

SÚHRNNÁ SPRÁVA

Meranie koncentrácií suspendovaných častíc frakcie PM_{2,5}
vo vonkajšom ovzduší v obci Dubová
v období 14.02.-27.02.2023 a 13.07.-26.07.2023

Slovenský hydrometeorologický ústav
Referát medzilaboratórných
porovnávacích meraní
Bratislava 2023



Poskytovateľ

Názov organizácie: Slovenský hydrometeorologický ústav
Kalibračné laboratórium
Referát medzilaboratórnych porovnávacích meraní
Adresa: Jeséniova 17, P.O.Box 15, 833 15 Bratislava 37
Kontakt: Bc. Maroš Jurčovič
Telefón: +421 2 59 415 170
E-mail: maros.jurcovic@shmu.sk
Organizačné zabezpečenie: Kalibračné laboratórium, Referát medzilaboratórnych porovnávacích meraní
Technické zabezpečenie: Kalibračné laboratórium SHMÚ
Hodnotenie a interpretácia výsledkov meraní: odbor Monitorovanie kvality ovzdušia SHMÚ

Autorské práva

Slovenský hydrometeorologický ústav, Kalibračné laboratórium, Referát medzilaboratórnych porovnávacích meraní si vyhradzuje všetky práva na obsah tejto správy. Distribúcia, alebo zverejnenie tejto správy, alebo jej častí je možná len s uvedením presného zdroja: „SHMÚ, Kalibračné laboratórium, Referát medzilaboratórnych porovnávacích meraní“.

Dátum vydania súhrnnej správy: 29. 12. 2023

Slovenský
hydrometeorologický ústav
Jeséniova 17, 833 15 Bratislava
28



Bc. Maroš Jurčovič
Kordinátor medzilaboratórnych
porovnávacích meraní

Obsah

Zoznam príloh	4
Použité skratky.....	6
Úvod.....	7
1. Popis miesta meraní.....	8
2. Merané parametre vonkajšieho ovzdušia	14
2.1. Suspendované častice PM _{2,5}	14
2.2. Meteorologické veličiny	14
3. Výsledky merania v zimnom období	15
3.1. Výsledky hmotnostných koncentrácií PM _{2,5}	15
3.2. Meteorologické podmienky	16
3.3. Porovnanie výsledkov hmotnostných koncentrácií PM _{2,5} medzi obcou Dubová a AMS NMSKO SHMÚ v Bratislavskom kraji	22
4. Výsledky merania v letnom období.....	23
4.1. Výsledky hmotnostných koncentrácií PM _{2,5}	23
4.2. Meteorologické podmienky	24
4.3. Porovnanie výsledkov hmotnostných koncentrácií PM _{2,5} medzi obcou Dubová a AMS NMSKO SHMÚ v Bratislavskom kraji	29
5. Porovnanie výsledkov meraní v zimnom a letnom období	30
5.1. Porovnanie výsledkov medzi obcou Dubová a AMS NMSKO SHMÚ v Bratislavskom kraji v zimnom a letnom období	31
6. Zhrnutie.....	32

Zoznam príloh

Tabuľka 1: Výsledky 24-hodinových hmotnostných koncentrácií PM _{2,5} [µg·m ⁻³] v zimnom období	15
Tabuľka 2: Porovnanie výsledkov hmotnostných koncentrácií PM _{2,5} medzi obcou Dubová a AMS NMSKO SHMÚ v zimnom období	22
Tabuľka 3: Výsledky 24-hodinových hmotnostných koncentrácií PM _{2,5} [µg·m ⁻³] v letnom období.....	23
Tabuľka 4: Porovnanie výsledkov hmotnostných koncentrácií PM _{2,5} medzi obcou Dubová a AMS NMSKO SHMÚ v letnom období.....	29
Tabuľka 5: Porovnanie výsledkov zimného a letného obdobia v obci Dubová.....	30
Tabuľka 6: Porovnanie výsledkov hmotnostných koncentrácií PM _{2,5} medzi jednotlivými stanicami v zimnom a letnom období	31
Graf 1: Priebehový graf 24-hodinových hmotnostných koncentrácií PM _{2,5} v porovnaní so pseudodennou limitnou hodnotou v zimnom období	15
Graf 2: Teplota vzduchu v zimnom období	16
Graf 3: Tlak vzduchu v zimnom období	16
Graf 4: Relatívna vlhkosť vzduchu v zimnom období	17
Graf 5: Úhrn zrážok v zimnom období.....	17
Graf 6: Rýchlosť vetra v zimnom období	18
Graf 7: Veterné ružice v zimnom období	21
Graf 8: Porovnanie výsledkov hmotnostných koncentrácií PM _{2,5} medzi obcou Dubová a AMS NMSKO SHMÚ so pseudodennou limitnou hodnotou v zimnom období	22
Graf 9: Priebehový graf 24-hodinových hmotnostných koncentrácií PM _{2,5} v porovnaní so pseudodennou limitnou hodnotou v letnom období.....	23
Graf 10: Teplota vzduchu v letnom období.....	24
Graf 11: Tlak vzduchu v letnom období	24
Graf 12: Relatívna vlhkosť vzduchu v letnom období	25
Graf 13: Úhrn zrážok v letnom období	25
Graf 14: Rýchlosť vetra v letnom období	26
Graf 15: Veterné ružice v letnom období.....	28
Graf 16: Porovnanie výsledkov hmotnostných koncentrácií PM _{2,5} medzi obcou Dubová a AMS NMSKO SHMÚ so pseudodennou limitnou hodnotou v letnom období.....	29
Graf 17: Porovnanie výsledkov zimného a letného obdobia v obci Dubová.....	30
Graf 18: Porovnanie výsledkov hmotnostných koncentrácií PM _{2,5} medzi jednotlivými stanicami v zimnom a letnom období	31
Obrázok 1: Satelitná snímka miesta merania.....	9
Obrázok 2: Satelitná snímka miesta merania.....	9
Obrázok 3: Pohľad na miesto merania v zimnom období	10
Obrázok 4: Pohľad na miesto merania z hlavnej cestnej komunikácie (cesta č. II/502) v zimnom období	10
Obrázok 5: Pohľad na miesto merania v letnom období	11
Obrázok 6: Pohľad na miesto merania z hlavnej cestnej komunikácie (cesta č. II/502) v letnom období	11
Obrázok 7: Exponované filtre po ukončení merania v zimnom období (poradové číslo na držiaku filtra označuje poradové číslo dňa tzn. 1. je 14.2.2023, 2. je 15.2.2023 atď.).....	12

Obrázok 8: Exponované filtre po ukončení merania v letnom období (poradové číslo na držiaku filtra označuje poradové číslo dňa tzn. 1. je 13.7.2023, 2. je 14.7.2023 atď.).....	12
Obrázok 9: Automatický váhový systém, na ktorom boli vážené filtre.....	13
Obrázok 10: Vzorkovací systém, ktorý je súčasťou mobilnej meracej stanice.....	13
Obrázok 11: Informatívne zobrazenie svetových strán pre miesto meraní.....	18

Použité skratky

AMS	Automatická meracia stanica
NMSKO	Národná monitorovacia sieť kvality ovzdušia
PM _{2,5}	častice suspendované v ovzduší, ktoré sú dostatočne malé na to, aby prešli vzorkovacou hlavicou odberového zariadenia selektujúcou častice s aerodynamickým priemerom 2,5 μm s účinnosťou 50 %
SHMÚ	Slovenský hydrometeorologický ústav
UTC	Koordinovaný svetový čas (Coordinated Universal Time)
AQG	Globálne usmernenie o kvalite ovzdušia (Air Quality Guideline)
WHO	Svetová zdravotnícka organizácia (World Health Organization)

Úvod

Slovenský hydrometeorologický ústav realizoval merania v obci Dubová v dvoch ročných obdobiach. Cieľom meraní bolo stanoviť úroveň znečistenia vonkajšieho ovzdušia suspendovanými časticami frakcie $PM_{2.5}$ v obci Dubová a na základe analýzy získaných dát porovnať úroveň znečistenia ovzdušia v zimnom a v letnom období so zámerom stanoviť podiel lokálneho vykurovania na celkovej úrovni znečistenia vonkajšieho ovzdušia obce a zároveň porovnať úroveň znečistenia s jednotlivými AMS NMSKO SHMÚ v Bratislavskom kraji. Súhrnná správa obsahuje výsledky, ktoré sú zamerané na analytické zhodnotenie stavu kvality ovzdušia a meteorologické podmienky v dvoch ročných obdobiach.

