



Ocena stężenia pyły PM10, wybranych metali i WWA w Skawinie

Kampania pomiarowa 2020 r.

dr inż. Krzysztof Klejnowski, dr inż. Halina Pyta

Instytut Podstaw Inżynierii Środowiska PAN w Zabrzu



Sesja Rady Miasta

28.04.2021 r.

- **WPROWADZENIE**
- **CEL I ZAKRES BADAŃ**
- **LOKALIZACJA PUNKTU POMIAROWEGO**
- **METODYKA POMIAROWA**
- **WYNIKI POMIARÓW ZA 2020 r.
I PORÓWNIANIE Z POMIARAMI W 2019 r.**
- **ANALIZA ODZIAŁYWANIA WYBRANYCH ŹRÓDEŁ EMISJI**
- **PODSUMOWANIE I WNIOSKI**



WPROWADZENIE – wpływ różnych typów źródeł emisji na stężenie substancji

Stężenie
substancji

źródła komunikacyjne

Źródła przemysłowe

Tło miejskie – niska emisja, wtórna emisja

Tło regionalne

Emisja z dużych źródeł przemysłowych, emisja rozproszona komunalna i komunikacyjna

Tło kontynentalne

Daleki transport – zanieczyszczenia wtórne



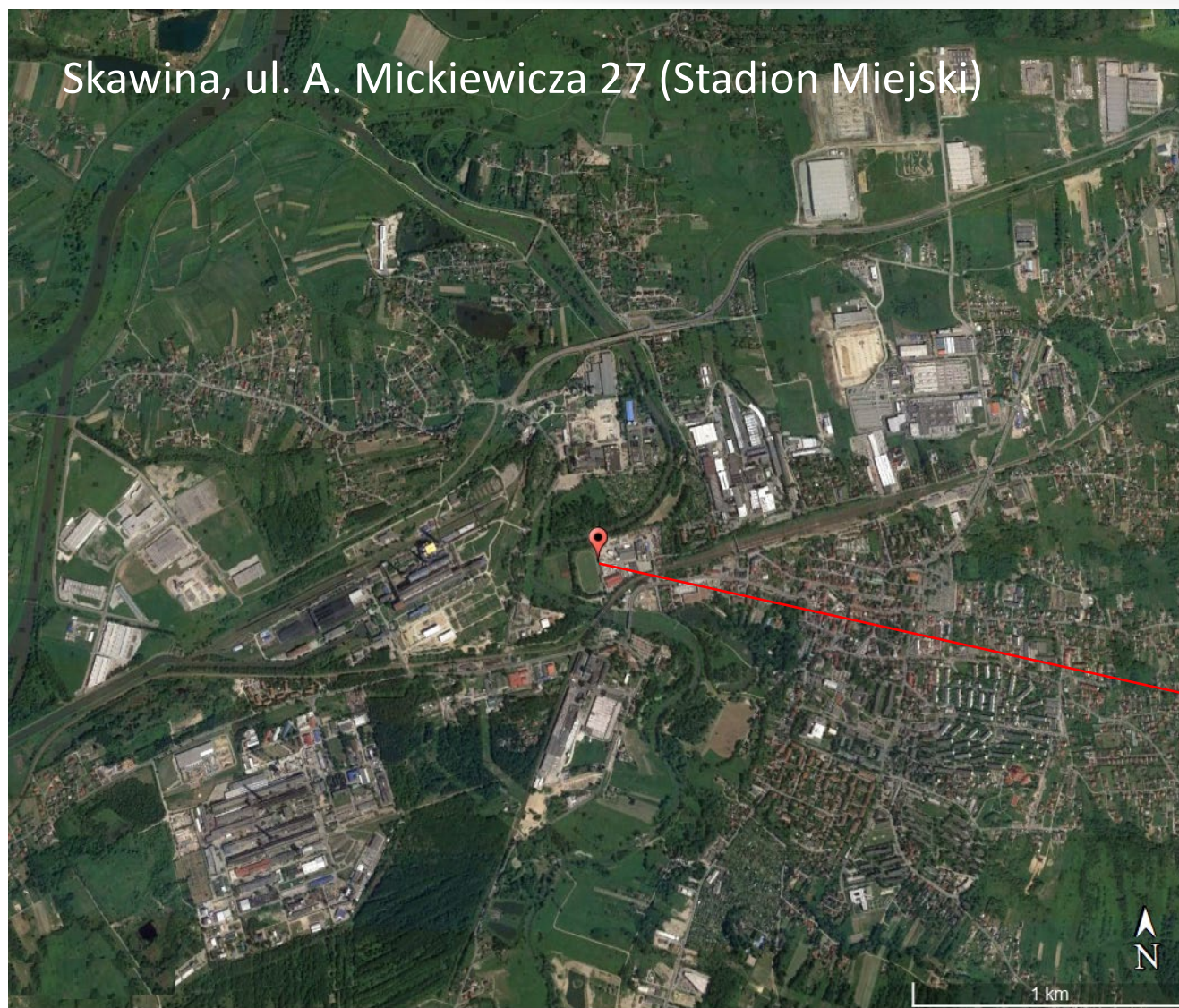
Cel:

Ocena jakości powietrza w Skawinie pod kątem zanieczyszczenia pyłem PM10 oraz zawartymi w tej frakcji pyłu metalami i węglowodorami z grupy WWA, na podstawie ciągłych pomiarów prowadzonych na 1 stanowisku stacjonarnym, w okresie od 1 stycznia do 31 grudnia 2020 r.

