



# INSTYTUT PODSTAW INŻYNIERII ŚRODOWISKA POLSKIEJ AKADEMII NAUK

ul. M. Skłodowskiej-Curie 34, 41-819 Zabrze

tel. 32 271 64 81, 32 271 70 40, fax 32 271 74 70  
ipis@ipis.zabrze.pl, www.ipis.zabrze.pl, www.ipis.pan.pl  
NIP: 648-000-67-20 REGON: 000558009

## *Laboratorium Badawcze IPIŚ PAN*

Akredytowane analizy wód, ścieków, gleb i odpadów oraz pomiary stężeń gazowych i pyłowych zanieczyszczeń powietrza:

Badania chemiczne:

- gazów odlotowych
- gleby
- wody
- ścieków
- pyłów
- odpadów

Badania dotyczące inżynierii środowiska:

- QAL2 i AST automatycznych systemów monitoringu (AMS)
- urządzeń odpylających gazy odlotowe.

Badania właściwości fizycznych

- wody
- ścieków
- gazów odlotowych

Pobieranie próbek:

- gazów odlotowych
- wody powierzchniowej
- osadów
- ścieków
- gleby

## *Gospodarka Wodna i Ochrona Wód*

Monitoring środowiska wodnego, rekultywacja środowiska wodnego, analizy laboratoryjne wód i ścieków.

## *Magnetyzm Środowiska i Rekultywacja*

Wykorzystanie magnetometrii do badań stanu i jakości gleb. Projekty rekultywacji technicznej i biologicznej terenów poprzemysłowych, analiza stanu środowiska glebowego. Badania wpływu zieleni na rozprzestrzenianie się zanieczyszczeń i kształtowanie klimatu.

## *Zanieczyszczenia Obszarowe Środowiska*

Ekspertyzy, oceny i projekty w zakresie gospodarki odpadami przemysłowymi, badania fizykochemiczne odpadów przemysłowych.

## *Ochrona Powietrza*

Badania emisji i imisji. Ekspertyzy w zakresie oddziaływania zanieczyszczeń powietrza na środowisko. Weryfikacja wskaźników emisji.

## *Gospodarka Odpadami*

Badania w zakresie usuwania zanieczyszczeń z wód i ścieków metodami sorpcji przy użyciu mineralnych i organogenicznych surowców naturalnych oraz odpadowych. Opracowanie nowych technik i technologii odzysku /unieszkodliwiania odpadów.

# SPRAWOZDANIE

## Wykonanie kampanii pomiarowej zanieczyszczeń powietrza metodą pasywną obejmującej jedną serię pomiarową

Zabrze, 31.05.2019 r.

Sprawozdanie nie może być powielane inaczej jak tylko w całości

Wykonano 3 egzemplarze dla:

Egzemplarz nr 1 – Gmina Skawina

Egzemplarz nr 2 – Gmina Skawina

Egzemplarz nr 3 – Biblioteka IPIŚ PAN

Umowa nr OP/07/2019 z dnia 12.02.2019 r.

Nr wewnętrzny C2-910/2019/NP-I

Zleceniodawca: **Gmina Skawina**  
**Rynek 1**  
**32 - 050 Skawina**

## **SPRAWOZDANIE**

### ***Wykonanie kampanii pomiarowej zanieczyszczeń powietrza metodą pasywną obejmującej jedną serię pomiarową***

Autor: dr inż. Krzysztof Klejnowski

Współautorzy:

prof. dr hab. inż. Marianna Czaplicka

dr inż. Halina Pyta

dr inż. Barbara Mathews

mgr Barbara Błaszczak

mgr Natalia Ziola

mgr Krzysztof Słaby

lic. Monika Błaszczak

mgr inż. Patrycja Rogula-Kopiec

Kierownik Zakładu: dr inż. Krzysztof Klejnowski

Dyrektor Instytutu: prof. dr hab. inż. Marianna Czaplicka

## Spis treści:

<b>Spis rysunków:</b> .....	5
<b>Spis tabel:</b> .....	7
<b>1. Cel i zakres badań</b> .....	8
<b>2. Metodyka badań</b> .....	9
2.1 Pomiary pasywne .....	9
2.2 Pomiar stężeń pyłu PM <sub>10</sub> .....	14
2.3 Oznaczanie metali w PM <sub>10</sub> .....	15
2.4 Oznaczenie WWA w PM <sub>10</sub> .....	16
<b>3. Wyniki badań</b> .....	18
3.1 Pomiary pasywne .....	18
3.2 Pomiar stężeń pyłu PM <sub>10</sub> .....	46
3.3 Oznaczanie metali w PM <sub>10</sub> .....	50
3.4 Oznaczanie WWA w PM <sub>10</sub> .....	52
<b>4. Analiza wyników</b> .....	54
<b>5. Podsumowanie i wnioski</b> .....	59
<b>6. Materiały źródłowe</b> .....	61



## Spis rysunków:

<b>Rysunek 1.</b>	Rurki do oznaczania lotnych i pół-lotnych związków organicznych .....	9
<b>Rysunek 2.</b>	Rozmieszczenie punktów pomiarowych na terenie miasta Skawina.....	11
<b>Rysunek 3.</b>	Numeryczny model terenu z rozmieszczeniem punktów pomiarowych wraz z podaną skalą wysokości terenu (m.n.p.m) .....	11
<b>Rysunek 4.</b>	Numeryczny model terenu z rozmieszczeniem punktów pomiarowych wraz z podaną skalą wysokości terenu (m.n.p.m) .....	12
<b>Rysunek 5.</b>	Lokalizacji stacji pomiarowej oraz widok na pobornik nisko-przepływowy $\mu$ PNS LVS16.....	14
<b>Rysunek 6.</b>	Mapa lokalizacji punktów pomiarowych.....	20
<b>Rysunek 7.</b>	Izolinie stężenia 2,6-difenylo- <i>p</i> -benzochinonu [ $\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ ] na wybranych stacjach pomiarowych (okres: 21.02–21.03.2019 r.).....	21
<b>Rysunek 8.</b>	Izolinie stężenia acetofenonu [ $\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ ] na wybranych stacjach pomiarowych (okres: 21.02–21.03.2019 r.).....	22
<b>Rysunek 9.</b>	Izolinie stężenia benzaldehydu [ $\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ ] na wybranych stacjach pomiarowych (okres: 21.02–21.03.2019 r.).....	23
<b>Rysunek 10.</b>	Izolinie stężenia 1,2,4-trimetylobenzenu [ $\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ ] na wybranych stacjach pomiarowych (okres: 21.02–21.03.2019 r.).....	24
<b>Rysunek 11.</b>	Izolinie stężenia benzenu [ $\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ ] na wybranych stacjach pomiarowych (okres: 21.02–21.03.2019 r.).....	25
<b>Rysunek 12.</b>	Izolinie stężenia bezwodnika fenylomaleinowego [ $\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ ] na wybranych stacjach pomiarowych (okres: 21.02–21.03.2019 r.).....	26
<b>Rysunek 13.</b>	Izolinie stężenia metylocykloheksanu [ $\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ ] na wybranych stacjach pomiarowych (okres: 21.02–21.03.2019 r.).....	27
<b>Rysunek 14.</b>	Izolinie stężenia etylobenzenu [ $\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ ] na wybranych stacjach pomiarowych (okres: 21.02–21.03.2019 r.).....	28
<b>Rysunek 15.</b>	Izolinie stężenia fenolu [ $\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ ] na wybranych stacjach pomiarowych (okres: 21.02–21.03.2019 r.).....	29
<b>Rysunek 16.</b>	Izolinie stężenia estru pentylowego kwasu octowego [ $\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ ] na wybranych stacjach pomiarowych (okres: 21.02–21.03.2019 r.).....	30
<b>Rysunek 17.</b>	Izolinie stężenia kwasu benzoowego [ $\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ ] na wybranych stacjach pomiarowych (okres: 21.02–21.03.2019 r.).....	31
<b>Rysunek 18.</b>	Izolinie stężenia 3-metyloheksanu [ $\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ ] na wybranych stacjach pomiarowych (okres: 21.02–21.03.2019 r.).....	32
<b>Rysunek 19.</b>	Izolinie stężenia kwasu benzenokarbonylowego [ $\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ ] na wybranych stacjach pomiarowych (okres: 21.02–21.03.2019 r.).....	33
<b>Rysunek 20.</b>	Izolinie stężenia <i>o</i> -ksylenu [ $\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ ] na wybranych stacjach pomiarowych (okres: 21.02–21.03.2019 r.).....	34

<b>Rysunek 21.</b>	Izolinie stężenia heksanu [ $\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ ] na wybranych stacjach pomiarowych (okres: 21.02–21.03.2019 r.).....	35
<b>Rysunek 22.</b>	Izolinie stężenia toluenu [ $\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ ] na wybranych stacjach pomiarowych (okres: 21.02–21.03.2019 r.).....	36
<b>Rysunek 23.</b>	Izolinie stężenia <i>m,p</i> -ksylenu [ $\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ ] na wybranych stacjach pomiarowych (okres: 21.02–21.03.2019 r.).....	37
<b>Rysunek 24.</b>	Izolinie stężenia naftalenu [ $\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ ] na wybranych stacjach pomiarowych (okres: 21.02–21.03.2019 r.).....	38
<b>Rysunek 25.</b>	Izolinie stężenia nonanalenu [ $\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ ] na wybranych stacjach pomiarowych (okres: 21.02–21.03.2019 r.).....	39
<b>Rysunek 26.</b>	Izolinie stężenia octanu 3-metylobutyłu [ $\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ ] na wybranych stacjach pomiarowych (okres: 21.02–21.03.2019 r.).....	40
<b>Rysunek 27.</b>	Izolinie stężenia 2-metylobutanu [ $\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ ] na wybranych stacjach pomiarowych (okres: 21.02–21.03.2019 r.).....	41
<b>Rysunek 28.</b>	Izolinie stężenia ftalanu dietylu [ $\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ ] na wybranych stacjach pomiarowych (okres: 21.02–21.03.2019 r.).....	42
<b>Rysunek 29.</b>	Izolinie stężenia heptadekanu [ $\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ ] na wybranych stacjach pomiarowych (okres: 21.02–21.03.2019 r.).....	43
<b>Rysunek 30.</b>	Izolinie stężenia kwasu octowego [ $\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ ] na wybranych stacjach pomiarowych (okres: 21.02–21.03.2019 r.).....	44
<b>Rysunek 31.</b>	Izolinie stężenia kwasu benzoiloformowego [ $\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ ] na wybranych stacjach pomiarowych (okres: 21.02–21.03.2019 r.).....	45
<b>Rysunek 32.</b>	Wykres zależności stężeń pyłu $\text{PM}_{10}$ [ $\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ ] od ciśnienia atmosferycznego [hPa] (okres: 23.02–23.05.2019 r.).....	46
<b>Rysunek 33.</b>	Wykres zależności stężeń pyłu $\text{PM}_{10}$ [ $\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ ] od temperatury powietrza [ $^{\circ}\text{C}$ ] (okres: 23.02–23.05.2019 r.).....	47
<b>Rysunek 34.</b>	Wykres zależności stężeń pyłu $\text{PM}_{10}$ [ $\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ ] od wilgotności powietrza [%] (okres: 23.02–23.05.2019 r.).....	47
<b>Rysunek 35.</b>	Przebieg serii stężeń dobowych pyłu $\text{PM}_{10}$ z zaznaczonymi kierunkami wiatru (okres: 23.02–23.05.2019 r.).....	48
<b>Rysunek 36.</b>	Róża stężeń pyłu $\text{PM}_{10}$ [ $\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ ] (okres: 23.02–23.05.2019 r.) wraz z lokalizacją punktu pomiarowego .....	49
<b>Rysunek 37.</b>	Stężenie wybranych metali w próbkach tygodniowych pyłu $\text{PM}_{10}$ ze Skawiny (okres: 23.02–13.05.2019 r.).....	51
<b>Rysunek 38.</b>	Stężenie wybranych WWA [ $\text{ng}\cdot\text{m}^{-3}$ ] w próbkach tygodniowych pyłu $\text{PM}_{10}$ ze Skawiny (okres: 23.02–13.05.2019 r.).....	53

## Spis tabel:

<b>Tabela 1.</b>	Wartości niepewności dla oznaczeń poszczególnych WWA .....	17
<b>Tabela 2.</b>	Wyniki pasywnych pomiarów związków organicznych (okres: 21.02-21.03.2019 r.).....	18
<b>Tabela 3.</b>	Stężenie wybranych metali [ $\text{ng}\cdot\text{m}^{-3}$ ] w próbkach tygodniowych $\text{PM}_{10}$ ze Skawiny (okres: 23.02–13.05.2019 r.).....	50
<b>Tabela 4.</b>	Stężenie wybranych WWA [ $\text{ng}\cdot\text{m}^{-3}$ ] w próbkach tygodniowych $\text{PM}_{10}$ ze Skawiny (okres: 23.02–13.05.2019 r.).....	52
<b>Tabela 5.</b>	Wartości progów wyczuwalności zapachu w powietrzu ( $\text{mg}\cdot\text{m}^{-3}$ ) dla związków organicznych zidentyfikowanych w powietrzu Skawiny .....	55

## 1. Cel i zakres badań

Celem badań była ocena jakości powietrza na terenie miasta Skawina, poprzez identyfikację i określenie rozkładu przestrzennego stężeń wybranych lotnych związków organicznych (LZO), a także wyznaczenie stężeń pyłu PM<sub>10</sub> oraz związanych z nim metali i wielopierścieniowych węglowodorów aromatycznych (WWA).

Zakres badań obejmował jedną serię pomiarową w trakcie której wykonano:

- Pomiary pasywne na terenie miasta w 14 punktach pomiarowych, prowadzone w okresie 21.02–21.03.2019 r.;
- Pomiary ciągłe stężeń pyłu PM<sub>10</sub> w 1 punkcie pomiarowym, prowadzone w okresie 23.02–13.05.2019 r.;
- Pomiary meteorologiczne w 1 punkcie pomiarowym, prowadzone w okresie 23.02–13.05.2019 r.;
- Oznaczenie zawartości wybranych metali – arsenu (As), kadmu (Cd), kobaltu (Co), chromu (Cr), miedzi (Cu), niklu (Ni), ołowiu (Pb), cynku (Zn), glinu (Al) i wanadu (V) w próbkach składanych (7 dni) pyłu PM<sub>10</sub>, z okresu 23.02–13.05.2019 r.;
- Oznaczenie zawartości 16 WWA, w tym benzo(a)pirenu (B(a)P), w próbkach składanych (7 dni), z okresu 23.02–13.05.2019 r.

Sprawozdanie zawiera wyniki pomiarów pasywnych oraz ilustrację graficzną rozkładu stężeń mierzonych zanieczyszczeń na badanym obszarze.

Wyniki oznaczeń pyłu pod kątem zawartości metali i WWA pochodzą z 12 składanych – tygodniowych próbek PM<sub>10</sub>, pobieranych w sposób ciągły w cyklu dobowym, w seriach 14-dniowych. Próbkę składane, przeznaczone do oznaczenia zawartości metali i WWA, pochodziły z następujących okresów:

- I – 23.02-01.03.2019 r.,
- II – 02.03-08.03.2019 r.,
- III – 09.03-15.03.2019 r.,
- IV – 21.03-24.03.2019 r.,
- V – 25.03-29.03.2019 r.,
- VI – 30.03-05.04.2019 r.,

- VII – 06.04-12.04.2019 r.,
- VIII – 13.04-19.04.2019 r.,
- IX – 20.04-25.04.2019 r.,
- X – 30.04-03.05.2019 r.,
- XI – 04.05-09.05.2019 r.,
- XII – 10.05-13.05.2019 r.

Rozbieżności dotyczące składanych próbek tygodniowych związane są z czasowymi przerwami w dostawie energii elektrycznej lub niespełnienia wymogów jakościowych przez próbkę.

W opracowaniu zamieszczono również wykresy przebiegu zmienności stężeń pyłu PM<sub>10</sub>, mierzonego metodą ciągłą, wraz z zestawieniem parametrów statystycznych dla całej serii pomiarowej.

## 2. Metodyka badań

### 2.1 Pomiary pasywne

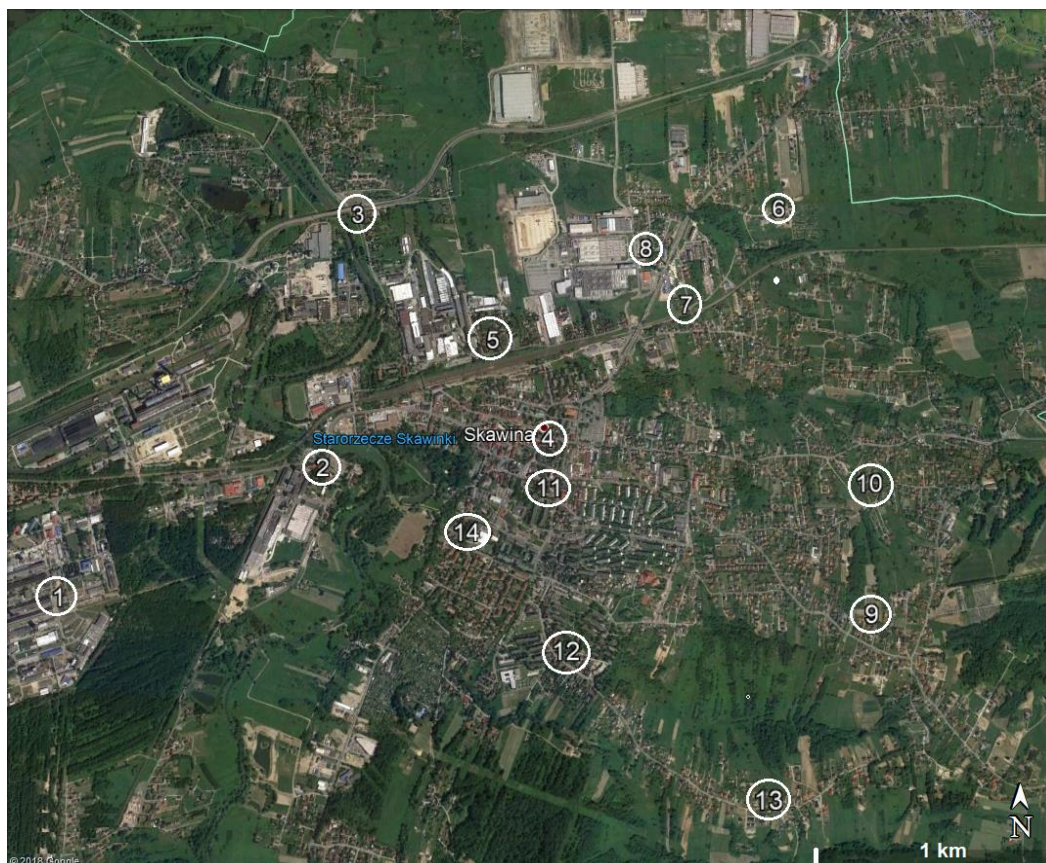
Zastosowana metoda polegała na zainstalowaniu próbników (rurek), zawierających selektywny sorbent chemiczny w miejscu pomiaru (Rysunek 1). W wyniku ekspozycji gazowa substancja zanieczyszczająca przedostaje się na drodze dyfuzji z powietrza atmosferycznego do sorbentu zawartego w próbniku.



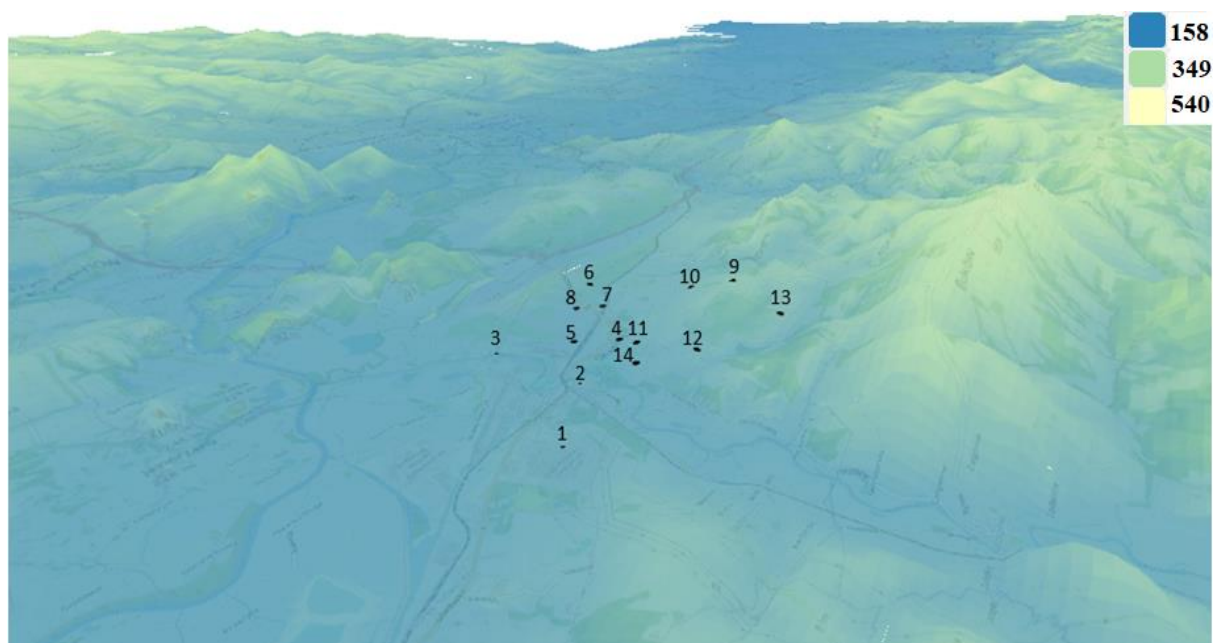
**Rysunek 1.** Rurki do oznaczania lotnych i pół-lotnych związków organicznych

Okres ekspozycji wynosił 4 tygodnie. Próbniki zawieszono na wysokości około 3 m nad poziomem gruntu. Lokalizację i numerację punktów pomiarowych zamieszczono na Rysunku 2. Sporządzono również trójwymiarową mapę rozmieszczenia próbników (Rysunek 3-4), w celu oszacowania wpływu ukształtowania terenu na rozkład stężeń badanych związków organicznych. Numeryczny model terenu wykonano za pomocą ogólnodostępnego oprogramowania QGIS 3.6.3.