1. Popis miesta meraní

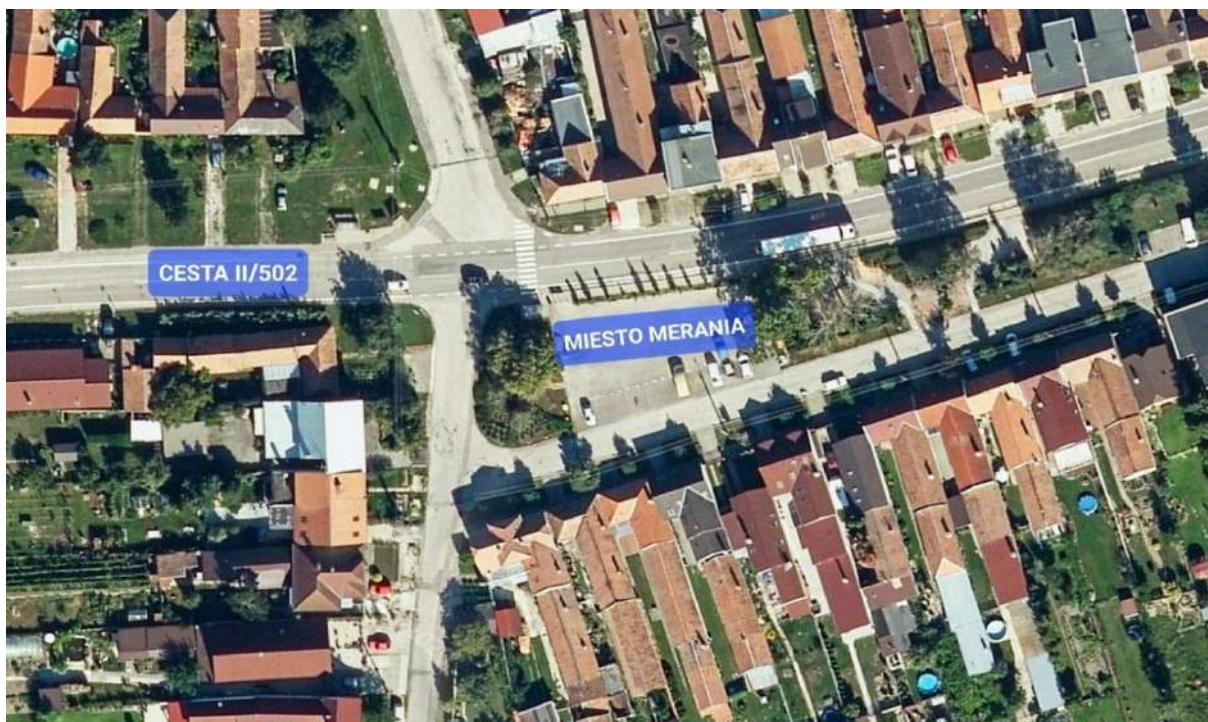
Pre stanovenie suspendovaných častíc frakcie PM_{2.5} bola použitá referenčná gravimetrická metóda v zmysle normy EN 12341:2023. Jednotlivé 24-hodinové odbery vzoriek boli identicky realizované v dvoch dvojtýždňových kampaniach - v zimnej (14.2.2023–27.2.2023) a v letnej (13.7.2023–26.7.2023) prostredníctvom štyroch odberových zariadení inštalovaných v mobilných meracích systémoch Kalibračného laboratória SHMÚ v centre obce Dubová na Hlavnej ulici (48°21'51.6"N 17°20'17.4"E) na ploche verejného parkoviska v blízkosti hlavnej cestnej komunikácie. Lokalitu meraní možno charakterizovať ako obytnú zónu s cestnou komunikáciou - cestou druhej triedy č. II/502 tvoriacou hlavnú tranzitnú tepnu obce. Odberové zariadenia boli inštalované na verejnom parkovisku s maximálnou kapacitou cca 15 vozidiel. Miesto meraní bolo lokalizované v osi rozšíreného uličného koridoru s približnou šírkou 45 metrov orientovaného v smere juh-juhozápad – sever-severovýchod na jeho juh-juhozápadnom okraji. Stredový pás uličného koridoru je tvorený parkovou zeleňou. Okraje uličného koridoru tvorí súvislá zástavba rodinných domov, pričom najmenšia vzdialenosť od miesta meraní bola približne 20 metrov. Vzdialenosť miesta meraní od cestnej komunikácie č. II/502 bola 7 metrov a od zastávky autobusovej regionálnej dopravy 15 metrov. Juhozápadne od miesta meraní vo vzdialenosti približne 25 metrov sa ku ceste II/502 napájajú bočné obslužné komunikácie. Vzorky ovzdušia boli odberovými systémami odoberané vo výške 3 metre nad zemou. Podmienky meraní znečistenia vonkajšieho ovzdušia boli z pohľadu požiadaviek na miesto merania v súlade s technickým predpisom STN 83 5510.

Maximálna povolená rýchlosť vozidiel v obci je 50 km·h⁻¹. Priemerný denný počet vozidiel tranzitujúcich cestou č. II/502 cez obec je na základe celoštátneho sčítania dopravy z roku 2022: 5754 (694 nákladných vozidiel, 4914 osobných vozidiel a 146 motocyklov). V porovnaní s celoštátnym sčítaním dopravy z roku 2015, kedy bol denný priemer 5063 vozidiel je nárast počtu tranzitujúcich vozidiel o 12 %. Doprava počas zimnej a letnej kampane bola porovnateľná, plynulá a bez obmedzení. Počas zimnej kampane neboli plochy miestnych komunikácií posýpané posypovým materiálom.

Rodinné domy v obci ako zdroj vykurovania a ohrevu teplej úžitkovej vody využívajú najmä zemný plyn, tuhé palivo a elektrickú energiu. Vzhľadom ku nadpriemernému predzásobeniu sa veľkej časti domácností palivovým drevom pred danou zimnou vykurovacou sezónou z dôvodu obáv z nárastu cien zemného plynu a elektrickej energie možno objektívne predpokladať zvýšenie podielu tuhého paliva v celkovom palivovom mixe v porovnaní s ostatnými vykurovacími sezónami.



Obrázok 1: Satelitná snímka miesta merania



Obrázok 2: Satelitná snímka miesta merania



Obrázok 3: Pohľad na miesto merania v zimnom období



Obrázok 4: Pohľad na miesto merania z hlavnej cestnej komunikácie (cesta č. II/502) v zimnom období



Obrázok 5: Pohľad na miesto merania v letnom období



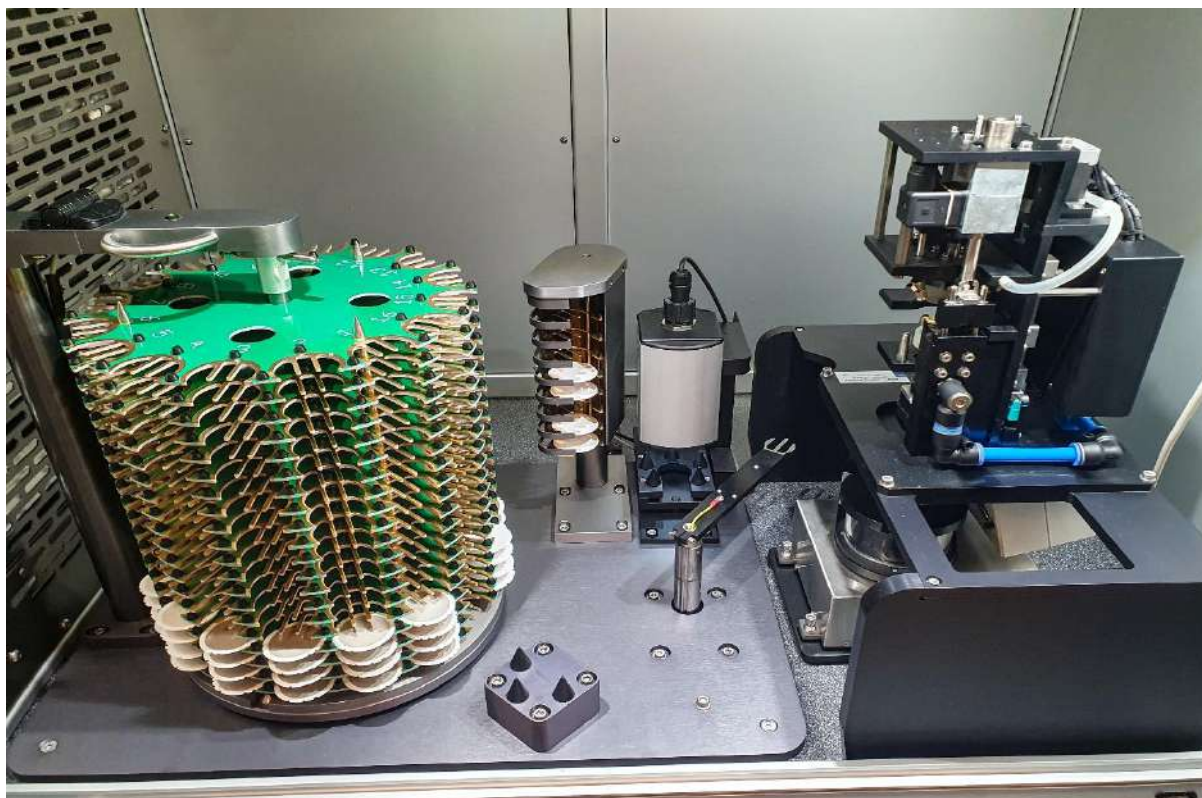
Obrázok 6: Pohľad na miesto merania z hlavnej cestnej komunikácie (cesta č. II/502) v letnom období



Obrázok 7: Exponované filtre po ukončení merania v zimnom období (poradové číslo na držiaku filtra označuje poradové číslo dňa tzn. 1. je 14.2.2023, 2. je 15.2.2023 atď.)



Obrázok 8: Exponované filtre po ukončení merania v letnom období (poradové číslo na držiaku filtra označuje poradové číslo dňa tzn. 1. je 13.7.2023, 2. je 14.7.2023 atď.)



Obrázok 9: Automatický váhový systém, na ktorom boli vážené filtre



Obrázok 10: Vzorkovací systém, ktorý je súčasťou mobilnej meracej stanice

2. Merané parametre vonkajšieho ovzdušia

2.1. Suspendované častice PM_{2,5}

PM_{2,5} sú drobné častice, resp. kvapôčky s aerodynamickým priemerom menším ako 2,5 µm rozptýlené v ovzduší, tvoriace atmosférický aerosól. Označenie PM pochádza z anglického particulate matter a zahŕňa tuhú aj kvapalnú fázu. Limitná hodnota pre PM_{2,5} je v súlade so smernicou 2008/50/ES definovaná len pri referenčnej perióde 1 rok. Pre 24-hodinovú periódu sa podľa smernice 2008/50/ES používa tzv. pseudodenná limitná hodnota 30 µg·m⁻³.

Merania realizované v obci Dubová boli založené na referenčnej metóde v zmysle vyhlášky 250/2023 Z. z. a v zmysle technickej normy EN 12341:2023 na princípe vzorkovania suspendovaných častíc vo vonkajšom ovzduší s následným gravimetrickým stanovením ich hmotnostnej koncentrácie. Princíp merania spočíval v odbere vzorky na filter prostredníctvom vzorkovacieho systému, ktorým prechádzal vonkajší vzduch známym a konštantným prietokom cez vzorkovaciu hlavicu selektujúcu častice na základe ich veľkosti, v tomto prípade menšie ako 2,5 µm. Príslušná frakcia PM_{2,5} bola zachytávaná na filtri počas známeho intervalu vzorkovania vonkajšieho ovzdušia (24 h). Hmotnosť suspendovaných častíc PM_{2,5} bola stanovená vážením filtra pred samotným vzorkovaním a po ňom prostredníctvom analytickej mikrováhy.

Pre odbery vzoriek boli použité 4 vzorkovacie systémy Sven Leckel SEQ47/50, ktoré boli súčasťou mobilných meracích staníc (pozri Obrázok 10), sklo-vláknité filtre a pre váženie filtrov bol použitý automatický váhový systém Comde-Derenda AWS-1 (pozri Obrázok 9).

2.2. Meteorologické veličiny

Počas meraní boli zaznamenávané vonkajšie meteorologické podmienky prostredníctvom informatívnych meraní meteorologických veličín (teplota, tlak a relatívna vlhkosť vzduchu, smer a rýchlosť vetra a úhrn zrážok). Počas zimného obdobia boli použité pre meranie teploty a relatívnej vlhkosti vzduchu snímač Vaisala HMP155, pre meranie atmosférického tlaku vzduchu – snímač BD Sensors MB 1201, pre meranie rýchlosti a smeru vetra – snímač Gill Instruments WindSonic. Meranie atmosférických zrážok počas zimného obdobia zabezpečovala meteorologická služba SHMÚ prostredníctvom váhového zrážkomera MPS system TRwS504. Počas letného obdobia boli meteorologické veličiny (teplota, tlak a relatívna vlhkosť vzduchu, úhrn zrážok, smer a rýchlosť vetra) zaznamenávané prostredníctvom zariadenia Vaisala WXT536.

