
VYHODNOCENÍ KVALITY OVZDUŠÍ

V LOKALITĚ HRANICE

ZPRÁVA ZA ROK 2025



ENVitech Bohemia, s.r.o.

OBSAH

1 ÚVOD.....	3
1.1 Imisní limity.....	4
1.2 Data a jejich zpracování.....	4
1.3 Rok 2025 v ČR z hlediska meteorologie a kvality ovzduší.....	5
2 METEOROLOGICKÉ PODMÍNKY BĚHEM MĚŘENÍ.....	7
2.1 Větrná růžice.....	7
2.2 Rychlost proudění větru.....	7
2.3 Teplota vzduchu.....	9
2.4 Relativní vlhkost vzduchu.....	10
2.5 Srážky.....	12
2.6 Sluneční záření.....	13
2.7 Atmosférický tlak.....	15
3 VYHODNOCENÍ KVALITY OVZDUŠÍ.....	16
3.1 Suspendované částice PM ₁₀ , PM _{2,5} a PM ₁	16
3.1.1 Průměrné roční koncentrace PM.....	18
3.1.2 Průměrné měsíční koncentrace.....	20
3.1.3 Průměrné denní koncentrace.....	22
3.1.4 Analýza hodinových koncentrací – denní chod a koncentrační růžice.....	27
3.1.5 Srovnání s lokalitami státní sítě imisního monitoringu.....	32
3.2 Oxidy dusíku NO ₂ , NO a NO _x	38
3.2.1 Průměrné roční koncentrace.....	39
3.2.2 Průměrné měsíční koncentrace.....	41
3.2.3 Průměrné denní koncentrace.....	43
3.2.4 Analýza hodinových koncentrací – denní chod a koncentrační růžice.....	46
3.2.5 Srovnání s lokalitami státní sítě imisního monitoringu.....	50
3.3 Přízemní ozón O ₃	53
3.3.1 Vývoj 26. nejvyšších 8hodinových klouzavých průměrů O ₃ za den v roce.....	53
3.3.2 Vývoj měsíčních koncentrací.....	56
3.3.3 Vývoj denních koncentrací O ₃	57
3.3.4 Analýza hodinových koncentrací – denní chod a koncentrační růžice.....	61
3.3.5 Srovnání s lokalitami státní sítě imisního monitoringu.....	64
4 ZÁVĚRY.....	67
5 SEZNAM LITERATURY.....	69

1 ÚVOD

Stanice v Hranicích je umístěna na dvoře Základní školy a mateřské školy Hranice, Šromotovo. Stanice byla zřízena na konci roku 2018. Jedná se o městskou pozadovou stanici, která je umístěna v obytné zóně nedaleko centra. Reprezentativnost stanice je v rámci okrskového měřítka 0,5 – 4 km.

Výtěžnost dat byla počítána z denních hodnot. Do výpočtu byly zahrnuty všechny měřené škodliviny a meteorologické veličiny. Celková výtěžnost dat v roce 2025 v lokalitě Hranice byla 100 %. Výtěžnost suspendovaných částic dosáhla v průměru 100 %. Výtěžnost oxidů dusíku dosáhla v průměru 100 %. Výtěžnost přízemního ozónu O_3 dosáhla 100 %. Výtěžnost meteorologických veličin byla v průměru 100 %.



Obr. 1: Měřicí stanice kvality ovzduší v lokalitě Hranice

1.1 IMISNÍ LIMITY

Pro škodliviny, měřené v lokalitě Hranice, platí následující imisní limity dle Přílohy č. 1 zákona o ochraně ovzduší [1].

Tab. 1: Imisní limity vyhlášené pro ochranu zdraví lidí a maximální počet jejich překročení

Znečišťující látka	Doba průměrování	Imisní limit LV	pLV
Suspendované částice PM10	24 hodin	50 $\mu\text{g} \cdot \text{m}^{-3}$	35
Suspendované částice PM10	1 kalendářní rok	40 $\mu\text{g} \cdot \text{m}^{-3}$	
Suspendované částice PM2,5	1 kalendářní rok	20 $\mu\text{g} \cdot \text{m}^{-3}$	
Oxid dusičitý NO ₂	1 hodina	200 $\mu\text{g} \cdot \text{m}^{-3}$	18
Oxid dusičitý NO ₂	1 kalendářní rok	40 $\mu\text{g} \cdot \text{m}^{-3}$	
Přízemní ozón O ₃	maximální denní osmihodinový klouzavý průměr	120 $\mu\text{g} \cdot \text{m}^{-3}$	25

Kromě samotných imisních limitů uvádí Tab. 1 také přípustnou četnost překročení za kalendářní rok (pLV, je-li stanovena). To znamená, že například v případě denního limitu pro PM₁₀ může být za kalendářní rok hodnota 50 $\mu\text{g} \cdot \text{m}^{-3}$ maximálně 35krát překročena, aniž by došlo k překročení imisního limitu. Proto se často hodnotí 36. nejvyšší denní koncentrace, která pokud je vyšší než 50 $\mu\text{g} \cdot \text{m}^{-3}$, došlo k překročení imisního limitu.

1.2 DATA A JEJICH ZPRACOVÁNÍ

Ve studii byla mimo samotnou lokalitu Hranice rovněž použita data státní sítě imisního monitoringu za účelem srovnání lokality s okolními stanicemi. Data byla poskytnuta Českým hydrometeorologickým ústavem (ČHMÚ). Veškerá uvedená data byla poskytnuta na základě žádosti a nemohou být použita jinak než pro tuto studii. Veškerá data ČHMÚ pocházejí z databáze ISKO (Informační systém kvality ovzduší). Stanice a jejich charakteristiky, jejichž data byla pro studii využita, zobrazuje Tab. 2.

Tab. 2: Lokality státní sítě imisního monitoringu použité ve správě

Kód lokality	Název lokality	Typ stanice	Typ zóny	Charakteristika zóny
MBEL	Bělotín	pozaďová	venkovská	zemědělská
MPRR	Přerov	pozaďová	městská	obchodní, obytná
TCER	Červená hora	pozaďová	venkovská	přírodní
TFMI	Frýdek-Místek	pozaďová	předměstská	obytná
TSTD	Studénka	pozaďová	venkovská	zemědělská
ZVMZ	Valašské Meziříčí	pozaďová	městská	obytná

K analýze a zobrazení závislosti znečištění ovzduší na meteorologických podmínkách sloužil OpenSource software R (R Core Team, Rakousko) [2]. Především bylo využito souboru balíčků „Tidyverse“, obsahující nástroje pro zpracování a analýzu dat a jejich vizualizaci [3]. Dále bylo využito balíčku „openair“, jehož součástí jsou algoritmy pro použité polární grafy [4].

1.3 ROK 2025 V ČR Z HLEDISKA METEOROLOGIE A KVALITY OVZDUŠÍ

Rok 2025 na území ČR hodnotíme ještě jako teplotně normální. Průměrná roční teplota vzduchu 8,8 °C byla o 0,5 °C vyšší než normál 1991–2020. Tato odchylka je však na hranici teplotně nadnormálního roku. Jedná se o 13. nejteplejší rok na území ČR v řadě od roku 1961. V polovině měsíců roku byla zaznamenána kladná a v polovině měsíců záporná odchylka průměrné měsíční teploty vzduchu na území ČR od normálu 1991–2020. Teplé nebo velmi teplé měsíce nastaly většinou v první polovině roku, zaznamenali jsme zde však i chladný květen. V druhé polovině roku byly všechny měsíce hodnoceny jako teplotně normální. Teplotně nadnormální nebo silně nadnormální ve srovnání s normálem byly měsíce leden (odchylka +1,8 °C), březen (+1,9 °C), duben (+1,8 °C) a červen (+1,6 °C). Prosinec byl s průměrnou teplotou vzduchu na území ČR 1,1 °C (+1,5 °C) na hranici teplotně normálního a nadnormálního měsíce. Nejchladnějším měsícem ve srovnání s normálem byl květen, který hodnotíme jako teplotně podnormální (-1,9 °C). [5]

Srážkově byl rok 2025 na území ČR podnormální. Předběžný průměrný roční úhrn srážek na našem území činí 570 mm, což představuje 83 % normálu 1991–2020. Jedná se tak o 7. nejnižší roční úhrn zaznamenaný v období od roku 1961. U většiny měsíců roku byl průměrný srážkový úhrn na území ČR nižší než normál 1991–2020. Vyšší úhrn než normál byl zaznamenan pouze v měsících červenec (107 % normálu), září (148 %) a listopad (111 %). Jako srážkově nadnormální však hodnotíme pouze září. Srážkově silně podnormální byl únor (30 %), srpen byl podnormální (64 %) a silně podnormální byl také prosinec (37 %). [5]

Rozptylové podmínky (RP) byly v roce 2025 v ČR zhoršené až výrazně horší a jedná se o rok se čtvrtými nejhoršími RP od roku 1991. Nejlepší rozptylové podmínky byly zaznamenány v roce 2023, naopak nejhorší v roce 1997. Velmi dobré rozptylové podmínky, vyjádřené pomocí ventilačního indexu 4 pro celou ČR, byly zaznamenány ve 109 dnech (30 %), dobré rozptylové podmínky v 67 dnech (46 %), mírně nepříznivé rozptylové podmínky ve 40 dnech (11 %) a nepříznivé rozptylové podmínky ve 49 dnech (13 %). Čtyři měsíce (únor, březen, listopad a prosinec) byly hodnoceny jako měsíce s výrazně horšími RP. Naopak se zlepšenými RP byly pouze dva měsíce (červen, říjen), ostatní měsíce pak byly standardní. [5]

Rok 2025 byl z hlediska kvality ovzduší vyhovující. Prodloužil tak období od roku 2020, kdy lze konstatovat, že koncentrace látek znečišťujících ovzduší byly výrazně nižší než v předchozím období. Koncentrace suspendovaných částic PM₁₀ a PM_{2,5}, oxidu dusičitého (NO₂) a oxidu uhelnatého (CO) dosáhly v roce 2025 druhých nejnižších hodnot za dobu jejich sledování, tj. od 90. let 20. století.; zároveň však lze konstatovat, že v meziročním porovnání nedošlo k výrazným změnám koncentrací a ty zůstaly na podobné úrovni jako v roce 2024. Koncentrace oxidu siřičitého (SO₂) dosáhly v roce 2025 dokonce nejnižších hodnot. Koncentrace přízemního ozonu (O₃) byly v roce 2025 v rámci jedenáctiletého období 2015–2025 páté nejnižší. V roce 2025 splnily všechny hodnocené znečišťující látky, s výjimkou suspendovaných částic PM₁₀ a přízemního O₃, imisní limity podle v současnosti platné legislativy. V případě suspendovaných částic PM₁₀ došlo k překročení imisního limitu pro průměrnou 24hodinovou koncentraci PM₁₀ na jedné stanici z celkového počtu 116 stanic. Imisní limit přízemního O₃ (v průměru za tříleté období 2023–2025) byl překročen na 9 % stanic, tj. na 6 z celkem 68 stanic. K překročení ročního imisního limitu PM₁₀ nedochází od roku 2019 včetně a k překročení ročního imisního limitů PM_{2,5} nedošlo potřeť v řadě, počínaje rokem 2023; k překročení současných imisních

limitů pro NO₂ nedochází od roku 2020 včetně a k překročení současných imisních limitů pro SO₂ a CO nedochází již řadu let.

V celorepublikovém průměru byly nižší koncentrace ve srovnání s desetiletým průměrem 2015–2024 zaznamenány ve všech měsících roku s výjimkou února a března. Nižší průměrné koncentrace znečišťujících látek byly zaznamenány zejména v lednu a říjnu, kdy převažovaly z pohledu kvality ovzduší příznivé meteorologické a rozptylové podmínky. Na dlouhodobém zlepšování kvality ovzduší se pravděpodobně podílí i postupně realizovaná emisní opatření, jako je výměna kotlů v domácnostech, opatření na významných stacionárních zdrojích a obnova vozového parku. Jejich možný přínos naznačují zejména výsledky za listopad a prosinec 2025, kdy byly průměrné koncentrace PM₁₀ nižší než odpovídající hodnoty desetiletého průměru 2015–2024, a to i přesto, že oba měsíce byly charakterizovány výrazně zhoršenými rozptylovými podmínkami a prosinec byl navíc srážkově silně podnormální. [5]

Koncentrace přízemního O₃ jsou silně ovlivněny meteorologickými podmínkami, zejména v teplém období roku (duben–září), a na rozdíl od ostatních znečišťujících látek nevykazují od roku 2015 výrazný vzestupný či sestupný trend.

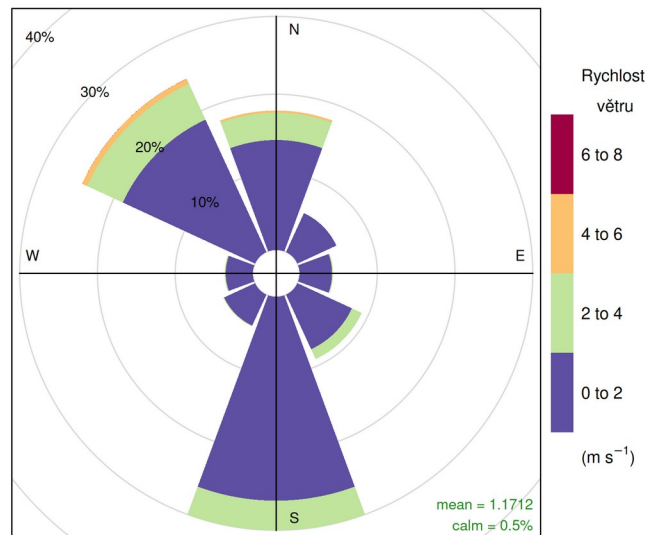
V roce 2025 byly vyhlášeny tři smogové situace kvůli vysokým koncentracím přízemního ozonu v celkové délce 142 h (5,9 dní). Smogové situace v aglomeraci Praha a ve Středočeském kraji byly vyhlášeny souběžně ve středu 13. 8. odpoledne, v Ústeckém kraji došlo k vyhlášení o den později. Všechny tři smogové situace byly odhlášeny v pátek 15. 8. v nočních hodinách. [5]

Je však třeba zdůraznit, že zatím nebyla vyhodnocena data všech znečišťujících látek. Jedná se především o benzo[*a*]pyren, u kterého lze, stejně jako v minulých letech, předpokládat překročení ročního imisního limitu na řadě lokalit [6].

2 METEOROLOGICKÉ PODMÍNKY BĚHEM MĚŘENÍ

2.1 VĚTRNÁ RŮŽICE

Na následujícím Obr. 2 je zobrazena větrná růžice pro lokalitu Hranice konstruovaná z hodinových rychlostí a směrů větru. Růžice naznačuje převažující proudění z jihu (cca 30 %), ze severozápadu (cca 25 %), ze severu (cca 18 %). Vyšší rychlosti větru byly zaznamenány především ze severozápadu. Bezvětrí panovalo ve zhruba 0.5 % času měření. V lokalitě byly měřeny většinou nízké rychlosti větru (do $2.9 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$, 95. percentil), průměrná rychlost větru za celé měřené období byla zhruba $1.2 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$.



Obr. 2: Větrná růžice členěná dle rychlosti větru, Hranice, rok 2025

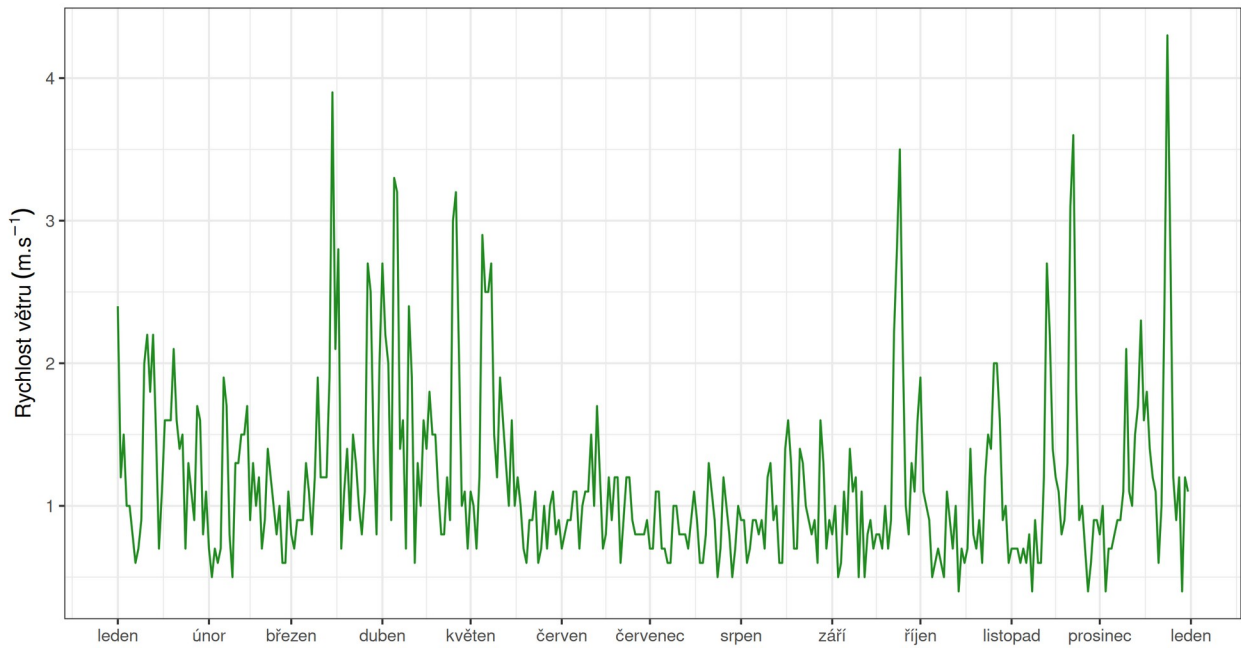
2.2 RYCHLOST PROUDĚNÍ VĚTRU

Meteorologické podmínky v chladné části roku vlivem častějších, a především silnějších teplotních inverzí napomáhají horším rozptylovým podmínkám – během teplotní inverze se v atmosféře vytváří vrstva připomínající pokličku, pod kterou je stabilní atmosféra tzn., že je téměř bezvětrí nebo pouze nízké rychlosti větru a nedochází tedy k dostatečnému rozptylu škodlivin. Škodliviny se pak pod touto vrstvou kumulují a jejich koncentrace roste. Rychlost proudění větru je tedy významným meteorologickým prvkem ovlivňujícím koncentraci škodlivin ovzduší. Pokud jsou rychlosti velmi nízké nebo panuje bezvětrí, jsou zpravidla koncentrace škodlivin (zejména suspendovaných částic) vysoké. Naopak při vyšších rychlostech větru dochází k dobrému rozptylu, na druhou stranu může rovněž docházet i k resuspenzi částic, kdy dochází k opětovnému vzhonu již jednou sedimentovaných částic. Příkladem takové resuspenze může být např. větrná eroze, kdy vlivem větru je strhávána půda z polí do vzduchu a podílí se tak na nárůstu koncentrací suspendovaných částic v ovzduší.

Na následujícím Obr. 3 jsou uvedeny průměrné denní rychlosti proudění větru v lokalitě Hranice. Z grafu je patrné, že lokalitě byly měřeny většinou nízké rychlosti větru (do $2.9 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$, 95. percentil), průměrná

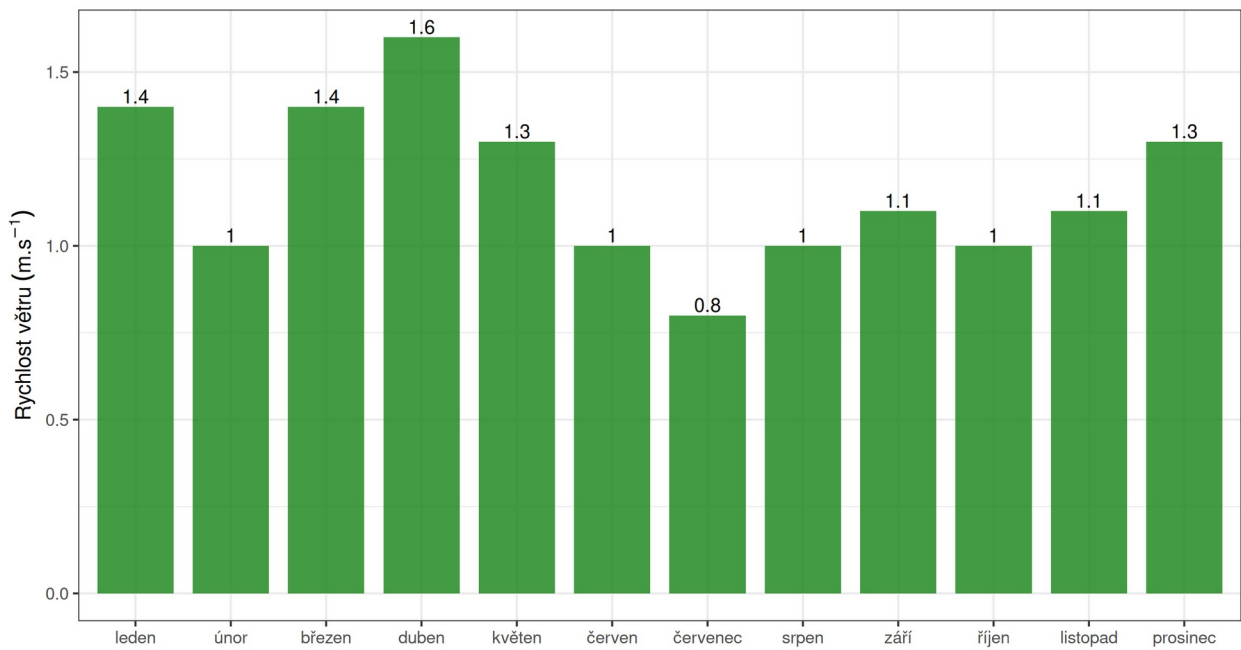
rychlost větru za celé měřené období byla zhruba $1.2 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$. Následující Obr. 4 zobrazuje průměrné měsíční hodnoty.

Vývoj průměrných denních rychlostí větru
Hranice, rok 2025



Obr. 3: Průměrné denní rychlosti větru, Hranice, rok 2025

Vývoj průměrných měsíčních rychlostí větru
Hranice, rok 2025



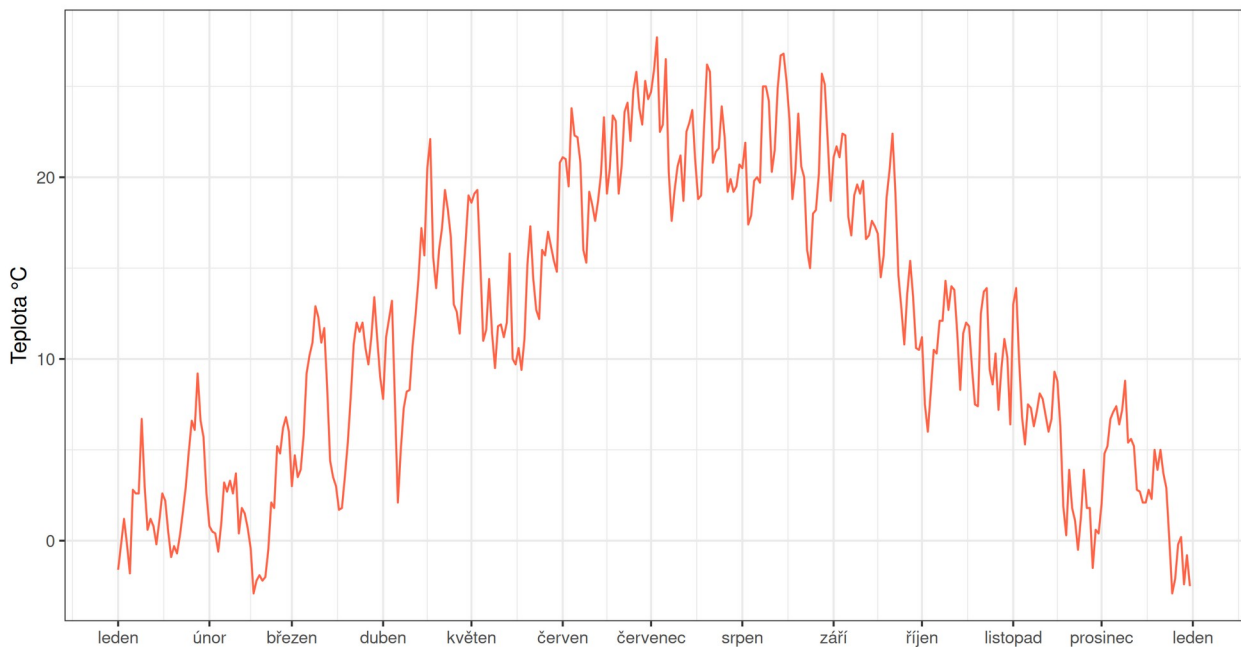
Obr. 4: Průměrné měsíční rychlosti větru, Hranice, rok 2025

2.3 TEPLOTA VZDUCHU

Významným faktorem, ovlivňujícím koncentraci a distribuci velikostních frakcí je teplota vzduchu. V dlouhodobém trendu platí, že s klesající teplotou rostou koncentrace částic v ovzduší, přičemž je více zastoupená jemnější frakce, a naopak s rostoucí teplotou koncentrace klesají a je výrazněji zastoupená hrubší frakce částic. Teplota však spolu se slunečním zářením má vliv i na tvorbu částic z plynných prekurzorů tzv. nukleací. Působení teploty na tvorbu částic může být přímé (nukleace, růst a agregace) a nepřímé, kdy nízké teploty nutí k intenzivnějšímu vytápění, a tudíž k vyšším emisím tuhých látek z lokálních topenišť. Pokud jsou během teplotních inverzí velmi nízké teploty a bezvětří, vedou tyto situace k nárůstu koncentrací všech škodlivin v ovzduší. Pokud situace trvá déle i k vyhlášení smogových situací.

Následující Obr. 5 zobrazuje průměrné denní teploty vzduchu v lokalitě Hranice, graf na Obr. 6 pak zobrazuje průměrné měsíční teploty. Z grafů vyplývá, že nejvyšší teploty byly v této lokalitě měřeny v červenci a červnu (21.9 °C resp. 21.4 °C). Nejnižší teploty pak byly měřeny v únoru a lednu (1.5 °C resp. 2.2 °C). Nejvyšší hodinová teplota byla v lokalitě Hranice zaznamenána dne 15. 08. 2025 v 13 hodin (35.9 °C). Nejnižší teplota pak byla zaznamenána dne 19. 02. 2025 v 04 hodin (-8.9 °C).

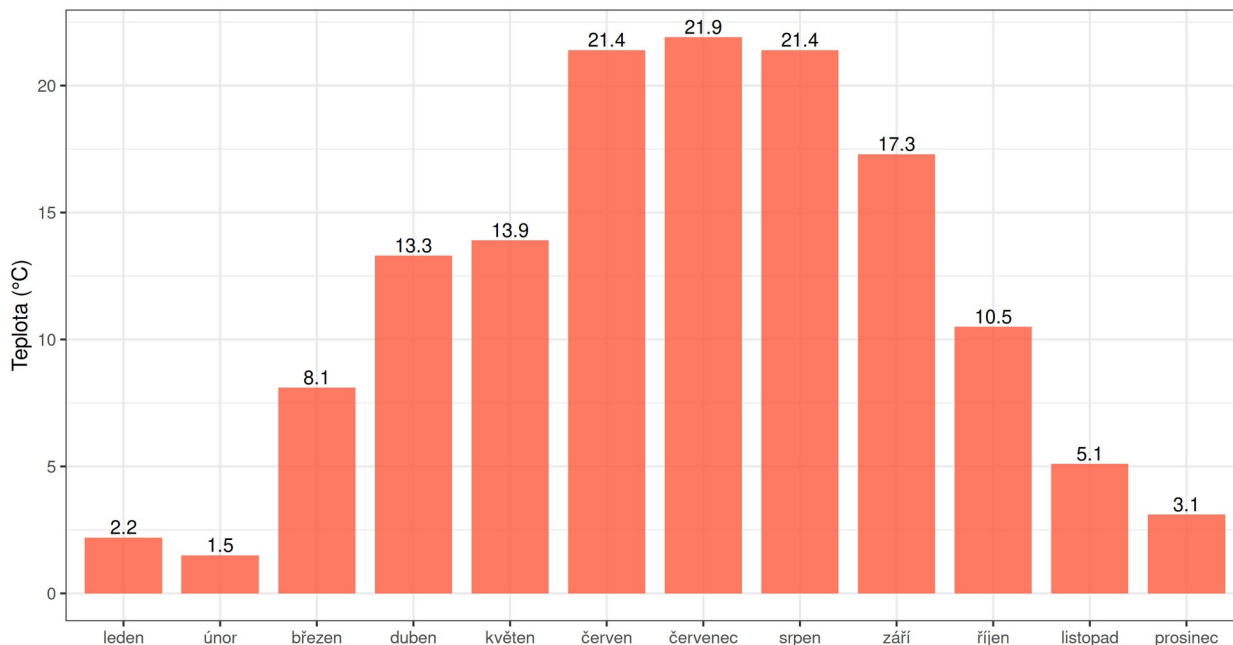
Vývoj průměrných denních teplot vzduchu
Hranice, rok 2025



Obr. 5: Průměrné denní teploty vzduchu, Hranice, rok 2025

Vývoj průměrných měsíčních teplot vzduchu

Hranice, rok 2025



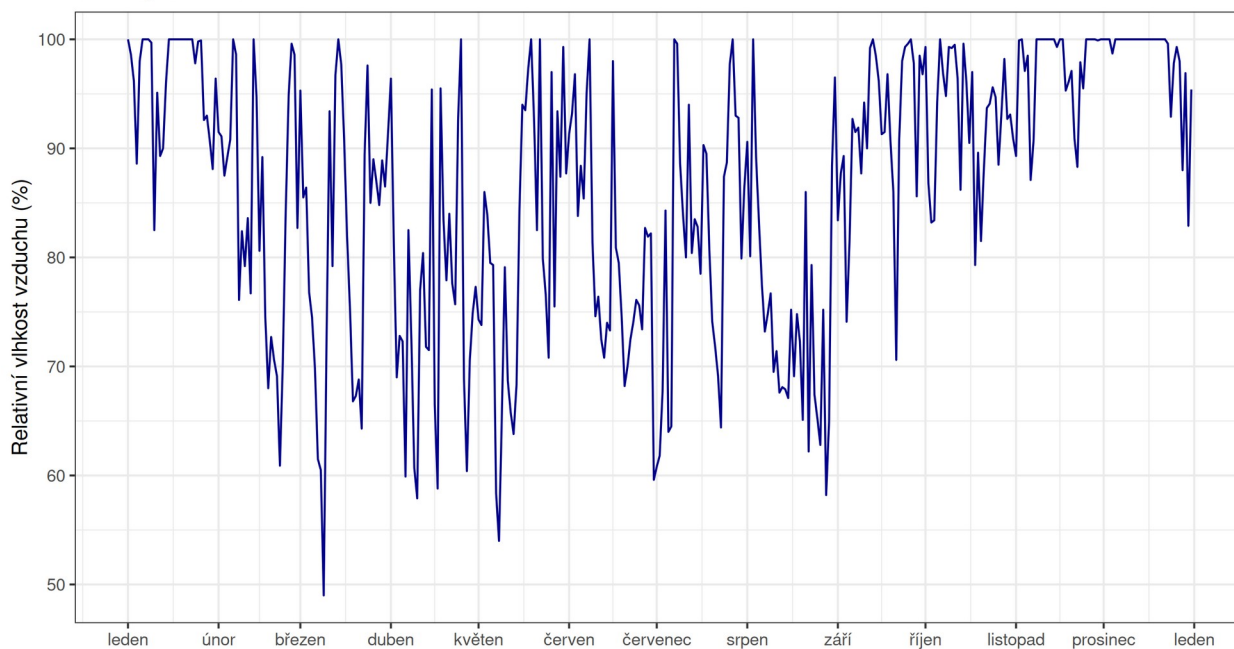
Obr. 6: Průměrné měsíční teploty vzduchu, Hranice, rok 2025

2.4 RELATIVNÍ VLHKOST VZDUCHU

Důležitým faktorem, ovlivňujícím koncentrace a distribuci velikostních frakcí je i relativní vlhkost vzduchu. V dlouhodobém trendu platí, že s rostoucí relativní vlhkostí rostou koncentrace částic v ovzduší, přičemž je více zastoupená jemnější frakce, a naopak s klesající relativní vlhkostí koncentrace klesají a je výrazněji zastoupená hrubší frakce částic.

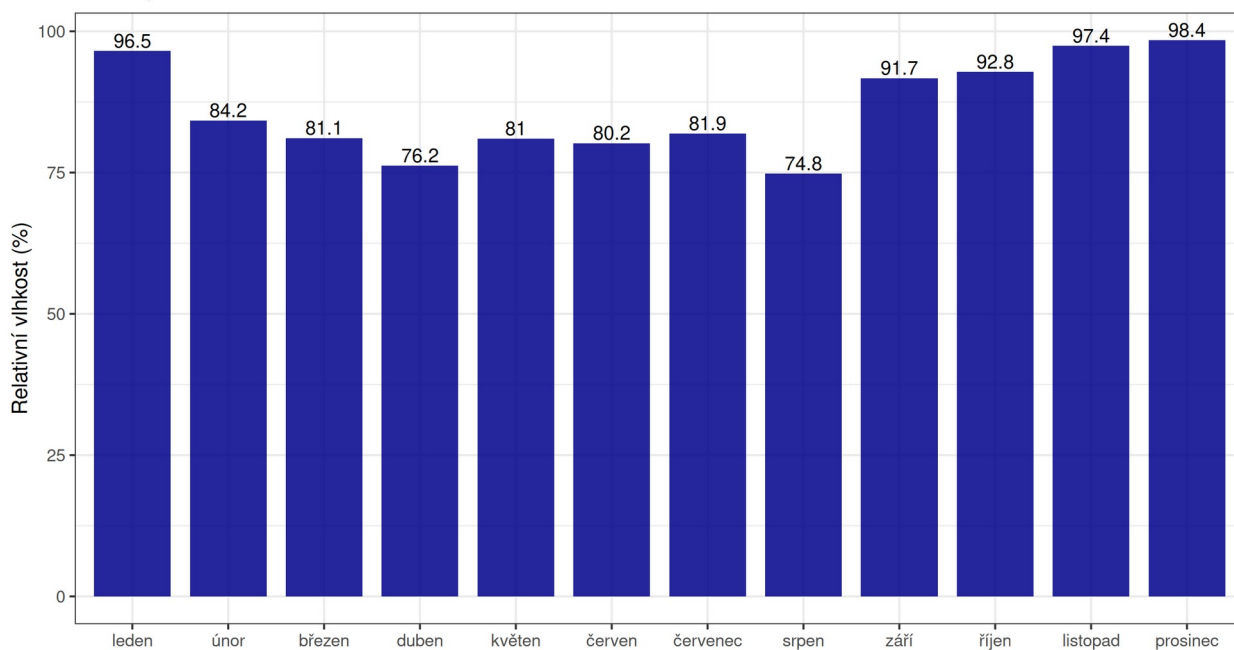
Následující Obr. 7 zobrazuje průměrné denní relativní vlhkosti vzduchu v lokalitě Hranice, graf na Obr. 8 pak zobrazuje průměrné měsíční relativní vlhkosti vzduchu. Z grafů vyplývá, že nejvyšší relativní vlhkosti byly v této lokalitě měřeny v prosinci a listopadu (98.4 % resp. 97.4 %). Nejnižší relativní vlhkosti pak byly měřeny v srpnu a dubnu (74.8 % resp. 76.2 %).