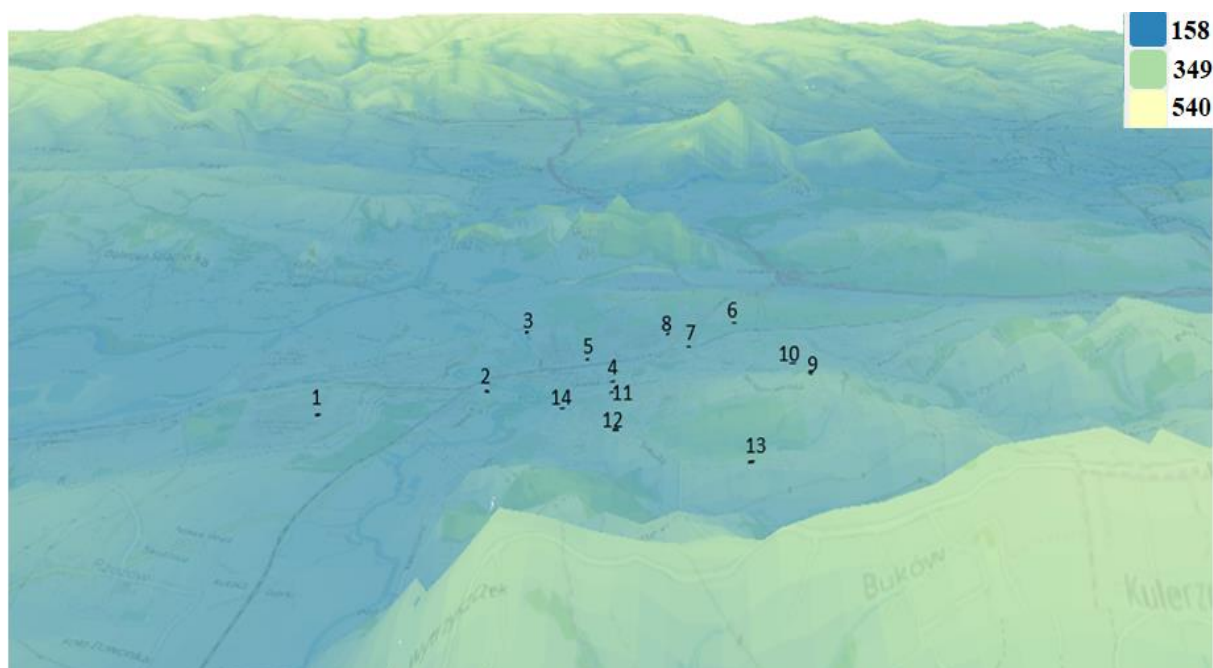




**Rysunek 2.** Rozmieszczenie punktów pomiarowych na terenie miasta Skawina



**Rysunek 3.** Numeryczny model terenu z rozmieszczeniem punktów pomiarowych wraz z podaną skalą wysokości terenu (m.n.p.m)



**Rysunek 4.** Numeryczny model terenu z rozmieszczeniem punktów pomiarowych wraz z podaną skalą wysokości terenu (m.n.p.m)

Po zakończonej ekspozycji próbki odsyłano do laboratorium Gradko International Ltd., w celu dokonania odpowiednich analiz i określenia stężeń badanych lotnych związków organicznych w powietrzu atmosferycznym. Do identyfikacji LZO zastosowano chromatograf gazowy sprzężony ze spektrometrem mas (GC/MS – z ang. *gas chromatography-mass spectrometry*), z układem bezpośredniego wprowadzania próbki przez pętlę dozującą podłączoną do termodesorbera. Raportowane wyniki dotyczą zidentyfikowanych substancji, których stężenie odniesione do wzorca toluenu wynosi do 10 ng na próbkę. Metoda analizy posiada akredytację UKS 2181, zgodnie z normą ISO/IEC 17025/2005 – procedura wewnętrzna LWI 47 – Gradko International Ltd. (załącznik 1).

Po zakończeniu analiz wszystkie wyniki przesyłane były przez GRADKO w formie elektronicznej do pracownika IPIŚ PAN odpowiedzialnego za prowadzenie bazy danych.



Uzasadnieniem zastosowania wyżej wymienionej metody pomiarowej były relatywnie niskie koszty i długoletnie doświadczenie w stosowaniu tego typu metod wskaźnikowych do oceny jakości powietrza w krajach UE. Metody pasywne umożliwiają rozszerzenie obszaru reprezentatywności stacji pomiarów ciągłych i są przydatne do śledzenia długotrwałych cykli zmian poziomu imisji.

Poniżej przedstawiono numerację i współrzędne punktów pomiarowych (stopnie dziesiętne):

- 1.
- 2.
- 3.
- 4.
- 5.
- 6.
- 7.
- 8.
- 9.
- 10.
- 11.
- 12.
- 13.

## 14.

Wyniki pomiarów pasywnych zestawiono tabelarycznie (Tabela 2, Rozdział 3.1) oraz wykorzystano do sporządzenia poglądowych map przestrzennego rozkładu stężeń badanych substancji zanieczyszczających, z użyciem programu Surfer.

### 2.2 Pomiar stężeń pyłu $PM_{10}$

Pomiary stężeń pyłu zawieszonego  $PM_{10}$  prowadzono w 1 punkcie pomiarowym (okres: 23.02–13.05.2019 r.) (Rysunek 5), z wykorzystaniem metody grawimetrycznej, zgodnie z normą PN-EN 12341:2014-07. Do poboru próbek  $PM_{10}$  wykorzystywano referencyjny pobornik nisko-przepływowy  $\mu$ PNS LVS16, spełniający wymogi ww. normy, o przepływie  $2.3 \text{ m}^3 \cdot \text{h}^{-1}$ . Próbkę dobowe  $PM_{10}$  gromadzono na filtrach kwarcowych o średnicy 47 mm. Do uzyskania frakcji pyłu  $PM_{10}$  wykorzystywano głowicę separacyjną, której konstrukcja została opisana we wspomnianej normie.



**Rysunek 5.** Lokalizacji stacji pomiarowej oraz widok na pobornik nisko-przepływowy  $\mu$ PNS LVS16

Przed ważeniem filtry nieobciążone (przed ekspozycją) były kondycjonowane w pokoju wagowym, w kabinie laminarnej, w stałych warunkach temperatury i wilgotności, przez minimum 48 godzin. Zważone filtry nieobciążone umieszczano w oprawkach i wkładano do specjalnych kaset transportowo-pomiarowych, w celu zabezpieczenia ich w trakcie transportu przed ewentualnymi zanieczyszczeniami zawartymi w powietrzu.

Po zważeniu filtry do analiz były konfekcjonowane (cięte nożem cyrkonowym lub wykrojnikiem prostokątnym), zgodnie z wymogami procedury analitycznej<sup>1</sup>, a następnie umieszczane w oznaczonych szalkach i przechowywane w chłodni do czasu analizy.

Stacja pomiarowa zlokalizowana na terenie miasta Skawina wyposażona była dodatkowo w stację meteorologiczną. Dane uzyskane z okresu 23.02-13.05.2019 r. posłużyły do sporządzenia róży stężeń pyłu zawieszzonego PM<sub>10</sub>.

### 2.3 Oznaczanie metali w PM<sub>10</sub>

Oznaczenie zawartości metali w PM<sub>10</sub> poprzedzała mineralizacja filtrów z pyłem. W tym celu filtry cięto na połówki za pomocą wykrojnika ceramicznego. Połówki filtrów z okresu tygodnia (7 połówek) przenoszono następnie do naczyń teflonowych i mineralizowano w mieszaninie kwasu azotowego oraz nadtlenku wodoru. Próbkę ślepa stanowiły próba ślepa transportowa (jedna połówka czystego filtra) oraz próba ślepa laboratoryjna (7 połówek czystych filtrów). Mineralizację przeprowadzono przy użyciu mineralizatora mikrofalowego MULTIWAVE 3000 firmy Anton Paar. Łączny czas mineralizacji wynosił 60 minut.

Metale w próbkach – As, Cd, Pb, Ni, Co, Cr, Cu, Zn, V, oznaczane były metodą ICP-MS. Oznaczanie analitów przeprowadzono zgodnie z zakresem akredytacji Laboratorium IPIŚ PAN (załącznik 2) – PB18: Zastosowanie spektrometrii mas z plazmą wzbudzoną indukcyjnie ICP-MS, opartą na normie: PN-EN ISO 17294-1 i PN-EN ISO 17294-2. Do tego celu wykorzystano spektrometr ICP-MS Elan 6100 DRC-e Perkin Elmer. Natomiast Al i Mg oznaczano na spektrometrze ICP-OES firmy Perkin Elmer AVIO 200.

Niezależnie od metody, zarówno w trakcie analiz jak i podczas walidacji wyników, wykorzystywano certyfikowane wzorce (Fluka Analytical, Merck – ICP-MS; LGC, ULTRA

---

<sup>1</sup> PO2-NP-I – Postępowanie z próbkami do badań – analiza gravimetryczna [wydanie z dnia 09.01.2017 r.]

Scientific – ICP-OES) i gazy, inne odczynniki o wysokiej czystości (suprapur) oraz certyfikowane materiały referencyjne (NIST SRM 1648a). Wartości niepewności rozszerzonej, określone dla wybranych metali, wynosiły: 32.6% (As), 19.26% (Cd), 19.52% (Pb), 28.5% (Ni), 27.26% (Co), 34.53% (Cr), 25.64% (Cu), 16.89% (V).

#### 2.4 Oznaczenie WWA w $PM_{10}$

Do oznaczania wybranych WWA – naftalen (Na), acenaftylen (Acy), acenaften (Ace), fluoren (Fl), fenantren (Phen), antracen (An), fluoranten (Fluo), piren (Pyr), benzo(a)antracen (B(a)A), chryzen (Chry), benzo(b)fluoranten (B(b)F), benzo(k)fluoranten (B(k)F), benzo(a)piren (B(a)P), indeno(1,2,3-cd)piren (I(cd)P), dibenzo(a,h)antracen (D(ah)A), benzo(g,h,i)terylen (B(ghi)P), w próbkach  $PM_{10}$  wykorzystano chromatograf gazowy z detektorem masowym (Shimadzu GCMS-QP2010 plus). Oznaczenie analitów przeprowadzono zgodnie z zakresem akredytacji Laboratorium IPIŚ PAN (załącznik 2) – PB22: Oznaczenie wielopierścieniowych węglowodorów aromatycznych (WWA) w glebie i pyłe metodą chromatografii gazowej z detekcją mas, opartą na normach PN-EN 15549 i PN-EN 15980:2011.

Próbki filtrów przeznaczone do analizy przechowywano w szczelnie zamkniętych naczyniach i chroniono przed dostępem światła. Ekstrakcję prowadzono w łaźni ultradźwiękowej, a zateżnienie ekstraktu – w wyparce próżniowej, wg instrukcji obsługi, do objętości 1 ml. Tak przygotowaną próbę poddawano analizie chromatograficznej jakościowej i ilościowej.

Oznaczenie wykonywano zgodnie z instrukcją obsługi chromatografu. Objętość próbki wprowadzonej do dozownika chromatografu to 1  $\mu$ l w trybie split 1:10. Analizę prowadzono z zastosowaniem programowanego przyrostu temperatury pracy kolumny. Całkowity czas analizy wynosił 40 minut. Identyfikację sygnału poszczególnych WWA wykonywano poprzez:

- porównanie czasu retencji WWA w mieszaninie wzorcowej, analizowanej w tych samych warunkach co próbka,
- porównanie stosunku masy do ładunku jonu (m/z) dla danego jonu molekularnego WWA w mieszaninie wzorcowej do pików w analizowanej próbce.

Podczas analizy stosowano odczynniki o czystości co najmniej czysty do analiz (cz.d.a.). Ekstrakcję dla próbki ślepej prowadzono w identyczny sposób jak dla prób badanych. Do określenia odzysku używano próbki wody rzeczywistej z dodatkiem wzorca WWA (0.3 µg) oraz deuterowanego wzorca w metanolu (0.1 µg). Wartości niepewności dla oznaczeń przedstawiono w poniższej tabeli.

**Tabela 1.** Wartości niepewności dla oznaczeń poszczególnych WWA

Związek	Niepewność [%]
Naftalen	16.8
Acenaftylen	25.3
Acenaften	21.4
Fluoren	20.9
Fenantren	19.0
Antracen	29.5
Fluoranten	21.1
Piren	23.8
Benzo(a)antracen	29.4
Chryzen	24.7
Benzo(b)fluoranten	25.0
Benzo(k)fluoranten	33.3
Benzo(a)piren	31.8
Indeno(1,2,3-cd)piren	29.9
Dibenzo(a,h)antracen	32.4
Benzo(g,h,i)terylen	31.7

W/w niepewności spełniają wymogi Rozporządzenia Ministra Środowiska z dnia 8 czerwca 2018 r. w sprawie dokonywania oceny poziomów substancji w powietrzu (Dz. U. z dnia 11.06.2018 r., poz. 1119).

### 3. Wyniki badań

#### 3.1 Pomiary pasywne

W Tabeli 2 zestawiono średnie stężenie badanych związków organicznych z pomiarów prowadzonych w punktach pasywnych (Rysunek 6) w okresie 21.02–21.03.2019 r. Mapy przestrzennego rozkładu mierzonych zanieczyszczeń pokazano na Rysunkach 7-31. Wyniki oznaczeń z laboratorium Gradko International Ltd. zamieszczono w Załączniku 3.

**Tabela 2.** Wyniki pasywnych pomiarów związków organicznych (okres: 21.02-21.03.2019 r.)

Nazwa substancji	Nr punktu pomiarowego													
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
	Stężenie [ $\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ ]													
2,6-Difenylo- <i>p</i> -benzochinon	138	125	152	272	-	111	97.8	211	71.3	67.8	107	76.9	40.0	115
Kwas benzoesowy	7.7	5.9	6.8	9.5		11.8	2.4	17.1	21.2	10.6	8.7	12.8	10.3	6.3
2-Butanon	-	2.7	-	4.3	-	-	0.6	-	-	0.5	-	-	-	0.7
2-Metylopentan	-	2.5	1.8	3.8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1.2
Benzaldehyd **	3.4	2.4	3.0	3.2		2.6	1.9	3.0	3.2	3.1	2.9	2.7	2.8	2.9
Benzen	1.5	1.8	1.5	2.3	1.4	1.1	1.1	1.2	1.1	1.4	1.3	1.1	1.3	1.5
2,2,4,6,6-Pentametyloheptan	-	-	3.3	-	-	-	-	0.8	-	2.3	-	-	1.4	-
Metylocykloheksan	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1.3
2,4-Di- <i>tert</i> -butylofenol	-	-	-	2.6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Ftalan dietylu	-	5.2	1.2	-	-	1.5	1.8	1.2	1.2	-	-	1.2	-	1.3
Bezwodnik fenylomaleinowy	3.0	2.2	2.6	4.1		3.8	0.9	4.5	6.0	3.7	3.3	4.2	3.8	3.1
Toluen	1.5	5.2	2.1	10.9	1.4	1.1	2.2	1.5	0.7	2.1	1.4	1.2	1.0	3.9
3-Metylopentan	-	1.7	0.9	2.7	-	-	-	-	-	0.8	-	-	-	0.7
Dodekan	-	-	-	-	-	-	-	3.1	-	-	-	-	-	-
Tridekan	-	-	-	-	-	-	-	3.4	-	-	-	-	-	-
Pentadekan	-	-	-	-	-	-	-	1.7	-	-	-	-	-	-
Tetradekan	-	-	-	-	-	-	-	3.4	-	-	-	-	-	-
Pentan	-	1.4	-	1.8	0.4	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Ester pentylowy kwasu octowego	2.1	2.2	3.1	2.8		1.8	2.5	2.5	2.5	3.0	2.3	2.1	2.7	2.4
<i>m,p</i> -Ksylen	1.7	1.9	1.2	10.2	1.3	0.8	8.3	1.2	0.7	8.4	1.2	0.9	0.8	7.5
Mirystynian izopropylu	-	-	-	-	-	-	13.2	4.0	-	-	-	-	-	-
Palmitynian izopropylu	-	-	-	-	-	-	-	23.1	-	-	-	-	-	-
Heptadekan	-	-	3.2	-	-	1.7	1.9	-	5.7		-	4.1	-	-
Acetofenon **	1.8	1.5	2.1	2.2	-	2.1	0.9	2.7	2.9	2.1	2.0	2.3	2.3	1.9
Metylocykloheksan	1.3	1.5	1.4	1.5	1.2	1.1	1.3	1.1	1.0	1.6	1.0	0.9	1.2	-
Metylocyklopentan	-	1.2	-	2.2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Ethylobenzen	-	1.2	0.6	10.8	-	-	9.8	-	-	9.8	-	-	-	8.3
Naftalen	1.1	1.0	1.2	1.3	0.9	1.3	0.8	1.5	1.2	0.9	1.0	1.2	0.9	1.2
Octan-3-metylobutyłu	1.0	1.1	1.4	1.4	-	0.9	1.1	1.0	1.0	1.5	1.1	0.9	1.2	1.3
2-Metylobutan	-	0.6	2.0	1.0	-	-	-	-	-	1.2	-	-	0.4	-
1,2,4-Trimetylobenzen	0.9	0.6	1.0	1.2	-	0.6	0.7	-	-	0.9	0.8	-	-	0.8

Sprawozdanie z pracy nr C2-910/2019/NP-I  
Wykonanie kampanii pomiarowej zanieczyszczeń powietrza metodą pasywną  
obejmującej jedną serię pomiarową

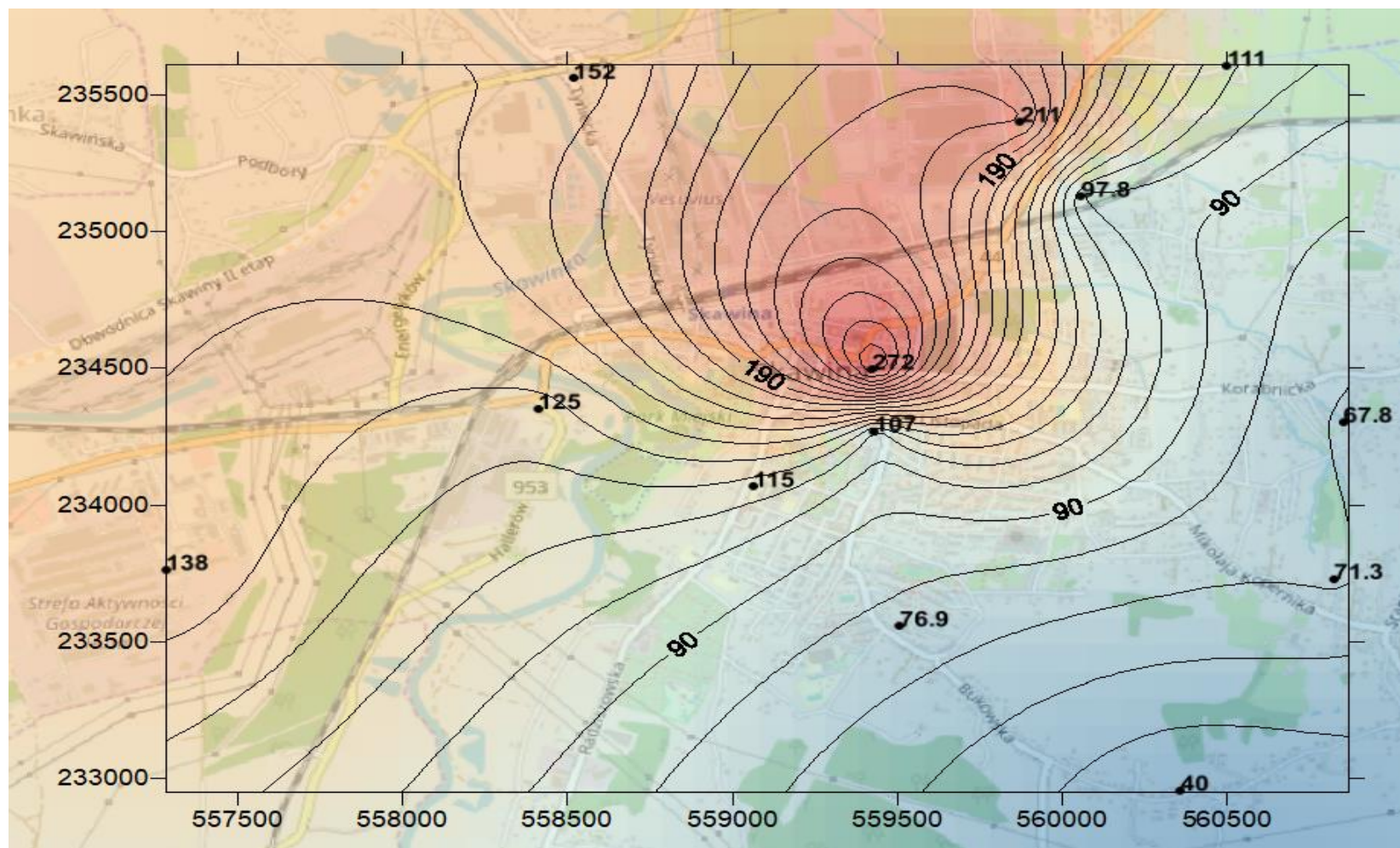
Nazwa substancji	Nr punktu pomiarowego													
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
	Stężenie [ $\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ ]													
Kwas benzoiloformowy	-	-	-	1.5	-	1.1	-	3.2	1.6	1.2	-	1.4	-	-
Kwas benzenokarbonyowy	1.0	1.1	1.4	1.4	-	1.7	-	3.3	3.1	1.7	1.2	1.9	2.3	1.2
2-Etyloheksanol	-	-	0.7	-	-	-	0.7	-	-	-	-	-	-	-
Limonen	-	0.8	-	0.7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Octan	-	-	-	0.6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2,6-Dimetylooctan	-	-	-	-	-	-	-	1.1	-	-	-	-	-	-
Furfural	-	0.5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Kwas octowy	0.4	-	-	-	-	0.5	0.4	0.4	0.5	1.0	0.6	0.5	0.7	-
3-Metyloheksan	0.7	0.8	0.7	0.8	0.5	0.5	0.6	-	0.5	0.8	0.5	-	0.6	0.6
2,2,4-Trimetyloheksan	-	-	-	-	-	-	-	0.7	-	-	-	-	-	-
Heksan	0.6	1.9	0.9	3.0	-	-	-	-	-	0.7	-	-	-	0.8
Fenol	0.6	0.8	0.9	1.0	-	0.9	-	1.1	1.2	1.2	0.9	0.9	1.4	0.6
Dekan	-	-	-	-	-	-	-	1.8	-	-	-	-	0.9	-
Undekan	1.0	-	-	-	-	-	1.0	4.0	-	-	-	-	-	-
Nonanal**	0.9	-	1.6	1.3	-	1.7	2.2	1.5	0.9	-	0.8	0.8	1.9	-
<i>o</i> -Ksylen	0.6	0.8	0.7	3.9	0.5	-	3.2	-	-	3.3	0.6	-	-	2.8
$\alpha$ -Pinen	-	-	-	0.8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2-Heksyloksyetanol	-	-	-	-	-	-	-	1.0	-	-	-	-	-	-
1-Butoksy-2-propanol	-	-	-	-	-	-	-	0.8	-	-	-	-	-	-
Glikol heksylenowy	-	-	-	-	-	-	-	0.8	-	-	-	-	-	-
Glikol propylenowy	-	-	-	-	-	-	-	0.8	-	-	-	-	-	-
Ester butylowy kwasu octowego	0.6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-



