

KONCENTRACE SUSPENDOVANÝCH ČÁSTIC PM₁₀ a PM_{2,5} NA STANICÍCH UHELNÁ A HORNÍ VÍTKOV

Zpráva za období 1. 1. 2023 – 31. 12. 2023

RNDr. Leona Vlasáková, Ph.D., Oddělení ISKO, ČHMÚ Praha-Komořany

Mgr. Ondřej Vlček, Oddělení OME, ČHMÚ Praha-Komořany

Bc. Patrik Beshir, Oddělení OME, ČHMÚ Praha-Komořany

Ing. Václav Novák, Oddělení ISKO, ČHMÚ Praha-Komořany

Příloha: Identifikace příčin znečištění ovzduší v Uhelné

Ing. Radim Seibert, Odd. kvality ovzduší P-ČHMÚ Ostrava

RNDr. Markéta Schreiberová, Oddělení ISKO, ČHMÚ Praha-Komořany

RNDr. Leona Vlasáková, Ph.D., Oddělení ISKO, ČHMÚ Praha-Komořany

RNDr. Vladimíra Volná, Ph.D., Odd. kvality ovzduší P-ČHMÚ Ostrava

Ing. Daniel Hladký, Odd. kvality ovzduší P-ČHMÚ Ostrava

Mgr. Blanka Krejčí, Ph.D., Odd. kvality ovzduší P-ČHMÚ Ostrava

Mgr. Irina Nikolova, Laboratoř PAH P-ČHMÚ Ústí nad Labem

Obsah

SOUHRN.....	3
METODIKA.....	7
I. STANICE UHELNÁ.....	8
I.1 Charakteristika lokality Uhelná.....	8
I.2 Zhodnocení koncentrací suspendovaných částic PM ₁₀ a PM _{2,5} ve vztahu k plnění stávajících imisních limitů.....	10
I.3 Hodnocení koncentrací suspendovaných částic PM ₁₀ a PM _{2,5} v závislosti na rychlosti a směru větru 13	
I.3.1 Suspendované částice PM ₁₀	13
I.3.2 Suspendované částice PM _{2,5}	16
I.4 Zhodnocení výskytu nadlimitních koncentrací ve vztahu ke směru větru.....	19
II. STANICE HORNÍ VÍTKOV	21
II.1 Charakteristika lokality Horní Vítkov	21
II.2 Zhodnocení koncentrací suspendovaných částic PM ₁₀ a PM _{2,5} ve vztahu k plnění stávajících imisních limitů.....	23
II.3 Hodnocení koncentrací suspendovaných částic PM ₁₀ a PM _{2,5} v závislosti na rychlosti a směru větru 26	
II.3.1 Suspendované částice PM ₁₀	26
II.3.2 Suspendované částice PM _{2,5}	30
II.4 Zhodnocení výskytu nadlimitních koncentrací ve vztahu ke směru větru.....	34
III. SROVNÁNÍ KONCENTRACÍ NAMĚŘENÝCH NA STANICÍCH UHELNÁ A HORNÍ VÍTKOV S KONCENTRACEMI NA OSTATNÍCH STANICÍCH LIBERECKÉHO KRAJE V ROCE 2023	36
IV. POMĚRY KONCENTRACÍ PM _{2,5} /PM ₁₀	38
IV.1 Stanice Uhelná.....	39
IV.2 Stanice Horní Vítkov	43
V. IDENTIKACE PŘÍČIN ZNEČIŠTĚNÍ OVZDUŠÍ V UHELNÉ.....	49
ZÁVĚR.....	51
Literatura	52

SOUHRN

V této zprávě jsou vyhodnoceny koncentrace suspendovaných částic PM_{10} a $PM_{2,5}$ naměřené na stanici Uhelná a Horní Vítkov za období od **1. 1. 2023 do 31. 12. 2023**. **Veškeré časové údaje v této zprávě jsou uvedeny v UTC.**

STANICE UHELNÁ

Stanice Uhelná je umístěna v Libereckém kraji, na okraji obce Uhelná cca 2 km jižně od jižního okraje lomu Turów. Na stanici Uhelná převažuje vítr z jižního směru. **Z hlediska celého roku 2023 i topné (1. 1. 2023–12. 5. 2023 a 17. 10. 2023–31. 12. 2023) a netopné sezony (13. 5. 2023–16. 10. 2023) došlo k výskytu jižního, jihojihovýchodního a jihojihozápadního větru** v cca polovině případů (konkrétně 50 %, 51 % a 49 % případů pro celý rok, pro topnou a netopnou sezonu). K výskytu severního, severoseverovýchodního, severovýchodního, severoseverozápadního a severozápadního větru (tj. větru ze směrů, ve kterých se rozkládá lom Turów vzhledem k pozici stanice Uhelná) došlo v roce 2023 v 27 %, v topné sezoně v 24 % a v netopné sezoně v 30 % případů.

Průměrná roční koncentrace PM_{10} o hodnotě $14,2 \mu g \cdot m^{-3}$ na stanici Uhelná nepřekročila v roce 2023 svůj roční imisní limit ($40 \mu g \cdot m^{-3}$). Průměrná roční koncentrace $PM_{2,5}$ o hodnotě $9,0 \mu g \cdot m^{-3}$ na stanici Uhelná nepřekročila v roce 2023 svůj roční imisní limit ($20 \mu g \cdot m^{-3}$).

Od 1. 1. 2023 do 31. 12. 2023 byly na stanici Uhelná naměřeny **průměrné 24hod. koncentrace PM_{10}** v rozmezí $2 \mu g \cdot m^{-3}$ až $62 \mu g \cdot m^{-3}$. Hodnota 24hod. imisního limitu $50 \mu g \cdot m^{-3}$ byla na stanici Uhelná v roce 2023 překročena 1×, a to 2. 3. 2023 ($62 \mu g \cdot m^{-3}$). Na základě analýzy směru proudění, chodu koncentrací částic v dané dny a poměru koncentrací jemné a hrubé frakce PM (tj. $PM_{2,5}/PM_{10}$) lze konstatovat, že překročení hodnoty 24hod. imisního limitu dne 2. 3. 2023 bylo pravděpodobně způsobeno zejména emisemi z lokálních topenišť v kombinaci s vlivem mírně nepříznivých rozptylových podmínek. **Vzhledem k povolenému počtu překročení hodnoty 24hodinového imisního limitu ($35\times$ v kalendářním roce) nedošlo na stanici Uhelná k překročení 24hodinového imisního limitu pro PM_{10} .**

Na základě analýzy **koncentrací suspendovaných částic PM_{10} v závislosti na rychlosti a směru větru** na lokalitě lze konstatovat následující:

- K průměrné roční koncentraci PM_{10} měřené na stanici Uhelná **nejvíce přispívají koncentrace zaznamenané při jižním, jihojihozápadním a jihojihovýchodním větru, a to 47 % v rámci roku, 49 % v rámci topné a 46 % v rámci netopné sezony.**
- **Koncentrace PM_{10} zaznamenané při severozápadních až severovýchodních směrech, tj. směrech, ve kterých se rozkládá lom Turów vzhledem k pozici stanice Uhelná, přispívají k průměrné roční koncentraci na stanici Uhelná cca 32 %, v topné sezoně cca 30 % a v netopné sezoně cca 34 %.**

Na základě analýzy **koncentrací suspendovaných částic $PM_{2,5}$ v závislosti na rychlosti a směru větru** na lokalitě lze konstatovat následující:

- K průměrné roční koncentraci $PM_{2,5}$ měřené na stanici Uhelná **nejvíce přispívají koncentrace zaznamenané při jižním, jihojihozápadním a jihojihovýchodním větru, a to cca 51 % v rámci roku, v topné sezoně cca 52 % a v netopné sezoně cca 49 %.**
- **Koncentrace $PM_{2,5}$ zaznamenané při severozápadních až severovýchodních směrech, tj. směrech, ve kterých se rozkládá lom Turów vzhledem k pozici stanice Uhelná, přispívají k průměrné roční koncentraci na stanici Uhelná cca 27 %, v topné sezoně cca 26 % a v netopné sezoně cca 30 %.**

I když nelze vyloučit určitý vliv emisí z uhelného lomu, **analýza poměru koncentrací $PM_{2,5}/PM_{10}$ rovněž potvrzuje, že významnější příspěvek ke koncentracím měřeným na stanici Uhelná mají zpravidla jiné zdroje.** Pokud by byl lom dominantním zdrojem primárních částic ve frakci PM_{10} i $PM_{2,5}$, nepřekročil by poměr $PM_{2,5}/PM_{10}$ pravděpodobně hodnotu 0,3. Na základě růžic vyjadřujících četnosti poměru PM v daném rozmezí v závislosti na směru větru lze konstatovat velmi malé zastoupení případů proudění ze směrů, ve kterých se rozkládá lom Turów vzhledem k pozici stanice, s poměrem PM pod 0,3 (1,5 % hodin za rok). Je patrné, že ve většině případů (74 %) poměr $PM_{2,5}/PM_{10}$ překračuje 0,5.

Studie „Identifikace příčin znečištění ovzduší v Uhelné“ (viz samostatná příloha této zprávy) potvrdila, že lom Turów není dominantním zdrojem primárních částic PM_{10} na stanici Uhelná. Vlivu hnědouhelného polského lomu Turów lze připsat přibližně desetinu (11 %) průměrné roční koncentrace PM_{10} . Výsledky hodnocení odpovídají skutečnosti, že monitorovací stanice Uhelná se nachází ve venkovské, dobře provětrávané lokalitě, vzdálené od zdrojů průmyslových a dopravních emisí. Nejvýznamnější podíl v aerosolu PM_{10} zde zaujímaly sekundární aerosoly a dálkový přenos znečištění. Necelou pětinu znečištění tvořily přírodní minerální částice, převážně z okolních polí a místní pískovny. Primární částice z vytápění domácností uhlím a biomasou a dálkový transport mořské soli se na průměrné roční koncentraci PM_{10} jednotlivě podílely 5 až 10 %.

STANICE HORNÍ VÍTKOV

Stanice Horní Vítkov se nachází v Libereckém kraji, v otevřené krajině v mírném svahu, cca 500 m východně od okraje obydlené obce Horní Vítkov. Stanice je umístěna na zatravněném pozemku na dně otevřeného, provětrávaného údolí, cca 5 km jihovýchodně od jižního okraje lomu Turów. Na stanici Horní Vítkov převažuje vítr z jihovýchodního a jihojihovýchodního směru. **Z hlediska celého roku 2023 i topné a netopné sezony došlo k výskytu jihovýchodního a jihojihovýchodního větru v cca 20–30 % případů** (konkrétně 24 %, 28 % a 20 % případů pro celý rok, pro topnou a netopnou sezonu). K výskytu severoseverozápadního, severozápadního, západoseverozápadního větru (tj. větru ze směrů, ve kterých se rozkládá lom Turów vzhledem k pozici stanice Horní Vítkov, Obr. 1) došlo v roce 2023 v cca 15 % případů (konkrétně 15 %, 13 % a 18 %).

Průměrná roční koncentrace PM_{10} o hodnotě $11,7 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ na stanici Horní Vítkov nepřekročila v roce 2023 svůj roční imisní limit ($40 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$). Průměrná roční koncentrace $PM_{2,5}$ o hodnotě $7,8 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ na stanici Horní Vítkov nepřekročila v roce 2023 svůj roční imisní limit ($20 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$).

Od 1. 1. 2023 do 31. 12. 2023 byly na stanici Horní Vítkov naměřeny **průměrné 24hod. koncentrace PM_{10}** v rozmezí $2 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ až $93 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$. Hodnota 24hod. imisního limitu $50 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ byla na stanici Horní Vítkov v roce 2023 překročena 1×, a to 31. 5. 2023 ($93 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$). Na základě analýzy směru proudění, chodu koncentrací částic a poměru koncentrací jemné a hrubé frakce PM (tj. $PM_{2,5}/PM_{10}$) lze konstatovat, že

překročení hodnoty 24hod. imisního limitu dne 31. 5. 2023 bylo pravděpodobně způsobeno zemědělskými pracemi v okolí stanice. Tento závěr potvrzuje i pozorování techniků ČHMÚ, kteří na přelomu května a června zaznamenali v okolí stanice sečení luk a pohyb zemědělské techniky. **Vzhledem k povolenému počtu překročení hodnoty 24hodinového imisního limitu (35× v kalendářním roce) nedošlo na stanici Horní Vítkov k překročení 24hodinového imisního limitu pro PM₁₀.**

Na základě analýzy **koncentrací suspendovaných částic PM₁₀ v závislosti na rychlosti a směru větru** na lokalitě lze konstatovat následující:

- K průměrné roční koncentraci PM₁₀ měřené na stanici Horní Vítkov **nejvíce přispívají koncentrace zaznamenané při jihojihovýchodním a jihovýchodním větru (a východojihovýchodního větru v netopné sezoně), a to cca 26 % v rámci roku, 31 % v rámci topné a 27 % v rámci netopné sezony.**
- **Koncentrace PM₁₀ zaznamenané při proudění ze západoseverozápadního, severozápadního a severoseverozápadního směrů, tj. směrů, ve kterých se rozkládá lom Turów vzhledem k pozici stanice Horní Vítkov, přispívají k průměrné roční koncentraci na stanici Horní Vítkov cca 15 %, v topné sezoně cca 12 % a v netopné sezoně cca 18 %.**

Na základě analýzy **koncentrací suspendovaných částic PM_{2,5} v závislosti na rychlosti a směru větru** na lokalitě lze konstatovat následující:

- K průměrné roční koncentraci PM_{2,5} měřené na stanici Horní Vítkov **nejvíce přispívají koncentrace zaznamenané při jihojihovýchodním a jihovýchodním větru (a východojihovýchodního větru v netopné sezoně), a to cca 28 % v rámci roku, 32 % v rámci topné a 31 % v rámci netopné sezony.**
- **Koncentrace PM_{2,5} zaznamenané při proudění ze západoseverozápadního, severozápadního a severoseverozápadního směrů, tj. směrů, ve kterých se rozkládá lom Turów vzhledem k pozici stanice Horní Vítkov, přispívají k průměrné roční koncentraci na stanici Horní Vítkov cca 13 %, v topné sezoně cca 11 % a v netopné sezoně cca 17 %.**

I když nelze vyloučit určitý vliv emisí z uhelného lomu, **analýza poměru koncentrací PM_{2,5}/PM₁₀ rovněž potvrzuje, že významnější příspěvek ke koncentracím měřených na stanici Horní Vítkov mají zpravidla jiné zdroje.** Pokud by byl lom dominantním zdrojem primárních částic ve frakci PM₁₀ i PM_{2,5}, nepřekročil by poměr PM_{2,5}/PM₁₀ pravděpodobně hodnotu 0,3. Na základě růžic vyjadřujících četnosti poměru PM v daném rozmezí v závislosti na směru větru lze konstatovat velmi malé zastoupení případů proudění ze směrů, ve kterých se rozkládá lom Turów vzhledem k pozici stanice, s poměrem PM pod 0,3 (1,09 % hodin za rok). Je patrné, že ve většině případů (81 %) poměr PM_{2,5}/PM₁₀ překračuje 0,5.

SITUACE V LIBERECKÉM KRAJI

V roce 2023 byly **v rámci Libereckého kraje koncentrace suspendovaných částic PM₁₀ měřeny na sedmi stanicích** (s dostatečným počtem naměřených dat pro hodnocení) a koncentrace suspendovaných částic PM_{2,5} **měřeny na čtyřech stanicích** (s dostatečným počtem naměřených dat pro hodnocení).

Roční průměrné koncentrace PM₁₀ se na těchto sedmi stanicích pohybovaly v rozmezí od 11,7 do 14,7 µg·m⁻³ (průměr ze všech stanic je 13,4 µg·m⁻³). V rámci těchto sedmi stanic byla na stanici Uhelná naměřena

druhá nejvyšší koncentrace o hodnotě $14,2 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$; na stanici Horní Vítkov naměřena nejnižší koncentrace o hodnotě $11,7 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$. Na třech měřicích stanicích v Libereckém kraji (Česká Lípa, Uhelná a Horní Vítkov) došlo k jednomu překročení hodnoty 24hod. imisního limitu ($50 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$), přičemž je povoleno překročit tuto hodnotu 35× za rok.

Roční průměrné koncentrace $\text{PM}_{2,5}$ se na čtyřech stanicích v Libereckém kraji pohybovaly v rozmezí od 7,8 do $10,7 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ (průměr ze všech stanic je $9,0 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$). Na stanici Uhelná byla naměřena koncentrace o hodnotě $9,0 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$; na stanici Horní Vítkov byla naměřena koncentrace o hodnotě $7,8 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$. **Roční imisní limity pro PM_{10} a $\text{PM}_{2,5}$, jakož i 24hod. imisní limit pro PM_{10} nebyly v roce 2023 překročeny na žádné stanici Libereckého kraje.**

Z uvedeného vyplývá, že **roční imisní limity pro PM_{10} a $\text{PM}_{2,5}$ jakož i 24hod. imisní limit pro PM_{10} nebyly v roce 2023 překročeny na žádné stanici Libereckého kraje.**

METODIKA

Míra znečištění ovzduší je objektivně zjišťována monitorováním koncentrací znečišťujících látek v přízemní vrstvě atmosféry sítí měřicích stanic. Při hodnocení kvality ovzduší jsou především porovnávány naměřené a agregované hodnoty koncentrací znečišťujících látek s příslušnými hodnotami imisních limitů, případně s přípustnými četnostmi překročení těchto hodnot. Základní právní normou upravující hodnocení kvality ovzduší je zákon č. 201/2012 Sb., o ochraně ovzduší, v platném znění. Podrobnosti pak dále specifikuje vyhláška č. 330/2012 Sb., o způsobu posuzování a vyhodnocení úrovně znečištění, rozsahu informování veřejnosti o úrovni znečištění a při smogových situacích.

Koncentrace suspendovaných částic PM_{10} a $PM_{2,5}$ v závislosti na rychlosti a směru větru jsou vyhodnoceny s využitím polárních grafů, vážených koncentračních růžic, koncentračních růžic a anulárních růžic. Následující výstupy byly vytvořeny v programu R (R Core Team 2020). Následující interpretace polárních grafů a růžic vychází z několika zdrojů (Carlsaw 2012, Keder 2014, Brzezina 2019). V roce 2023 byla hodinová vstupní data z důvodu získání jemnějšího rozlišení nahrazena desetiminutovými

Níže uvedené grafy slouží jako nástroj pro analýzu znečištění ovzduší na základě meteorologických charakteristik. Pro jejich konstrukci jsou použity průměrné 10minutové koncentrace látek znečišťujících ovzduší (PM_{10} a $PM_{2,5}$) a meteorologických prvků (v našem případě rychlosti a směru větru), které pro analýzu v roce 2023 z důvodu získání jemnějšího rozlišení nahradily hodinová vstupní data používaná pro analýzy v letech předešlých.

Polární graf ukazuje závislost naměřené koncentrace na směru a rychlosti větru. Směr větru je vyjádřen na kruhu stejně jako v případě větrné růžice, rychlost větru je vyjádřena vzdáleností od středu růžice. Barva vyjadřuje průměrnou koncentraci látky znečišťující ovzduší při dané kombinaci směru a rychlosti větru. *Polární graf tedy ukazuje, jaké koncentrace jsou v průměru dosahovány při daných rychlostech a směrech větru.* Je třeba zdůraznit, že v polárním grafu jsou interpolovány hodnoty mezi jednotlivými sektory směru a rychlosti větru a hodnoty v grafu tak neposkytují přesnou informaci např. o průměrné koncentraci, ale spíše o plošném charakteru zobrazené veličiny.

Anulární růžice poskytují *informace o denním, týdenním a ročním chodu koncentrací. Barevně je zobrazena průměrná koncentrace látky znečišťující ovzduší.* V případě denního chodu je uprostřed první hodina po půlnoci a na okraji pak 23. hodina. V případě týdenního chodu je u středu neděle a na okraji sobota. V případě ročního chodu je pak uprostřed 1. 1. a na okraji 31. 12. Směr větru je opět vyjádřen na kruhu stejně jako v předešlých případech.

Vážená koncentrační růžice znázorňuje koncentraci znečišťující látky váženou rychlostí a směrem větru. Kruh opět značí směr větru, vzdálenost od středu rychlost větru. *Jednotlivé segmenty růžice resp. jejich zbarvení znázorňují procentuální příspěvek znečištění při dané kombinaci směru a rychlosti větru k celkové průměrné koncentraci v daném místě.*

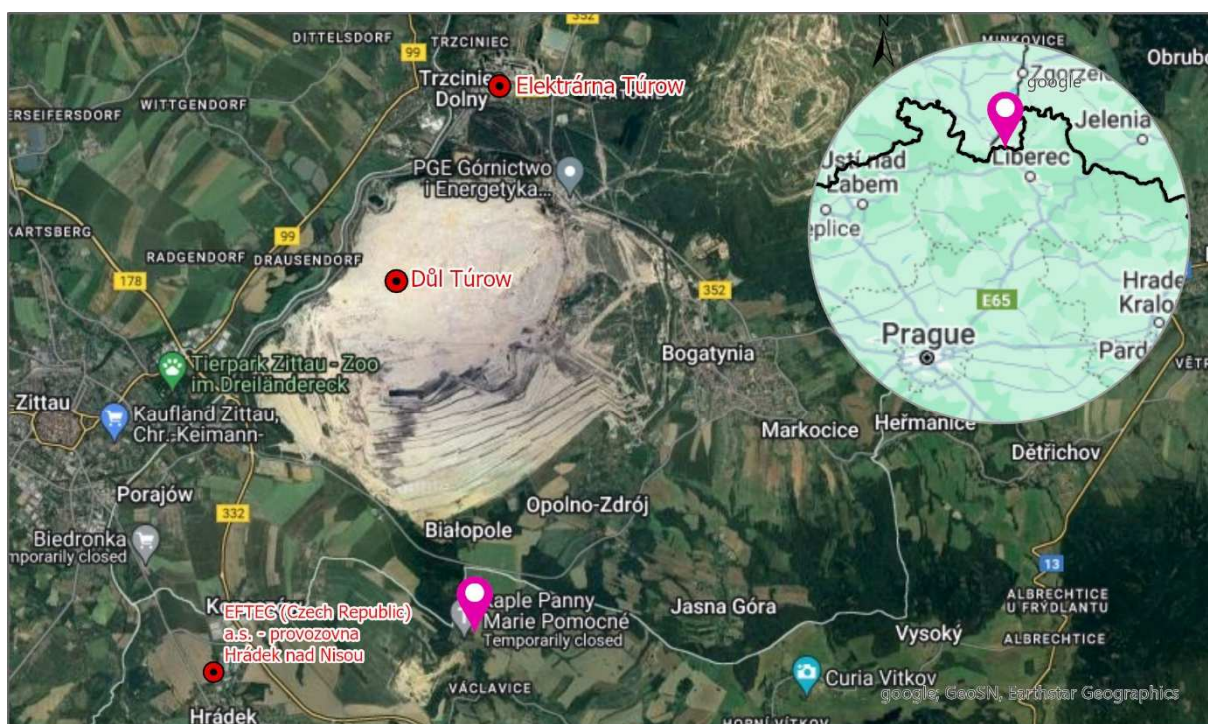
Koncentrační růžice ukazuje, jak jednotlivé úrovně koncentrací při daných směrech větru přispívají k tvorbě průměrné koncentrace naměřené na stanici. Kruh opět značí směr větru, poloměr (vzdálenost od středu) odpovídá procentuálnímu příspěvku dané úrovně koncentrace k průměrné koncentraci. *S využitím této růžice lze tedy získat dobrou představu o tom, které směry větru a jaké úrovně koncentrací přispívají nejvíce k průměrné koncentraci na daném místě (měřicí stanici).*

I. STANICE UHELNÁ

I.1 Charakteristika lokality Uhelná

Stanice Uhelná se nachází v Libereckém kraji, na okraji obce Uhelná (Obr. 1). Stanice je umístěna na zatravněném pozemku na dně otevřeného, provětrávaného údolí, Krajina v okolí stanice je částečně zastavěná. Stanice je klasifikována jako venkovská pozadová (B/R/NA-NCI), s reprezentativností v oblastním měřítku 4 až 50 km.

Emisní zdroj lom Turów (jižní okraj lomu) je od stanice vzdálen cca 2 km severním směrem (Obr. 1). Potenciální vliv na imisní koncentrace suspendovaných částic v okolí stanice mají také elektrárna Turów (cca 9 km severně) a EFTEC (Czech Republic) a.s. - provozovna Hrádek nad Nisou (cca 5 km jihozápadně). Mezi další emisní zdroje lze řadit zemědělskou činnost, pískovnu rozkládající se cca 600 m v jižním až jihozápadním směru od stanice Uhelná, lokální topeniště a zahradní aktivity v blízkých obcích (domy jsou osídleny částečně trvale, částečně využívány k rekreaci).