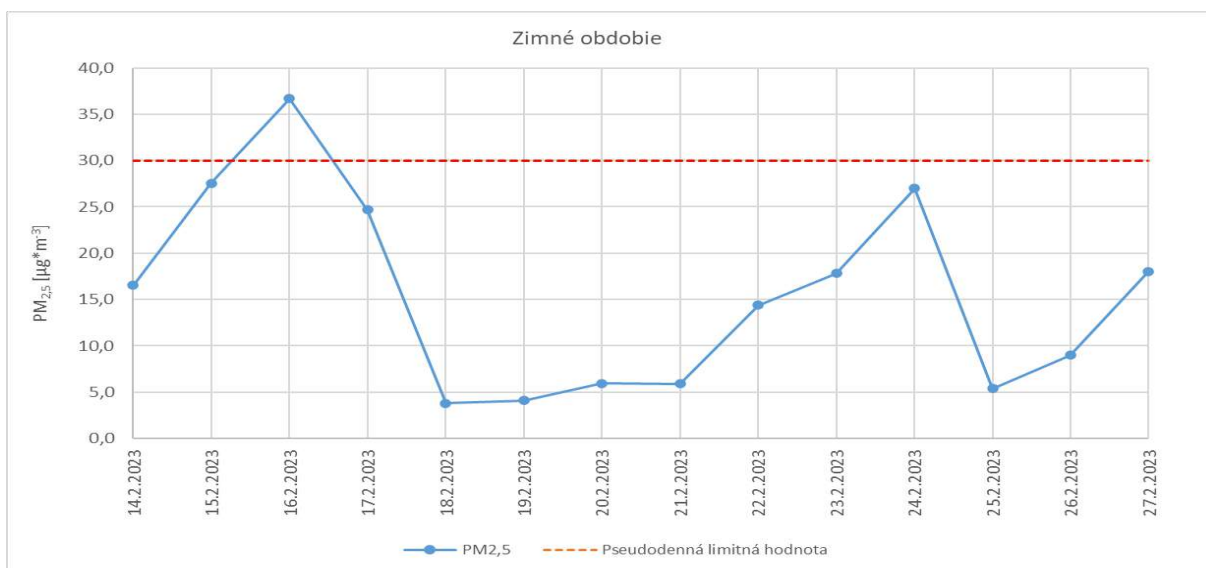
3. Výsledky merania v zimnom období

3.1. Výsledky hmotnostných koncentrácií PM_{2,5}

Pri vyhodnocovaní meraní bola zohľadnená požiadavka na medzivzorkovačovú neistotu podľa technickej normy EN 12341:2023, pričom pre všetky 24-hodinové odbery bola splnená. Výsledná koncentrácia PM_{2,5} je uvádzaná v Tabuľke 1 ako štatisticky vyhodnotený priemer štyroch vzorkovacích systémov po vylúčení odľahlých hodnôt. Výsledky sú vyjadrené v jednotkách $\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ ako 24-hodinové priemerné hmotnostné koncentrácie suspendovaných častíc frakcie PM_{2,5} s prislúchajúcimi štandardnými neistotami (u) a rozšírenými neistotami (U) s koeficientom rozšírenia $k=2$. Dátum a čas 24-hodinového odberu vzoriek je uvádzaný v UTC. Výsledky meraní sú zároveň znázornené v Grafe 1. V sledovanom období bola limitná hodnota $30 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ (v zmysle smernice 2008/50/ES uvádzaná ako pseudodenná) prekročená 1 krát (16.2.2023).

Dátum	Čas		PM _{2,5} [$\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$]	u [$\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$]	U [$\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$]
	od	do			
14.2.2023	0:00	23:59	16,5	1,6	3,3
15.2.2023	0:00	23:59	27,5	1,7	3,4
16.2.2023	0:00	23:59	36,7	1,7	3,5
17.2.2023	0:00	23:59	24,7	1,7	3,4
18.2.2023	0:00	23:59	3,8	1,6	3,3
19.2.2023	0:00	23:59	4,1	1,6	3,3
20.2.2023	0:00	23:59	5,9	1,6	3,3
21.2.2023	0:00	23:59	5,9	1,6	3,3
22.2.2023	0:00	23:59	14,4	1,6	3,3
23.2.2023	0:00	23:59	17,8	1,7	3,3
24.2.2023	0:00	23:59	27,0	1,7	3,4
25.2.2023	0:00	23:59	5,4	1,6	3,3
26.2.2023	0:00	23:59	9,0	1,6	3,3
27.2.2023	0:00	23:59	18,0	1,7	3,3

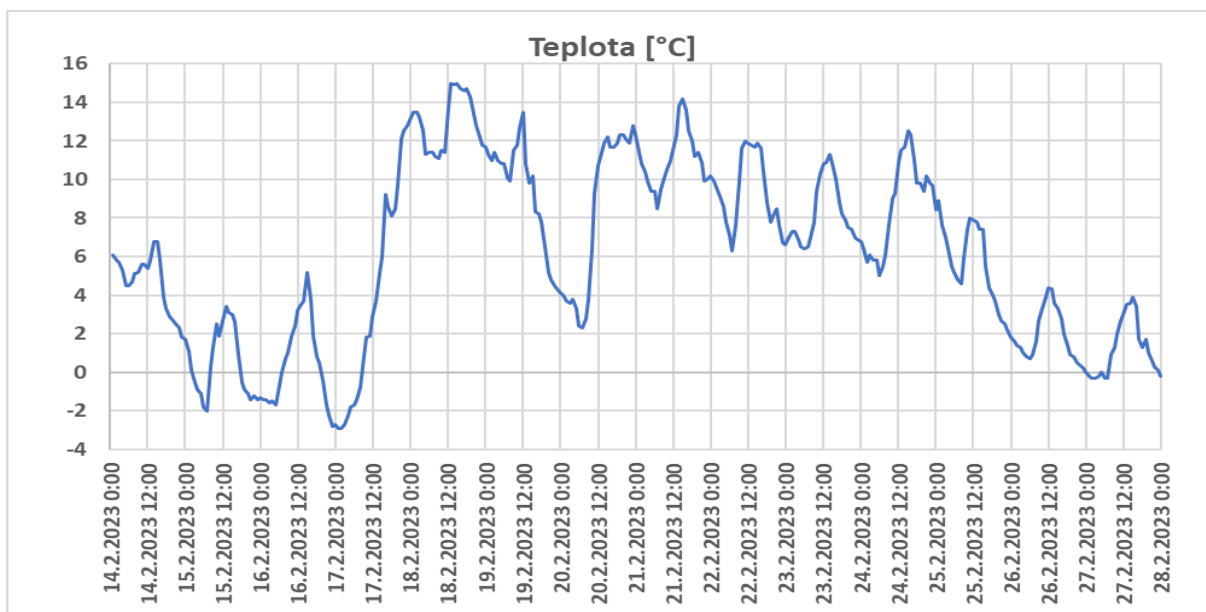
Tabuľka 1: Výsledky 24-hodinových hmotnostných koncentrácií PM_{2,5} [$\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$] v zimnom období



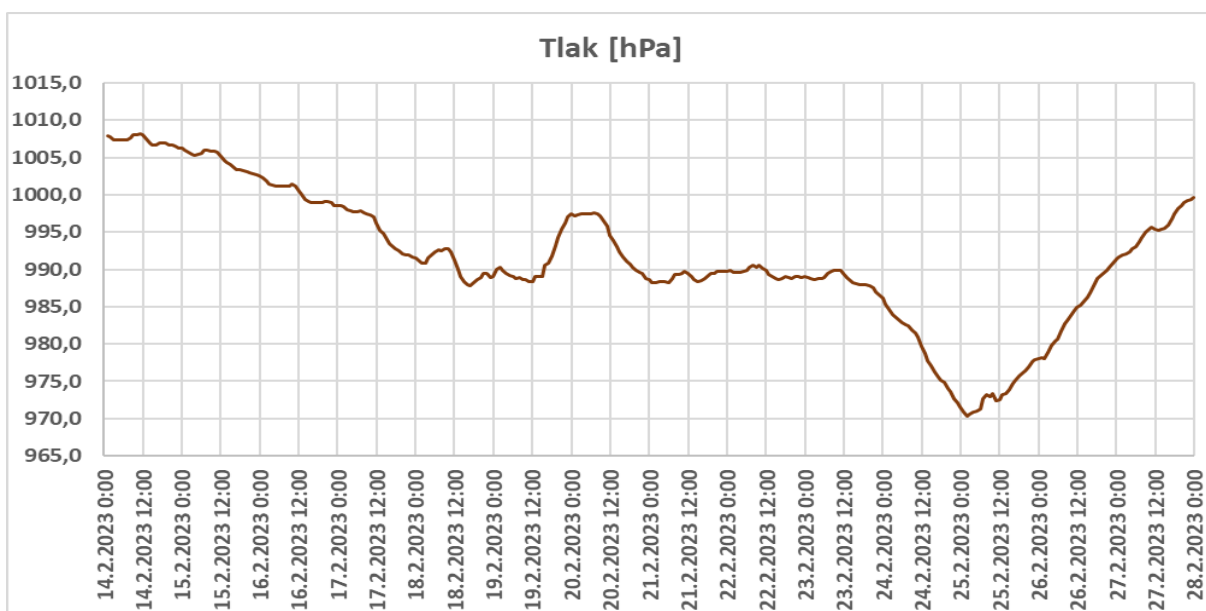
Graf 1: Priebehový graf 24-hodinových hmotnostných koncentrácií PM_{2,5} v porovnaní so pseudodennou limitnou hodnotou v zimnom období

3.2. Meteorologické podmienky

Výsledky z informatívnych meraní meteorologických veličín sú znázornené v Grafoch 3 až 7 ako 1 - hodinové priemerné hodnoty počas sledovaného obdobia. Smer vetra je znázornený formou jednotlivých veterných ružíc pre každý kalendárny deň sledovaného obdobia. Dátum a čas meraní je uvádzaný v UTC.



