umělá inteligence slibují revoluci v předpovídání počasí. Musíme však vyrovnat podmínky a zajistit, aby nikdo nezůstal pozadu. Musíme odstranit mezery v datech a pozorováních.

Nastal čas jednat. Pokud začneme nyní, budeme investovat a společně inovovat, můžeme splnit slib včasného varování pro všechny.

Je to lidská a morální povinnost. A má to i ekonomický smysl. V globálním měřítku se odhaduje, že každý dolar investovaný do včasného varování přinese čistý ekonomický přínos ve výši devíti dolarů. V některých regionech dokonce ještě více.

Vyzývám proto vlády po celém světě, aby posílily investice do národních meteorologických a hydrologických služeb. Je to klíčové pro národní i mezinárodní socioekonomický rozvoj.

Závěrem.

Za posledních 75 let WMO proměnila vědu v činy pro globální dobro.

Na tento Světový den meteorologie znovu potvrďme náš závazek k bezpečnějšímu a udržitelnějšímu světu. Dlužíme to našim dětem.

Děkuji vám.

Celeste Saulo

Meteorologické zprávy

Meteorological
Bulletin

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

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

Vydavatel (redakce) – Publishers

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

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

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

Vedoucí redaktor – Chief Editor

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

Redaktor – Assistant Editor

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

Redakční rada – Editorial Board

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

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

Z. Horký, Praha, Česká republika

F. Hudec, Univerzita obrany, Brno, Česká republika

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

P. Huszár, Univerzita Karlova, Praha, Česká republika

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

K. Krška, Brno, Česká republika

M. Lapin, Univerzita Komenského, Bratislava, Slovenská republika

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

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

V. Pastirčák, Bratislava, Slovenská republika

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

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

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

J. Strachota, Praha, Česká republika

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

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

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

H. Vondráčková, Praha, Česká republika

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

Abstracting and Indexing:

Meteorological and Geostrophical Abstracts

Tisk:

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

CC BY-NC-ND

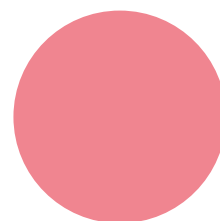
ISSN 0026-1173

ISSN 2788-3140 (on-line)

Registrační číslo MK ČR E 5107

© Meteorologické zprávy, Český hydrometeorologický ústav

Knihovna Českého hydrometeorologického ústavu



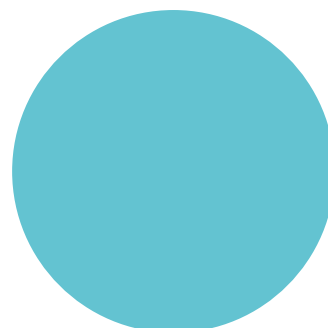
Získejte **přístup k plnotextové databázi Science Direct** vydavatelství **Elsevier**
– jednomu z největších světových zdrojů odborné literatury.

Co najdete v databázi Science Direct:

- vědecké články a kapitoly knih
- špičkové časopisy jako *Atmospheric Environment* či *Journal of Hydrology*
- více než 2 500 titulů rozdělených do čtyř hlavních oblastí:
 - o Physical Sciences and Engineering
 - o Life Sciences
 - o Health Sciences
 - o Social Sciences and Humanities

Plné texty od roku 1995

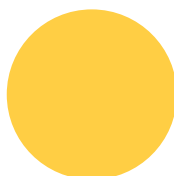
Přístup je možný z počítačové sítě ČHMÚ



Knihovna ČHMÚ

Na Šabatce 2050/17

143 06 Praha 4 – Komořany



ScienceDirect



Více informací:

<https://www.chmi.cz/informace-a-sluzby/knihovna>