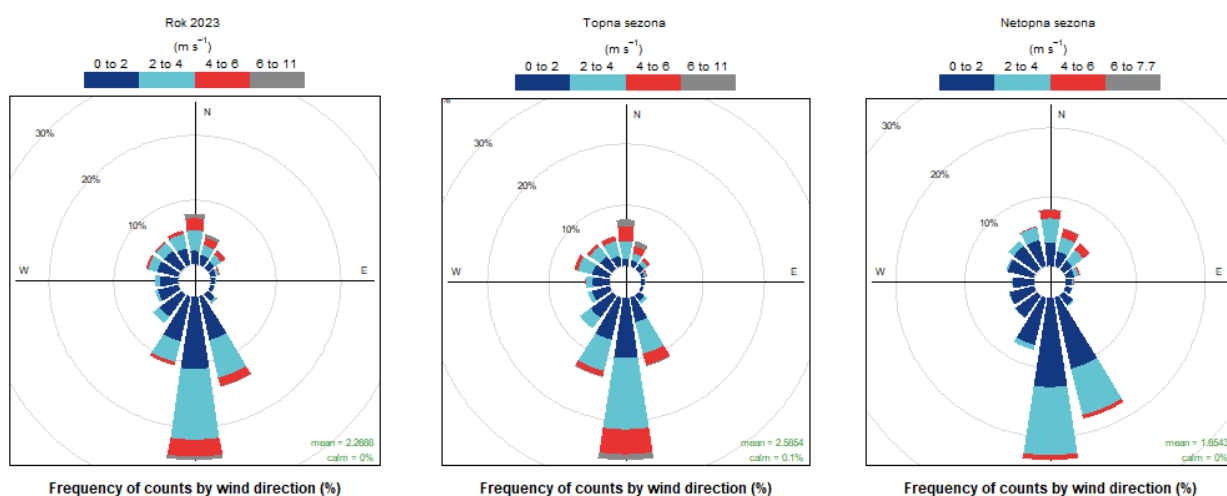
0 2,5 5 km monitorovací stanice významný emisní zdroj

Obr. 1 Umístění stanice Uhelná

Stanice je aktivní a koncentrace látek znečišťujících ovzduší jsou na ní měřeny od 23. 10. 2020. Na stanici jsou pro účely naplňování Dohody o lomu Turów měřeny koncentrace suspendovaných částic, a to PM_{10} , $PM_{2.5}$. Z meteorologických parametrů jsou na stanici měřeny teplota, směr a rychlost větru a relativní vlhkost vzduchu.

Na Obr. 2 jsou znázorněny větrné růžice pro stanici Uhelná pro celý rok 2023 a pro topnou a netopnou sezonu roku 2023¹. Větrná růžice je graf znázorňující režim větru na určitém místě formou směrového (paprskového) diagramu. Délka paprsků, značících světové strany, vyjadřuje četnost větru z daného směru (ČMeS 2022). Větrná růžice zobrazuje tedy podíl jednotlivých směrů větru o určité rychlosti za dané časové období.

Z větrných růžic na Obr. 2 vyplývá, že na stanici Uhelná převažuje vítr z jižního směru. Z hlediska celého roku 2023 i topné a netopné sezony roku 2023 došlo k výskytu jižního, jihojihovýchodního a jihojihozápadního větru v cca polovině případů (konkrétně 50 %, 51 % a 49 % případů pro celý rok, pro topnou a netopnou sezonu). K výskytu severoseverovýchodního, severovýchodního, severního, severoseverozápadního a severozápadního větru (tj. větru ze směrů, ve kterých se rozkládá lom Turów vzhledem k pozici stanice Uhelná, Obr. 1) došlo v roce 2023 v 27 %, v topné sezoně v 24 % a v netopné sezoně v 30 % případů. Během roku převažuje na stanici vítr o rychlosti do $2 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$, v topné sezoně při jižním a jihojihovýchodním proudění dochází i k výskytu větru o vyšších rychlostech, převážně do $6 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$.



Obr. 2 Větrné růžice pro stanici Uhelná pro rok (vlevo), pro topnou (uprostřed) a netopnou sezonu (vpravo), 2023

¹ Otopné období začíná 1. září a končí 31. května následujícího roku a pravidla pro vytápění stanovuje vyhláška Ministerstva průmyslu a obchodu č. 194/2007 Sb. Dodávka tepelné energie se v otopném období zahájí tehdy, když průměrná denní teplota venkovního vzduchu v příslušném místě nebo lokalitě poklesne pod 13°C ve dvou dnech po sobě a podle vývoje počasí nelze očekávat její zvýšení nad 13°C ani pro následující den. Vytápění se omezí nebo přeruší v otopném období tehdy, jestliže průměrná denní teplota venkovního vzduchu v příslušném místě nebo lokalitě vystoupí nad $+13^\circ\text{C}$ ve 2 dnech po sobě následujících a podle vývoje počasí nelze očekávat pokles této teploty pro následující den. Na základě naměřených teplot a průměrných denních teplot na stanici Uhelná byla topná sezona stanovena na dvě souvislá období 1. 1. 2023–12. 5. 2023 a od 17. 10. 2023–31. 12. 2023. Nicméně toto rozdělení roku je teoretické, neboť v obci Uhelná lze předpokládat individuální přístup obyvatelstva k potřebě vytápění svých obydlí za využití lokálních tepelných zdrojů.

I.2 Zhodnocení koncentrací suspendovaných částic PM_{10} a $PM_{2,5}$ ve vztahu k plnění stávajících imisních limitů

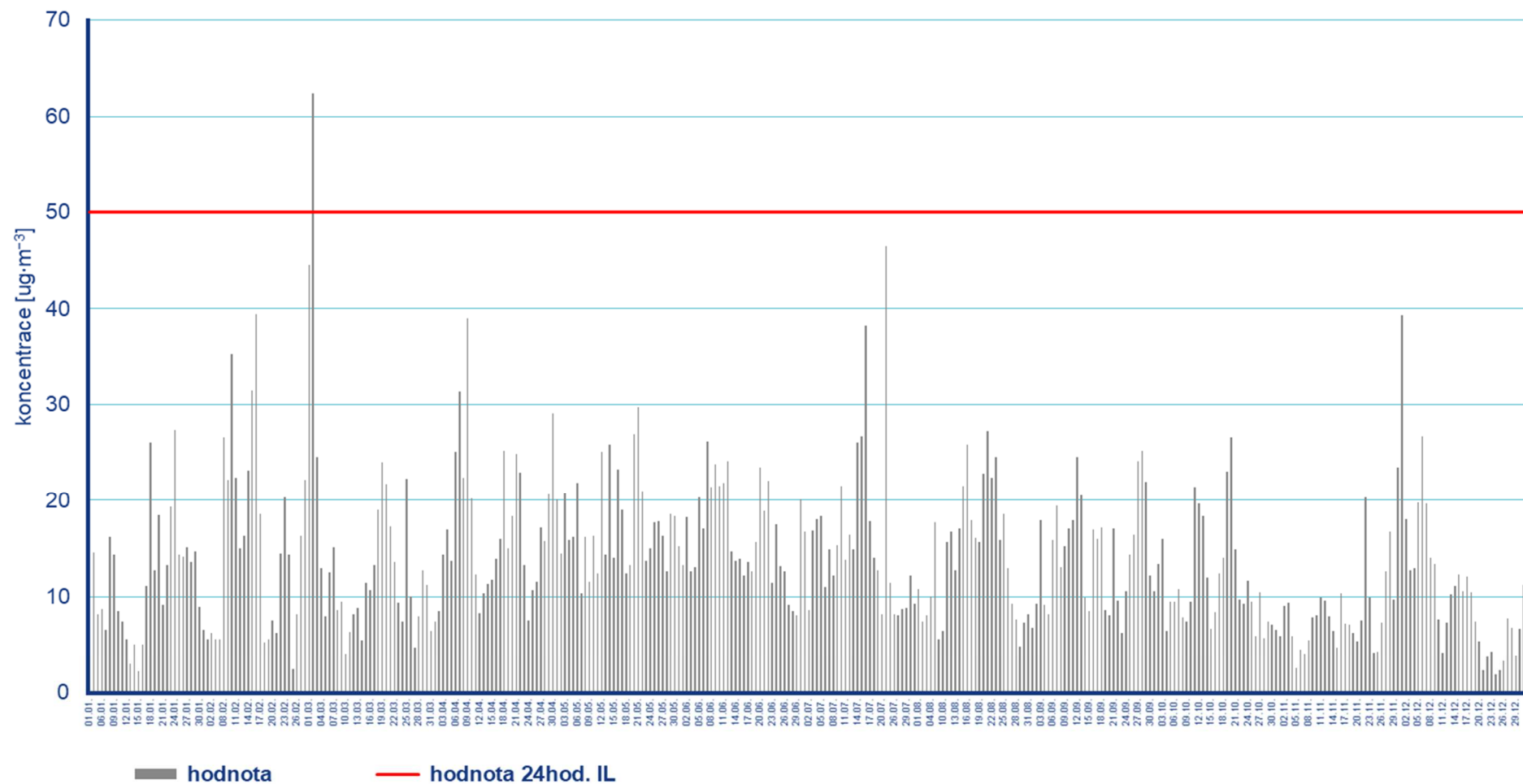
Suspendované částice jsou tvořeny směsí pevných a kapalných částic o aerodynamickém průměru menším než $10\text{ }\mu\text{m}$ (PM_{10}), resp. $2,5\text{ }\mu\text{m}$ ($PM_{2,5}$). Suspendované částice mají široké spektrum účinků na kardiovaskulární a respirační ústrojí. Od roku 2013 jsou zařazeny mezi prokázané lidské karcinogeny (IARC 2015). Jejich vliv na lidské zdraví závisí na jejich velikosti, tvaru a chemickém složení. Jejich součástí mohou být i polycyklické aromatické uhlovodíky a těžké kovy (EEA 2013).

V této zprávě jsou vyhodnoceny koncentrace suspendovaných částic naměřené na stanici Uhelná za období od **1. 1. 2023 do 31. 12. 2023. Veškeré časové údaje v této zprávě jsou uvedeny v UTC.**

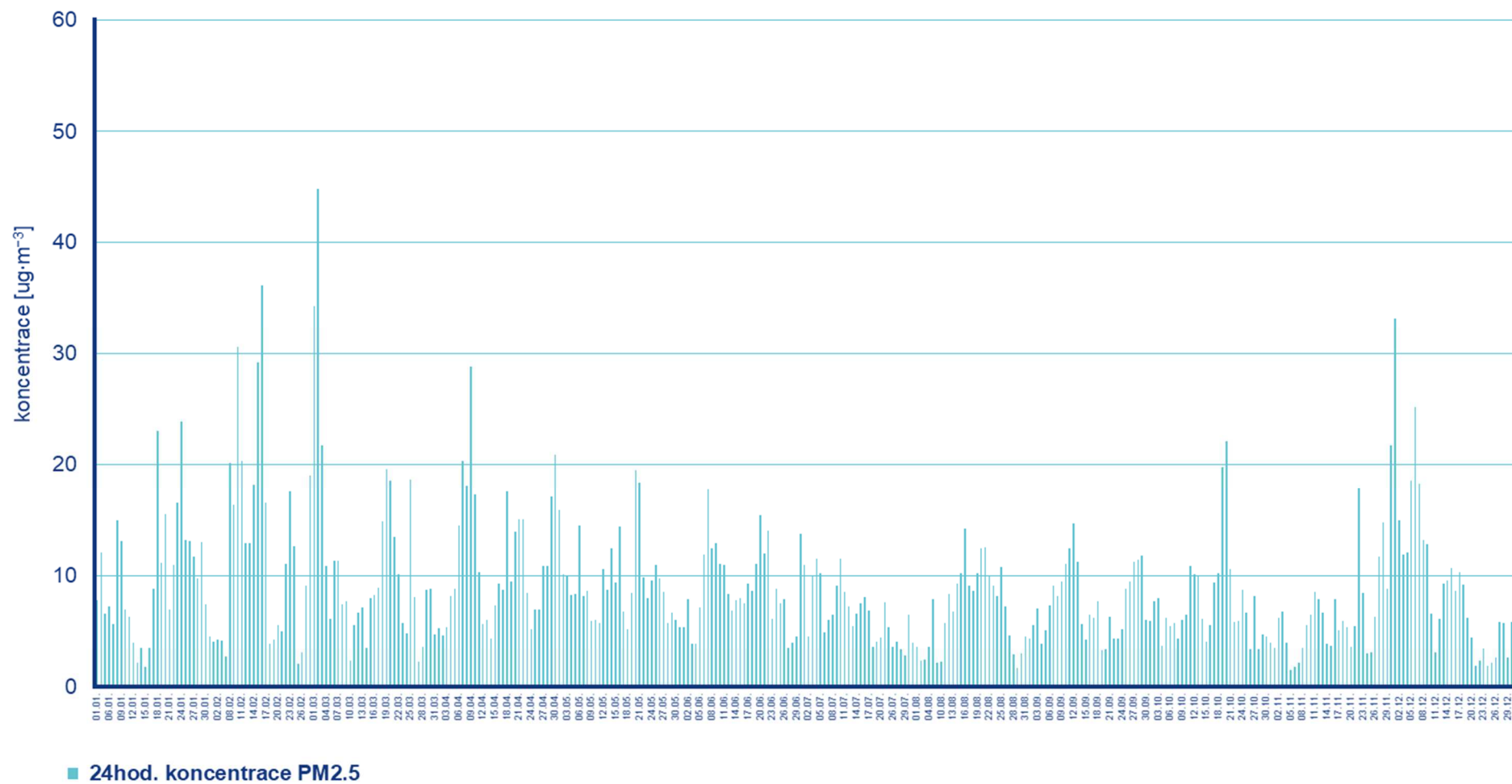
Pro suspendované částice PM_{10} je stanoven imisní limit pro ochranu lidského zdraví pro průměrnou 24hodinovou koncentraci a pro průměrnou roční koncentraci (Zákon č. 201/2012 Sb., o ochraně ovzduší, v platném znění). Hodnota 24hod. imisního limitu PM_{10} je $50\text{ }\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$. Legislativa připouští na měřicí stanici nejvíce 35 překročení hodnoty imisního limitu za kalendářní rok; při vyšším počtu je imisní limit považován za překročený. Pro roční průměrnou koncentraci PM_{10} je stanoven imisní limit $40\text{ }\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$. Pro roční průměrnou koncentraci $PM_{2,5}$ je stanoven imisní limit $20\text{ }\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$.

Od 1. 1. 2023 do 31. 12. 2023 byly na stanici Uhelná naměřeny **průměrné 24hod. koncentrace PM_{10}** v rozmezí $2\text{ }\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ až $62\text{ }\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ (Obr. 3). Hodnota 24hod. imisního limitu $50\text{ }\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ byla na stanici Uhelná v roce 2023 překročena 1×, a to 2. 3. 2023 ($62\text{ }\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$). **Průměrná roční koncentrace PM_{10}** o hodnotě $14,2\text{ }\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ na stanici Uhelná nepřekročila v roce 2023 roční imisní limit ($40\text{ }\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$).

Od 1. 1. 2023 do 31. 12. 2023 byly na stanici Uhelná naměřeny **průměrné denní koncentrace $PM_{2,5}$** v rozmezí $2\text{ }\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ až $45\text{ }\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ (Obr. 4). Pro suspendované částice $PM_{2,5}$ je stanoven imisní limit pro ochranu lidského zdraví pouze pro průměrnou roční koncentraci. Roční imisní limit $PM_{2,5}$ je stanoven na $20\text{ }\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ (do roku 2020 včetně platil imisní limit $25\text{ }\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$). **Průměrná roční koncentrace $PM_{2,5}$** o hodnotě $9\text{ }\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ na stanici Uhelná nepřekročila v roce 2023 roční imisní limit.



Obr. 3 Průměrné denní koncentrace suspendovaných částic PM_{10} na stanici Uhelná, 1. 1. 2023 – 31. 12. 2023

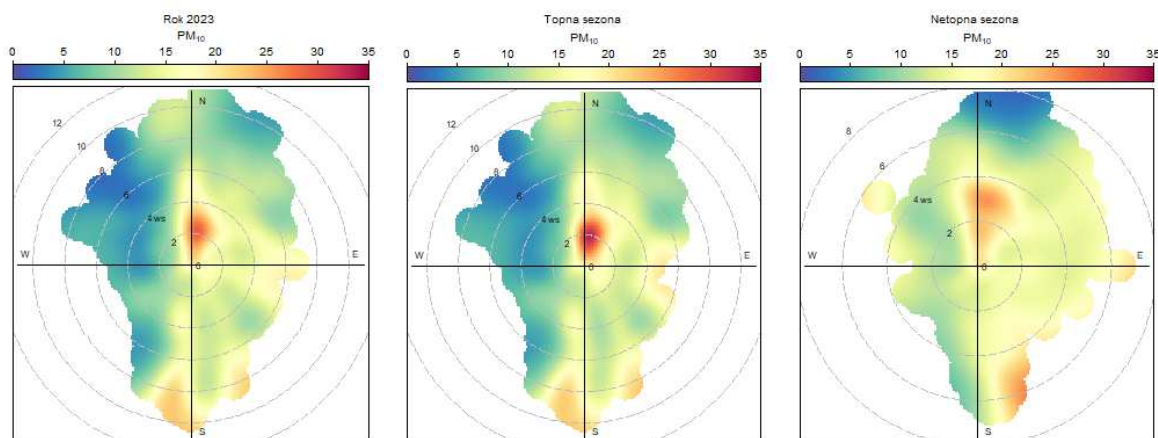


Obr. 4 Průměrné denní koncentrace suspendovaných částic PM_{2.5} na stanici Uhelná, 1. 1. 2023 – 31. 12. 2023

I.3 Hodnocení koncentrací suspendovaných částic PM_{10} a $PM_{2,5}$ v závislosti na rychlosti a směru větru

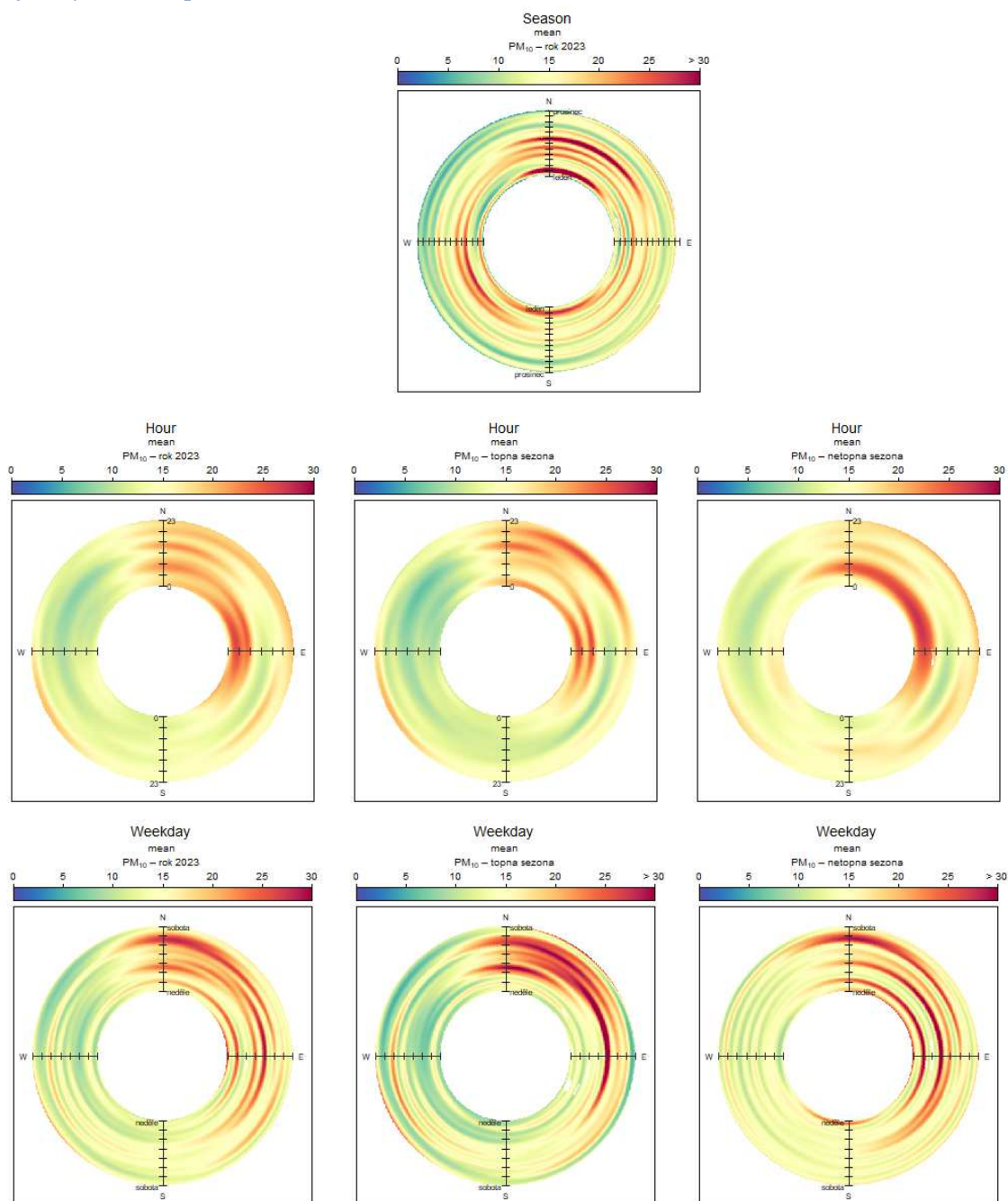
I.3.1 Suspendované částice PM_{10}

Z polárních grafů pro částice PM_{10} na stanici Uhelná vyplývá, že nejvyšší průměrné koncentrace PM_{10} byly v roce 2023 na stanici Uhelná zaznamenány při proudění ze severního směru při rychlosti větru do $4 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$, vyšší koncentrace se objevují i při proudění z jihu (Obr. 5). Na základě podrobnější analýzy, kdy hodnotíme v rámci roku 2023 zvláště situaci pro topnou a netopnou sezonu lze konstatovat následující: během topné sezony byly nejvyšší koncentrace PM_{10} na stanici Uhelná zaznamenány při stejném proudění jako v případě celého roku. V netopné sezoně byly v roce 2023 na stanici Uhelná nejvyšší koncentrace měřeny při severním až severoseverovýchodním větru o rychlosti do cca $4 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ a při jihojihovýchodním větru o rychlosti do $7 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$.



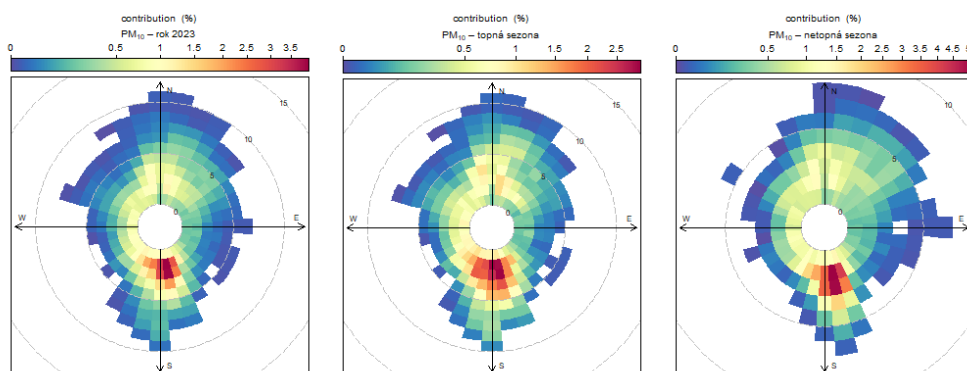
Obr. 5 Polární graf PM_{10} pro stanici Uhelná pro rok (vlevo) a pro topnou (uprostřed) a netopnou sezonu (vpravo), 2023

Z anulárních růžic lze usuzovat i na roční, denní a týdenní chod koncentrací PM_{10} na stanici Uhelná. V roce 2023 byly na stanici zaznamenány zvýšené průměrné koncentrace během ledna a února a na přelomu července a srpna, především při severoseverozápadním až východoseverovýchodním proudění. Vyšší koncentrace byly zaznamenány i v lednu při proudění z jihu a v dubnu až květnu z jihojihozápadního až západního směru (Obr. 6, nahoře). Nejvyšší průměrné koncentrace byly zaznamenány v nočních až ranních hodinách, podrobnější analýza opírající se o rozdělení roku na topnou a netopnou sezonu ukazuje, že k výskytu nejvyšších průměrných koncentrací docházelo v netopné sezoně, a to v nočních až ranních hodinách při severním až východním proudění (Obr. 6, uprostřed); z hlediska týdenního chodu byl výskyt nejvyšších koncentrací velice různorodý; ve většině případech se jednalo o výskyt nejvyšších koncentrací při severoseverozápadním až východojihovýchodním proudění (Obr. 6, dole).



Obr. 6 Anulární růžice PM_{10} pro stanici Uhelná pro roční chod (nahoře), denní chod (uprostřed – pro celý rok a pro topnou a netopnou sezonu) a týdenní chod (dole – pro celý rok a pro topnou a netopnou sezonu), 2023

Na základě **vážené koncentrační růžice** (Obr. 7) lze konstatovat, že k celkové průměrné roční koncentraci PM_{10} na stanici Uhelná relativně nejvíce přispívají koncentrace měřeny při jižním větru o rychlosti do $4\text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$. V topné i netopné sezoně je situace podobná. Koncentrace z jižního směru vzhledem k převažujícímu proudění (Obr. 2) tak tvoří větší podíl na roční průměrné koncentraci na stanici Uhelná ve srovnání s méně častými nejvyššími koncentracemi měřenými při severním až východním proudění (Obr. 5).