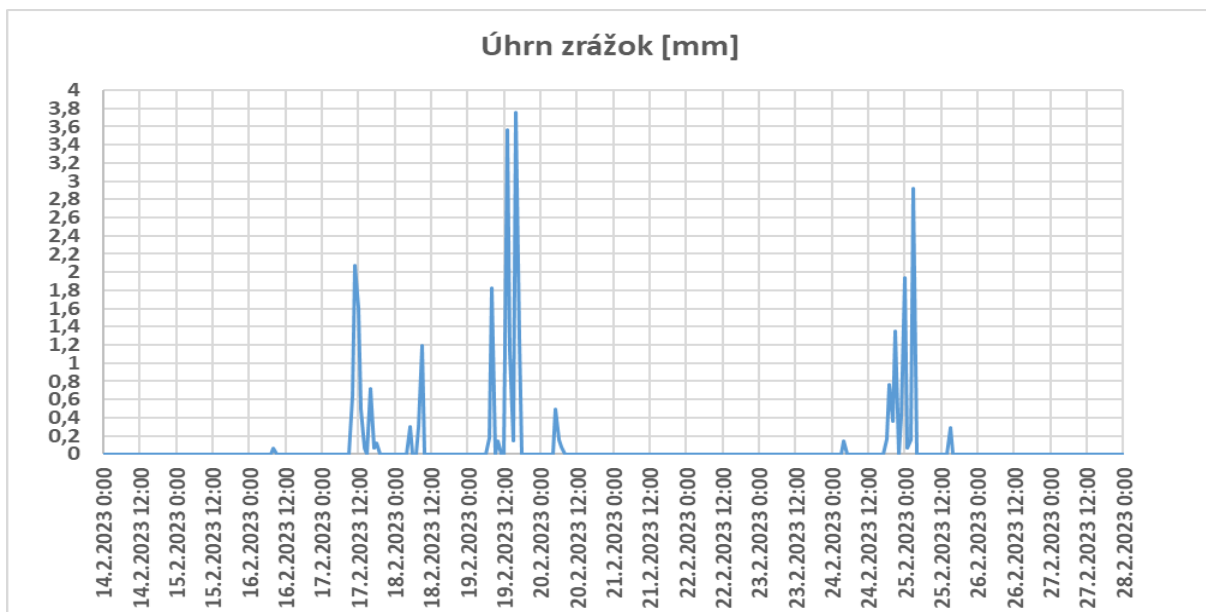
Graf 2: Teplota vzduchu v zimnom období



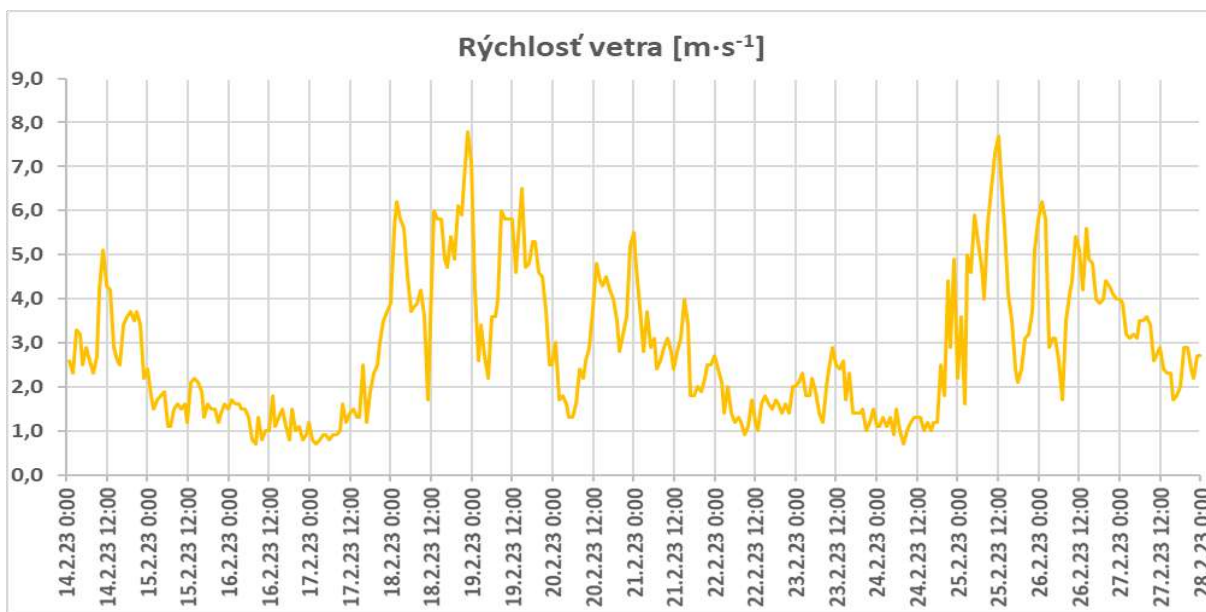
Graf 3: Tlak vzduchu v zimnom období



Graf 4: Relatívna vlhkosť vzduchu v zimnom období



Graf 5: Úhrn zrážok v zimnom období
 1 mm predstavuje 1 liter vody na 1 m²

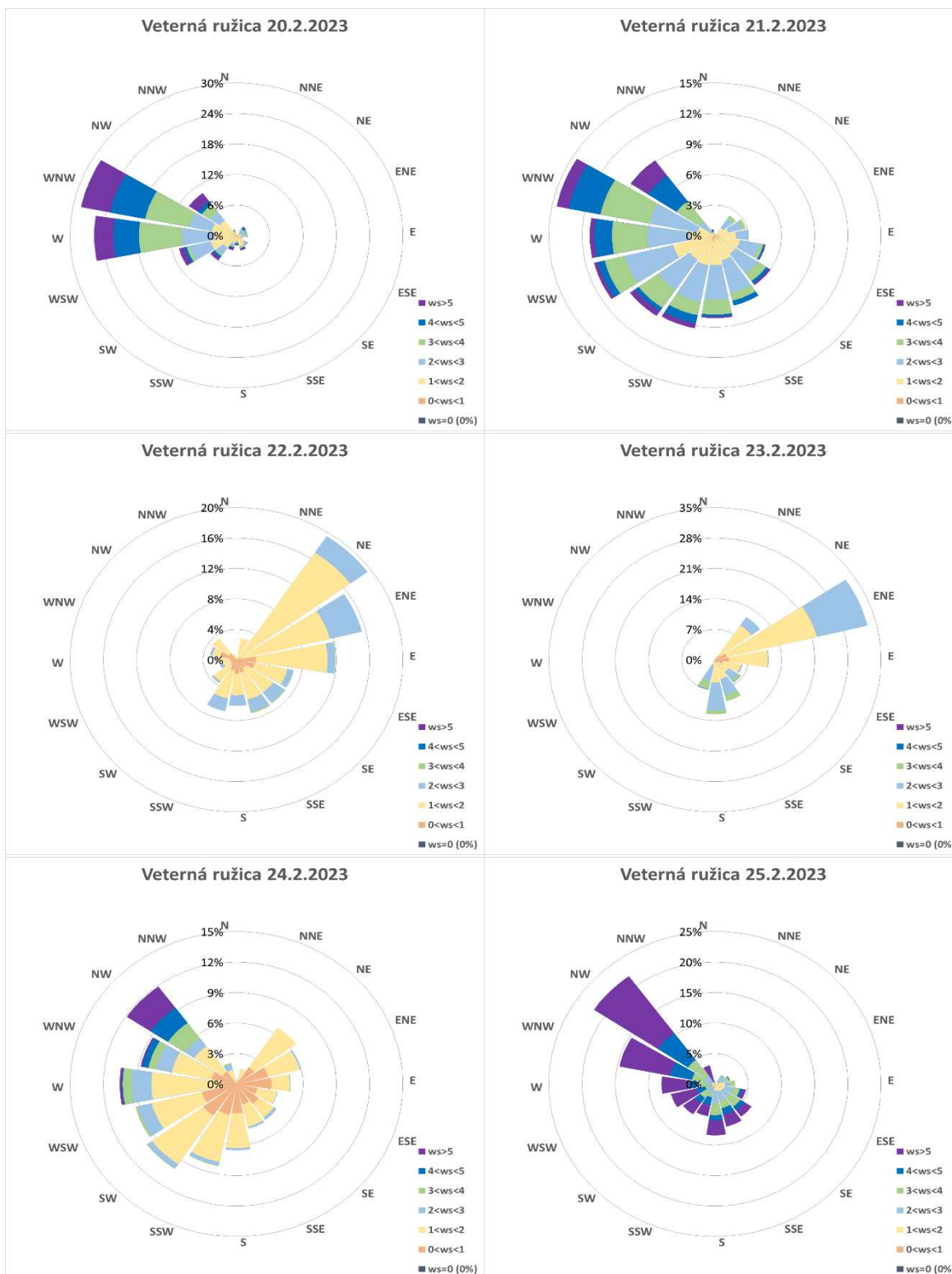


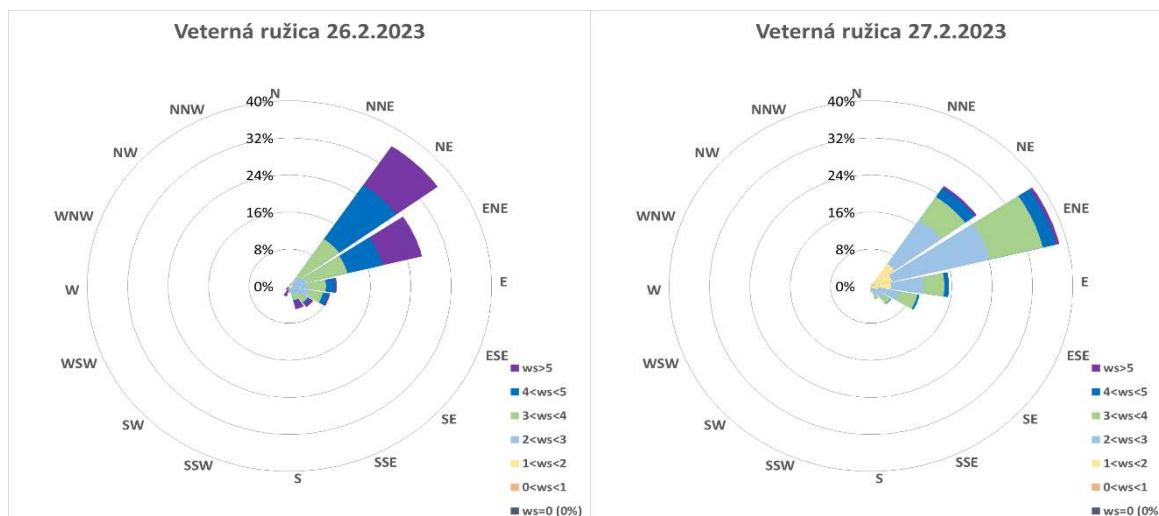
Graf 6: Rýchlosť vetra v zimnom období



Obrázok 11: Informatívne zobrazenie svetových strán pre miesto meraní







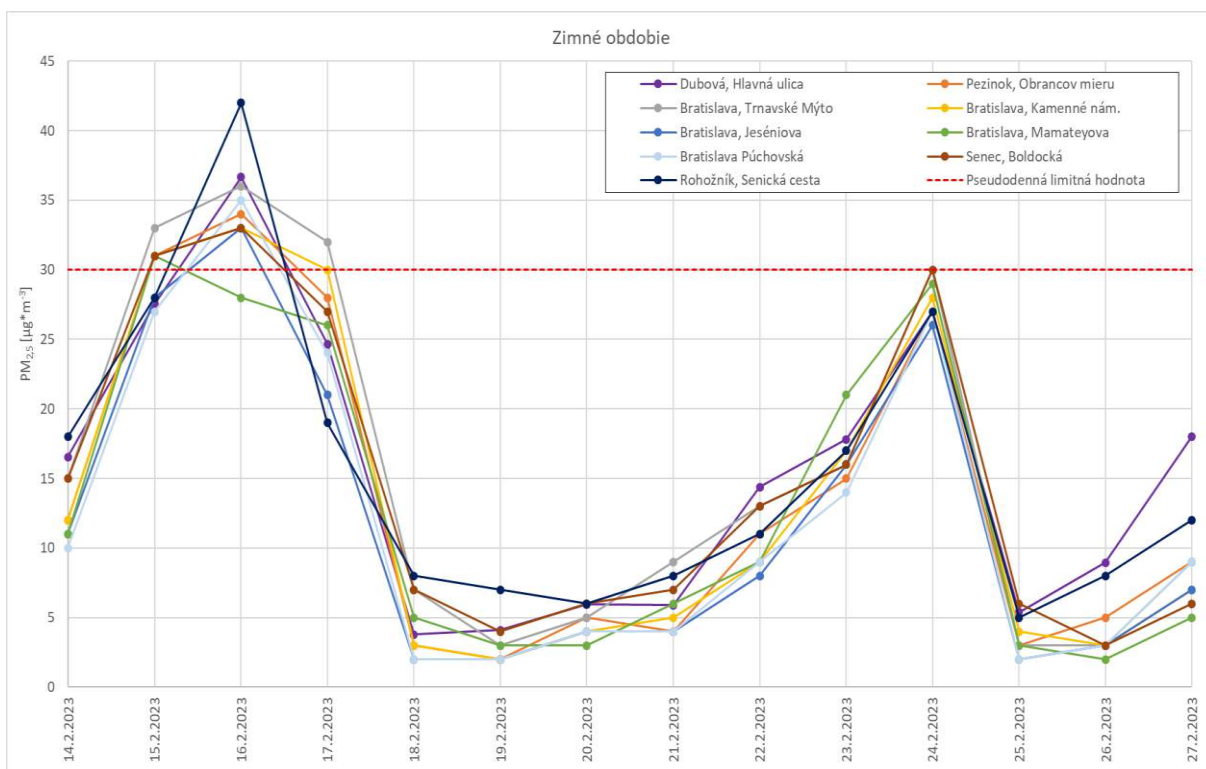
Graf 7: Veterné ružice v zimnom období
 ws - rýchlosť vetra [$m \cdot s^{-1}$]

3.3. Porovnanie výsledkov hmotnostných koncentrácií PM_{2,5} medzi obcou Dubová a AMS NMSKO SHMÚ v Bratislavskom kraji

Výsledky sú vyjadrené v $\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ ako 24-hodinové priemerné hmotnostné koncentrácie suspendovaných častíc frakcie PM_{2,5} pre každý kalendárny deň a sú uvedené v Tabuľke 2 a znázornené v Grafe 8.

Dátum	Dubová, Hlavná ulica [$\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$]	Pezinok, Obrancov mieru [$\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$]	Bratislava, Trnavské Mýto [$\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$]	Bratislava, Kamenné nám. [$\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$]	Bratislava, Jeséniova [$\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$]	Bratislava, Mamateyova [$\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$]	Bratislava, Púchovská [$\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$]	Senec, Boldocká [$\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$]	Rohožník, Senická cesta [$\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$]
14.2.2023	17	12	15	12	11	11	10	15	18
15.2.2023	28	31	33	31	28	31	27	31	28
16.2.2023	37	34	36	33	33	28	35	33	42
17.2.2023	25	28	32	30	21	26	24	27	19
18.2.2023	4	3	7	3	2	5	2	7	8
19.2.2023	4	2	3	2	2	3	2	4	7
20.2.2023	6	5	5	4	4	3	4	6	6
21.2.2023	6	4	9	5	4	6	4	7	8
22.2.2023	14	11	13	9	8	9	9	13	11
23.2.2023	18	15	16	17	16	21	14	16	17
24.2.2023	27	27	30	28	26	29	27	30	27
25.2.2023	5	3	3	4	2	3	2	6	5
26.2.2023	9	5	3	3	3	2	3	3	8
27.2.2023	18	9	9	7	7	5	9	6	12