Zakres pomiarów:

- Stężenie pyłu PM10 (pomiar średniodobowy, 24h);
- Parametry meteorologiczne - temperatura i wilgotność powietrza, ciśnienie atm., suma opadów (dane 1h i 24h);
- Stężenie 10 metali – arsen, kadm, kobalt, chrom, miedź, nikiel, ołów, cynk, glin, wanad - w tygodniowych próbkach PM10 (1.01.2020 – 21.12.2020);
- Stężenie 16 WWA - naftalen, acenaftylen, acenaften, fluoren, fenantren, antracen, fluoranten, piren, benzo(a)antracen, chryzen, benzo(b)fluoranten, benzo(k)fluoranten, benzo(a)piren (B(a)P), indeno(1,2,3-cd)piren, dibenzo(a,h)antracen, benzo(g,h,i)perylen - w tygodniowych próbkach PM10 (1.01.2020 – 21.12.2020).

Lokalizacja stanowiska pomiarowego



- Pomiary stężenia pyłu zawieszonego PM10 wykonywano metodą grawimetryczną (wagową), zgodnie z PN-EN 12341-2014-07. Do poboru dobowych próbek PM10 wykorzystano referencyjny niskoprzepływowy pobornik μ PNS LVS16 produkcji MCZ z głowicą separacyjną PM10 wg ww. normy (nominalne natężenie przepływu powietrza $2,3 \text{ m}^3/\text{h}$) i chłodzonym przedziałem odbiorczym filtrów po ekspozycji.
- Pył gromadzono na filtrach z włókna kwarcowego (Whatman QMA, średnica: 47 mm) w 2-tygodniowych cyklach pomiarowych.
- Przed ekspozycją filtry były kondycjonowane w pokoju wagowym, w kabinie laminarnej, w stałych warunkach temperatury i wilgotności, przez minimum 48 godzin. Zważone filtry umieszczano w oprawkach i wkładano do specjalnych kaset, w celu zabezpieczenia ich przed zanieczyszczeniem w trakcie transportu i pomiaru.
- Po 2-tygodniowym czasie ekspozycji, filtry były transportowane w izotermicznym kontenerze do laboratorium IPIŚ PAN, gdzie je ponownie kondycjonowano w kabinie laminarnej i ważono, a następnie konfekcjonowano (cięte nożem cyrkonowym), wkładano do oznaczonych szalek i umieszczano w chłodni, gdzie przebywały do czasu analizy chemicznej.

- Oznaczenie zawartości metali w PM10 przeprowadzono zg. Z Rozporządzeniem Ministra Środowiska z 17.12.2020 w sprawie dokonywania oceny poziomów substancji w powietrzu.
- Oznaczenie poprzedzała mineralizacja filtrów z pyłem.
- Połówki filtrów z okresu 7 dni przenoszono do naczyń teflonowych i mineralizowano w mieszaninie HNO_3 i H_2O_2 . Mineralizację przeprowadzono przy użyciu mineralizatora mikrofalowego Multiwave 3000 firmy Anton Paar. Łączny czas mineralizacji - 60 minut.
- Zawartość 9 metali w próbkach – As, Cd, Pb, Ni, Co, Cr, Cu, Zn, V - oznaczano metodą ICP-MS. Oznaczenie przeprowadzono zgodnie z zakresem akredytacji Laboratorium IPIŚ PAN, wg procedury PB18: Zastosowanie spektrometrii mas z plazmą wzbudzoną indukcyjnie ICP-MS, opartej na normach: PN-EN ISO 17294-1 i PN-EN ISO 17294-2. W oznaczeniu wykorzystano spektrometr ICP-MS Elan 6100 DRC-e Perkin Elmer. Zawartość glinu (Al) oznaczano na spektrometrze ICP-OES firmy Perkin Elmer AVIO 200.
- W celu kontroli jakości wyników oznaczano również zawartość metali w ślepych próbkach transportowych i laboratoryjnych.
- Niepewność rozszerzona oznaczeń zmieniała się w granicach 17-35%, zgodnie z ww. Rozp. MŚ.

- Oznaczenie zawartości 16 WWA w PM10 przeprowadzono zg. z Rozporządzeniem Ministra Środowiska z 17.12.2020 w sprawie dokonywania oceny poziomów substancji w powietrzu.
- Oznaczenie poprzedzała ekstrakcja filtrów z pyłem, którą prowadzono w łaźni ultradźwiękowej. Ekstrakt zatężano w wyparce próżniowej do objętości 1 ml. Tak przygotowaną próbę poddawano analizie chromatograficznej.
- Wykorzystano chromatograf gazowy z detektorem masowym Shimadzu GCMS-QP2010 plus. Oznaczenie przeprowadzono zgodnie z zakresem akredytacji Laboratorium IPIŚ PAN Z– PB22: Oznaczanie wielopierścieniowych węglowodorów aromatycznych (WWA) w glebie i pyle metodą chromatografii gazowej z detekcją mas, opartą na normach PN-EN 15549 i PN EN 15980:2011.
- W celu kontroli jakości wyników oznaczano również zawartość WWA w ślepych próbkach transportowych i laboratoryjnych.
- Niepewność rozszerzona oznaczeń zmieniała się w granicach 17-33%, zgodnie z ww. Rozp. MŚ.