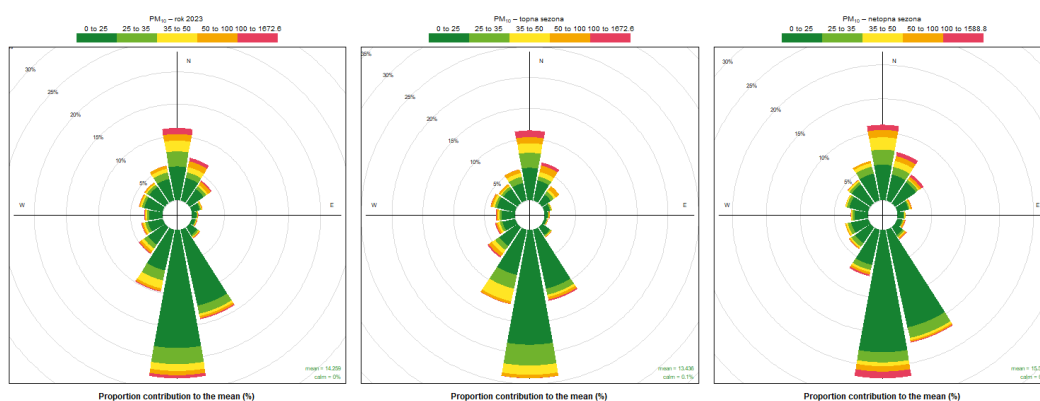


Obr. 7 Vážená koncentrační růžice PM_{10} pro stanici Uhelná pro rok (vlevo) a pro topnou (uprostřed) a netopnou sezonu (vpravo), 2023

S využitím **koncentračních růžic** (Obr. 8) lze lépe kvantifikovat výše uvedené: k průměrné roční koncentraci PM_{10} měřené na stanici Uhelná nejvíce přispívají koncentrace zaznamenané při jižním, jihojihozápadním a jihojihozápadním větru, a to 47 % v rámci roku, 49 % v rámci topné a 46 % v rámci netopné sezony.

Nejvyšší koncentrace zaznamenané při severním proudění (Obr. 5) přispívají k průměrné roční koncentraci PM_{10} a průměrné koncentraci PM_{10} za topnou sezonu 11 %, v netopné sezoně tvoří příspěvek nejvyšších koncentrací 36 % (při severním a severoseverovýchodním proudění 18 % a při jihojihozápadním proudění 17 %).

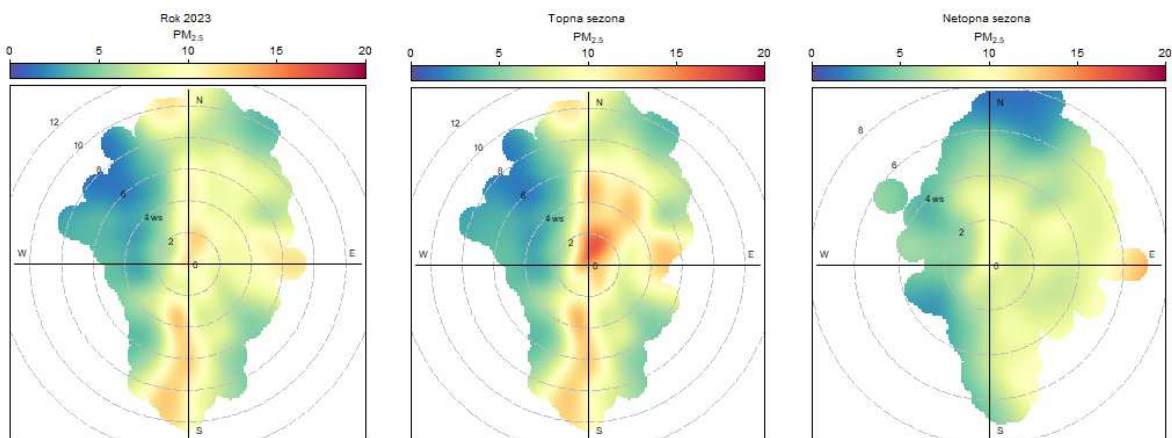
Koncentrace PM_{10} zaznamenané při proudění ze směrů, ve kterých se rozkládá lom Turów vzhledem k pozici stanice Uhelná (tj. severozápadní, severoseverozápadní, severní, severoseverovýchodní a severovýchodní směr; Obr. 1), přispívají k průměrné roční koncentraci na stanici Uhelná 32 %, v topné sezoně 30 % a v netopné sezoně 34 %.



Obr. 8 Koncentrační růžice PM_{10} pro stanici Uhelná pro rok (vlevo) a pro topnou (uprostřed) a netopnou sezonu (vpravo), 2023

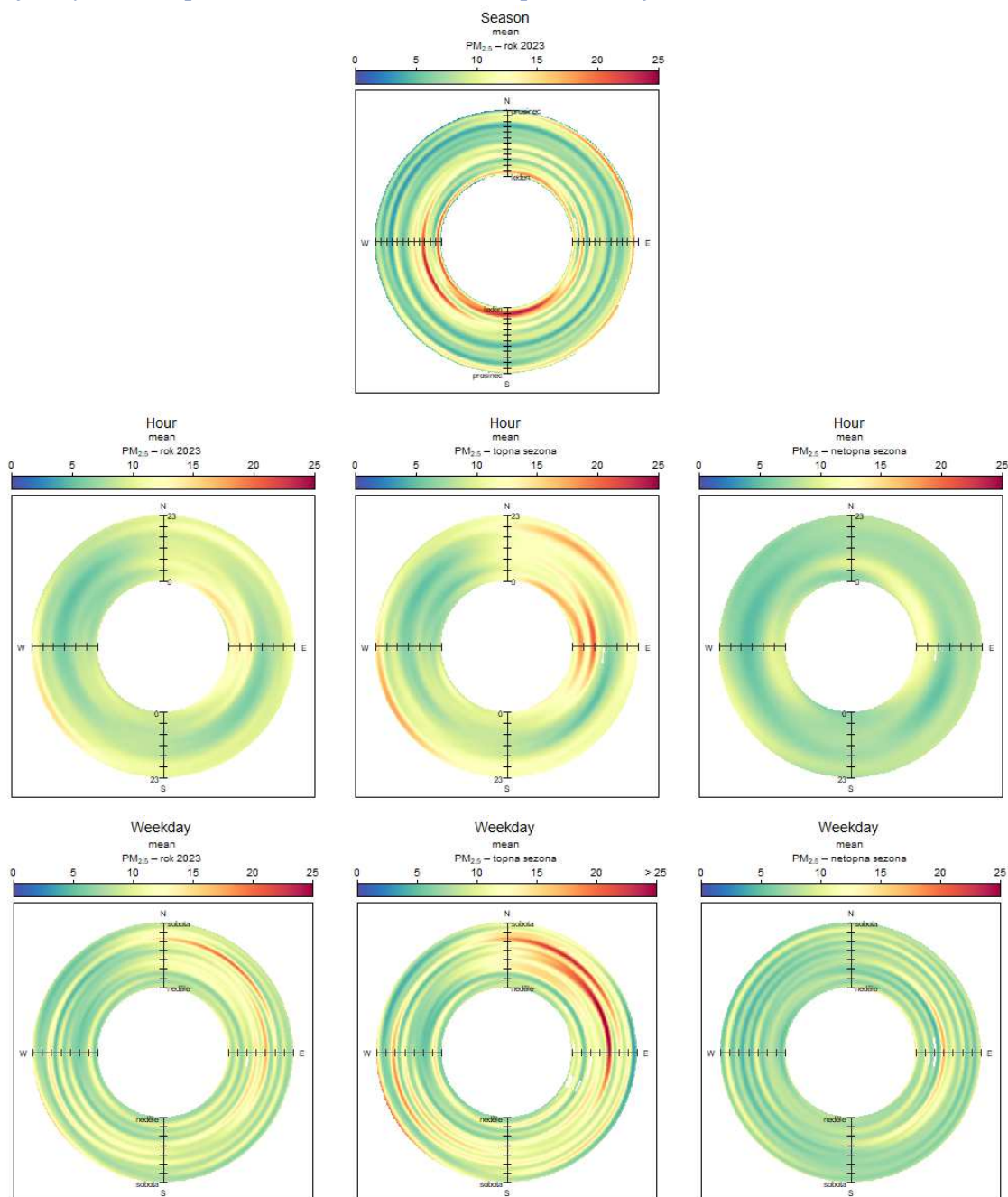
I.3.2 Suspendované částice $PM_{2,5}$

Z polárních grafů (Obr. 9) pro částice $PM_{2,5}$ pro stanici Uhelná vyplývá, že v rámci roku byly nejvyšší koncentrace v roce 2023 zaznamenány při proudění z jižního směru a ze severního směru o rychlosti větru cca $2\text{--}10\text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$. Během topné sezony byly nejvyšší koncentrace zaznamenány při proudění ze severního až severovýchodního směru a jižního směru. Vzhledem k tomu, že se jedná o jemnou frakci suspendovaných částic $PM_{2,5}$ lze předpokládat, že nejvyšší koncentrace zaznamenané při proudění z těchto směrů pocházejí z místního vytápění i z vytápění z okolních malých sídel. V netopné sezoně není rozložení $PM_{2,5}$ tak výrazné, nejvyšší koncentrace jsou měřeny při proudění ze západního směru.



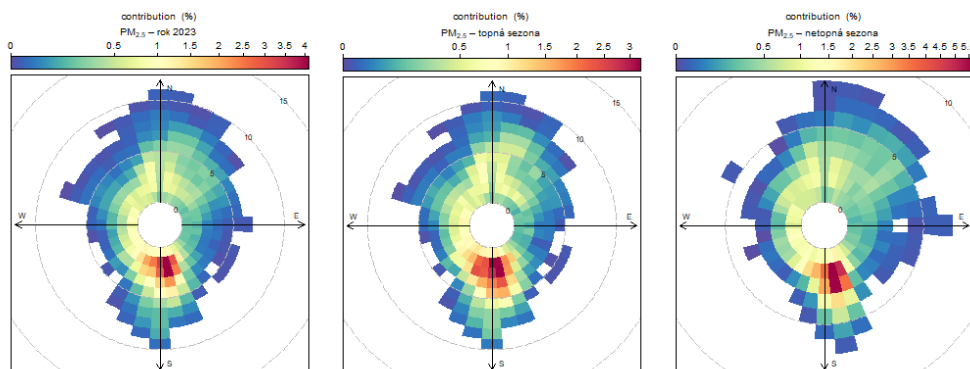
Obr. 9 Polární graf $PM_{2,5}$ pro stanici Uhelná pro rok 2023 (vlevo) a pro topnou (uprostřed) a netopnou sezonu (vpravo), 2023

Z anulárních růžic lze usuzovat i na roční, denní a týdenní chod koncentrací $PM_{2,5}$ na stanici Uhelná. V roce 2023 byly na stanici zaznamenány nejvyšší koncentrace během ledna a února, především při jižním proudění a během dubna při západním proudění (Obr. 10, nahoře). Nejvyšší průměrné koncentrace byly zaznamenány v nočních až ranních hodinách, podrobnější analýza opírající se o rozdělení roku na topnou a netopnou sezonu potvrzuje, že k výskytu nejvyšších koncentrací docházelo v topné sezoně, a to v nočních a ranních hodinách při severním až východojihovýchodním proudění (Obr. 10, uprostřed); z hlediska týdenního chodu byly nejvyšší koncentrace zaznamenány o pátcích, v topné sezoně byly nejvyšší koncentrace zaznamenány od středy do pátku; ve všech případech se jednalo o výskyt nejvyšších koncentrací při severním až východojihovýchodním proudění (Obr. 10, dole). V netopné sezoně je rozložení koncentrací $PM_{2,5}$ nevýrazné.



Obr. 10 Anulární růžice $PM_{2,5}$ pro stanici Uhelná pro roční (vlevo), denní (uprostřed) a týdenní (vpravo) chod, 2023

Na základě **vážené koncentrační růžice** (Obr. 11) lze konstatovat, že k celkové průměrné roční koncentraci $PM_{2,5}$ na stanici Uhelná relativně nejvíce přispívají koncentrace měřené při jižním větru o rychlosti do $4 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$. V topné i netopné sezoně je situace podobná. Koncentrace z jižního směru vzhledem k převažujícímu proudění (Obr. 2) tak tvoří větší podíl na roční průměrné koncentraci na stanici Uhelná ve srovnání s méně častými vyššími koncentracemi měřenými při severním proudění (Obr. 9).

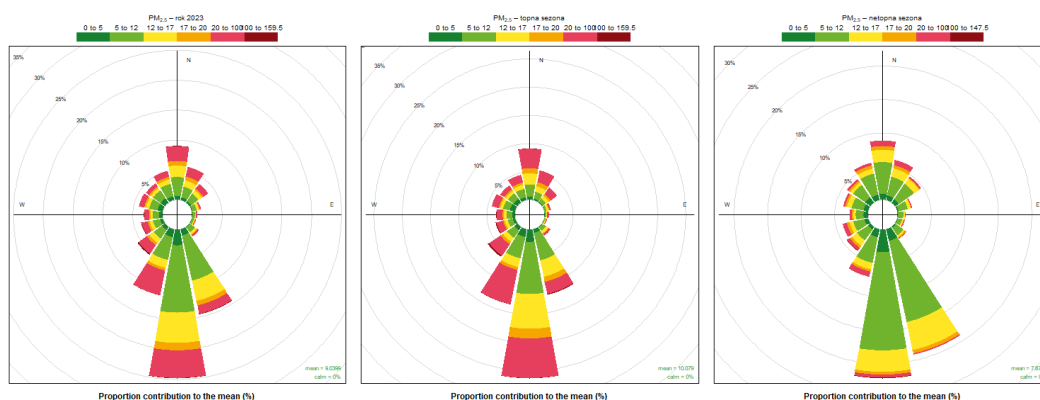


Obr. 11 Vážená koncentrační růžice $PM_{2,5}$ pro stanici Uhelná pro rok 2023 (vlevo) a pro topnou (uprostřed) a netopnou sezonu (vpravo), 2023

S využitím **koncentračních růžic** (Obr. 12) lze lépe kvantifikovat výše uvedené: k průměrné roční koncentraci $PM_{2,5}$ měřené na stanici Uhelná nejvíce přispívají koncentrace zaznamenané při jižním, jihojihozápadním a jihojihovýchodním větru, a to cca 51 % v rámci roku, v topné sezoně cca 52 % a v netopné sezoně cca 49 %.

Nejvyšší ale méně časté koncentrace zaznamenané při severním a jižním proudění (Obr. 5) přispívají k průměrné roční koncentraci PM_{10} cca 34 %, v topné sezoně nejvyšší koncentrace zaznamenané při proudění ze severního až severovýchodního směru a jižního směru cca 44 % a v netopné sezoně při západním proudění cca 3 %.

Koncentrace $PM_{2,5}$ zaznamenané při severozápadních až severovýchodních směrech, tj. směrech, ve kterých se rozkládá lom Turów vzhledem k pozici stanice Uhelná (Obr. 1), přispívají k průměrné roční koncentraci na stanici Uhelná cca 27 %, v topné sezoně cca 26 % a v netopné sezoně cca 30 %.



Obr. 12 Koncentrační růžice $PM_{2,5}$ pro stanici Uhelná pro rok 2023 (vlevo) a pro topnou (uprostřed) a netopnou sezonu (vpravo), 2023

I.4 Zhodnocení výskytu nadlimitních koncentrací ve vztahu ke směru větru

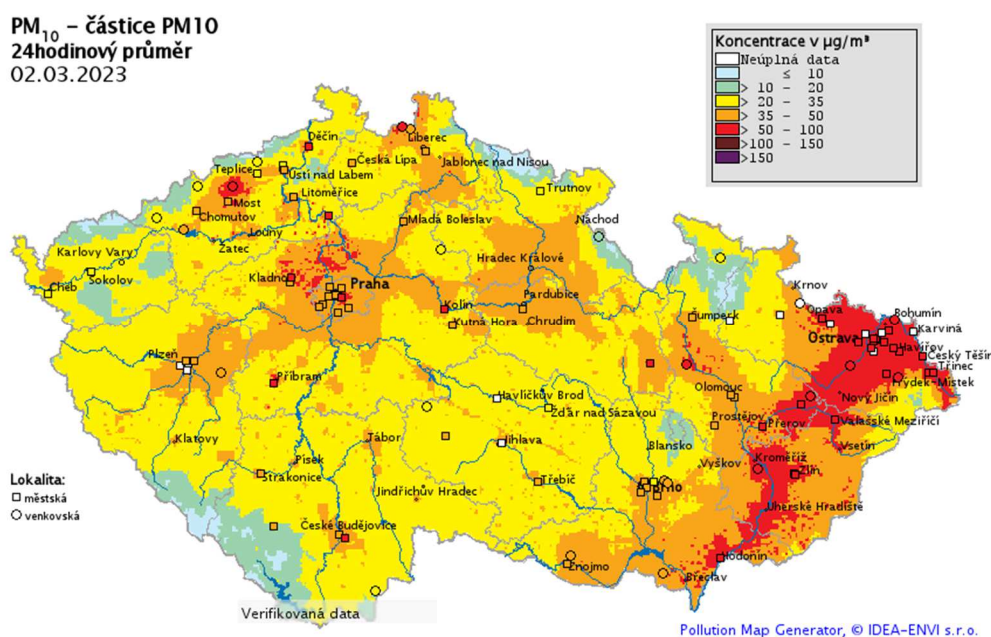
Hodnota 24hod. imisního limitu PM_{10} ($50 \mu g \cdot m^{-3}$) byla na stanici Uhelná v roce 2023 překročena 1×, a to 2. 3. ($62 \mu g \cdot m^{-3}$).

Situace 2. 3. 2023

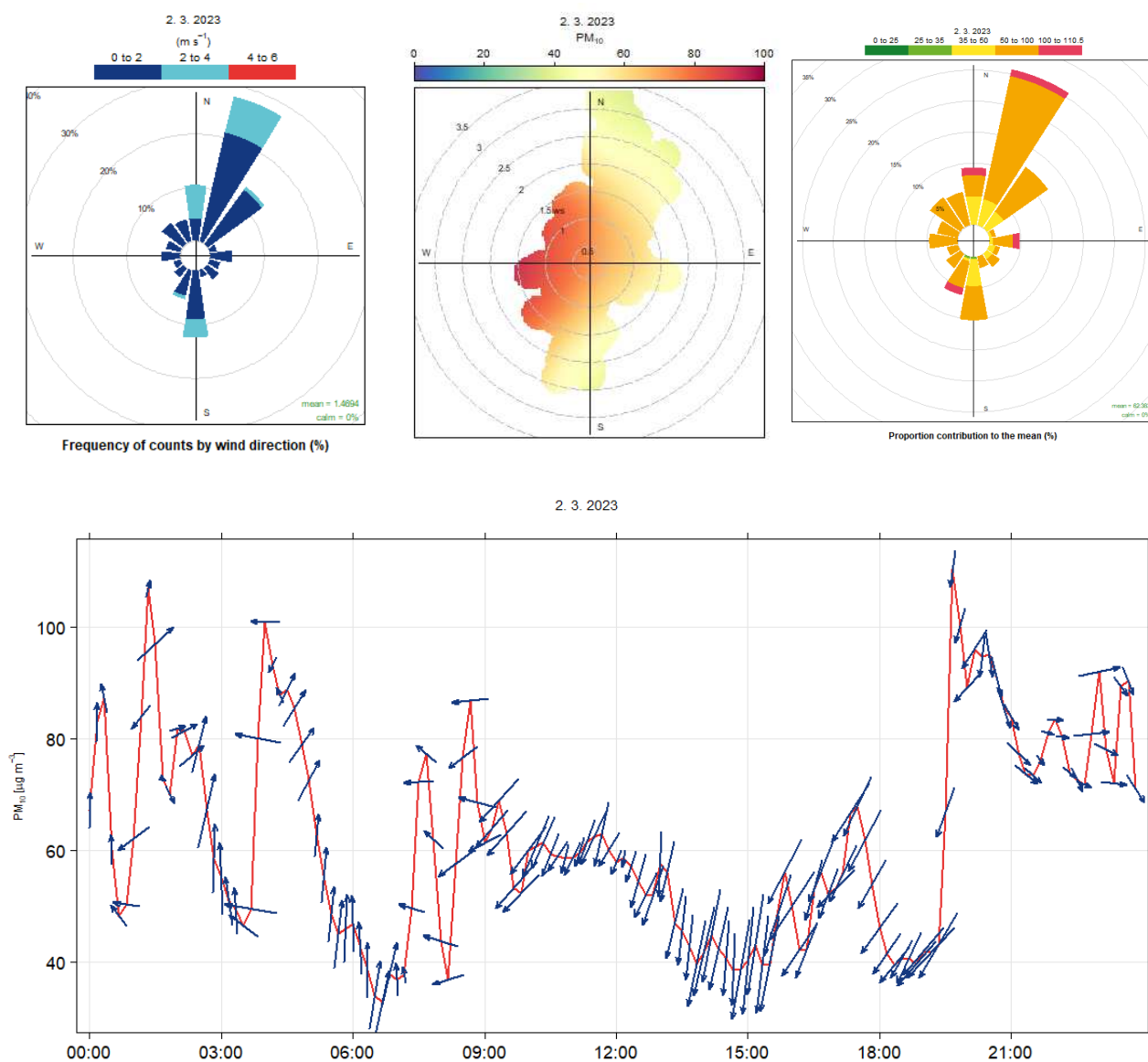
Na začátku března panovaly na území České republiky mírně nepříznivé rozptylové podmínky (ČHMÚ 2023). Koncentrace suspendovaných částic PM_{10} v tyto dny překročily na některých lokalitách v České republice hodnotu 24hod. imisního limitu. Dne 2. 3. 2023 došlo k překročení hodnoty 24hod. imisního limitu PM_{10} i na stanici Uhelná (Obr. 13). Dne 2. 3. 2023 převažovalo na stanici Uhelná proudění ze severoseverovýchodního, severovýchodního, severního a jižního směru s rychlostmi větru do $3,3 m \cdot s^{-1}$. Průměrné 10minutové koncentrace PM_{10} se nad hodnotou 24hod. imisního limitu $50 \mu g \cdot m^{-3}$ pohybovaly po většinu dne; pod $50 \mu g \cdot m^{-3}$ klesly kolem 6:00 UTC a dále mezi cca 13:00–15:00 UTC a 18:00–19:00 UTC (Obr. 14).

Průměrné 10minutové koncentrace nad $50 \mu g \cdot m^{-3}$ byly měřeny převážně při prouděních ze severního až severovýchodního směru a jižního až jihojihozápadního směru o rychlosti do $2,5 m \cdot s^{-1}$, které nejvíce přispěly k průměrné denní koncentraci. Vysoké koncentrace byly měřeny i při nepřevažujícím proudění ze západních směrů, nicméně jejich podíl na průměrné denní koncentraci byl minimální.

Informaci ohledně možného zdroje znečištění lze získat z poměrů koncentrací $PM_{2,5}/PM_{10}$ (ČHMÚ 2022). Poměr koncentrací $PM_{2,5}/PM_{10}$ se dne 2. 3. 2023 pohyboval v rozmezí 0,4–0,9, což indikuje převážně převahu jemných suspendovaných částic $PM_{2,5}$. Vzhledem k roční době a potřebě vytápění lze konstatovat, že překročení hodnoty 24hod. imisního limitu dne 2. 3. 2023 bylo pravděpodobně způsobeno zejména emisemi z lokálních topenišť v kombinaci s vlivem mírně nepříznivých rozptylových podmínek. Studie „Identifikace příčin znečištění ovzduší v Uhelné“ poukázala i na významný příspěvek minerálního prachu indikujícího příspěvek ke znečištění v důsledku zemědělských prací a těžby.



Obr. 13 Pole průměrné 24hod. koncentrace suspendovaných částic PM_{10} dne 2. 3. 2023, Česká republika

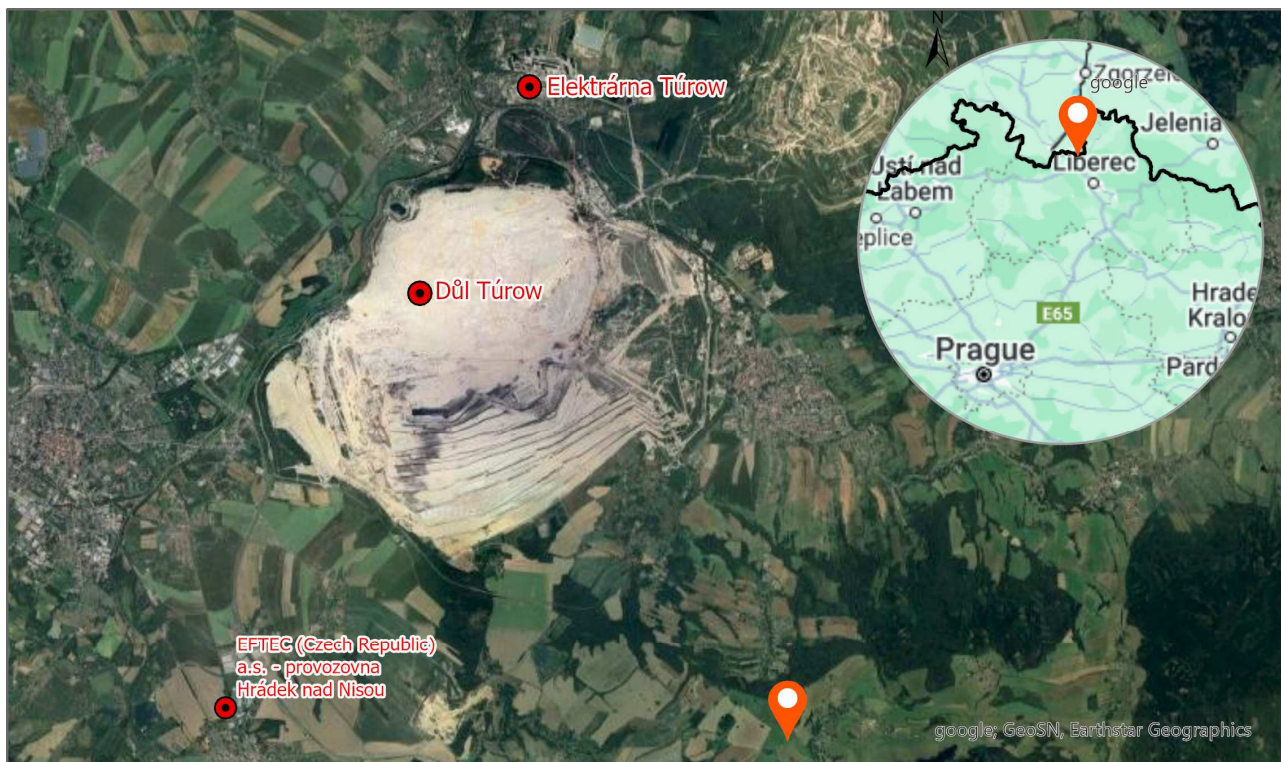


Obr. 14 Situace dne 2. 3. 2023 na stanici Uhelná: větrné růžice (vlevo nahoře), polární graf (uprostřed nahoře), koncentrační růžice (vpravo nahoře) a chod koncentrací PM_{10} s vyznačením směru a rychlosti větru (dole)

II. STANICE HORNÍ VÍTKOV

II.1 Charakteristika lokality Horní Vítkov

Stanice Horní Vítkov se nachází v Libereckém kraji, v otevřené krajině v mírném svahu, cca 500 m východně od okraje obydlené obce Horní Vítkov. Stanice je umístěna na zatravněném pozemku na dně otevřeného, provětrávaného údolí, cca 5 km jihovýchodně od jižního okraje lomu Turów (Obr. 15). Mezi další emisní zdroje v okolí stanice patří elektrárna Turów (cca 11 km severoseverozápadně), zemědělská činnost, lokální topeniště a zahradní aktivity v okolních sídlech). Stanice je klasifikována jako regionální.



