

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, Tvrđý 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 SO₂ pro období 1971–2023 a PM₁₀ 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.

SO₂ 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 SO₂ s minimálně jedním rokem měření (obr. 1). Z tohoto počtu bylo vybráno 159 lokalit, které splňovaly požadavky metodiky. Dále byly vybrány čtyři lokality s nejdélsí 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
Tušimice	Automatizovaný měřicí program	PM ₁₀	radiometrie – absorpce beta záření	1 hodina	ne	2019–2023
	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
Ústí n.L.-Kočkov	Automatizovaný měřicí program	PM ₁₀	radiometrie – absorpce beta záření	1 hodina	ne	2004–2023
	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	

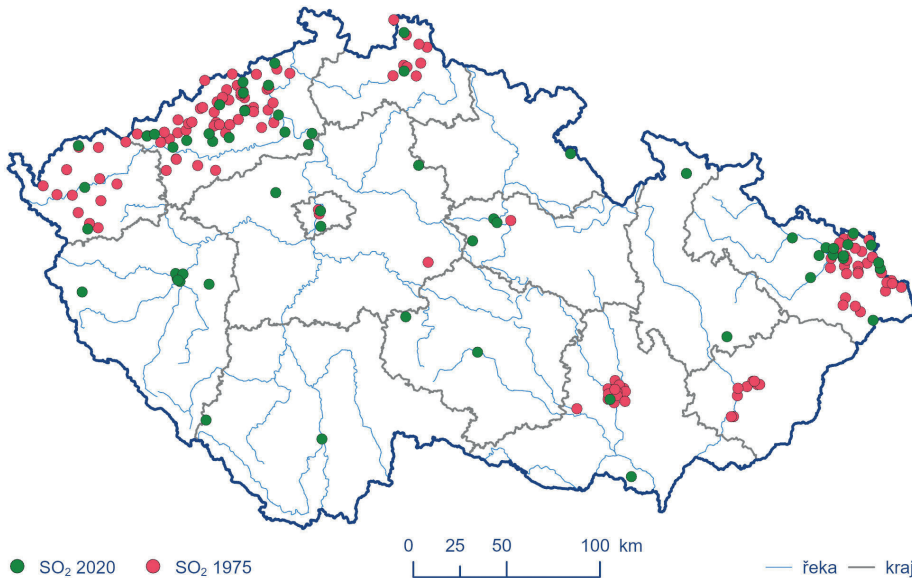
3. Metodika

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.

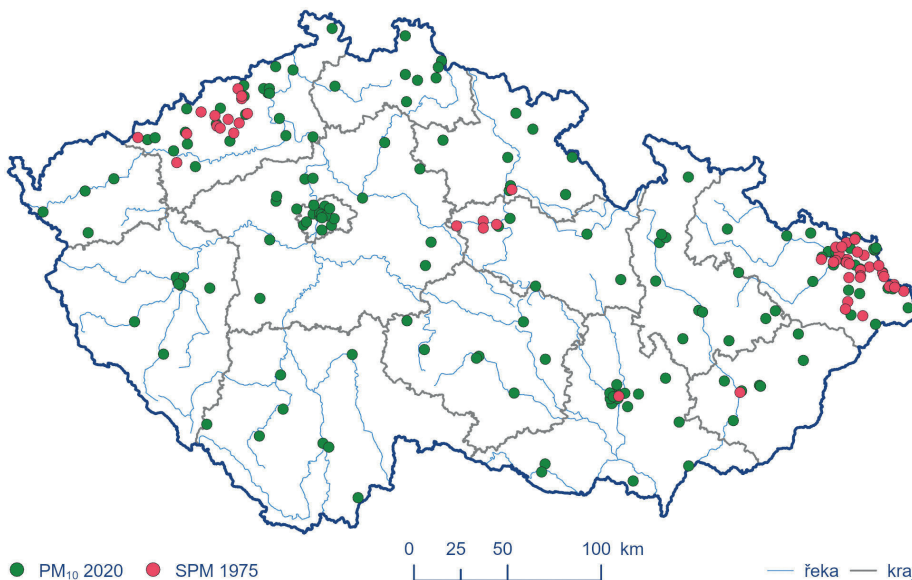
Slučování dat na jedné lokalitě probíhá nejprve sloučením dat z různých přístrojů a teprve následně sloučením dat různých veličin. Při slučování dat nelze postupovat mechanicky, ale pro každou stanici zvlášť. V případě výraznějších odlišností (manuální a automatická metoda), je nutná konzultace se zodpovědnými 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 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 reprezentující 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 spočítány 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 úseků.