Tabuľka 2: Porovnanie výsledkov hmotnostných koncentrácií PM_{2,5} medzi obcou Dubová a AMS NMSKO SHMÚ v zimnom období



Graf 8: Porovnanie výsledkov hmotnostných koncentrácií PM_{2,5} medzi obcou Dubová a AMS NMSKO SHMÚ so pseudodennou limitnou hodnotou v zimnom období

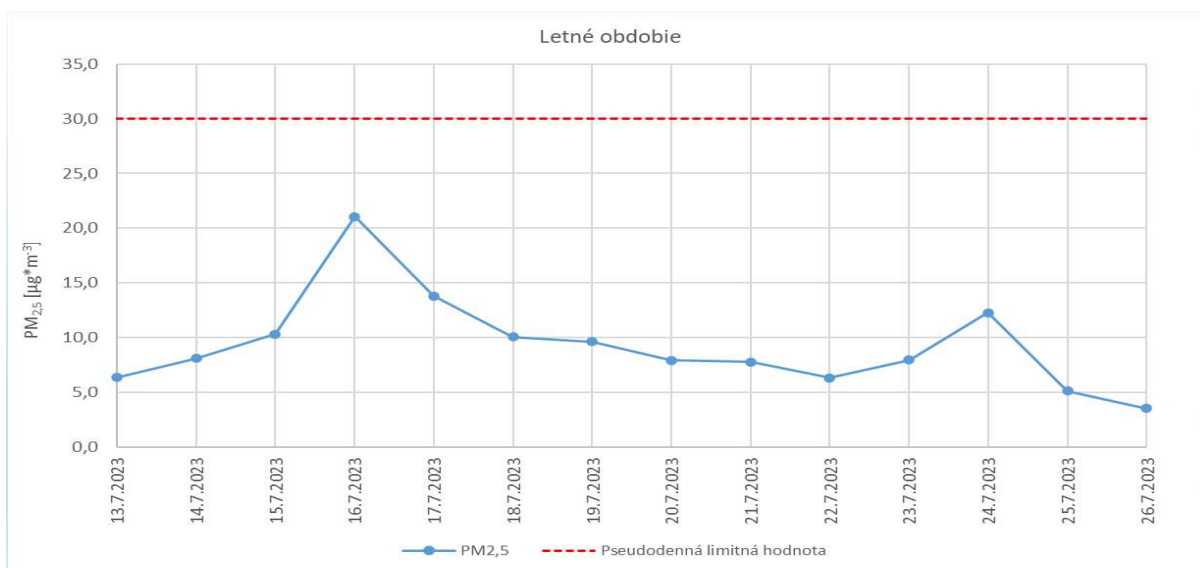
4. Výsledky merania v letnom období

4.1. Výsledky hmotnostných koncentrácií PM_{2,5}

Pri vyhodnocovaní meraní bola zohľadnená požiadavka na medzivzorkovačovú neistotu podľa technickej normy EN 12341:2023, pričom pre všetky 24-hodinové odbery bola splnená. Výsledná koncentrácia PM_{2,5} je uvádzaná v Tabuľke 3 ako štatisticky vyhodnotený priemer štyroch vzorkovacích systémov po vylúčení odľahlých hodnôt. Výsledky sú vyjadrené v jednotkách $\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ ako 24-hodinové priemerné hmotnostné koncentrácie suspendovaných častíc frakcie PM_{2,5} s prislúchajúcimi štandardnými neistotami (u) a rozšírenými neistotami (U) s koeficientom rozšírenia $k=2$. Dátum a čas 24-hodinového odberu vzoriek je uvádzaný v UTC. Výsledky meraní sú zároveň znázornené v Grafe 9. V sledovanom období nebola limitná hodnota $30 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ (v zmysle smernice 2008/50/ES uvádzaná ako pseudodenná) prekročená.

Dátum	Čas		PM _{2,5} [$\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$]	u [$\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$]	U [$\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$]
	od	do			
13.7.2023	0:00	23:59	6,4	1,6	3,3
14.7.2023	0:00	23:59	8,1	1,6	3,3
15.7.2023	0:00	23:59	10,3	1,6	3,3
16.7.2023	0:00	23:59	21,0	1,7	3,3
17.7.2023	0:00	23:59	13,8	1,6	3,3
18.7.2023	0:00	23:59	10,1	1,6	3,3
19.7.2023	0:00	23:59	9,6	1,6	3,3
20.7.2023	0:00	23:59	7,9	1,6	3,3
21.7.2023	0:00	23:59	7,8	1,6	3,3
22.7.2023	0:00	23:59	6,3	1,6	3,3
23.7.2023	0:00	23:59	7,9	1,6	3,3
24.7.2023	0:00	23:59	12,3	1,6	3,3
25.7.2023	0:00	23:59	5,1	1,6	3,3
26.7.2023	0:00	23:59	3,5	1,6	3,3

Tabuľka 3: Výsledky 24-hodinových hmotnostných koncentrácií PM_{2,5} [$\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$] v letnom období

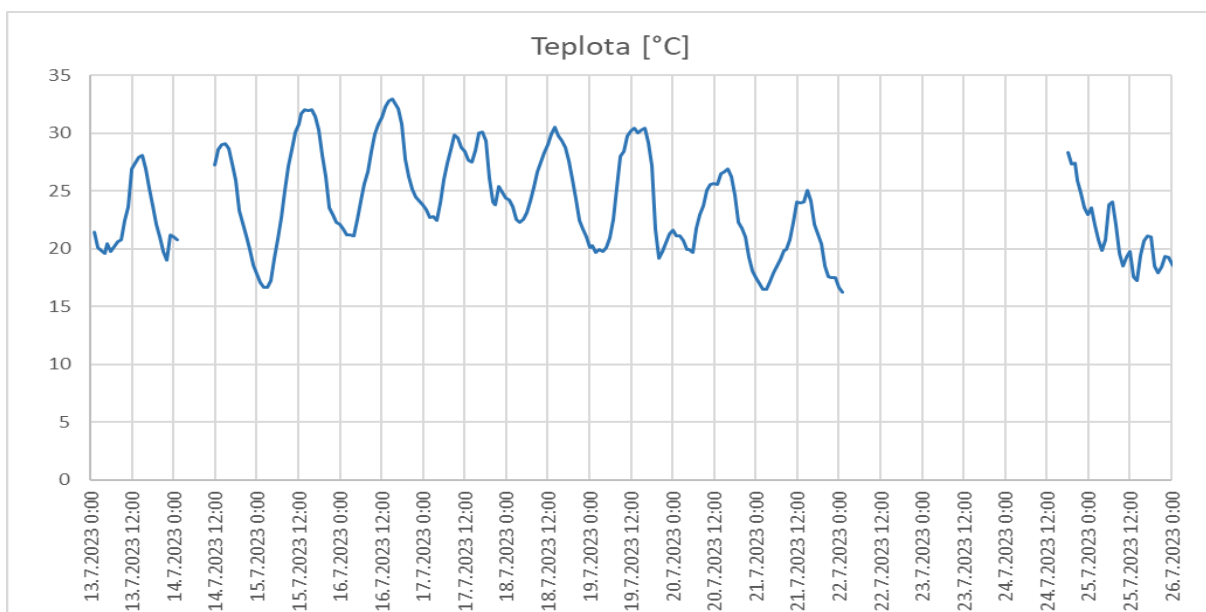


Graf 9: Priebehový graf 24-hodinových hmotnostných koncentrácií PM_{2,5} v porovnaní so pseudodennou limitnou hodnotou v letnom období