Vývoj relativních denních vlhkostí vzduchu
Hranice, rok 2025



Obr. 7: Průměrné denní relativní vlhkosti vzduchu, Hranice, rok 2025

Vývoj průměrných měsíčních relativních vlhkostí vzduchu
Hranice, rok 2025



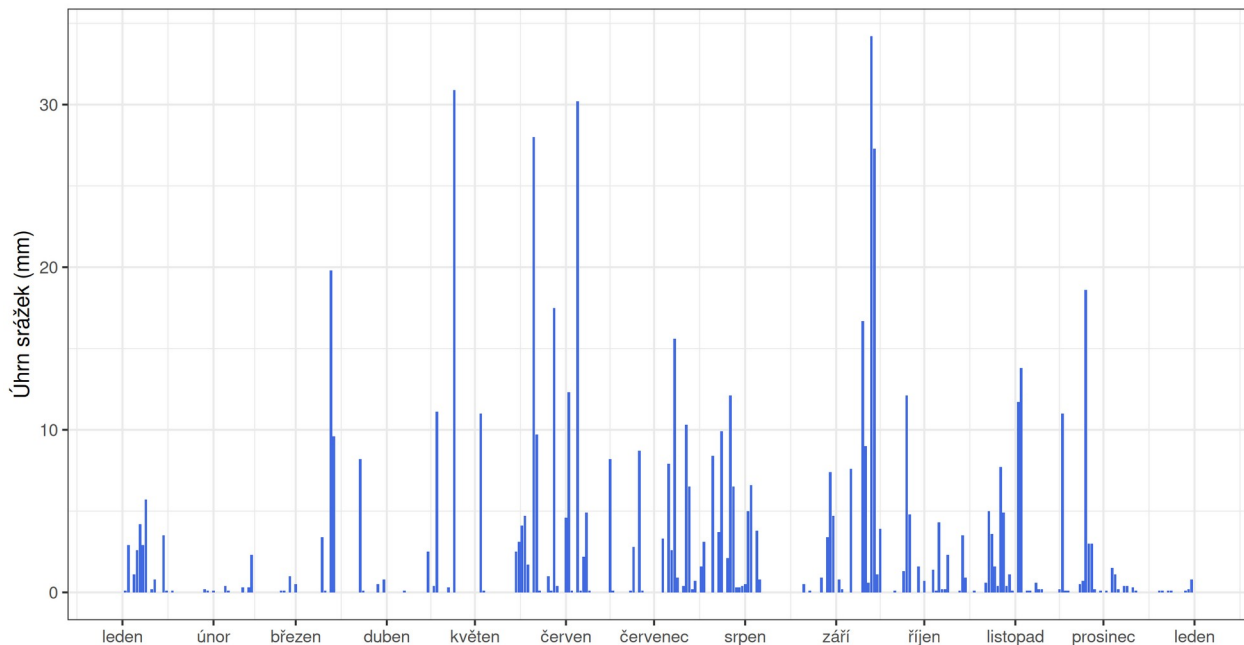
Obr. 8: Průměrné měsíční relativní vlhkosti vzduchu, Hranice, rok 2025

2.5 SRÁŽKY

Koncentrace škodlivin může ovlivňovat rovněž úhrn srážek. Ten může znamenat přechod fronty, a tedy rozrušení teplotní inverze, v případě částic může díky srážkám docházet k tzv. vymývání částic z atmosféry, kdy dojde k výraznému poklesu koncentrací prašnosti v ovzduší. Naopak delší bezsrážková epizoda může v zimě značit delší epizodu s inverzním charakterem počasí, v teplé části roku pak může docházet k vysýchání půdy a větrné erozi.

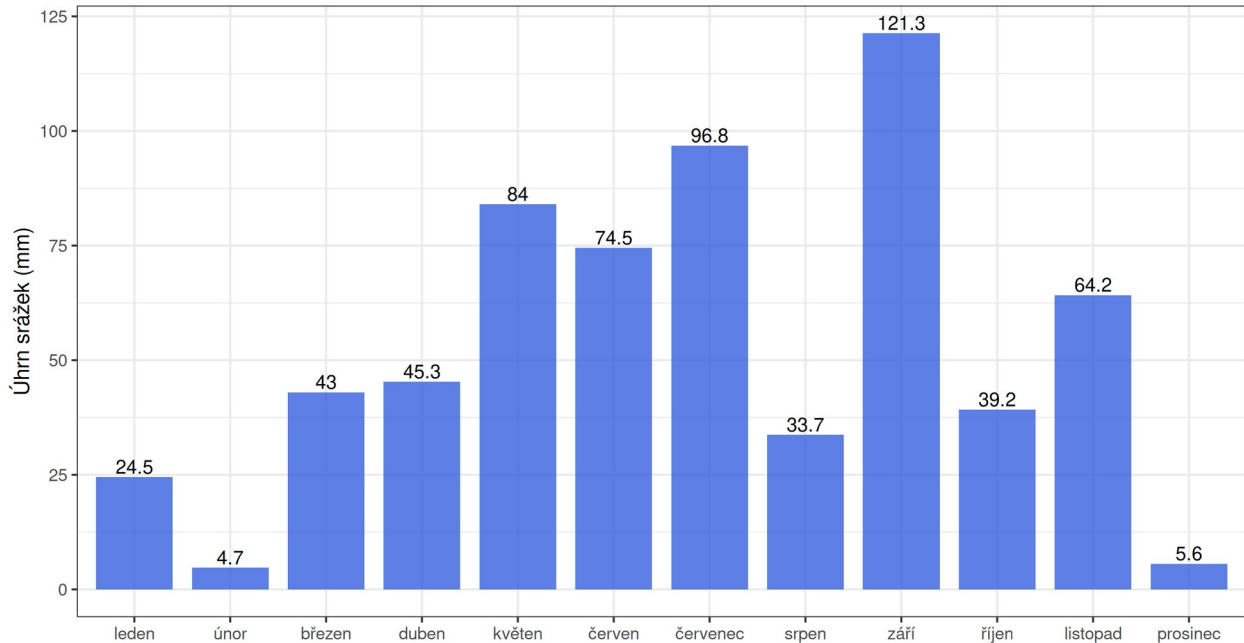
Následující Obr. 9 zobrazuje denní úhrn srážek v lokalitě Hranice. Následující graf na Obr. 10 zobrazuje měsíční úhrny srážek. Z grafů vyplývá, že nejvyšší úhrn srážek byly v této lokalitě měřeny v září a červenci (121.3 mm resp. 96.8 mm). Nejnižší úhrn srážek pak byly měřeny v únoru a prosinci (4.7 mm resp. 5.6 mm). Méně než 30 mm srážek v měsíčním úhrnu se vyskytlo v lednu, prosinci a únoru.

Vývoj denních úhrnů srážek
Hranice, rok 2025



Obr. 9: Denní úhrn srážek, Hranice, rok 2025

Vývoj měsíčních úhrnů srážek
Hranice, rok 2025



Obr. 10: Měsíční úhrn srážek, Hranice, rok 2025

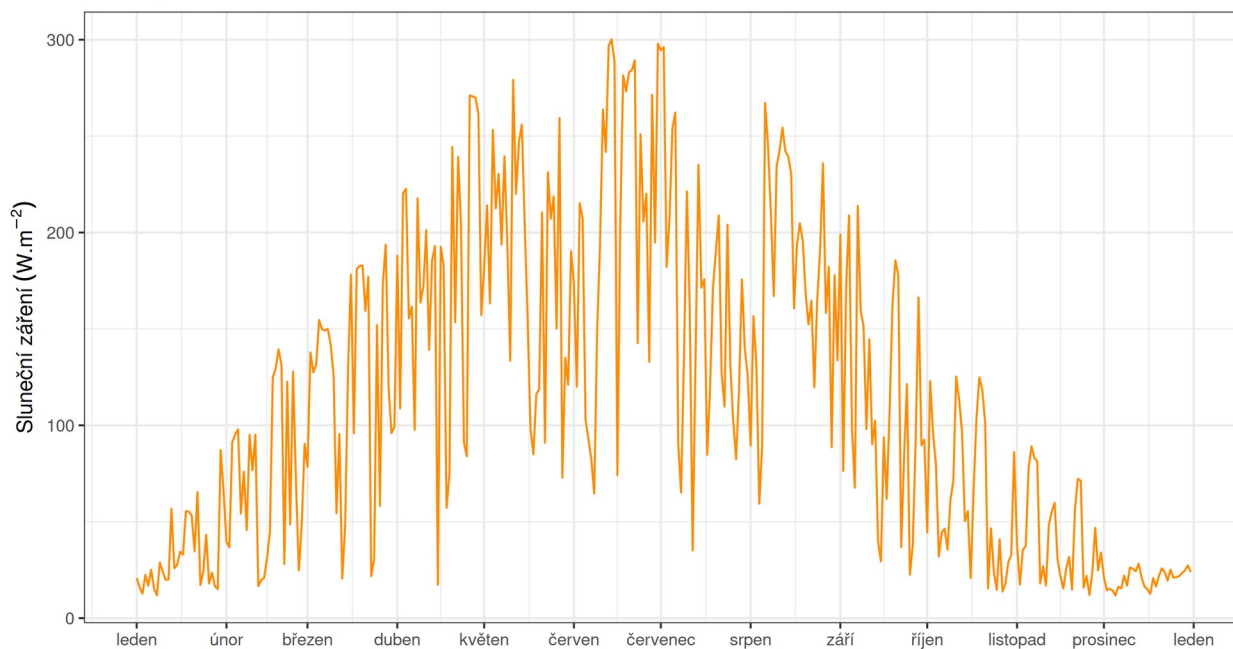
2.6 SLUNEČNÍ ZÁŘENÍ

Koncentrace přízemního ozónu velmi výrazně ovlivňuje sluneční záření. Přízemní ozón se tvoří fotochemickou reakcí. Aby reakce vůbec proběhla, nutně vyžaduje sluneční záření. S rostoucím slunečním zářením tedy rostou koncentrace přízemního ozónu, naopak při nižších hodnotách slunečního záření (převážně v zimě) jsou koncentrace přízemního ozónu pouze nízké.

Následující Obr. 11 zobrazuje průměrné denní hodnoty slunečního záření v lokalitě Hranice. Následující graf na Obr. 12 zobrazuje průměrné měsíční hodnoty. Z grafů vyplývá, že v průměru nejvíce se slunečního záření v této lokalitě vyskytovalo v červnu a květnu (206.6 resp. $183.3 \text{ W} \cdot \text{m}^{-2}$). Nejméně slunečního záření pak bylo zaznamenáno v prosinci a lednu (20.5 resp. $31.8 \text{ W} \cdot \text{m}^{-2}$).

Vývoj průměrných denních hodnot slunečního záření

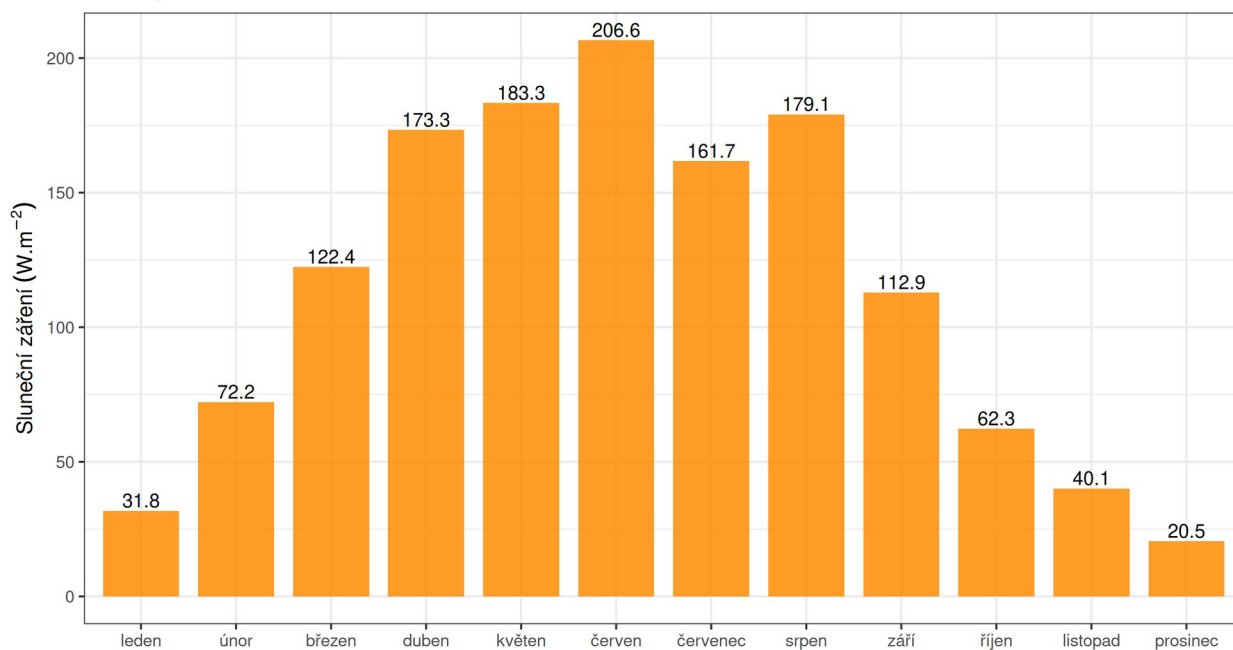
Hranice, rok 2025



Obr. 11: Denní hodnoty slunečního záření, Hranice, rok 2025

Vývoj průměrných měsíčních hodnot slunečního záření

Hranice, rok 2025

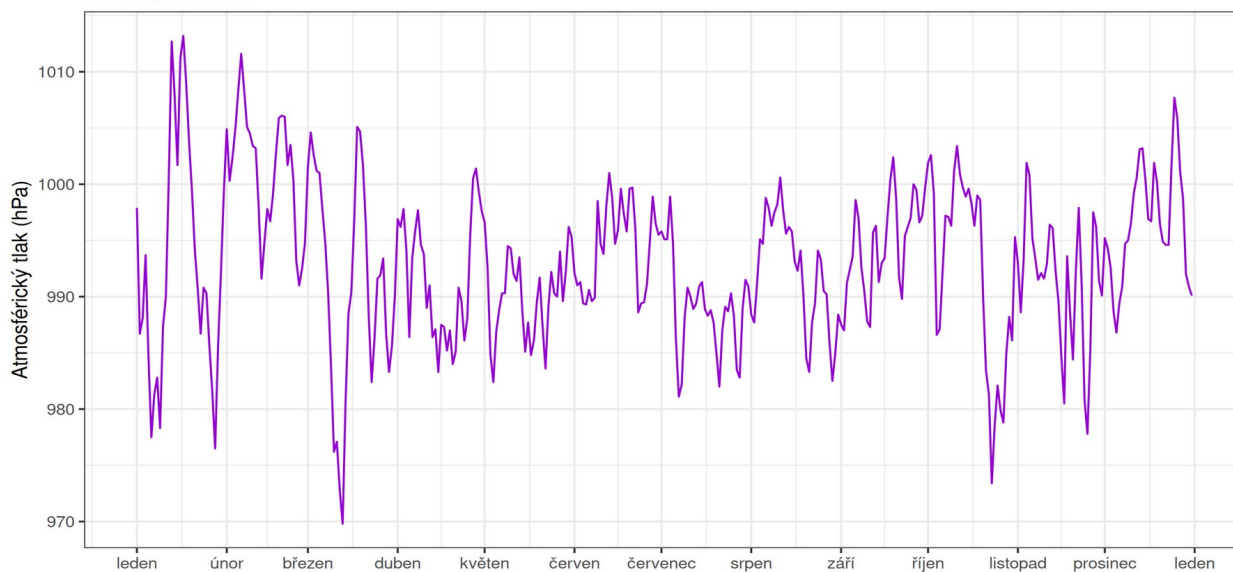


Obr. 12: Měsíční hodnoty slunečního záření, Hranice, rok 2025

2.7 ATMOSFÉRICKÝ TLAK

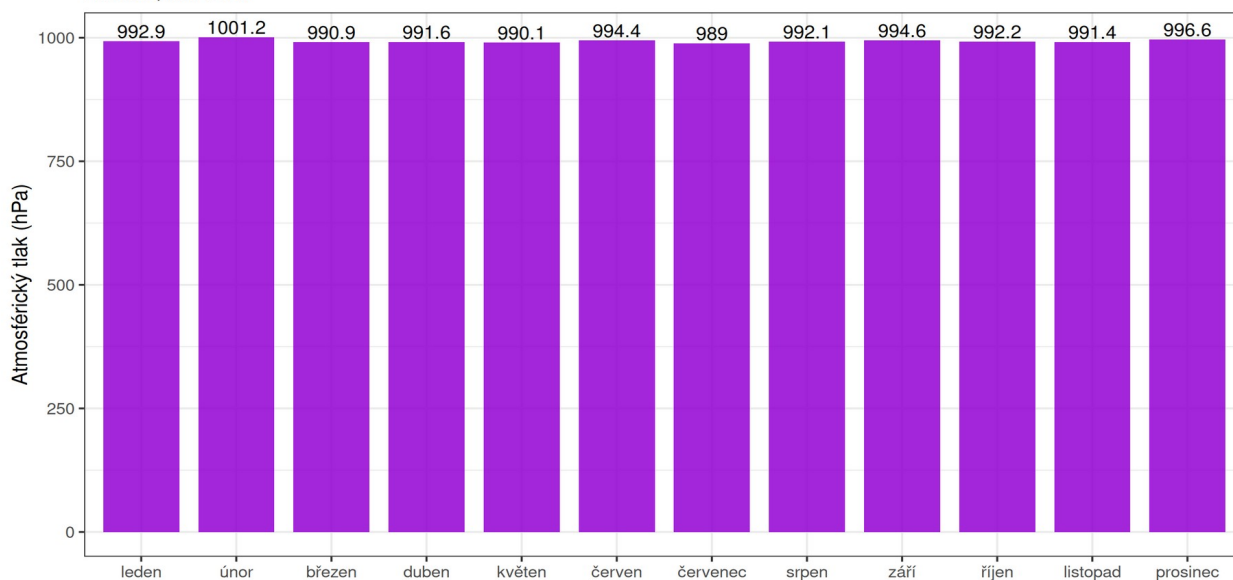
Následující Obr. 13 a Obr. 14 zobrazují průměrné denní a měsíční hodnoty atmosférického tlaku v lokalitě Hranice. Z grafů vyplývá, že nejvyšší hodnoty tlaku se v této lokalitě vyskytovaly v únoru a prosinci (1001.2 resp. 996.6 hPa). Nejnižší hodnoty tlaku pak byly zaznamenány v červenci a květnu (989 resp. 990.1 hPa).

Vývoj průměrných denních hodnot atmosférického tlaku
Hranice, rok 2025



Obr. 13: Průměrné denní hodnoty atmosférického tlaku, Hranice, rok 2025

Vývoj průměrných měsíčních tlaků vzduchu
Hranice, rok 2025



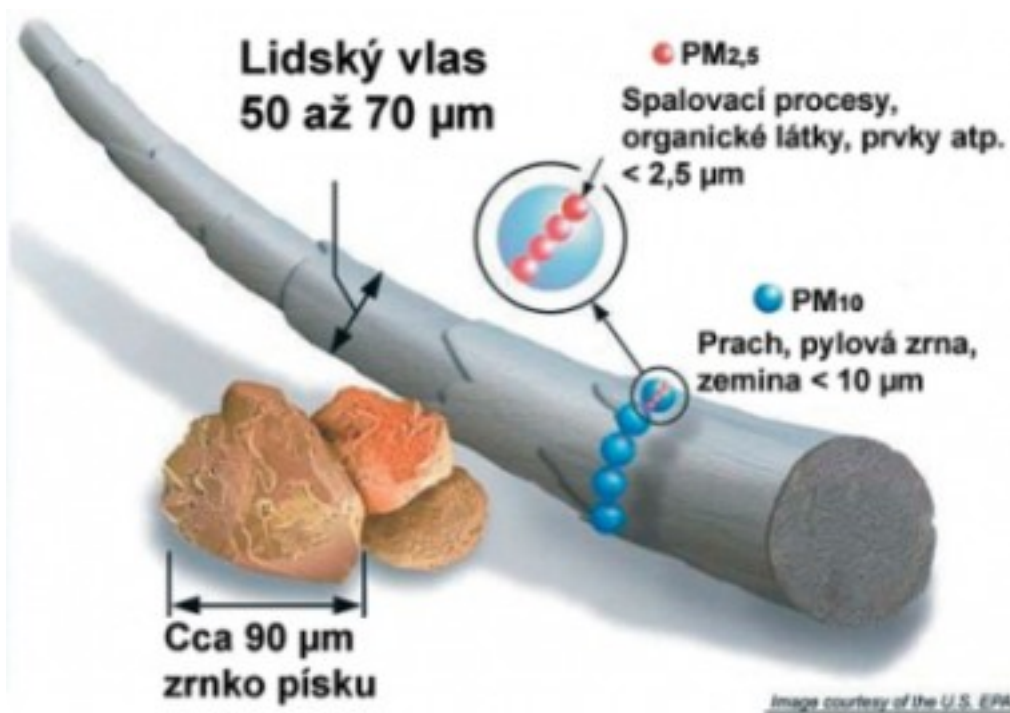
Obr. 14: Průměrné měsíční hodnoty atmosférického tlaku, Hranice, rok 2025

3 VYHODNOCENÍ KVALITY OVZDUŠÍ

3.1 SUSPENDOVANÉ ČÁSTICE PM_{10} , $PM_{2,5}$ A PM_1

Suspendované částice jsou emitovány jak přírodními (např. sopky či prашné bouře), tak i antropogenními (např. elektrárny a průmyslové technologické procesy, doprava, spalování uhlí v domácnostech, spalování odpadu) zdroji. Většina těchto antropogenních emisních zdrojů je soustředěna v urbanizovaných oblastech, tj. v oblastech, ve kterých žije velká část populace.

Z hlediska platné legislativy [1] jsou v ovzduší sledovány dvě velikostní frakce suspendovaných částic. Jedná se o hrubší frakci PM_{10} (suspendované částice venkovního ovzduší s aerodynamickým průměrem do 10 μm) a jemnější frakci $PM_{2,5}$ (suspendované částice venkovního ovzduší s aerodynamickým průměrem do 2,5 μm). Názorně jsou tyto částice velikostně srovnány s lidským vlasem na Obr. 15.

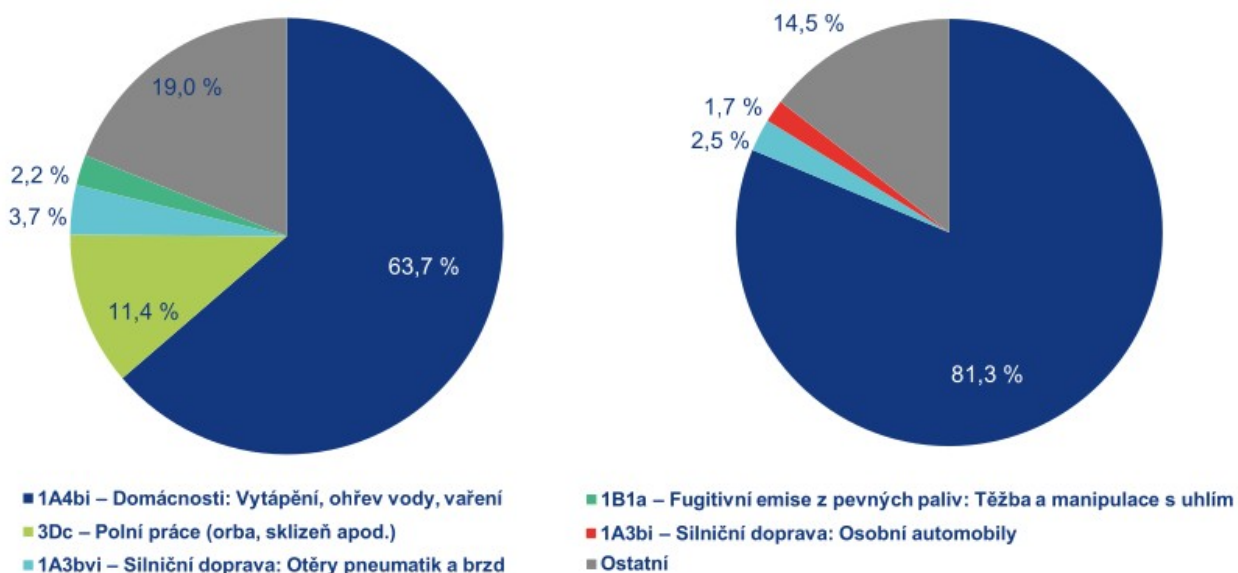


Obr. 15: Srovnání velikostí částic PM_{10} a $PM_{2,5}$ s lidským vlasem a zrnkem písku. Zdroj: US EPA

Emisní inventury částic PM_{10} a $PM_{2,5}$ prováděné podle současných metodik zahrnují pouze primární emise těchto látek. Na koncentracích PM_{10} a $PM_{2,5}$ měřených v ovzduší se přitom významně podílí sekundární aerosolové částice vznikající přímo v ovzduší z plynných prekurzorů fyzikálně-chemickými reakcemi. Ve srovnání s emisemi jiných znečišťujících látek jsou emise PM_x vnášeny do ovzduší z velkého počtu významnějších skupin zdrojů. Kromě zdrojů, ze kterých jsou tyto látky vypouštěny řízeně komínem nebo výduchy (průmyslové zdroje, lokální topeniště, doprava), pochází významné množství emisí PM ze zdrojů fugitivních (kamenolomy, skládky prašných materiálů, operace s prašnými materiály apod.). Jejich zdrojem jsou také emise z otěrů pneumatik, brzdového obložení a abraze vozovek vypočítávané

z dopravních výkonů. Kvalitu ovzduší ovlivňuje rovněž resuspenze částic (znovuzvíření), která do standardně prováděných emisních inventur není zahrnuta.

Mezi hlavní zdroje emisí částic v roce 2024 patřil sektor 1A4bi – Domácnosti: Vytápění, ohřev vody, vaření, který se podílel na znečišťování ovzduší v celorepublikovém měřítku látkami PM₁₀ 63,7 % a PM_{2,5} 81,3 %. Mezi další významné zdroje emisí PM₁₀ patřil sektor 3Dc – Polní práce, kde tyto emise vznikají při zpracování půdy, sklizni a čištění zemědělských plodin. Tento sektor představoval 11,4 % emisí PM₁₀. Z hlediska účinku na lidské zdraví jsou velkým rizikem emise částic pocházející z dopravy, především ze spalování paliv ve vznětových motorech, které produkují částice o velikosti jednotek až stovek nanometrů [7]. Mobilní zdroje se na emisích PM₁₀ v roce 2022 podílely 7,4 % a na emisích PM_{2,5} 6,3 % [8].



Obr. 16: Podíl sektorů NFR na celkových emisích PM₁₀ (nahore) a PM_{2,5} (dole) v ČR, rok 2023 [9]

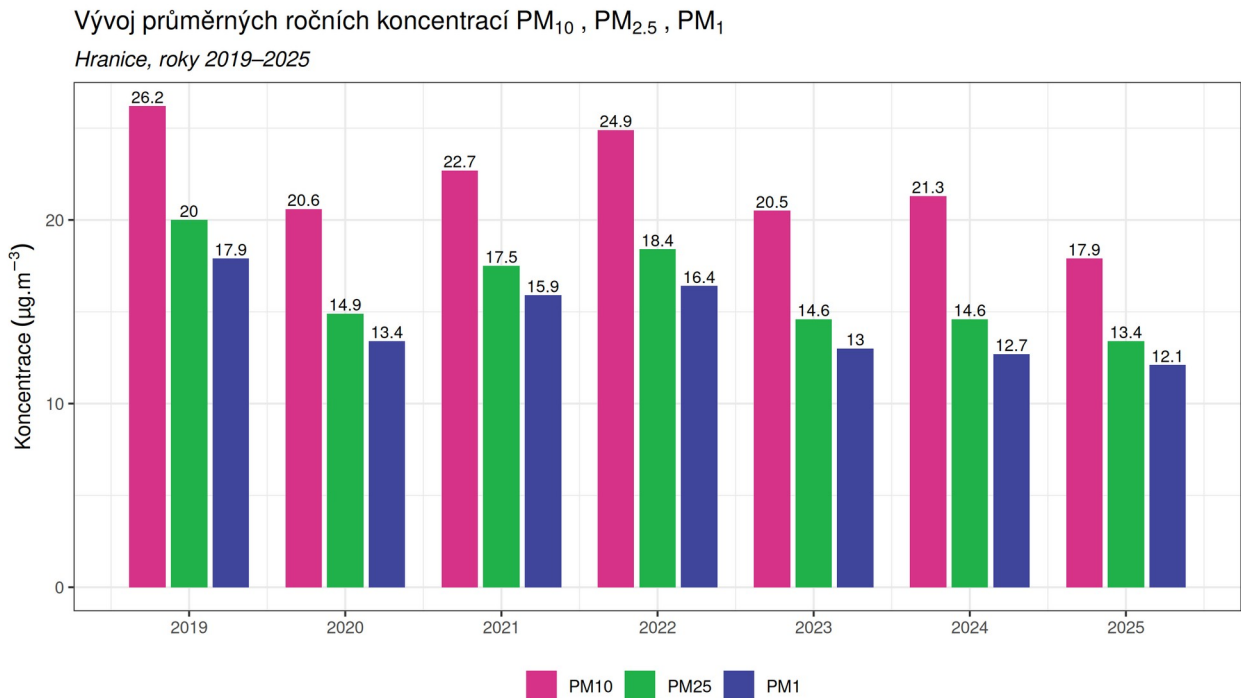
Suspendované částice mají významné zdravotní důsledky, které se projevují již při velmi nízkých koncentracích bez zřejmé spodní hranice bezpečné koncentrace. Zdravotní rizika částic ovlivňuje jejich koncentrace, velikost, tvar a chemické složení. Při akutním působení částic může dojít k podráždění sliznic dýchací soustavy, zvýšené produkci hlenu apod. Tyto změny mohou způsobit snížení imunity a zvýšení náchylnosti k onemocnění dýchací soustavy. Opakující se onemocnění mohou vést ke vzniku chronické bronchitidy a kardiovaskulárním potížím. Při akutním působení částic může dojít k zvýraznění symptomů u astmatiků a navýšení celkové nemocnosti a úmrtnosti populace. Dlouhodobé vystavení působení částic může vést ke vzniku onemocnění respiračního a kardiovaskulárního systému. Míra zdravotních důsledků je ovlivněna řadou faktorů, jako je například aktuální zdravotní stav jedince, alergická dispozice nebo kouření. Citlivou skupinou jsou děti, starší lidé a lidé trpící onemocněním dýchací a oběhové soustavy. Nejzávažnější zdravotní dopady, tj. kardiovaskulární a respirační účinky a navýšení úmrtnosti, mají jemné a ultra jemné částice s velikostí aerodynamického průměru pod 1 μm [10,11].

3.1.1 PRŮMĚRNÉ ROČNÍ KONCENTRACE PM

Průměrná roční koncentrace PM_{10} činila v roce 2025 v lokalitě Hranice $17.9 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$. Imisní limit tedy překročen nebyl. Průměrná roční koncentrace $PM_{2,5}$ činila v roce 2025 v lokalitě Hranice $13.4 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$. Imisní limit tedy překročen nebyl.

Průměrná roční koncentrace PM_1 činila v roce 2025 v lokalitě Hranice $12.1 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$.

Následující Obr. 17 zobrazuje vývoj průměrných ročních koncentrací PM_{10} , $PM_{2,5}$ a PM_1 v lokalitě Hranice. V roce 2025 byl zaznamenán pokles koncentrací PM_{10} o $3,4 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ (16 %) ve srovnání s rokem 2024 a o $8,3 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ (31,7 %) vůči roku 2019. Koncentrace $PM_{2,5}$ klesly o $1,2 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ (8,2 %) oproti roku 2024 a o $6,6 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ (33 %) vůči roku 2019. U frakce PM_1 došlo ke snížení o $0,6 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ (4,7 %) ve srovnání s rokem 2024 a o $5,8 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ (32,4 %) vůči roku 2019. Poklesy koncentrací všech uvedených frakcí nasvědčují dlouhodobému zlepšování kvality ovzduší v uplynulém období. Relativní vývoj koncentrací jednotlivých frakcí PM vzhledem k počátečnímu roku měření zobrazuje následující graf na Obr. 18. Rok 2019 zde pro každou škodlivinu představuje 100 % a křivka zobrazuje relativně vývoj koncentrací vůči tomuto roku. Čárkovaně je pak zobrazena křivka lineární regrese pro jednotlivé frakce.



Obr. 17: Vývoj průměrných ročních koncentrací PM, Hranice, rok 2025

Vývoj relativních ročních koncentrací PM₁₀, PM_{2,5}, PM₁
 Hranice, roky 2019–2025 (normalizováno na 2019 = 100 %)



Obr. 18: Vývoj relativních ročních koncentrací PM proti počátečnímu roku měření (2019), Hranice, rok 2025

Nejvíce klesají koncentrace PM₁₀, a to v průměru o 0,9 μg • m⁻³ ročně s relativním poklesem 3,5 % ročně (R² = 0,49). Koncentrace PM₁ klesají v průměru o 0,8 μg • m⁻³ ročně a relativně o 4,3 % ročně (R² = 0,57). Koncentrace PM_{2,5} klesají rovněž v průměru o 0,8 μg • m⁻³ ročně a relativně o 4,2 % ročně (R² = 0,54). Byly identifikovány středně silné lineární trendy poklesu pro všechny sledované frakce aerosolu.

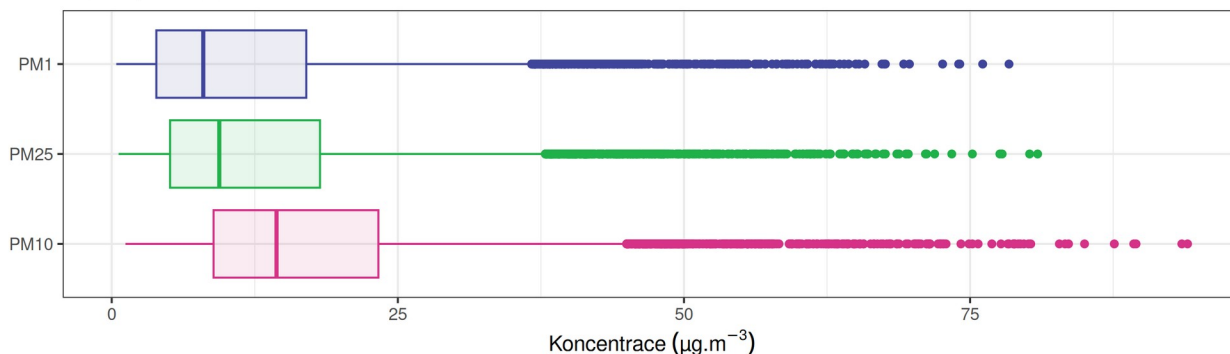
Následující Tab. 3 pak zobrazuje statistické zpracování naměřených hodinových dat pro jednotlivé frakce PM. Grafické znázornění hodinových koncentrací pomocí krabicových grafů za rok 2025 pak zobrazuje Obr. 19.