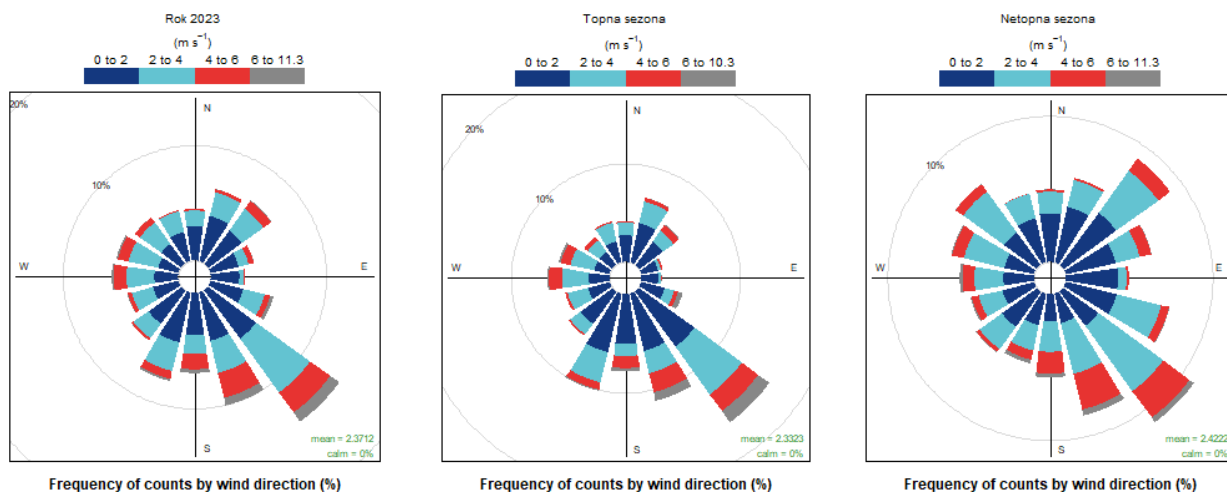
Obr. 15 Umístění stanice Horní Vítkov

Stanice je aktivní a koncentrace látek znečišťujících ovzduší jsou na ní měřeny od 15. 12. 2022. Na stanici jsou pro účely naplňování Dohody o lomu Turów měřeny koncentrace suspendovaných částic, a to PM_{10} , $PM_{2.5}$. Z meteorologických parametrů jsou na stanici měřeny teplota, směr a rychlost větru a relativní vlhkost vzduchu.

Na Obr. 2 jsou znázorněny větrné růžice pro stanici Horní Vítkov pro celý rok 2023 a pro topnou a netopnou sezonu roku 2023². Větrná růžice je graf znázorňující režim větru na určitém místě formou směrového (paprskového) diagramu. Délka paprsků, značících světové strany, vyjadřuje četnost větru z daného směru (ČMeS 2022). Větrná růžice zobrazuje tedy podíl jednotlivých směrů větru o určité rychlosti za dané časové období.

Z větrných růžic na Obr. 16 vyplývá, že na stanici Horní Vítkov převažuje během roku a v rámci detailnějšího hodnocení topné a netopné sezony vítr z jihovýchodního a jihojihovýchodního směru. V rámci netopné sezony není převaha proudění ze zmíněných směrů tak markantní a podíl proudění i z jiných směrů není zanedbatelný. Z hlediska celého roku 2023 i topné a netopné sezony roku 2023 došlo k výskytu jihovýchodního a jihojihovýchodního v cca 15 % případů (konkrétně 15 %, 13 % a 18 % případů pro celý rok, pro topnou a netopnou sezonu).

K výskytu severoseverozápadního, severozápadního, západoseverozápadního (tj. větru ze směrů, ve kterých se rozkládá lom Turów vzhledem k pozici stanice Horní Vítkov, **Obr. 15**) došlo v roce 2023 v 28 %, v topné sezoně v 25 % a v netopné sezoně v 32 % případů. Během roku převažuje na stanici vítr o rychlosti do $4 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$, v netopné sezoně při jihojihovýchodním a jihovýchodním proudění dochází i k častějšímu výskytu větru o vyšších rychlostech, převážně do $6 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$.



Obr. 16 Větrné růžice pro stanici Horní Vítkov pro rok (vlevo), pro topnou (uprostřed) a netopnou sezonu (vpravo), 2023

² Otopné období začíná 1. září a končí 31. května následujícího roku a pravidla pro vytápění stanovuje vyhláška Ministerstva průmyslu a obchodu č. 194/2007 Sb. Dodávka tepelné energie se v otopném období zahájí tehdy, když průměrná denní teplota venkovního vzduchu v příslušném místě nebo lokalitě poklesne pod 13°C ve dvou dnech po sobě a podle vývoje počasí nelze očekávat její zvýšení nad 13°C ani pro následující den. Vytápění se omezí nebo přeruší v otopném období tehdy, jestliže průměrná denní teplota venkovního vzduchu v příslušném místě nebo lokalitě vystoupí nad $+13^\circ \text{C}$ ve 2 dnech po sobě následujících a podle vývoje počasí nelze očekávat pokles této teploty pro následující den. Na základě naměřených teplot a průměrných denních teplot na stanici Horní Vítkov byla topná sezona stanovena na dvě souvislá období 1. 1. 2023–12. 5. 2023 a od 17. 10. 2023–31. 12. 2023. Nicméně toto rozdělení roku je teoretické, neboť v obcích v okolí stanice Horní Vítkov lze předpokládat individuální přístup obyvatelstva k potřebě vytápění svých obydlí za využití lokálních tepelných zdrojů.

II.2 Zhodnocení koncentrací suspendovaných částic PM_{10} a $PM_{2,5}$ ve vztahu k plnění stávajících imisních limitů

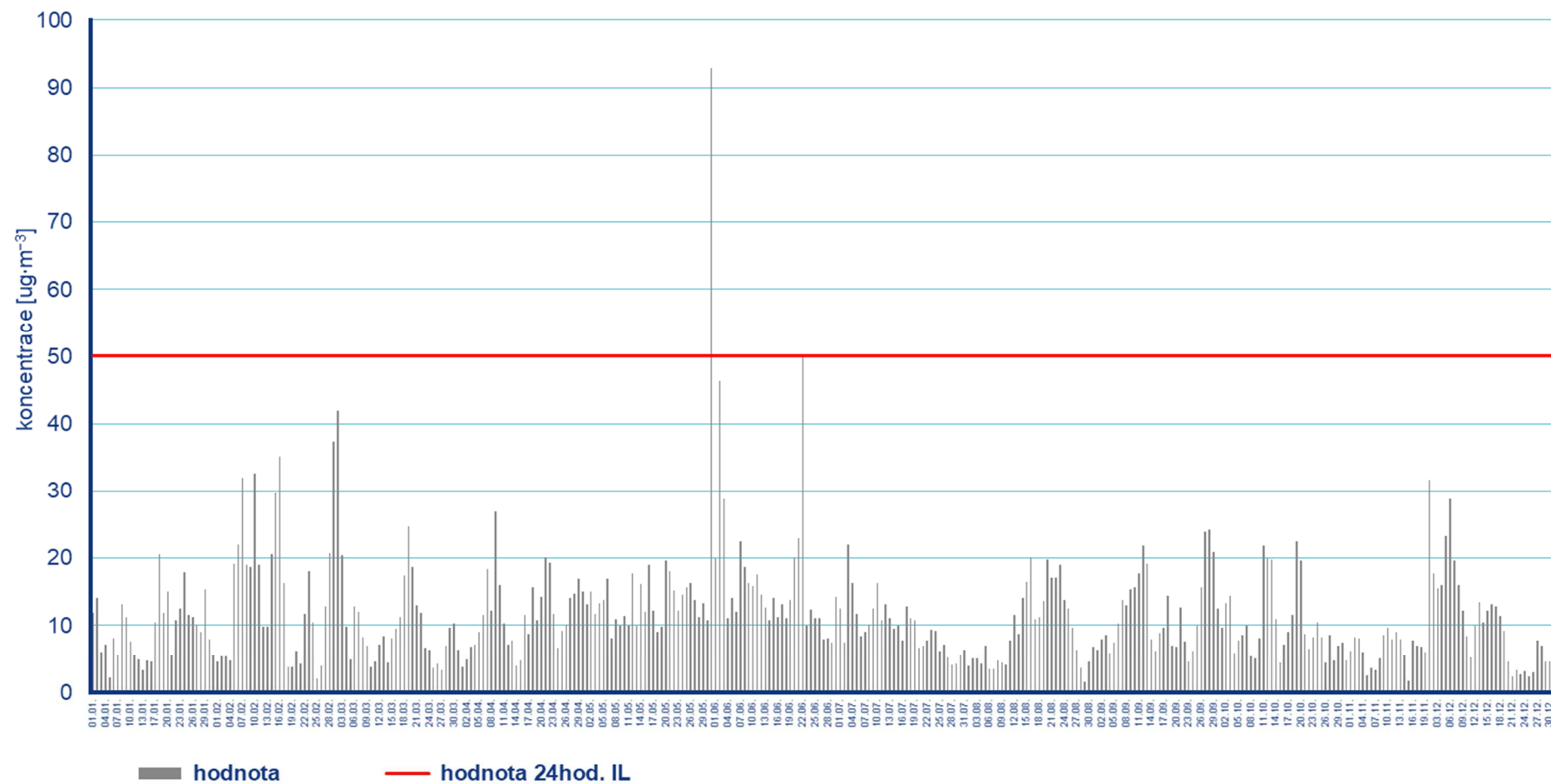
Suspendované částice jsou tvořeny směsí pevných a kapalných částic o aerodynamickém průměru menším než $10\text{ }\mu\text{m}$ (PM_{10}), resp. $2,5\text{ }\mu\text{m}$ ($PM_{2,5}$). Suspendované částice mají široké spektrum účinků na kardiovaskulární a respirační ústrojí. Od roku 2013 jsou zařazeny mezi prokázané lidské karcinogeny (IARC 2015). Jejich vliv na lidské zdraví závisí na jejich velikosti, tvaru a chemickém složení. Jejich součástí mohou být i polycyklické aromatické uhlovodíky a těžké kovy (EEA 2013).

V této zprávě jsou vyhodnoceny koncentrace suspendovaných částic naměřené na stanici Horní Vítkov za období od **1. 1. 2023 do 31. 12. 2023**. **Veškeré časové údaje v této zprávě jsou uvedeny v UTC.**

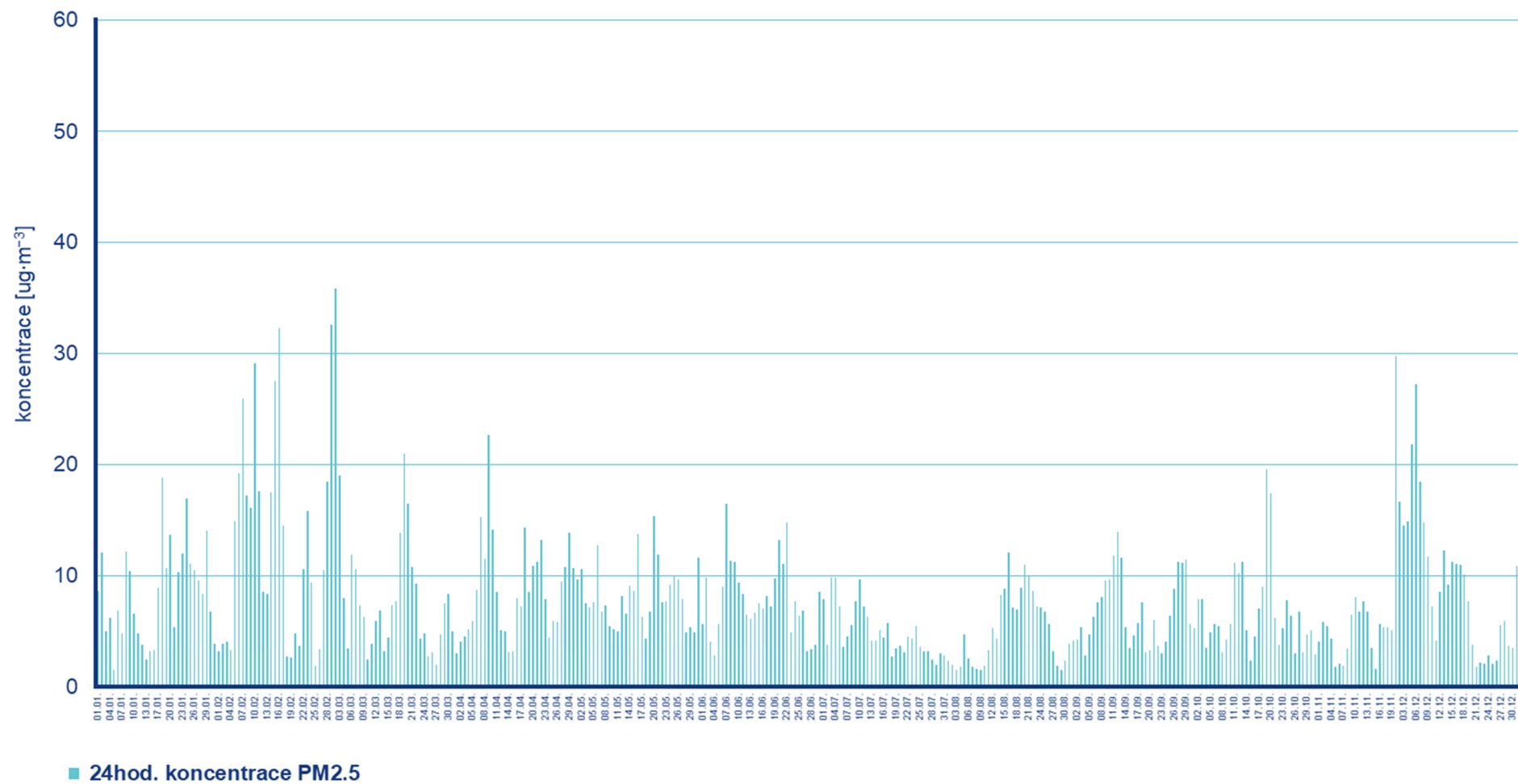
Pro suspendované částice PM_{10} je stanoven imisní limit pro ochranu lidského zdraví pro průměrnou 24hodinovou koncentraci a pro průměrnou roční koncentraci (Zákon č. 201/2012 Sb., o ochraně ovzduší, v platném znění). Hodnota 24hod. imisního limitu PM_{10} je $50\text{ }\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$. Legislativa připouští na měřicí stanici nejvíce 35 překročení hodnoty imisního limitu za kalendářní rok; při vyšším počtu je imisní limit považován za překročený. Pro roční průměrnou koncentraci PM_{10} je stanoven imisní limit $40\text{ }\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$. Pro roční průměrnou koncentraci $PM_{2,5}$ je stanoven imisní limit $20\text{ }\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$.

Od 1. 1. 2023 do 31. 12. 2023 byly na stanici Horní Vítkov naměřeny **průměrné 24hod. koncentrace PM_{10}** v rozmezí $2\text{ }\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ až $93\text{ }\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ (Obr. 17). Hodnota 24hod. imisního limitu $50\text{ }\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ byla na stanici Horní Vítkov v roce 2023 překročena 1×, a to 31. 5. 2023 ($93\text{ }\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$). Dne 22. 6. 2023 byla na stanici Horní Vítkov naměřena koncentrace na úrovni hodnoty denního imisního limitu, tj. $50\text{ }\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$. **Průměrná roční koncentrace PM_{10}** o hodnotě $11,7\text{ }\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ na stanici Horní Vítkov nepřekročila v roce 2023 roční imisní limit ($40\text{ }\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$).

Od 1. 1. 2023 do 31. 12. 2023 byly na stanici Horní Vítkov naměřeny **průměrné denní koncentrace $PM_{2,5}$** v rozmezí $2\text{ }\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ až $36\text{ }\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ (Obr. 18). Pro suspendované částice $PM_{2,5}$ je stanoven imisní limit pro ochranu lidského zdraví pouze pro průměrnou roční koncentraci. Roční imisní limit $PM_{2,5}$ je stanoven na $20\text{ }\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ (do roku 2020 včetně platil imisní limit $25\text{ }\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$). **Průměrná roční koncentrace $PM_{2,5}$** o hodnotě $7,8\text{ }\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ na stanici Horní Vítkov nepřekročila v roce 2023 roční imisní limit.



Obr. 17 Průměrné denní koncentrace suspendovaných částic PM_{10} na stanici Horní Vítkov, 1. 1. 2023 – 31. 12. 2023

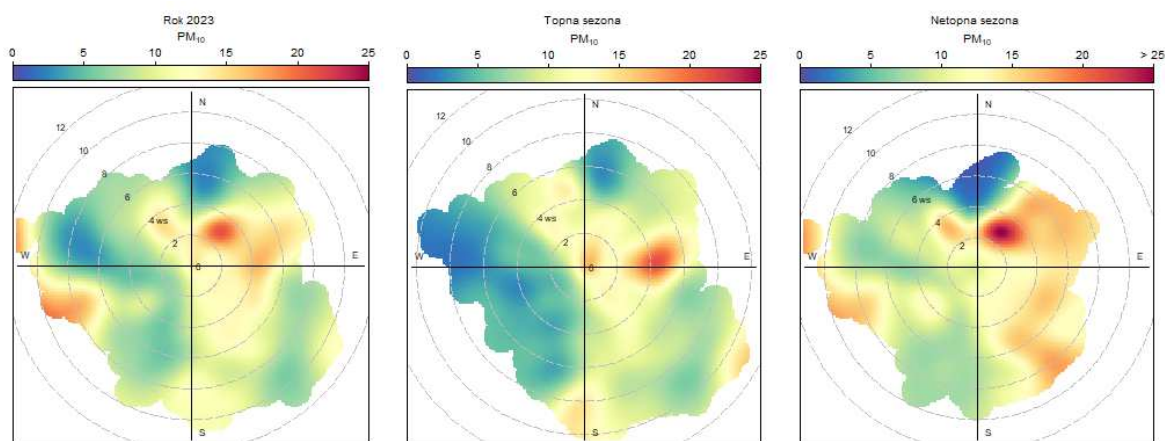


Obr. 18 Průměrné denní koncentrace suspendovaných částic $\text{PM}_{2.5}$ na stanici Horní Vítkov, 1. 1. 2023 – 31. 12. 2023

II.3 Hodnocení koncentrací suspendovaných částic PM_{10} a $PM_{2,5}$ v závislosti na rychlosti a směru větru

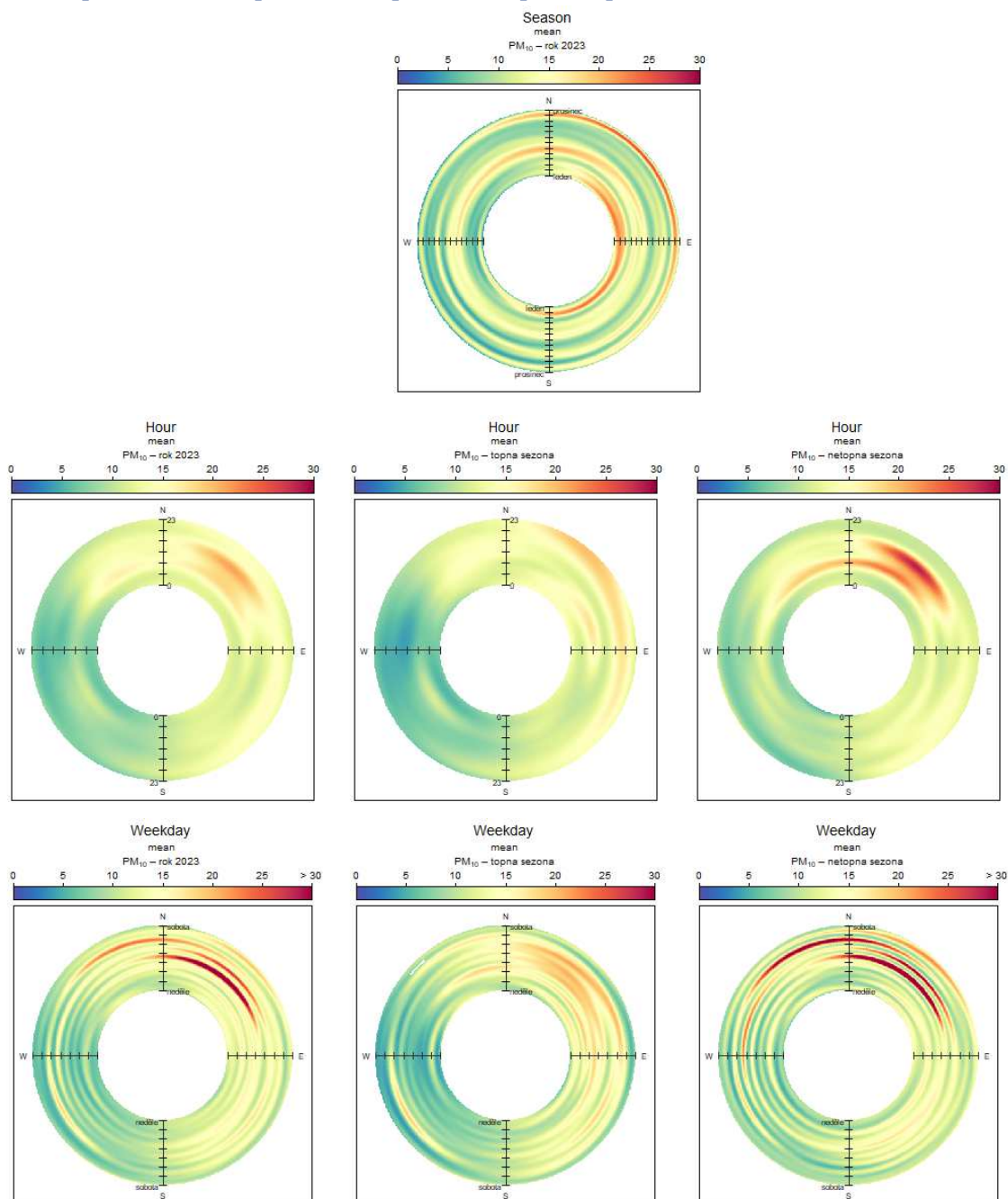
II.3.1 Suspendované částice PM_{10}

Z polárních grafů pro částice PM_{10} na stanici Horní Vítkov vyplývá, že nejvyšší průměrné koncentrace PM_{10} byly v roce 2023 na stanici Horní Vítkov zaznamenány při proudění ze severoseverovýchodního a severovýchodního směru o rychlosti větru do $4 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$, vyšší koncentrace se objevují i z jiných směrů (západ a západojihozápad; Obr. 19). Na základě podrobnější analýzy, kdy hodnotíme v rámci roku 2023 zvláště situaci pro topnou a netopnou sezonu, lze konstatovat následující: během topné sezony byly nejvyšší koncentrace PM_{10} na stanici Horní Vítkov zaznamenány při východním a východoseverovýchodním větru o rychlosti do $6 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$. V netopné sezoně byly v roce 2023 na stanici Horní Vítkov nejvyšší koncentrace měřeny při proudění ze severoseverovýchodního a severovýchodního směru o rychlosti větru do cca $4 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$.



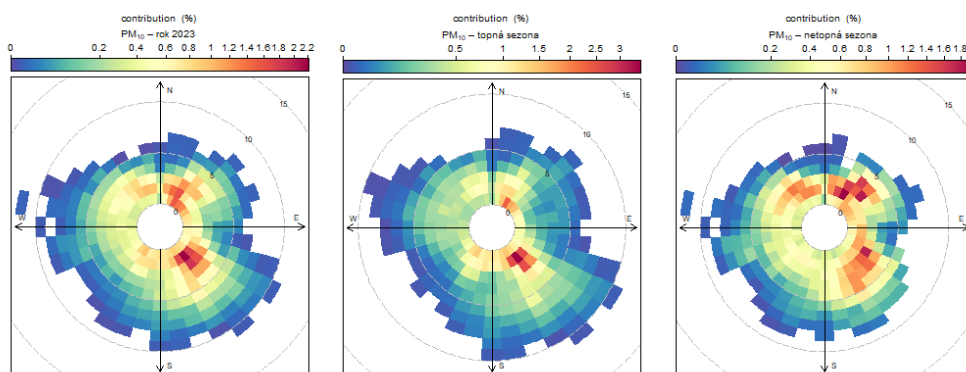
Obr. 19 Polární graf PM_{10} pro stanici Horní Vítkov pro rok (vlevo) a pro topnou (uprostřed) a netopnou sezonu (vpravo), 2023

Z anulárních růžic lze usuzovat i na roční, denní a týdenní chod koncentrací PM_{10} na stanici Horní Vítkov. V roce 2023 byly na stanici zaznamenány zvýšené průměrné koncentrace na začátku až konci roku, především při severním až východním proudění (Obr. 20, nahoře). Nejvyšší průměrné koncentrace byly zaznamenány v dopoledních a odpoledních hodinách, podrobnější analýza opírající se o rozdělení roku na topnou a netopnou sezonu potvrzuje, že k výskytu nejvyšších průměrných koncentrací docházelo v netopné sezoně, a to v dopoledních a odpoledních hodinách při severním až východním proudění (Obr. 20, uprostřed); z hlediska týdenního chodu byly nejvyšší koncentrace zaznamenány ve všední dny, v netopné sezoně byly výrazně vyšší koncentrace zaznamenány ve středy a pátky; většinou se jednalo o výskyt nejvyšších koncentrací při severním až východním proudění, v netopné sezoně i při severozápadním proudění (Obr. 20, dole).