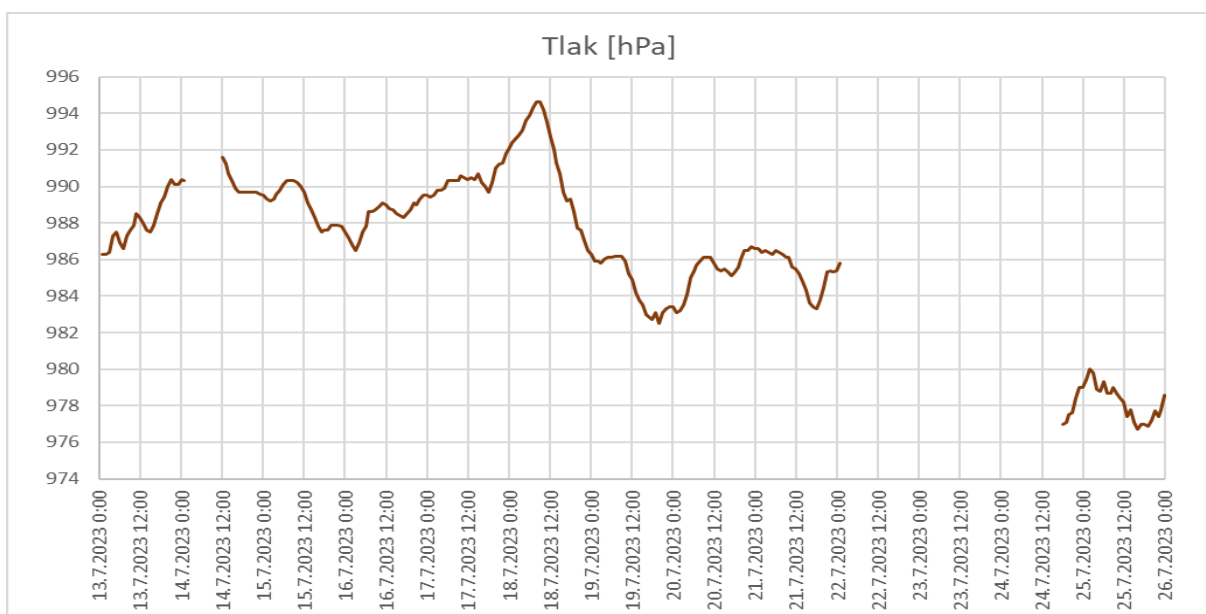
4.2. Meteorologické podmienky

Výsledky z informatívnych meraní meteorologických veličín sú znázornené v Grafoch 11 až 15 ako 1 - hodinové priemerné hodnoty počas sledovaného obdobia. Smer vetra je znázornený formou jednotlivých veterných ružíc pre každý kalendárny deň sledovaného obdobia. Dátum a čas meraní je uvádzaný v UTC.

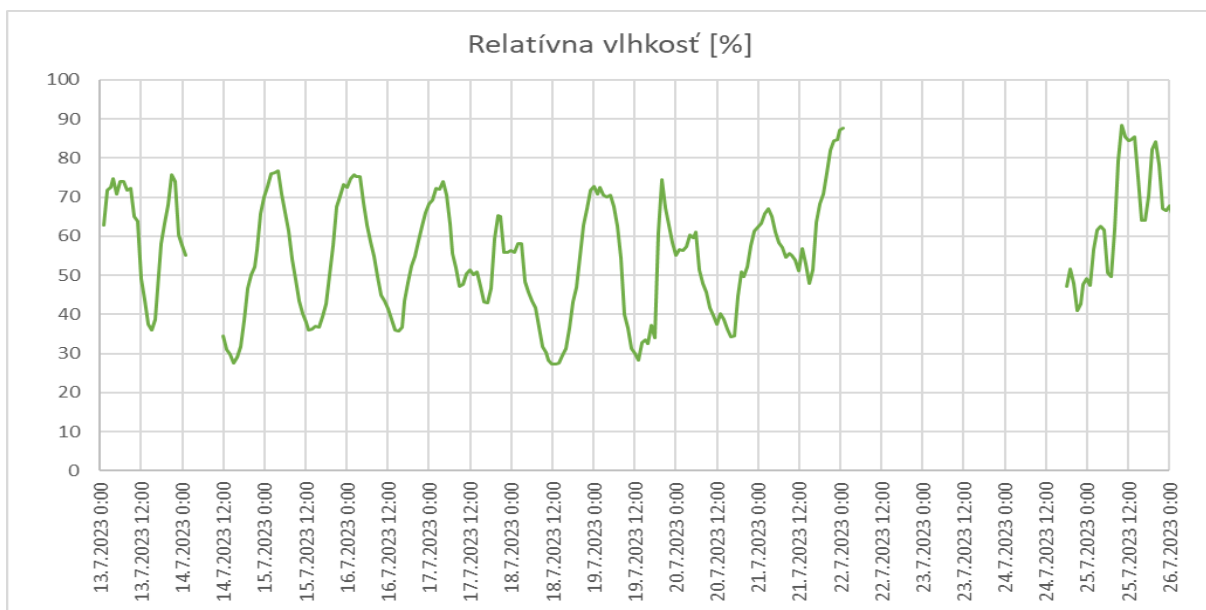
Pozn.: Z technických príčin nebolo možné vyhodnotiť meteorologické veličiny v dňoch 14.7.2023 od 02:00 do 11:00 a v dňoch 22.7.2023 až 24.7.2023.



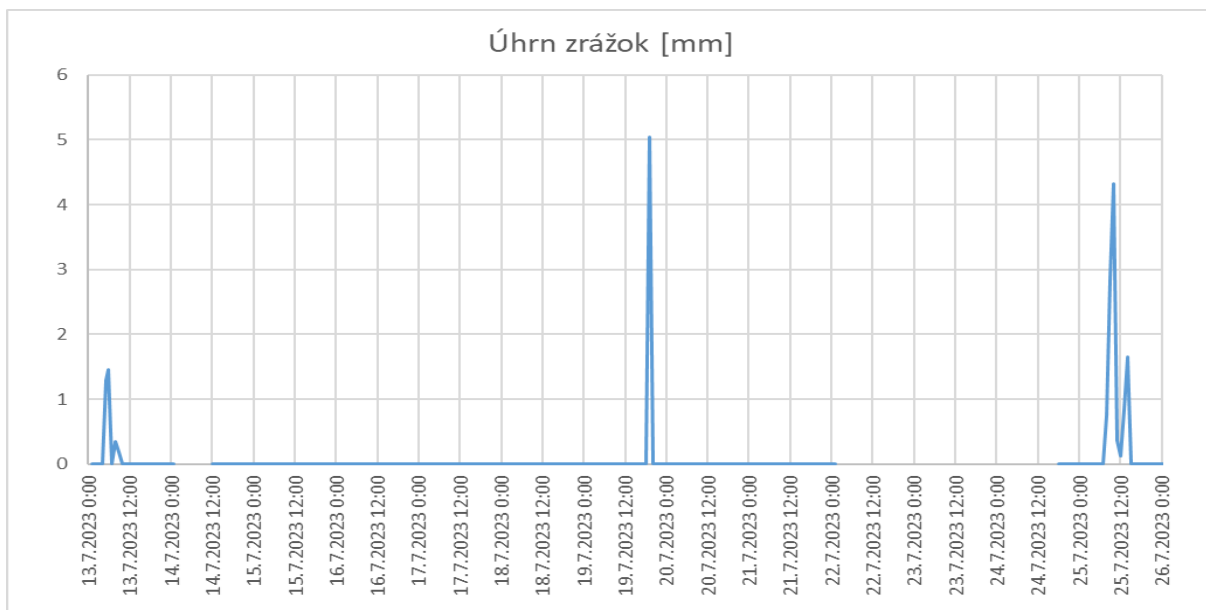
Graf 10: Teplota vzduchu v letnom období