Tab. 3: Statistické charakteristiky hodinových koncentrací PM v lokalitě Hranice, rok 2025

STATISTIKA	PM10	PM25	PM01
PRŮMĚR	17.9	13.4	12.1
MAXIMUM	94.0	80.9	78.4
MEDIÁN	14.4	9.4	8.0
MINIMUM	1.2	0.6	0.4

Statistické zpracování hodinových koncentrací PM₁₀, PM_{2,5}, PM₁

Hranice, rok 2025



Obr. 19: Statistické zpracování hodinových koncentrací PM v lokalitě Hranice, rok 2025

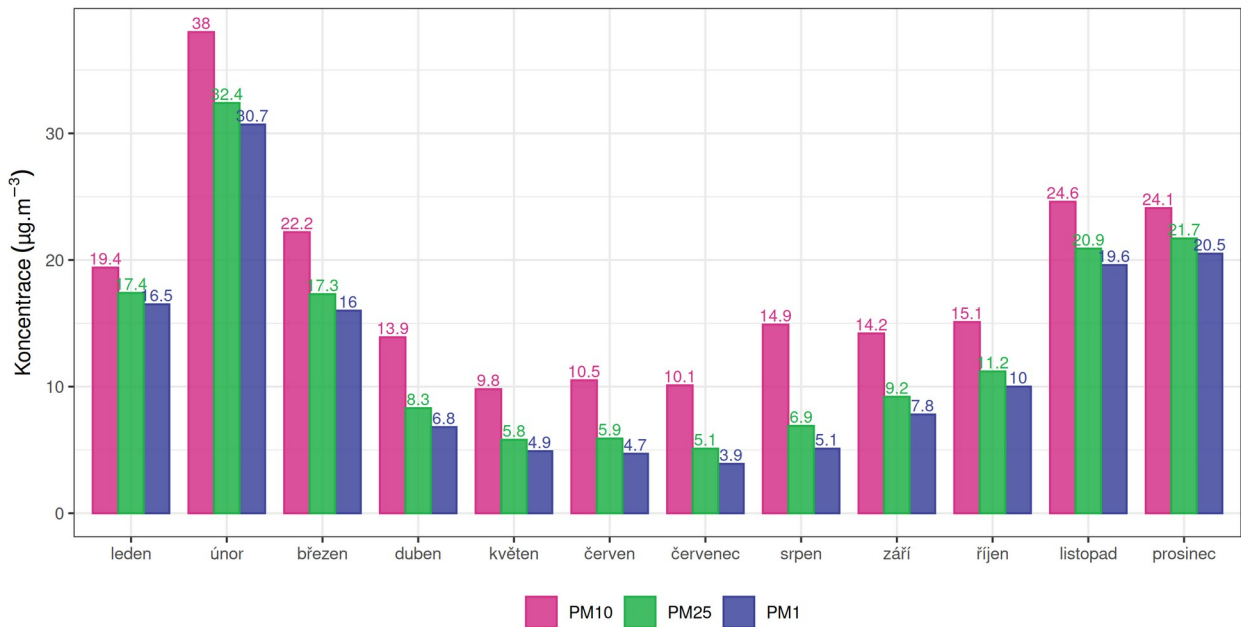
3.1.2 PRŮMĚRNÉ MĚSÍČNÍ KONCENTRACE

Na Obr. 20 jsou průměrné měsíční koncentrace PM₁₀, PM_{2,5} a PM₁. Koncentrace bývají zpravidla vyšší v topné sezóně díky lokálním topeništím (majoritní zdroj PM). Z grafů vyplývá, že nejvyšší koncentrace PM byly v této lokalitě měřeny v únoru a listopadu (38, resp. 24.6 µg • m⁻³). Nejnižší koncentrace pak byly měřeny v květnu a červenci (9.8, resp. 10.1 µg • m⁻³).

Průměrné měsíční zastoupení jemnějších frakcí v PM₁₀ zobrazuje Obr. 21. V chladné části roku bývá zpravidla jemnější a nebezpečnější frakce zastoupena podstatně více než v létě. Nejvyšší zastoupení jemnějších frakcí v PM₁₀ bylo naměřeno v prosinci (89.3 % PM_{2,5} v PM₁₀, resp. 84.2 % PM₁ v PM₁₀). Nejnižší zastoupení pak bylo naměřeno v srpnu (47.2 % PM_{2,5} v PM₁₀, resp. 35.4 % PM₁ v PM₁₀).

Vývoj průměrných měsíčních koncentrací PM₁₀, PM_{2.5}, PM₁

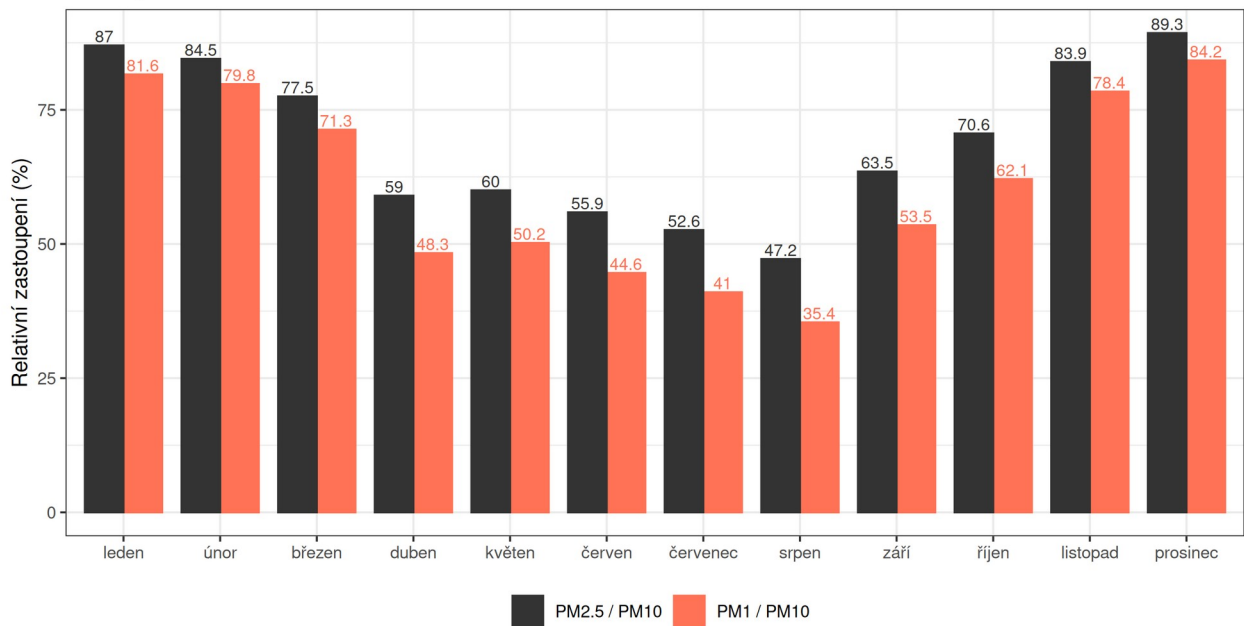
Hranice, rok 2025



Obr. 20: Průměrné měsíční koncentrace PM v lokalitě Hranice, rok 2025

Vývoj průměrných měsíčních poměrů koncentrací PM_{2.5}/PM₁₀, PM₁/PM₁₀

Hranice, rok 2025



Obr. 21: Průměrné měsíční zastoupení PM_{2.5} v PM₁₀ a PM₁ v PM₁₀, Hranice, rok 2025

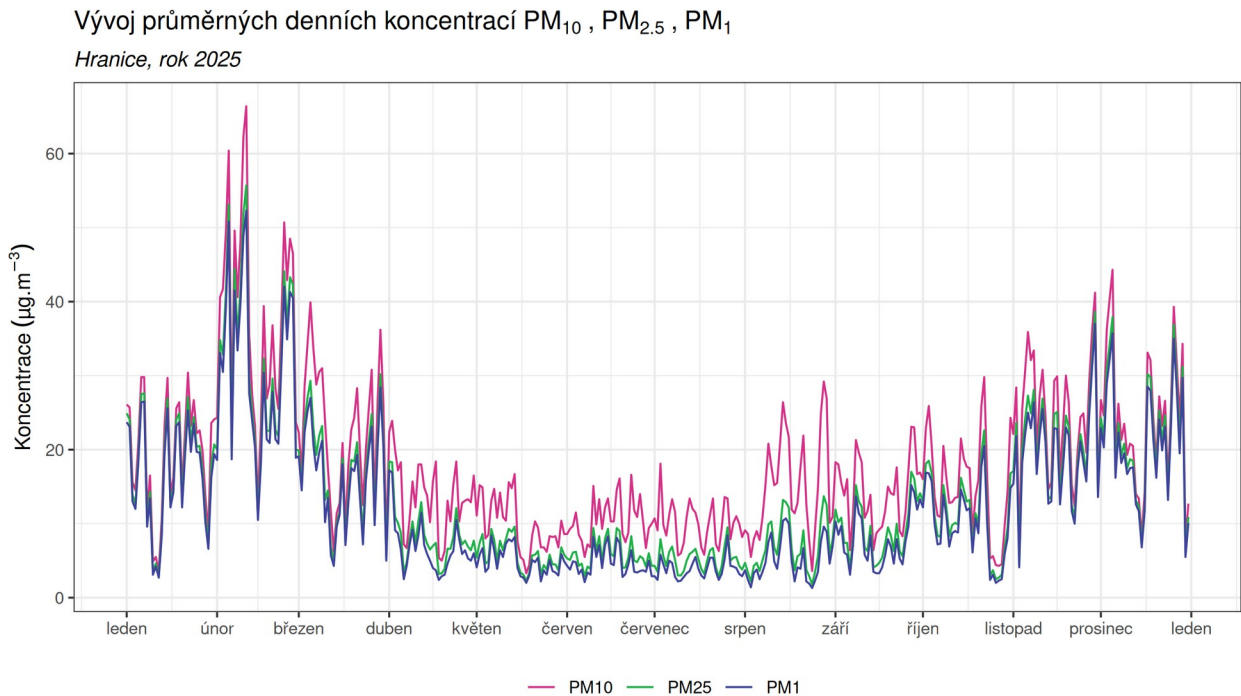
3.1.3 PRŮMĚRNÉ DENNÍ KONCENTRACE

Vývoj průměrných denních koncentrací PM_{10} , $PM_{2,5}$ a PM_1 v lokalitě Hranice zobrazuje následující Obr. 22. Z grafu je patrné, že koncentrace jemnějších frakcí do značné míry kopírují hrubší frakci PM_{10} a z velmi velké části tak PM_{10} tvoří.

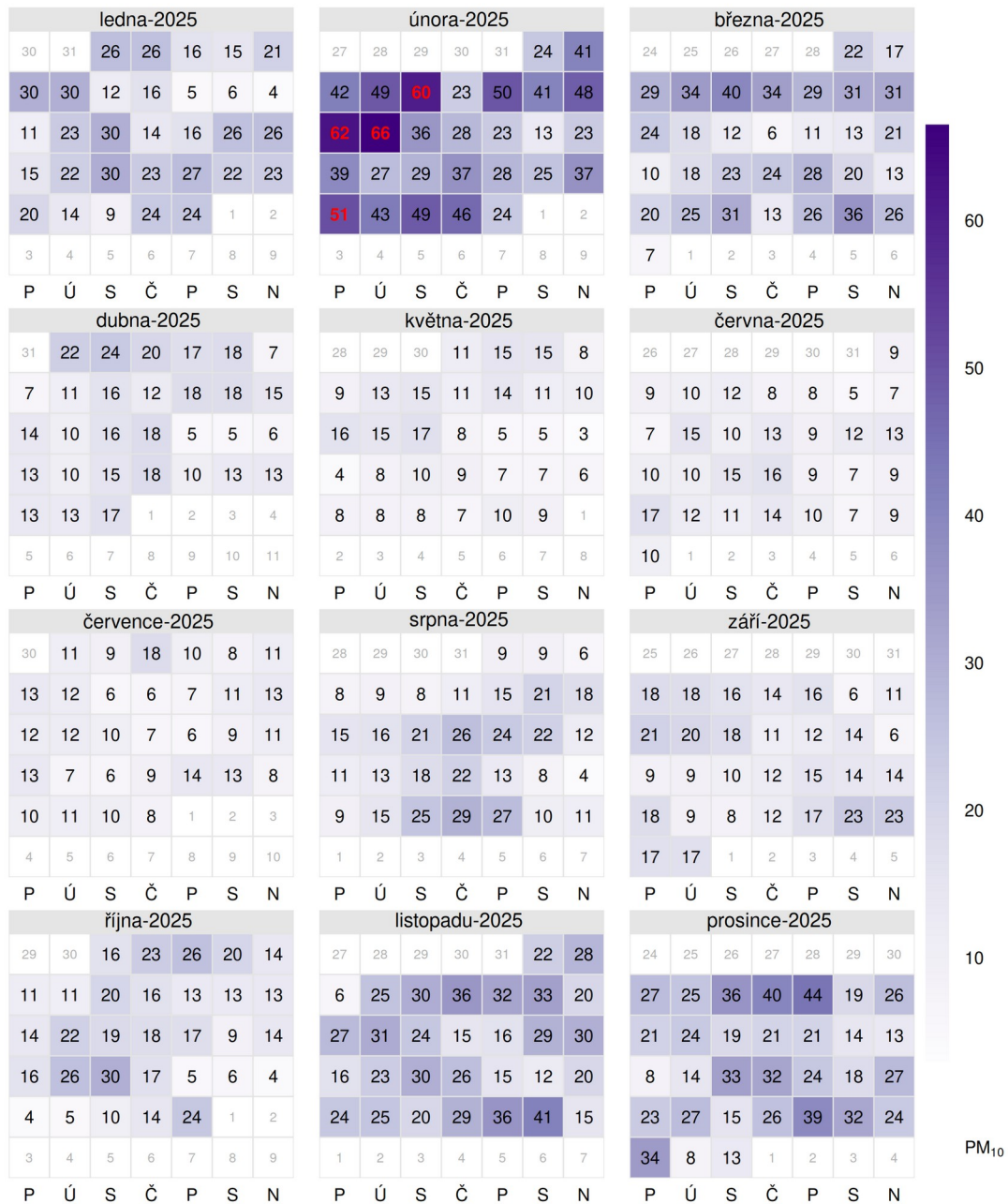
Průměrné denní koncentrace vyšší, než je hodnota imisního limitu pro průměrnou denní koncentraci PM_{10} ($50 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$) se vyskytují převážně v chladné části. V měsících červen–září, kdy nejsou v provozu lokální topeniště a jsou příznivější rozptylové podmínky, bývají koncentrace všech frakcí PM nízké a k překračování hodnoty limitu nedochází.

Počet dní s překročenou hodnotou imisního limitu v jednotlivých měsících zobrazuje následující Obr. 24. V roce 2025 došlo alespoň k jednomu překročení v těchto měsících: únor. Nejvíce překročení bylo zaznamenáno v měsíci únoru (4 překročení). V tento měsíc byly rovněž měřeny velmi nízké teploty a muselo se tedy intenzivněji topit (Obr. 6). Celkově došlo v kalendářním roce 2025 k 4 překročením. **Imisní limit pro průměrnou denní koncentraci PM_{10} tedy překročen nebyl.** Zákon umožňuje za kalendářní rok 35 překročení této hodnoty.

Nejvyšší průměrná denní koncentrace PM_{10} byla naměřena dne 11. 02. 2025 a měla hodnotu $66.4 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$. Zvýšené koncentrace byly i na dalších lokalitách měřeny zejména v únoru, listopadu a březnu. V kalendářovém zobrazení na Obr. 23) je možné dobře vidět, ve které měsíce a dny byly naměřeny nadlimitní koncentrace PM_{10} .



Obr. 22: Vývoj průměrných denních koncentrací PM, Hranice, rok 2025

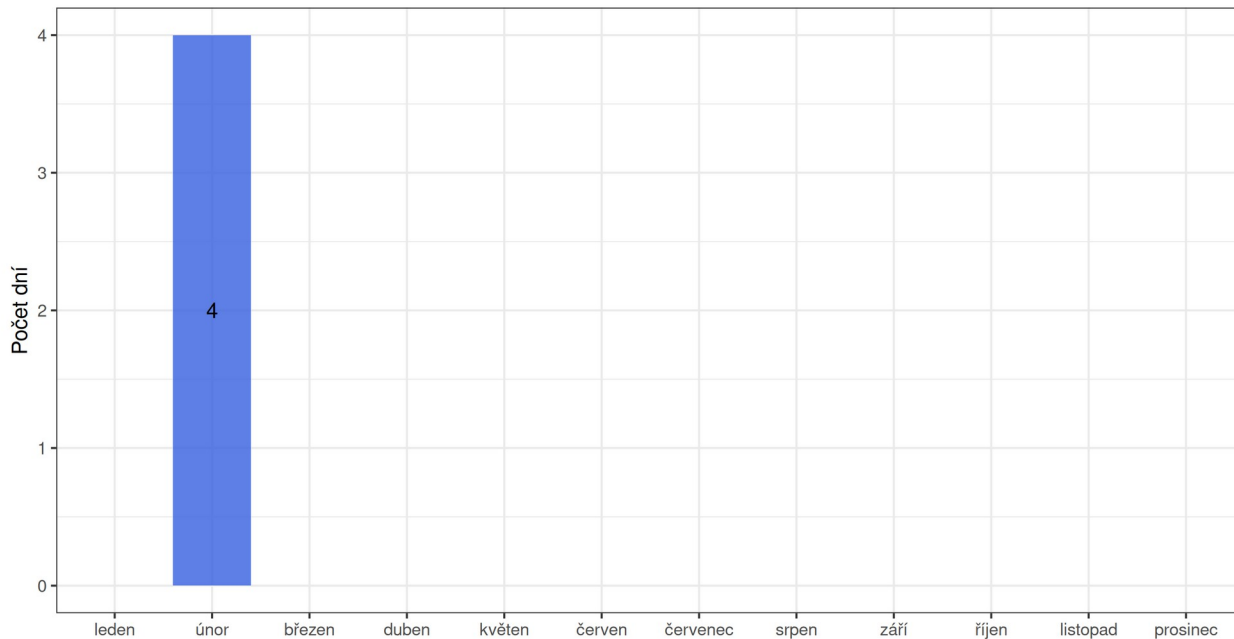


Obr. 23: Kalendářové zobrazení s hodnotami průměrných denních koncentrací PM₁₀, Hranice, rok 2025

Vývoj charakteristik, vztahujících se k dennímu imisnímu limitu pro PM₁₀ (36. nejvyšší koncentrace PM₁₀ za kalendářní rok a počet dní s překročenou hodnotou imisního limitu) zobrazuje Obr. 25. V případě obou charakteristik došlo k poklesu proti předchozímu roku. Počet dní s průměrnou denní koncentrací PM₁₀ vyšší než 50 µg•m⁻³ poklesl v roce 2025 proti roku 2024 o 9 dní, 36. nejvyšší koncentrace PM₁₀ poklesla o 5 µg•m⁻³ (14 %).

Počet dní s překročením denního imisního limitu PM₁₀ v jednotlivých měsících

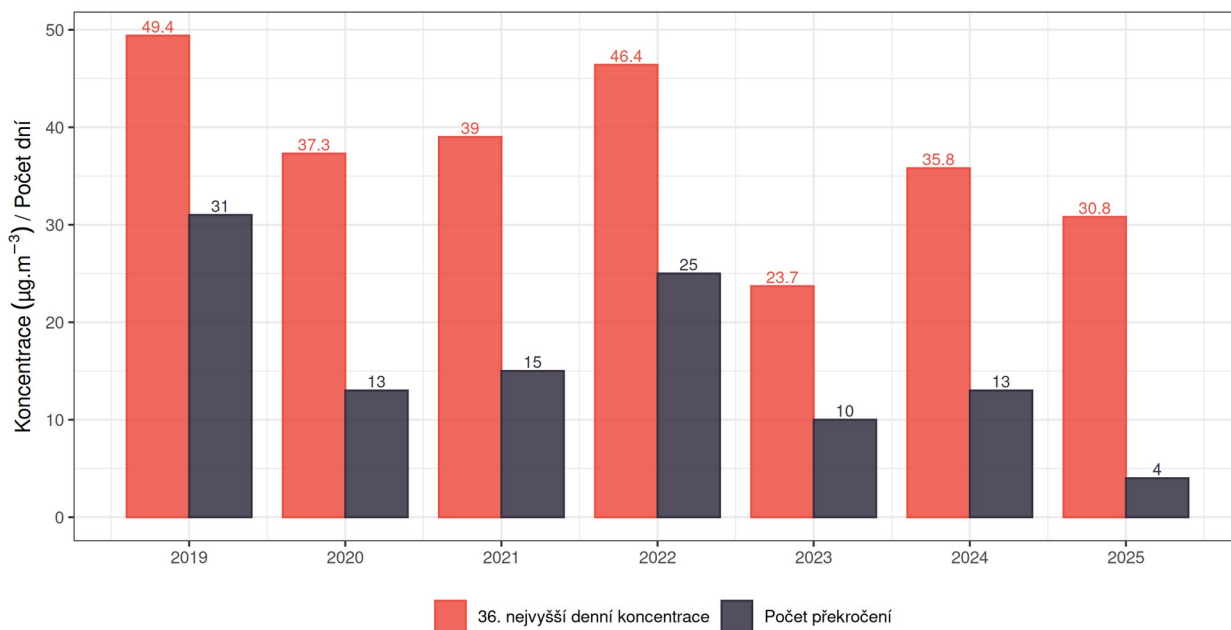
Hranice, rok 2025



Obr. 24: Počet dní s překročenou hodnotou imisního limitu pro průměrnou denní koncentraci PM₁₀ v jednotlivých měsících, Hranice, rok 2025

Vývoj 36. nejvyšší denní koncentrace PM₁₀ a překročení hodnoty imisního limitu

Hranice, rok 2025



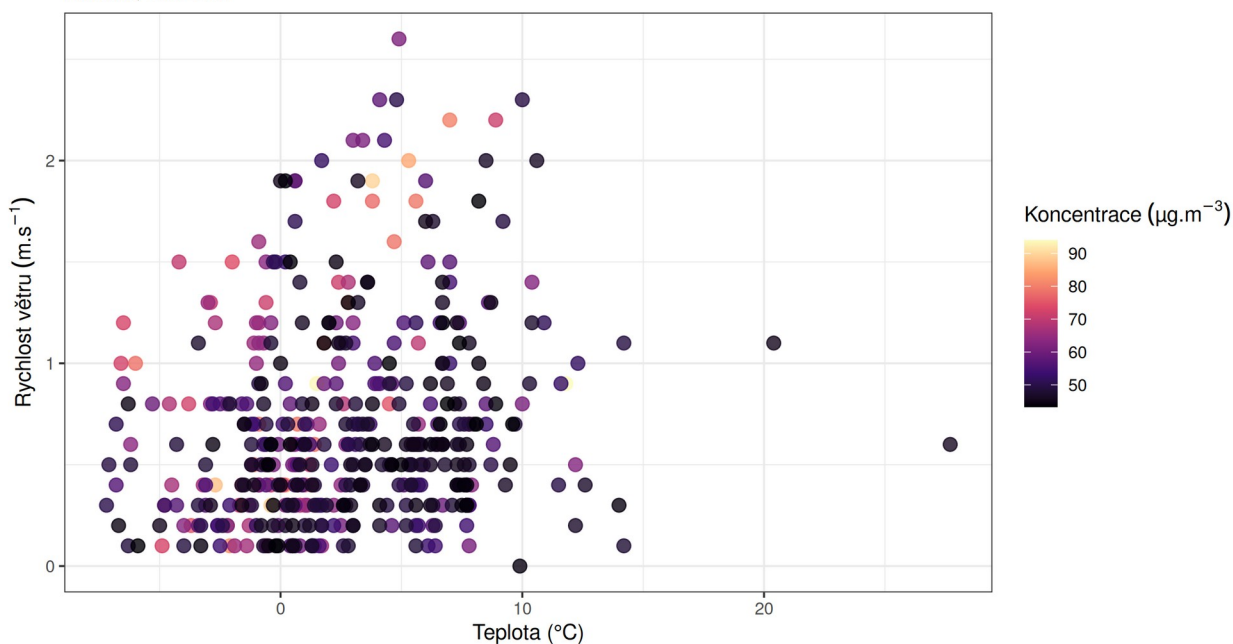
Obr. 25: Vývoj 36. nejvyšší denní koncentrace PM₁₀ a počtu dní s překročením hodnoty imisního limitu pro denní koncentraci PM₁₀, Hranice, rok 2025

Vzhledem k tomu, že jsou trend a z velké části i hodnoty PM_{10} , $PM_{2.5}$ a PM_1 téměř totožné (Obr. 22), bude vliv meteorologických podmínek zobrazen pouze pro PM_{10} , avšak totéž platí i pro jemnější frakce.

Obr. 26 zobrazuje, při jakých teplotách a rychlostech větru se vyskytuje 5 % nejvyšších hodinových koncentrací PM_{10} naměřených v lokalitě Hranice v roce 2025. Z analýzy těchto 5 % nejvyšších koncentrací PM_{10} lze vyčíst, že nejčastěji se tyto koncentrace vyskytují při teplotě kolem $0.6\text{ }^{\circ}\text{C}$ a rychlosti větru přibližně $0.4\text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$.

Na Obr. 27 jsou nad sebou zobrazeny tři grafy. Křivka vždy zobrazuje vývoj koncentrací PM_{10} , zbarvení křivky na horním grafu vždy zobrazuje aktuální teplotu vzduchu, v prostředním grafu pak rychlost proudění větru a ve spodním grafu relativní vlhkost. Grafy pak potvrzují, co bylo patrné na předchozím grafu. Vyšší koncentrace PM_{10} jsou měřeny při nízkých teplotách a nízkých rychlostech větru a spíše při vyšší relativní vlhkosti vzduchu. To jsou podmínky charakteristické pro teplotní inverzi. Nízké teploty se dále promítnou do potřeby více topit, takže se zvyšují emise z lokálních topenišť – v chladné části roku nejvýznamnější zdroj prašnosti. Nízké rychlosti větru pak zabraňují dostatečnému rozptýlení škodlivin a koncentrace se tak neustále zvyšují.

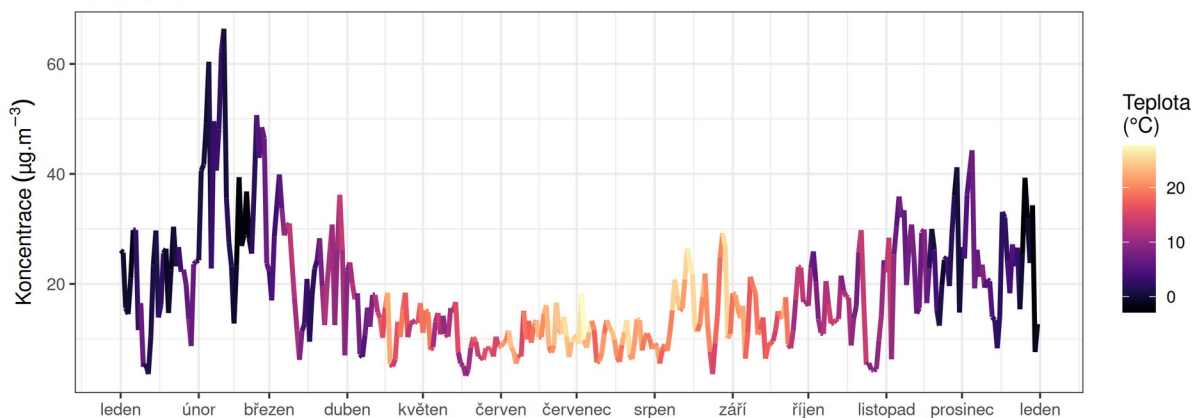
Pozorovaná teplota a rychlost větru pro 5 % nejvyšších koncentrací PM_{10}
Hranice, rok 2025



Obr. 26: Pozorovaná teplota a rychlost větru pro 5 % nejvyšších koncentrací PM_{10} , Hranice, rok 2025

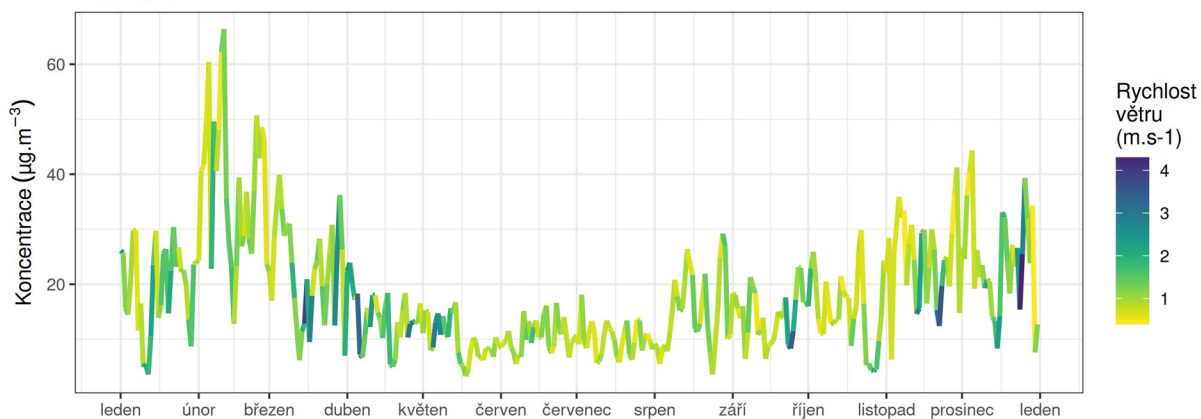
Vývoj průměrných denních koncentrací PM₁₀ v závislosti na teplotě vzduchu

Hranice, rok 2025



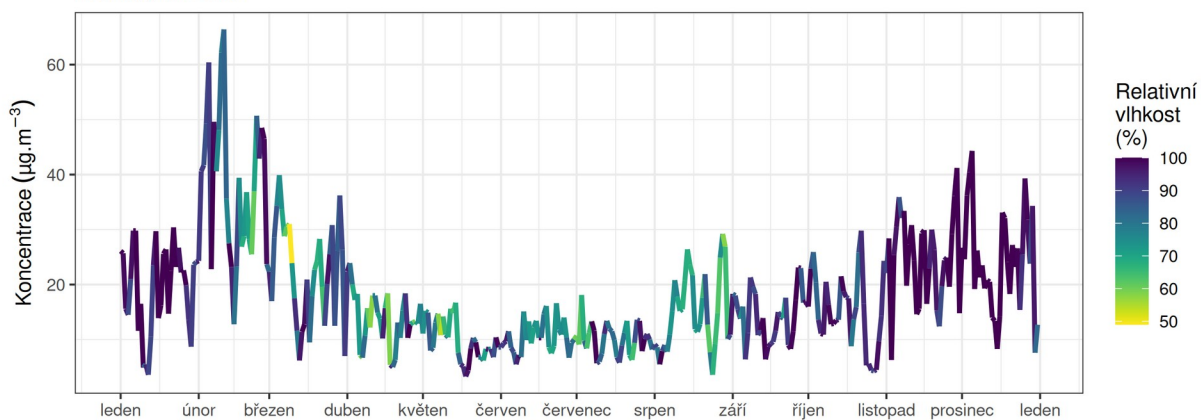
Vývoj průměrných denních koncentrací PM₁₀ v závislosti na rychlosti větru

Hranice, rok 2025



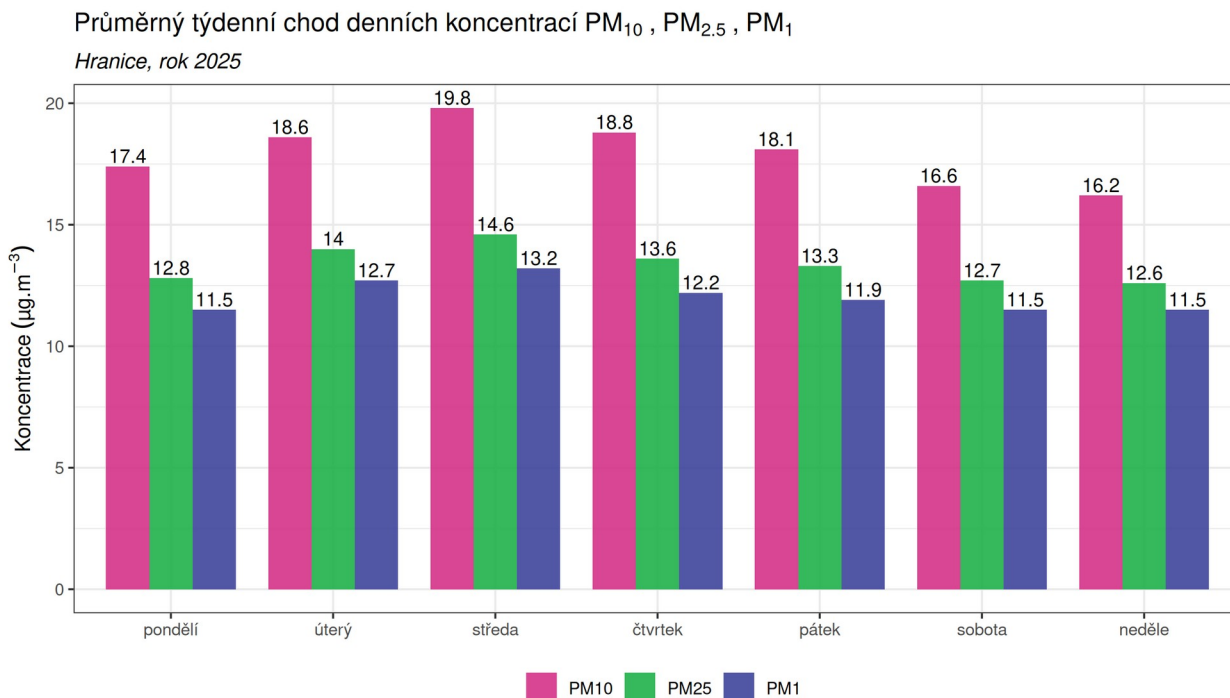
Vývoj průměrných denních koncentrací PM₁₀ v závislosti na relativní vlhkosti vzduchu

Hranice, rok 2025



Obr. 27: Vliv teploty (nahore), rychlosti větru (uprostřed) a relativní vlhkosti (dole) na koncentrace PM₁₀, Hranice, rok 2025

Graf na Obr. 28 posuzuje denní koncentrace PM_{10} , $PM_{2.5}$ a PM_1 z hlediska dne v týdnu. V průměru nejvyšší průměrná koncentrace PM_{10} byla v roce 2025 naměřena v středu s hodnotou $19.8 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$. Naopak nejnižší průměrná koncentrace PM_{10} byla naměřena v neděli s hodnotou $16.2 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$.



Obr. 28: Průměrný týdenní chod denních koncentrací PM, Hranice, rok 2025

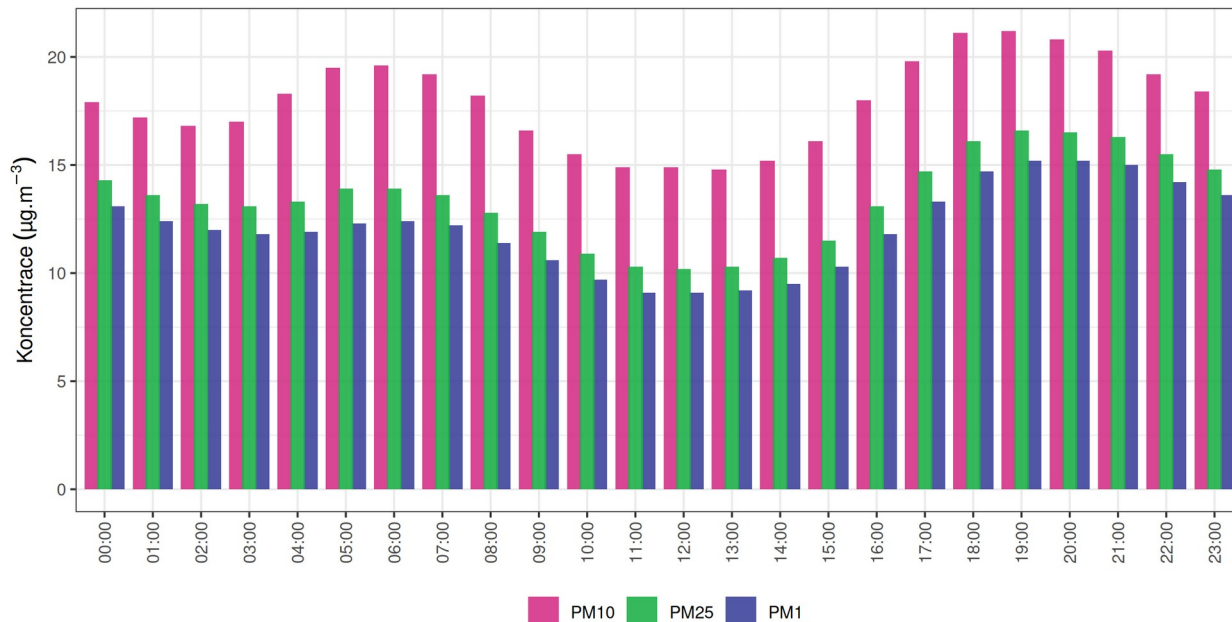
3.1.4 ANALÝZA HODINOVÝCH KONCENTRACÍ – DENNÍ CHOD A KONCENTRAČNÍ RŮŽICE

Zprůměrováním všech naměřených koncentrací v jednotlivé hodiny lze získat průměrný denní chod koncentrací PM_{10} , $PM_{2.5}$ a PM_1 v lokalitě Hranice. Denní chod koncentrací PM_{10} zobrazuje Obr. 29.