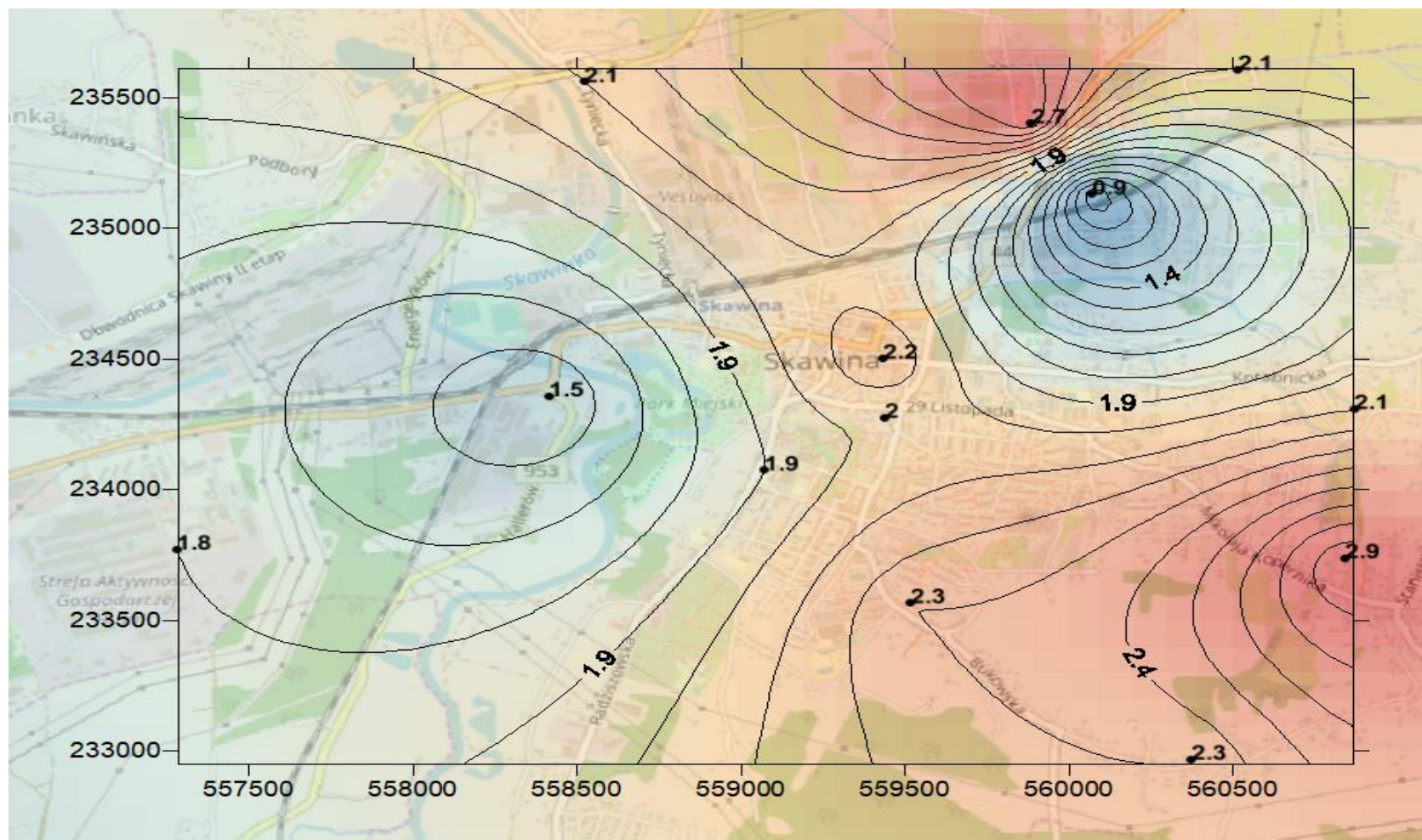


Rysunek 6. Mapa lokalizacji punktów pomiarowych



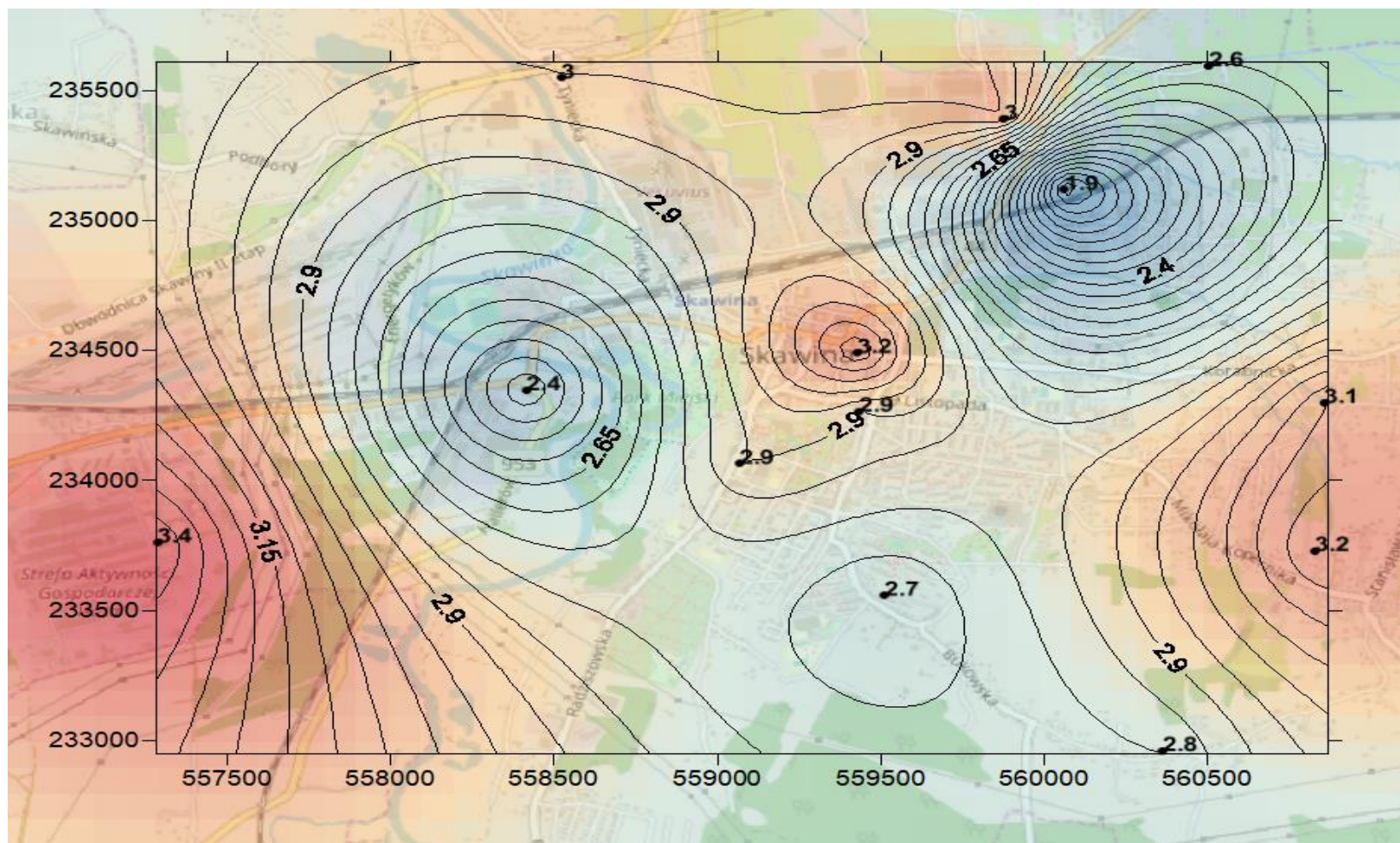


**Rysunek 7.** Izolinie stężenia 2,6-difenylo-*p*-benzochinonu [ $\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ ] na wybranych stacjach pomiarowych (okres: 21.02–21.03.2019 r.)



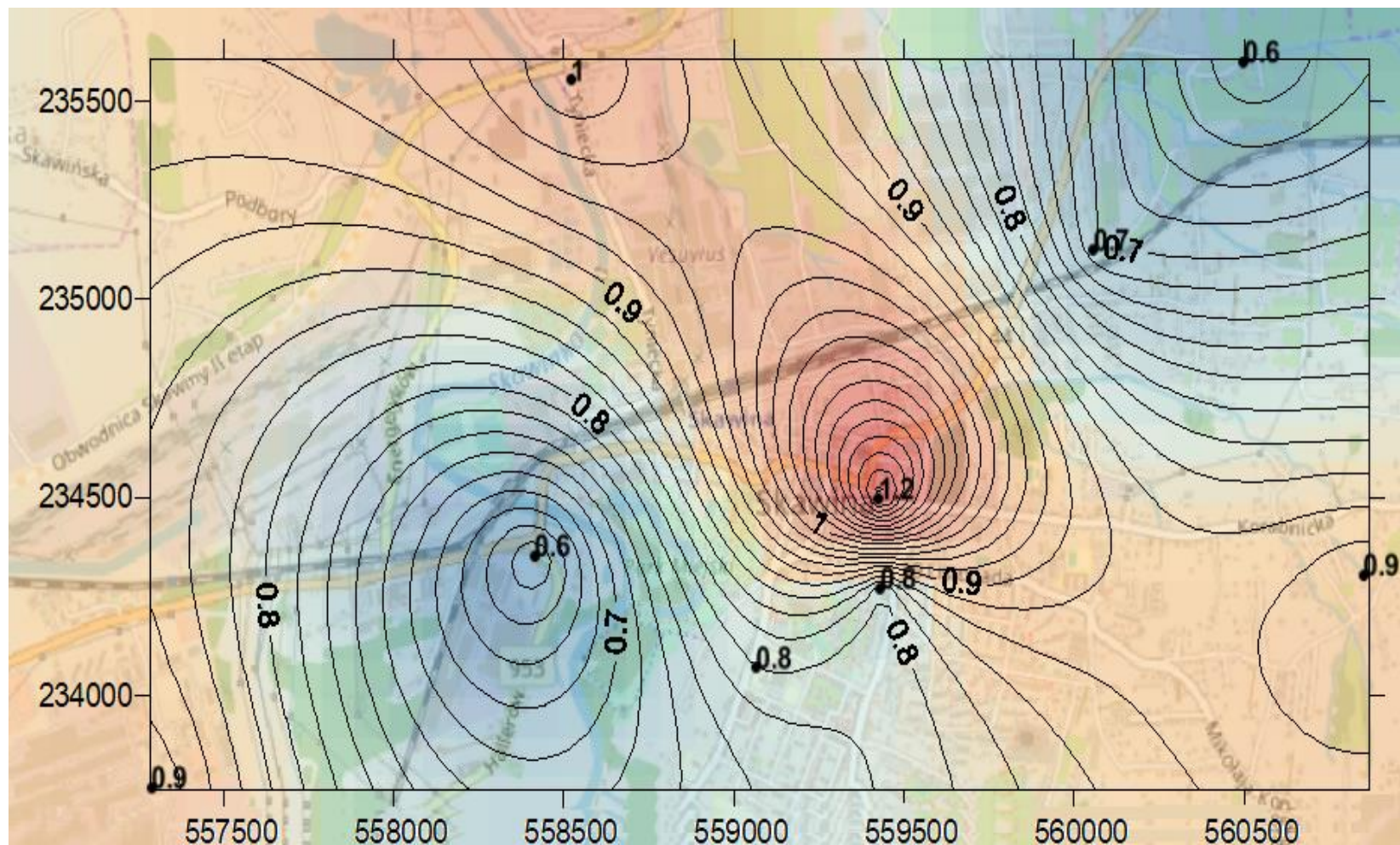
**Rysunek 8.** Izolinie stężenia acetofenonu [ $\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ ] na wybranych stacjach pomiarowych (okres: 21.02–21.03.2019 r.)



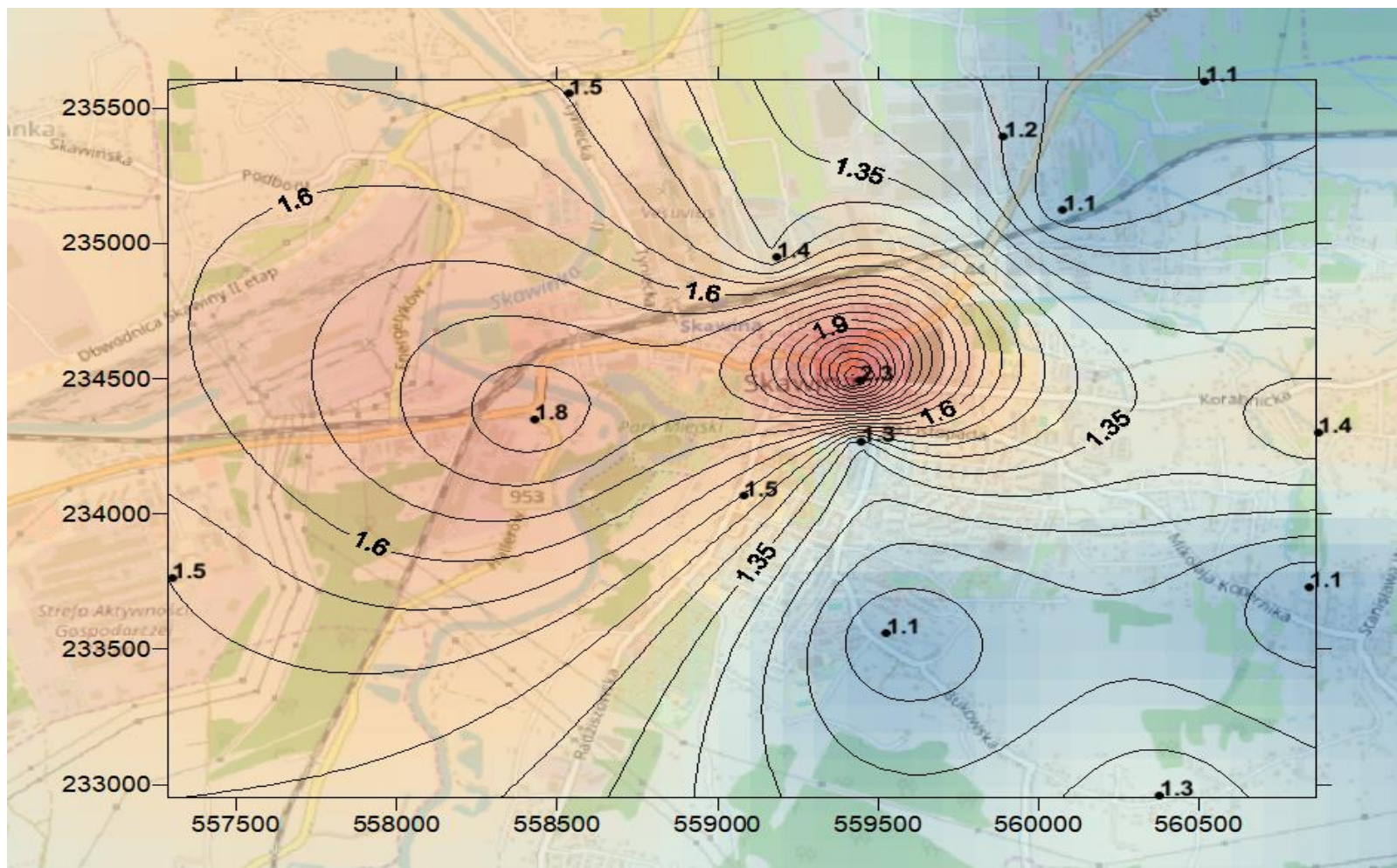


**Rysunek 9.** Izolinie stężenia benzaldehydu [ $\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ ] na wybranych stacjach pomiarowych (okres: 21.02–21.03.2019 r.)



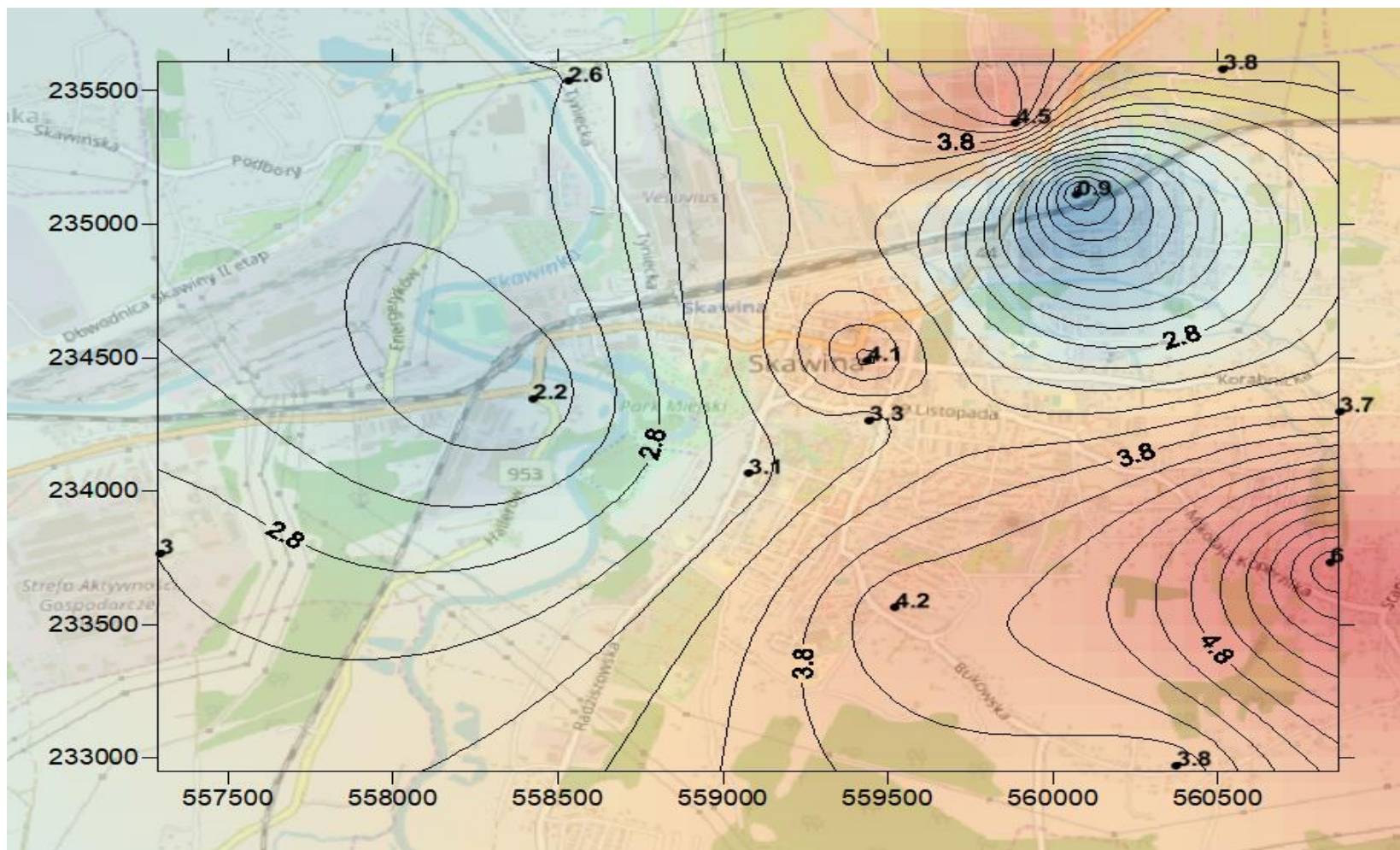


Rysunek 10. Izolinie stężenia 1,2,4-trimetylobenzenu [ $\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ ] na wybranych stacjach pomiarowych (okres: 21.02–21.03.2019 r.)