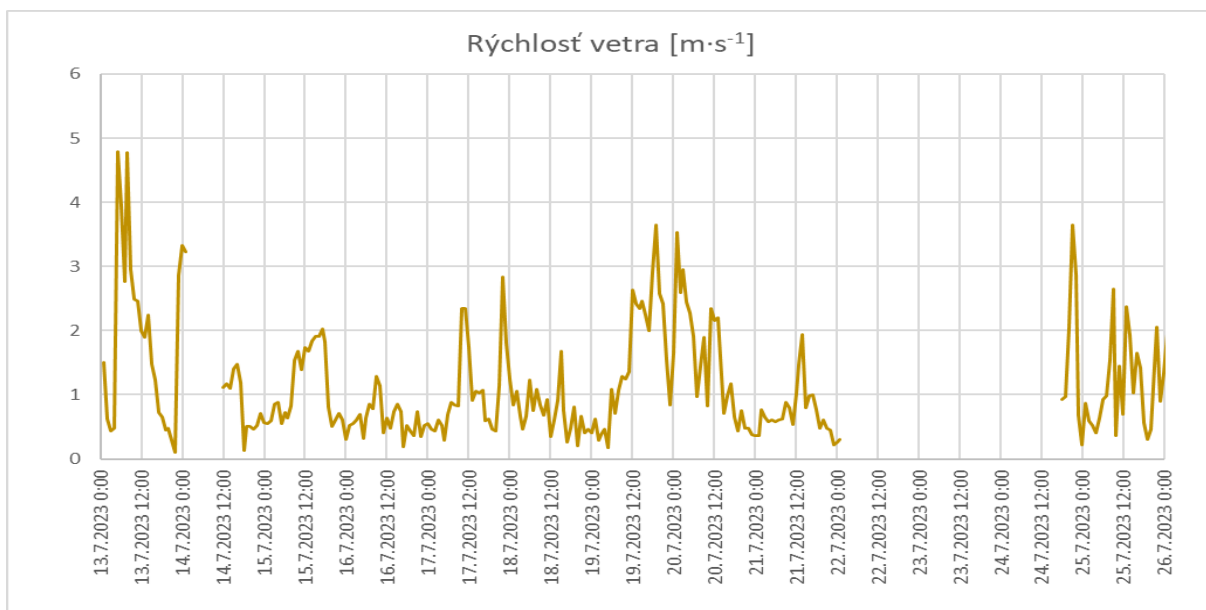
Graf 11: Tlak vzduchu v letnom období



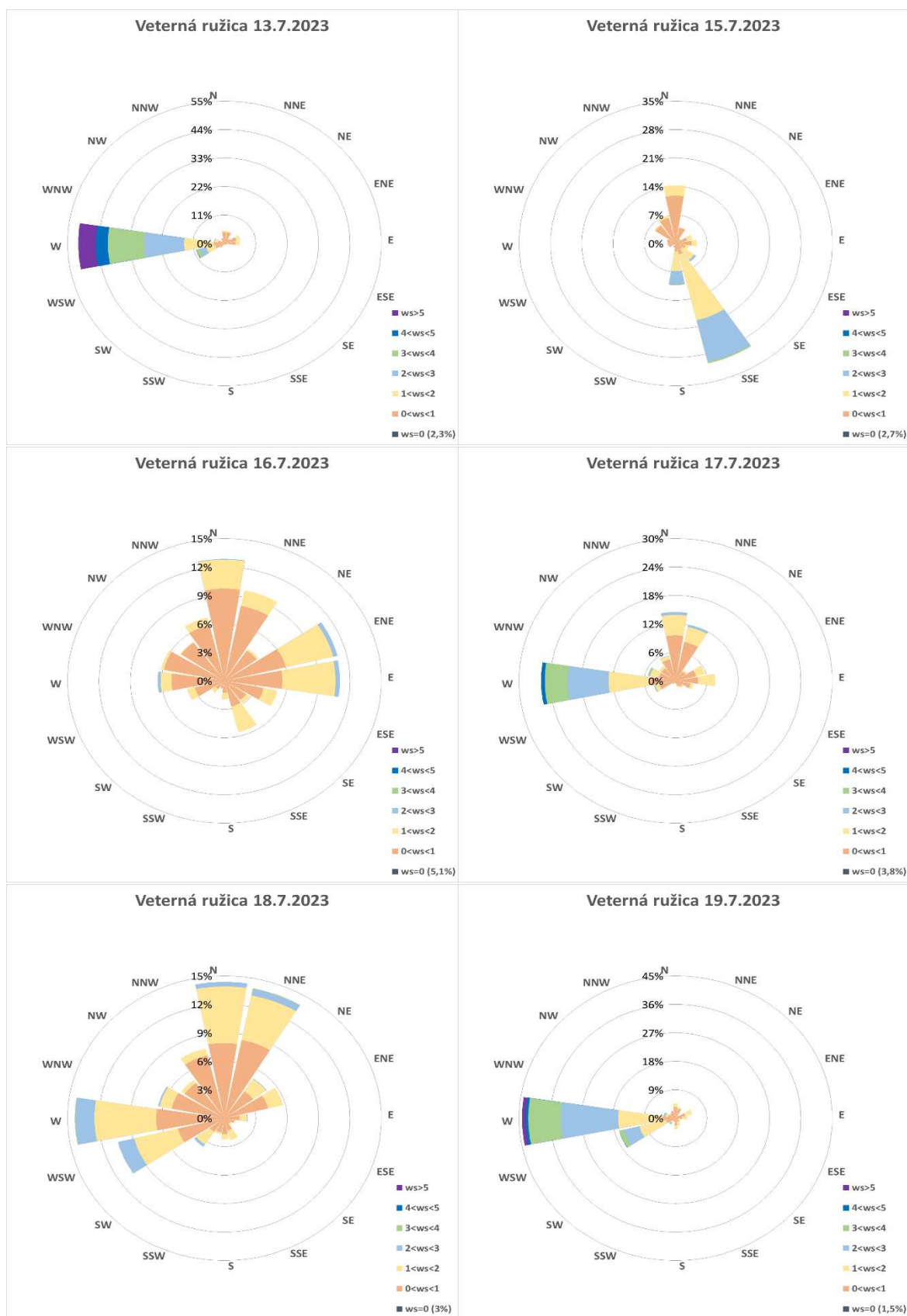
Graf 12: Relatívna vlhkosť vzduchu v letnom období



Graf 13: Úhrn zrážok v letnom období
 1 mm predstavuje 1 liter vody na 1 m²



Graf 14: Rýchlosť vetra v letnom období





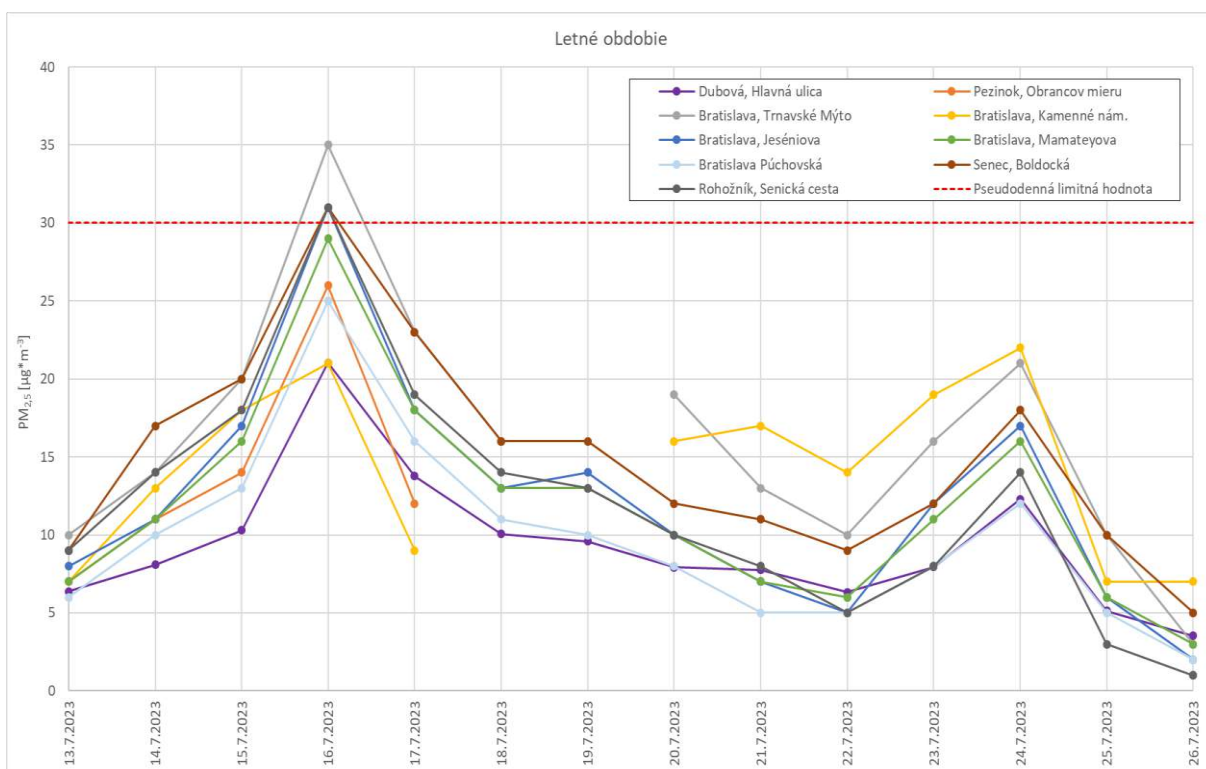
Graf 15: Veterné ružice v letnom období
 ws - rýchlosť vetra [$m \cdot s^{-1}$]

4.3. Porovnanie výsledkov hmotnostných koncentrácií PM_{2,5} medzi obcou Dubová a AMS NMSKO SHMÚ v Bratislavskom kraji

Výsledky sú vyjadrené v $\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ ako 24-hodinové priemerné hmotnostné koncentrácie suspendovaných častíc frakcie PM_{2,5} pre každý kalendárny deň a sú uvedené v Tabuľke 4 a znázornené v Grafe 16.

Dátum	Dubová, Hlavná ulica [$\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$]	Pezinok, Obrancov mieru [$\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$]	Bratislava, Trnavské Mýto [$\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$]	Bratislava, Kamenné nám. [$\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$]	Bratislava, Jeséniova [$\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$]	Bratislava, Mamateyova [$\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$]	Bratislava, Púchovská [$\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$]	Senec, Boldocká [$\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$]	Rohožník, Senická cesta [$\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$]
13.7.2023	6	7	10	7	8	7	6	9	9
14.7.2023	8	11	14	13	11	11	10	17	14
15.7.2023	10	14	20	18	17	16	13	20	18
16.7.2023	21	26	35	21	31	29	25	31	31
17.7.2023	14	12	23	9	18	18	16	23	19
18.7.2023	10		16		13	13	11	16	14
19.7.2023	10				14	13	10	16	13
20.7.2023	8		19	16	10	10	8	12	10
21.7.2023	8		13	17	7	7	5	11	8
22.7.2023	6		10	14	5	6	5	9	5
23.7.2023	8		16	19	12	11	8	12	8
24.7.2023	12		21	22	17	16	12	18	14
25.7.2023	5		10	7	6	6	5	10	3
26.7.2023	4	1	3	7	2	3	2	5	1

Tabuľka 4: Porovnanie výsledkov hmotnostných koncentrácií PM_{2,5} medzi obcou Dubová a AMS NMSKO SHMÚ v letnom období
 Pozn.: Bunky označené sivou farbou sú hodnoty, ktoré neboli reportované.