Z grafů je patrné, že nejvyšší hodnoty koncentrací PM_{10} jsou dosahovány ve večerních a nočních hodinách. Je to velmi pravděpodobně důsledek návratu lidí z práce a zatopení v lokálních topeništích, které plošně navýší hodnoty koncentrací prašnosti v celém území. Svůj vliv mají také rozptylové podmínky, které bývají v noci horší. V datech je dále viditelná menší ranní špička související zřejmě s provozem při odchodu do práce či školy. V průměru nejvyšší koncentrace PM_{10} byly měřeny v 19:00 s hodnotou $21.2 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$. Nejnižší koncentrace PM_{10} pak byly naměřeny v 13:00 s hodnotou $14.8 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$.

Průměrný denní chod hodinových koncentrací PM₁₀, PM_{2,5}, PM₁

Hranice, rok 2025



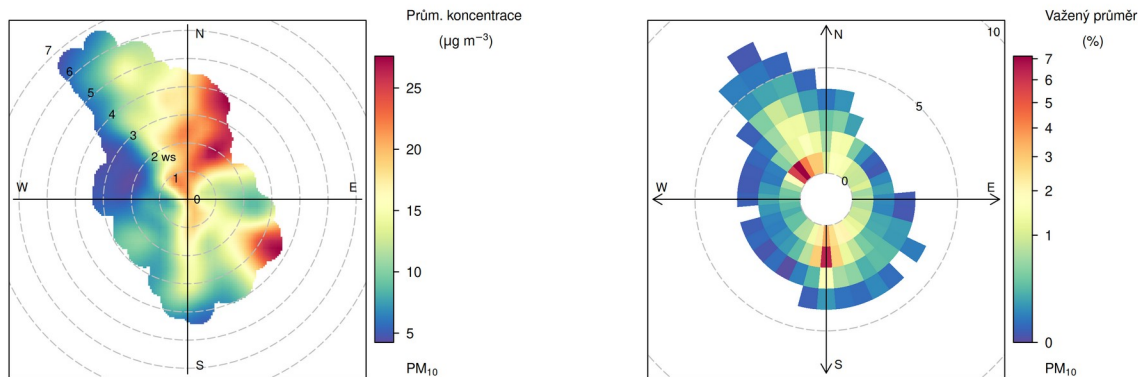
Obr. 29: Průměrný týdenní chod denních koncentrací PM, Hranice, rok 2025

Koncentrační růžice jsou efektivním nástrojem pro analýzu znečištění ovzduší na základě meteorologických charakteristik. Pro jejich konstrukci se využívají hodinová data meteorologických parametrů (například směru a rychlosti větru) a koncentrací znečišťujících látek. Princip vychází z větrné růžice, kde směr větru odpovídá polárním souřadnicím, a vzdálenost od středu růžice reprezentuje rychlost větru – střed růžice symbolizuje bezvětří, zatímco směrem k okrajům rychlost větru roste.

V koncentrační růžici jsou pro jednotlivé kombinace rychlosti a směru větru zprůměrovány koncentrace konkrétní škodliviny, naměřené za odpovídajících podmínek. Základní koncentrační růžice tak poskytuje přehled o průměrných (a případně nejvyšších) koncentracích dosažených při různých směrech a rychlostech větru.

Vážená koncentrační růžice přidává další vrstvu informace tím, že do výpočtu zahrnuje i četnost výskytu jednotlivých kombinací směru a rychlosti větru. Výsledkem je vážený průměr koncentrací, který odráží, jakým podílem přispívají různé směry větru k celkovým naměřeným koncentracím dané škodliviny.

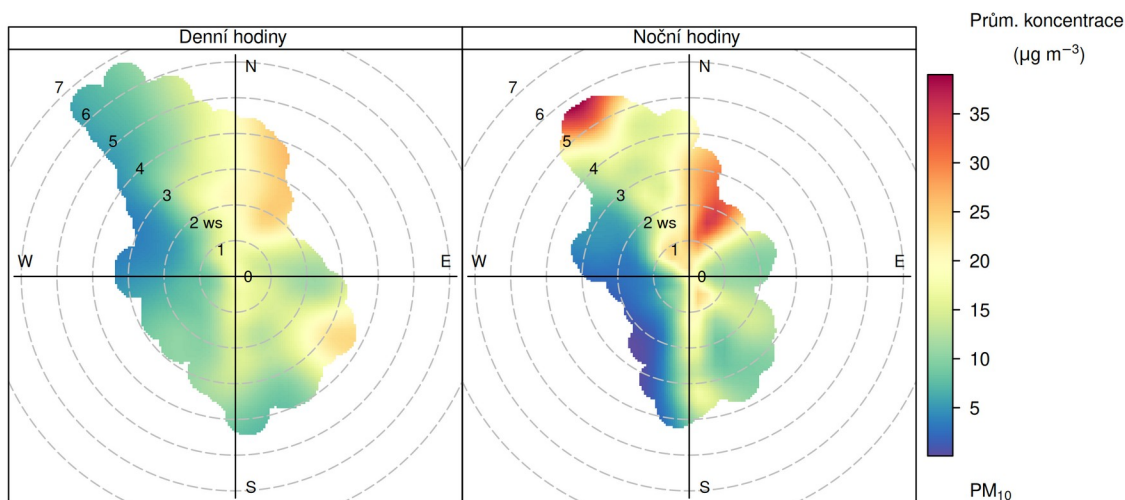
Následující Obr. 30 zobrazuje tyto dva typy koncentračních růžic pro lokalitu Hranice.



Obr. 30: Koncentrační růžice (vlevo) a vážená koncentrační růžice (vpravo) pro PM_{10} , Hranice, rok 2025

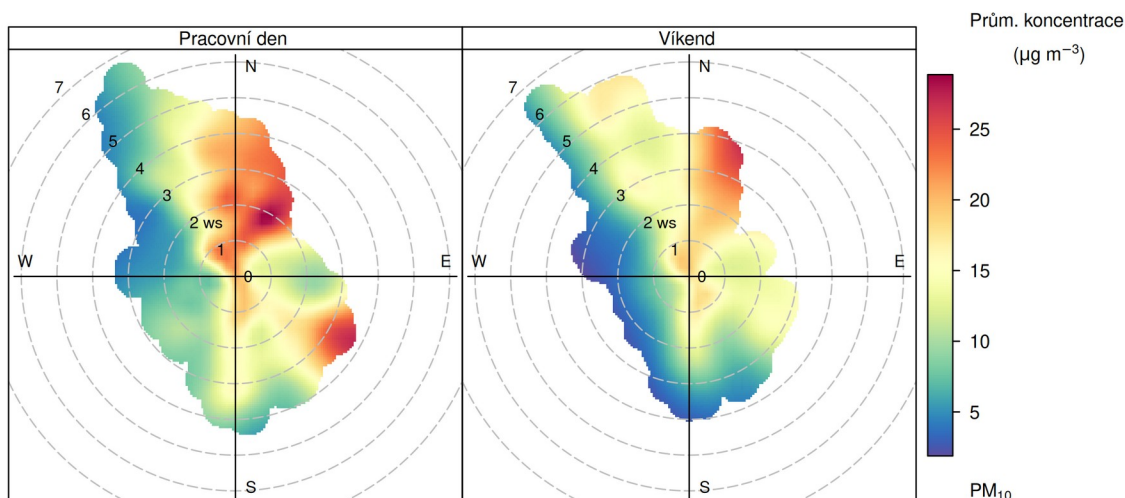
Nejvyšší koncentrace $28 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ byla naměřena při proudění ze severovýchodu a rychlosti větru $3,7 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$. Nejvyšší vážený průměr koncentrací PM_{10} (2,7 %) byla naměřena při proudění ze severozápadu a rychlosti větru $1,0 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$.

Na následujícím Obr. 31 je koncentrační růžice rozdělená na den a noc. Vyšší koncentrace PM_{10} byla zaznamenána v nočních hodinách. V denních hodinách byla maximální koncentrace $26 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ při proudění ze severovýchodu a rychlosti větru $3,7 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$. V nočních hodinách byla maximální koncentrace $39 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ při proudění ze severozápadu a rychlosti větru $5,7 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$.



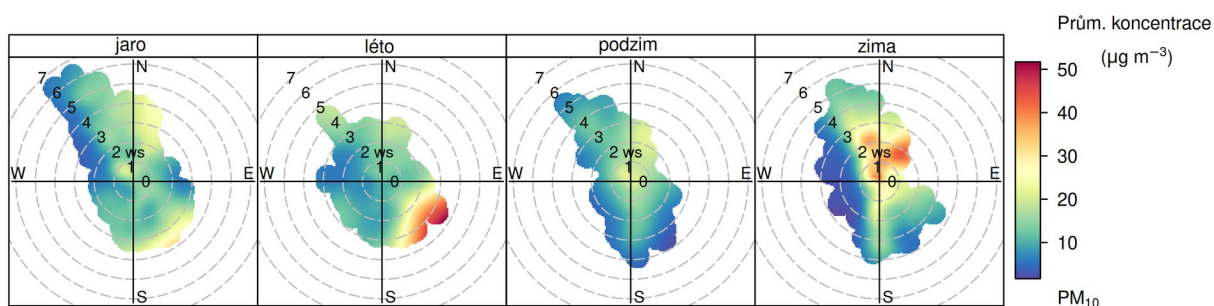
Obr. 31: Koncentrační růžice PM_{10} v denních a nočních hodinách, Hranice, rok 2025

Koncentrační růžici je taky možné rozdělit na pracovní dny a víkendové dny (Obr. 32). Vyšší koncentrace PM_{10} byla zaznamenána v pracovní dny. V pracovní dny byla maximální koncentrace $29 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ při proudění ze severovýchodu a rychlosti větru $2,0 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$. O víkendu byla maximální koncentrace $27 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ při proudění ze severu a rychlosti větru $3,9 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$.



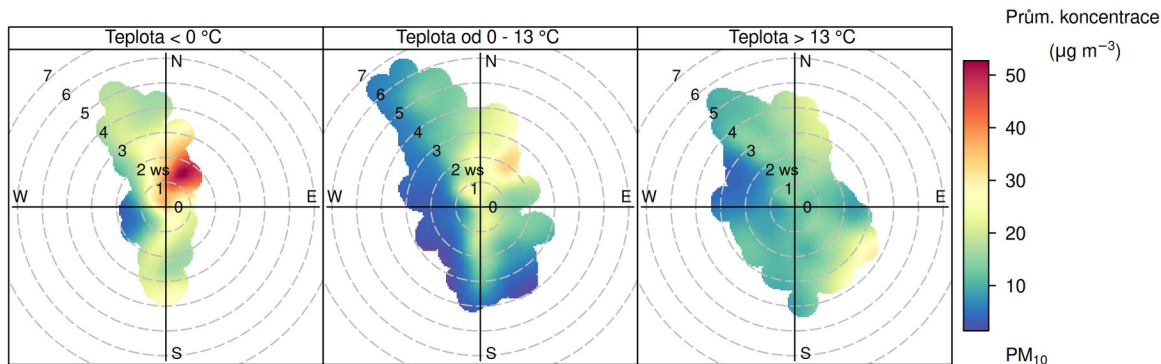
Obr. 32: Koncentrační růžice PM_{10} v pracovní dny a o víkendu, Hranice, rok 2025

Následující Obr. 33 zobrazuje koncentrační růžice v jednotlivých ročních obdobích. Nejvyšší koncentrace PM_{10} byla zaznamenána v letních měsících, kdy zřejmě došlo k lokálnímu ovlivnění. Na jaře byla maximální koncentrace PM_{10} $32 \mu\text{g} \cdot \text{m}^{-3}$ při rychlosti větru $3,8 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ z jihovýchodu. V létě dosáhla maximální hodnota $52 \mu\text{g} \cdot \text{m}^{-3}$ při rychlosti větru $3,8 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ z jihovýchodu. Na podzim byla zaznamenána maximální koncentrace $22 \mu\text{g} \cdot \text{m}^{-3}$ při rychlosti větru $0,4 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ ze severozápadu. V zimních měsících byla maximální koncentrace PM_{10} $44 \mu\text{g} \cdot \text{m}^{-3}$ při rychlosti větru $1,8 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ ze severovýchodu.



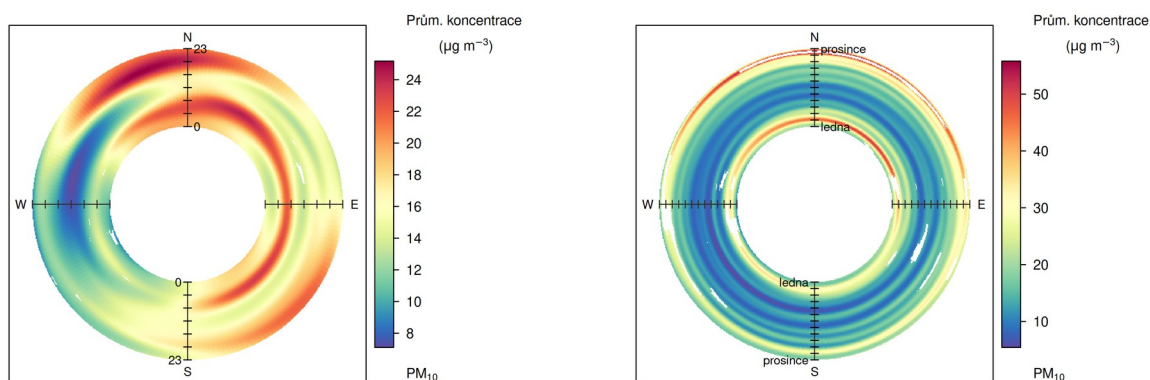
Obr. 33: Koncentrační růžice PM_{10} v jednotlivých ročních obdobích, Hranice, rok 2025

Dále lze rozdělit koncentrační růžice na základě teplot vzduchu (Obr. 34). Nejvyšší koncentrace PM_{10} byla zaznamenána při teplotách nižších než $0 \text{ }^\circ\text{C}$. Při teplotě pod $0 \text{ }^\circ\text{C}$ byla maximální koncentrace $53 \mu\text{g} \cdot \text{m}^{-3}$ při proudění ze severovýchodu a rychlosti větru $1,7 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$. V intervalu teplot od 0 do $13 \text{ }^\circ\text{C}$ byla maximální koncentrace $34 \mu\text{g} \cdot \text{m}^{-3}$ při proudění ze severovýchodu a rychlosti větru $2,0 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$. Při teplotách nad $13 \text{ }^\circ\text{C}$ byla maximální koncentrace $31 \mu\text{g} \cdot \text{m}^{-3}$ při proudění z jihovýchodu a rychlosti větru $3,8 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$.



Obr. 34: Koncentrační růžice PM_{10} ve vybraných teplotních intervalech, Hranice, rok 2025

Cenné informace poskytuje rovněž průměrný denní a roční chod, členěný dle směru větru. V případě denního chodu je uprostřed první hodina po půlnoci a na okraji pak 23. hodina. V případě ročního chodu je pak uprostřed 1. 1. a na okraji 31. 12. Směry větru jsou totožné jako v případě růžic. Koncentrace PM_{10} v lokalitě Hranice jsou takto zobrazeny na Obr. 35.



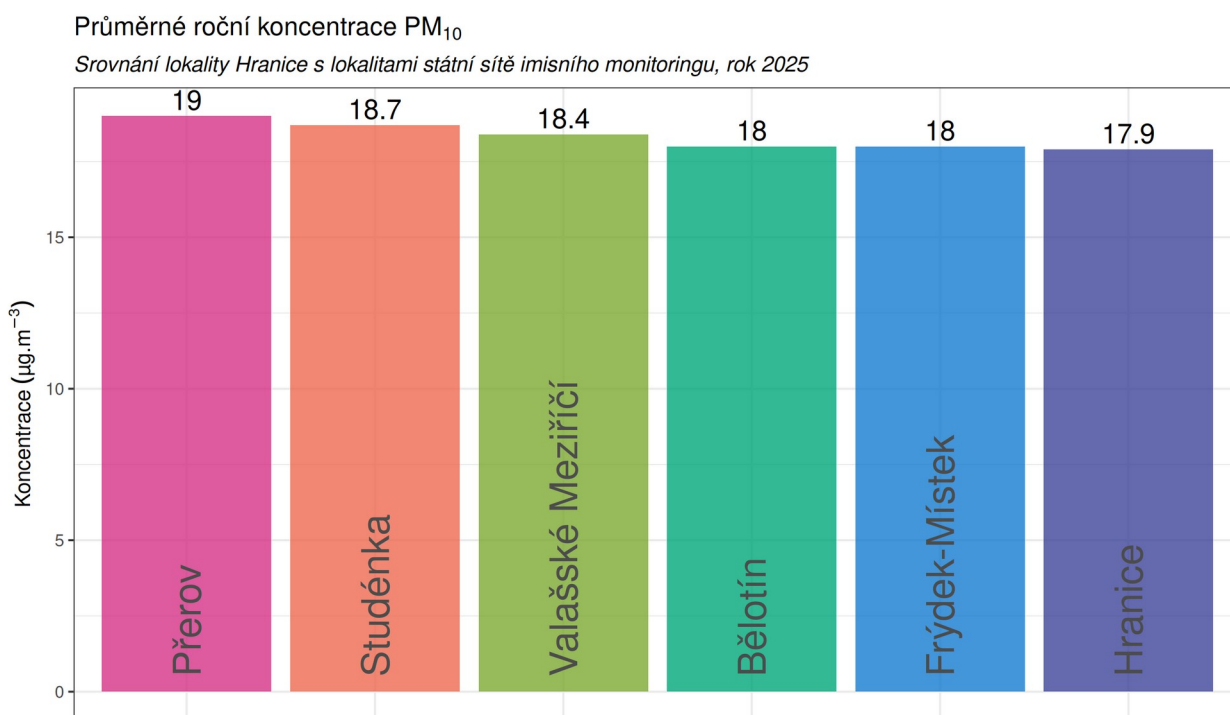
Obr. 35: Průměrný denní chod (vlevo) a roční chod (vpravo) koncentrací PM_{10} dle směru větru, Hranice, rok 2025

Nejvyšší koncentrace PM_{10} ($25 \mu\text{g} \cdot \text{m}^{-3}$) v rámci denního chodu byla zaznamenána kolem 19. hodiny při proudění z severních směrů. Nejvyšší koncentrace PM_{10} ($56 \mu\text{g} \cdot \text{m}^{-3}$) v rámci ročního chodu byla zaznamenána v prosinci při proudění z severních směrů.

3.1.5 SROVNÁNÍ S LOKALITAMI STÁTNÍ SÍTĚ IMISNÍHO MONITORINGU

V této podkapitole budou koncentrace, naměřené v lokalitě Hranice, srovnány s hodnotami naměřenými ve státní síti imisního monitoringu Českého hydrometeorologického ústavu (ČHMÚ). Charakteristika lokalit je uvedena v kapitole *Data a jejich zpracování* v Tab. 2.

Na následujícím Obr. 36 jsou zobrazeny průměrné roční koncentrace částic PM₁₀ na lokalitách v blízkém okolí lokality Hranice a srovnány s koncentracemi zde měřenými v roce 2025. Průměrné roční koncentrace PM₁₀ ve sledovaných lokalitách se pohybují v rozmezí od 17,9 do 19 μg•m⁻³. Nejvyšší hodnoty koncentrací byly naměřeny v Přerově (19 μg•m⁻³), zatímco nejnižší byly zaznamenány v lokalitě Hranice (17,9 μg•m⁻³). Žádná ze sledovaných lokalit nepřekročila imisní limit pro PM₁₀ stanovený hodnotou 40 μg•m⁻³.



Obr. 36: Srovnání průměrné roční koncentrace PM₁₀ lokality Hranice s okolními stanicemi státní sítě imisního monitoringu, rok 2025

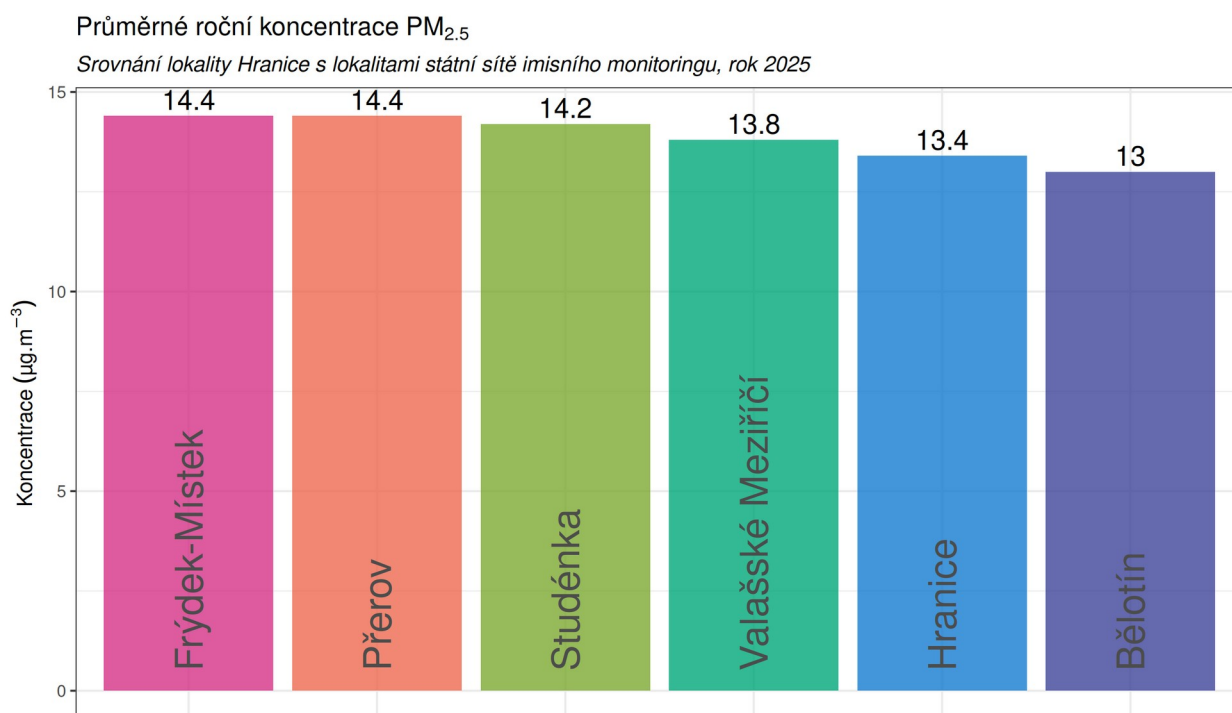
Na následujícím grafu na Obr. 37 jsou obdobně zobrazeny hodnoty průměrných ročních koncentrací PM_{2,5} na vybraných lokalitách. Průměrné roční koncentrace PM_{2,5} ve sledovaných lokalitách se pohybují v rozsahu od 13 do 14,4 μg•m⁻³. Nejvyšší hodnoty byly naměřeny ve Frýdku-Místku a Přerově, obě s koncentrací 14,4 μg•m⁻³, nejnižší pak v Běloutíně s koncentrací 13 μg•m⁻³. Žádná ze sledovaných lokalit nepřekročila imisní limit PM_{2,5} stanovený hodnotou 20 μg•m⁻³. Lokalita Hranice spadá mezi oblasti s nižšími koncentracemi PM_{2,5} ve sledovaném souboru.

Graf na následujícím Obr. 38 zobrazuje poslední legislativou sledovanou charakteristiku pro suspendované částice PM₁₀. Jedná se o imisní limit pro průměrnou denní koncentraci PM₁₀, jehož hodnota může být za kalendářní rok 35x překročena. V grafu je zobrazen počet dní s překročenou

hodnotou imisního limitu pro průměrnou denní koncentraci PM_{10} . V případě překročení limitu je číslo v popisku zobrazeno červeně.

Počet dní s překročenou hodnotou imisního limitu pro průměrnou denní koncentraci PM_{10} se ve sledovaných lokalitách pohybuje v rozmezí od 4 do 11 dní. Nejvyšší počet překročení byl zaznamenán ve Studénce (11 dní), nejnižší pak v Hranicích (4 dny). Žádná z lokalit nepřekročila imisní limit stanovený na 35 dní.

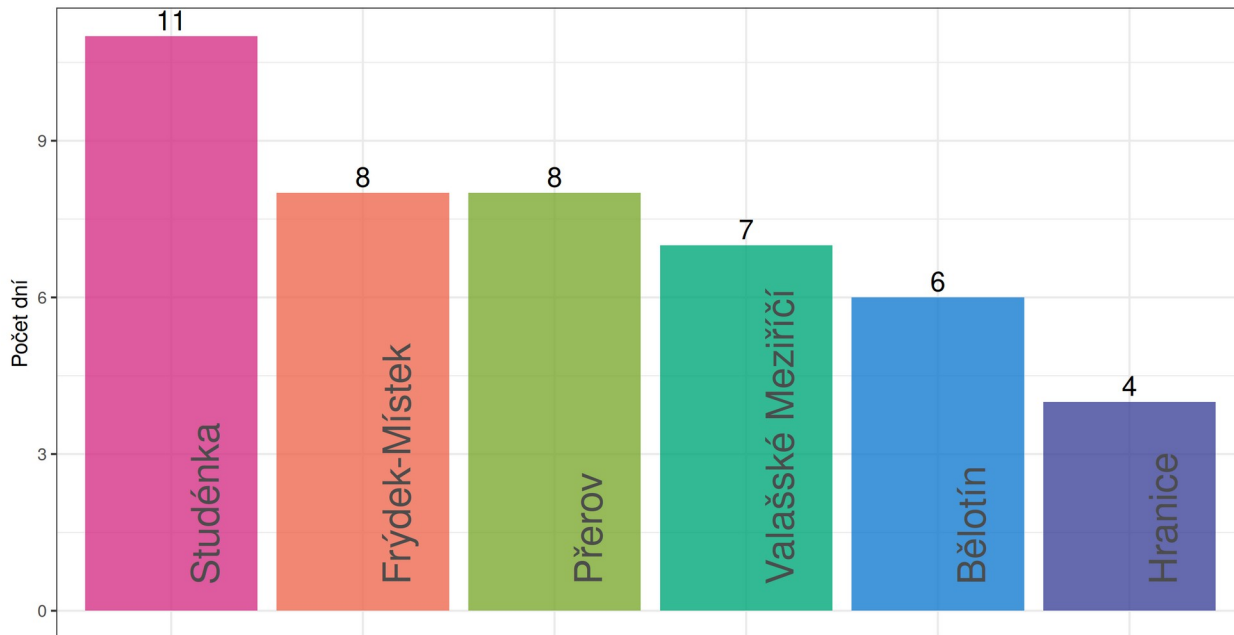
Následující grafy na Obr. 39 a Obr. 40 zobrazují průměrné měsíční koncentrace PM_{10} a $PM_{2,5}$ naměřené ve vybraných lokalitách. Z obou grafů je patrné, že vývoj koncentrací v jednotlivých měsících byl na všech lokalitách podobný. Rovněž je patrné, že obdobně jako v lokalitě Hranice byly i v ostatních lokalitách měsíce s nejvyššími koncentracemi totožné. Je tedy zřejmé, že vliv na zvýšené koncentrace neměly lokální zdroje, ale ovlivnění bylo především regionální, resp. nadregionální.



Obr. 37: Srovnání průměrné roční koncentrace $PM_{2,5}$ lokality Hranice s okolními stanicemi státní sítě imisního monitoringu, rok 2025

Počet dní s koncentracemi PM₁₀ vyššími, než je hodnota denního imisního limitu

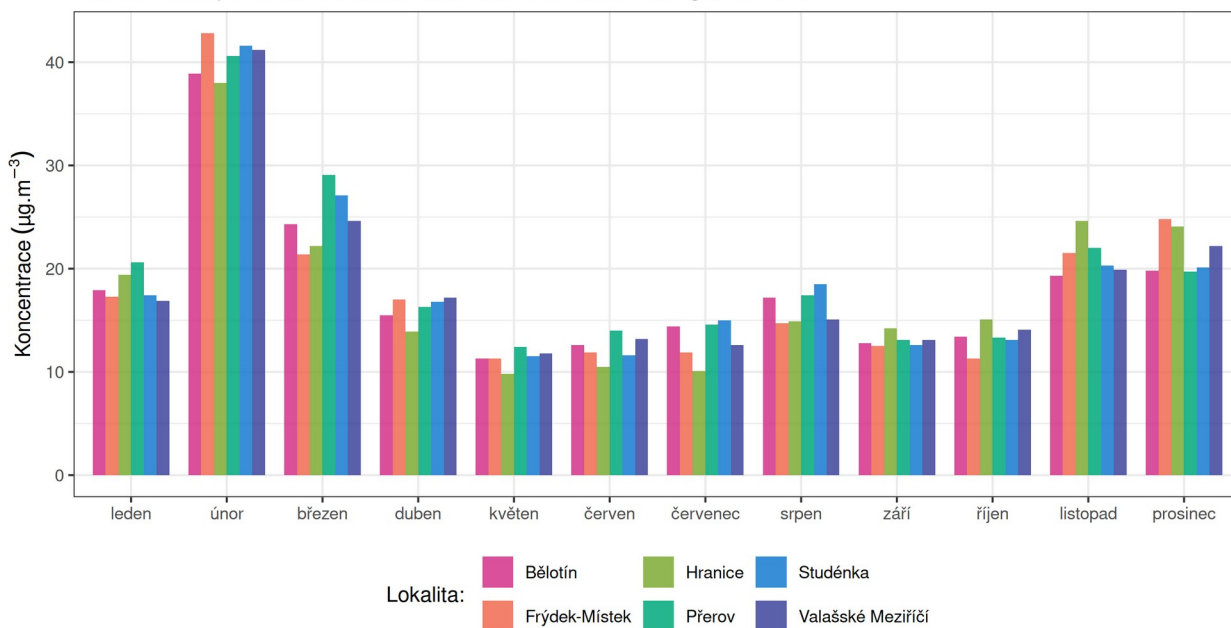
Srovnání lokality Hranice s lokalitami státní sítě imisního monitoringu, rok 2025



Obr. 38: Srovnání průměrné roční koncentrace PM₁₀ lokality Hranice s okolními stanicemi státní sítě imisního monitoringu, rok 2025

Průměrné měsíční koncentrace PM₁₀

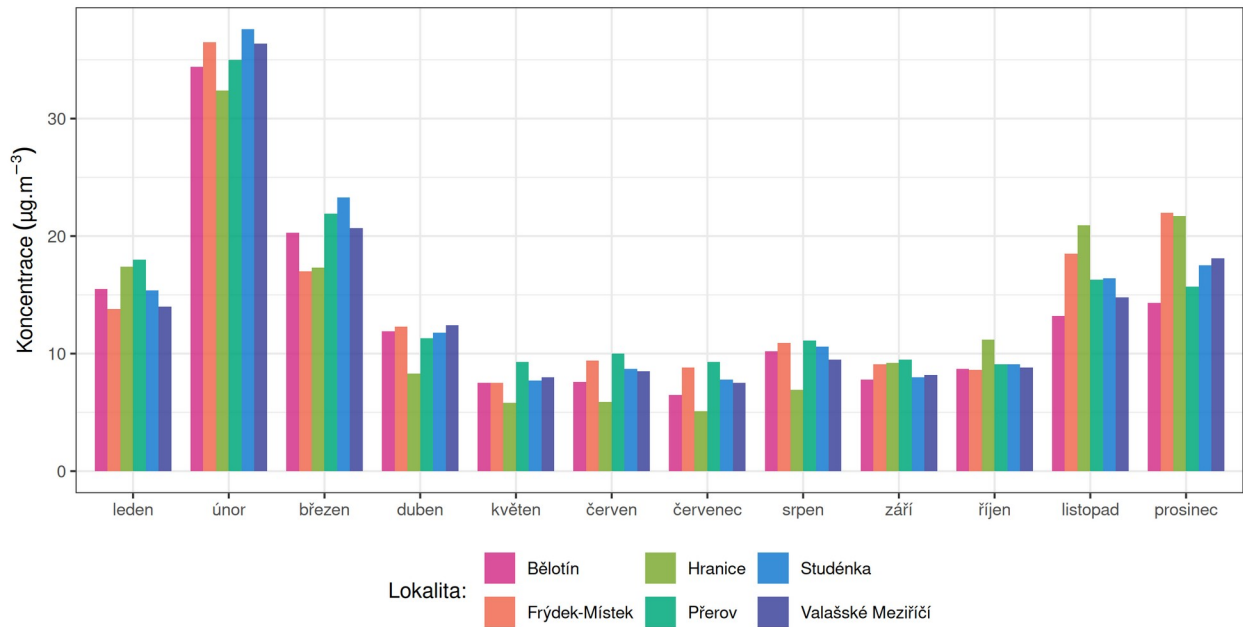
Srovnání lokality Hranice s lokalitami státní sítě imisního monitoringu, rok 2025



Obr. 39: Srovnání průměrných měsíčních koncentrací PM₁₀ lokality Hranice s okolními stanicemi státní sítě imisního monitoringu, rok 2025

Průměrné měsíční koncentrace PM_{2.5}

Srovnání lokality Hranice s lokalitami státní sítě imisního monitoringu, rok 2025

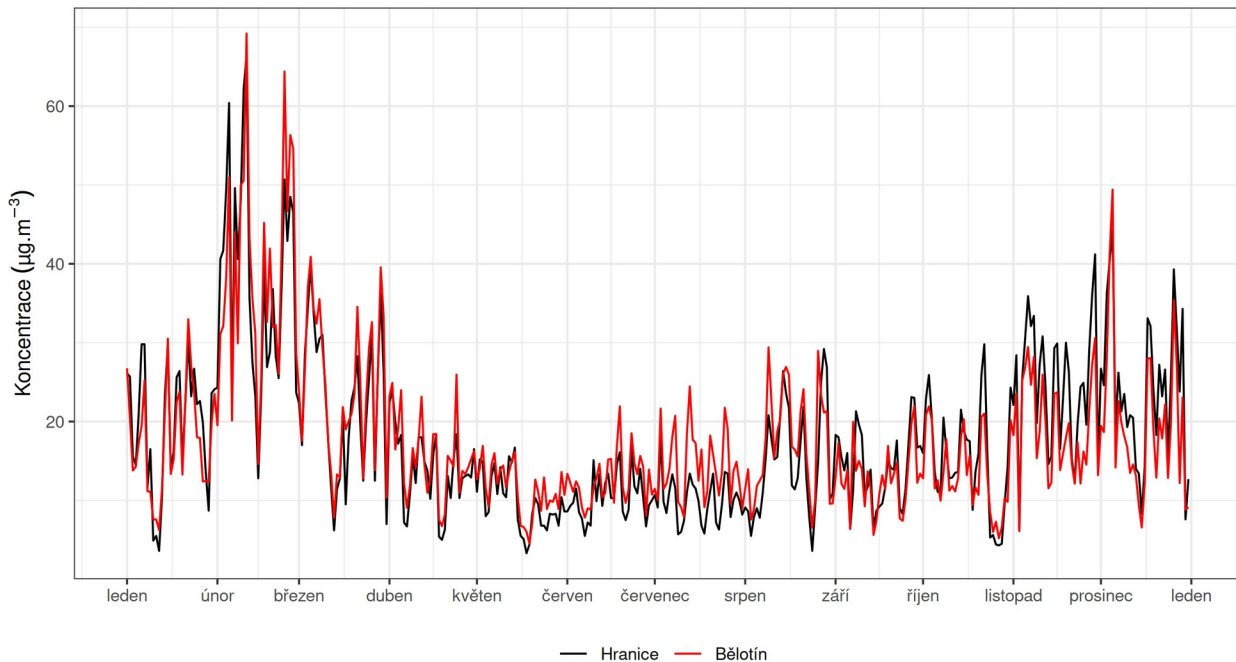


Obr. 40: Srovnání průměrných měsíčních koncentrací PM_{2.5} lokality Hranice s okolními stanicemi státní sítě imisního monitoringu, rok 2025

Následující graf na Obr. 41 srovnání průměrných denních koncentrací PM₁₀ (nahore) a PM_{2.5} (dole) s lokalitou státní sítě imisního monitoringu Bělotín.