Obr. 20 Anulární růžice PM_{10} pro stanici Horní Vítkov pro roční chod (nahore), denní chod (uprostřed – pro celý rok a pro topnou a netopnou sezonu) a týdenní chod (dole – pro celý rok a pro topnou a netopnou sezonu), 2023

Na základě **vážené koncentrační růžice** (Obr. 21) lze konstatovat, že k celkové průměrné roční koncentraci PM_{10} na stanici Horní Vítkov relativně nejvíce přispívají koncentrace měřeny při severoseverovýchodním a severovýchodním větru o rychlosti do $3 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ a koncentrace měřeny při jihovýchodním a jihojihovýchodním větru o rychlosti do $4 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$. V topné sezoně je situace podobná. V netopné sezoně k celkové průměrné roční koncentraci PM_{10} na stanici Horní Vítkov relativně nejvíce přispívají koncentrace měřeny při severoseverovýchodním a severovýchodním větru, významné jsou i příspěvky ze severozápadu. Koncentrace z jihovýchodního a jihojihovýchodního směru vzhledem k převažujícímu proudění (Obr. 16) tak tvoří větší podíl na roční průměrné koncentraci na stanici Horní Vítkov ve srovnání s méně častými nejvyššími koncentracemi měřenými při severoseverovýchodním a severovýchodním proudění (Obr. 19).

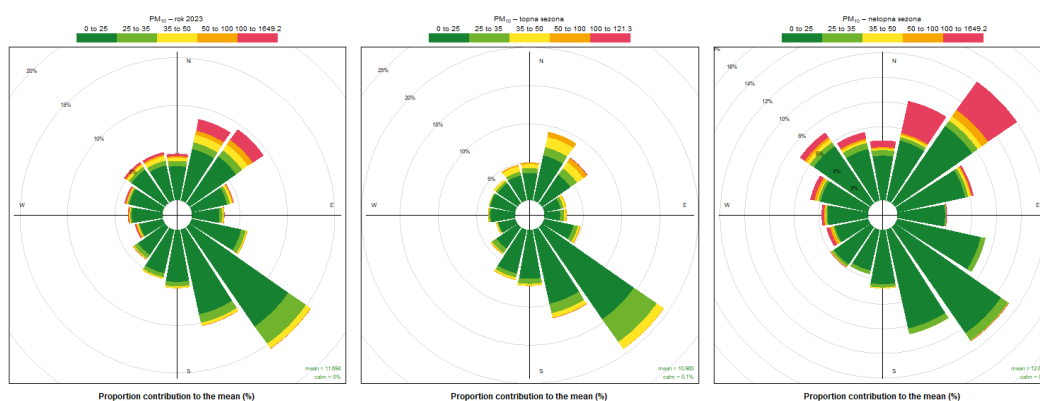


Obr. 21 Vážená koncentrační růžice PM_{10} pro stanici Horní Vítkov pro rok (vlevo) a pro topnou (uprostřed) a netopnou sezonu (vpravo), 2023

S využitím **koncentračních růžic** (Obr. 22) lze lépe kvantifikovat výše uvedené: k průměrné roční koncentraci PM_{10} měřené na stanici Horní Vítkov nejvíce přispívají koncentrace zaznamenané při jihojihovýchodním a jihovýchodním větru (a východojihovýchodního větru v netopné sezoně), a to cca 26 % v rámci roku, 31 % v rámci topné a 27 % v rámci netopné sezony.

Významný je i příspěvek koncentrací zaznamenaných při severoseverovýchodním a severovýchodním směru, a to cca 18 % v rámci roku, 16 % v rámci topné i 20 % v rámci netopné sezony. V případě roku a netopné sezony se zároveň jedná o příspěvek nejvyšších zaznamenaných koncentrací (Obr. 19). V topné sezoně přispívají nejvyšší zaznamenané koncentrace zaznamenané při východním a východoseverovýchodním směru k průměrné koncentraci cca 6 %.

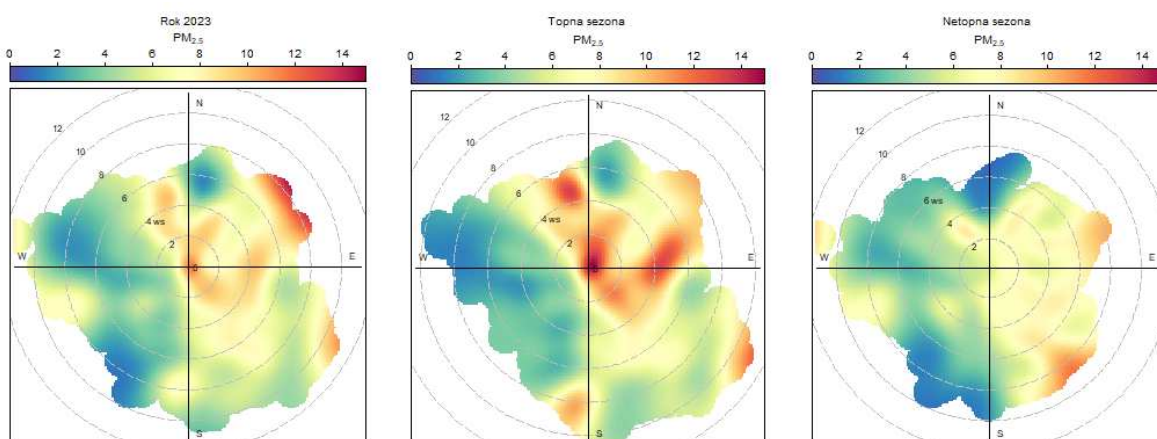
Koncentrace PM_{10} zaznamenané při západoseverozápadních až severoseverozápadních směrech, tj. směrech, ve kterých se rozkládá lom Turów vzhledem k pozici stanice Horní Vítkov (Obr. 16), přispívají k průměrné roční koncentraci na stanici Horní Vítkov cca 15 %, v topné sezoně cca 12 % a v netopné sezoně cca 18 %.



Obr. 22 Koncentrační růžice PM_{10} pro stanici Horní Vítkov pro rok (vlevo) a pro topnou (uprostřed) a netopnou sezonu (vpravo), 2023

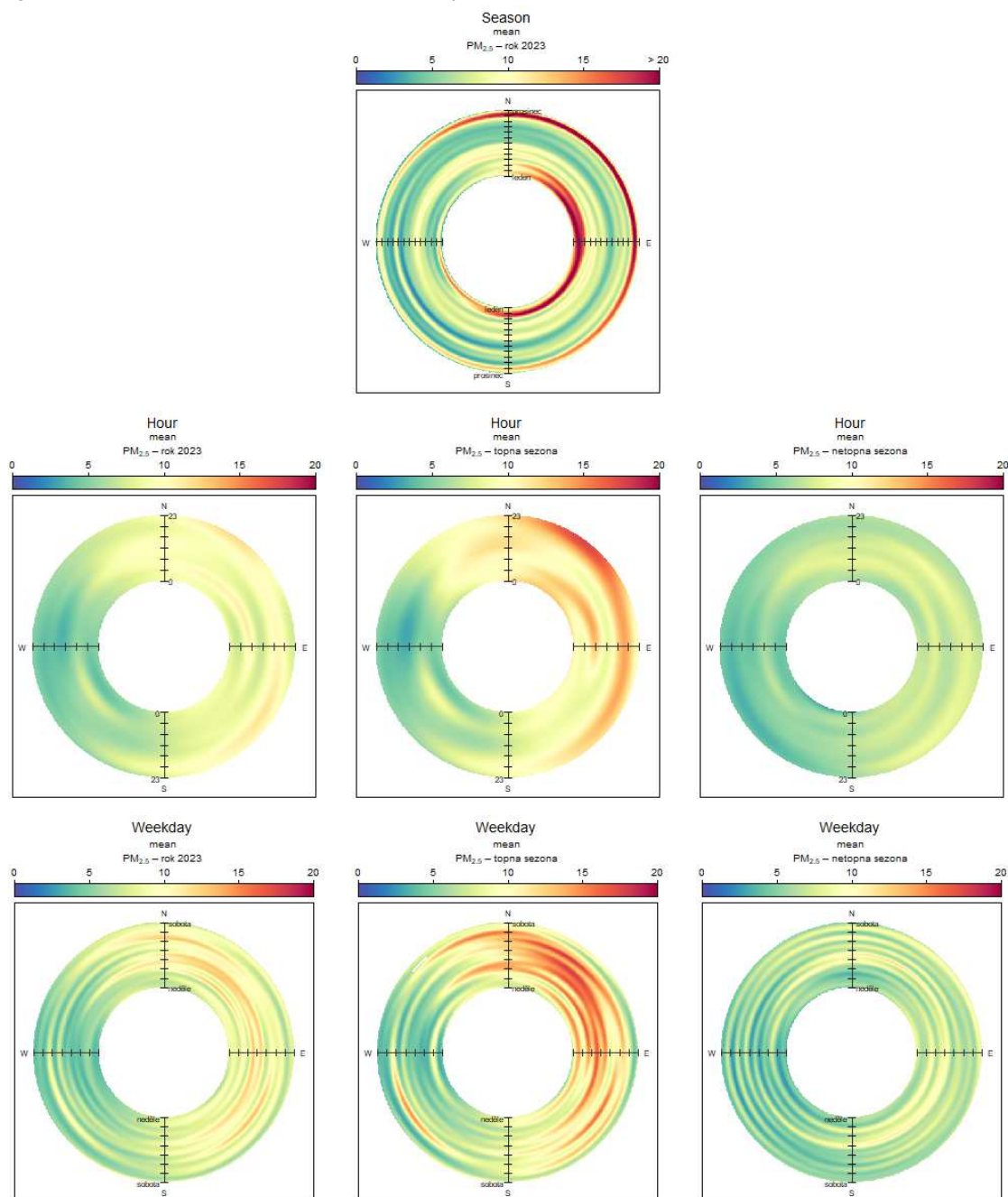
II.3.2 Suspendované částice PM_{2,5}

Z polárních grafů (Obr. 23) pro částice PM_{2,5} pro stanici Horní Vítkov vyplývá, že v rámci roku sezony byly nejvyšší koncentrace v roce 2023 zaznamenány při proudění ze severoseverovýchodního až východoseverovýchodního směru o rychlosti větru 9 m·s⁻¹. V topné sezoně byly nejvyšší koncentrace zaznamenány při proudění ze severoseverozápadního a severního až východního směru. Vzhledem k tomu, že se jedná o jemnou frakci suspendovaných částic PM_{2,5} lze předpokládat, že nejvyšší koncentrace zaznamenané při proudění z těchto směrů pocházejí z lokálního vytápění z okolních malých sídel. Tuto domněnku potvrzuje i porovnání rozložení koncentrací PM_{2,5} v topné a netopné sezoně (Obr. 23, uprostřed a vpravo). V netopné sezoně není rozložení PM_{2,5} tak výrazné, nejvyšší koncentrace jsou měřeny při proudění z jihovýchodního směru.



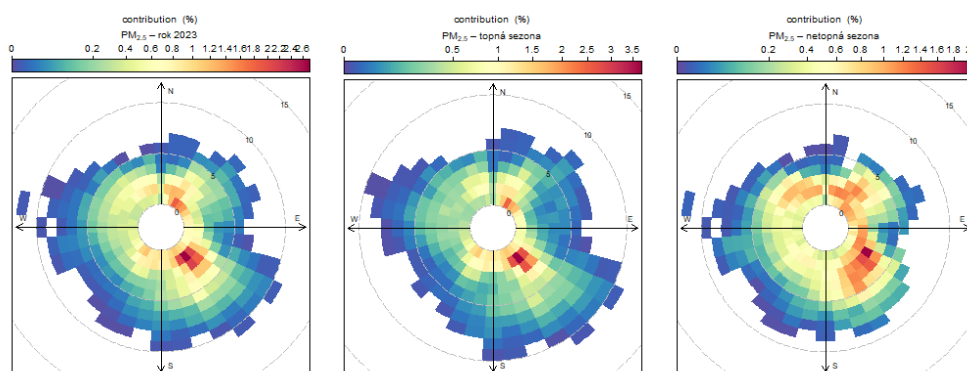
Obr. 23 Polární graf PM_{2,5} pro stanici Horní Vítkov pro rok (vlevo) a pro topnou (uprostřed) a netopnou sezonu (vpravo), 2023

Z anulárních růžic lze usuzovat i na roční, denní a týdenní chod koncentrací $PM_{2,5}$ na stanici Horní Vítkov. V roce 2023 byly na stanici zaznamenány na začátku a na konci roku, především při severním až východním proudění. Vyšší koncentrace byly zaznamenány i na začátku roku i při proudění z východního až jižního směru (Obr. 24, nahoře). Nejvyšší průměrné koncentrace byly zaznamenány ve večerních až nočních a ranních hodinách, podrobnější analýza opírající se o rozdělení roku na topnou a netopnou sezonu potvrzuje, že k výskytu nejvyšších koncentrací docházelo v topné sezoně, a to ve večerních až nočních a ranních hodinách při severním až východním proudění (Obr. 24, uprostřed); z hlediska týdenního chodu byly nejvyšší koncentrace zaznamenány ve všední dny v topné sezoně (Obr. 24, dole). V netopné sezoně a v průměru pro celý rok je denní rozložení koncentrací $PM_{2,5}$ nevýrazné.



Obr. 24 Anulární růžice $PM_{2,5}$ pro stanici Horní Vítkov pro roční (vlevo), denní (uprostřed) a týdenní (vpravo) chod, 2023

Na základě **vážené koncentrační růžice** (Obr. 25) lze konstatovat, že k celkové průměrné roční koncentraci $PM_{2,5}$ na stanici Horní Vítkov relativně nejvíce přispívají koncentrace měřeny při jihovýchodním a jihojihovýchodním větru o rychlosti do $4\text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$. V topné sezoně je situace podobná. V netopné sezoně rozložení byl významnější podíl zaznamenán pro koncentrace z různých směrů (z východojihovýchodu, jihovýchodu a jihojihovýchodu), vyšší příspěvky jsou zaznamenány i ze severovýchodu), rozložení není tak výrazné jako v případě topné sezony.

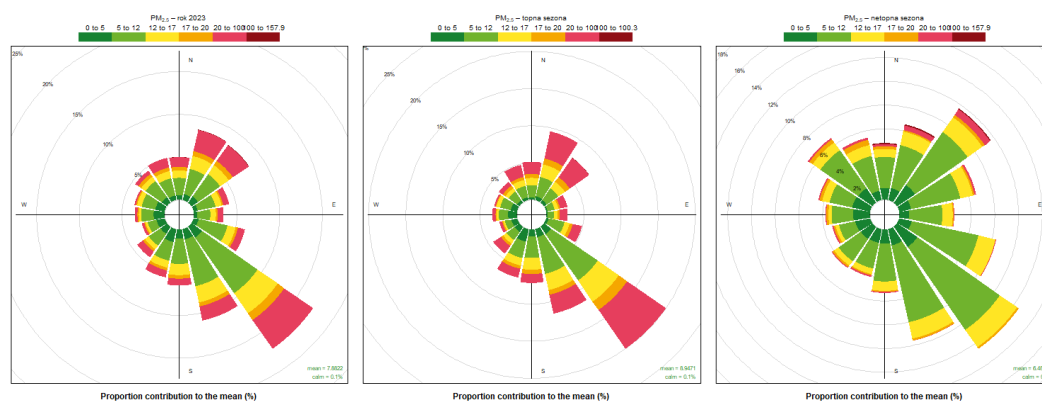


Obr. 25 Vážená koncentrační růžice $PM_{2,5}$ pro stanici Horní Vítkov pro rok (vlevo) a pro topnou (uprostřed) a netopnou sezonu (vpravo), 2023

S využitím **koncentračních růžic** (Obr. 26) lze lépe kvantifikovat výše uvedené: k průměrné roční koncentraci $PM_{2,5}$ měřené na stanici Horní Vítkov nejvíce přispívají koncentrace zaznamenané při jihojihovýchodním a jihovýchodním větru (a východojihovýchodního větru v netopné sezoně), a to cca 28 % v rámci roku, 32 % v rámci topné a 31 % v rámci netopné sezony.

Významný je i příspěvek koncentrací zaznamenaných při severoseverovýchodním a severovýchodním směru, a to cca 17 % v rámci roku, 17 % v rámci topné a 16 % v rámci netopné sezony. V případě roku a topné sezony se zároveň částečně jedná o příspěvek nejvyšších zaznamenaných koncentrací (Obr. 23). Nejvyšší zaznamenané koncentrace přispívají k průměrné koncentraci 20 % v rámci roku a 33 % v rámci topné sezony. V netopné sezoně přispívají nejvyšší zaznamenané koncentrace zaznamenané při jihovýchodním směru k průměrné koncentraci cca 12 %.

Koncentrace PM_{10} zaznamenané při západoseverozápadních až severoseverozápadních směrech, tj. směrech, ve kterých se rozkládá lom Turów vzhledem k pozici stanice Horní Vítkov (Obr. 16), přispívají k průměrné roční koncentraci na stanici Horní Vítkov cca 13 %, v topné sezoně cca 11 % a v netopné sezoně cca 17 %.



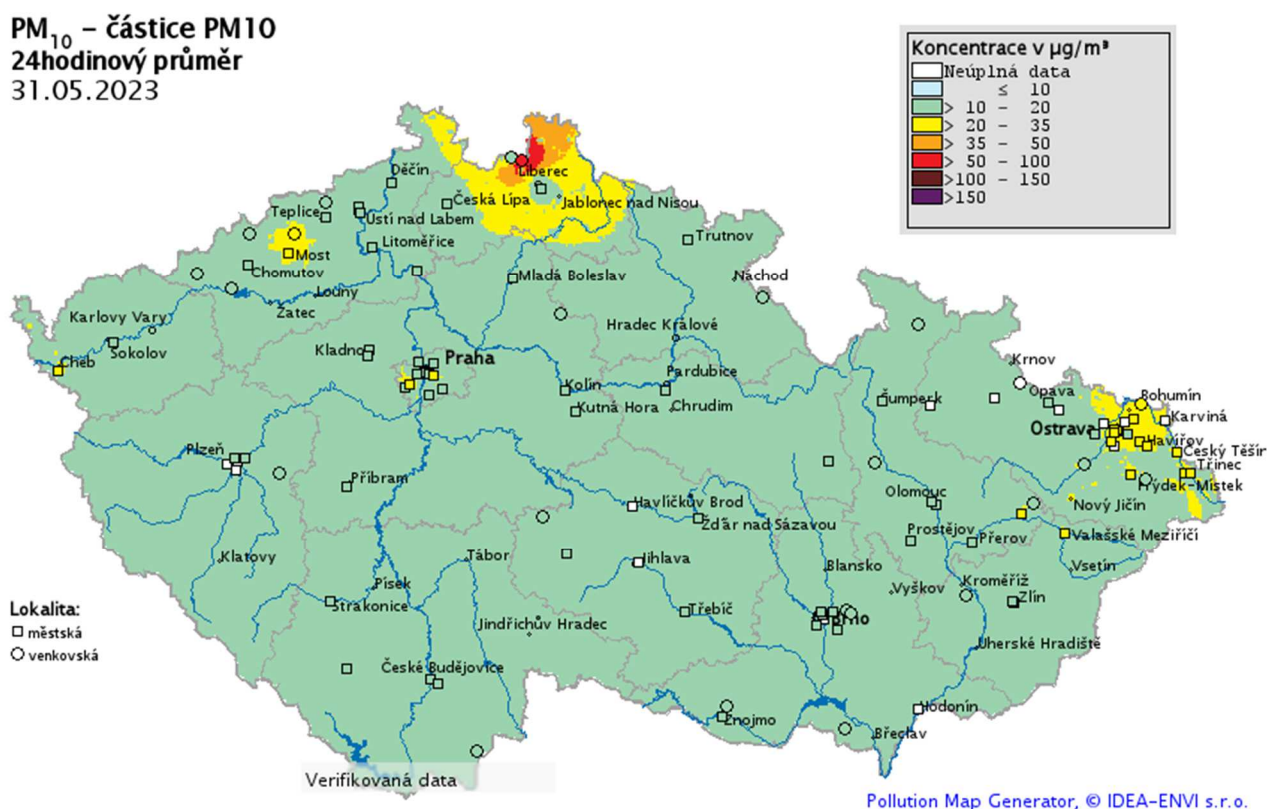
Obr. 26 Koncentrační růžice $PM_{2,5}$ pro stanici Horní Vítkov pro rok (vlevo) a pro topnou (uprostřed) a netopnou sezonu (vpravo), 2023

II.4 Zhodnocení výskytu nadlimitních koncentrací ve vztahu ke směru větru

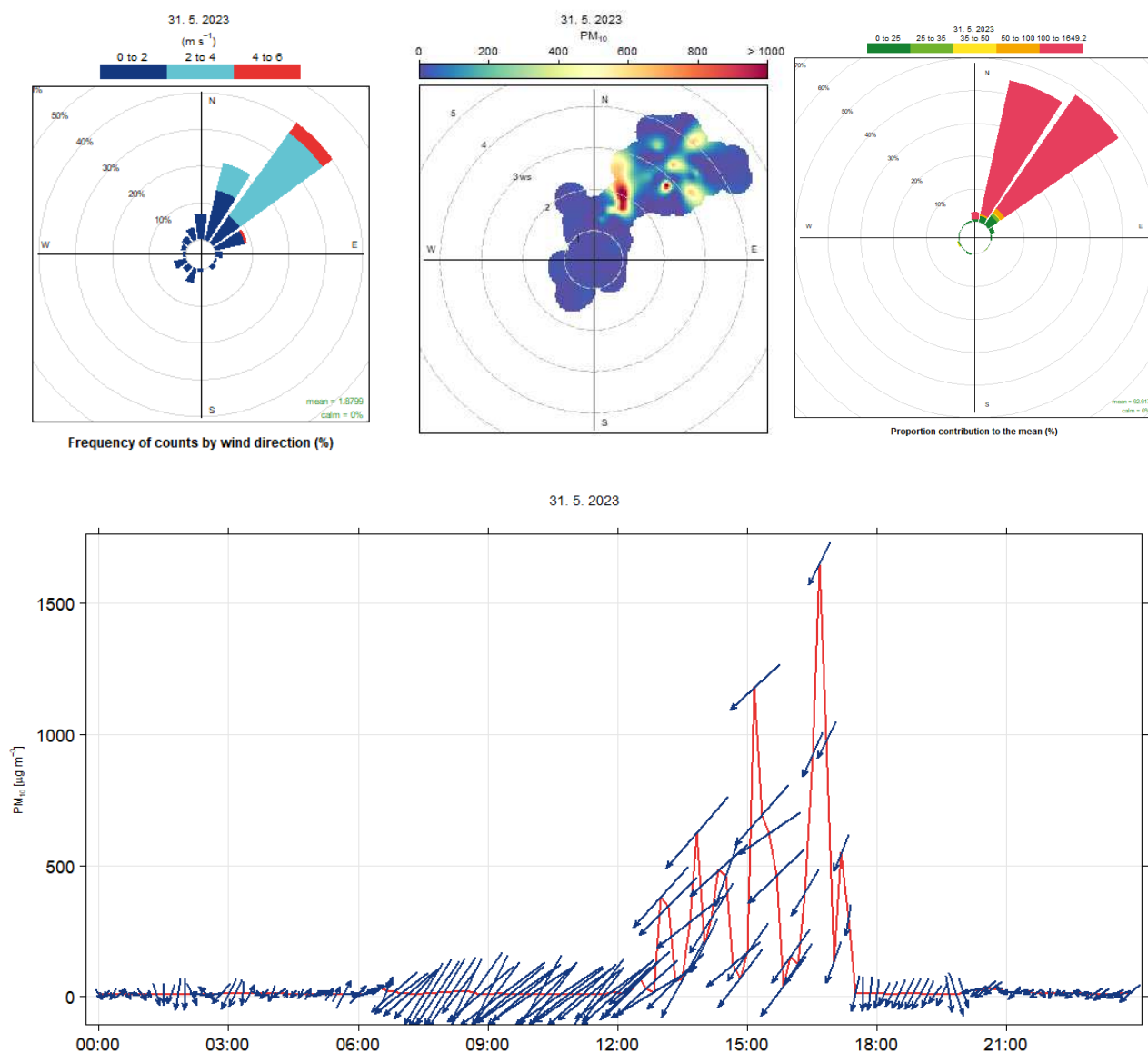
Hodnota 24hod. imisního limitu PM₁₀ (50 µg·m⁻³) byla na stanici Horní Vítkov v roce 2023 překročena 1×, a to 31. 5. 2023 (93 µg·m⁻³).