Wyniki pomiarów – stężenie PM₁₀

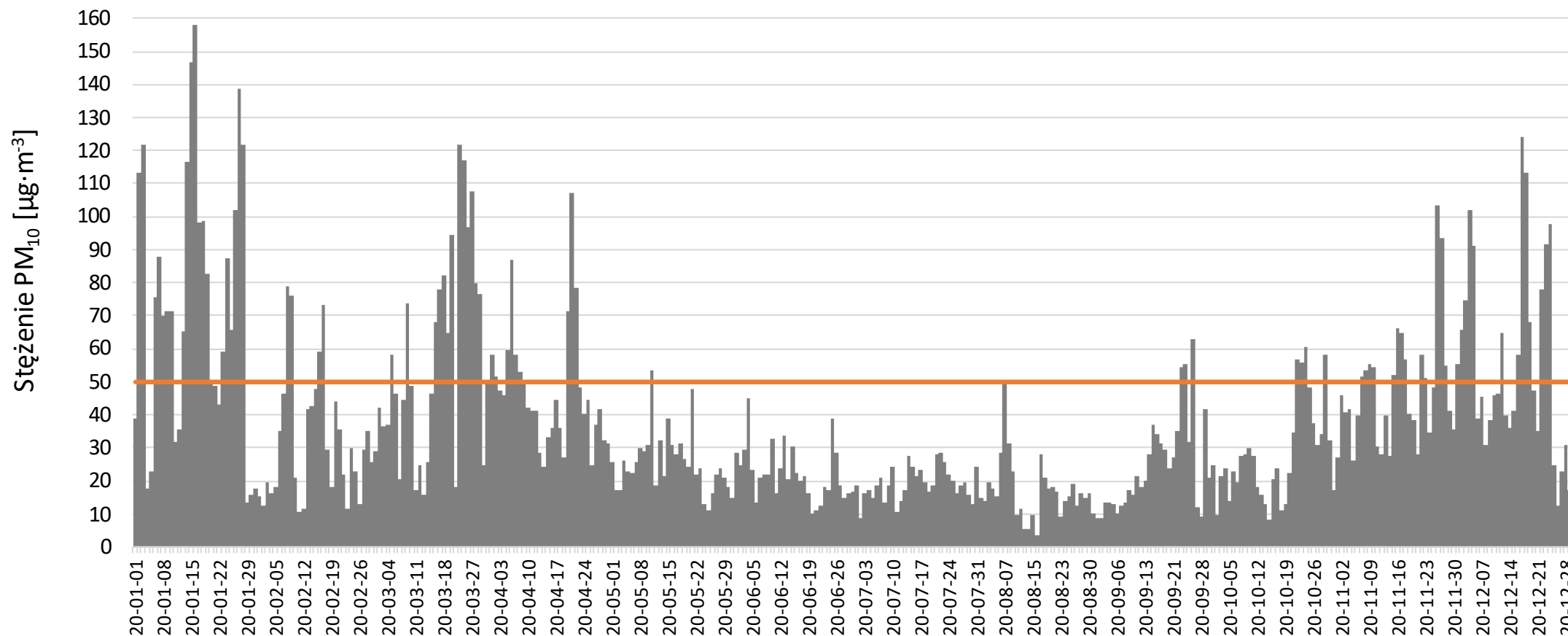
Okres pomiarowy	Minimum-Maksimum µg/m ³	D _a -stężenie średnie PM ₁₀ µg/m ³	Ilość przekroczeń D ₂₄
2019 r.			
Cały rok	4,0-214,6	42,28	*85
Sezon grzewczy	4,0-214,6	52,68	51
Sezon niegrzewczy	7,5-109,8	34,97	34
2020 r.			
Cały rok	3,6-157,9	37,61	*83
Sezon grzewczy	8,2-157,9	49,09	69
Sezon niegrzewczy	3,6-107,3	26,07	14

Czerwonym kolorem zaznaczono liczbę dni z przekroczeniem dobowej normy stężenia PM₁₀ (D₂₄=50 µg/m³) oraz przekroczenie rocznej normy stężenia PM₁₀ (D_a=40 µg/m³).

*Dopuszczalna częstość przekroczeń dobowej normy stężenia PM₁₀ wynosi 35 razy w roku kalendarzowym.