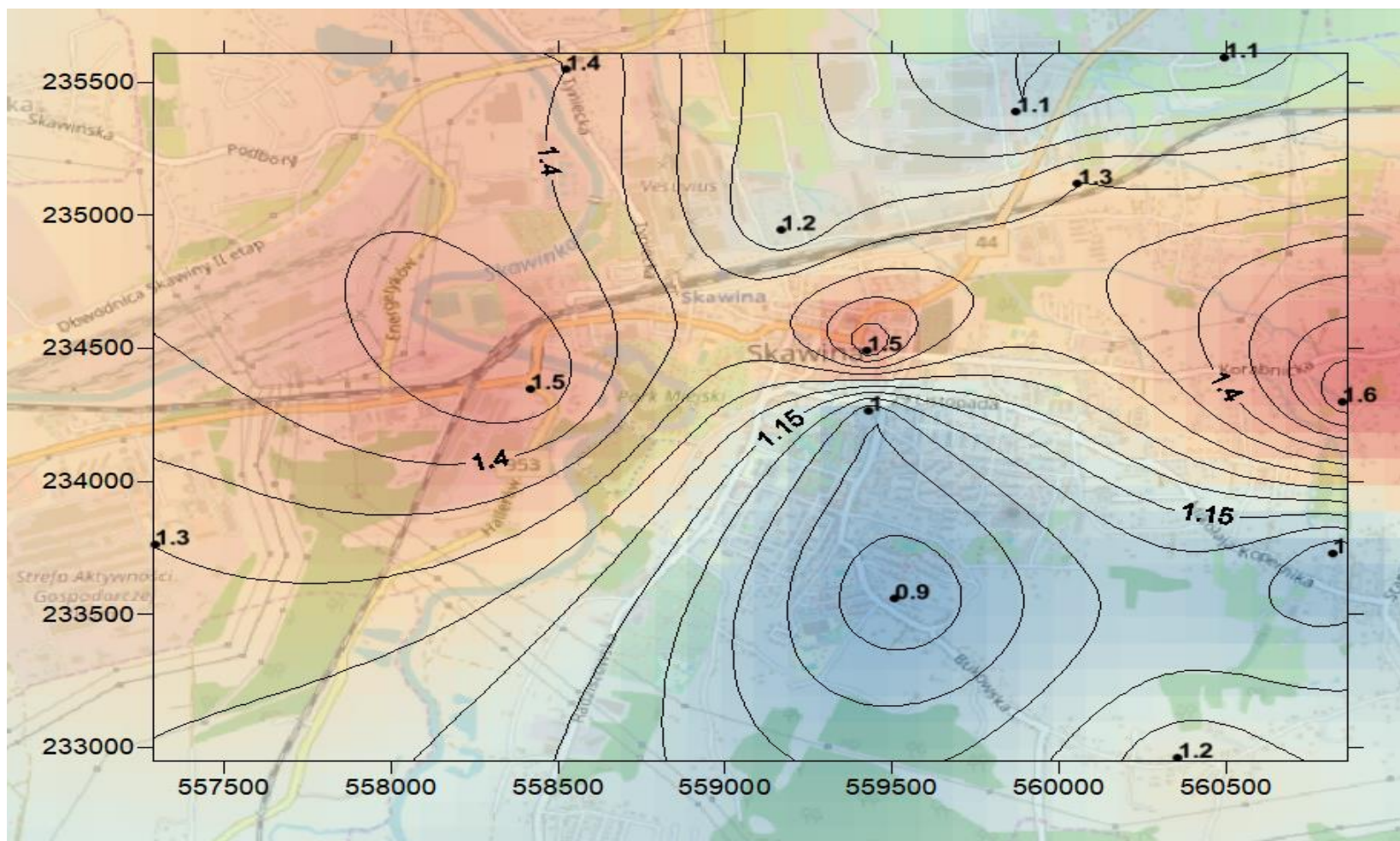


**Rysunek 11.** Izolinie stężenia benzenu [ $\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ ] na wybranych stacjach pomiarowych (okres: 21.02–21.03.2019 r.)



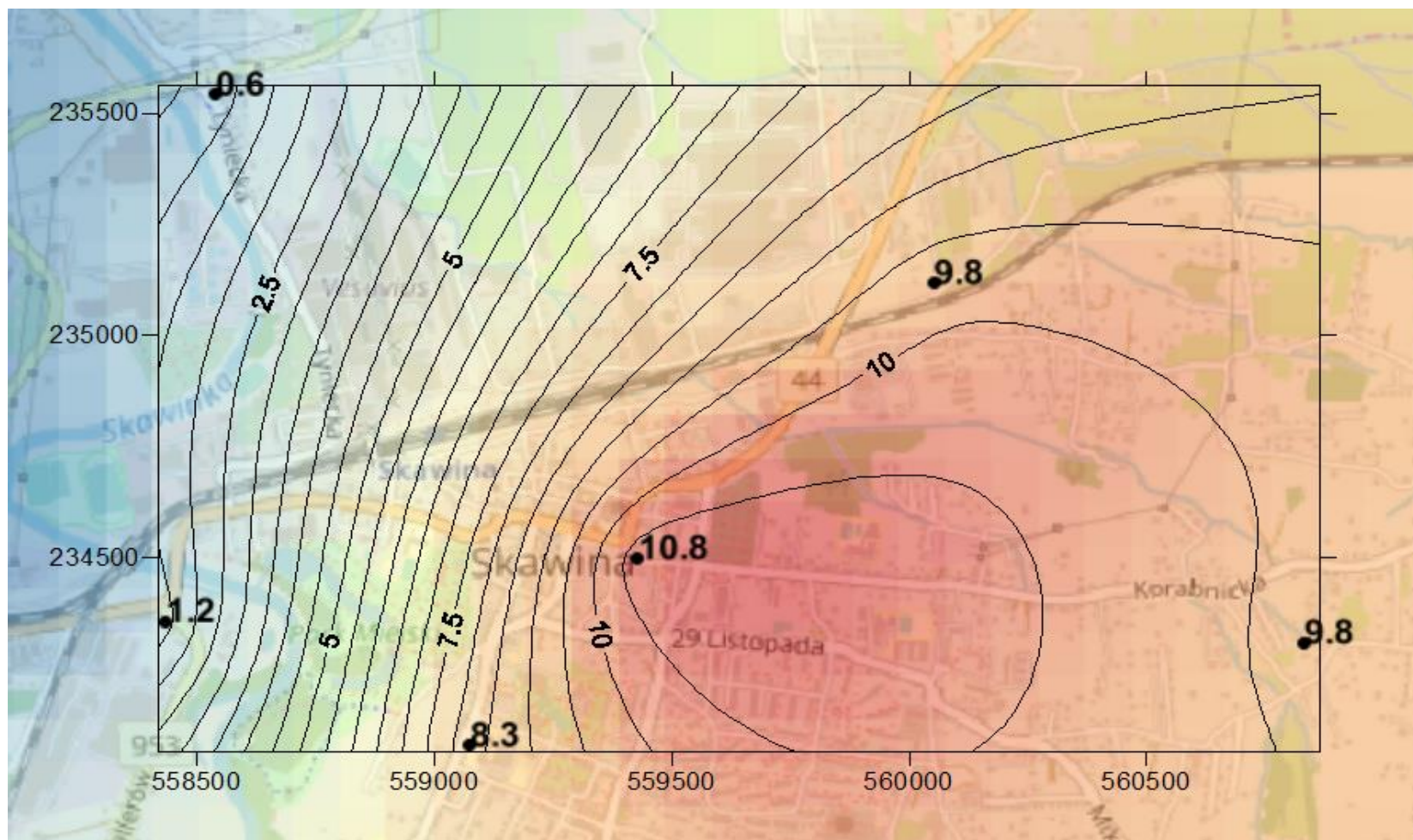


Rysunek 12. Izolinie stężenia bezwodnika fenylomaleinowego [ $\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ ] na wybranych stacjach pomiarowych (okres: 21.02–21.03.2019 r.)



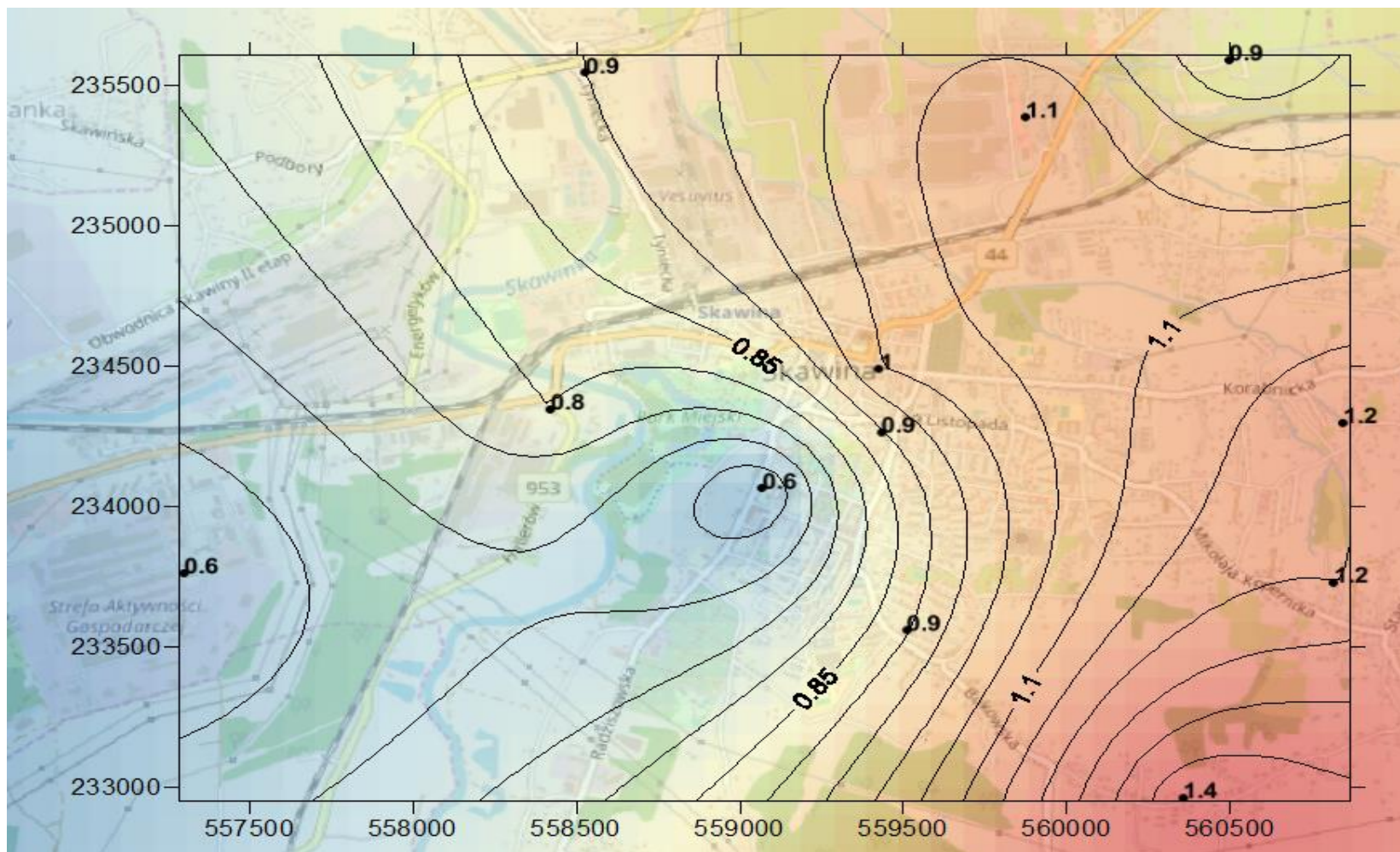
**Rysunek 13.** Izolinie stężenia metylocykloheksanu [ $\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ ] na wybranych stacjach pomiarowych (okres: 21.02–21.03.2019 r.)



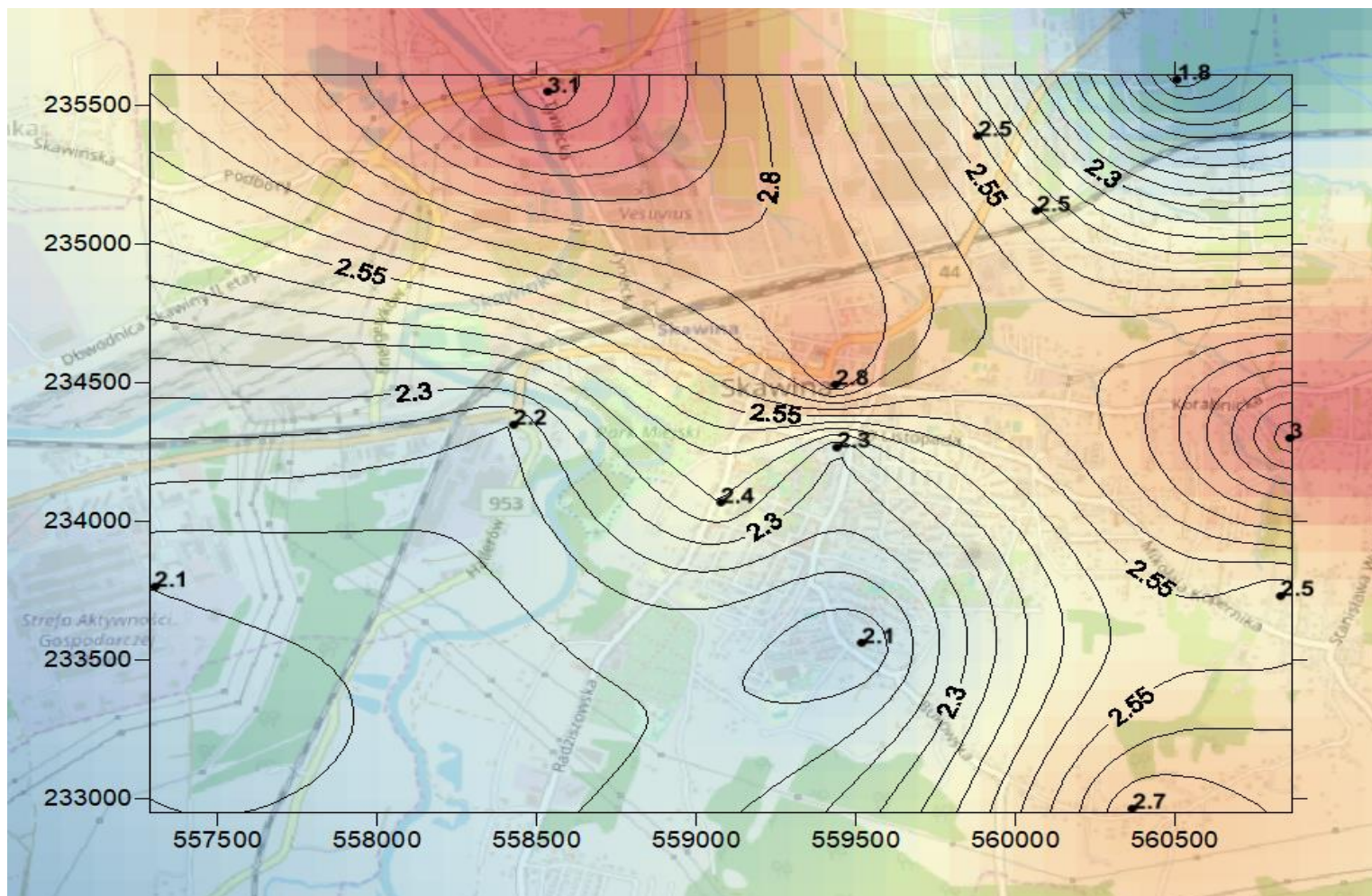


**Rysunek 14.** Izolinie stężenia etylobenzenu [ $\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ ] na wybranych stacjach pomiarowych (okres: 21.02–21.03.2019 r.)



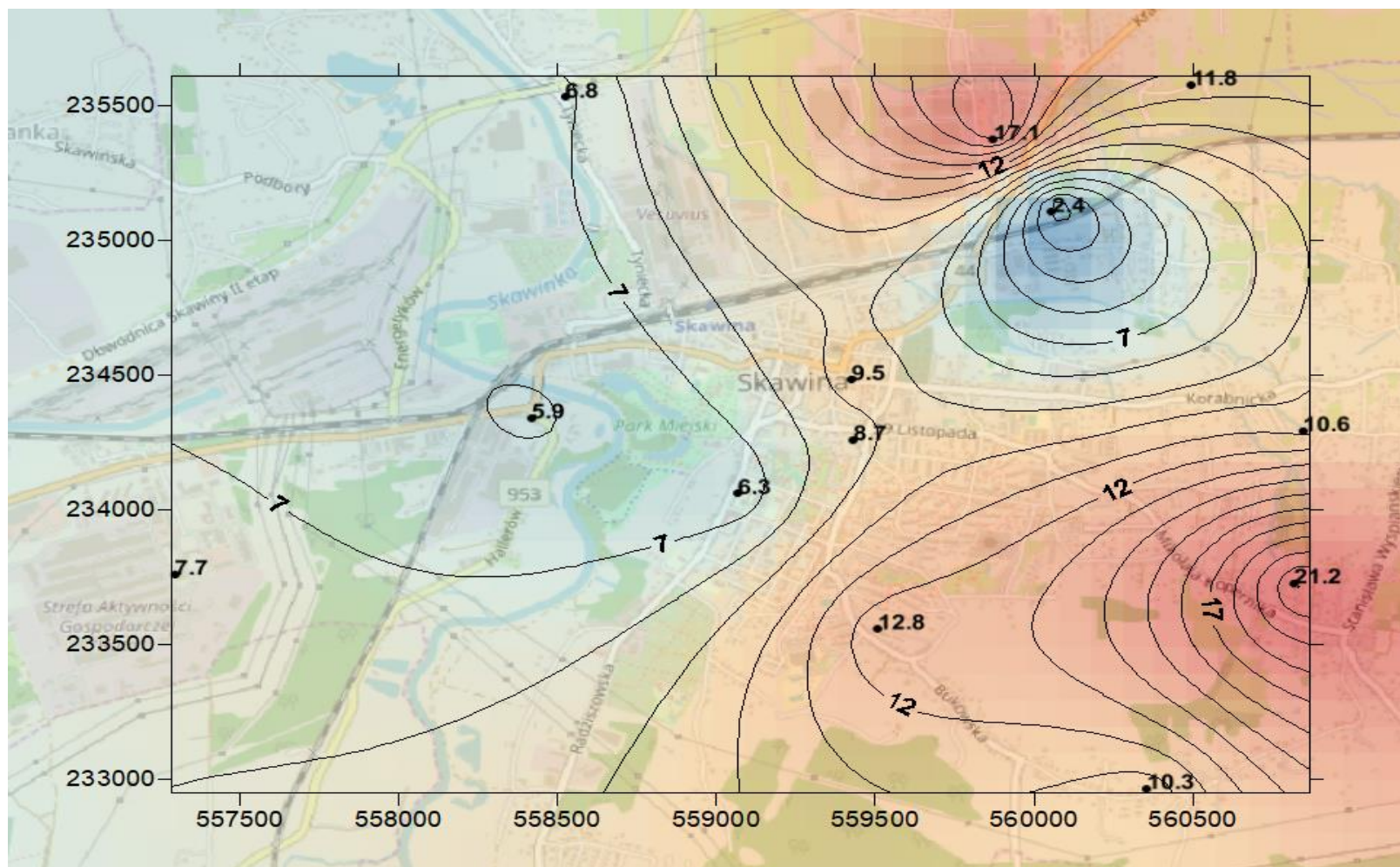


**Rysunek 15.** Izolinie stężenia fenolu [ $\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ ] na wybranych stacjach pomiarowych (okres: 21.02–21.03.2019 r.)

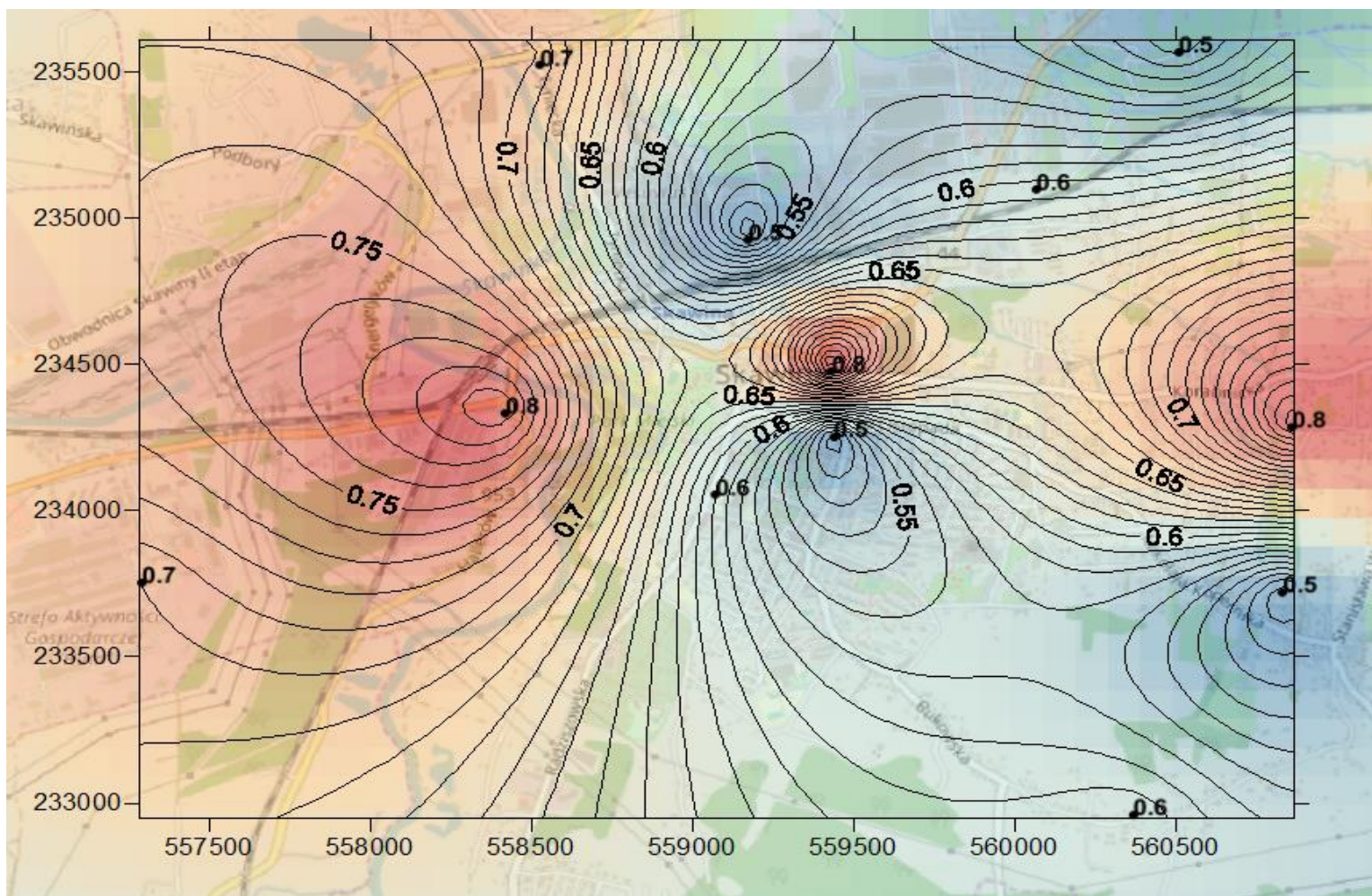


**Rysunek 16.** Izolinie stężenia estru pentylowego kwasu octowego [ $\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ ] na wybranych stacjach pomiarowych (okres: 21.02–21.03.2019 r.)