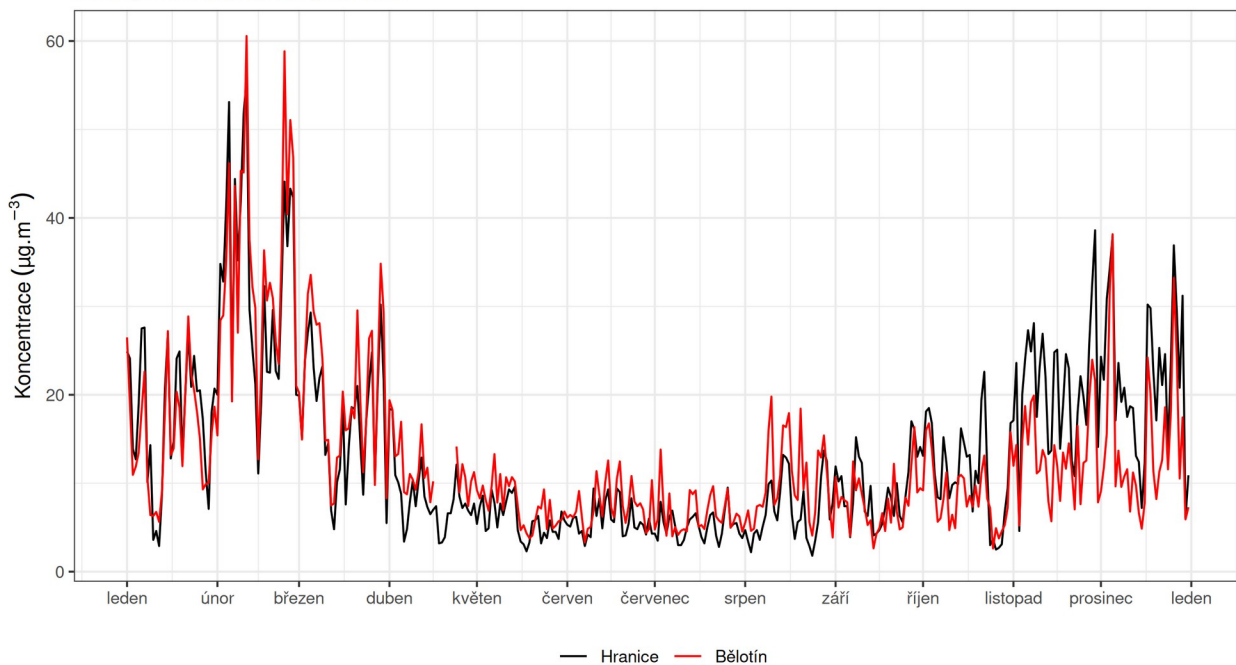
Srovnání průměrných denních koncentrací PM₁₀

Lokality Hranice a Běloutín, rok2025



Srovnání průměrných denních koncentrací PM_{2,5}

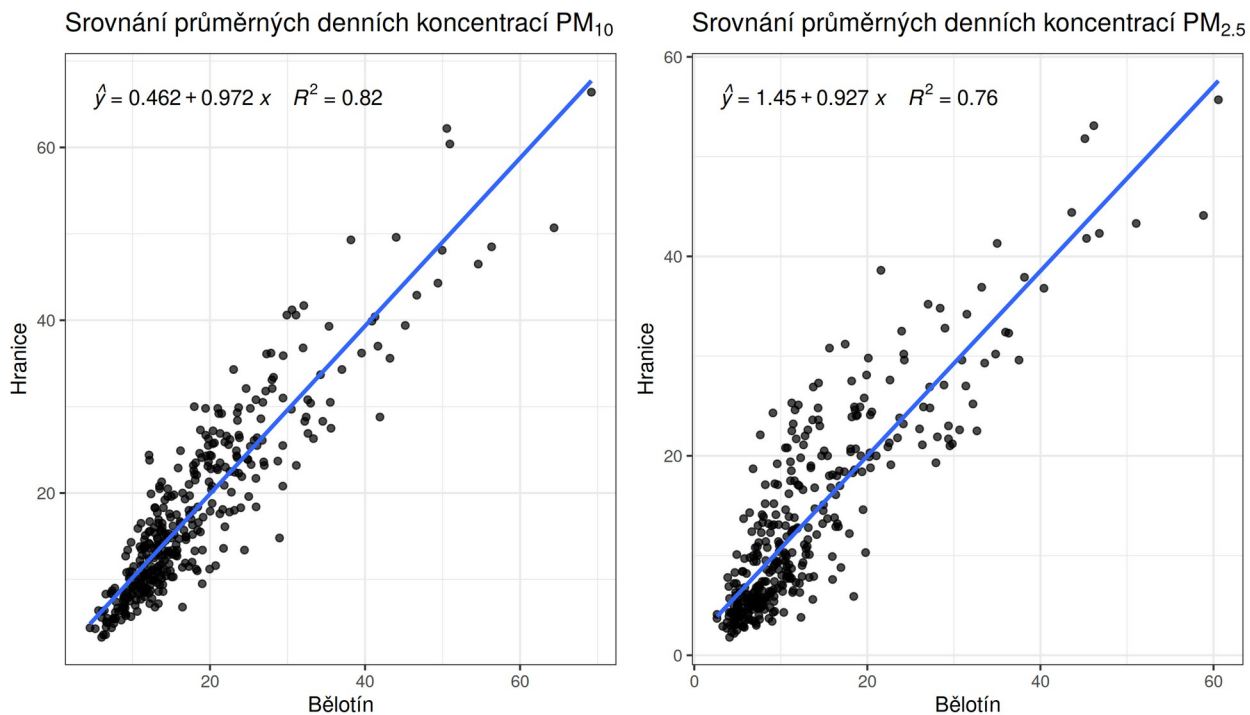
Lokality Hranice a Běloutín, rok2025



Obr. 41: Srovnání průměrných denních koncentrací PM₁₀ (nahore) a PM_{2,5} (dole), lokality Hranice a Běloutín, rok2025

Z grafu je dobře patrné, že vývoj průměrných denních koncentrací je v obou lokalitách velmi podobný. Rozdíl lze pozorovat ve špičkách, kdy se koncentrace v lokalitě Hranice pohybují mírně nad hodnotami koncentrací měřenými v lokalitě Bělotín.

Mezi stanicemi existuje velmi dobrá korelace jak pro PM_{10} , tak pro $PM_{2,5}$, jak ukazují grafy na Obr. 42. Vyšší koncentrace v lokalitě Hranice jsou zřejmě způsobeny rozdílnou orografií terénu.



Obr. 42: Korelace průměrných denních koncentrací PM_{10} (vlevo) a $PM_{2,5}$ (vpravo), lokality Hranice a Bělotín, rok2025

3.2 OXIDY DUSÍKU NO₂, NO A NO_x

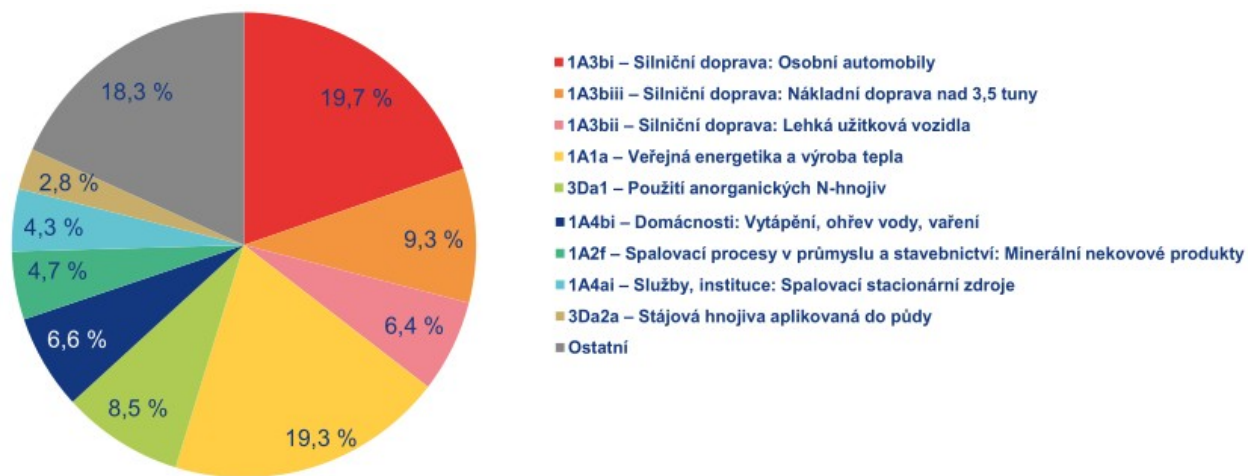
Při sledování a hodnocení kvality venkovního ovzduší se pod termínem oxidy dusíku (NO_x) rozumí směs oxidu dusnatého (NO) a oxidu dusičitého (NO₂) [13].

Pro oxid dusičitý jsou v příloze 1 zákona o ochraně ovzduší [1] uvedeny dva imisní limity. Pro průměrnou roční koncentraci a pro hodinovou koncentraci, která může být za kalendářní rok 18x překročena (viz Tab. 1).

Z hlediska imisních limitů je na území ČR důležitý pouze imisní limit pro průměrnou roční koncentraci NO₂. Imisní limit pro hodinovou koncentraci není v současnosti v žádné lokalitě v ČR překračován, a to ani na dopravně nejzatíženějších lokalitách, jako je Praha-Legerova.

Více než 90 % z celkových oxidů dusíku ve venkovním ovzduší je emitováno ve formě NO. NO₂ vzniká relativně rychle reakcí NO s přízemním ozonem nebo s radikály typu HO₂, popř. RO₂ [14]. Řadou chemických reakcí se část NO_x přemění na HNO₃/NO₃⁻, které jsou z atmosféry odstraňovány suchou a mokrou atmosférickou depozicí. Pozornost je věnována NO₂ z důvodu jeho negativního vlivu na lidské zdraví. Hraje také klíčovou roli při tvorbě fotochemických oxidantů.

V Evropě vznikají emise NO_x převážně z antropogenních spalovacích procesů, kde NO vzniká reakcí mezi dusíkem a kyslíkem ve spalovaném vzduchu a částečně i oxidací dusíku z paliva. Hlavní antropogenní zdroje představuje především silniční doprava (významný podíl má ovšem i doprava letecká a vodní), a dále spalovací procesy ve stacionárních zdrojích. Méně než 10 % celkových emisí NO_x vzniká ze spalování přímo ve formě NO₂. Přírodní emise NO_x vznikají převážně z půdy, vulkanickou činností a při vzniku blesků. Jsou poměrně významné z globálního pohledu, z pohledu Evropy však představují méně než 10 % celkových emisí [15].



Obr. 43: Podíl sektorů NFR na celkových emisích NO_x v ČR, rok 2023 [9]

Největší množství emisí NO_x pochází z mobilních zdrojů. Silniční doprava se v roce 2024 v součtu podílely na celkových emisích NO_x 35,4 %. Sektor 1A3bi – Silniční doprava: Osobní automobily se podílely 19,7 %, sektor 1A3biii – Silniční doprava: Nákladní doprava nad 3,5 t a 1A3bii – Silniční doprava: Lehká užitková vozidla se na celorepublikových emisích NO_x v roce 2024 podílely 9,3 % a 6,4 %. Ze sektoru 1A1a –

Veřejná energetika a výroba tepla bylo do ovzduší vneseno 19,3 % emisí NO_x, ze sektoru 3Da1 – Použití anorganických N-hnojiv 8,5 %, a ze sektoru 1A4bi – Domácnosti: Vytápění, ohřev vody, vaření 6,6 % [8].

3.2.1 PRŮMĚRNÉ ROČNÍ KONCENTRACE

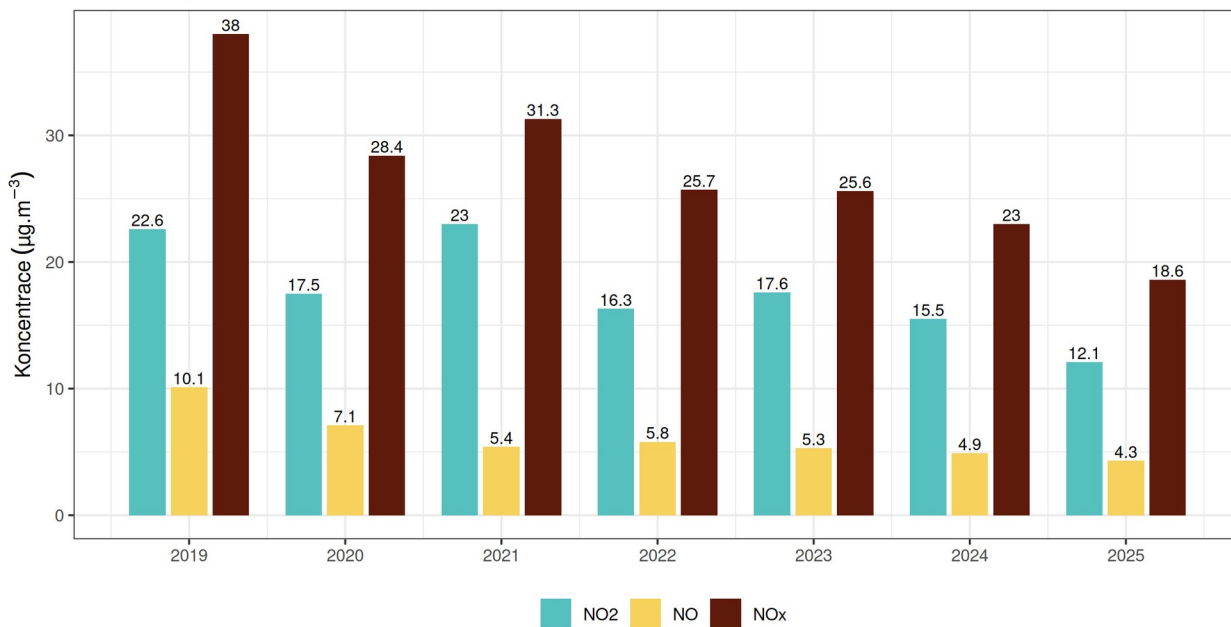
Průměrná roční koncentrace NO₂ činila v roce 2025 v lokalitě Hranice 12.1 μg•m⁻³. Imisní limit tedy překročen nebyl.

Průměrná roční koncentrace NO činila v roce 2025 v lokalitě Hranice 4.3 μg•m⁻³. Průměrná roční koncentrace NO_x činila v roce 2025 v lokalitě Hranice 18.6 μg•m⁻³.

Následující Obr. 44 zobrazuje vývoj průměrných ročních koncentrací NO₂, NO a NO_x v lokalitě Hranice. Proti předchozímu roku 2024 došlo v roce 2025 k poklesu koncentrací oxidu dusnatého (NO) o 0,6 μg•m⁻³ (12,2 %). Koncentrace oxidu dusičitého (NO₂) klesly o 3,4 μg•m⁻³ (21,9 %). U oxidů dusíku (NO_x) byl zaznamenán pokles o 4,4 μg•m⁻³ (19,1 %). Vývoj koncentrací všech uvedených oxidů dusíku tedy vykázal znatelný pokles ve srovnání s rokem 2024. Relativní vývoj koncentrací jednotlivých oxidů dusíku vzhledem k počátečnímu roku měření zobrazuje následující graf na Obr. 45. Rok 2019 zde pro každou škodlivinu představuje 100 % a křivka zobrazuje relativně vývoj koncentrací vůči tomuto roku. Čárkovaně je pak zobrazena křivka lineární regrese pro jednotlivé oxidy dusíku.

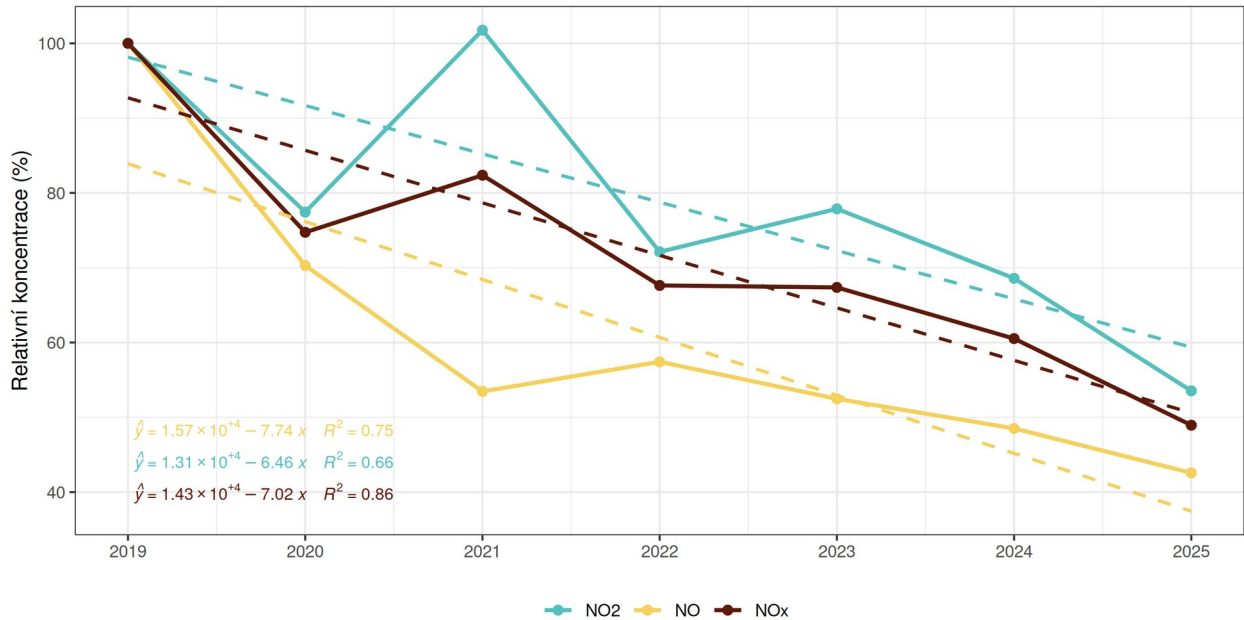
Vývoj průměrných ročních koncentrací NO₂, NO, NO_x

Hranice, roky 2019–2025



Obr. 44: Vývoj průměrných ročních koncentrací oxidů dusíku, Hranice, rok 2025

Vývoj průměrných ročních koncentrací NO₂, NO, NO_x
 Hranice, roky 2019–2025 (normalizováno na 2019 = 100 %)



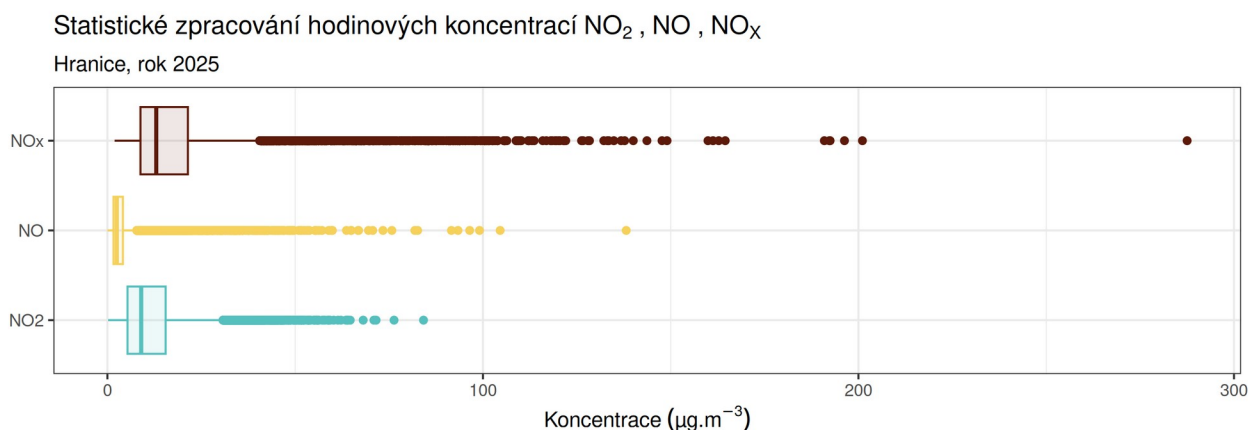
Obr. 45: Vývoj relativních ročních koncentrací oxidů dusíku proti počátečnímu roku měření (2019), Hranice, rok 2025

Nejvíce klesají koncentrace NO_x, a to v průměru o 2,7 μg•m⁻³ ročně při relativním poklesu 7 % ročně (R² = 0,86). Koncentrace NO₂ klesá v průměru o 1,5 μg•m⁻³ ročně s relativním poklesem 6,5 % ročně (R² = 0,66). Koncentrace NO klesá v průměru o 0,8 μg•m⁻³ ročně a relativně o 7,7 % ročně (R² = 0,75).

Následující Tab. 4 pak zobrazuje statistické zpracování naměřených hodinových dat pro jednotlivé oxidy dusíku. Grafické znázornění hodinových koncentrací pomocí krabicových grafů za rok 2025 pak zobrazuje Obr. 46. Z tabulky i grafického znázornění je patrné, že maximální hodnota hodinové koncentrace NO₂ se v roce 2025 pohybovala na úrovni 42 % hodnoty imisního limitu pro hodinové koncentrace NO₂ (200 μg•m⁻³). Tato hodnota může být navíc 18x za kalendářní rok překročena. **19. nejvyšší hodinová koncentrace NO₂ měla hodnotu 57.2 μg•m⁻³. Imisní limit pro hodinové koncentrace NO₂ je tedy v lokalitě Hranice s velmi velkou rezervou plněn.**

Tab. 4: Statistické charakteristiky hodinových koncentrací oxidů dusíku v lokalitě Hranice, rok 2025

STATISTIKA	NO ₂	NO	NO _x
PRŮMĚR	12.1	4.3	18.6
MAXIMUM	84.2	138.2	287.5
MEDIÁN	9.0	2.5	13.0
MINIMUM	0.2	0.0	1.9



Obr. 46: Statistické zpracování hodinových koncentrací oxidů dusíku v lokalitě Hranice, rok 2025

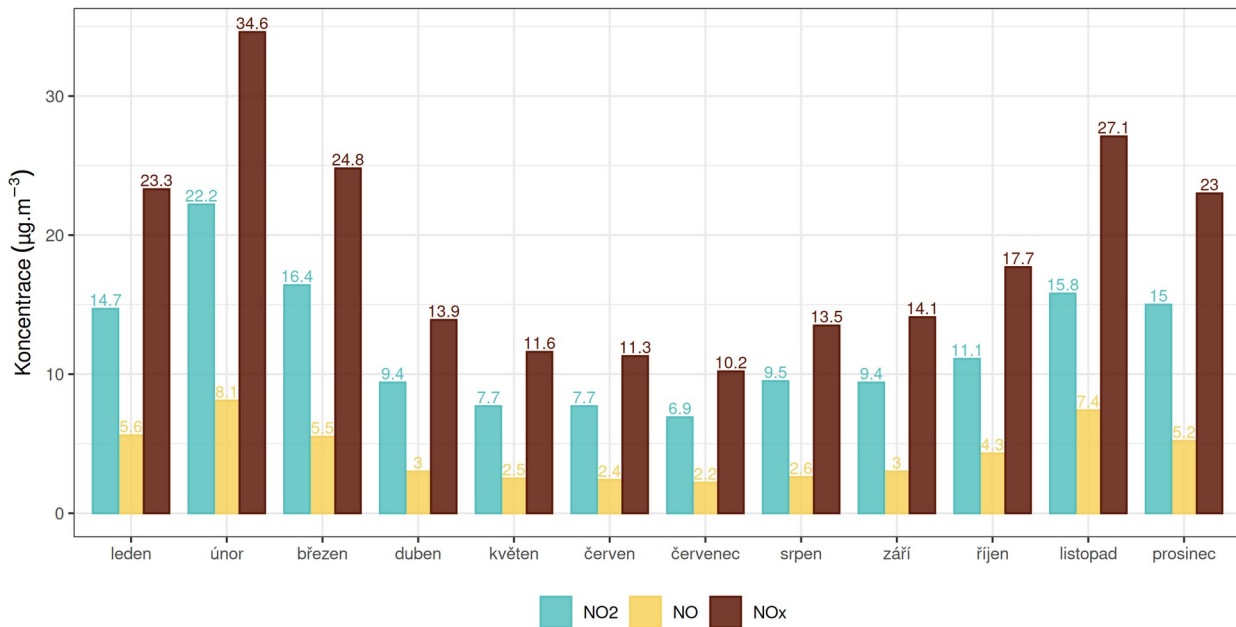
3.2.2 PRŮMĚRNÉ MĚSÍČNÍ KONCENTRACE

Na Obr. 47 jsou průměrné měsíční koncentrace NO₂, NO a NO_x. V letních měsících jsou koncentrace zpravidla nižší, naopak v chladné části roku jsou měřeny vyšší koncentrace. Z grafů vyplývá, že nejvyšší koncentrace oxidu dusnatého (NO) byly v této lokalitě naměřeny v únoru a v listopadu, a to 8,1 µg•m⁻³, respektive 7,4 µg•m⁻³. Nejnižší koncentrace NO byly zaznamenány v červenci a červnu, kdy činily 2,2 µg•m⁻³ a 2,4 µg•m⁻³. Nejvyšší koncentrace oxidu dusičitého (NO₂) byly měřeny v únoru (22,2 µg•m⁻³) a březnu (16,4 µg•m⁻³), zatímco nejnižší koncentrace NO₂ připadly opět na červenec (6,9 µg•m⁻³) a červen (7,7 µg•m⁻³). Nejvyšší koncentrace oxidů dusíku (NO_x) byly zjištěny v únoru (34,6 µg•m⁻³) a listopadu (27,1 µg•m⁻³), nejnižší pak v červenci (10,2 µg•m⁻³) a červnu (11,3 µg•m⁻³).

Poměr měsíčních koncentrací NO / NO₂ zobrazuje Obr. 48. Poměr je poměrně stabilní a nízký, charakteristický pro městské pozadové lokality. Nejvyšší zastoupení NO v NO₂ bylo naměřeno v květnu (0.5 %). Nejnižší zastoupení pak bylo naměřeno v únoru (0.3 %).

Vývoj průměrných ročních koncentrací NO₂, NO, NO_x

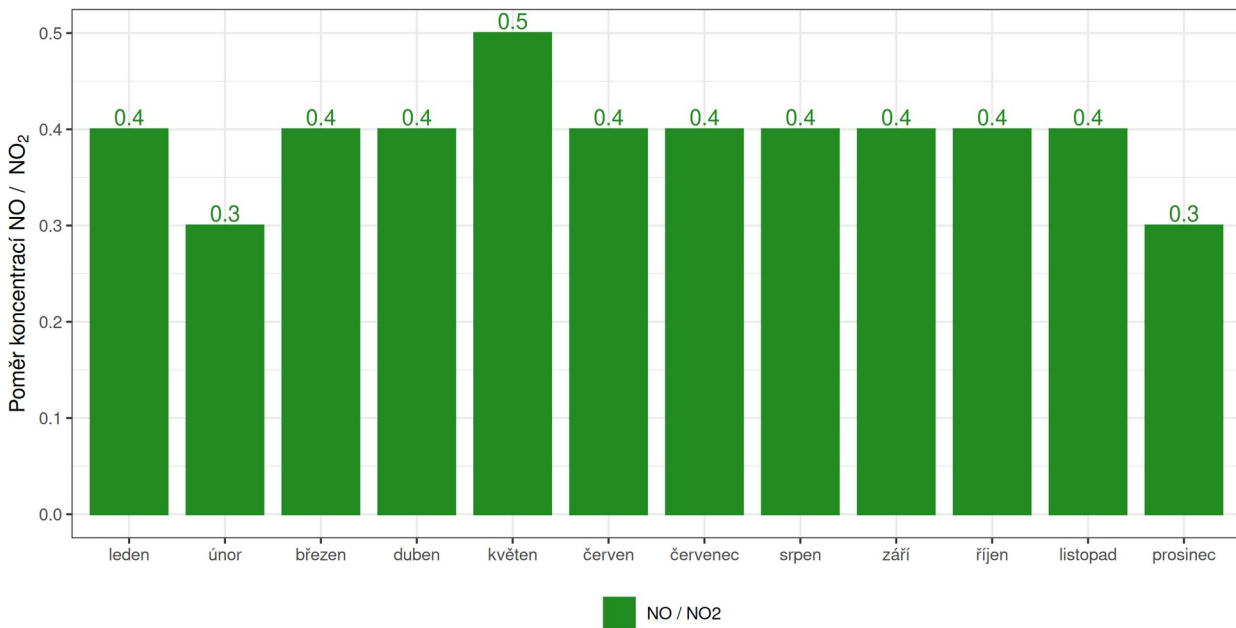
Hranice, rok 2025



Obr. 47: Průměrné měsíční koncentrace oxidů dusíku v lokalitě Hranice, rok 2025

Průměrný měsíční poměr koncentrací NO / NO₂

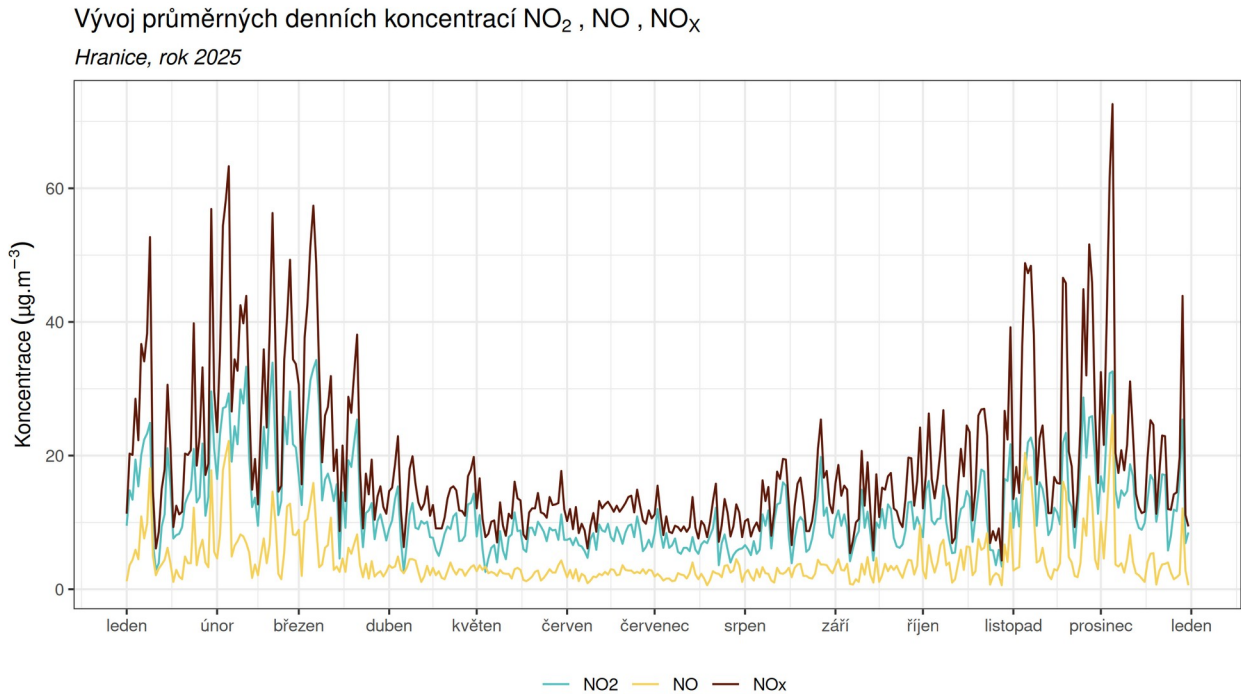
Hranice, rok 2025



Obr. 48: Poměr měsíčních koncentrací NO / NO₂, lokalita Hranice, rok 2025

3.2.3 PRŮMĚRNÉ DENNÍ KONCENTRACE

Vývoj průměrných denních koncentrací NO₂, NO a NO_x v lokalitě Hranice zobrazuje následující Obr. 49.



Obr. 49: Vývoj průměrných hodinových koncentrací oxidů dusíku, Hranice, rok 2025

Z grafu je patrné, že nejnižší hodnoty jsou měřeny v letních měsících a směrem k zimním měsícům hodnoty postupně narůstají.

Vzhledem k tomu, že imisní limit je stanoven pouze pro koncentrace NO₂, bude vliv meteorologických podmínek zobrazen pouze pro tuto látku.

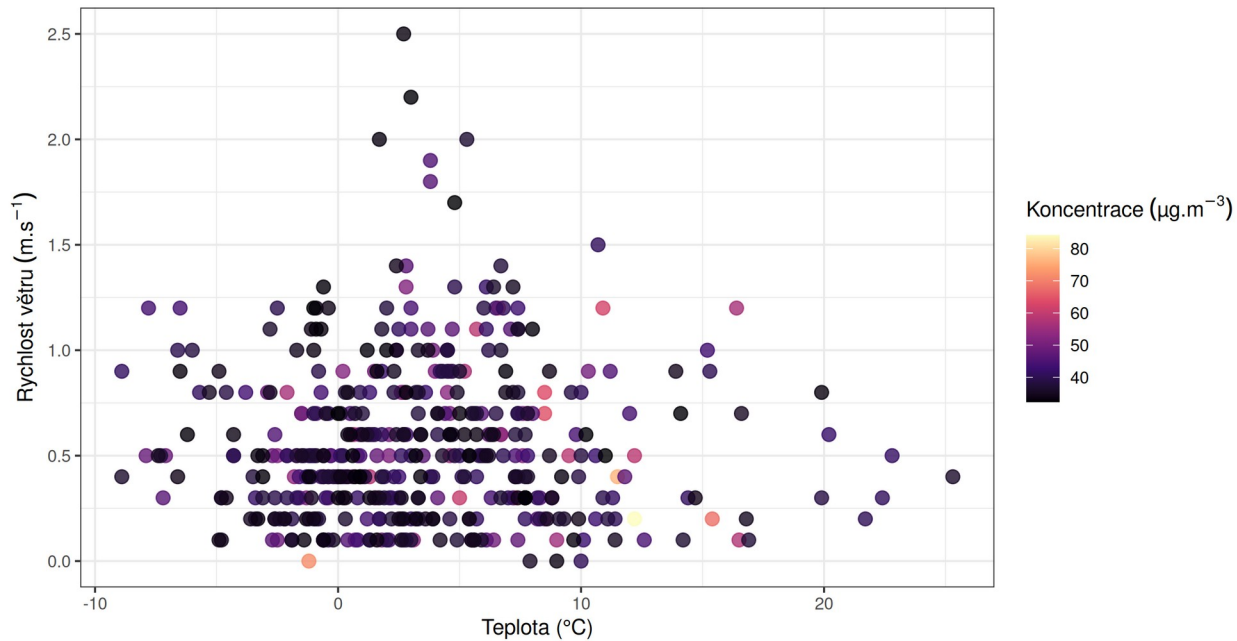
Obr. 50 zobrazuje, při jakých teplotách a rychlostech větru se vyskytuje 5 % nejvyšších hodinových koncentrací NO₂ naměřených v lokalitě Hranice v roce 2025. Z analýzy těchto 5 % nejvyšších koncentrací NO₂ lze vyčíst, že nejčastěji se tyto koncentrace vyskytují při teplotě kolem -0.6 °C a rychlosti větru přibližně 0.5 m • s⁻¹.