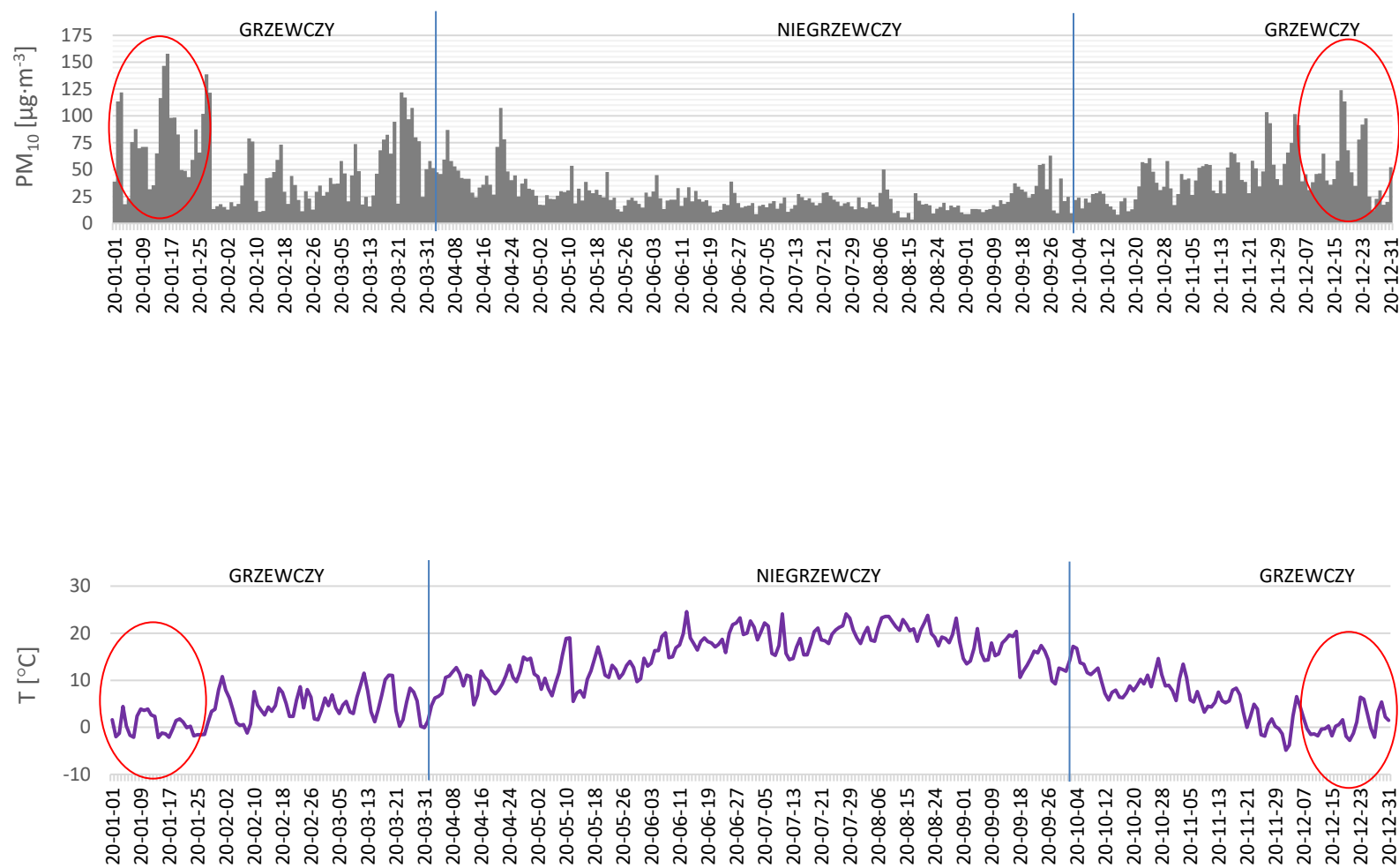
Zielonym kolorem zaznaczono spadek średniorocznego stężenia PM₁₀ w 2020 r., w porównaniu do stanu za 2019 r.