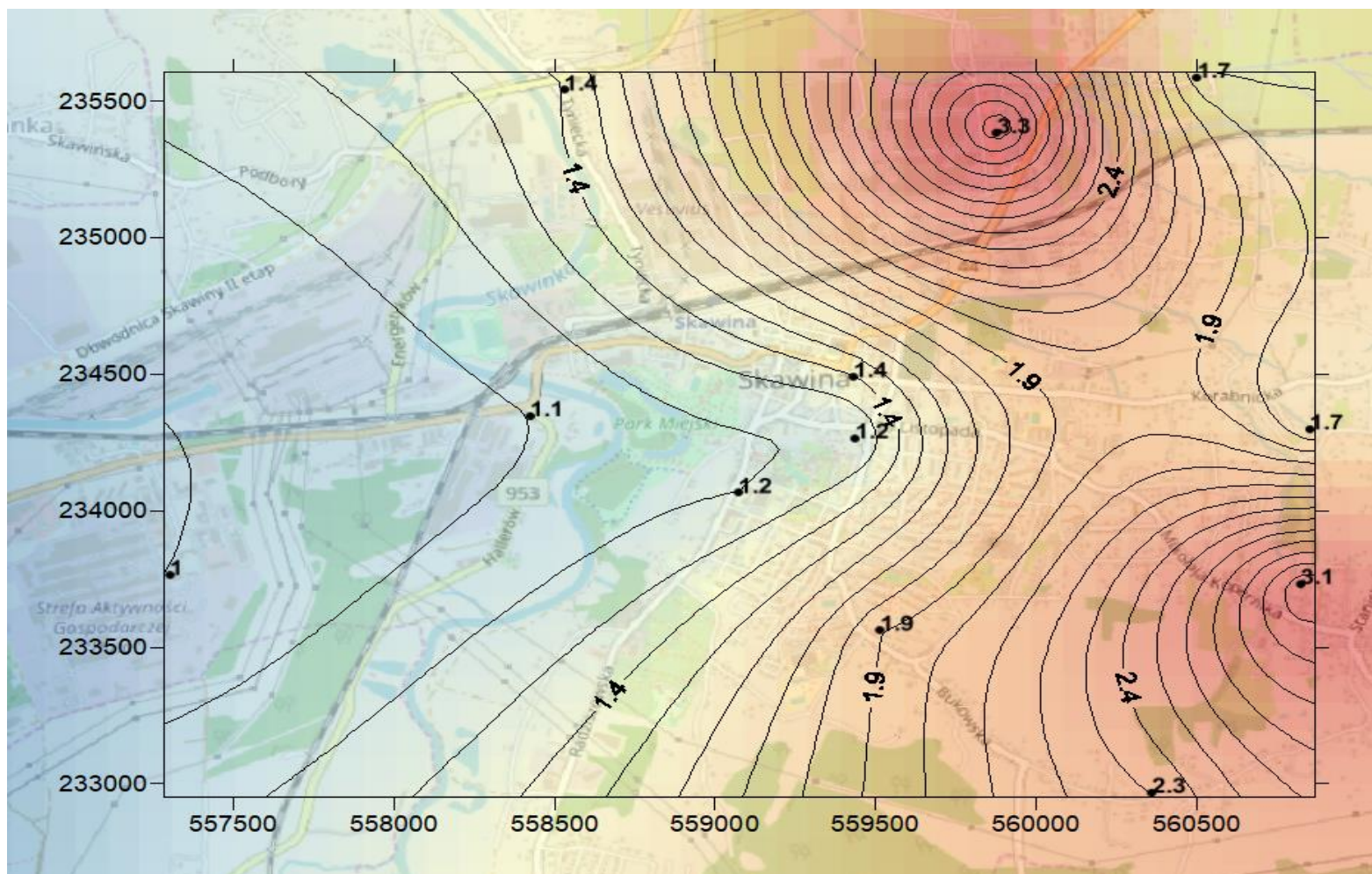


**Rysunek 17.** Izolinie stężenia kwasu benzoowego [ $\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ ] na wybranych stacjach pomiarowych (okres: 21.02–21.03.2019 r.)

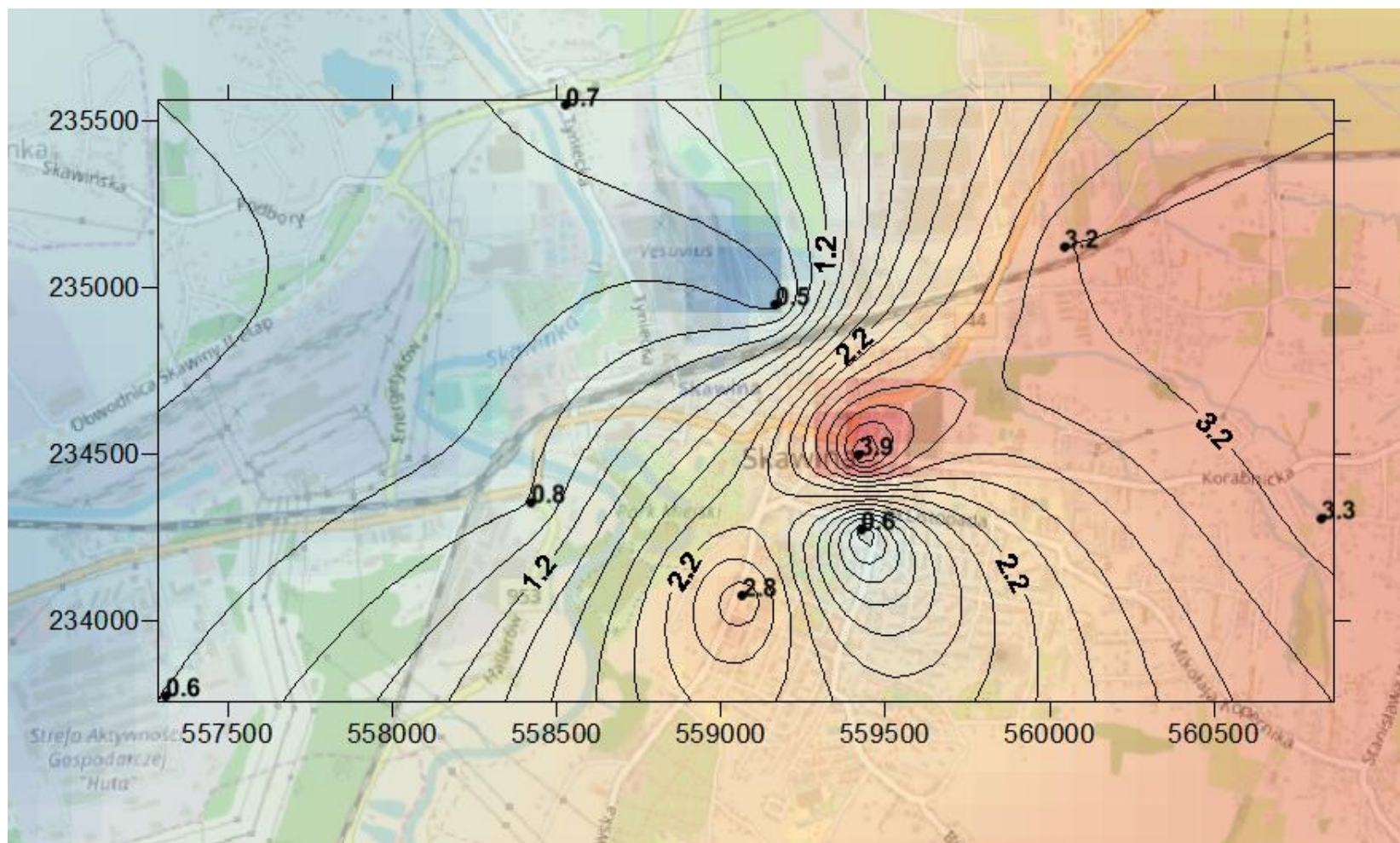


**Rysunek 18.** Izolinie stężenia 3-metyloheksanu [ $\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ ] na wybranych stacjach pomiarowych (okres: 21.02–21.03.2019 r.)



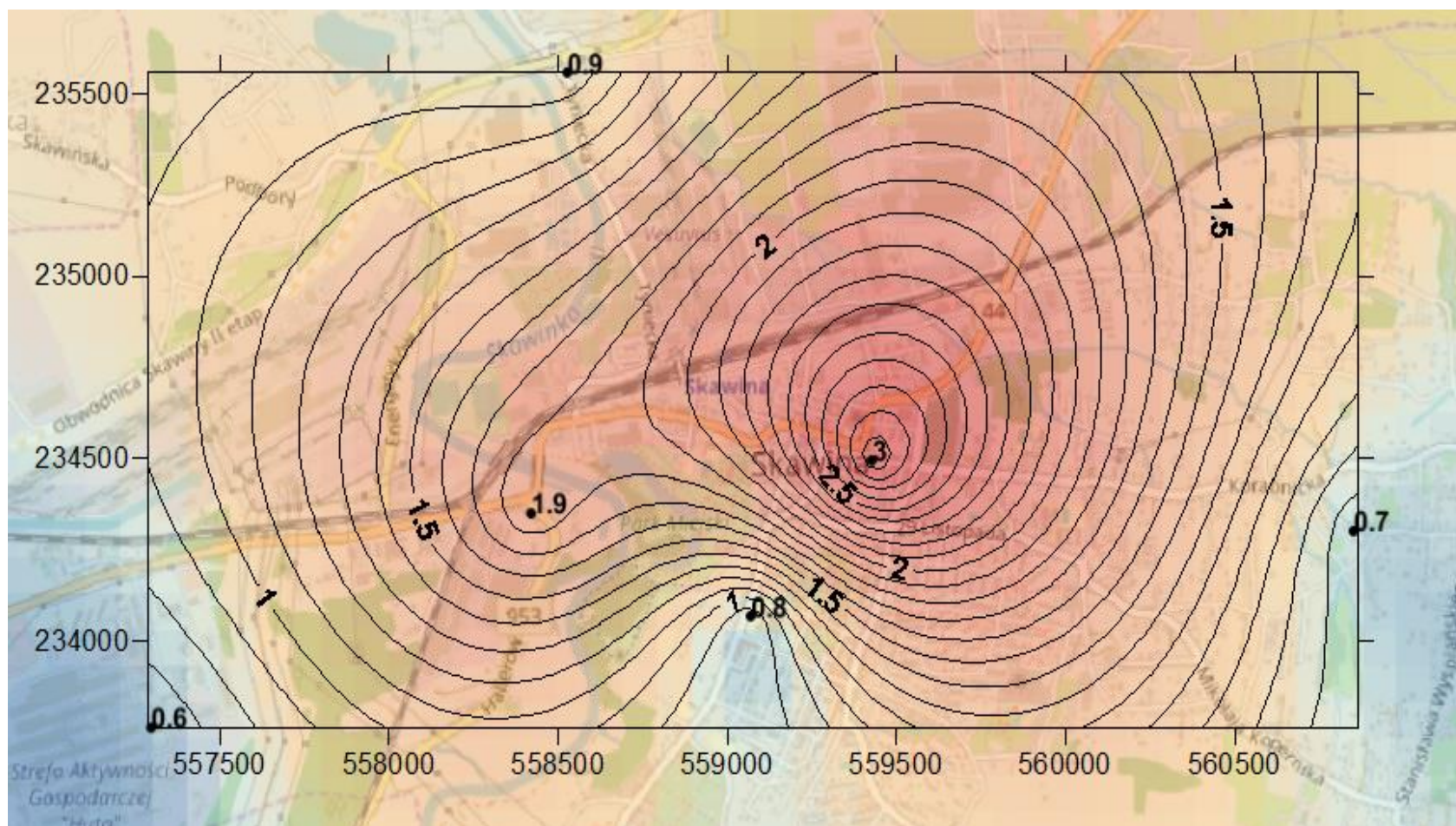


**Rysunek 19.** Izolinie stężenia kwasu benzenokarbodiowego [ $\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ ] na wybranych stacjach pomiarowych (okres: 21.02–21.03.2019 r.)

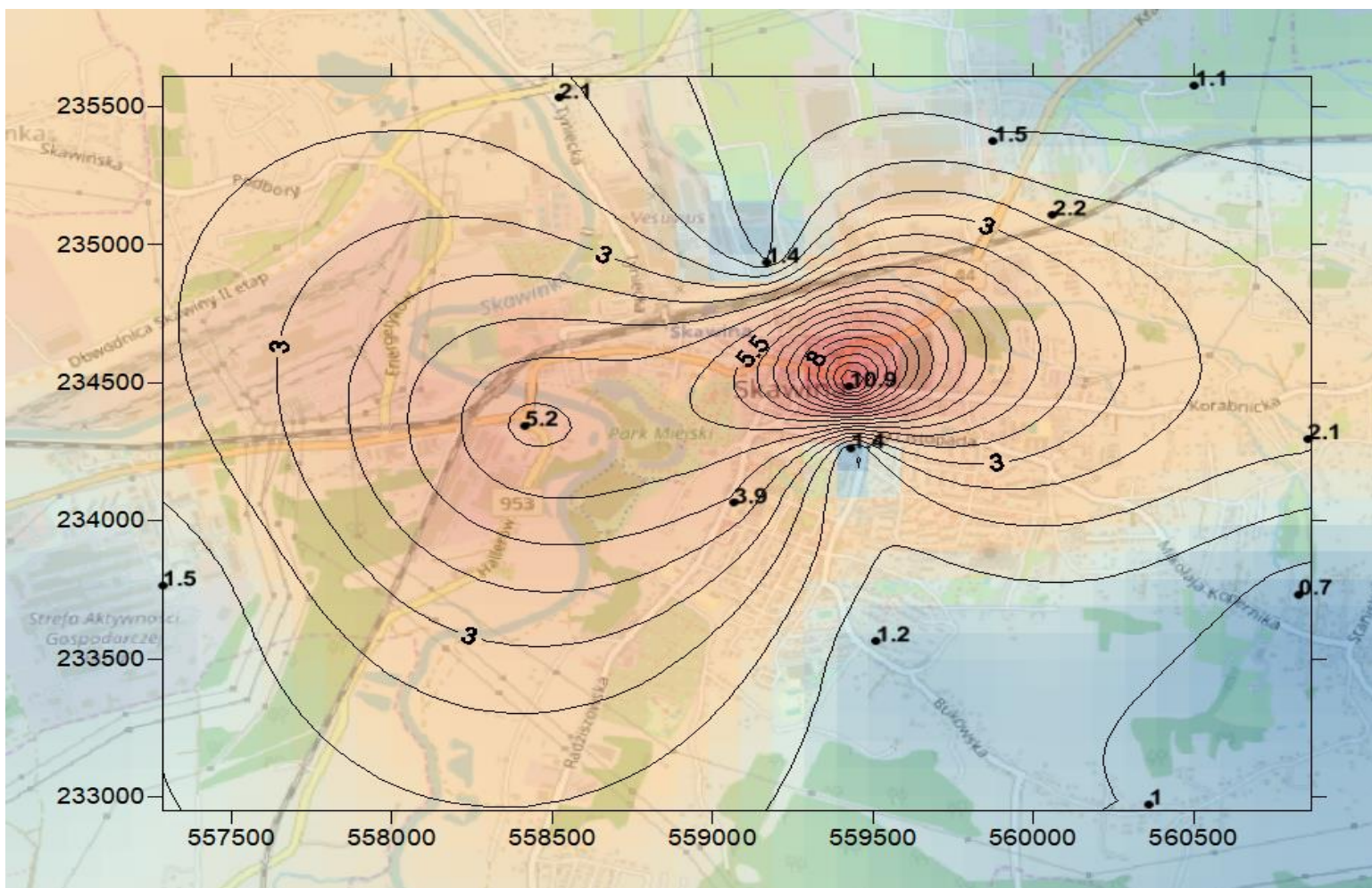


**Rysunek 20.** Izolinie stężenia *o*-kysylenu [ $\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ ] na wybranych stacjach pomiarowych (okres: 21.02–21.03.2019 r.)



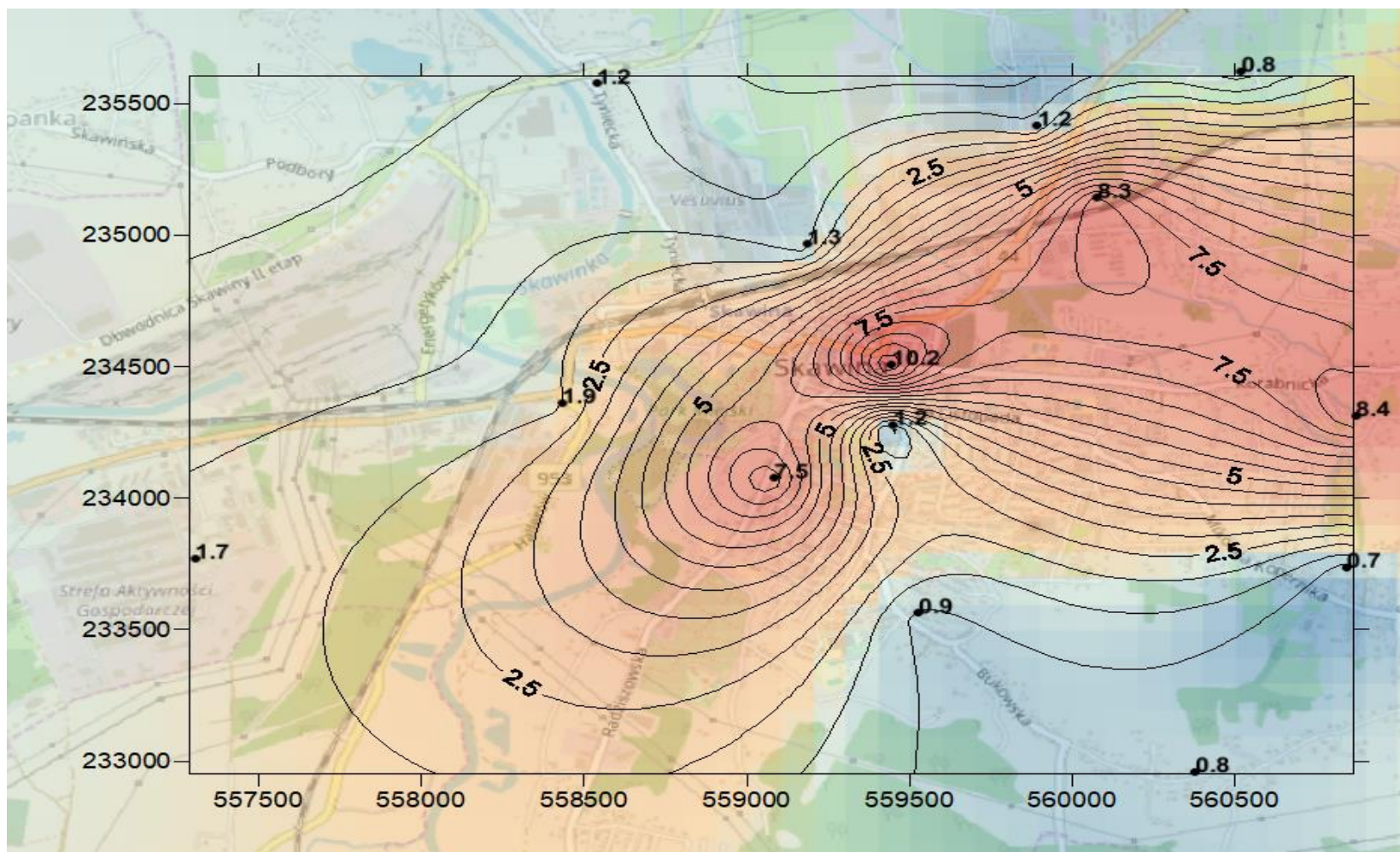


**Rysunek 21.** Izolinie stężenia heksanu [ $\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ ] na wybranych stacjach pomiarowych (okres: 21.02–21.03.2019 r.)

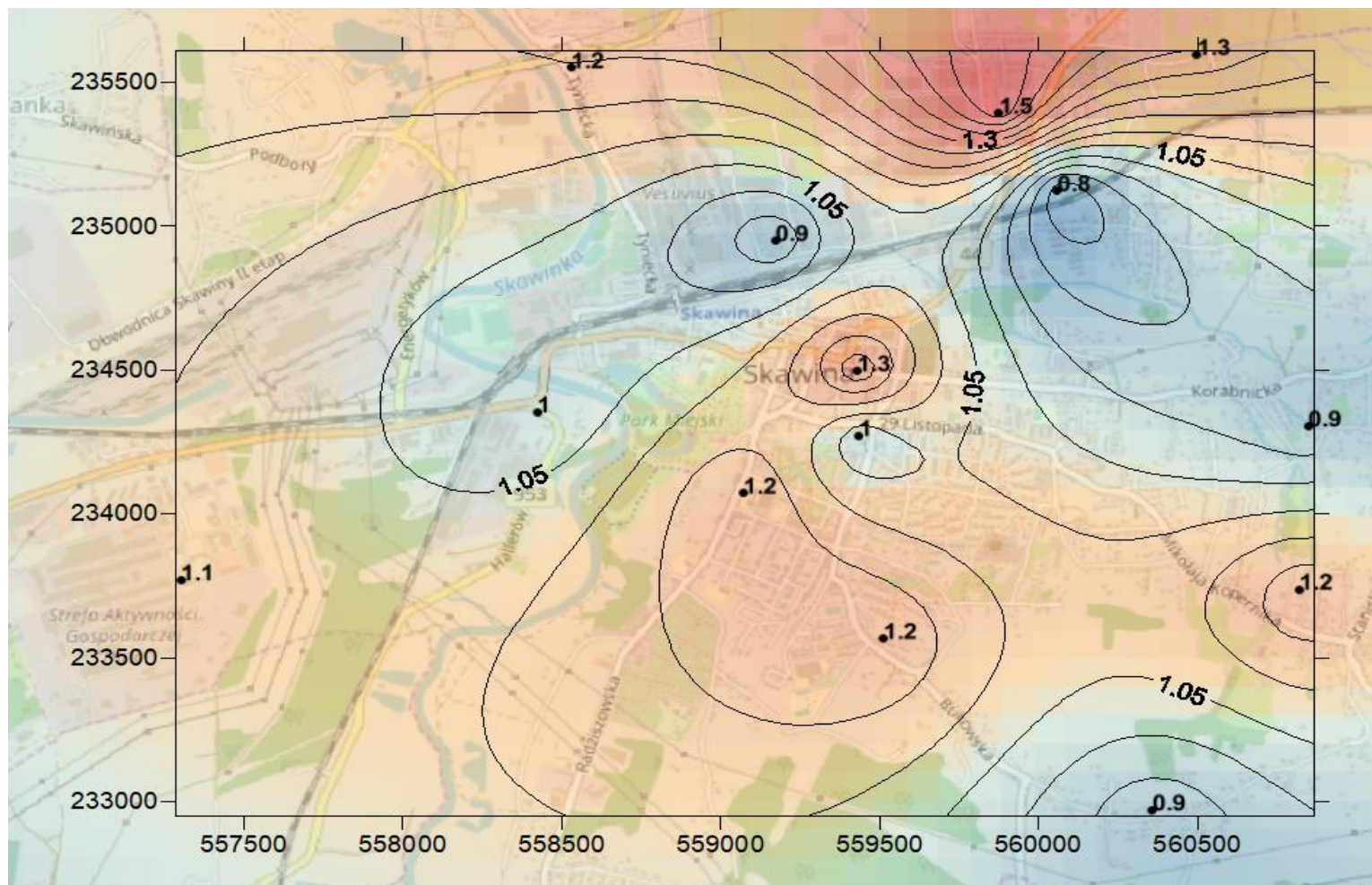


Rysunek 22. Izolinie stężenia toluenu [ $\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ ] na wybranych stacjach pomiarowych (okres: 21.02–21.03.2019 r.)