Na Obr. 51 jsou nad sebou zobrazeny tři grafy. Křivka vždy zobrazuje vývoj koncentrací NO₂ v dané lokalitě. Zabarvení křivky na horním grafu vždy zobrazuje aktuální teplotu vzduchu, v prostředním grafu pak rychlost proudění větru a ve spodním relativní vlhkost vzduchu.

Z grafů je patrné, že na koncentrace NO₂ má vliv jak teplota, tak rychlost větru. Grafy pak potvrzují, co bylo patrné na předchozím grafu. Vyšší koncentrace jsou měřeny při velmi nízkých rychlostech větru, resp. při nízkých teplotách.

Pozorovaná teplota a rychlost větru pro 5 % nejvyšších koncentrací NO₂

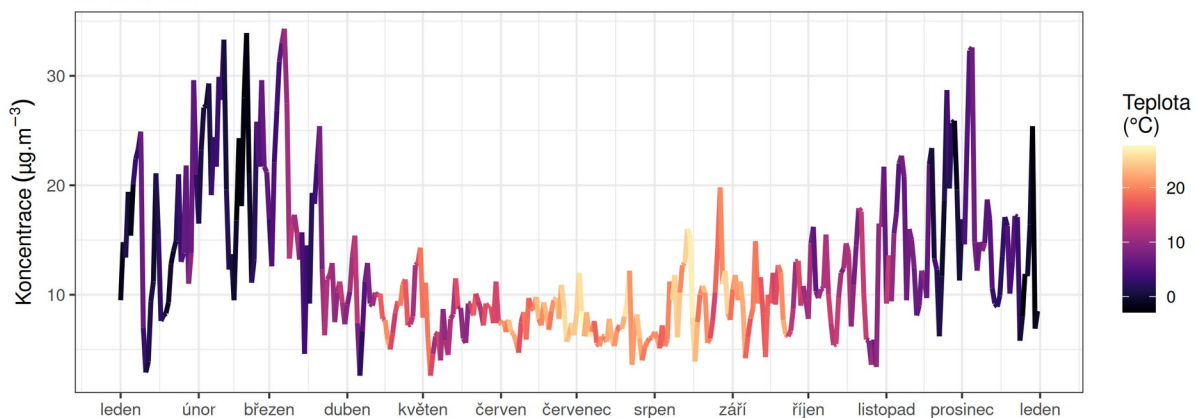
Hranice, rok 2025



Obr. 50: Pozorovaná teplota a rychlost větru pro 5 % nejvyšších koncentrací NO₂, Hranice, rok 2025

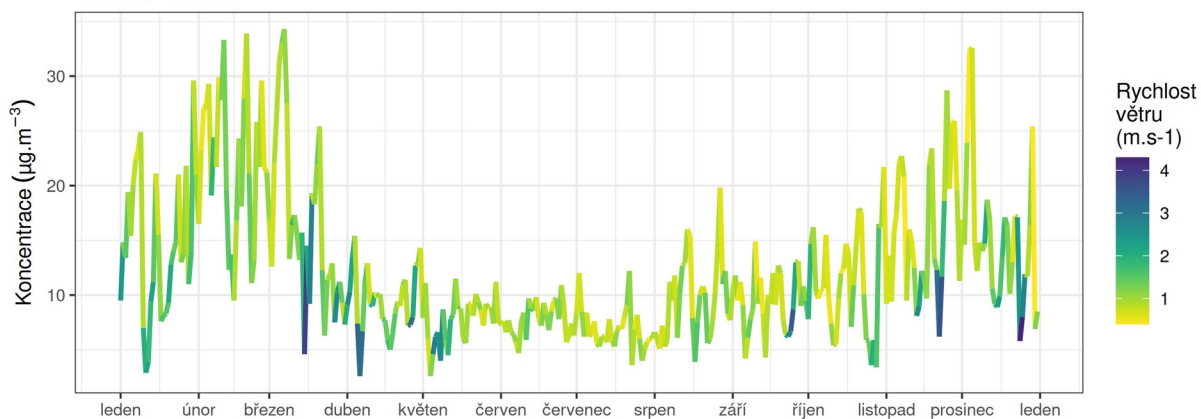
Vývoj průměrných denních koncentrací NO₂ v závislosti na teplotě vzduchu

Hranice, rok 2025



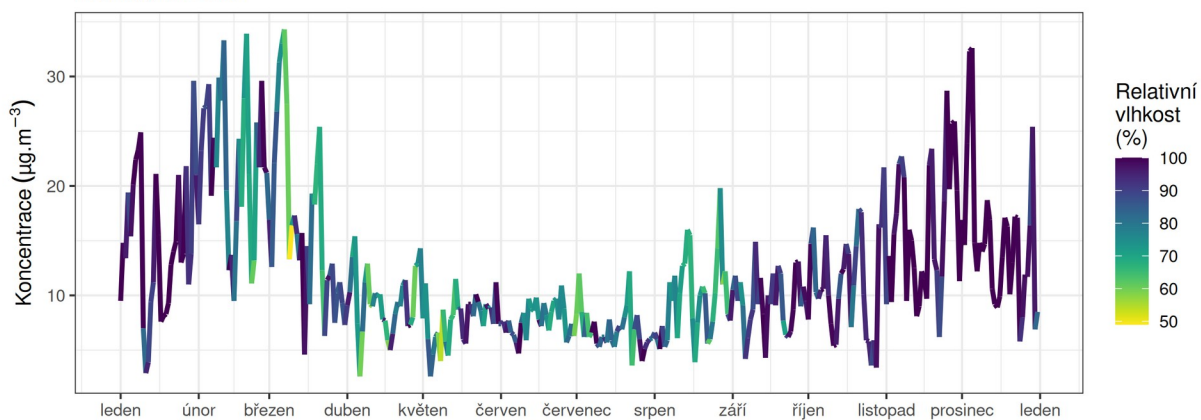
Vývoj průměrných denních koncentrací NO₂ v závislosti na rychlosti větru

Hranice, rok 2025



Vývoj průměrných denních koncentrací NO₂ v závislosti na relativní vlhkosti vzduchu

Hranice, rok 2025

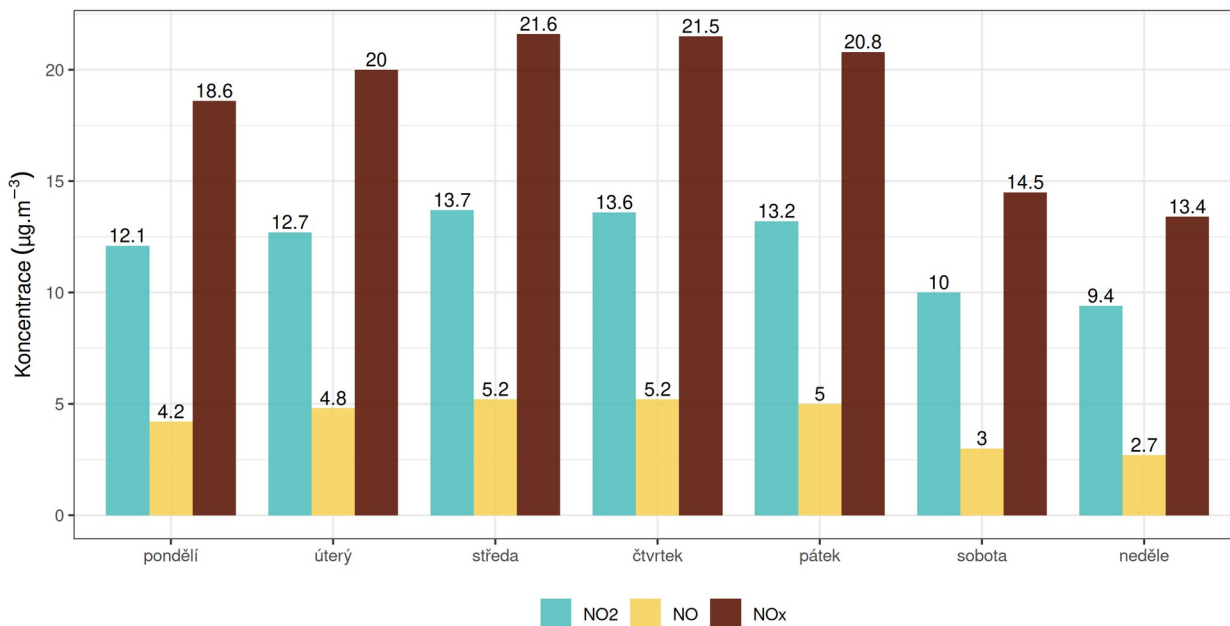


Obr. 51: Vliv teploty (nahore), rychlosti větru (uprostřed) a relativní vlhkosti (dole) na koncentrace NO₂, Hranice, rok 2025

Graf na Obr. 52 posuzuje denní koncentrace NO₂, NO a NO_x z hlediska dne v týdnu. V průměru nejvyšší průměrná koncentrace NO₂ byla v roce 2025 naměřena v středu s hodnotou 13.7 µg•m⁻³. Naopak nejnižší průměrná koncentrace NO₂ byla naměřena v neděli s hodnotou 9.4 µg•m⁻³.

Průměrný týdenní chod denních koncentrací NO₂, NO, NO_x

Hranice, rok 2025



Obr. 52: Průměrný týdenní chod denních koncentrací oxidů dusíku, Hranice, rok 2025

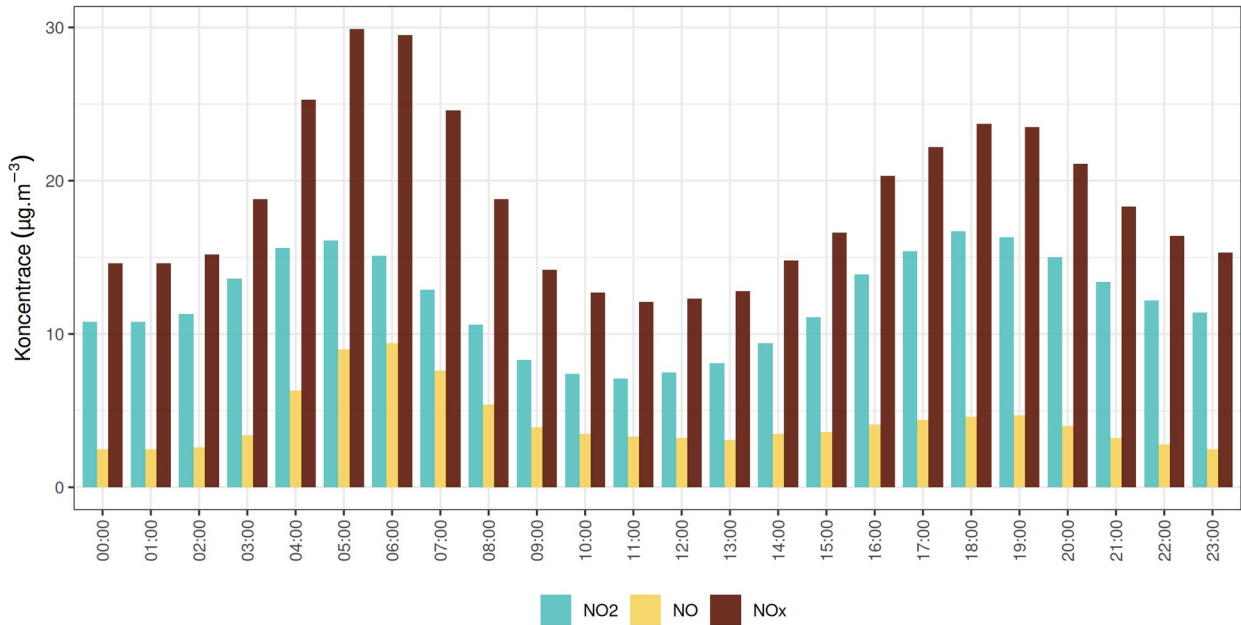
3.2.4 ANALÝZA HODINOVÝCH KONCENTRACÍ – DENNÍ CHOD A KONCENTRAČNÍ RŮŽICE

Zprůměrováním všech naměřených koncentrací v jednotlivé hodiny lze získat průměrný denní chod koncentrací NO₂, NO a NO_x v lokalitě Hranice. Denní chod koncentrací PM₁₀ zobrazuje Obr. 53.

Z grafů je patrné, že nejvyšší hodnoty koncentrací NO₂ dosahovány v době ranní a večerní dopravní špičky. Večerní hodnoty mohou být také navýšeny o vliv lokálních topenišť a vytápění. Přesto jsou koncentrace NO₂ nízké, typické pro pozadové lokality. Přes den dochází k mírnému poklesu koncentrací, což může být částečně způsobeno spotřebováním NO₂ na tvorbu přízemního ozónu. Tato reakce probíhá pouze díky slunečnímu záření, proto lze největší úbytek koncentrací NO₂ očekávat okolo poledne. V průměru nejvyšší koncentrace NO₂ byly měřeny v 18:00 s hodnotou 16.7 µg•m⁻³. Nejnižší koncentrace NO₂ pak byly naměřeny v 11:00 s hodnotou 7.1 µg•m⁻³.

Průměrný denní chod hodinových koncentrací NO₂ , NO , NO_x

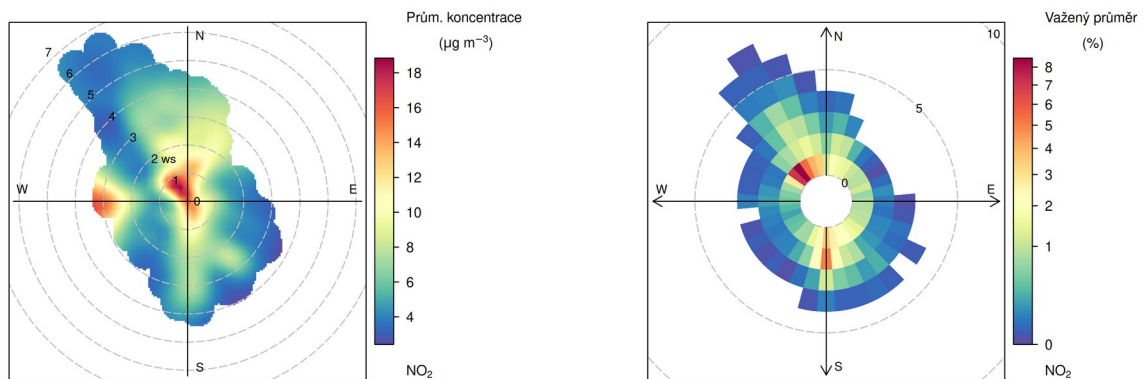
Hranice, rok 2025



Obr. 53: Průměrný týdenní chod denních koncentrací oxidů dusíku, Hranice, rok 2025

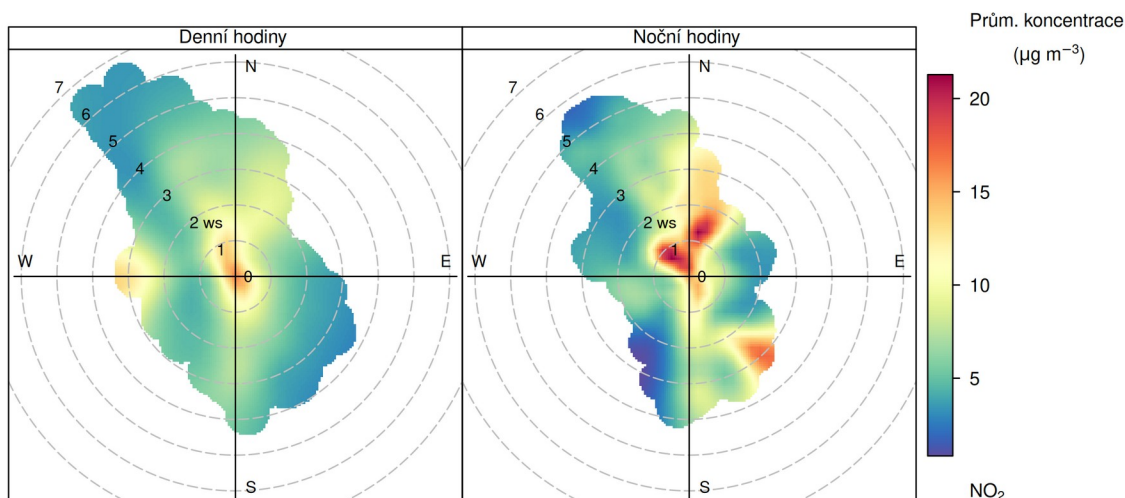
Vysvětlení podstaty koncentračních růžic je uvedeno v kapitole koncentračních růžic pro PM.

Následující Obr. 54 zobrazuje dva typy koncentračních růžic pro lokalitu Hranice – koncentrační a váženou koncentrační růžici.



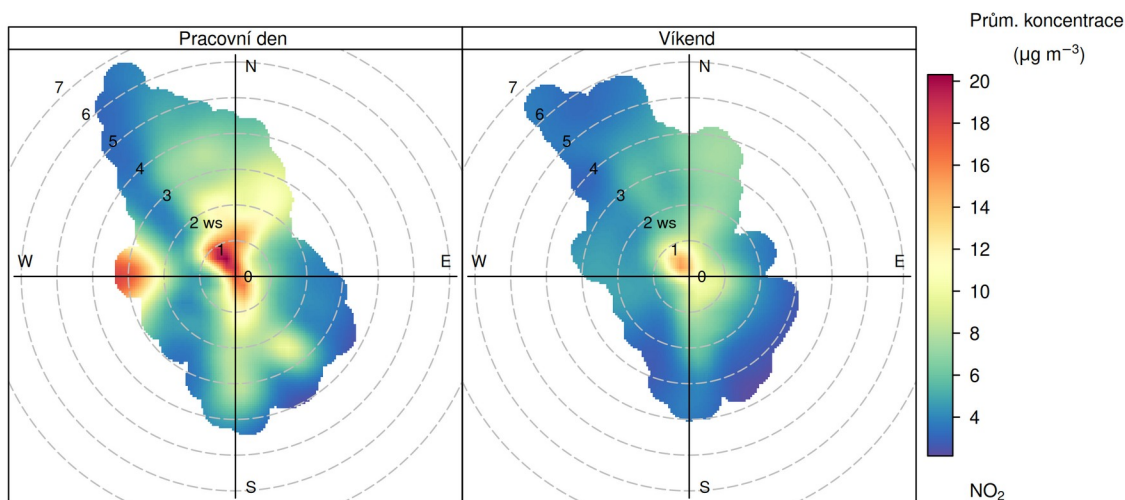
Obr. 54: Koncentrační růžice (vlevo) a vážená koncentrační růžice (vpravo) pro NO₂, Hranice, rok 2025

Nejvyšší koncentrace $19 \mu\text{g} \cdot \text{m}^{-3}$ byla naměřena při proudění ze severozápadních směrů a rychlosti větru $0,6 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$. Nejvyšší vážený průměr koncentrací NO₂ (2,9 %) byl zaznamenán při proudění z jihozápadních směrů a rychlosti větru $1,0 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$. Na následujícím Obr. 55 je koncentrační růžice rozdělená na den a noc. Vyšší koncentrace NO₂ byla zaznamenána v nočních hodinách. V denních hodinách byla maximální koncentrace $17 \mu\text{g} \cdot \text{m}^{-3}$ při proudění z východních směrů a bezvětří. V nočních hodinách byla maximální koncentrace $21 \mu\text{g} \cdot \text{m}^{-3}$ při proudění ze severozápadních směrů a rychlosti větru $0,7 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$.



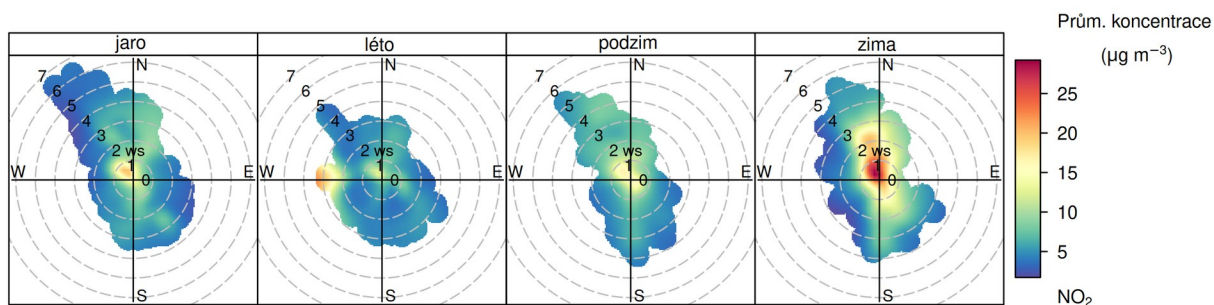
Obr. 55: Koncentrační růžice NO₂ v denních a nočních hodinách, Hranice, rok 2025

Koncentrační růžici je taky možné rozdělit na pracovní dny a víkendové dny (Obr. 56). Vyšší koncentrace NO₂ byla zaznamenána v pracovní dny. V pracovní dny byla maximální koncentrace 20 µg • m⁻³ při proudění ze severozápadních směrů a rychlosti větru 0,6 m • s⁻¹. O víkendu byla maximální koncentrace 15 µg • m⁻³ při proudění ze severozápadních směrů a rychlosti větru 0,4 m • s⁻¹.



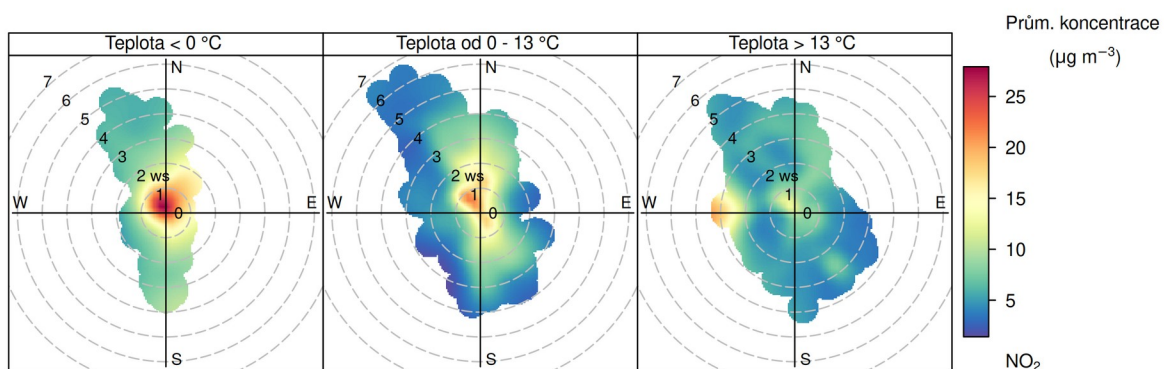
Obr. 56: Koncentrační růžice NO₂ v pracovní dny a o víkendu, Hranice, rok 2025

Následující Obr. 57 zobrazuje koncentrační růžice v jednotlivých ročních obdobích. Nejvyšší koncentrace NO₂ byla zaznamenána v zimních měsících. Na jaře byla maximální koncentrace NO₂ 20 µg • m⁻³ při proudění ze severozápadních směrů a rychlosti větru 0,7 m • s⁻¹. V letních měsících byla maximální koncentrace NO₂ 22 µg • m⁻³ při proudění ze západních směrů a rychlosti větru 3,3 m • s⁻¹. Na podzim byla zaznamenána maximální koncentrace 17 µg • m⁻³ při proudění ze severozápadních směrů a rychlosti větru 0,7 m • s⁻¹. V zimních měsících dosáhla maximální koncentrace NO₂ hodnoty 29 µg • m⁻³ při proudění ze severozápadních směrů a rychlosti větru 0,4 m • s⁻¹.



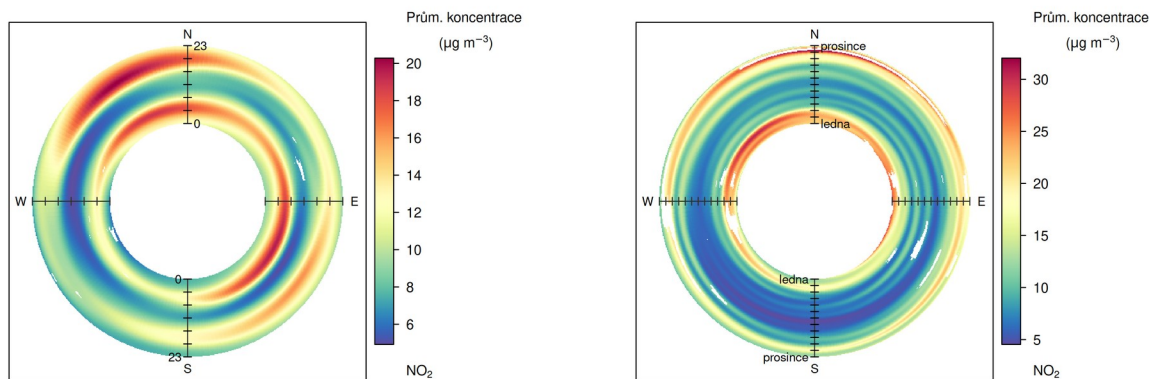
Obr. 57: Koncentrační růžice NO_2 v jednotlivých ročních obdobích, Hranice, rok 2025

Dále lze rozdělit koncentrační růžice na základě teplot vzduchu (Obr. 58). Nejvyšší koncentrace NO_2 byla zaznamenána při teplotách nižších než $0\text{ }^\circ\text{C}$. Při teplotě pod $0\text{ }^\circ\text{C}$ byla maximální koncentrace $28\text{ }\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ při proudění ze severních směrů a rychlosti větru $0,2\text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$. V intervalu teplot od 0 do $13\text{ }^\circ\text{C}$ dosáhla maximální koncentrace hodnoty $22\text{ }\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ při proudění ze severozápadních směrů a rychlosti větru $0,6\text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$. Při teplotách vyšších než $13\text{ }^\circ\text{C}$ byla maximální koncentrace $20\text{ }\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ při proudění ze západních směrů a rychlosti větru $3,3\text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$.



Obr. 58: Koncentrační růžice NO_2 ve vybraných teplotních intervalech, Hranice, rok 2025

Cenné informace poskytuje rovněž průměrný denní a roční chod, členěný dle směru větru. V případě denního chodu je uprostřed první hodina po půlnoci a na okraji pak 23. hodina. V případě ročního chodu je pak uprostřed 1. 1. a na okraji 31. 12. Směry větru jsou totožné jako v případě růžic. Koncentrace NO_2 v lokalitě Hranice jsou takto zobrazeny na Obr. 59.



Obr. 59: Průměrný denní chod (vlevo) a roční chod (vpravo) koncentrací NO_2 dle směru větru, Hranice, rok 2025

Nejvyšší koncentrace NO_2 ($20 \mu\text{g} \cdot \text{m}^{-3}$) v rámci denního chodu byla zaznamenána kolem 18. hodiny při proudění z severozápadních směrů a rychlosti větru $1,5 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$. Nejvyšší koncentrace NO_2 ($32 \mu\text{g} \cdot \text{m}^{-3}$) v rámci ročního chodu byla zaznamenána v prosinci při proudění z severních směrů a rychlosti větru $0,8 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$.

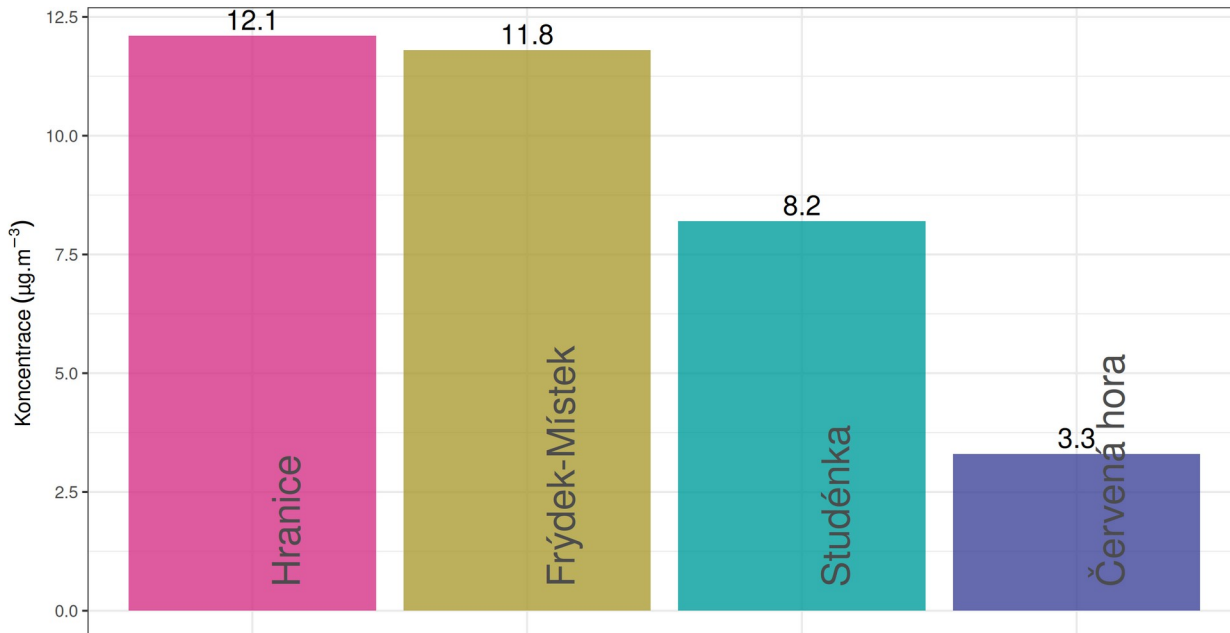
3.2.5 SROVNÁNÍ S LOKALITAMI STÁTNÍ SÍTĚ IMISNÍHO MONITORINGU

V této podkapitole budou koncentrace, naměřené v lokalitě Hranice, srovnány s hodnotami naměřenými ve státní síti imisního monitoringu Českého hydrometeorologického ústavu (ČHMÚ). Charakteristika lokalit je uvedena v kapitole *Data a jejich zpracování* v Tab. 2.

Na následujícím Obr. 60 jsou zobrazeny průměrné roční koncentrace NO_2 na lokalitách v blízkém okolí lokality Hranice a srovnány s koncentracemi zde měřenými v roce 2025. Průměrné roční koncentrace oxidu dusičitého (NO_2) ve sledovaných lokalitách se pohybují v rozmezí od $3,3 \mu\text{g} \cdot \text{m}^{-3}$ v lokalitě Červená hora po $12,1 \mu\text{g} \cdot \text{m}^{-3}$ v lokalitě Hranice. Žádná z hodnocených lokalit nepřekročila imisní limit $40 \mu\text{g} \cdot \text{m}^{-3}$.

Průměrné roční koncentrace NO₂

Srovnání lokality Hranice s lokalitami státní sítě imisního monitoringu, rok 2025



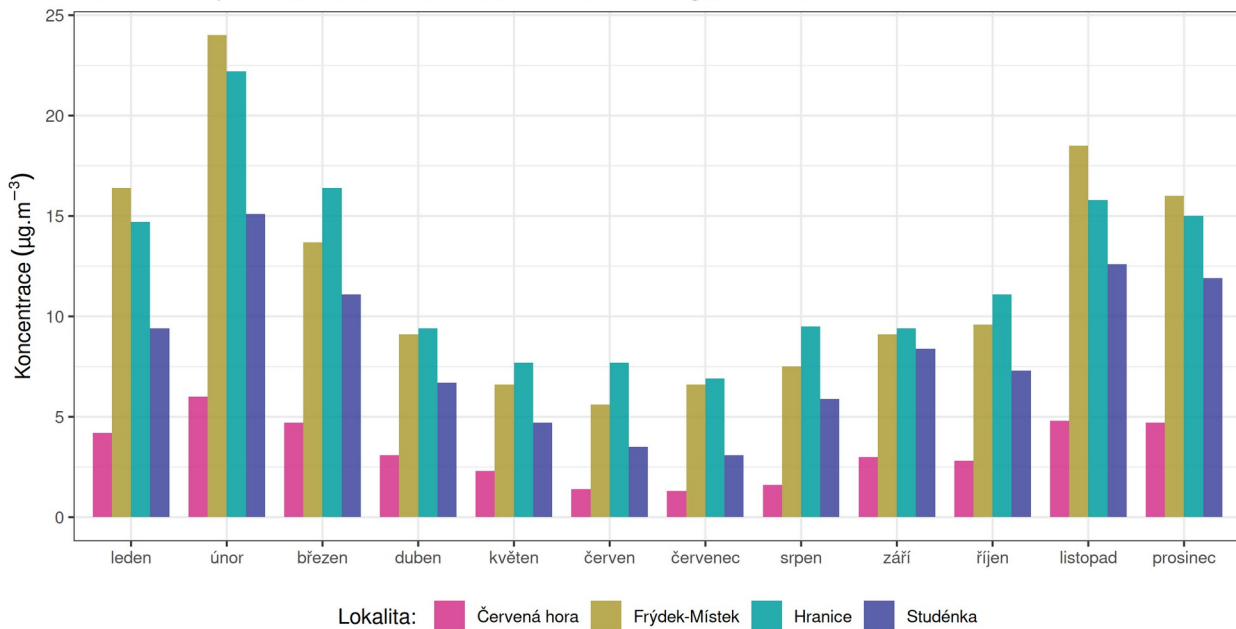
Obr. 60: Srovnání průměrné roční koncentrace NO₂ lokality Hranice s okolními stanicemi státní sítě imisního monitoringu, rok 2025

Následující graf na Obr. 61 zobrazuje průměrné měsíční koncentrace NO₂ naměřené ve vybraných lokalitách. Z grafu je patrné, že vývoj koncentrací v jednotlivých měsících byl na všech lokalitách podobný. Hodnoty na jednotlivých lokalitách se liší v závislosti na míře ovlivnění dopravou.

Graf na Obr. 62 srovnání průměrných denních koncentrací NO₂ v lokalitě Hranice s nejbližší lokalitou státní sítě imisního monitoringu Studénka. Z grafu je patrné, že koncentrace v lokalitě Hranice jsou velmi podobné těm v lokalitě Studénka, v chladné části roku jsou špičky koncentrací vyšší. To může být způsobeno orografií terénu a horším provětráváním v lokalitě Hranice.