Wyniki pomiarów – rozkład stężenia PM₁₀ względem D₂₄

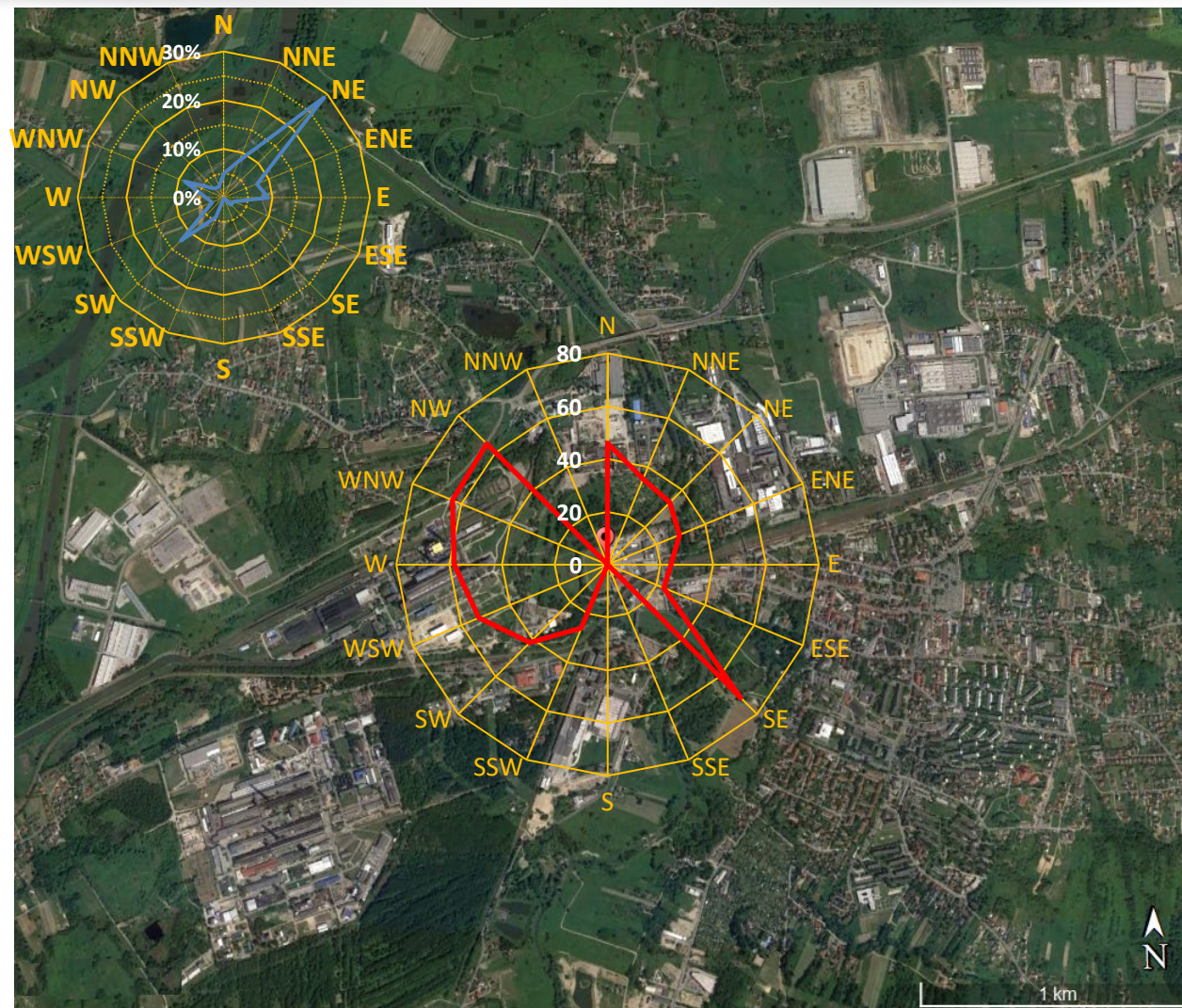


Poziomą linią zaznaczono dopuszczalne średniodobowe stężenie PM₁₀ D₂₄=50 ng/m³

Wyniki pomiarów – rozkład stężenia PM10 i temperatura powietrza



Wyniki pomiarów – róża stężeń PM10



Róża stężeń PM10 – centralnie, wokół stanowiska pomiarowego.
W lewym górnym rogu - kierunkowa **róża wiatrów**.



Wyniki pomiarów – stężenie 16 WWA

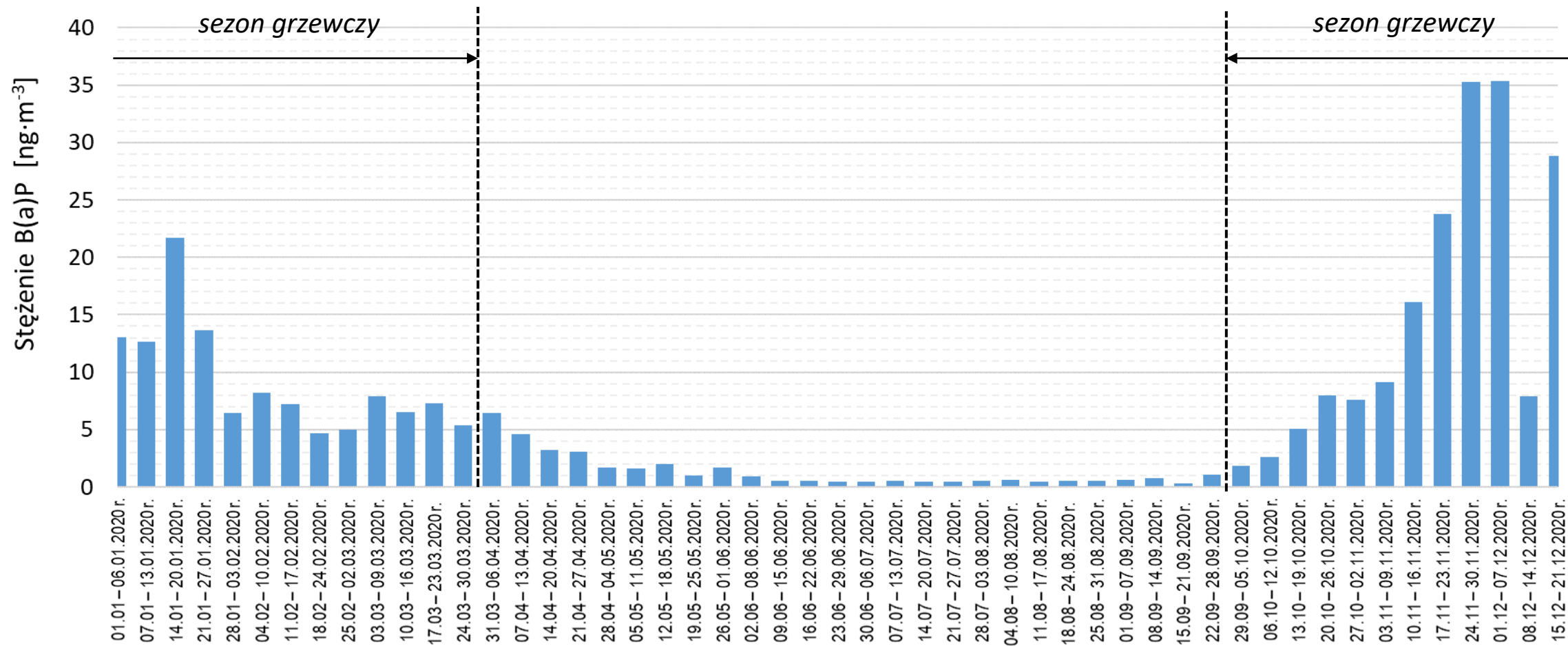
Okres pomiarowy	Min.-Maks. sumy WWA ng/m ³	Stężenie średnie sumy WWA ng/m ³	Stężenie średnie B(a)P ng/m ³
2019 r.			
Cały rok	9,0-237,9	60,14	*4,26
Sezon grzewczy	25,8-237,9	110,96	8,11
Sezon niegrzewczy	9,0-177,3	26,26	1,70
2020 r.			
Cały rok	4,9-358,6	83,88	*6,59
Sezon grzewczy	9,5-358,6	146,51	12,04
Sezon niegrzewczy	4,9-93,8	23,64	1,36

Czerwonym kolorem czcionki zaznaczono przekroczenie stężenia dopuszczalnego B(a)P oraz wzrost stężenia sumy WWA w 2020 r. w porównaniu do stanu za 2019 r.