Situace 31. 5. 2023

Dne 31. 5. 2023 došlo k překročení hodnoty 24hod. imisního limitu PM_{10} na stanici Horní Vítkov, a to jako na jediné stanici ČR (Obr. 27). Dne 31. 5. 2023 převažovalo na stanici Horní Vítkov proudění ze severoseverovýchodního a severovýchodního směru s rychlostmi větru do $4 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$. Průměrné 10minutové koncentrace PM_{10} se nad hodnotou 24hod. imisního limitu $50 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ pohybovaly mezi 12:00–17:00 UTC; (Obr. 28). Průměrné 10minutové koncentrace nad $50 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$, které nejvíce přispěly k průměrné denní koncentraci, byly měřeny při prouděních ze severoseverovýchodního a severovýchodního větru o rychlosti do $4 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$. Informaci ohledně možného zdroje znečištění lze získat z poměrů koncentrací $\text{PM}_{2,5}/\text{PM}_{10}$ (ČHMÚ 2022). Poměr koncentrací $\text{PM}_{2,5}/\text{PM}_{10}$ se dne 31. 5. 2023 pohyboval v rozmezí 0,1–0,5, což indikuje převážně převahu hrubé frakce suspendovaných částic PM_{10} . Vzhledem k roční době, směru větru a nejvyššímu příspěvku k průměrné denní koncentraci ze severoseverovýchodního a severovýchodního směru lze předpokládat, že překročení hodnoty 24hod. imisního limitu dne 31. 5. 2023 bylo pravděpodobně způsobeno zemědělskými pracemi v okolí stanice. Tento závěr potvrzuje i pozorování techniků ČHMÚ, kteří na přelomu května a června zaznamenali v okolí stanice sečení luk a pohyb zemědělské techniky.



Obr. 27 Pole průměrné 24hod. koncentrace suspendovaných částic PM_{10} dne 31. 5. 2023, Česká republika



Obr. 28 Situace dne 31. 5. 2023 na stanici Horní Vítkov: větrné růžice (vlevo nahoře), polární graf (uprostřed nahoře), koncentrační růžice (vpravo nahoře) a chod koncentrací PM_{10} s vyznačením směru a rychlosti větru (dole)

III. SROVNÁNÍ KONCENTRACÍ NAMĚŘENÝCH NA STANICÍCH UHELNÁ A HORNÍ VÍTKOV S KONCENTRACEMI NA OSTATNÍCH STANICÍCH LIBERECKÉHO KRAJE V ROCE 2023

V roce 2023 byly v rámci Libereckého kraje koncentrace suspendovaných částic PM₁₀ měřeny na sedmi stanicích (s dostatečným počtem naměřených dat pro hodnocení) a koncentrace suspendovaných částic PM_{2,5} měřeny na čtyřech stanicích (s dostatečným počtem naměřených dat pro hodnocení), viz Tab. 2.

Roční průměrné koncentrace PM₁₀ se na těchto sedmi stanicích pohybovaly v rozmezí od 11,7 do 14,7 µg·m⁻³ (průměr ze všech stanic je 13,4 µg·m⁻³). V rámci těchto sedmi stanic byla na stanici Uhelná naměřena druhá nejvyšší koncentrace o hodnotě 14,2 µg·m⁻³. Na stanici Horní Vítkov byla naměřena nejnižší koncentrace o hodnotě 11,7 µg·m⁻³. Roční imisní limit pro PM₁₀ (40 µg·m⁻³) nebyl v roce 2023 překročen na žádné stanici Libereckého kraje (Tab. 2, Obr. 29)

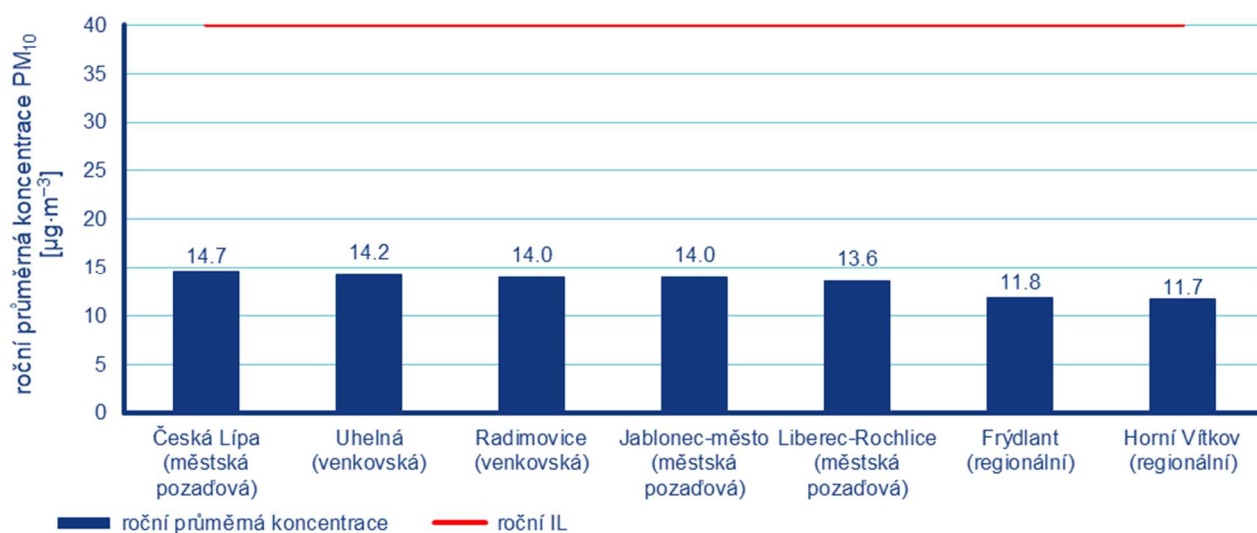
Na třech měřicích stanicích v Libereckém kraji došlo k jednomu překročení hodnoty 24hod. imisního limitu (50 µg·m⁻³), přičemž je povoleno překročit tuto hodnotu 35× za rok. 24hod. imisní limit pro PM₁₀ (50 µg·m⁻³) nebyl v roce 2023 překročen na žádné stanici Libereckého kraje (Tab. 2, Obr. 30).

V roce 2023 byly koncentrace suspendovaných částic PM_{2,5} měřeny na čtyřech stanicích (s dostatečným počtem naměřených dat pro hodnocení, Tab. 2). Roční průměrné koncentrace se na těchto třech stanicích pohybovaly v rozmezí od 7,8 do 10,7 µg·m⁻³ (průměr ze všech stanic je 9,0 µg·m⁻³). Na stanici Uhelná byla naměřena koncentrace o hodnotě 9,0 µg·m⁻³. Na stanici Horní Vítkov byla naměřena koncentrace o hodnotě 7,8 µg·m⁻³. Roční imisní limit pro PM_{2,5} (20 µg·m⁻³) nebyl v roce 2023 překročen na žádné stanici Libereckého kraje (Tab. 2, Obr. 31).

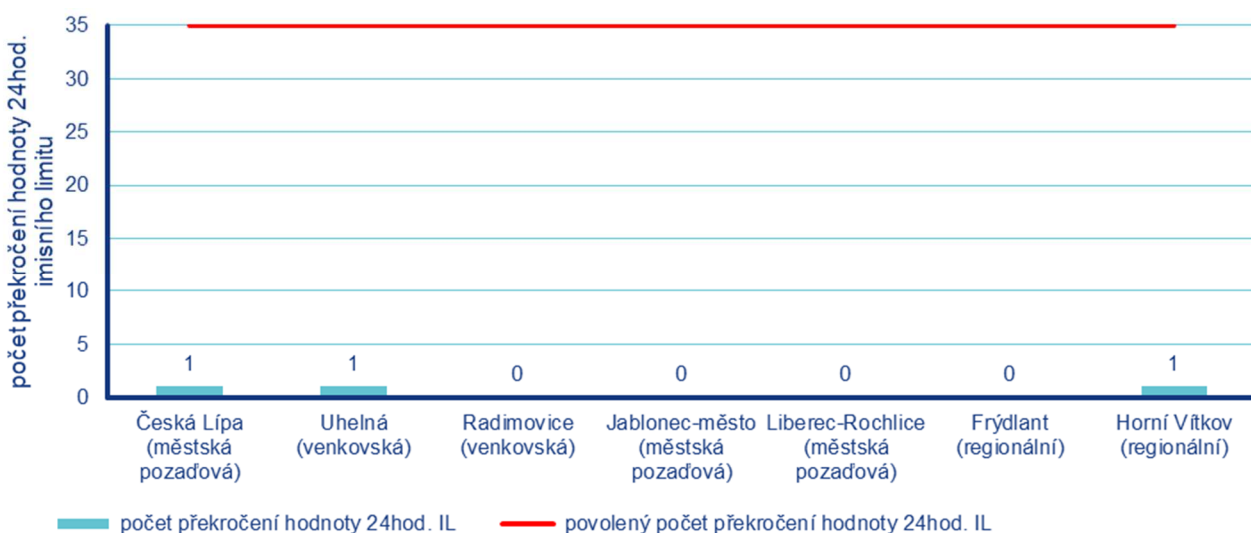
Tabulka 2 Přehled měřicích stanic na území Libereckého kraje s koncentracemi PM₁₀ a PM_{2,5}, rok 2023

stanice	klasifikace		charakteristika lokality	PM ₁₀			PM _{2,5}
				roční průměr	pIL 24hod	36. max	roční průměr
Česká Lípa	B/U/R	městská pozadová	Mírně svažité travnatá plocha na školním pozemku, v sídlišti na okraji města.	14,7	1	23	
Uhelná	B/R/NA-NCI	venkovská	Na okraji malé obce, na zatravněném pozemku s výhledem na příhraniční oblast s Polskem.	14,2	1	24	9,0
Radimovice	B/R/NA-NCI	venkovská	Okraj obce, na okraji pole za domkem, domek ve vzdálenosti asi 50 m.	14,0	0	22	
Jablonec-město	B/U/R	městská pozadová	V městské zástavbě, u nemocnice, mimo přímý vliv dopravy.	14,0	0	21	
Liberec-Rochlice	B/U/R	městská pozadová	Okraj sídliště, vedle parkoviště, okraj obytné části města otevřená k městu.	13,6	0	22	10,7
Frydlant	B/R/N-REG	regionální	Náhorní rovina, otevřená krajina, mimo obydlenou obec, travnatý povrch.	11,8	0	20	8,5
Horní Vítkov	B/R/N-REG	regionální	Mírný svah, pod kopcem, otevřená krajina, 500 m od okraje obydlené obce, travnatý povrch.	11,7	1	20	7,8

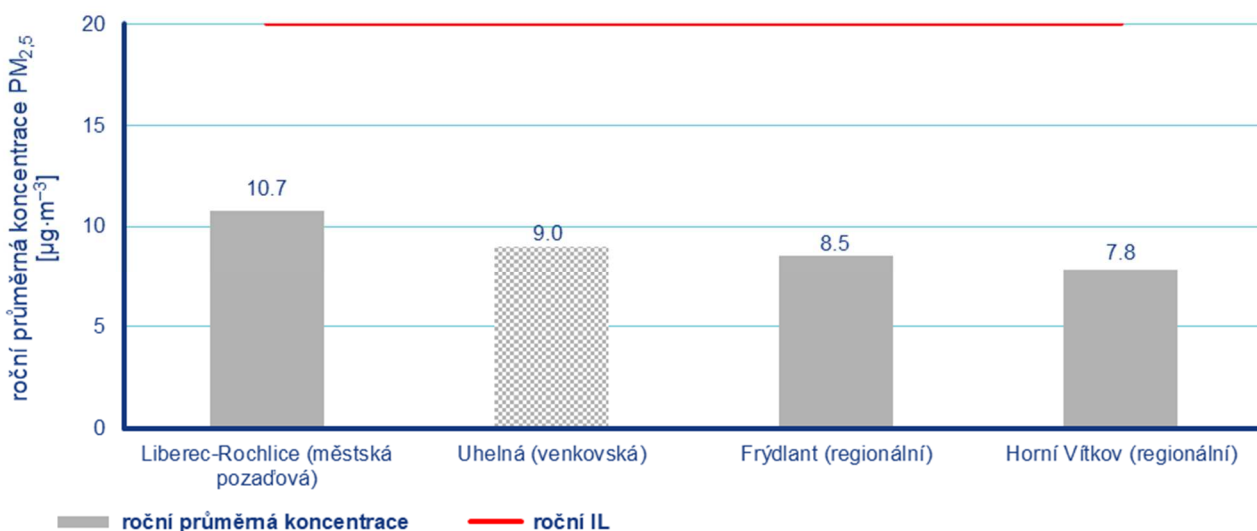
Vysvětlivky: roční průměr – roční průměrná koncentrace; pIL 24hod. – počet překročení hodnoty 24hod. imisního limitu (hodnotu 24hod. imisního limitu 50 µg·m⁻³ je povoleno překročit 35× za rok); 36. max – 36. maximální 24hodinová koncentrace)



Obr. 29 Roční průměrné koncentrace PM₁₀ na měřicích stanicích v Libereckém kraji s vyznačením hodnoty ročního imisního limitu (IL), 2023



Obr. 30 Počet překročení hodnoty 24hod. imisního limitu (IL) PM₁₀ v Libereckém kraji s vyznačením maximálního povoleného počtu překročení hodnoty 24hod. imisního limitu PM₁₀, 2023



Obr. 31 Roční průměrné koncentrace PM_{2,5} na měřicích stanicích v Libereckém kraji s vyznačením hodnoty ročního imisního limitu (IL), 2023

IV. POMĚRY KONCENTRACÍ $PM_{2,5}/PM_{10}$

V kapitolách výše byly odděleně hodnoceny zejména celkové koncentrace PM_{10} a $PM_{2,5}$. Důležitou informací ohledně možného zdroje znečištění lze získat z poměrů koncentrací $PM_{2,5}/PM_{10}$. Použijeme přitom zjednodušený, ale poměrně dobře platný předpoklad, že všechny sekundární aerosolové částice jsou menší než $2,5 \mu m$ a jejich podíl v $PM_{2,5}$ označíme jako R_{SA} . Celkovou koncentraci primárních částic menších než $2,5 (10) \mu m$ označme $PRM_{2,5}$ (PRM_{10}). Naměřené koncentrace $PM_{2,5}$ a PM_{10} lze vyjádřit jako součet primárních a sekundárních částic a pro jejich podíl pak platí

$$\frac{PM_{2,5}}{PM_{10}} = \frac{PRM_{2,5} + PM_{2,5} \cdot R_{SA}}{PRM_{10} + PM_{2,5} \cdot R_{SA}} = \frac{PRM_{2,5} + \frac{PRM_{2,5}}{(1-R_{SA})} \cdot R_{SA}}{PRM_{10} + \frac{PRM_{2,5}}{(1-R_{SA})} \cdot R_{SA}} = \frac{PRM_{2,5/10} + \frac{R_{SA}}{(1-R_{SA})} \cdot PRM_{2,5/10}}{1 + \frac{R_{SA}}{(1-R_{SA})} \cdot PRM_{2,5/10}}, \quad (1)$$

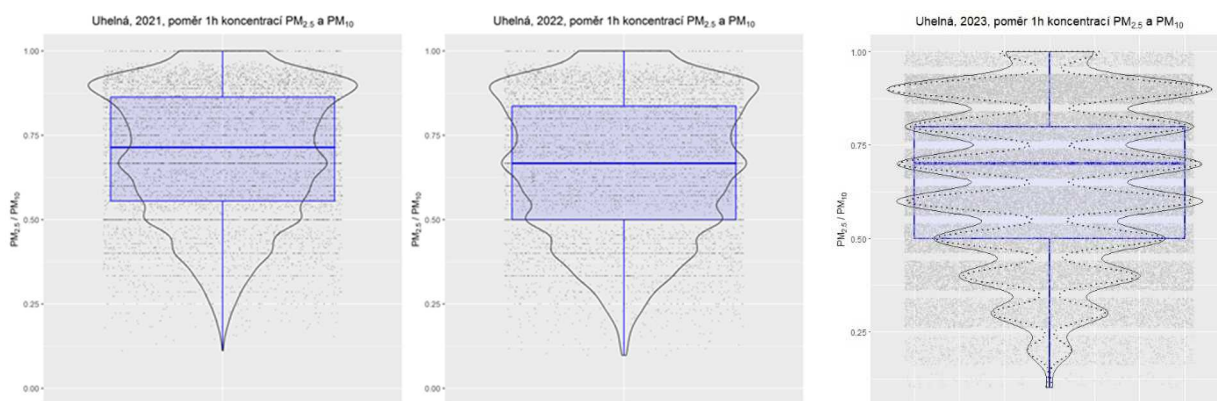
kde $PRM_{2,5/10}$ představuje poměr primárních částic v obou frakcích. Podle emisních inventur je převládajícím zdrojem emisí primárních částic v dané oblasti důlní činnost a lokální vytápění. Z emisních faktorů Tier 1 pro kategorii zdrojů 1.B.1. a (EEA 2019) vyplývá, že poměr $PM_{2,5}/PM_{10}$ v emisích primárních částic z uhelných dolů činí 0,12. Celorepublikový průměr tohoto poměru v emisích z lokálního vytápění domácností je pro tuhá paliva cca 0,98. Za těchto předpokladů lze vypočítat **orientační** poměry celkových koncentrací $PM_{2,5}/PM_{10}$ pro případy, kdy by všechny primární částice pocházely pouze z uhelného dolu nebo z vytápění domácností (Tab. 2). Podíly R_{SA} sekundárních aerosolů na celkové koncentraci použité v tabulce Tab. 2 odpovídají hodnotám, které lze dle dostupných měření reálně očekávat (viz např. Vlček a Corbet 2011). Je samozřejmě třeba zmínit, že samotný nízký poměr $PM_{2,5}/PM_{10}$ neznamena automaticky vliv dolu, ale může být způsoben např. vlivem polních prací a podobně.

Tabulka 2 Poměry celkových koncentrací $PM_{2,5}/PM_{10}$ pro různé hodnoty podílu sekundárních částic na celkové koncentraci $PM_{2,5}$ (R_{SA}) a pro případy, kdy by všechny primární částice pocházely pouze z vytápění domácností ($PRM_{2,5/10} = 0,98$) nebo uhelného dolu ($PRM_{2,5/10} = 0,12$)

R_{SA}	$PRM_{2,5/10}$	
	0,98	0,12
0,33	0,99	0,17
0,50	0,99	0,21
0,66	0,99	0,29

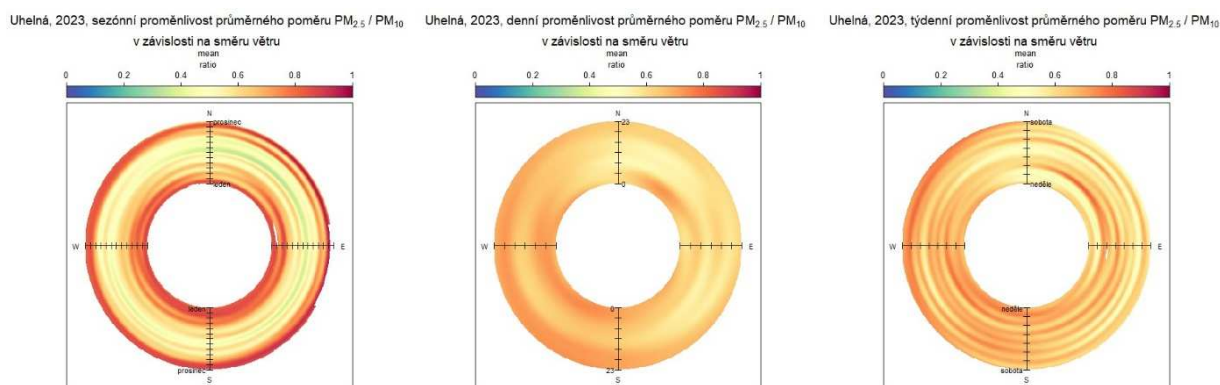
IV.1 Stanice Uhelná

Zastoupení poměrů $PM_{2,5}/PM_{10}$ v letech 2021, 2022 a 2023 je na Obr. 32. V roce 2023 byla hodinová vstupní data z důvodu získání jemnějšího rozlišení nahrazena desetiminutovými, proto se graf hustoty rozložení poměrů od předchozích dvou tvarově liší (což je způsobeno také replikací vstupních hodnot teploty, včetně neznámých a chybějících hodnot). V porovnání s rokem 2022 zůstala hodnota mediánu v roce 2023 táž (0,7), průměr se ale posunul k nižším hodnotám (původně 0,7, nově 0,66). Mezikvartilové rozpětí o krajních hodnotách 0,5 a 0,8 ukazuje na vysoké procento naměřených jemných částic, což je patrné i ze záporného sešikmení houslového grafu s vyšším zastoupením vyšších poměrů (69,68 % nad hodnotou 0,5) a dvěma výraznějšími vrcholy v hodnotách 0,7 a 0,9 (černá tečkovaná čára). To indikuje, že nejširší rozsah koncentrací na stanici Uhelná může být dominantně ovlivněn jinými emisními zdroji s větším obsahem jemných částic než uhelným dolem.



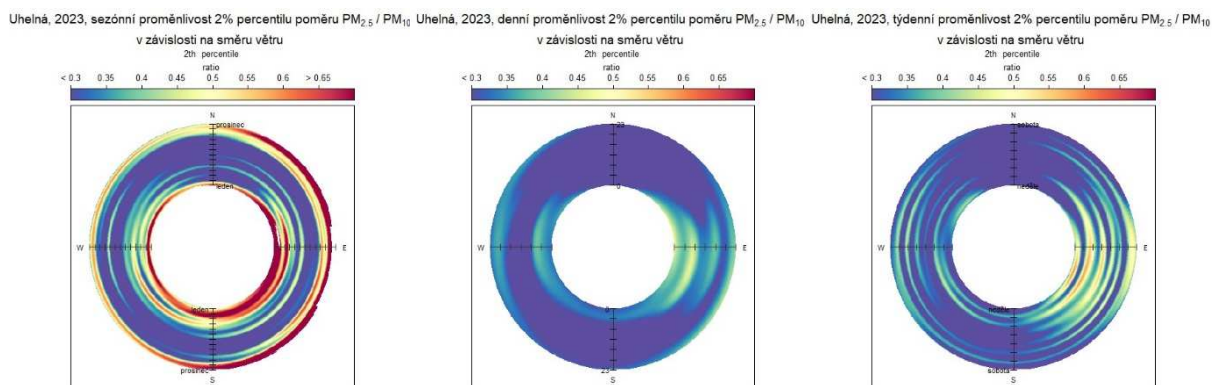
Obr. 32 Houslový boxplot poměrů $PM_{2,5}/PM_{10}$ na stanici Uhelná v roce 2021 (vlevo), 2022 (uprostřed) a 2023 (vpravo). Obdélník vyznačuje rozsah spodního a horního kvartilu, horizontální čára v něm pak medián. Souvislou černou čarou je znázorněna hustota rozložení poměrů (v roce 2023 byla použita desetiminutová vstupní data, která jsou ohraničena černou tečkovanou čarou). Tečky (v ploše grafu) odpovídají individuálním hodnotám.

Jak se dalo očekávat, nejvyšší poměry se vyskytují během topné sezóny, zejména od ledna do dubna a od listopadu do prosince. Hodinové a týdenní grafy anulárních růžic naznačují, že nejnížší průměrné poměry $PM_{2,5}/PM_{10}$ (mezi 0,5 a 0,6) lze nalézt při východním proudění mezi 6. a 20. hodinou a jejich rozložení během týdne je při východním proudění přibližně rovnoměrné (Obr. 33).

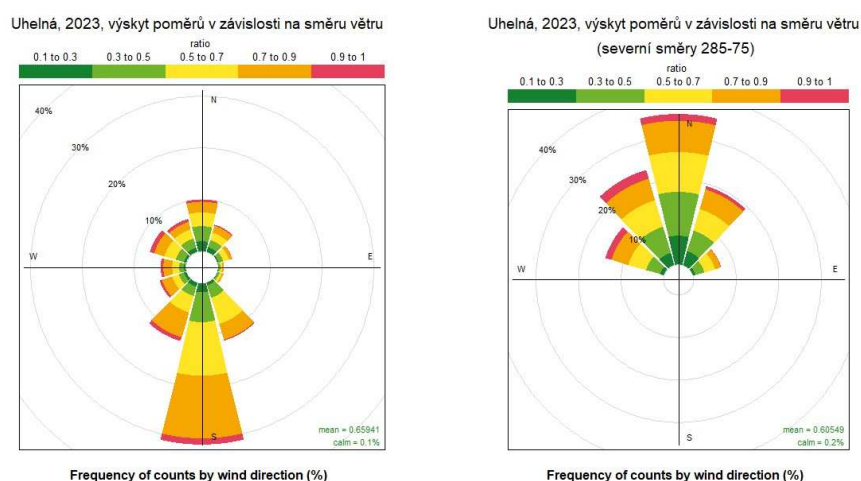


Obr. 33 Anulární růžice průměrných poměrů $PM_{2,5}/PM_{10}$ pro stanici Uhelná pro roční (vlevo), denní (uprostřed) a týdenní (vpravo) chod v roce 2023

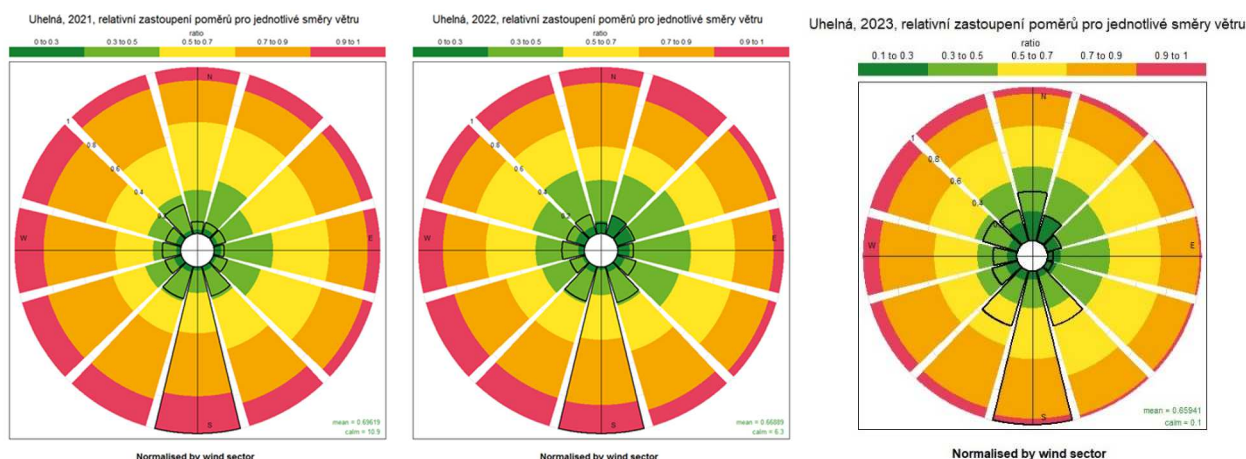
Nejnižší poměry pod 0,35 se vyskytovaly při severním a severoseverovýchodním proudění prakticky po celý den a při jižním a jihojihozápadním proudění mezi 5:00 a 23:00 hod., během července a srpna, opět téměř rovnoměrně během celého týdne.