Průměrné měsíční koncentrace NO₂

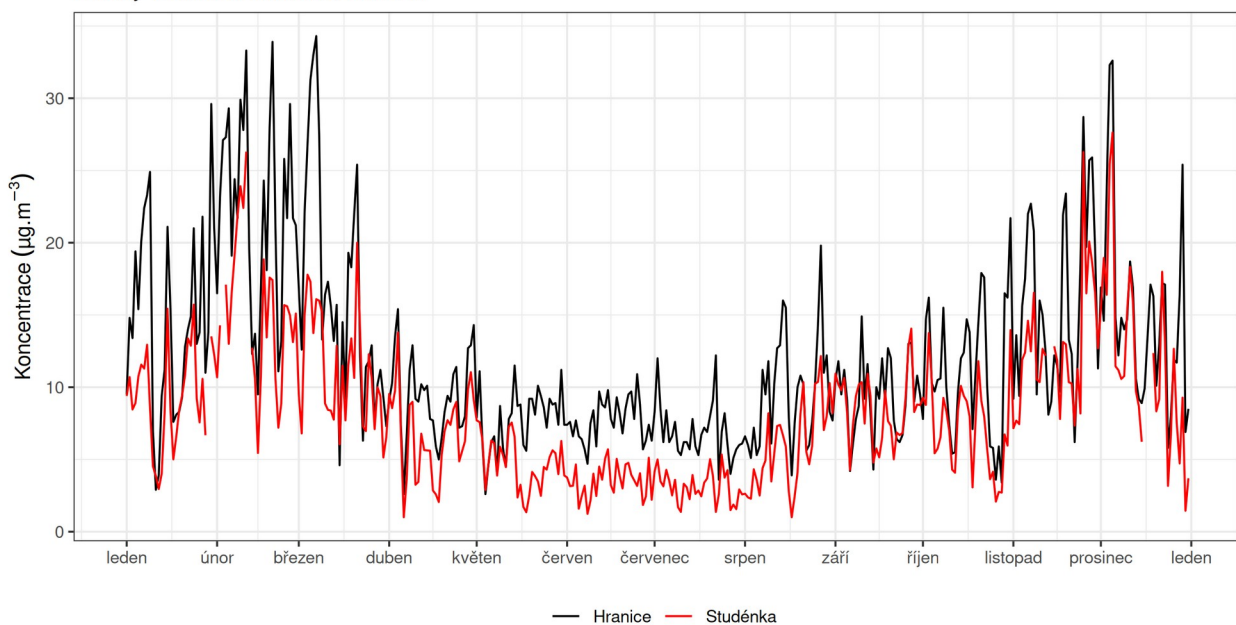
Srovnání lokality Hranice s lokalitami státní sítě imisního monitoringu, rok 2025



Obr. 61: Srovnání průměrných měsíčních koncentrací NO₂ lokality Hranice s okolními stanicemi státní sítě imisního monitoringu, rok 2025

Srovnání průměrných denních koncentrací NO₂

Lokalita Hranice a Studénka, rok 2025



Obr. 62: Srovnání průměrných denních koncentrací NO₂, lokality Hranice a Studénka, rok 2025

3.3 PŘÍZEMNÍ OZÓN O₃

Přízemní ozón O₃ nemá vlastní významný zdroj. Jedná se o tzv. sekundární látku vznikající v celé řadě velmi komplikovaných nelineárních fotochemických reakcí [16]. Prekurzory O₃ jsou oxidy dusíku (NO_x) a nemetanické těkavé organické látky (NMVOC), v globálním měřítku hrají roli i metan (CH₄) a oxid uhelnatý (CO). Důležitou reakcí je fotolýza NO₂ zářením o vlnové délce 280–430 nm, při které vzniká NO a atomární kyslík. Reakcí atomárního a molekulárního kyslíku pak za přítomnosti katalyzátoru dochází ke vzniku molekuly O₃.

Současně probíhá titrace O₃ oxidem dusnatým za vzniku NO₂ a O₂. Pokud je při této reakci O₃ nahrazen radikály, jeho koncentrace v atmosféře rostou. Důležitou úlohu při těchto reakcích hraje zejména radikál •OH.

NO_x vznikají při veškerých spalovacích procesech. NMVOC jsou emitovány z celé řady zdrojů antropogenních (doprava, manipulace s ropou a jejími deriváty, rafinerie, použití barev a rozpouštědel atd.), ale i přirozených (např. biogenní emise z vegetace).

Při vzniku O₃ z prekurzorů nezáleží pouze na absolutním množství prekurzorů, ale i na jejich vzájemném poměru [17]. V oblastech, kde je režim limitovaný NO_x, charakterizovaný relativně nízkými koncentracemi NO_x a vysokými koncentracemi VOC, narůstají koncentrace O₃ s rostoucími koncentracemi NO_x, zatímco se vzrůstajícími koncentracemi VOC se mění jen málo.

Naopak v oblastech s režimem limitovaným VOC dochází k poklesu koncentrací O₃ s rostoucími koncentracemi NO_x a nárůstu koncentrací O₃ s rostoucími koncentracemi VOC. Oblasti s vysokým poměrem NO_x/VOC jsou typicky znečištěné oblasti okolo center velkých měst. Závislost vzniku O₃ na počátečních koncentracích VOC a NO_x se často vyjadřují na diagramech ozonových isopleť. Jedná se o zobrazení maximální dosažené koncentrace ozonu jako funkce počáteční koncentrace NO_x a VOC. Významnou roli při vzniku O₃ hrají nejen koncentrace prekurzorů, ale i meteorologické podmínky [18].

Imisní koncentrace O₃ rostou s rostoucím ultrafialovým zářením a teplotou, naopak klesají s rostoucí relativní vlhkostí vzduchu. Vysoké koncentrace bývají spojeny s deletrvající anticyklonální situací. Kromě výše popsaného fotochemického mechanismu se koncentrace O₃ mohou zvyšovat i epizodicky v důsledku průniku stratosférického O₃ do troposféry a též při bouřkách. V poslední době se též zvyšuje význam dálkového přenosu O₃ v rámci proudění na severní polokouli do Evropy a Severní Ameriky ze zdrojových oblastí jihovýchodní Asie. O₃ je z atmosféry odstraňován reakcí s NO a suchou depozicí.

3.3.1 VÝVOJ 26. NEJVYŠŠÍCH 8HODINOVÝCH KLOUZAVÝCH PRŮMĚRŮ O₃ ZA DEN V ROCE

Z hlediska ochrany kvality ovzduší stanovuje příloha 1, bod 4 zákona o ochraně ovzduší [1] imisní limit pro troposférický ozón. Pro ochranu zdraví lidí platí imisní limit pro maximální denní 8hodinový klouzavý průměr O₃. Hodnota imisního limitu je 120 µg•m⁻³, tato hodnota může být 25x za kalendářní rok překročena. Plnění imisního limitu se vyhodnocuje na základě průměru za 3 kalendářní roky.

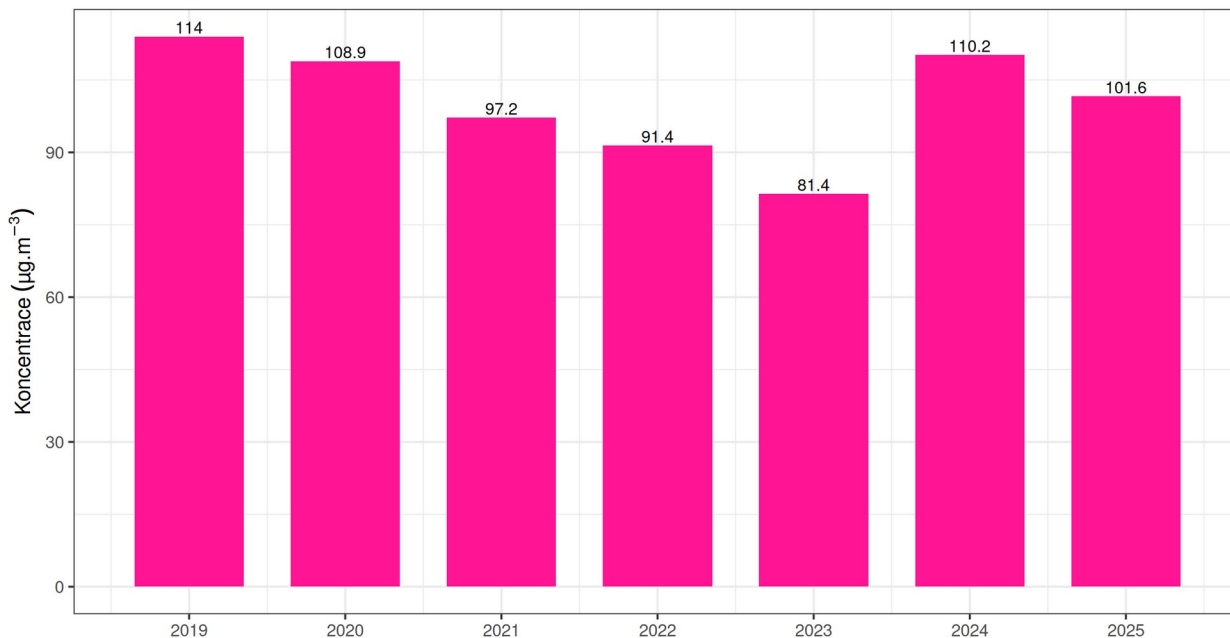
Následující Obr. 63 hodnoty uvádí 26. nejvyšších 8hodinových klouzavých průměrů koncentrací O₃ za den v lokalitě Hranice pro každý rok.

Proti předchozímu roku 2024 došlo v roce 2025 k poklesu koncentrací O_3 o $8.6 \mu\text{g} \cdot \text{m}^{-3}$ (7.8 %). **Průměrná hodnota za tři roky (2023–2025) pak činí $97.7 \mu\text{g} \cdot \text{m}^{-3}$, imisní limit tedy překročen nebyl.**

Relativní vývoj 26. nejvyššího maximálního 8h klouzavého průměru O_3 za den vzhledem k počátečnímu roku měření zobrazuje následující graf na Obr. 64. Rok 2019 zde pro každou škodlivinu představuje 100 % a křivka zobrazuje relativně vývoj koncentrací vůči tomuto roku. Čárkovaně je pak zobrazena křivka lineární regrese.

Vývoj 26. nejvyšších 8h klouzavých průměrů O_3 za den

Hranice, roky 2019–2025

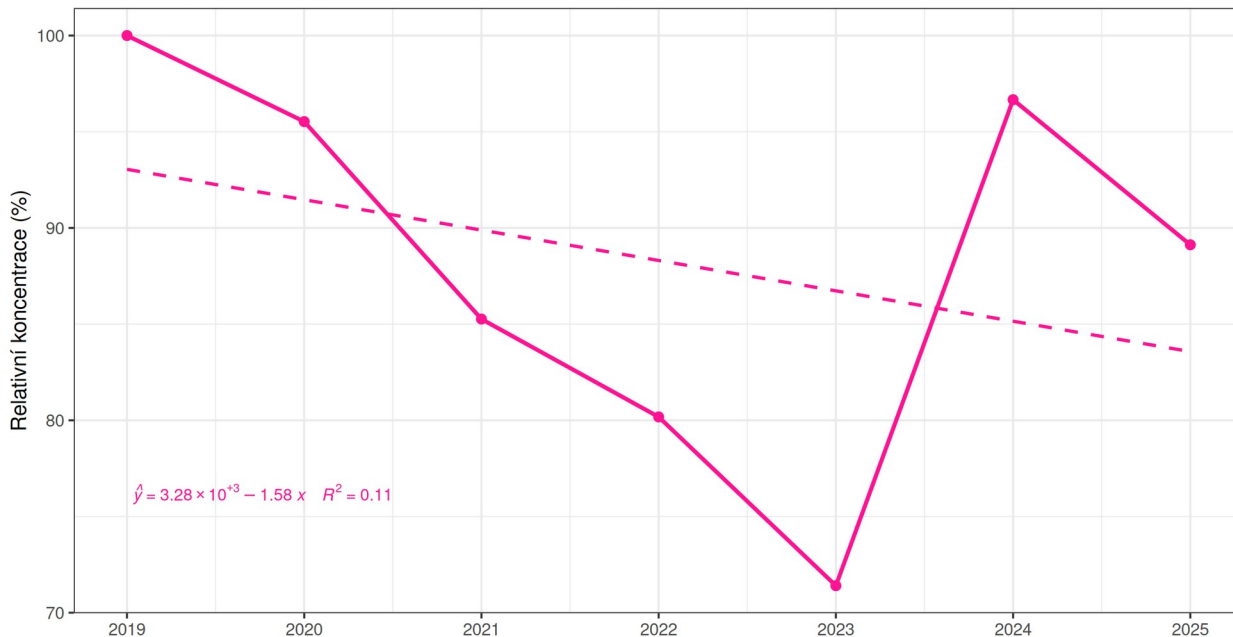


Obr. 63: Vývoj 26. nejvyššího 8hodinového klouzavého průměru O_3 za den, Hranice, rok 2025

Koncentrace O_3 klesá v průměru o $1.8 \mu\text{g} \cdot \text{m}^{-3}$ ročně a relativně klesá o 1.6 % ročně ($R^2 = 0.11$).

Relativní vývoj 26. nejvyšších 8h klouzavých průměrů O₃ za den

Hranice, roky 2019–2025 (normalizováno na 2019 = 100 %)



Obr. 64: Relativní vývoj 26. nejvyššího 8hodinového klouzavého průměru O₃ za den proti počátečnímu roku měření (2019), Hranice, rok 2025

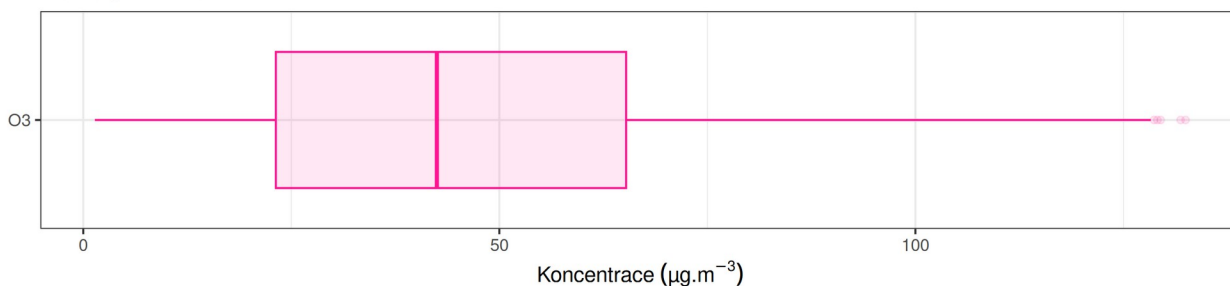
Následující Tab. 5 pak zobrazuje statistické zpracování naměřených hodinových dat pro přízemní ozón. Grafické znázornění hodinových koncentrací pomocí krabicových grafů za rok 2025 pak zobrazuje Obr. 65. Maximální naměřená hodinová koncentrace O₃ měla hodnotu 132.5 µg•m⁻³.

Tab. 5: Statistické charakteristiky hodinových koncentrací přízemního ozónu v lokalitě Hranice, rok 2025

STATISTIKA	O ₃
PRŮMĚR	45.2
MAXIMUM	132.5
MEDIÁN	42.5
MINIMUM	1.4

Statistické zpracování hodinových koncentrací O₃

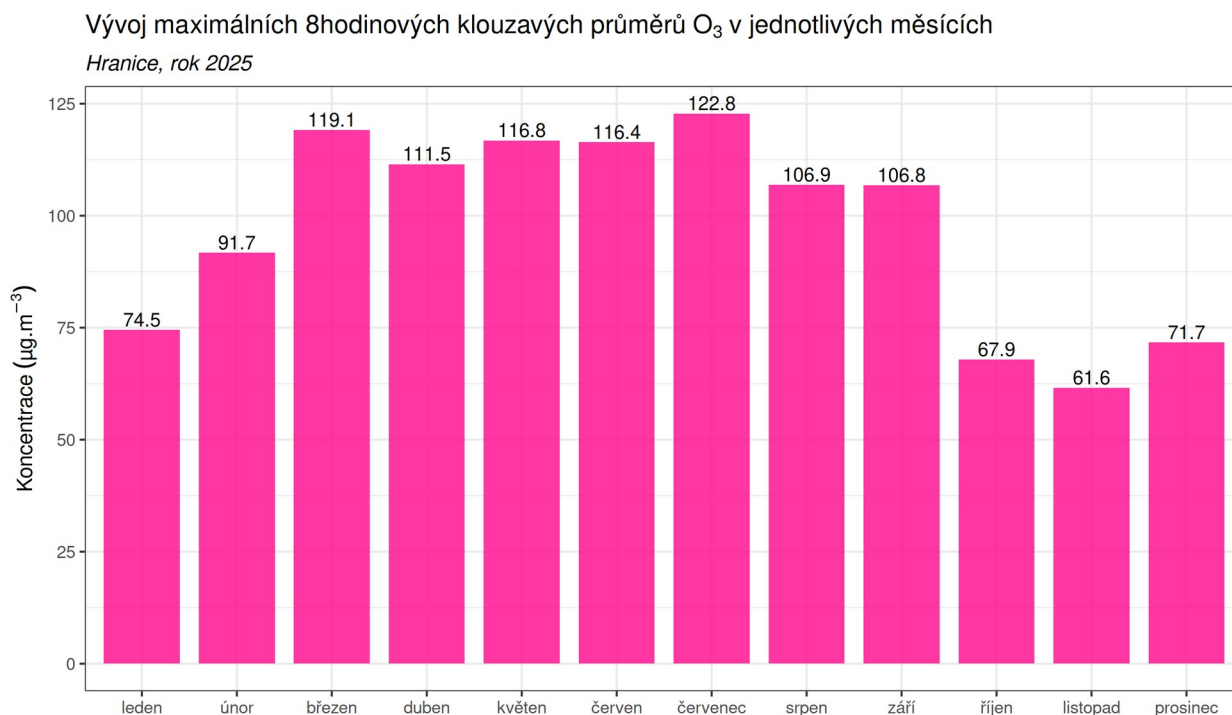
Hranice, rok 2025



Obr. 65: Statistické zpracování hodinových koncentrací přízemního ozónu v lokalitě Hranice, rok 2025

3.3.2 VÝVOJ MĚSÍČNÍCH KONCENTRACÍ

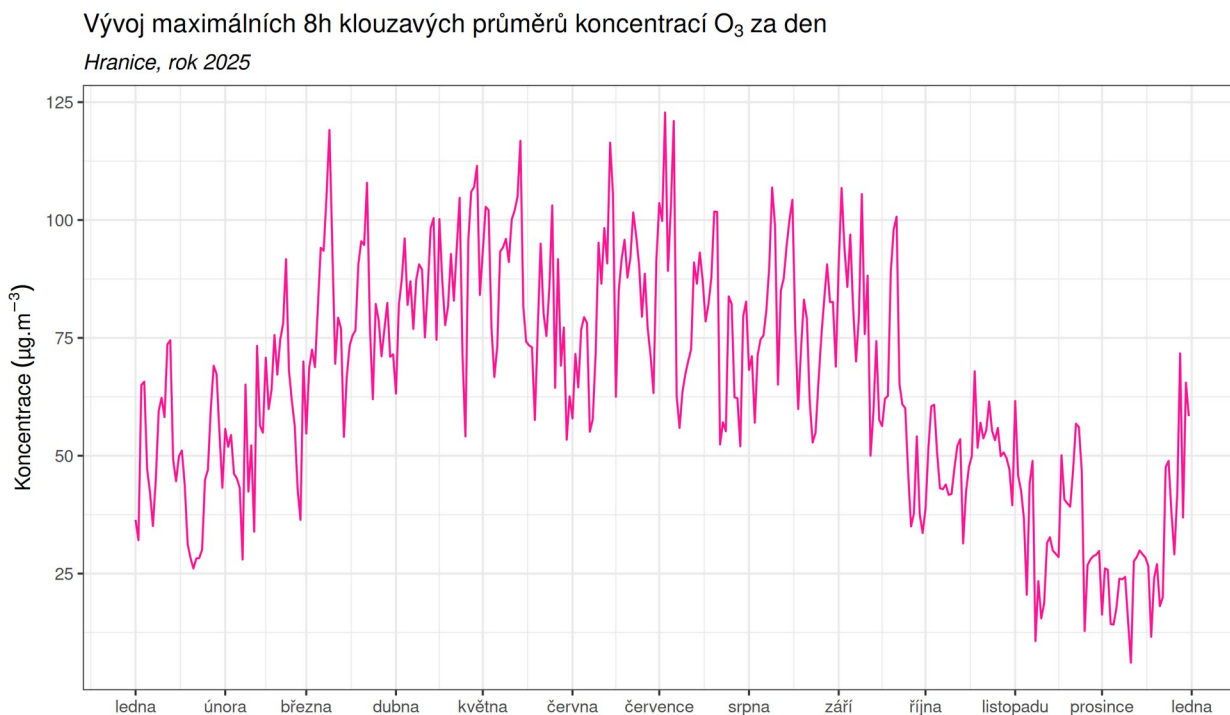
Na Obr. 66 jsou zobrazeny maximální 8h klouzavé průměry O_3 za den v jednotlivých měsících. Vyšší koncentrace jsou zpravidla měřeny v letních měsících, kdy je dostatek slunečního svitu pro fotochemické reakce vedoucí ke vzniku přízemního ozónu. Naopak v chladné části roku jsou měřeny koncentrace nižší. Z grafů vyplývá, že nejvyšší 8h klouzavé průměry O_3 za den byly v této lokalitě měřeny v červenci a březnu (122.8 , resp. $119.1 \mu\text{g} \cdot \text{m}^{-3}$). Nejnižší 8h klouzavé průměry pak byly měřeny v listopadu a říjnu (61.6 , resp. $67.9 \mu\text{g} \cdot \text{m}^{-3}$).



Obr. 66: Průměrné měsíční koncentrace přízemního ozónu v lokalitě Hranice, rok 2025

3.3.3 VÝVOJ DENNÍCH KONCENTRACÍ O₃

Vývoj maximálních 8h klouzavých průměrů O₃ v lokalitě Hranice zobrazuje následující Obr. 67.



Obr. 67: Vývoj maximálních 8h klouzavých průměrů koncentrací O₃, Hranice, rok 2025

Z grafu je patrné, že v případě vývoje koncentrací O₃ dochází ke kulminaci mezi květnem a srpnem. To souvisí s mechanismem tvorby přízemního ozónu.

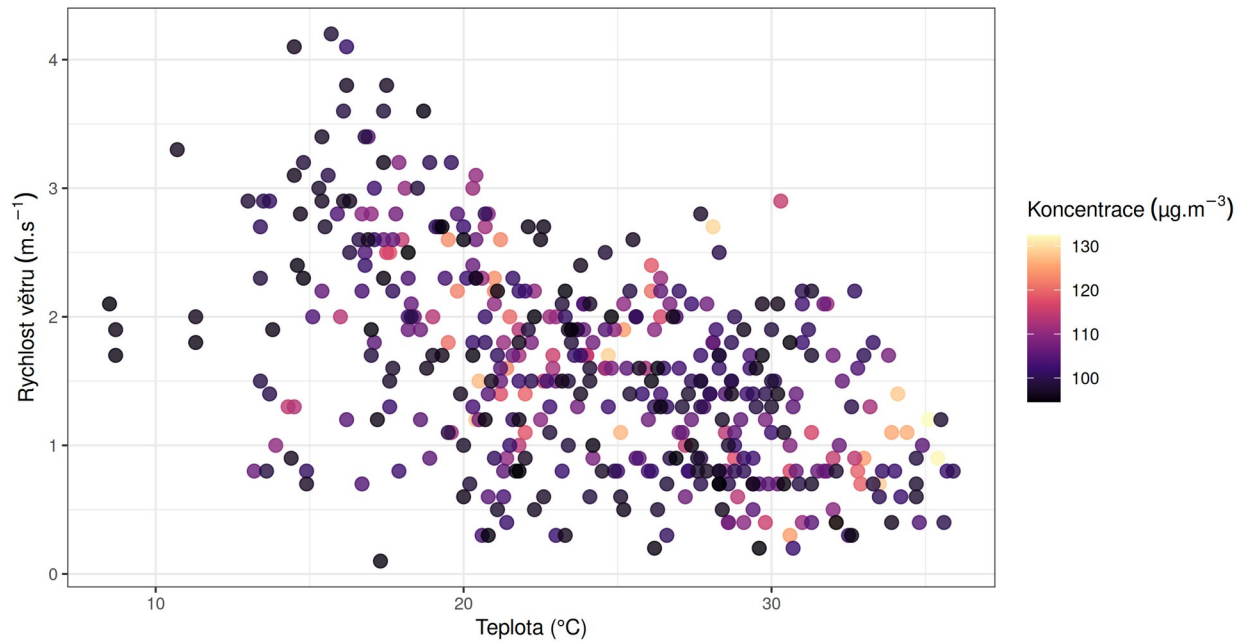
Obr. 68 zobrazuje, při jakých teplotách a rychlostech větru se vyskytuje 5 % nejvyšších koncentrací O₃ naměřených v lokalitě Hranice v roce 2025.

Na Obr. 69 jsou nad sebou zobrazeny tři grafy. Křivka vždy zobrazuje vývoj koncentrací O₃ v dané lokalitě. Zabarvení křivky na horním grafu vždy zobrazuje aktuální teplotu vzduchu, v prostředním grafu pak rychlost proudění větru a ve spodním větru relativní vlhkost vzduchu. Následuje Obr. 70, který obdobně zobrazuje vliv slunečního záření na koncentrace přízemního ozónu - to je obzvláště důležité kvůli fotochemickým reakcím produkujícím přízemní ozón.

Grafy potvrzují, že meteorologické podmínky mají na koncentrace O₃ významný vliv, zejména pak teplota a sluneční záření. S rostoucím slunečním zářením a teplotou rostou rovněž koncentrace O₃. Rychlost větru tolik koncentrace neovlivňuje, přesto vyšší rychlosti větru zřejmě mírně přispívají k vyšším koncentracím O₃. Z hlediska relativní vlhkosti vzduchu je patrné, že vyšší koncentrace O₃ jsou měřeny při nižších hodnotách vlhkosti.

Pozorovaná teplota a rychlost větru pro 5 % nejvyšších koncentrací O₃

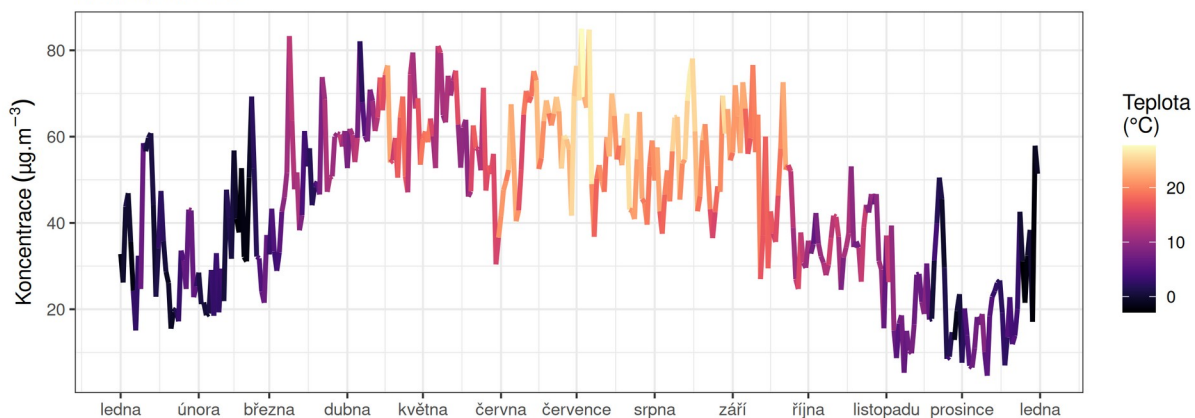
Hranice, rok 2025



Obr. 68: Pozorovaná teplota a rychlost větru pro 5 % nejvyšších koncentrací O₃, Hranice, rok 2025

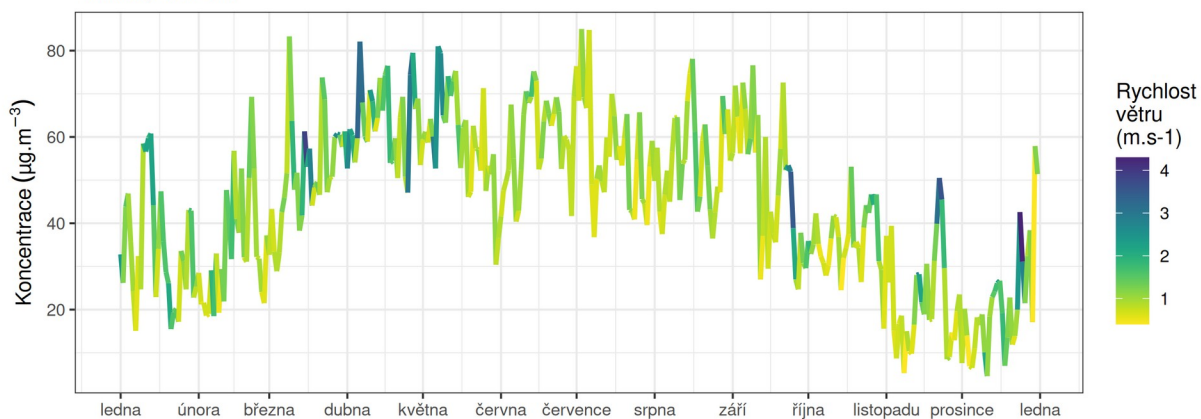
Vývoj průměrných denních koncentrací O₃ v závislosti na teplotě vzduchu

Hranice, rok 2025



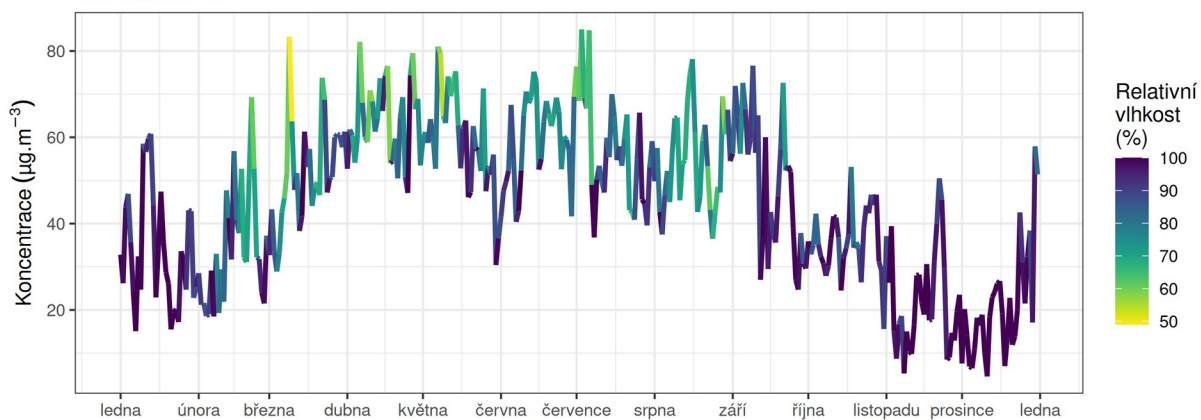
Vývoj průměrných denních koncentrací O₃ v závislosti na rychlosti větru

Hranice, rok 2025



Vývoj průměrných denních koncentrací O₃ v závislosti na relativní vlhkosti vzduchu

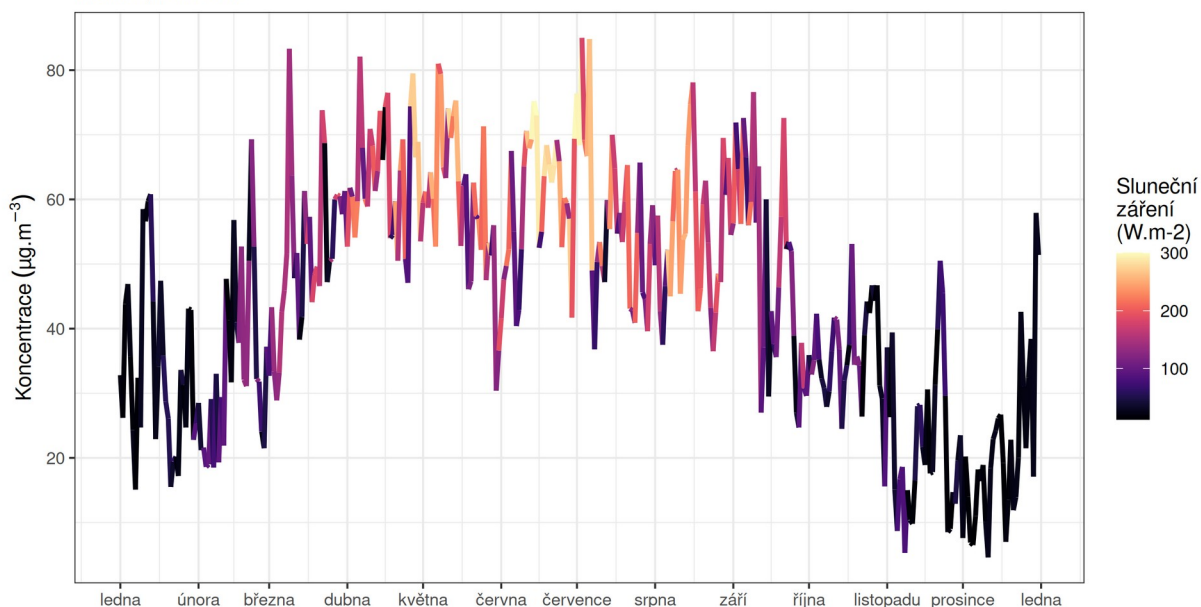
Hranice, rok 2025



Obr. 69: Vliv teploty (nahore), rychlosti větru (uprostřed) a relativní vlhkosti (dole) na koncentrace O₃, Hranice, rok 2025

Vývoj průměrných denních koncentrací O₃ v závislosti na slunečním záření

Hranice, rok 2025

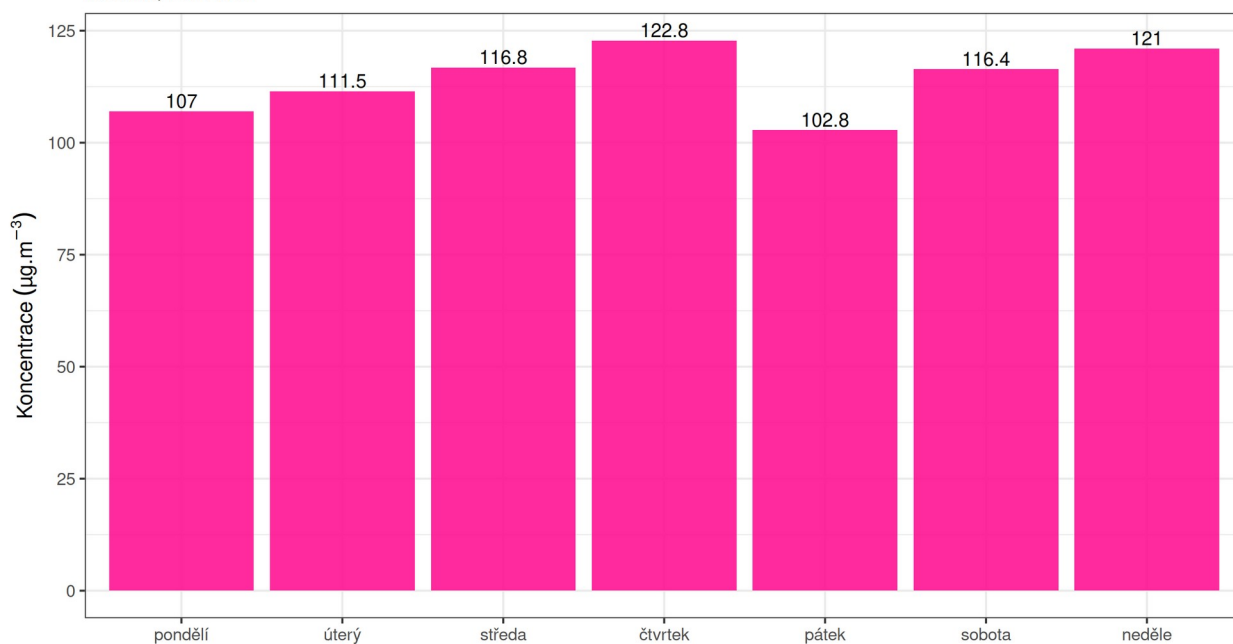


Obr. 70: Vliv slunečního záření (GLRD) na koncentrace O₃, Hranice, rok 2025

Graf na Obr. 71 posuzuje maximální 8h klouzavý průměr O₃ za den z hlediska dne v týdnu. Nejvyšší 8h klouzavé průměry koncentrací O₃ byly v roce 2025 naměřeny v čtvrtek s hodnotou 122.8 µg•m⁻³. Naopak nejnižší 8h klouzavé průměry koncentrací O₃ byly naměřeny v pátek s hodnotou 102.8 µg•m⁻³.