Dopuszczalne średnioroczne stężenie benzo(a)pirenu wynosi $D_a=1 \text{ ng/m}^3$

Wyniki pomiarów – rozkład stężenia benzo(a)pirenu



Dopuszczalne średnioroczne stężenie B(a)P $D_{0.1} = 1 \text{ ng/m}^3$

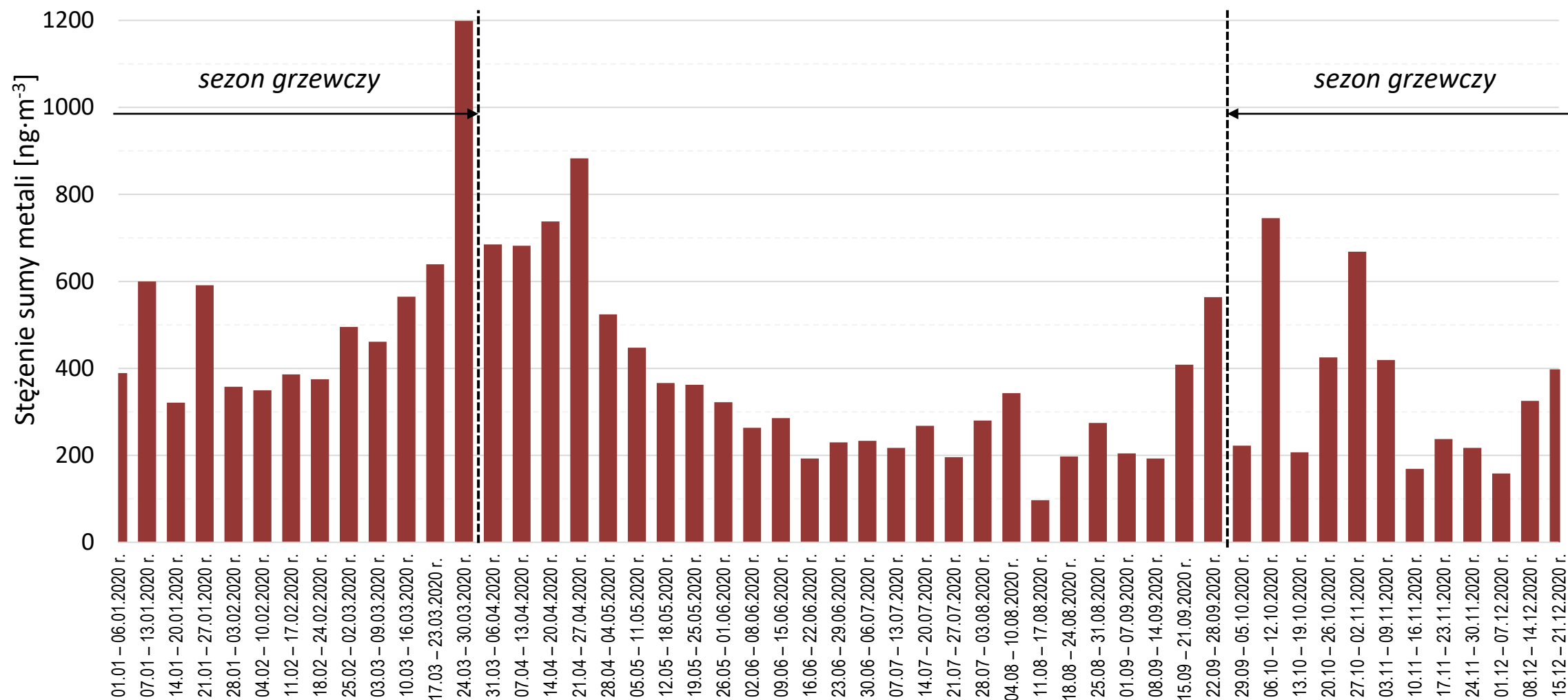
Wyniki pomiarów – stężenie wybranych metali

Okres pomiarowy	Stężenie średnie sumy metali ng/m ³	Stężenie As ng/m ³	Stężenie Cd ng/m ³	Stężenie Ni ng/m ³	Stężenie Pb ng/m ³
2019 r.					
Cały rok	501,23	0,85	0,62	2,25	11,53
Sezon grzewczy	500,80	1,29	0,76	2,51	18,10
Sezon niegrzewczy	501,52	0,56	0,52	2,08	7,14
2020 r.					
Cały rok	399,64	0,79	0,44	1,85	11,41
Sezon grzewczy	436,92	0,97	0,50	1,65	15,56
Sezon niegrzewczy	363,79	0,62	0,38	2,05	7,42

Dla arsenu As, kadmu Cd, niklu Ni oraz ołowiu Pb ustalono następujące dopuszczalne średnioroczne poziomy stężenia: As ($D_a=6$ ng/m³), Cd ($D_a=5$ ng/m³), Ni ($D_a=20$ ng/m³), ołowiu Pb ($D_a=500$ ng/m³).

Kolorem zielonym zaznaczono spadek średniorocznego stężenie metali w 2020 r. w porównaniu do stanu za 2019 r.