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.

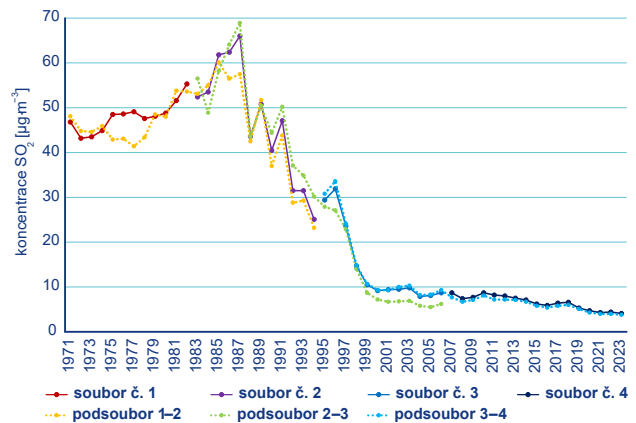
4. Výsledky

4.1 Oxid siřičitý SO₂

Pro SO₂ 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).

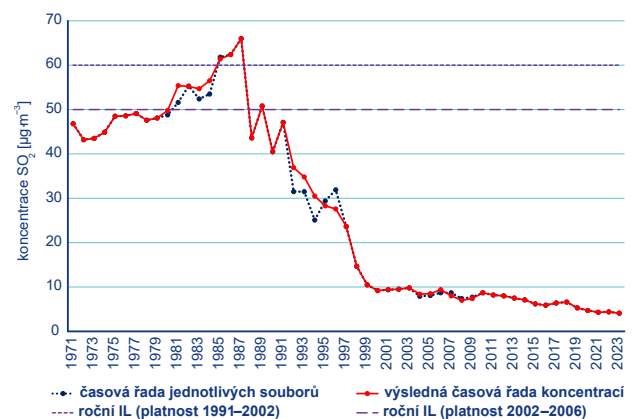
Celorepublikový roční průměr koncentrací SO₂ se v 70. a 80. letech pohyboval mezi 40 a 70 $\mu\text{g} \cdot \text{m}^{-3}$, přičemž ke kulminaci znečištění docházelo v druhé polovině 80. let, a to hlavně v důsledku uhelných elektráren a špatných rozptylových podmínek. V roce 1991 byl, po změně režimu, 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 planost nový zákon o ovzduší č. 86/2002 Sb., který zpřísnil roční imisní limit pro SO₂ z 60 na 50 $\mu\text{g} \cdot \text{m}^{-3}$. Roční koncentrace SO₂ 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).



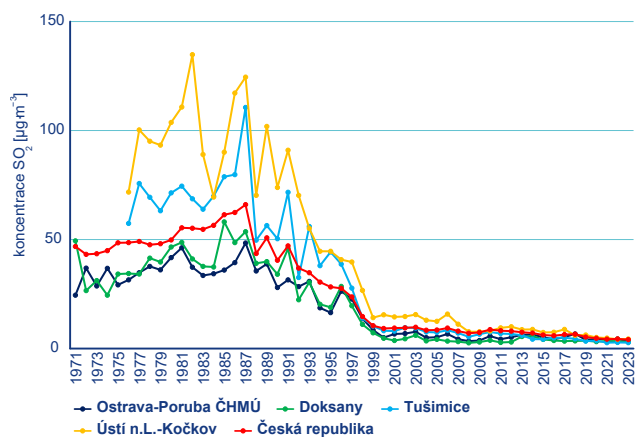
Obr. 3 Roční průměrné koncentrace SO₂ pro jednotlivé časové úseky, 1971–2023.

Fig. 3. Annual average SO₂ concentrations for individual time periods, 1971–2023.



Obr. 4 Celorepublikový průměr ročních průměrných koncentrací SO₂, 1971–2023.

Fig. 4. Nationwide average of annual average SO₂ concentrations, 1971–2023.