Týdenní chod maximálních 8h klouzavých průměrů O₃

Hranice, rok 2025

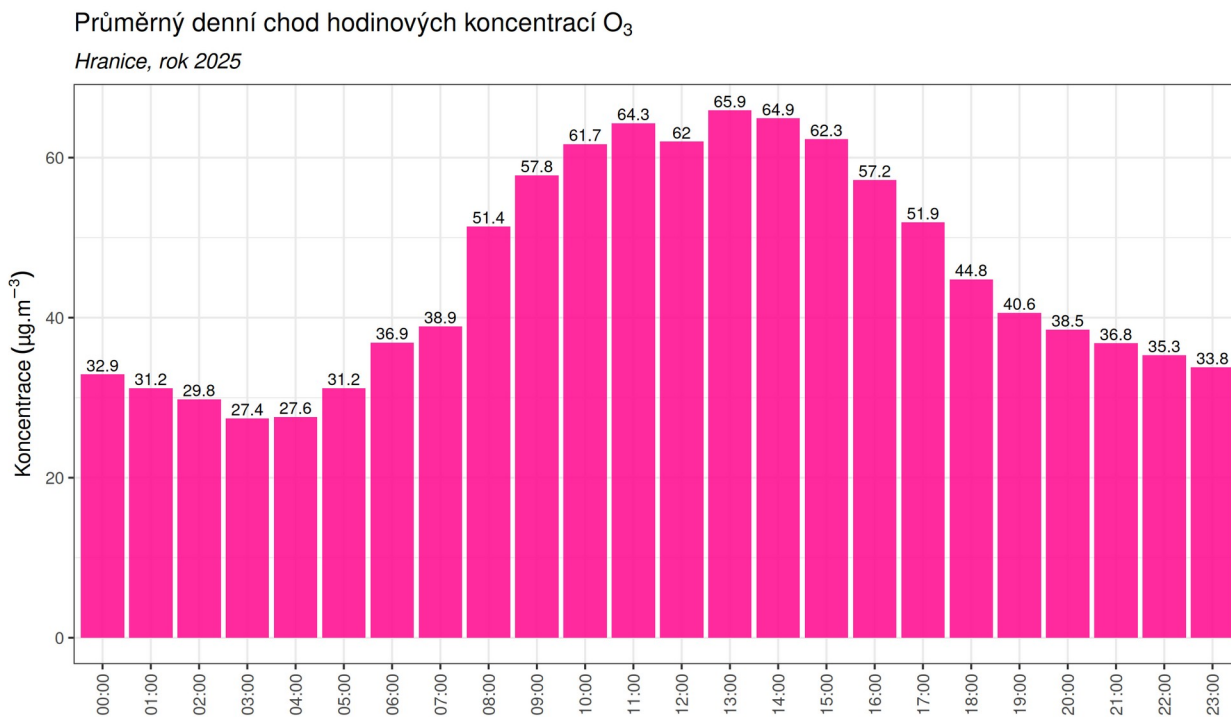


Obr. 71: Týdenní chod maximálních 8h klouzavých průměrů O₃ za den, Hranice, rok 2025

3.3.4 ANALÝZA HODINOVÝCH KONCENTRACÍ – DENNÍ CHOD A KONCENTRAČNÍ RŮŽICE

Zprůměrováním všech naměřených koncentrací v jednotlivé hodiny lze získat průměrný denní chod O_3 v lokalitě Hranice. Tento denní chod koncentrací zobrazuje následující Obr. 72.

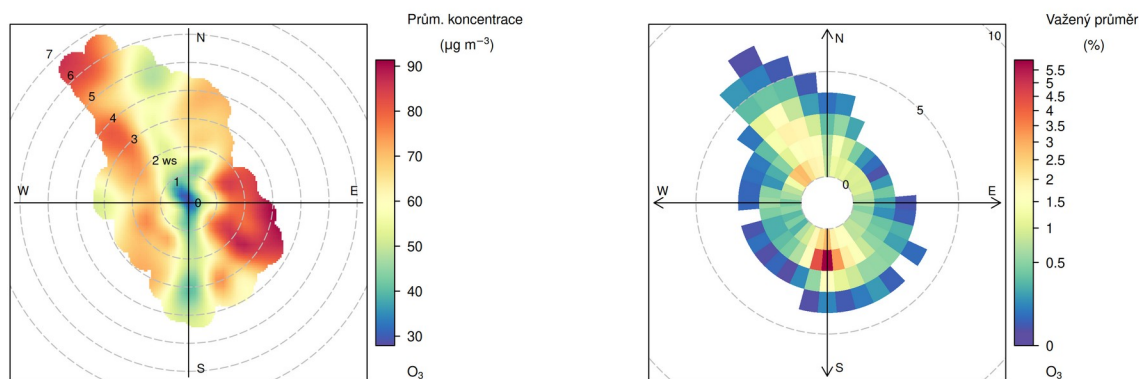
Denní chod je v případě přízemního ozónu spojen se slunečním zářením, proto jsou nejvyšší hodnoty obvykle naměřeny kolem poledne.



Obr. 72: Průměrný týdenní chod denních koncentrací přízemního ozónu, Hranice, rok 2025

Vysvětlení podstaty koncentračních růžic je uvedeno v kapitole koncentračních růžic pro PM.

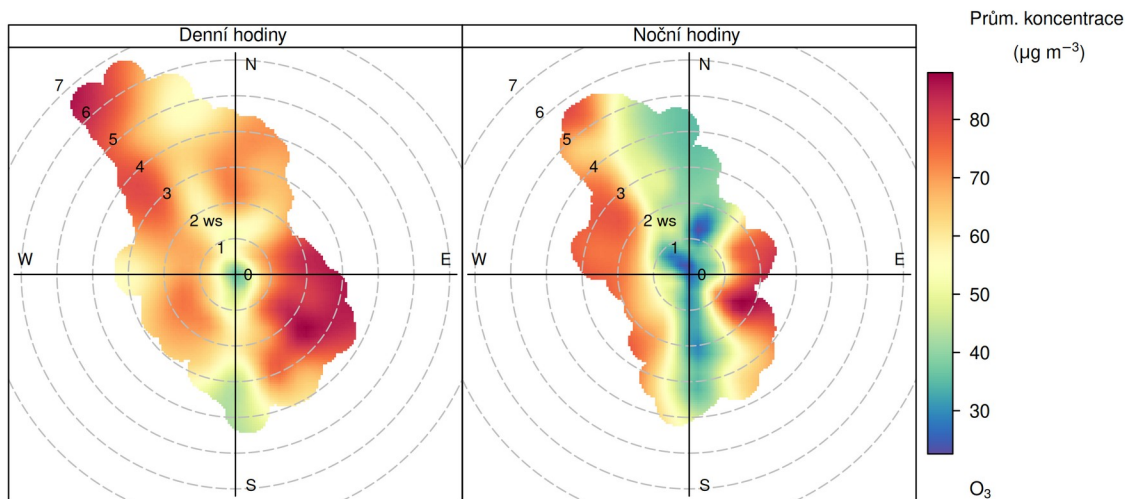
Následující Obr. 73 zobrazuje dva typy koncentračních růžic pro lokalitu Hranice – koncentrační a váženou koncentrační růžici.



Obr. 73: Koncentrační růžice (vlevo) a vážená koncentrační růžice (vpravo) pro O_3 , Hranice, rok 2025

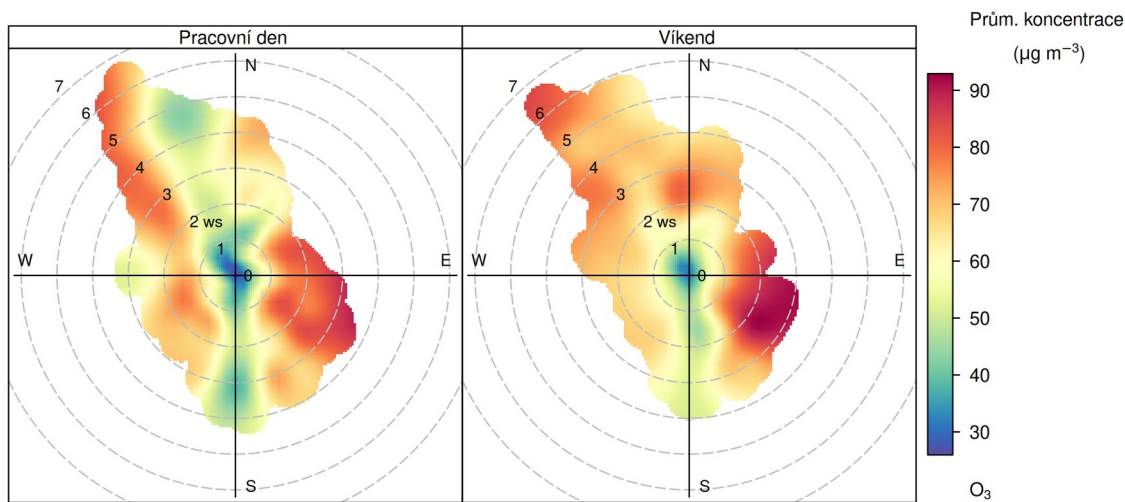
Nejvyšší koncentrace $91 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ byla naměřena při proudění z východních směrů a rychlosti větru $3,1 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$. Nejvyšší vážený průměr koncentrací O_3 (2,4 %) byl zaznamenán při proudění z jižních směrů a rychlosti větru $2,0 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$.

Na následujícím Obr. 74 je koncentrační růžice rozdělena na den a noc. Vyšší hodnoty byly měřeny zejména v denních hodinách při proudění z jihovýchodu. Z těchto směrů zůstávaly zvýšené koncentrace i v nočních hodinách.



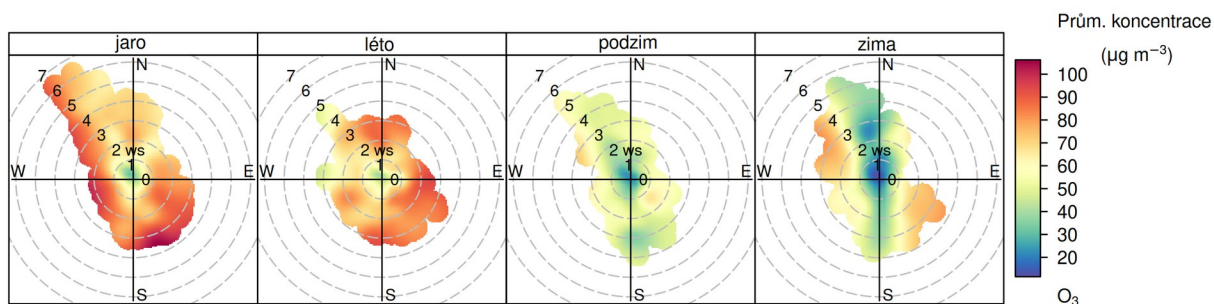
Obr. 74: Koncentrační růžice O_3 v denních a nočních hodinách, Hranice, rok 2025

Koncentrační růžici je taky možné rozdělit na pracovní dny a víkendové dny (Obr. 75). Vyšší koncentrace O_3 byla zaznamenána o víkendu, a to $93 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$. V pracovní dny byla maximální koncentrace $90 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ při proudění z východních směrů a rychlosti větru $3,5 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$. O víkendu dosáhla maximální koncentrace $93 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ při proudění z jihovýchodních směrů a rychlosti větru $2,3 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$.



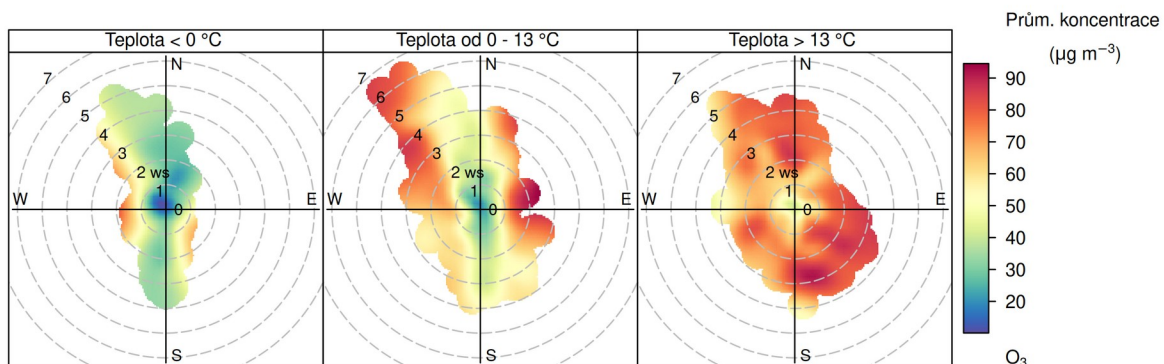
Obr. 75: Koncentrační růžice O_3 v pracovní dny a o víkendu, Hranice, rok 2025

Následující Obr. 76 zobrazuje koncentrační růžice v jednotlivých ročních obdobích. Nejvyšší koncentrace O_3 byla zaznamenána v jarních měsících. Na jaře byla maximální koncentrace O_3 $106 \mu\text{g} \cdot \text{m}^{-3}$ při proudění z jižních směrů a rychlosti větru $3,6 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$. V letních měsících byla maximální koncentrace O_3 $95 \mu\text{g} \cdot \text{m}^{-3}$ při proudění z východních směrů a rychlosti větru $2,7 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$. Na podzim byla maximální koncentrace O_3 $73 \mu\text{g} \cdot \text{m}^{-3}$ při proudění ze západních směrů a rychlosti větru $3,0 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$. V zimních měsících byla maximální koncentrace O_3 $81 \mu\text{g} \cdot \text{m}^{-3}$ při proudění ze severozápadních směrů a rychlosti větru $3,8 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$.



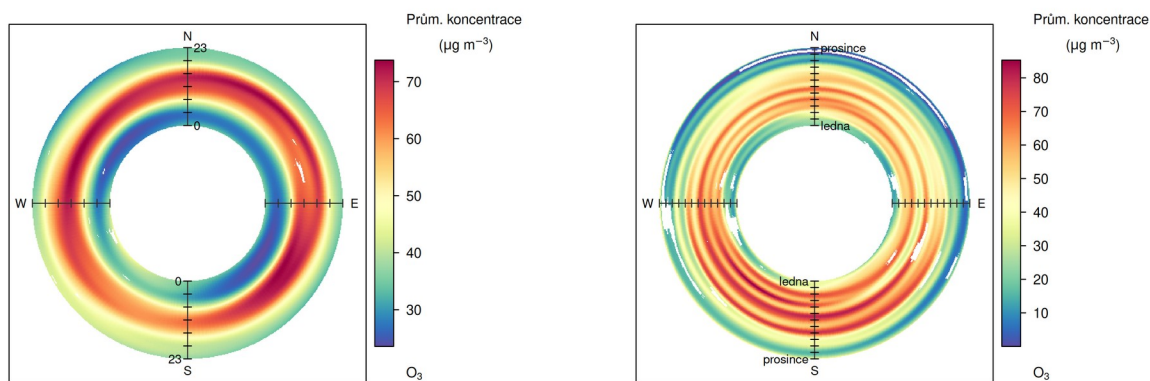
Obr. 76: Koncentrační růžice O_3 v jednotlivých ročních obdobích, Hranice, rok 2025

Dále lze rozdělit koncentrační růžice na základě teplot vzduchu (Obr. 77). Nejvyšší koncentrace O_3 byly zaznamenány při teplotách nad $13 \text{ }^\circ\text{C}$. Při teplotě pod $0 \text{ }^\circ\text{C}$ byla maximální koncentrace $79 \mu\text{g} \cdot \text{m}^{-3}$ při proudění ze západních směrů a rychlosti větru $1,9 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$. V intervalu teplot od 0 do $13 \text{ }^\circ\text{C}$ dosáhla maximální koncentrace $95 \mu\text{g} \cdot \text{m}^{-3}$ při proudění z východních směrů a rychlosti větru $2,5 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$. Při teplotách nad $13 \text{ }^\circ\text{C}$ byla maximální koncentrace $92 \mu\text{g} \cdot \text{m}^{-3}$ při proudění z jižních směrů a rychlosti větru $2,8 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$.



Obr. 77: Koncentrační růžice O_3 ve vybraných teplotních intervalech, Hranice, rok 2025

Cenné informace poskytuje rovněž průměrný denní a roční chod, členěný dle směru větru. V případě denního chodu je uprostřed první hodina po půlnoci a na okraji pak 23. hodina. V případě ročního chodu je pak uprostřed 1. 1. a na okraji 31. 12. Směry větru jsou totožné jako v případě růžic. Koncentrace O_3 v lokalitě Hranice jsou takto zobrazeny na Obr. 78.



Obr. 78: Průměrný denní chod (vlevo) a roční chod (vpravo) koncentrací O_3 dle směru větru, Hranice, rok 2025

Nejvyšší koncentrace O_3 ($74 \mu\text{g} \cdot \text{m}^{-3}$) v rámci denního chodu byla zaznamenána kolem 12. hodiny při proudění ze severozápadních směrů. Nejvyšší koncentrace O_3 ($85 \mu\text{g} \cdot \text{m}^{-3}$) v rámci ročního chodu byla zaznamenána v dubnu a letních měsících při proudění z jihozápadních směrů a rychlosti větru $3,2 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$.

3.3.5 SROVNÁNÍ S LOKALITAMI STÁTNÍ SÍŤE IMISNÍHO MONITORINGU

V této podkapitole budou koncentrace, naměřené v lokalitě Hranice, srovnány s hodnotami naměřenými ve státní síti imisního monitoringu Českého hydrometeorologického ústavu (ČHMÚ). Charakteristika lokalit je uvedena v kapitole *Data a jejich zpracování* v Tab. 2.

Na následujícím Obr. 79 jsou zobrazeny průměrné roční koncentrace O_3 v lokalitách v blízkém okolí lokality Hranice a srovnány s koncentracemi zde měřenými v roce 2025.

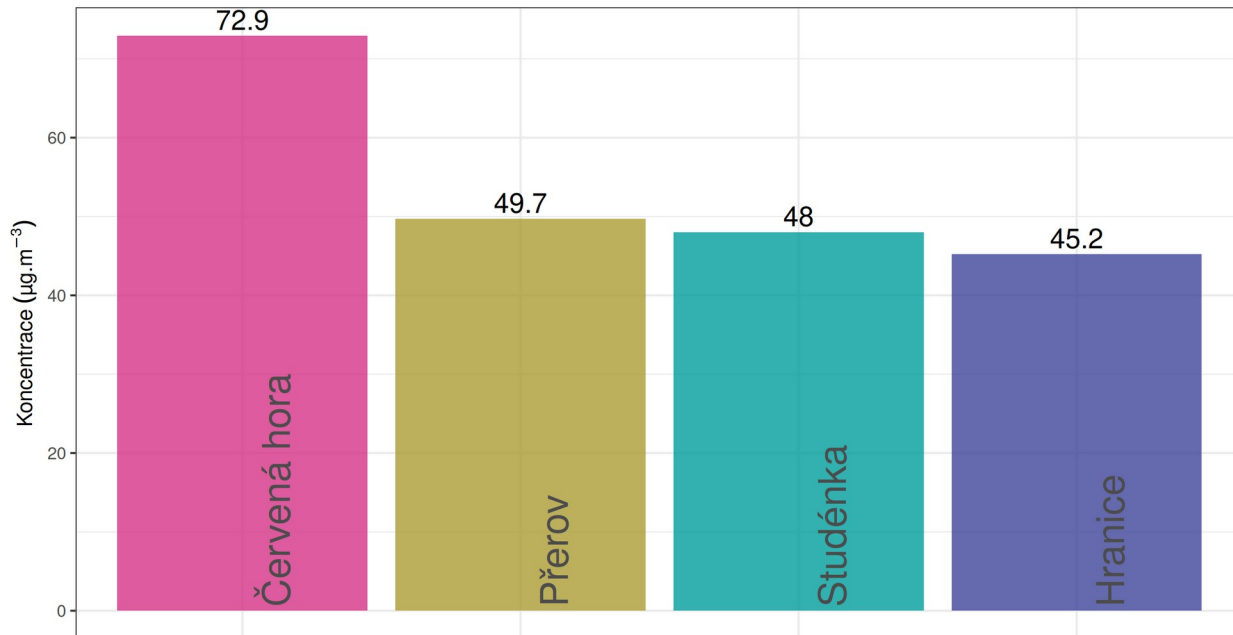
Průměrné roční koncentrace ozonu (O_3) v sledovaných lokalitách se pohybují v rozmezí od $45,2 \mu\text{g} \cdot \text{m}^{-3}$ do $72,9 \mu\text{g} \cdot \text{m}^{-3}$. Nejvyšší koncentrace byla naměřena na Červené hoře ($72,9 \mu\text{g} \cdot \text{m}^{-3}$), nejnižší pak v lokalitě Hranice ($45,2 \mu\text{g} \cdot \text{m}^{-3}$).

Následující graf na Obr. 80 zobrazuje průměrné měsíční koncentrace O_3 naměřené ve vybraných lokalitách. Z grafu je patrné, že vysoké koncentrace jsou vždy měřeny v teplé části roku, což souvisí s tvorbou přízemního O_3 v atmosféře. Vývoj koncentrací je na všech lokalitách podobný.

Graf na Obr. 81 srovnání průměrných denních koncentrací O_3 v lokalitě Hranice s nejbližší lokalitou státní sítě imisního monitoringu Přerov. Z grafu je patrné, že koncentrace v lokalitě Hranice jsou velmi podobné těm v lokalitě Přerov, v lokalitě Přerov jsou koncentrace O_3 po celý rok mírně vyšší.

Průměrné roční koncentrace O₃

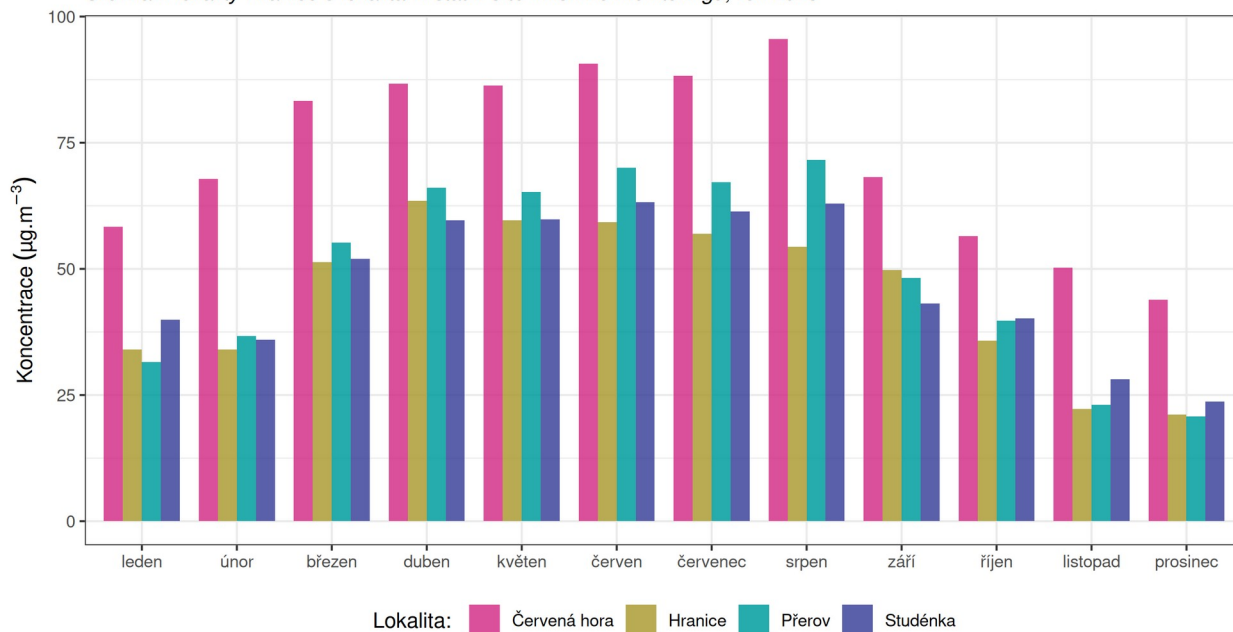
Srovnání lokality Hranice s lokalitami státní sítě imisního monitoringu, rok 2025



Obr. 79: Srovnání průměrné roční koncentrace O₃ lokality Hranice s okolními stanicemi státní sítě imisního monitoringu, rok 2025

Průměrné měsíční koncentrace O₃

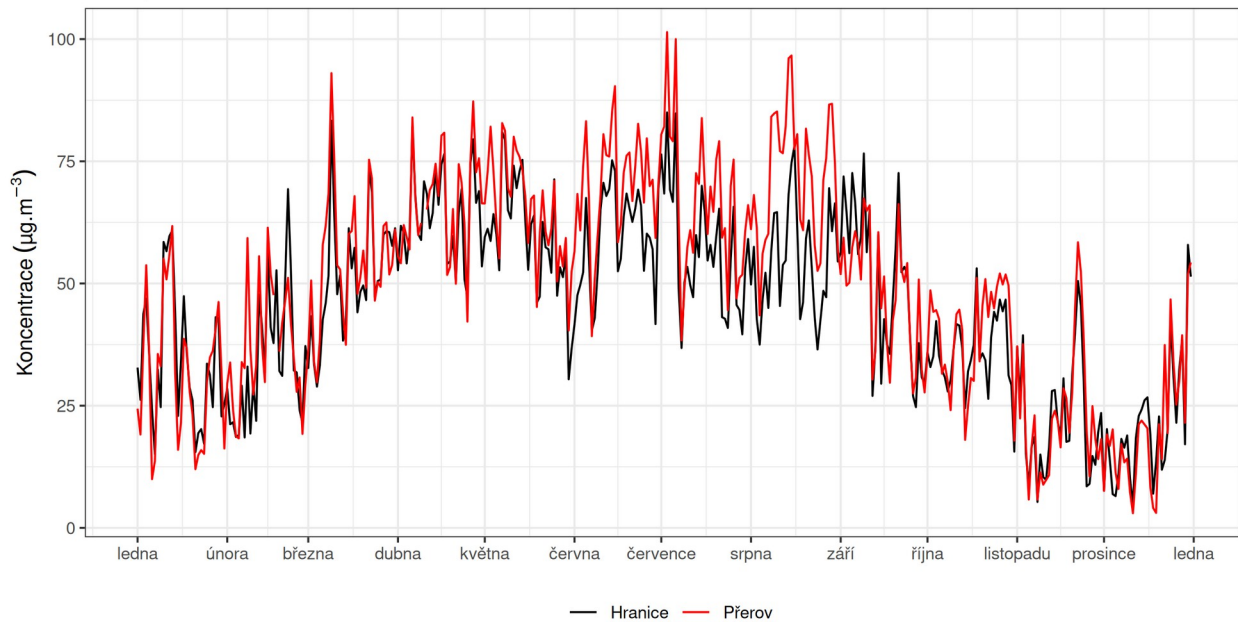
Srovnání lokality Hranice s lokalitami státní sítě imisního monitoringu, rok 2025



Obr. 80: Srovnání průměrných měsíčních koncentrací O₃ lokality Hranice s okolními stanicemi státní sítě imisního monitoringu, rok 2025

Srovnání průměrných denních koncentrací O₃

Lokality Hranice a Přerov, rok2025



Obr. 81: Srovnání průměrných denních koncentrací O₃, lokality Hranice a Přerov, rok2025

4 ZÁVĚRY

Kvalita ovzduší v lokalitě Hranice je z hlediska sledovaných škodlivin aktuálně hodnocena jako uspokojivá s výjimkou koncentrací aerosolu frakce PM, které vykazují dlouhodobý pokles. Hlavní problémové látky, tedy PM₁₀ a PM_{2,5}, se v lokalitě nacházejí na úrovních výrazně nižších než stanovené imisní limity, přičemž byly zaznamenány meziroční poklesy koncentrací s dlouhodobými klesajícími trendy. Oxidy dusíku (NO₂, NO_x) vykazují rovněž významný meziroční pokles, ani v případě NO₂ nebyly překročeny platné limity. Ozon (O₃) dosahuje středních hodnot koncentrací charakteristických pro venkovské podmínky a neprojevuje překročení limitů, je však významně ovlivněn sezónní variabilitou a meteorologickými faktory. Vliv lokálních emisních zdrojů včetně dopravy je patrný především při specifických směrech proudění vzduchu, kdy je kvalitní atmosféra ovlivněna nízkou rychlostí větru a inverzními situacemi.

Průměrné roční koncentrace PM₁₀ dosáhly v lokalitě Hranice hodnoty 17,9 μg•m⁻³, což je výrazně pod imisním limitem 40 μg•m⁻³. V roce 2025 bylo zaznamenáno snížení koncentrací PM₁₀ o 3,4 μg•m⁻³ (16 %) oproti roku 2024 a o 8,3 μg•m⁻³ (31,7 %) vůči roku 2019. Dlouhodobý trend poklesu byl potvrzen průměrným ročním úbytkem 0,9 μg•m⁻³ a relativním snížením o 3,5 % ročně (R² = 0,49). Maximální koncentrace PM₁₀ se vyskytly především v zimních obdobích při proudění z jihozápadních a severovýchodních směrů a nízkých rychlostech větru. V rámci denního cyklu nebyly výrazné rozdíly mezi denními a nočními hodnotami. Ve srovnání s okolními lokalitami patří Hranice k oblastem s nižšími koncentracemi PM₁₀.

Koncentrace PM_{2,5} v Hranicích dosáhly průměrné hodnoty 13,4 μg•m⁻³, rovněž bez překročení limitu 20 μg•m⁻³. Meziroční poklesy činily 1,2 μg•m⁻³ (8,2 %) oproti roku 2024 a 6,6 μg•m⁻³ (33 %) oproti roku 2019, při dlouhodobém průměrném úbytku 0,8 μg•m⁻³ ročně (4,2 % ročně). Sezónní maxima PM_{2,5} byla zaznamenána v zimních měsících. Lokalita vykazuje nižší hodnoty ve srovnání s jinými průmyslově exponovanými oblastmi.

Oxid dusičitý (NO₂) vykázal průměrnou roční koncentraci 12,1 μg•m⁻³, což je výrazně pod imisním limitem 40 μg•m⁻³. V roce 2025 byla zaznamenána meziroční redukce koncentrací o 3,4 μg•m⁻³ (21,9 %). Dlouhodobý trend je významně negativní se snížením průměrně o 1,5 μg•m⁻³ ročně (6,5 % ročně). Nejvyšší koncentrace NO₂ byly typicky naměřeny v zimních a jarních měsících při proudění ze severovýchodních směrů a nízkých rychlostech větru, což odráží ovlivnění lokální dopravou a topením. Lokalita Hranice se řadí mezi oblasti s nižšími koncentracemi NO₂ ve srovnání s okolními průmyslovými aglomeracemi.

Průměrné roční koncentrace ozonu (O₃) v lokalitě Hranice jsou nižší ve srovnání s ostatními lokalitami. Imisní limit pro ozon nebyl překročen. Výrazná sezónní proměnlivost je patrná se sezónními maximy v jarních a letních měsících, kdy koncentrace dosahují až 106 μg•m⁻³. V lokalitě Hranice jsou maxima ozonu dosažena převážně při proudění z jižních a jihovýchodních směrů, s rychlostmi větru mezi 2,5 a 3,6 m•s⁻¹. Tato sezónnost je ovlivněna fotochemickými procesy a příměsí prekurzorů ozonu z okolních oblastí.

Přes absence dat o dopravě v této zprávě lze predikovat, že lokální doprava přispívá k tvorbě NO₂ a PM, zejména v zimním období, kdy kombinace nízkých rychlostí větru a inverzních teplot podporuje

akumulaci škodlivin. Meteorologické podmínky, jako jsou převážné směrné proudění ze severovýchodních a jihovýchodních směrů, výrazně formují prostorové a časové rozložení koncentrací.

Kvalita ovzduší v lokalitě Hranice se vyznačuje nižšími koncentracemi všech sledovaných škodlivin ve srovnání s průmyslovými a hustě osídlenými oblastmi, a nepřekračuje stanovené imisní limity. Dlouhodobý pokles koncentrací PM, oxidů dusíku a dalšího znečištění svědčí o efektivním snižování emisních zdrojů a příznivých meteorologických podmínkách. Z hlediska zdravotního rizika koncentrace v Hranicích nepředstavují akutní nebezpečí pro obyvatele. Dominantními zdroji znečištění zůstává lokální doprava a domácí topeniště, jejichž vliv je modifikován zejména v zimním období a za nízkých rychlostí větru. Pro udržení a další zlepšení kvality ovzduší je vhodné pokračovat ve snižování emisí a sledovat mezery v dopravním managementu i energetickém sektoru.

5 SEZNAM LITERATURY

1. MŽP *Zákon č. 201/2012 Sb. o Ochráně Ovzduší ve Znění Pozdějších Předpisů*; 2012;
2. Team, R.C. *R: A Language and Environment for Statistical Computing*; R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria., 2018;
3. H. Wickham, et al. Welcome to the Tidyverse. *Journal of Open Source Software* **2019**, 4, 1686.
4. Carslaw Openair - an R Package for Air Quality Data Analysis. *Environmental* **2012**, 27–28, 52–61.
5. Vlasáková, L.; Škáchová, H.; Školoudová, L.; Crhová, L.; Seibert, R. *Kvalita Ovzduší v ČR 2025 2026*.
6. ČHMÚ *Předběžná Zpráva s Hodnocením Kvality Ovzduší Za Rok 2024. Tisková zpráva ČHMÚ 2025*, https://www.chmi.cz/files/portal/docs/tiskove_zpravy/2025/TZ_Predbezna_zprava_2024_UKO_isko.pdf.
7. Vojtíšek, M. O Provozu Vznětových Motorů a Aerosolech Jimi Produkovanych v Městských Aglomeracích. In *Proceedings of the Konference ČAS 2010. Sborník Konference.*; Czech Academy of Science, 2010.
8. ČHMÚ *Znečištění Ovzduší Na Území České Republiky v Roce 2024; 2025*; ISBN 978-80-7653-081-2.
9. ČHMÚ *Znečištění Ovzduší Na Území České Republiky v Roce 2023; 2024*; ISBN 978-80-7653-071-3.
10. EPA, U. *Particulate Matter (PM) Pollution*;
11. Keder, J. Rozbor Výsledků Kontinuálního Měření Spekter Velikostí Částic Analyzátorů Grimm. In *Proceedings of the Ovzduší 2007*; Masaryk University Brno, 2007.
12. ČHMÚ *Velikonoční Písečný Prach Ze Sahary Pohledem Dálkového Průzkumu i Pozemního Měření. Tisková zpráva ČHMÚ 2024*.
13. EPA, U. *Nitrogen Dioxide (NO2) Pollution*;
14. Derwent, R.G. *Chemistry of the Natural Atmosphere*. By Peter Warneck. Academic Press. Second Edition. *Quarterly Journal of the Royal Meteorological Society* **2001**, 127.
15. Commission, E. *Position Paper on Air Quality: Nitrogen Dioxide*;
16. John H. Seinfeld, S.N.P. *Atmospheric Chemistry and Physics*; John Wiley & Sons: John Wiley & Sons, 2016; ISBN 978-1-118-94740-1 1-118-94740-1.
17. Závodský, J.F.D. *Chemické Aspekty Znečištěného Ovzduší – Troposférický Ozon*; Kompendium ochrany kvality ovzduší, 2003;
18. Ian Colbeck, A.R.M. *Air Pollution by Photochemical Oxidants*; Elsevier Science Publishing Company: Elsevier Science Publishing Company, undefined 1994; ISBN STANFORD:36105009789822.