Wyniki pomiarów – rozkład stężenia sumy metali



W przypadku n.w. firm odnotowano zmiany, które mogły wpłynąć na stężenie i/lub skład pyłu PM10 w punkcie receptorowym:

- **Grana Sp. z o.o.**, zakład zlokalizowany przy ul. Piłsudskiego 1, na południe od punktu receptorowego (producent kawy zbożowej, mielonej, ekstraktów i koncentratów kawy; **emisja pyłu i LZO**) – spadek emisji pyłu w wyniku zabudowy filtra workowego za wieżą suszarniczą we wrześniu 2020 r.
- **Vesuvius Poland Sp. z o.o.**, zakład zlokalizowany przy ul. Tynieckiej 12, na północny-wschód od punktu receptorowego (producent ceramiki i materiałów ogniotrwałych, **emisja pyłu**) – postępujący od września 2020 r. spadek emisji pyłu w związku z planowanym zamknięciem pieca tunelowego na wydziale W4.
- **Boryszew S.A. Oddział Nowoczesne Produkty Aluminiowe**, zakład zlokalizowany przy ul. Piłsudskiego 23, na południowy-zachód od punktu receptorowego (producent wyrobów ze stopów aluminium; emisja pyłu i metali) – potencjalny wzrost emisji pyłu, w szczególności zawierającego Al, w związku z uruchomieniem w II połowie 2020 r. instalacji do produkcji walcówki aluminiowej.

W celu weryfikacji potencjalnego wpływu trzech ww. podmiotów na zmiany stężenia PM10 i/lub składu pyłu PM10 w zakresie metali i WWA, porównano wyniki uzyskane w sezonie grzewczym 2020 r., oddzielnie w I i IV kwartale 2020 r.



Potencjalny wpływ źródeł przemysłowych - stężenie PM10

Okres pomiarowy	Stężenie PM10 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ średnia	Stężenie PM10 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ odchylenie	Temperatura $^{\circ}\text{C}$ średnia	Temperatura $^{\circ}\text{C}$ minimum
2020 r.				
Cały rok	37,61	27,02	10,0	-4,9
Sezon niegrzewczy	26,07	15,27	15,7	1,3
Sezon grzewczy	49,09	31,03	10,0	-4,9
Sezon grzewczy I kwartał	54,40	30,56	3,4	-2,2
Sezon grzewczy IV kwartał	43,58	20,63	5,2	-4,9



Potencjalny wpływ źródeł przemysłowych - stężenie sumy metali i Al

Okres pomiarowy	Średnie stężenie sumy Me ng/m ³	Średnie stężenie Al ng/m ³	Temperatura °C średnia	Temperatura °C minimum
2020 r.				
Cały rok	399,64	334,85	10,0	-4,9
Sezon niegrzewczy	363,79	311,61	15,7	1,3
Sezon grzewczy	436,92	359,03	10,0	-4,9
Sezon grzewczy I kwartał	517,66	428,83	3,4	-2,2
Sezon grzewczy IV kwartał	349,44	283,40	5,2	-4,9

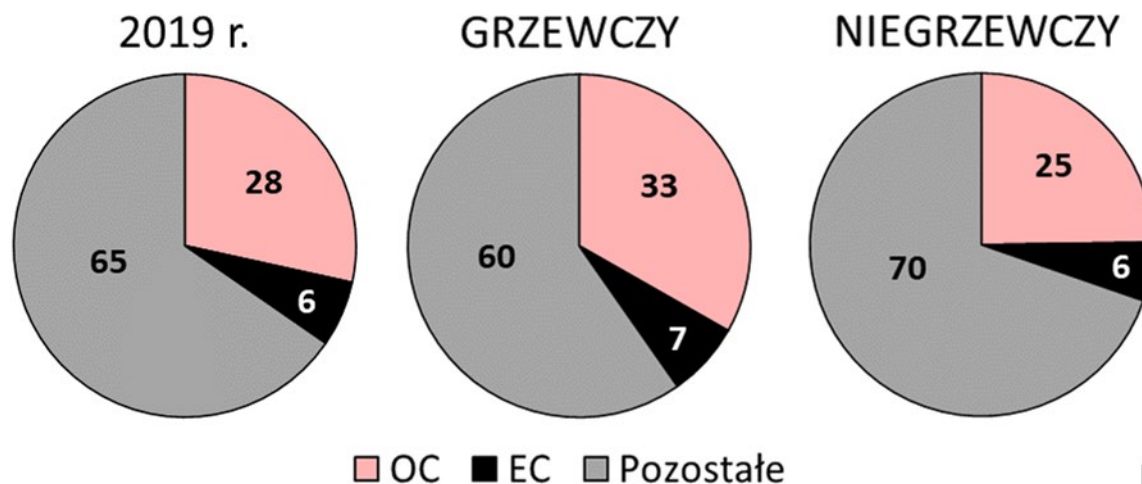
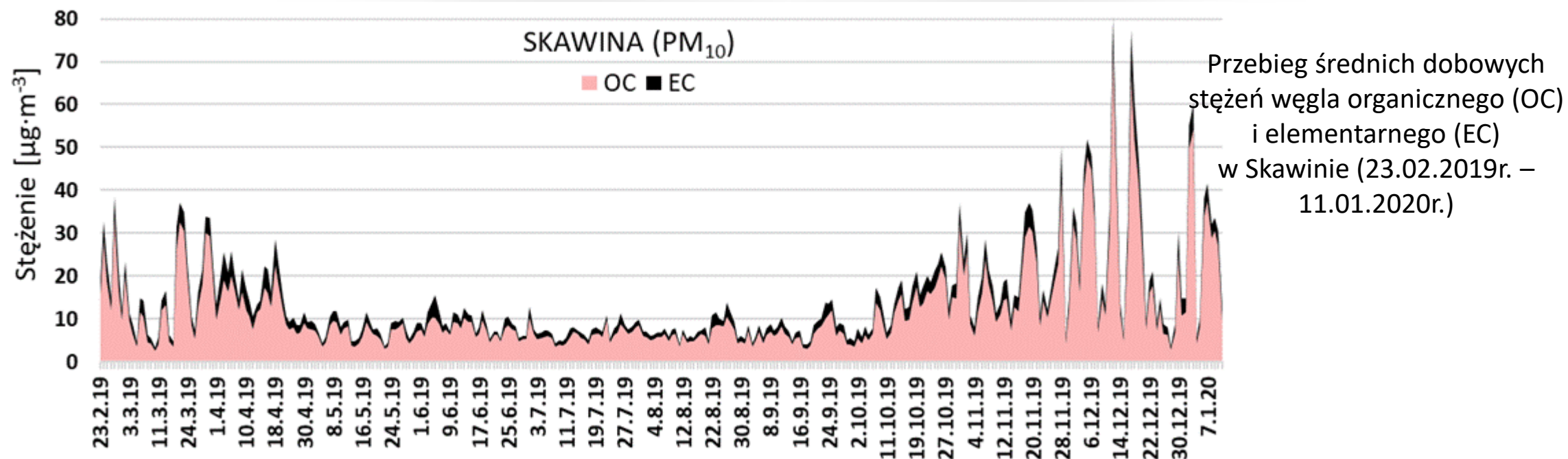