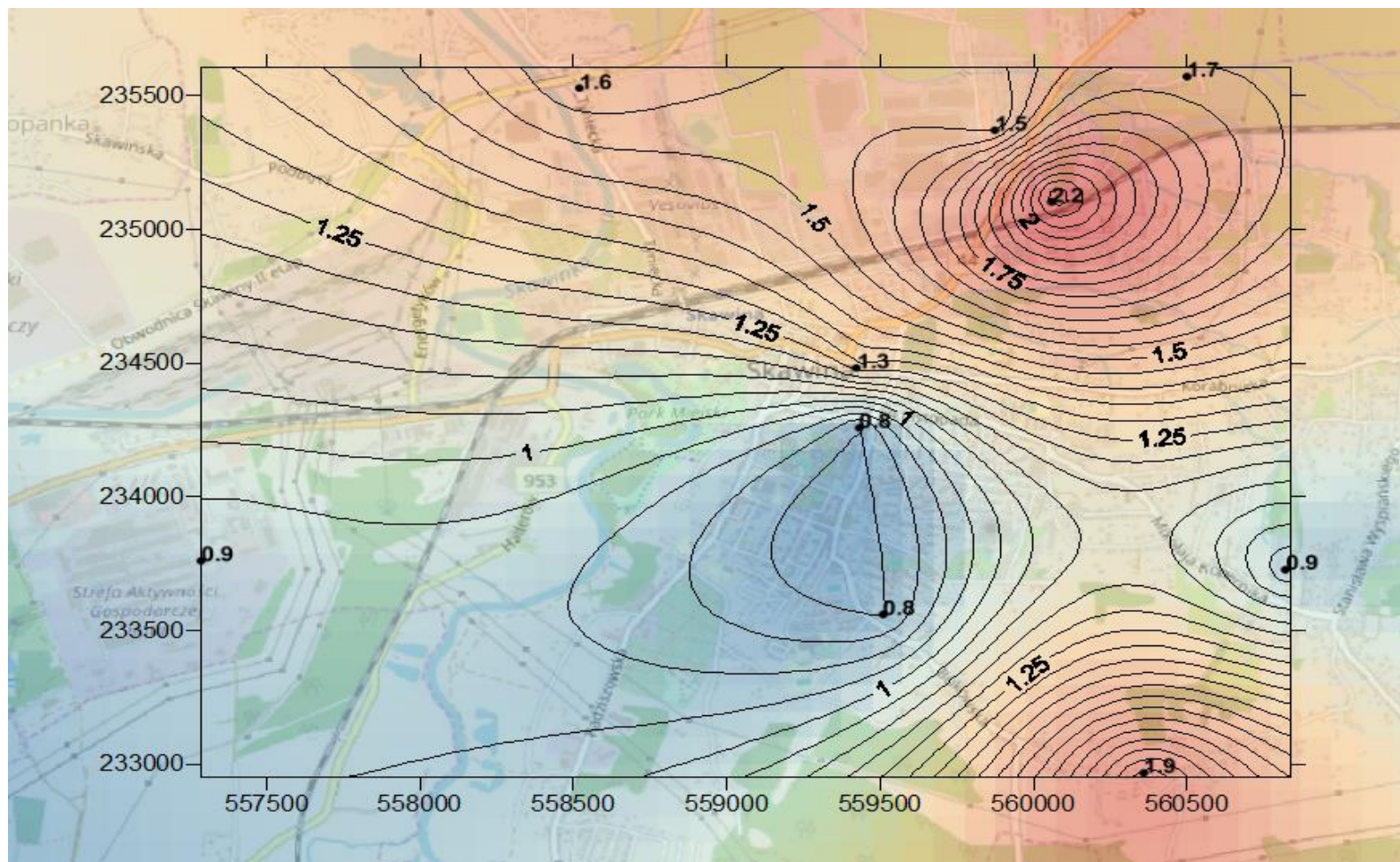


**Rysunek 23.** Izolinie stężenia *m,p*-ksylenu [ $\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ ] na wybranych stacjach pomiarowych (okres: 21.02–21.03.2019 r.)



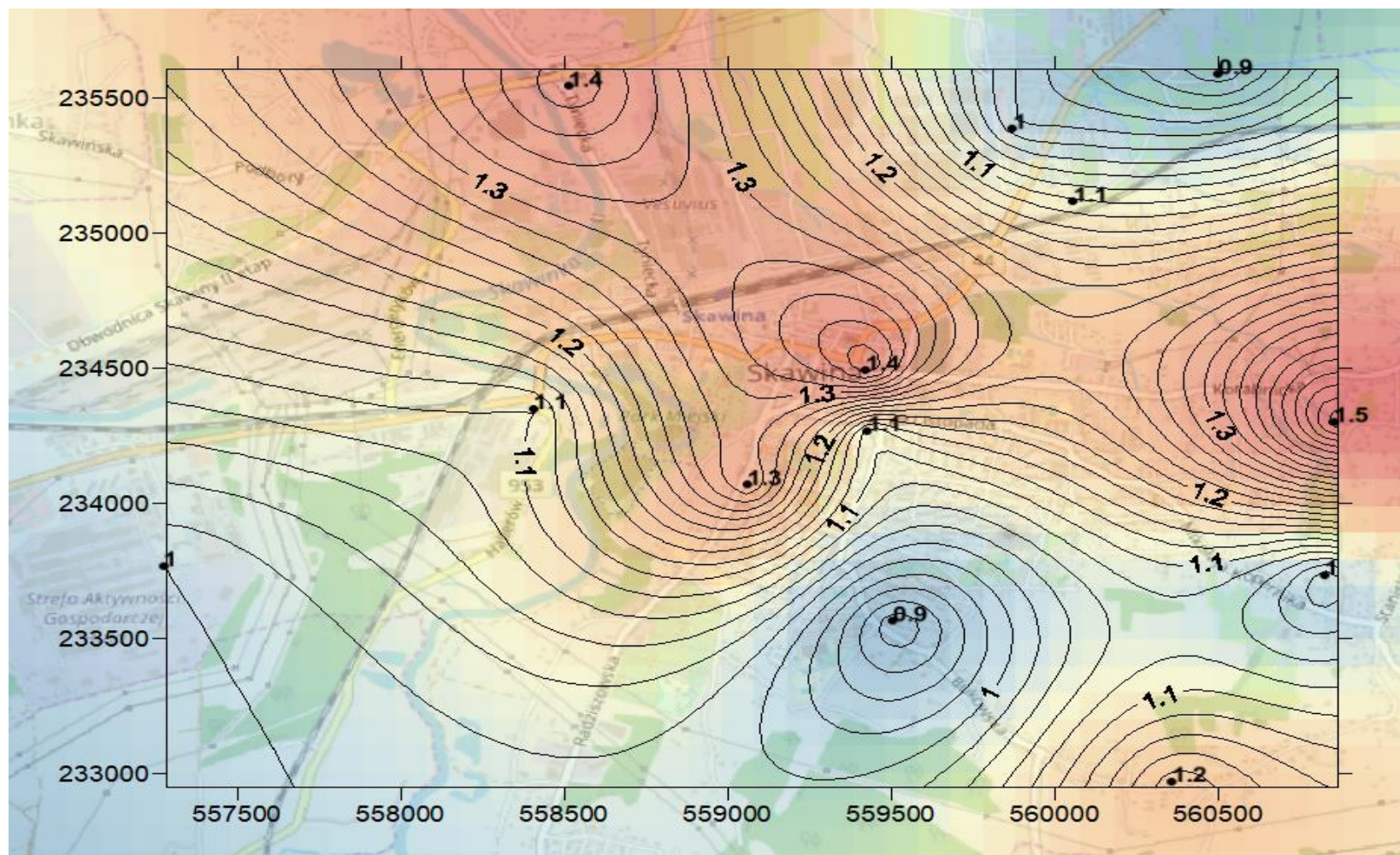
**Rysunek 24.** Izolinie stężenia naftalenu [ $\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ ] na wybranych stacjach pomiarowych (okres: 21.02–21.03.2019 r.)



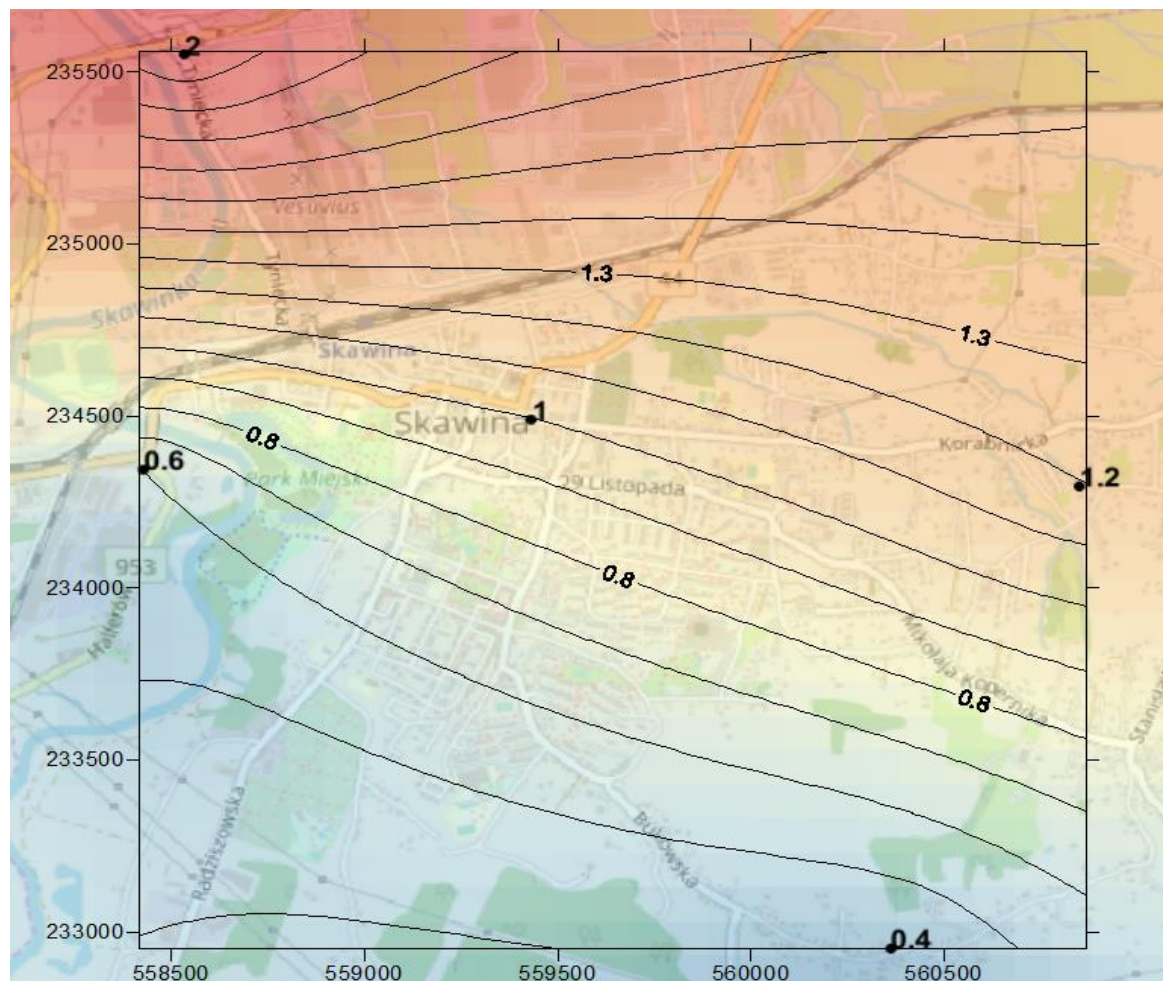


**Rysunek 25.** Izolinie stężenia nonanal  $[\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}]$  na wybranych stacjach pomiarowych (okres: 21.02–21.03.2019 r.)



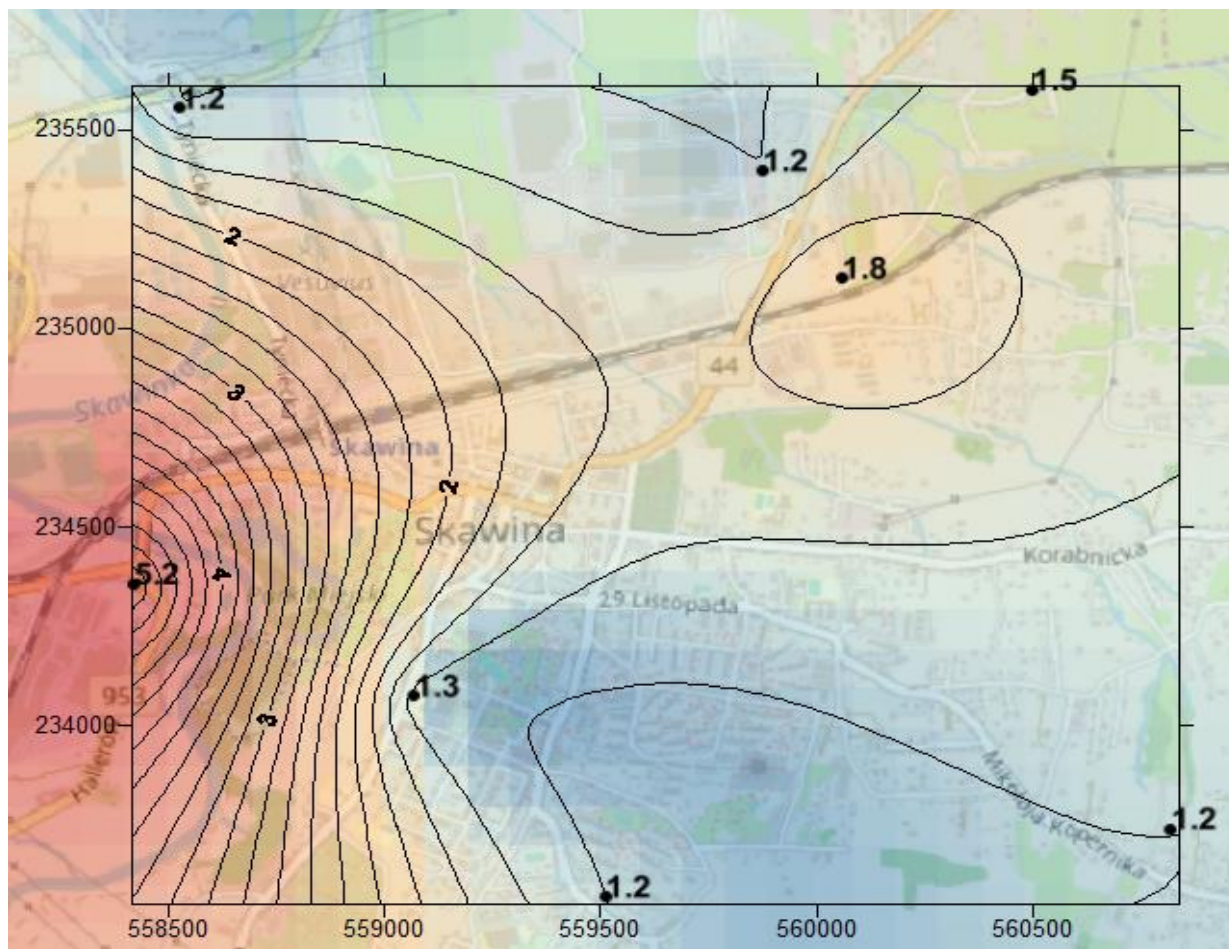


**Rysunek 26.** Izolinie stężenia octanu 3-metylobutyłu [ $\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ ] na wybranych stacjach pomiarowych (okres: 21.02–21.03.2019 r.)



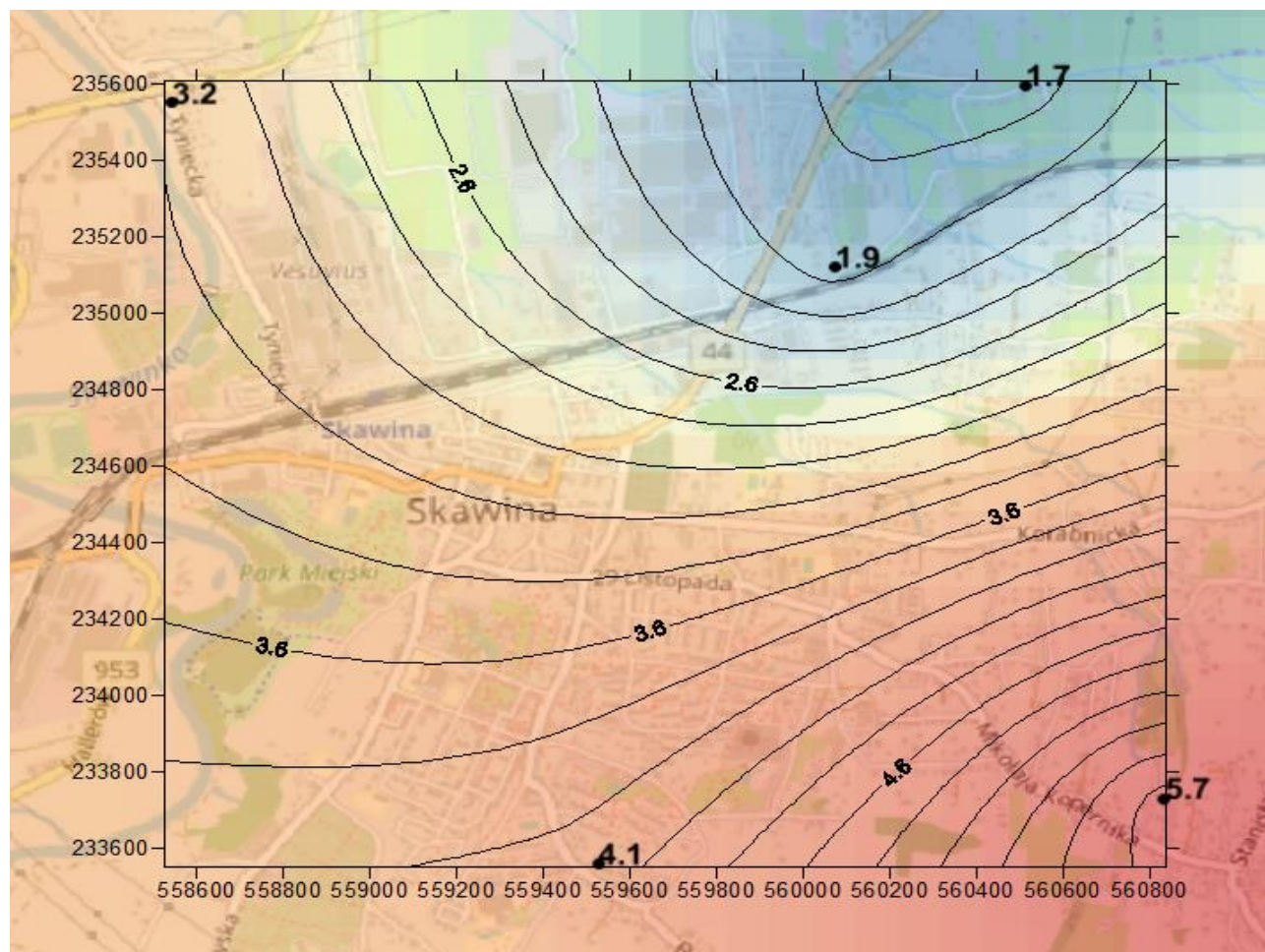
**Rysunek 27.** Izolinie stężenia 2-metylobutanu [ $\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ ] na wybranych stacjach pomiarowych (okres: 21.02–21.03.2019 r.)