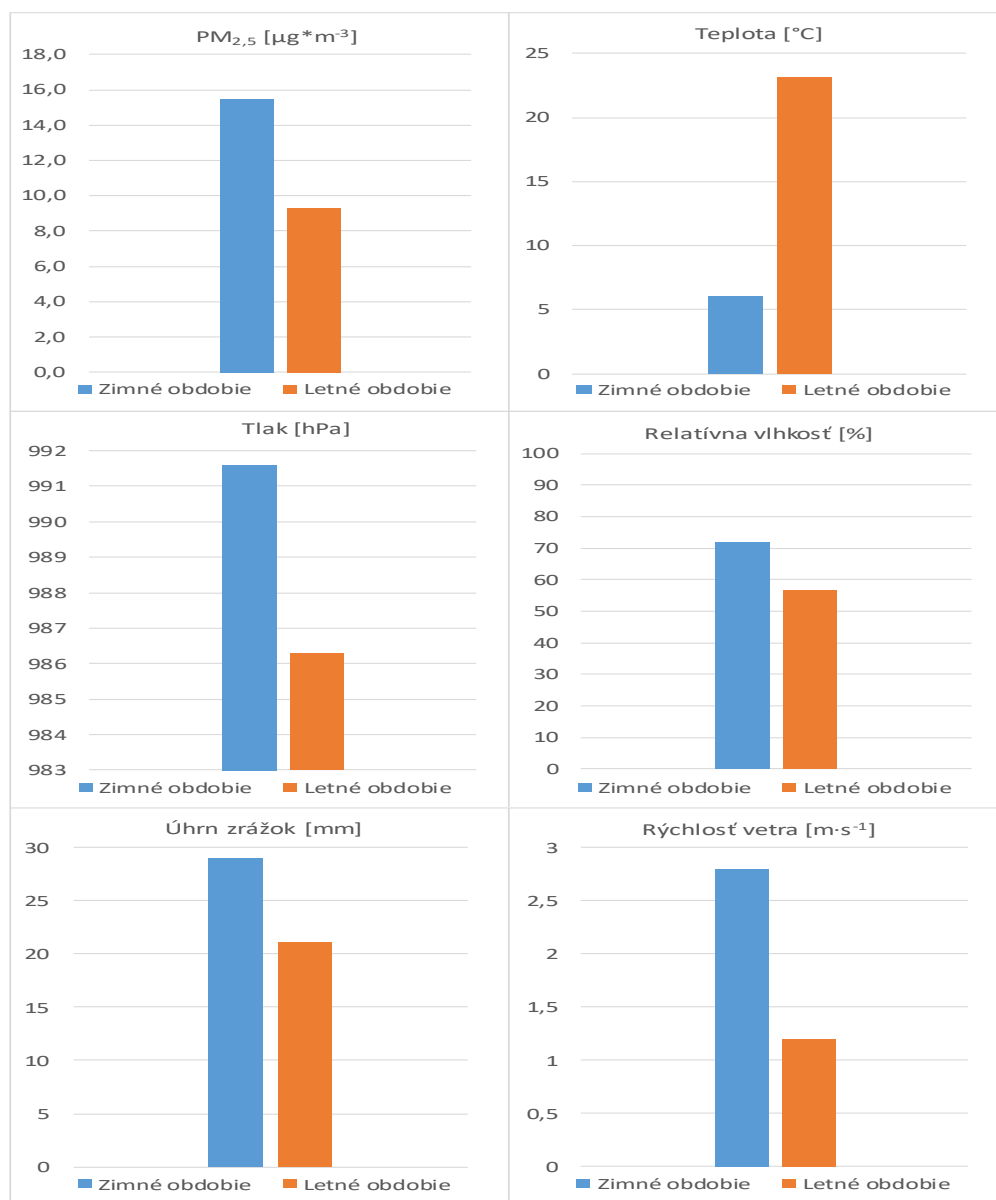
Graf 16: Porovnanie výsledkov hmotnostných koncentrácií PM_{2,5} medzi obcou Dubová a AMS NMSKO SHMÚ so pseudodennou limitnou hodnotou v letnom období

5. Porovnanie výsledkov meraní v zimnom a letnom období

Výsledky meraní hmotnostných koncentrácií PM_{2,5} a meteorologických veličín sú vyjadrené ako priemer za 14 dní pre dané sledované obdobie a sú uvedené v Tabuľke 5 a znázornené v Grafe 17.

Merané parametre	Zimné obdobie	Letné obdobie
PM _{2,5} [$\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$]	15,5	9,3
Teplota [$^{\circ}\text{C}$]	6,1	23,2
Tlak [hPa]	991,6	986,3
Relatívna vlhkosť [%]	71,6	56,7
Úhrn zrážok [mm]	29,0	21,1
Rýchlosť vetra [$\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$]	2,8	1,2

Tabuľka 5: Porovnanie výsledkov zimného a letného obdobia v obci Dubová



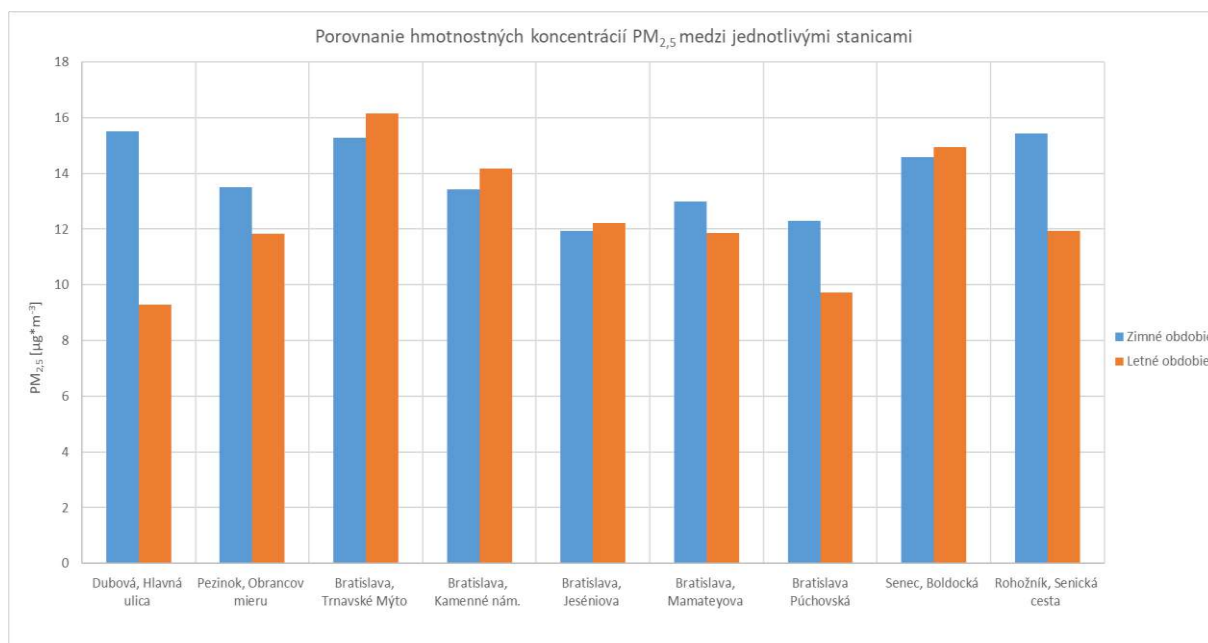
Graf 17: Porovnanie výsledkov zimného a letného obdobia v obci Dubová

5.1. Porovnanie výsledkov medzi obcou Dubová a AMS NMSKO SHMÚ v Bratislavskom kraji v zimnom a letnom období

Výsledky hmotnostných koncentrácií suspendovaných častíc frakcie PM_{2,5} sú vyjadrené v µg·m⁻³ ako priemerné koncentrácie za 14 dní pre sledované ročné obdobie a sú uvedené v Tabuľke 6 a znázornené Grafe 18.

Obdobie	Dubová, Hlavná ulica [µg·m ⁻³]	Pezinok, Obrancov mieru [µg·m ⁻³]	Bratislava, Trnavské Mýto [µg·m ⁻³]	Bratislava, Kamenné nám. [µg·m ⁻³]	Bratislava, Jeséniova [µg·m ⁻³]	Bratislava, Mamateyova [µg·m ⁻³]	Bratislava, Púchovská [µg·m ⁻³]	Senec, Boldocká [µg·m ⁻³]	Rohožník, Senická cesta [µg·m ⁻³]
Zimné obdobie	16	14	15	13	12	13	12	15	15
Letné obdobie	9	12	16	14	12	12	10	15	12

Tabuľka 6: Porovnanie výsledkov hmotnostných koncentrácií PM_{2,5} medzi jednotlivými stanicami v zimnom a letnom období



Graf 18: Porovnanie výsledkov hmotnostných koncentrácií PM_{2,5} medzi jednotlivými stanicami v zimnom a letnom období

6. Zhrnutie

Na základe výsledkov meraní 24-hodinových koncentrácií suspendovaných častíc frakcie PM_{2,5} Kalibračným laboratóriom SHMÚ v obci Dubová v období od 14.2.2023 do 27.2.2023 možno konštatovať, že kvalita ovzdušia dosahovala zlu úroveň (v zmysle hodnotenia European Air Quality Index*). V sledovanom období bola limitná hodnota 30 µg.m⁻³ (v zmysle smernice 2008/50/ES uvádzaná ako pseudodenná) prekročená celkovo 1 krát (16.2.2023). Podľa doporučenej dennej limitnej hodnoty pre PM_{2,5} (15 µg.m⁻³), ktorá vychádza z globálneho usmernenia o kvalite ovzdušia Svetovej zdravotníckej organizácie - AQG WHO (september 2021) bola počas 14 dní merania prekročená koncentrácia PM_{2,5} celkovo 7 krát.

Na základe výsledkov opakovaných meraní v období od 13.7.2023 do 26.7.2023 možno konštatovať, že kvalita ovzdušia dosahovala uspokojivú až prijateľnú úroveň (v zmysle hodnotenia European Air Quality Index*). V sledovanom období nebola limitná hodnota 30 µg.m⁻³ (v zmysle smernice 2008/50/ES uvádzaná ako pseudodenná) prekročená. Podľa doporučenej dennej limitnej hodnoty pre PM_{2,5} (15 µg.m⁻³), ktorá vychádza z globálneho usmernenia o kvalite ovzdušia Svetovej zdravotníckej organizácie - AQG WHO (september 2021) bola počas 14 dní merania prekročená koncentrácia PM_{2,5} celkovo 1 krát.

*Pozn.: Pre viac informácií pozri <https://www.shmu.sk/sk/?page=2049&id=917>

Z porovnania výsledkov meraní realizovaných v dvoch kampaniach - v zimnom a v letnom období vyplýva, že v zimnom období je hmotnostná koncentrácia suspendovaných častíc frakcie PM_{2,5} v porovnaní s letným obdobím približne o 40 % vyššia. Vzhľadom k tomu, že podmienky meraní realizovaných Kalibračným laboratóriom SHMÚ v zimnom a v letnom období boli porovnateľné, rozdiel v nameraných koncentráciách suspendovaných častíc frakcie PM_{2,5} medzi zimnou a letnou kampaňou možno jednoznačne pripísať lokálnym kúreniskám ako rozdielovému zdroju znečistenia v rámci sledovaných období. Sfarbenie väčšiny filtrov s odobratými vzorkami zo zimnej kampane (Obrázok 7) zároveň poukazuje na pôvod zdroja znečistenia – lokálne kúreniská s použitím tuhého paliva. Pre podrobnejšie zhodnotenie kvality ovzdušia v obci Dubová v zimnom období by však bolo potrebné realizovať odber vzoriek vonkajšieho ovzdušia s následným analytickým stanovením vybraných ťažkých kovov a polyaromatických uhľovodíkov, hlavne karcinogénneho benzo(a)pyrénu, ktorý vzniká pri nedokonalom spaľovaní.

Z porovnania výsledkov meraní v obci Dubová s AMS NMSKO SHMÚ v Bratislavskom kraji počas zimnej kampane vyplýva, že v obci Dubová bola nameraná najvyššia priemerná koncentrácia PM_{2,5} spomedzi všetkých monitorovaných lokalít v Bratislavskom kraji. Naopak v letnom období mala obec Dubová spomedzi všetkých monitorovaných lokalít v Bratislavskom kraji najnižšiu priemernú koncentráciu PM_{2,5}.