Potencjalny wpływ źródeł komunalnych - stężenie sumy WWA i B(a)P

Okres pomiarowy	Średnie stężenie sumy WWA ng/m ³	Średnie stężenie B(a)P ng/m ³	Temperatura °C średnia	Temperatura °C minimum
2020 r.				
Cały rok	83,88	6,59	10,0	-4,9
Sezon niegrzewczy	23,64	1,36	15,7	1,3
Sezon grzewczy	146,51	12,04	10,0	-4,9
Sezon grzewczy I kwartał	157,13	9,21	3,4	-2,2
Sezon grzewczy IV kwartał	135,02	15,11	5,2	-4,9



Wyniki badań zawartości węgla organicznego i elementarnego w PM₁₀ – wpływ niskiej emisji i komunikacji



Udział węgla organicznego (OC) i elementarnego (EC) w PM₁₀ na stanowisku w Skawinie, uśredniony dla całego okresu pomiarowego oraz sezonu grzewczego (I-III, X-XII) i niegrzewczego (IV-IX)

Błaszczak, B.; Mathews, B. (2020). Characteristics of Carbonaceous Matter in Aerosol from Selected Urban and Rural Areas of Southern Poland. Atmosphere 11, 687.

- Potwierdzono **wysokie stężenia pyłu PM10**; średnio w 2020 r. $37,61 \mu\text{g}/\text{m}^3$, co stanowi 94% średniorocznej wartości dopuszczalnej. W stosunku do roku 2019 nastąpiła spadek stężeń o 11% (w związku z COVID-19 w miastach Europy odnotowano średnio spadek stężeń pyłu PM2,5 o 15% , spadek stężeń NO₂ o 38%, wzrost stężeń ozonu 86% wg. <https://doi.org/10.4209/aaqr.200567JRC>)
- **Przekroczona została dopuszczona prawem częstość przekraczania** dopuszczalnego średniodobowego stężenia PM10 $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Odnotowano **83** przypadki przekroczeń poziomu $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$, wobec dopuszczalnych 35 przekroczeń w roku kalendarzowym. Przekroczenia poziomu $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ notowano głównie w sezonie grzewczym (69 przypadków), ale również w okresie niegrzewczym (14 przypadków).
- **Obecność WWA** związana była z procesami niepełnego spalania paliw i innych substancji palnych **nieznanego pochodzenia** zarówno w źródłach komunalnych jak i przemysłowych.
- Zmienność stężeń poszczególnych związków z grupy WWA wskazywała na **dominującą rolę emisji ze spalania paliw kopalnych i biomasy w źródłach komunalnych** w kształtowaniu profilu chemicznego WWA w PM10. Czynniki ten mógł w znacznym stopniu przyczyniać się do pogorszenia jakości powietrza w obszarze badań, o czym świadczą wysokie, w odniesieniu do wartości docelowej, stężenia B(a)P (średnio: **$6,59 \text{ ng}/\text{m}^3$**), zwłaszcza w sezonie grzewczym.
- Stężenia innych oznaczanych WWA nie są obecnie limitowane prawem.

- Analiza składu pierwiastkowego sugeruje **wzbogacenie pyłu PM10 metalami z przetwórstwa aluminium (Al, Zn)**, w związku z wysokimi i porównywalnymi w obu sezonach stężeniami Al.
- **Stężenia metali objętych regulacjami prawnymi – As, Cd, Ni i Pb były stosunkowo niskie i nie przekraczały poziomów docelowych i wartości dopuszczalnej.**
- Wysokie stężenia PM10 w sezonie **niegrzewczym** wskazują na konieczność pogłębienia analizy źródeł pochodzenia pyłu zawieszonego i podjęcia działań ukierunkowanych na **ograniczenie wtórnej emisji pyłów z terenów przemysłowych i infrastruktury drogowej.**
- **Monitorowanie powietrza w zakresie stężenia PM10 i B(a)P**, jest dobrym wskaźnikiem efektów wdrażania rozwiązań ograniczających emisję przemysłową i komunalną na terenie miasta Skawina.
- Dobrym wskaźnikiem zmian struktury emisji w obszarze miasta jest analiza zawartości substancji węglowej (OC/EC) w PM10 lub eBC (pomiar stężeń sadzy) na co wskazują wyniki badań prowadzonych w IPIŚ PAN.