Obr. 34 Anulární růžice 2. percentilu poměru $PM_{2,5}/PM_{10}$ pro stanici Uhelná pro roční (vlevo), denní (uprostřed) a týdenní (vpravo) chod v roce 2023



Obr. 35 Růžice četnosti výskytu poměrů $PM_{2,5}/PM_{10}$ v daném rozmezí pro stanici Uhelná pro celý rok (vlevo) a pro případy proudění ze severních směrů (vpravo), 2023



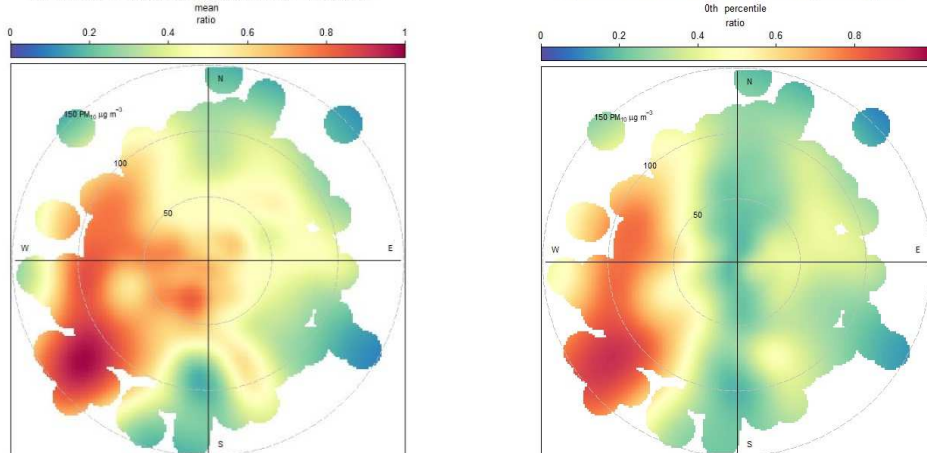
Obr. 36 Růžice relativního zastoupení poměrů $PM_{2,5}/PM_{10}$ pro jednotlivé směry větru pro stanici Uhelná v roce 2021 (vlevo), 2022 (uprostřed) a 2023 (vpravo). Skutečný tvar větrné růžice vyznačuje černá čára.

Na základě růžic vyjadřujících četnosti poměru PM v daném rozmezí v závislosti na směru větru (Obr. 35) lze konstatovat velmi malé zastoupení případů proudění ze severních směrů (sektor ZSZ–S–VSV) s poměrem PM pod 0,3 (1,49 % hodin za rok; levý graf). Po filtrování dat pro severní proudění (sektor ZSZ–S–VSV; pravý graf) je patrné, že ve většině případů (73,63 %) poměr $PM_{2,5}/PM_{10}$ překračuje 0,5. Ze 125,67 hodiny, kdy vítr vál ze severu (sektor ZSZ–S–VSV) a poměr $PM_{2,5}/PM_{10}$ byl zároveň nižší než 0,3, přesáhla koncentrace PM_{10} hodnotu $50 \mu g \cdot m^{-3}$ pouze ve 21 h (16,71 %), což poukazuje na celkově nízké koncentrace PM_{10} za situací, kdy by bylo možné očekávat vliv dolu Turów (Obr. 35, Obr. 36). Zajímavé je relativní zastoupení poměrů pro jednotlivé směry větru, ze kterého je patrné, že v roce 2021 bylo relativní zastoupení poměrů pod 0,3 relativně rovnoměrné, v roce 2022 bylo relativně vyšší při proudění ze severního sektoru, ale zejména ze SV, v roce 2023 pak byla situace obdobná jako v roce 2022, ovšem při převládajícím severním proudění (Obr. 35).

Na Obr. 37 a Obr. 38 jsou pak dány do souvislosti měřené koncentrace PM_{10} a poměry $PM_{2,5}/PM_{10}$ v závislosti na směru větru. Při vykreslování obrázku 37 bylo přitom vynecháno 15 odlehlých hodnot, kdy průměrná 1h koncentrace PM_{10} přesáhla $150 \mu g \cdot m^{-3}$, aby v důsledku interpolace hodnot nedošlo ke zkreslení grafu. Obr. 37 (jeho levá i pravá část) zřetelně dokumentuje, že nejvyšších průměrných i minimálních hodnot poměru $PM_{2,5}/PM_{10}$ bylo v roce 2023 dosahováno při jihozápadním proudění, a to v rozmezí od cca 0,6 do 1 s maximy ležícími jihozápadně na kružnici o poloměru přibližně $125 \mu g \cdot m^{-3}$. Při nízkých koncentracích dochází v severojižním směru k dominanci poměrů pod 0,3, což by mohlo indikovat vliv dolu (nízký poměr a severovýchodní proudění), ovšem s výše uvedenou výhradou, že samotný nízký poměr $PM_{2,5}/PM_{10}$ nemusí nutně znamenat vliv dolu, ale může být způsoben např. vlivem polních prací a podobně.

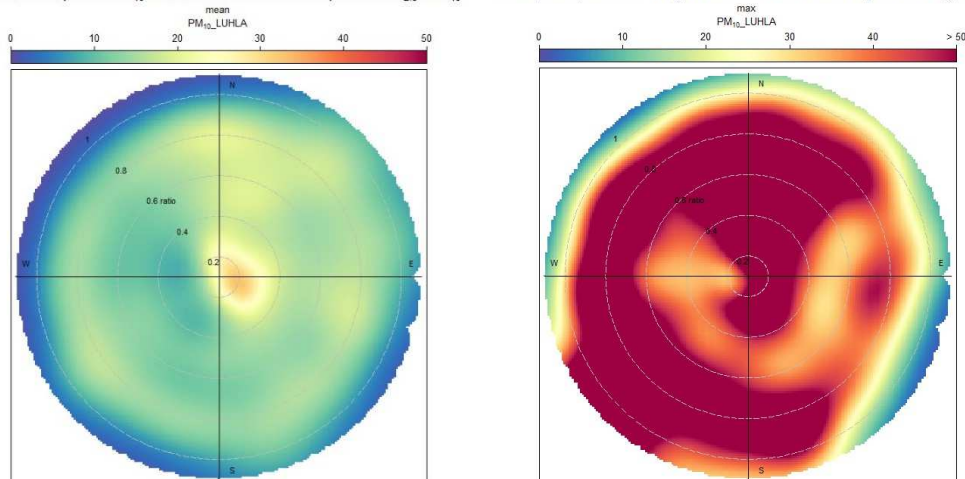
Z Obr. 38 vlevo je vidět, že nejvyšší průměrné koncentrace PM_{10} sice nastaly při velmi nízkých hodnotách poměru $PM_{2,5}/PM_{10}$, ale tyto koncentrace se pohybovaly v rozmezí pod 50, resp. pod $40 \mu g \cdot m^{-3}$. Při pohledu na maximální koncentrace PM_{10} (Obr. 38 vpravo) lze říci, že nastaly jak při nízkých, tak i při vysokých poměrech, ovšem vzorec jejich rozložení opět ukazuje spíše na jiné zdroje, neboť jsou poměrně rovnoměrně rozloženy od jihojihovýchodní přes západní až po severovýchodní část polárního grafu a zasahují srpkovitě až do jeho středu, ale nejvyšší koncentrace jednoznačně přicházejí z jihozápadního směru.

Uhelná, 2023, průměr $PM_{2.5} / PM_{10}$ v závislosti na směru větru a koncentraci PM_{10} . Uhelná, 2023, minimum $PM_{2.5} / PM_{10}$ v závislosti na směru větru a koncentraci PM_{10} .
Vynecháno 15 hodin s koncentrací $PM_{10} > 150 \mu g \cdot m^{-3}$ Vynecháno 15 hodin s koncentrací $PM_{10} > 150 \mu g \cdot m^{-3}$



Obr. 37 Polární graf průměru (vlevo) a minima (vpravo) poměru $PM_{2.5}/PM_{10}$ v závislosti na směru větru a průměrné 1h koncentraci PM_{10} měřené na stanici Uhelná v roce 2023. Vyloučeno bylo 15 odledlých hodnot, v nichž 1h průměr PM_{10} přesáhl $150 \mu g \cdot m^{-3}$.

Uhelná, 2023, průměr PM_{10} v závislosti na směru větru a poměru $PM_{2.5} / PM_{10}$ Uhelná, 2023, maximum PM_{10} v závislosti na směru větru a poměru $PM_{2.5} / PM_{10}$



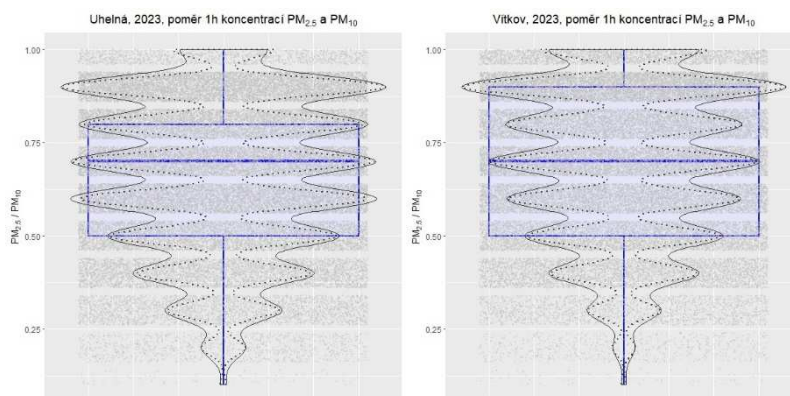
Obr. 38 Polární graf průměrné (vlevo) a maximální (vpravo) koncentrace PM_{10} v závislosti na směru větru a poměru $PM_{2.5}/PM_{10}$ na stanici Uhelná v roce 2023

I když tedy nelze vyloučit určitý vliv emisí z uhelného lomu, na základě výsledků lze usoudit, že významnější příspěvek mají jiné zdroje. Toto dokládá poměr $PM_{2.5}/PM_{10}$, který je zpravidla výrazně vyšší, než by tomu bylo za situace, kdy by byl uhelný lom hlavním zdrojem primárních PM (tj. hodnota poměru cca pod 0,3).

IV.2 Stanice Horní Vítkov

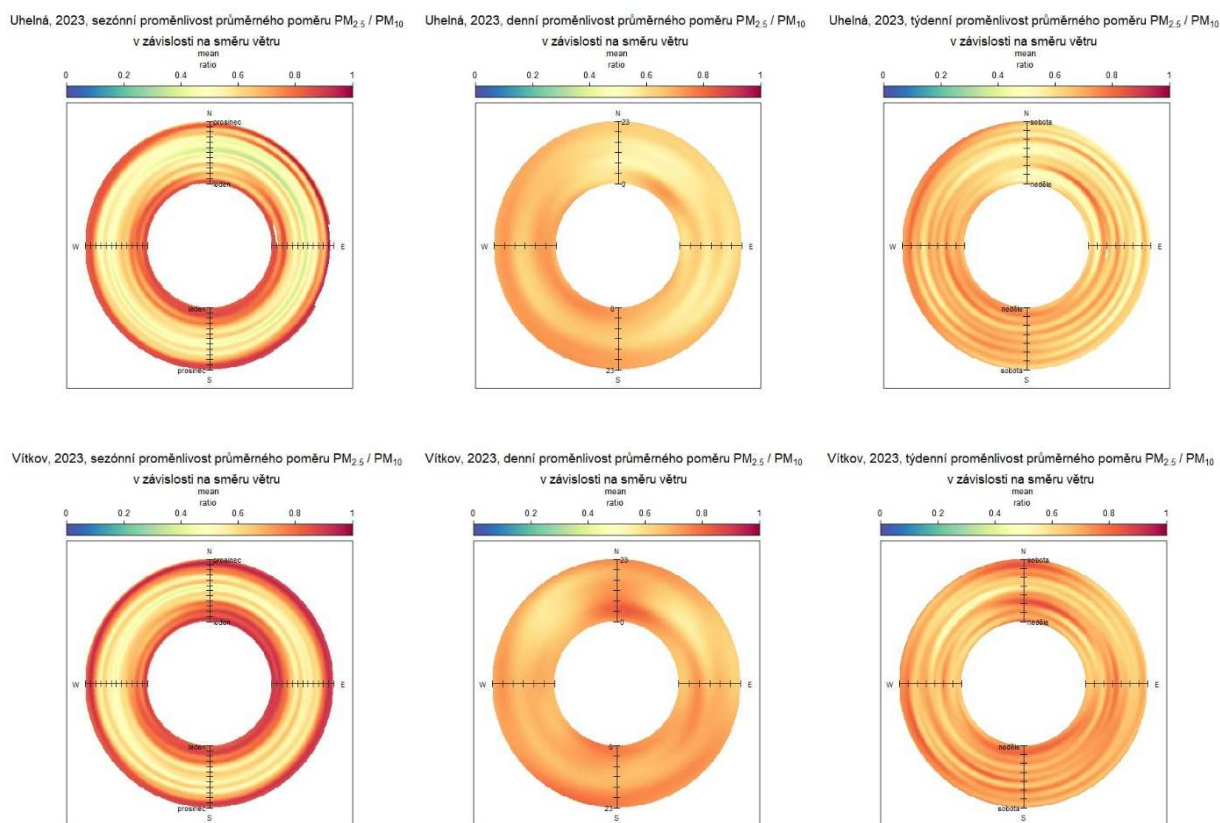
Pro možnost srovnání jsou níže prezentovány grafy jak pro stanici Uhelná, tak i pro referenční stanici Horní Vítkov, která se nachází ve vzdálenosti přibližně 5 km jihovýchodně od dolu Turów a 4,8 km východojihovýchodně od obce Uhelná, přičemž mezi obcí Horní Vítkov a dolem Turów se nalézají hraniční kopec Výhledy o nadmořské výšce 569 m. Samotná měřicí stanice Horní Vítkov je lokalizována v nadmořské výšce 451 m jižně v mírném svahu pod kopcem, takže nelze zcela vyloučit vliv místní topografie na vzdušné proudění.

Při porovnání dvou houslových grafů pro stanici Uhelná a Horní Vítkov (Obr. 39) zachycujících situaci v roce 2023 si lze okamžitě povšimnout jak podobností, tak i rozdílů. Například dva vrcholy v hodnotách poměrů 0,7 a 0,9 zůstaly zachovány s tím, že díky poklesu v hodnotě 0,8 se jeví výraznější. Vrcholy pod hodnotou poměru 0,5 jsou naopak méně výrazné. Mediány na obou boxplotech jsou totožné (tedy 0,7), mezikvartilové rozpětí se ale zvětšilo ($0,9 - 0,5 = 0,4$) a jeho horní hranice se posunula k vyšším poměrům. Vzrostl průměr (z 0,66 na 0,69) a přiblížil se mediánu a rovněž se zvýšilo procento zastoupení poměrů nad hodnotou 0,5 (z 69,68 % na 73,57 %). To opět dokládá ovlivnění nejširšího rozsahu koncentrací spíše jinými emisními zdroji s větším obsahem jemných částic, nežli uhelným dolem.



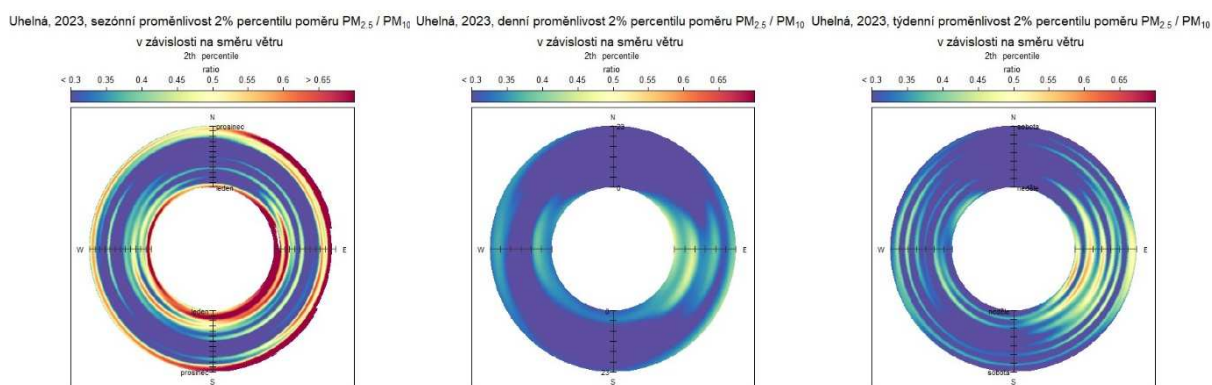
Obr. 39 Houslový boxplot poměrů $PM_{2,5}/PM_{10}$ na stanici Uhelná (vlevo) a Horní Vítkov (vpravo) v roce 2023. Obdélník vyznačuje rozsah spodního a horního kvartilu, horizontální čára v něm pak medián. Souvislou černou čarou je znázorněna hustota rozložení poměrů (v roce 2023 byla použita desetiminutová vstupní data, která jsou ohraničena černou tečkovanou čarou). Tečky (v ploše grafu) odpovídají individuálním hodnotám.

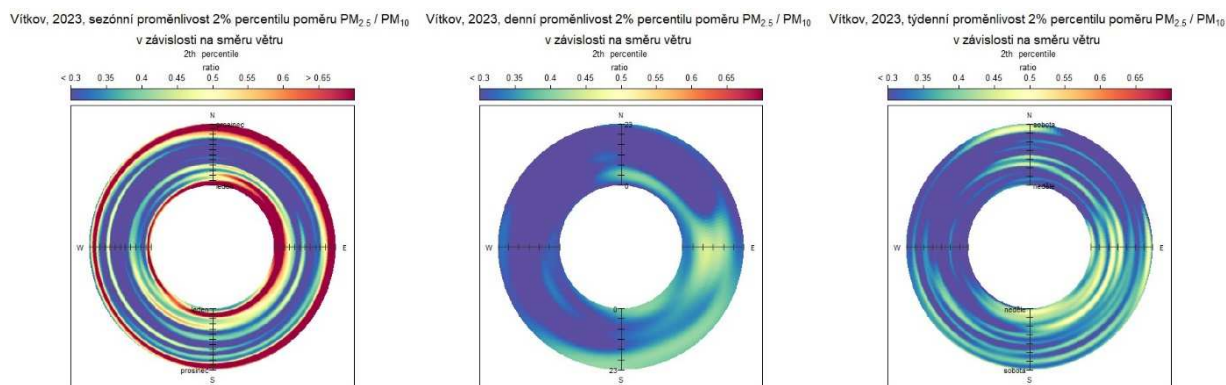
Nejvyšší poměry se – stejně jako u stanice Uhelná – vyskytují během topné sezóny, zejména od ledna do dubna a od listopadu do prosince. Hodinové a týdenní grafy anulárních růžic naznačují, že nejnížší průměrné poměry $PM_{2,5}/PM_{10}$ (mezi 0,5 a 0,6) lze nalézt při severozápadním (od půlnoci do cca 22. hodiny) a severovýchodním (od půlnoci do 3. hodiny a od 7. hodiny do půlnoci) proudění, přičemž jejich rozložení je – snad s výjimkou úterý a soboty – opět víceméně rovnoměrné (Obr. 40 dole).



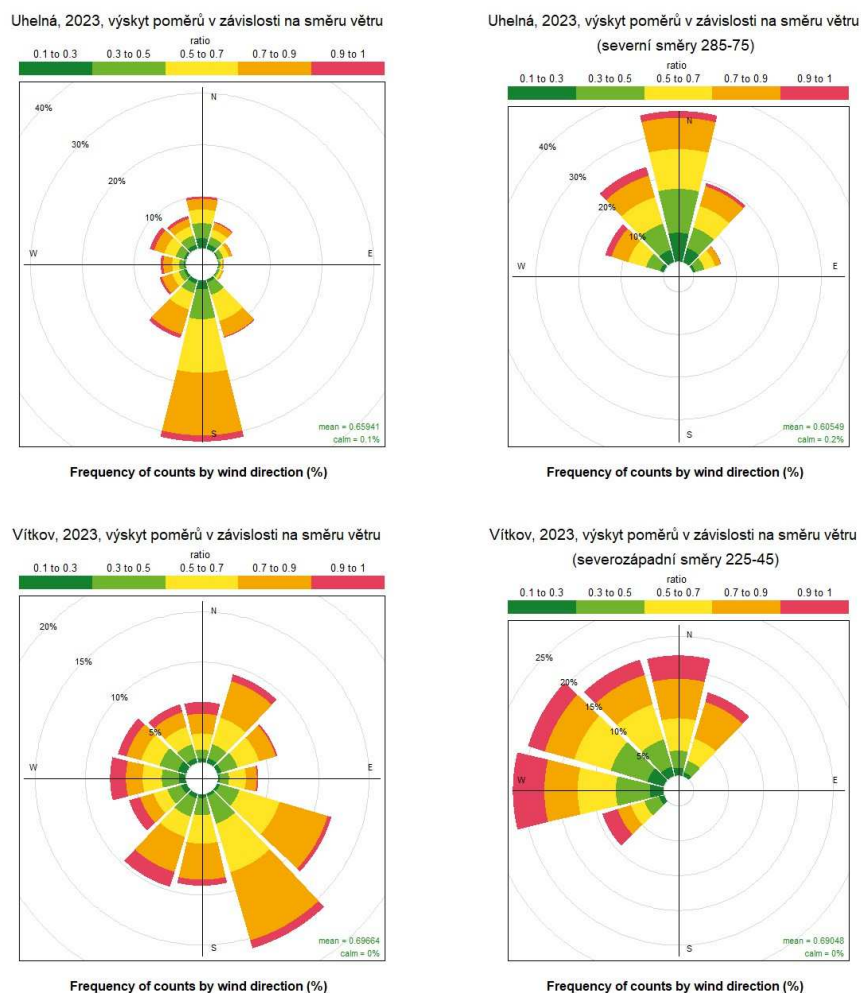
Obr. 40 Anulární růžice průměrných poměrů $PM_{2.5}/PM_{10}$ pro stanici Uhelná pro roční (vlevo nahoře), denní (uprostřed nahoře) a týdenní (vpravo nahoře) chod v roce 2023. Tytéž typy grafů ve stejném pořadí pro stanici Horní Vítkov v roce 2023 jsou prezentovány v dolní části obrázku.

Pro představu, jaká je přibližně spodní hranice poměru $PM_{2.5}/PM_{10}$ v závislosti na směru proudění, je na Obr. 41 vykreslen jejich 2. percentil (nebylo vykresleno minimum, aby nedošlo ke zkreslení odlehlými hodnotami). Nejnížší poměry pod 0,35 se vyskytovaly při severozápadním proudění, resp. v sektoru JZ-SZ-SV, přičemž při severozápadním proudění se s výjimkou nepříliš zřetelného vlivu pondělí, úterý a soboty vyskytovaly prakticky po celý týden a rovnoměrně v rámci jednoho dne; v ostatních uvedených směrech pak byla situace o něco variabilnější, se zřetelnějším vlivem lehce zvýšených poměrů v úterý a ve středu (případně v sobotu) a během dne od půlnoci do 6. a od 22. do 23. hodiny. Sezónně se nejnížší poměry vyskytovaly od května do září (mezi 6. a 22. hodinou).

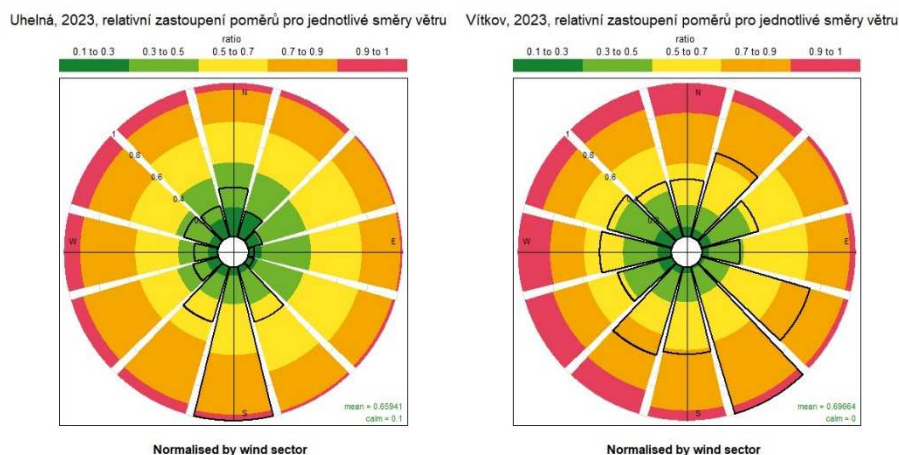




Obr. 41 Anulární růžice 2. percentilu poměru $PM_{2.5}/PM_{10}$ pro stanici Uhelná pro roční (vlevo nahoře), denní (uprostřed nahoře) a týdenní (vpravo nahoře) chod v roce 2023. Tytéž typy grafů ve stejném pořadí pro stanici Horní Vítkov v roce 2023 jsou prezentovány v dolní části obrázku.