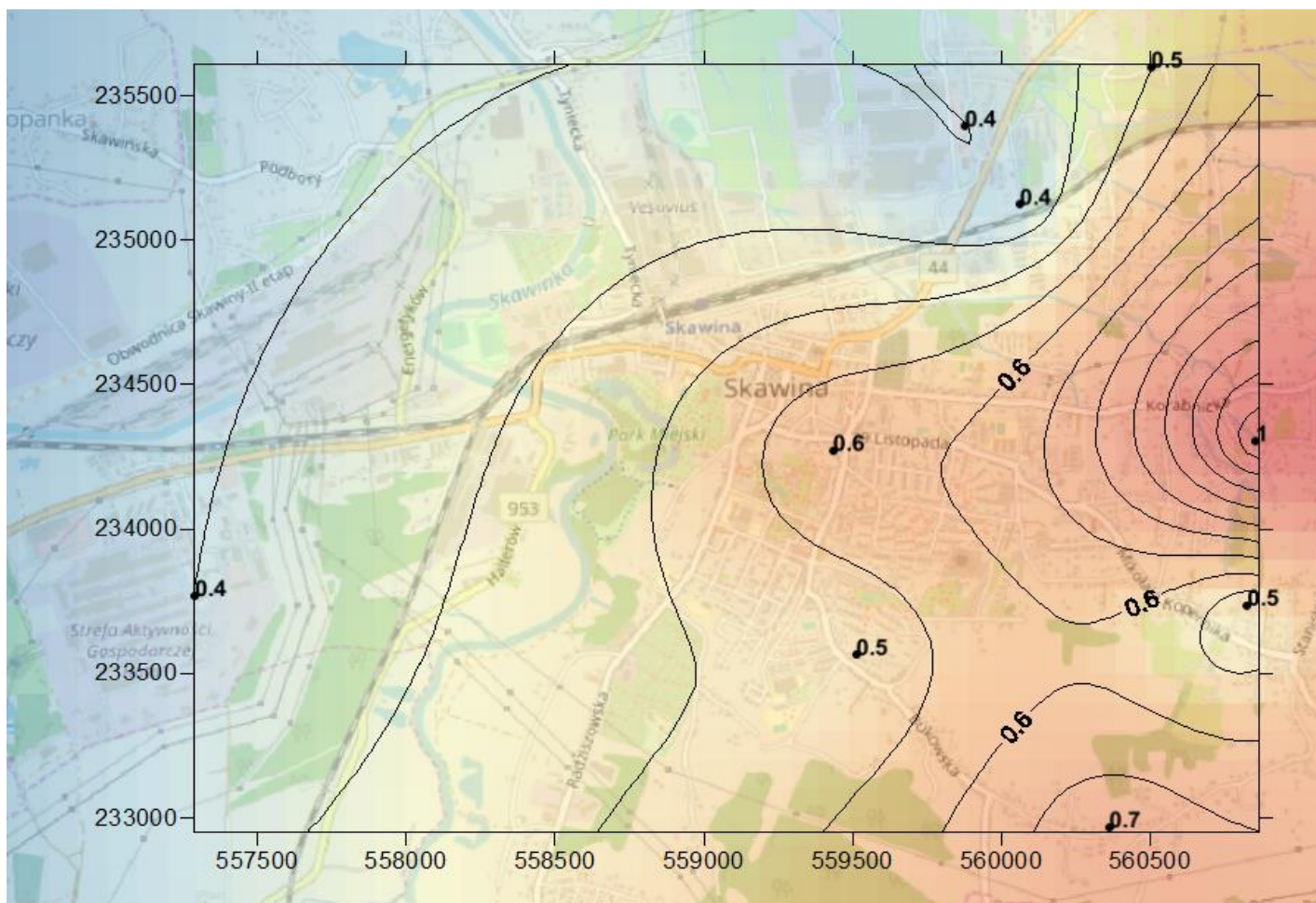


**Rysunek 28.** Izolinie stężenia ftalanu dietylu [ $\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ ] na wybranych stacjach pomiarowych (okres: 21.02–21.03.2019 r.)



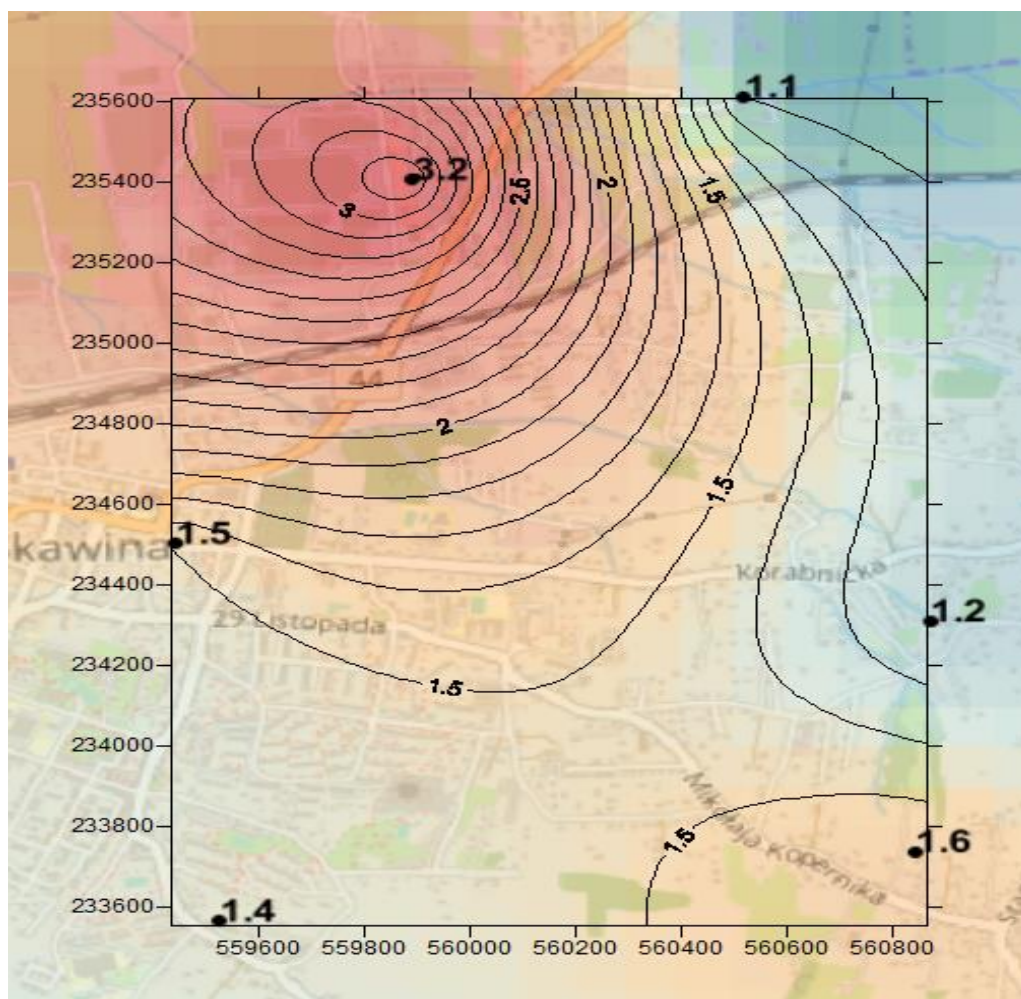


**Rysunek 29.** Izolinie stężenia heptadekanu [ $\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ ] na wybranych stacjach pomiarowych (okres: 21.02–21.03.2019 r.)



**Rysunek 30.** Izolinie stężenia kwasu octowego [ $\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ ] na wybranych stacjach pomiarowych (okres: 21.02–21.03.2019 r.)

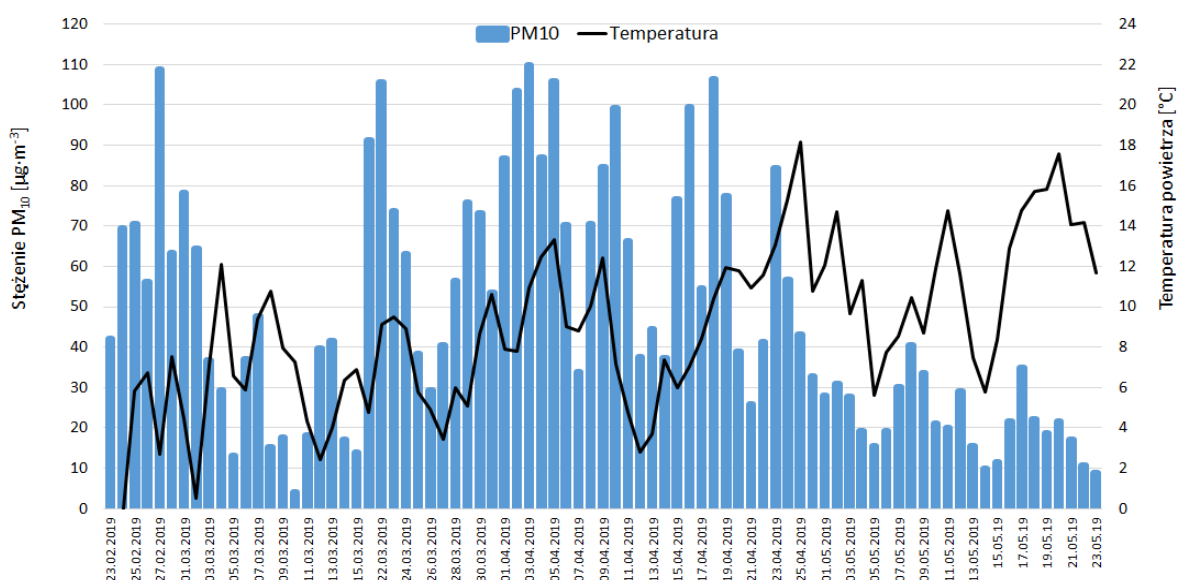




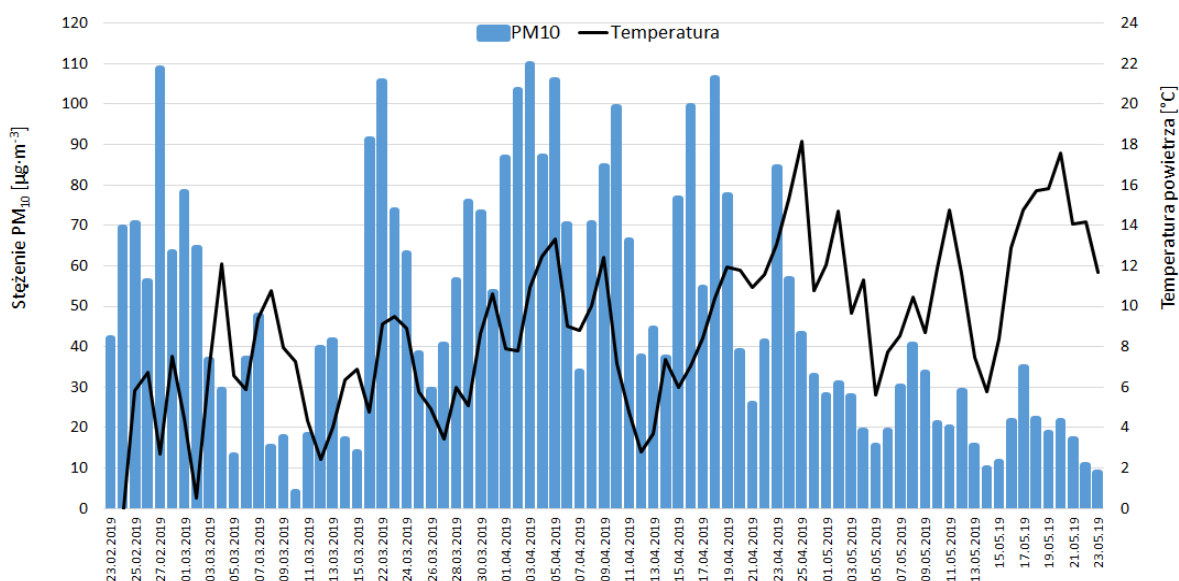
**Rysunek 31.** Izolinie stężenia kwasu benzoiloformowego [ $\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ ] na wybranych stacjach pomiarowych (okres: 21.02–21.03.2019 r.)

### 3.2 Pomiar stężeń pyłu PM<sub>10</sub>

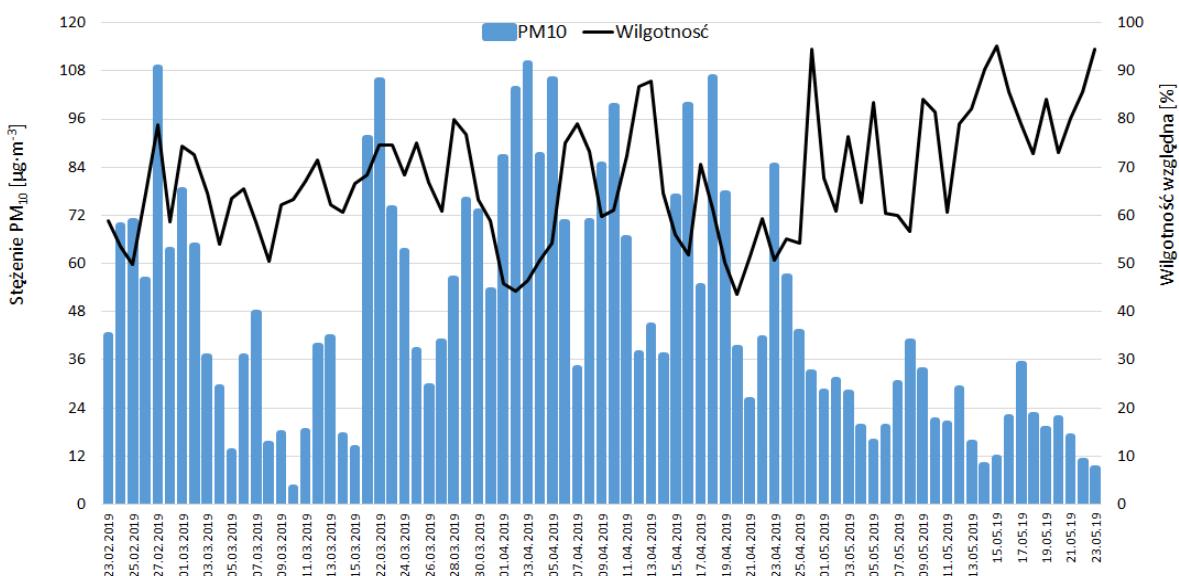
Na Rysunkach 32-35 przedstawiono wyniki pomiarów ciągłych, prowadzonych na stacji pomiarowej na terenie miasta Skawina w okresie 23.02-13.05.2019 r. Na podstawie zebranych i wyselekcjonowanych danych meteorologicznych, dla tego samego okresu, sporządzono różę stężeń pyłu zawieszonego (Rysunek 36). Wyniki oznaczeń laboratoryjnych IPIŚ PAN zamieszczono w Załączniku 3.



**Rysunek 32.** Wykres zależności stężeń pyłu PM<sub>10</sub> [ $\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ ] od ciśnienia atmosferycznego [hPa] (okres: 23.02–23.05.2019 r.)

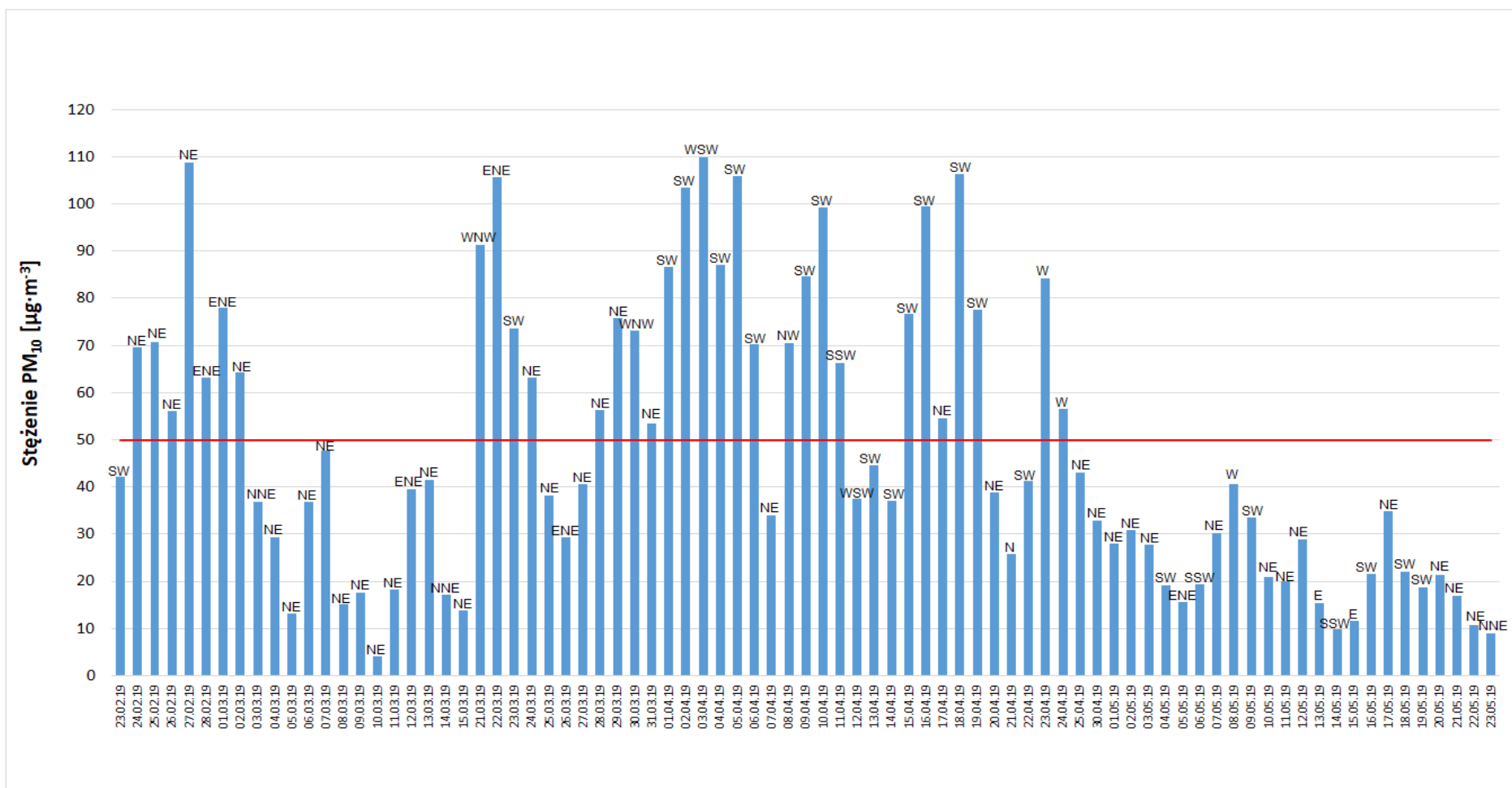


**Rysunek 33.** Wykres zależności stężeń pyłu  $PM_{10}$  [ $\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ ] od temperatury powietrza [ $^{\circ}\text{C}$ ] (okres: 23.02–23.05.2019 r.)



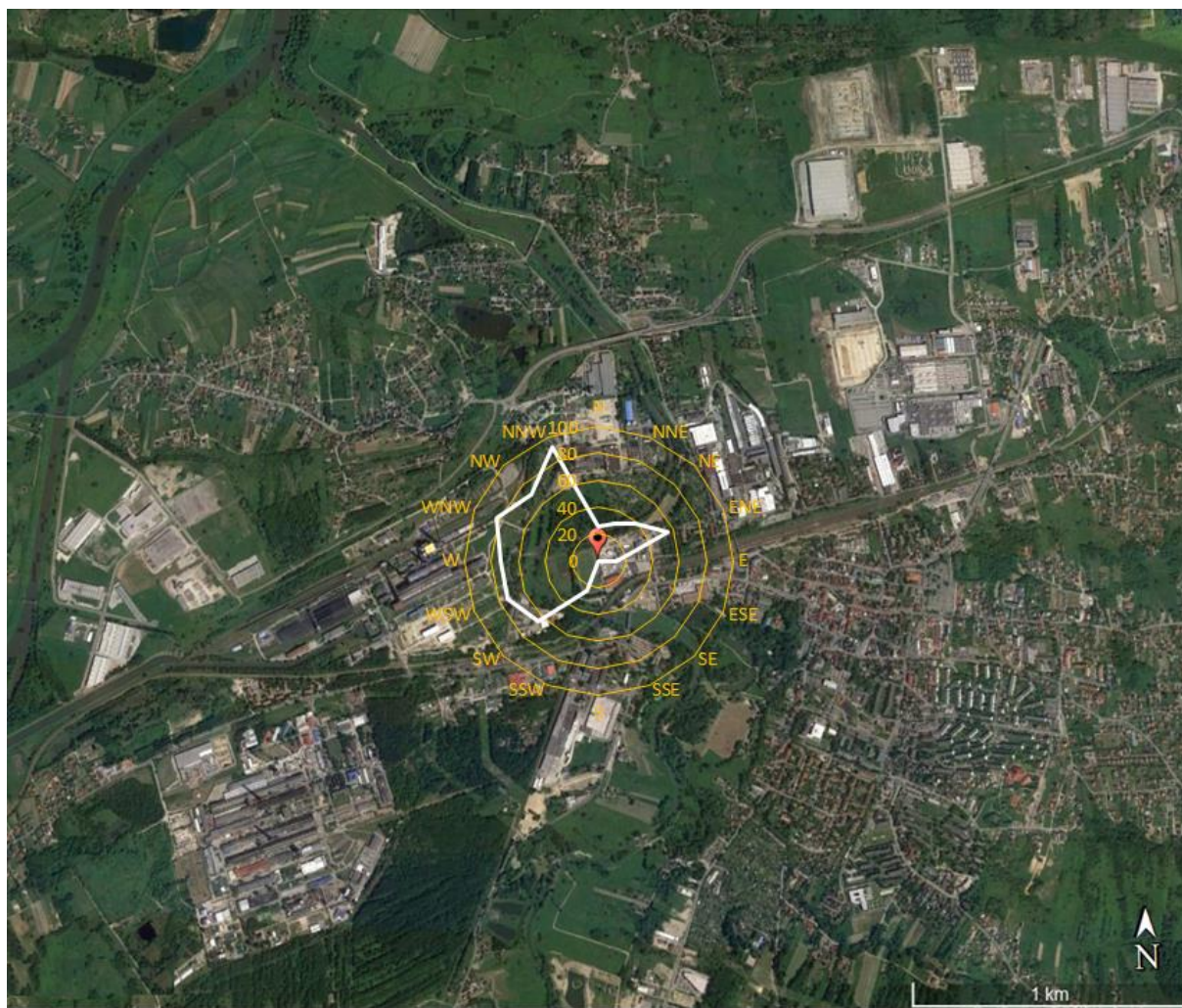
**Rysunek 34.** Wykres zależności stężeń pyłu  $PM_{10}$  [ $\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ ] od wilgotności powietrza [%] (okres: 23.02–23.05.2019 r.)