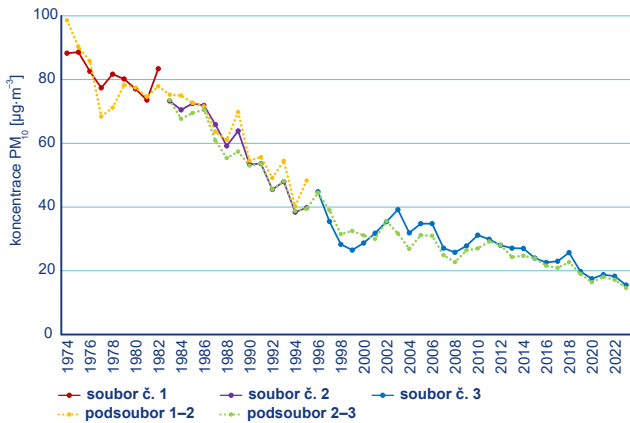


Obr. 5 Roční průměrné koncentrace SO₂ na vybraných stanicích a průměr pro ČR, 1971–2023.

Fig. 5. Annual average SO₂ concentrations at selected stations and average for the Czech Republic, 1971–2023.

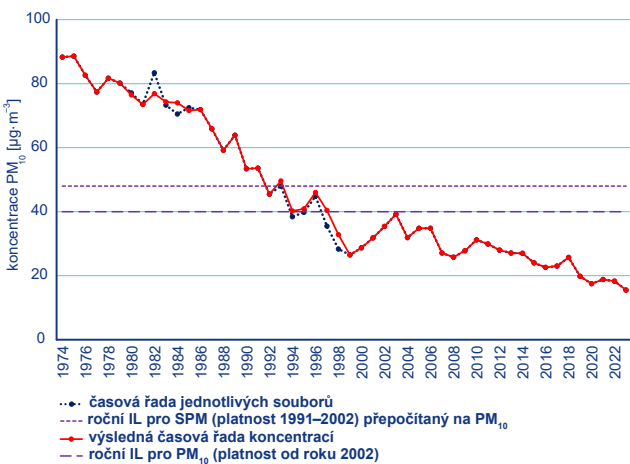
4.2 Suspendované částice PM₁₀

Množství lokalit, které v 2. pol. 20. stol. měřily suspendované částice, je výrazně menší než lokalit měřících SO₂. 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.

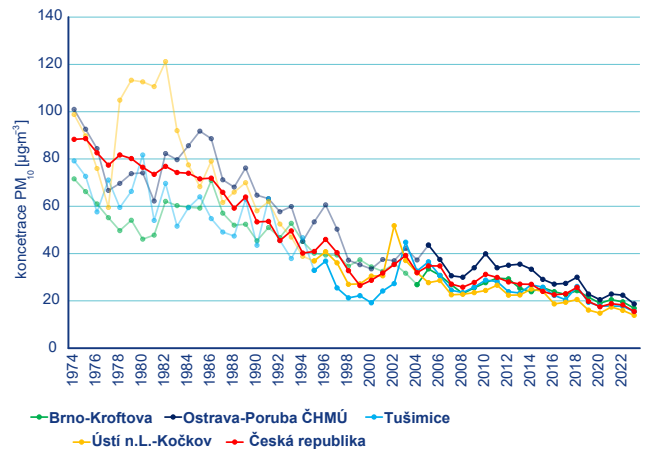


Obr. 7 Celorepublikový průměr ročních průměrných koncentrací PM_{10} , 1974–2023.

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 opatřeními na významných zdrojích emisí.

K porovnání vypočítaného celorepublikového průměru s reálnými hodnotami koncentrací, jsou k dispozici data z lokalit 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 Podkrušnohorské oblasti v 2. pol. 20. stol. v případě SO_2 , 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 SO_2 a PM_{10} , přičemž pro každou látku byly vytvořeny časové řady celorepublikového průměru.

Ke kulminaci znečištění SO_2 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. 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. Od roku 2000 jsou koncentrace SO_2 v ČR velmi nízké.

Nejvyšší koncentrace PM_{10} 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 opatření na významných zdrojích emisí. Koncentrace PM_{10} 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, PM_{10} , $\text{PM}_{2.5}$, 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/department/k611/PEDA-GOG/VSM/7_AnalyzaCasRad.pdf.
- HEAL, M. R., BEVERLAND, I. J., 2017. A chronology of ratios between black smoke and PM_{10} and $\text{PM}_{2.5}$ 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 PM_{10} a $\text{PM}_{2.5}$ v emisích tuhých znečišťujících látek a výpočtu podílu emisí NO_2 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>.
- VAROTSOS, 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 PM_{10} 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.