Obr. 42 Růžice četnosti výskytu poměrů $PM_{2.5}/PM_{10}$ v daném rozmezí pro stanici Uhelná pro celý rok (vlevo nahoře) a pro případy proudění ze severních směrů (vpravo nahoře), 2023. Tytéž typy grafů ve stejném pořadí pro stanici Horní Vítkov v roce 2023 jsou prezentovány v dolní části obrázku, pouze s tím rozdílem, že tentokrát byly vyfiltrovány případy proudění ze severozápadních (resp. sektor JZ-SZ-SV) směrů.



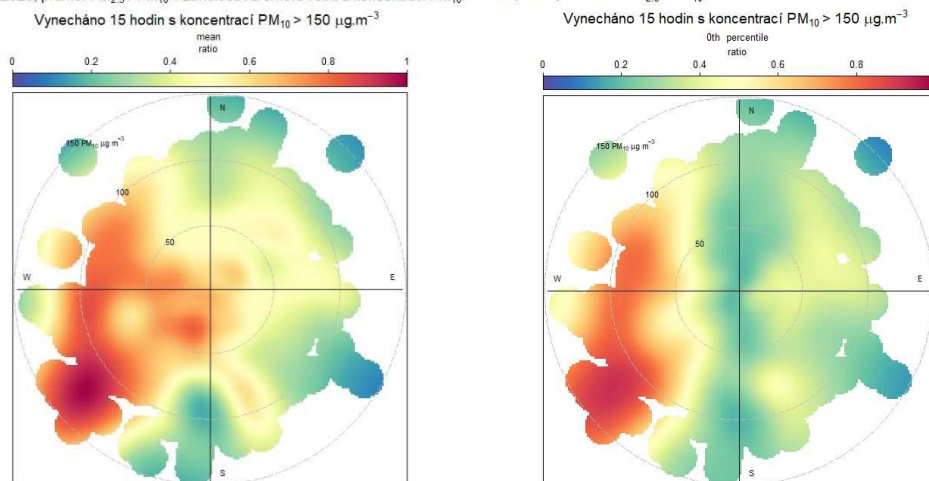
Obr. 43 Růžice relativního zastoupení poměrů $PM_{2.5}/PM_{10}$ pro jednotlivé směry větru pro stanici Uhelná (vlevo) a Horní Vítkov (vpravo) v roce 2023. Skutečný tvar větrné růžice vyznačuje černá čára.

Na základě růžic vyjadřujících četnosti poměru PM v daném rozmezí v závislosti na směru větru (Obr. 42) lze konstatovat velmi malé zastoupení případů proudění ze severozápadních směrů (sektor JZ–SZ–SV; dodatečné směry JZ a SV byly přidány čistě pro kontrolu, resp. pro zachycení situace v širší oblasti) s poměrem PM pod 0,3 (1,09 % hodin za rok; levý dolní graf). Po filtrování dat pro severozápadní proudění (sektor JZ–SZ–SV; pravý dolní graf) je patrné, že ve většině případů (81,38 %) poměr $PM_{2.5}/PM_{10}$ překračuje 0,5. Z 90,5 hodiny, kdy vítr vál ze severozápadu a poměr $PM_{2.5}/PM_{10}$ byl zároveň nižší než 0,3, přesáhla koncentrace PM_{10} hodnotu $50 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ pouze v 16,67 h (18,42 %), což poukazuje na celkově nízké koncentrace PM_{10} za situací, kdy by bylo možné očekávat dominantní vliv dolu Turów. Při srovnání relativního zastoupení poměrů pro jednotlivé směry lze pozorovat, že pro stanici Uhelná a rok 2023 jsou poměry pod 0,3 dominantněji zastoupeny při proudění ze severního sektoru, kdežto pro stanici Horní Vítkov je to (při jejich o něco méně výrazném zastoupení) proudění ze směru severozápadního.

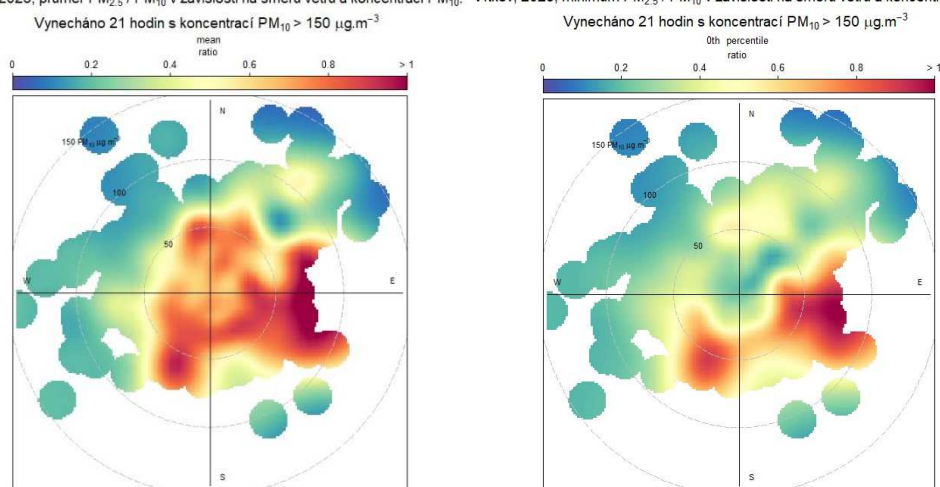
Na Obr. 44 a Obr. 45 jsou pak dány do souvislosti měřené koncentrace PM_{10} a poměry $PM_{2.5}/PM_{10}$ v závislosti na směru větru. Při vykreslování Obr. 44 dole bylo přitom vynecháno 21 odlehlých hodnot, kdy průměrná 1h koncentrace PM_{10} přesáhla $150 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$, aby v důsledku interpolace hodnot nedošlo ke zkreslení grafu. Obr. 44 (jeho levá i pravá část) zřetelně dokumentuje, že oproti stanici Uhelná bylo na stanici Horní Vítkov nejvyšších průměrných i minimálních hodnot poměru $PM_{2.5}/PM_{10}$ v roce 2023 dosahováno při východním a východojihovýchodním proudění, a to v rozmezí od cca 0,7 do 1 s maximy ležícími východojihovýchodně na kružnici o poloměru přibližně $75 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$. Nízký poměr a vysoké koncentrace ($150 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$) jsou sice ojediněle zaznamenávány ze severozápadního směru, což by mohlo indikovat vliv dolu, ovšem jsou zaznamenávány i ze směru severovýchodního; zde může vstupovat do hry výše zmíněná topografie (vliv hraničního kopce Výhledy).

Z Obr. 45 vlevo dole je vidět, že nejvyšší průměrné koncentrace PM_{10} sice nastaly při velmi nízkých hodnotách poměru $PM_{2.5}/PM_{10}$, ale tyto koncentrace se pohybovaly v rozmezí kolem či pod $25 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$. Při pohledu na maximální koncentrace PM_{10} (Obr. 45 vpravo dole) lze říci, že nastaly jak při nízkých, tak i při vysokých poměrech. Nicméně lze identifikovat dvě zřetelně ohraničené oblasti, z nichž jedna (v centru grafu) zahrnuje velmi nízké poměry do cca 0,35-0,37 (malý počet hodin), druhá (SV-SSV) naopak vysoké poměry od přibližně 0,65 do 1. Zde platí též závěr jako v předchozím odstavci, neboť dle vzorce jejich rozložení lze usuzovat buď na vstup ze severu a severoseverozápadu, nebo z východojihovýchodu.

Uhelná, 2023, průměr $PM_{2.5} / PM_{10}$ v závislosti na směru větru a koncentraci PM_{10} . Uhelná, 2023, minimum $PM_{2.5} / PM_{10}$ v závislosti na směru větru a koncentraci PM_{10} .

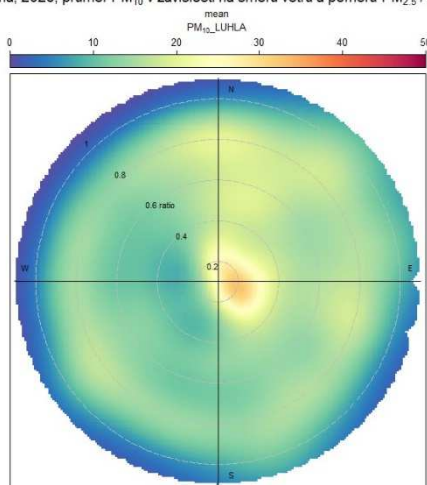


Vítkov, 2023, průměr $PM_{2.5} / PM_{10}$ v závislosti na směru větru a koncentraci PM_{10} . Vítkov, 2023, minimum $PM_{2.5} / PM_{10}$ v závislosti na směru větru a koncentraci PM_{10} .

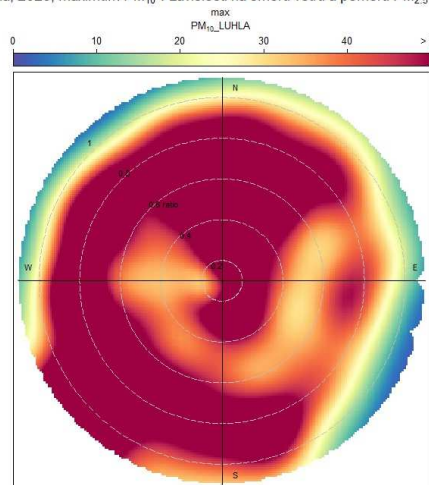


Obr. 44 Polární grafy průměru (vlevo nahoře) a minima (vpravo nahoře) poměru $PM_{2.5}/PM_{10}$ v závislosti na směru větru a průměrné 1h koncentraci PM_{10} měřené na stanici Uhelná v roce 2023. Vyloučeno bylo 15 odledlých hodnot, v nichž 1h průměr PM_{10} přesáhl $150 \mu g \cdot m^{-3}$. Tytéž typy grafů ve stejném pořadí pro stanici Horní Vítkov v roce 2023 jsou prezentovány v dolní části obrázku, s tím rozdílem, že pro tuto stanici bylo vyloučeno 21 odledlých hodnot.

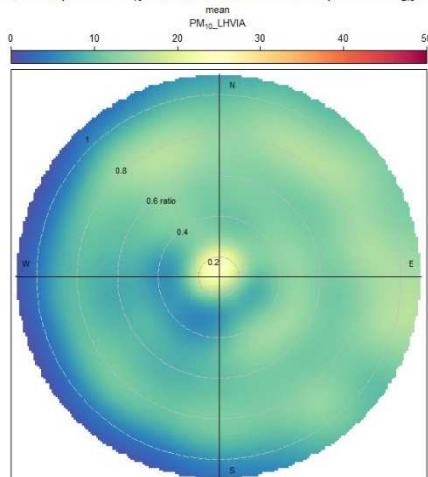
Uhelná, 2023, průměr PM_{10} v závislosti na směru větru a poměru $PM_{2.5} / PM_{10}$



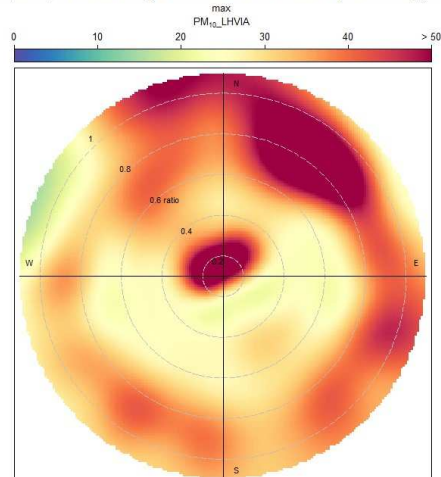
Uhelná, 2023, maximum PM_{10} v závislosti na směru větru a poměru $PM_{2.5} / PM_{10}$



Vítkov, 2023, průměr PM_{10} v závislosti na směru větru a poměru $PM_{2.5} / PM_{10}$



Vítkov, 2023, maximum PM_{10} v závislosti na směru větru a poměru $PM_{2.5} / PM_{10}$



Obr. 45 Polární grafy průměrné (vlevo nahoře) a maximální (vpravo nahoře) koncentrace PM_{10} v závislosti na směru větru a poměru $PM_{2.5}/PM_{10}$ na stanici Uhelná v roce 2023. Tytéž typy grafů ve stejném pořadí pro stanici Horní Vítkov v roce 2023 jsou prezentovány v dolní části obrázku.

I když tedy nelze vyloučit určitý vliv emisí z uhelného lomu, na základě výsledků lze usoudit, že významnější příspěvek mají jiné zdroje. Toto dokládá poměr $PM_{2.5}/PM_{10}$, který je zpravidla výrazně vyšší, než by tomu bylo za situace, kdy by byl uhelný lom hlavním zdrojem primárních PM (tj. hodnota poměru cca pod 0,3).

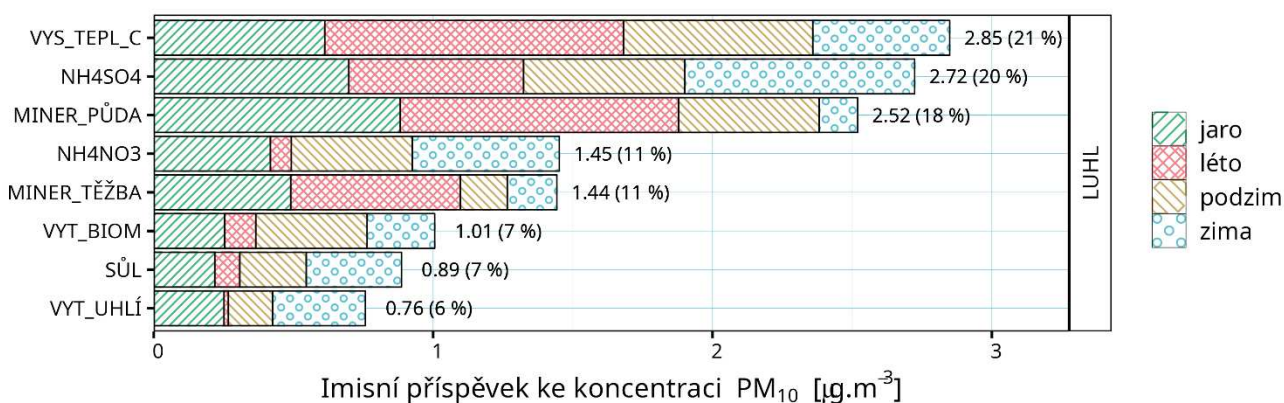
V. IDENTIKACE PŘÍČIN ZNEČIŠTĚNÍ OVZDUŠÍ V UHELNÉ

Na základě celoroční odběrové kampaně v roce 2023 bylo v rámci projektu ARAMIS – Integrovaný systém výzkumu, hodnocení a kontroly kvality ovzduší (spolufinancován se státní podporou TA ČR v rámci programu Prostředí pro život)³ provedeno vyhodnocení příčin znečištění ovzduší aerosolem PM₁₀ v příhraniční venkovské lokalitě Uhelná (Liberecký kraj). Jedním z cílů bylo identifikovat vliv těžby hnědého uhlí v povrchovém lomu Turów (Polsko) a odhadnout jeho podíl na průměrné roční koncentraci PM₁₀.

Kompletní studie „Identifikace příčin znečištění ovzduší v Uhelné“ je samostatnou přílohou této zprávy (soubor 2023_Uhelna_Priloha_Identifikace.docx); zde pro ucelenost a návaznost na předcházející vyhodnocení (tj. Hodnocení koncentrací PM v závislosti na rychlosti a směru větru a na Poměry koncentrací PM) uvádíme zásadní závěry a poznatky plynoucí se studie identifikace příčin znečištění.

Průměrná chemická skladba atmosférického aerosolu odpovídala obvyklým poměrům v ČR s výjimkou zvýšené koncentrace hliníku.

Identifikace zdrojů a typů znečištění ovzduší byla provedena na základě receptorového modelu PMF (positive matrix factorization). Identifikováno bylo osm hlavních faktorů, které v hodnoceném roce v Uhelné ovlivňovaly koncentraci PM₁₀ (Obr. 46).



Obr. 46 Podíl identifikovaných faktorů na průměrné roční koncentraci PM₁₀. Zjednodušené vysvětlivky (pro podrobný popis viz samostatná příloha): VYS_TEPL_C – uhlíkatý aerosol; NH4SO4 – síran amonný; MINER_PŮDA – minerální prašnost z půdy a pískovny; NH4NO3 – dusičnan amonný; MINER_TĚŽBA – lom Turów; VYT_BIOM – vytápění biomasou; SŮL – mořský aerosol; VYT_UHLÍ – vytápění uhlím.

Výsledky hodnocení odpovídají skutečnosti, že monitorovací stanice Uhelná se nachází ve venkovské, dobře provětrávané lokalitě, vzdálené od zdrojů průmyslových a dopravních emisí. Nejvýznamnější podíl v aerosolu PM₁₀ zde zaujímaly sekundární aerosoly a dálkový přenos znečištění.

Kromě síranu amonného (faktor NH4SO4), který patří mezi podílově nejvýznamnější typy znečištění ve všech lokalitách, byl v lokalitě Uhelná přibližně stejně významný aerosol tvořený převážně uhlíkatými částicemi, zčásti sekundárního původu (VYS_TEPL_C). Síran amonný a uhlíkaté částice zde tvořily dohromady cca dvě

³ <https://www.projekt-aramis.cz/>

pětiny PM_{10} . Necelou pětinu znečištění tvořily přírodní minerální částice, převážně z okolních polí a místní pískovny (MINER_PŮDA).

Přibližně desetinu průměrné roční koncentrace PM_{10} lze připsat sekundárnímu dusičnanu amonnému, a také vlivu hnědouhelného polského lomu Turów (MINER_TĚŽBA).

Primární částice z vytápění domácností uhlím a biomasou (VYT_UHLÍ a VYT_BIOM) a dálkový transport mořské soli (SŮL) se na průměrné roční koncentraci PM_{10} jednotlivě podílely 5 až 10 %.

Identifikovanými lokálními zdroji primárních částic jsou vytápění domácností uhlím a biomasou, prašnost z polí a místní pískovny a lom Turów. Plynné emise z domácností emitované v Uhelné i širším okolí na české i polské straně hranice, vedou ke vzniku zmíněných sekundárních anorganických aerosolů, takže celkově zde domácnosti způsobují odhadem pětinu až čtvrtinu průměrné roční koncentrace PM_{10} . Domácnosti jsou zde proto významnějším lokálním faktorem kvality ovzduší než prašnost z polí a místní pískovny. Pokud ale hodnotíme celkovou minerální prašnost v lokalitě, tj. součet minerální prašnosti z místních polí a pískovny spolu s polským podílem z lomu Turów, pak se minerální částice podílely na koncentraci PM_{10} větší měrou, než celkový vliv vytápění.

Přenos znečištění do Uhelné byl výrazně nejvýznamnější z území České republiky, především v důsledku převažujících směrů větru. To platí pro všechny identifikované typy znečištění s výjimkou částic reprezentujících těžbu hnědého uhlí. Tyto částice přispívaly k průměrné roční koncentraci PM_{10} vlivem provozu lomu Turów dominantně se severního směru, tedy z Polska.

ZÁVĚR

V této zprávě jsou vyhodnoceny koncentrace suspendovaných částic PM_{10} a $PM_{2,5}$ naměřené na stanici Uhelná a Horní Vítkov za období od 1. 1. 2023 do 31. 12. 2023. Veškeré časové údaje v této zprávě jsou uvedeny v UTC. V roce 2023 byla hodinová vstupní data z důvodu získání jemnějšího rozlišení nahrazena desetiminutovými.

Analýza koncentrací suspendovaných částic PM_{10} a $PM_{2,5}$ na stanici Uhelná a Vítkov v Libereckém kraji ukazuje, že průměrné roční hodnoty zůstaly pod stanovenými imisními limity. Překročení hodnoty 24hodinového imisního limitu bylo zjištěno na každé stanici pouze jednou.

Na stanici Uhelná nejvíce k celkové průměrné roční koncentraci suspendovaných částic přispívají koncentrace zaznamenané při jižním, jihojihozápadním a jihojihovýchodním větru (cca poloviční příspěvek). Na stanici Horní Vítkov nejvíce přispívají koncentrace zaznamenané při jihojihovýchodním a jihovýchodním větru (cca čtvrtinový až třetinový příspěvek).

Koncentrace PM zaznamenané při severozápadních až severovýchodních směrech, tj. směrech, ve kterých se rozkládá lom Turów vzhledem k pozici stanice Uhelná, přispívají k průměrné roční koncentraci cca 26–34 % (v závislosti na ročním období a frakci PM).

Koncentrace PM zaznamenané při proudění ze západoseverozápadního, severozápadního a severoseverozápadního směrů, tj. směrů, ve kterých se rozkládá lom Turów vzhledem k pozici stanice Horní Vítkov, přispívají k průměrné roční koncentraci na stanici Horní Vítkov cca 11–18 % (v závislosti na ročním období a frakci PM).

I když nelze plně vyloučit určitý vliv emisí z uhelného lomu, analýza poměru koncentrací $PM_{2,5}/PM_{10}$ rovněž potvrzuje, že významnější příspěvek ke koncentracím měřeným na stanicích Uhelná a Horní Vítkov mají zpravidla jiné zdroje. Pokud by byl lom dominantním zdrojem primárních částic ve frakci PM_{10} i $PM_{2,5}$, nepřekročil by poměr $PM_{2,5}/PM_{10}$ pravděpodobně hodnotu 0,3. Na základě analýzy lze konstatovat velmi malé zastoupení případů proudění ze směrů, ve kterých se rozkládá lom Turów vzhledem k pozici měřicích stanic, s poměrem PM pod 0,3.

Studie „Identifikace příčin znečištění ovzduší v Uhelné“ realizována pro rok 2023 (viz samostatná příloha této zprávy) potvrdila, že lom Turów nebyl v roce 2023 dominantním zdrojem primárních částic PM_{10} na stanici Uhelná. Vlivu hnědouhelného polského lomu Turów lze připsat přibližně desetinu (11 %) průměrné roční koncentrace PM_{10} .

Literatura

Brzezina, J., 2019. Vizualizace a grafy používané k hodnocení kvality ovzduší – jak je interpretovat. [online]. [cit. 28. 3. 2024]. Dostupné z WWW: <https://chmibrno.org/blog/2019/04/22/vizualizace-a-grafy-pouzivane-k-hodnoceni-kvality-ovzdusi-jak-je-interpretovat/#intro>.

Carslaw, D.C., 2012. The openair manual—open-source tools for analysing air pollution data. Manual for version 0.6-0, King's College London. [online]. [cit. 21. 3. 2024]. Dostupné z WWW: <https://davidcarslaw.com/files/openairmanual.pdf>.

Česká meteorologická společnost [online]: Elektronický meteorologický slovník (eMS) [cit 25. 3. 2024]. Dostupné z WWW: <http://slovník.cmes.cz>.

ČHMÚ 2023. Kvalita ovzduší na území České republiky. Březen 2023. [online]. [cit. 20. 3. 2024]. Dostupné z WWW: https://www.chmi.cz/files/portal/docs/uoco/mes_zpravy/BREZEN_2023.pdf.

ČHMÚ 2022. Uhelná 2021. Koncentrace suspendovaných částic PM₁₀ a PM_{2,5} na stanici Uhelná. Zpráva za období 1. 1. 2021 – 31. 12. 2021.

EEA, 2013. Every breath we take. Improving air quality in Europe. Copenhagen: EEA. [online]. [cit. 20. 3. 2024]. Dostupné z WWW: <http://www.eea.europa.eu/publications/eea-signals-2013>.

EMEP/EEA, 2019. EMEP/EEA air pollutant emission inventory guidebook 2019. Technical guidance to prepare national emission inventories. EEA Report No 13/2019. [online]. [cit. 28. 2. 2022]. Dostupné z WWW: <https://www.eea.europa.eu/publications/emep-eea-guidebook-2019>.

IARC, 2015. IARC monographs on the evaluation of carcino-genic risks to humans: „Outdoor air pollution“, Vol. 109. A re-view of human carcinogens. Lyon, France – 2015. [online]. [cit. 20. 3. 2024]. Dostupné z WWW: <https://monographs.iarc.fr/ENG/Monographs/vol109/mono109.pdf>.

Keder 2014. Detekce fugitivních emisí z povrchových uhelných lomů. Konference Těžba a její dopady na životní prostředí V, 2. 4. – 3. 4. 2014, Ostrava. [online]. [cit. 28. 2. 2022]. Dostupné z WWW: <http://www.ekomonitor.cz/seminare/2014-04-02-tezba-a-jeji-dopady-na-zivotni-prostredi-v#hlavni>.

R Core Team (2020). R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. <https://www.R-project.org/>.

Vlček, O. a Corbet L., 2011. Porovnání výstupů eulerovského modelu CAMx s měřeními ze staniční sítě ČR – část 1: aerosoly. Meteorologické zprávy, Vol. 64, No. 5, p. 142–151. Dostupné z WWW: https://www.chmi.cz/files/portal/docs/reditel/SIS/casmz/ke_stazeni_download.html

Zákon č. 201/2012 Sb., o ochraně ovzduší. In: Sbírka zákonů. 13. června 2012. ISSN 1211-1244.