Sprawozdanie z pracy nr C2-910/2019/NP-I  
Wykonanie kampanii pomiarowej zanieczyszczeń powietrza metodą pasywną  
obejmującej jedną serię pomiarową



**Rysunek 35.** Przebieg serii stężeń dobowych pyłu PM<sub>10</sub> z zaznaczonymi kierunkami wiatru (okres: 23.02–23.05.2019 r.)  
(linią czerwoną oznaczono dobowy poziom dopuszczalny dla średniego dobowego stężenia PM<sub>10</sub>)





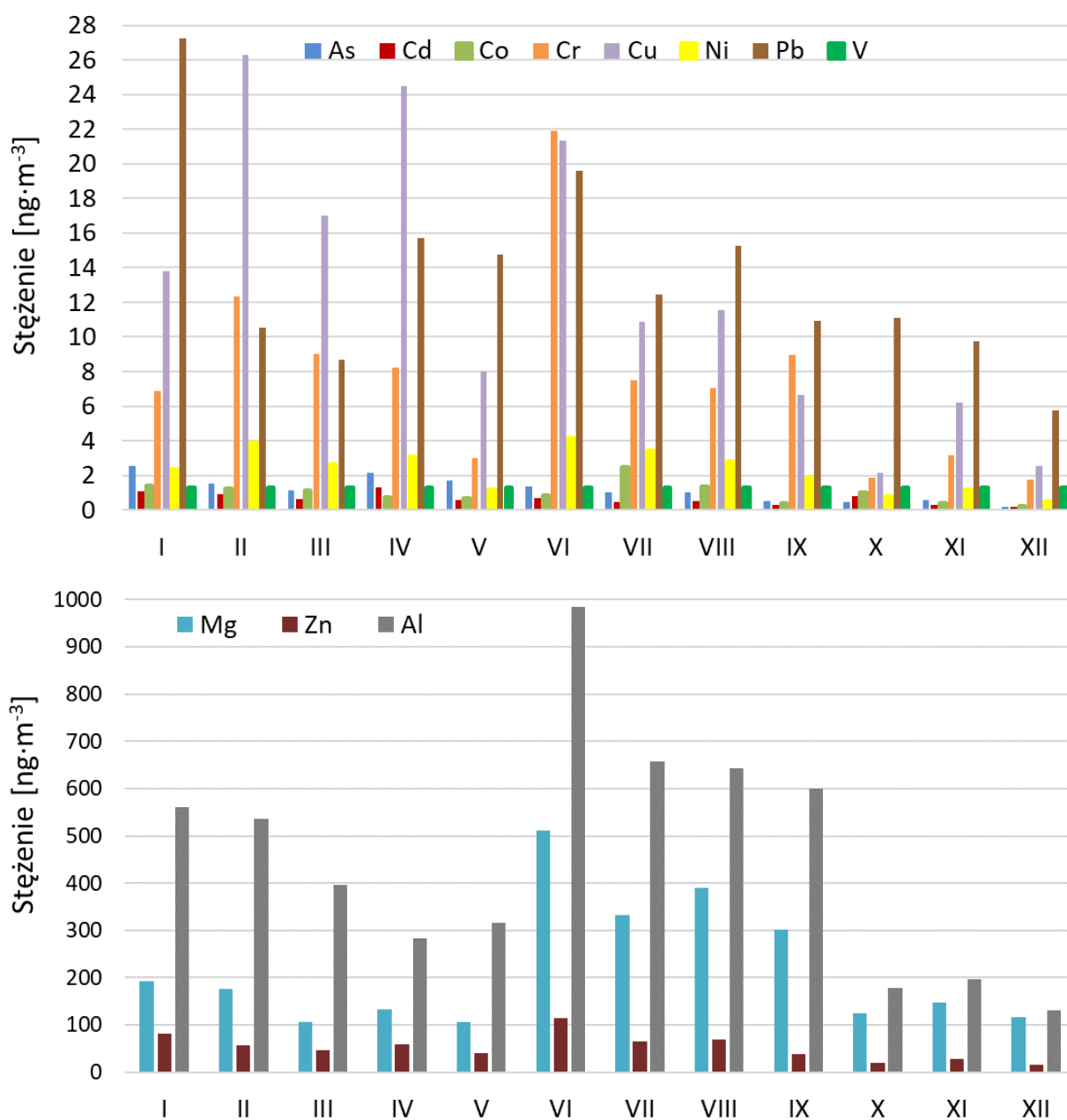
**Rysunek 36.** Róża stężeń pyłu  $PM_{10}$  [ $\mu g \cdot m^{-3}$ ] (okres: 23.02–23.05.2019 r.) wraz z lokalizacją punktu pomiarowego

### 3.3 Oznaczanie metali w PM<sub>10</sub>

W Tabeli 3 zestawiono średnie tygodniowe stężenia metali oznaczanych w pyle PM<sub>10</sub> ze Skawiny w rozważanym okresie pomiarowym. Graficzną prezentację uzyskanych wyników pokazano na Rysunku 37. Wyniki oznaczeń laboratoryjnych IPIŚ PAN zamieszczono w Załączniku 3.

**Tabela 3.** Stężenie wybranych metali [ng·m<sup>-3</sup>] w próbkach tygodniowych PM<sub>10</sub> ze Skawiny (okres: 23.02–13.05.2019 r.)

Okres pomiarowy	Stężenie metali [ng·m <sup>-3</sup> ] w poszczególnym okresie pomiarowym											
	As	Cd	Co	Cr	Cu	Ni	Mg	Zn	Al.	Pb	V	Suma metali
I	2.56	1.05	1.40	6.88	13.79	2.40	192.09	81.04	561.14	27.27	1.30	890.92
II	1.51	0.91	1.22	12.31	26.30	3.87	175.50	57.29	536.26	10.55	1.30	827.02
III	1.14	0.65	1.10	9.02	16.99	2.68	107.06	47.21	395.49	8.68	1.30	591.33
IV	2.17	1.32	0.75	8.22	24.51	3.10	132.21	58.59	283.24	15.68	1.30	531.09
V	1.70	0.59	0.69	3.01	7.99	1.18	106.29	41.14	316.94	14.78	1.30	495.62
VI	1.34	0.66	0.87	21.91	21.36	4.19	512.25	114.50	984.74	19.60	1.30	1682.71
VII	1.03	0.46	2.50	7.47	10.89	3.42	332.34	65.41	657.06	12.42	1.30	1094.29
VIII	1.00	0.50	1.36	7.04	11.55	2.83	390.15	70.07	643.32	15.24	1.30	1144.38
IX	0.49	0.27	0.42	8.96	6.63	1.84	302.53	38.96	598.78	10.94	1.30	971.13
X	0.44	0.78	1.03	1.89	2.15	0.77	125.73	20.17	178.28	11.10	1.30	343.63
XI	0.56	0.27	0.38	3.17	6.21	1.18	147.25	28.80	197.05	9.75	1.30	395.91
XII	0.19	0.19	0.21	1.74	2.53	0.50	116.66	15.45	130.50	5.76	1.30	275.01



**Rysunek 37.** Stężenie wybranych metali w próbkach tygodniowych pyłu  $\text{PM}_{10}$  ze Skawiny (okres: 23.02–13.05.2019 r.)

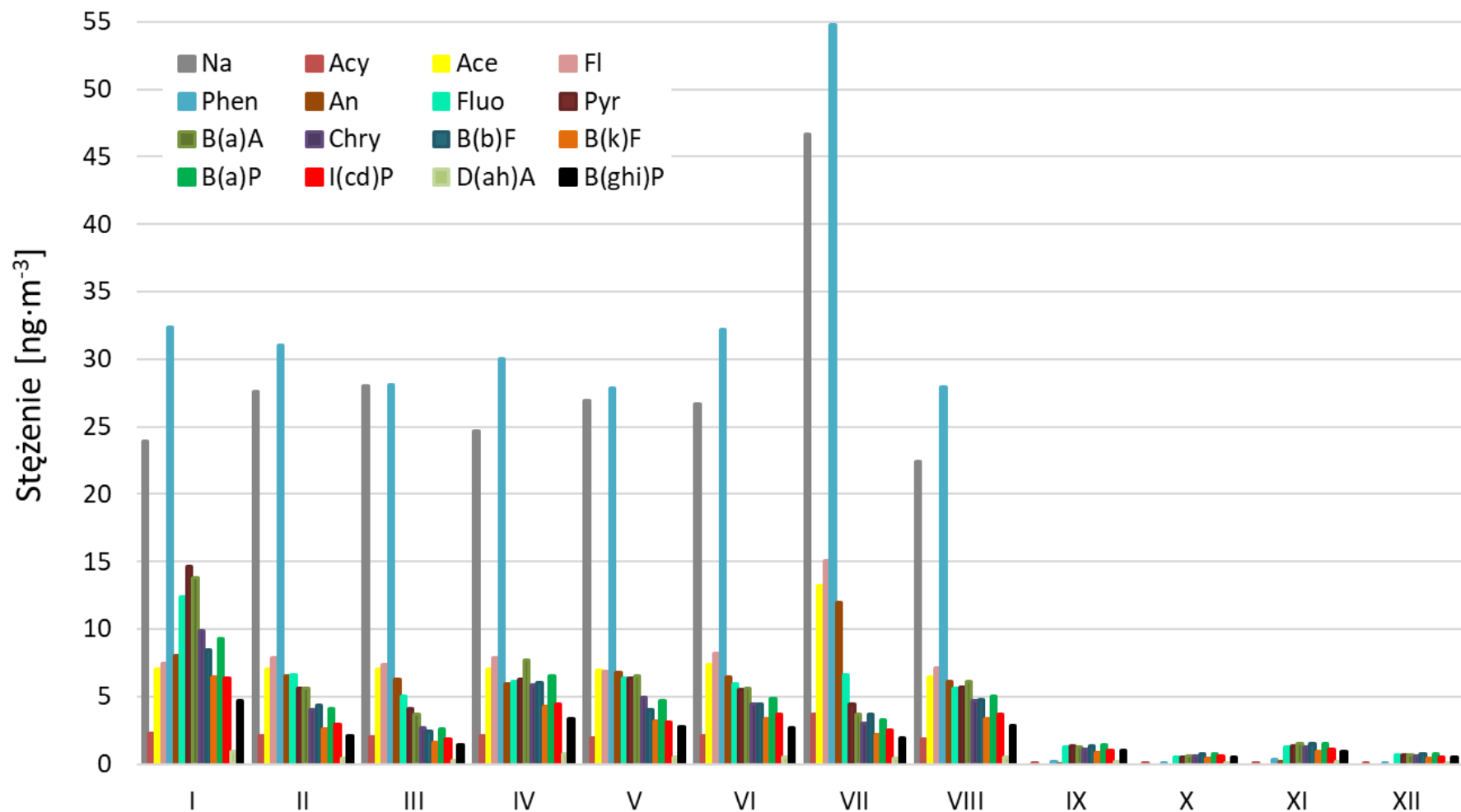


### 3.4 Oznaczanie WWA w PM<sub>10</sub>

W Tabeli 4 zestawiono średnie tygodniowe stężenia WWA oznaczanych w pyłe PM<sub>10</sub> ze Skawiny w rozważanym okresie pomiarowym. Graficzną prezentację uzyskanych wyników pokazano na Rysunku 38. Wyniki oznaczeń laboratoryjnych IPIŚ PAN zamieszczono w Załączniku 3.

**Tabela 4.** Stężenie wybranych WWA [ng·m<sup>-3</sup>] w próbkach tygodniowych PM<sub>10</sub> ze Skawiny (okres: 23.02–13.05.2019 r.)

		Stężenie WWA [ng·m <sup>-3</sup> ] w poszczególnym okresie pomiarowym											
		I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
Nazwa związku	Naftalen (Na)	23.95	27.58	27.98	24.70	26.98	26.66	46.70	22.40	0.00	0.00	0.00	0.00
	Acenaftylen (Acy)	2.29	2.07	2.02	2.11	1.94	2.14	3.73	1.84	0.02	0.02	0.05	0.02
	Acenaften (Ace)	7.01	7.06	7.05	7.03	6.92	7.39	13.26	6.42	0.00	0.00	0.00	0.00
	Fluoren (Fl)	7.44	7.84	7.40	7.84	6.90	8.19	15.10	7.16	0.00	0.00	0.00	0.00
	Fenantren (Phen)	32.40	31.06	28.09	30.05	27.88	32.23	54.74	27.94	0.20	0.05	0.34	0.09
	Antracen (An)	8.03	6.50	6.26	5.97	6.80	6.47	11.99	6.12	0.00	0.00	0.20	0.00
	Fluoranten (Fluo)	12.39	6.59	5.05	6.13	6.36	5.98	6.61	5.61	1.25	0.55	1.31	0.67
	Piren (Pyr)	14.64	5.64	4.12	6.31	6.37	5.51	4.44	5.70	1.37	0.53	1.36	0.67
	Benzo(a)antracen (B(a)A)	13.80	5.62	3.66	7.72	6.54	5.64	3.67	6.15	1.24	0.63	1.55	0.65
	Chryzen (Chry)	9.85	4.05	2.72	5.86	4.98	4.41	3.00	4.72	1.13	0.57	1.29	0.62
	Benzo(b)fluoranten (B(b)F)	8.43	4.34	2.43	6.00	4.04	4.48	3.70	4.81	1.34	0.79	1.49	0.77
	Benzo(k)fluoranten (B(k)F)	6.48	2.65	1.61	4.28	3.20	3.37	2.23	3.36	0.89	0.46	0.91	0.39
	Benzo(a)piren (B(a)P)	9.27	4.08	2.61	6.54	4.67	4.84	3.25	5.07	1.46	0.78	1.52	0.74
	Indeno(1,2,3-c,d)piren (I(cd)P)	6.35	2.90	1.83	4.45	3.15	3.66	2.52	3.67	1.04	0.58	1.13	0.54
	Dibenzo(a,h)antracen (D(ah)A)	0.98	0.44	0.27	0.73	0.49	0.49	0.41	0.52	0.15	0.08	0.16	0.08
Benzo(g,h,i)perylene (B(ghi)P)	4.68	2.13	1.44	3.38	2.74	2.73	1.91	2.90	0.99	0.48	0.96	0.54	
Suma WWA	167.99	120.56	104.55	129.09	119.97	124.19	177.27	114.40	11.09	5.51	12.27	5.78	



**Rysunek 38.** Stężenie wybranych WWA [ $\text{ng}\cdot\text{m}^{-3}$ ] w próbkach tygodniowych pyłu  $\text{PM}_{10}$  ze Skawiny (okres: 23.02–13.05.2019 r.)

## 4. Analiza wyników

Analiza chromatograficzna próbek z pomiarów pasywnych, pobieranych w 14 punktach zlokalizowanych na terenie miasta Skawiny, pozwoliła na zidentyfikowanie około 53 substancji z grupy lotnych związków organicznych (LZO, VOC – z ang. *Volatile Organic Compounds*).

LZO to duża grupa substancji zawierających w swojej strukturze chemicznej do 15 atomów węgla. Cechą charakterystyczną tych związków jest ich lotność w temperaturze pokojowej i podatność na reakcje fotochemiczne zachodzące w atmosferze. LZO mogą być emitowane zarówno ze źródeł antropogenicznych jak i biogennych (tzw. BVOC – z ang. *Biogenic Volatile Organic Compounds*), przy czym w skali globalnej przeważa emisja z ostatniej grupy źródeł (rolnictwo, lasy, oceany, gleba, itp.) (~88% stężenie VOC w atmosferze). Znaczenie źródeł biogennych jest szczególnie istotne w strefie lasów tropikalnych. W umiarkowanych szerokościach geograficznych wzrasta rola emisji antropogenicznej, w związku z wysokim stopniem urbanizacji i industrializacji. Wśród najważniejszych źródeł związanych z działalnością człowieka należy wymienić procesy przemysłowe (18% emisji VOC w skali globalnej), gospodarstwa domowe (15%), komunikacja (16%), produkcja paliw (16%), użytkowanie rozpuszczalników (12%) (Ciuraru i Loubet, 2019).

Szereg lotnych związków organicznych posiada łatwo wyczuwalny zapach i może stanowić znaczącą uciążliwość dla ludzi przebywających w sąsiedztwie źródeł emisji. W tabeli 5 zestawiono wartości progów wyczuwalności zapachowej dla związków organicznych zidentyfikowanych w analizowanym obszarze.



**Tabela 5.** Wartości progów wyczuwalności zapachu w powietrzu ( $\text{mg}\cdot\text{m}^{-3}$ ) dla związków organicznych zidentyfikowanych w powietrzu Skawiny

Nazwa substancji	Próg wyczuwalności zapachu ( $\text{mg}\cdot\text{m}^{-3}$ )	Charakter zapachu
2,6-Difenylo- <i>p</i> -benzochinon	-	-
Kwas benzoowy	-	łagodny, przyjemny
2-Butanon	-	alkoholowy, ostry
2-Metylopentan	-	charakterystyczny
Benzaldehyd	0.2	gorzki migdał, owoce, wanilia
Benzen	16.25	aromatyczny, słodki, rozpuszczalnik
2,2,4,6,6-Pentametyloheptan	-	lekki
Metylocykloheksan	2000	ropa naftowa
2,4-Di- <i>tert</i> -butylofenol	-	fenolowy
Ftalan dietylu	-	słaby, charakterystyczny
Bezwodnik fenylomaleinowy	-	drażniący, ostry
Toluen	4.8-15.4	ostry, benzenowy
3-Metylopentan	-	-
Dodekan	-	benzynowy
Tridekan	-	benzynowy
Pentadekan	-	bezwonny
Tetradekan	-	benzynowy
Pentan	-	charakterystyczny, benzyna
Ester pentyłowy kwasu octowego	-	owocowy, charakterystyczny
<i>m,p</i> -Ksylen	0.9-9*	słodki, empyreumatyczny
Mirystynian izopropylu	-	słaby, prawie bezwonny
Palmitynian izopropylu	-	brak danych
Heptadekan	-	benzynowy
Acetofenon	0.8-2.9	charakterystyczny, słodkawy
Metylocykloheksan	-	rozpuszczalnikowy
Metylocyklopentan	-	-
Etylobenzen	<0.002-18	oleisty, rozpuszczalnik
Naftalen	0.0019-1.02	smoła, krezot, naftaliny, empyreumatyczny
Octan-3-metylobutyłu	-	-
2-Metylobutan	0.421-5.048	gaz ziemny
1,2,4-Trimetylobenzen	-	aromatyczny
Kwas benzoilofarmowy	-	-
Kwas benzenokarbonyowy	-	-
2-Etyloheksanol	-	słaby
Limonen	-	cytryna
Octan	0.66-235	benzyna, olej
2,6-Dimetylooctan	-	-
Furfural	0.002-0.713	chleb, migdały
Kwas octowy	0,0004-204	ostry, octowy
3-Metyloheksan	-	-
2,2,4-Trimetyloheksan	-	-
Heksan	0.426-20	benzyna
Fenol	0.0045-1.95	lecniczy, kwasowy; krezot, empyreumatyczny
Dekan	-	charakterystyczny

Nazwa substancji	Próg wyczuwalności zapachu ( $\text{mg}\cdot\text{m}^{-3}$ )	Charakter zapachu
Undekan	-	charakterystyczny
Nonanal	-	charakterystyczny
o-Ksylen	0,9-9*	słodki, empyreumatyczny
$\alpha$ -Pinen	-	charakterystyczny
2-Heksyloksyetanol	-	-
1-Butoksy-2-propanol	-	-
Glikol heksylenowy	3.93	łagodny, słodki
Glikol propylenowy	5.14	bezwonny
Ester butylowy kwasu octowego	-	-

\* próg zapachu ustalony dla mieszaniny izomerów [Murnane S., Lehocky A., Owens P.: *Odor Thresholds for Chemicals with Established Occupational Health Standards. American Industrial Hygiene Association, 2013. Secon edition*]

Wśród substancji zidentyfikowanych na terenie miasta Skawina, należy wyróżnić grupę VOC, których źródłem pochodzenia jest transport samochodowy – należą do nich m.in. benzen, toluen oraz ksyleny. Mapy rozkładu przestrzennego wyżej wymienionych związków pokazują, że ich najwyższe stężenia występowały w centralnej części miasta, w obszarze o dużym natężeniu ruchu drogowego (Rysunek 11, 20, 22, 23). Cechą charakterystyczną tej grupy jest ich obecność (w ilościach wykrywalnych zastosowaną metodą) we wszystkich badanych próbkach. To samo dotyczy naftalenu, którego dominującym źródłem emisji jest spalanie paliw kopalnych w gospodarstwach domowych. Stężenie naftalenu było jednak znacznie bardziej wyrównane w porównaniu do stężenia benzenu, toluenu czy ksylenów i osiągało wartości w przedziale od 0.9 do 1.5  $\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$  (Tabela 3, Rysunek 24).

W przypadku substancji charakterystycznych dla emisji ze źródeł punktowych, ich obecność wykrywano jedynie w niektórych próbkach. Dotyczy to w szczególności próbki pobranej w punkcie nr 8 . Podwyższone stężenia omawianych substancji pojawiały się w sąsiedztwie obiektów przemysłowych w północnej (np. kwas benzoiloformowy) (Rysunek 31) i północno- wschodniej (np. nonanal) (Rysunek 25) części Skawiny oraz w zachodniej części miasta (np. ftalan dietylowy) (Rysunek 28). Z uwagi na morfologię terenu (obszary słabo przewietrzane), w południowo-wschodniej części miasta obserwowano również wzrost stężeń niektórych substancji pochodzących z procesów przemysłowych (np. kwas benzenokarbonylowy) (Rysunek 19).

Do zidentyfikowanych w Skawinie substancji o prawdopodobnym pochodzeniu naturalnym można zaliczyć limonen. Jego obecność odnotowano jedynie w punkcie pomiarowym nr 2

Skawina), ze stężeniem na poziomie odpowiednio 0.8 i 0.7  $\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$  (Tabela 3).

Spośród wszystkich omawianych substancji wartości odniesienia (średnie stężenia jednogodzinne i roczne) zostały wyznaczone dla: 2-butanonu, benzenu, ftalanu dietylu, toluenu, ksyłenu (jako suma izometów), etylobenzenu, furfuralu, kwasu octowego (RMŚ z 2010 r. (Dz. U. z 2008 r., Nr 25, poz. 150, z późn.zm.)). Z wymienionych substancji tylko w przypadku stężeń toluenu zarejestrowanych na stacji pomiarowej nr 4, stwierdza się przekroczenie średniorocznej wartości odniesienia ( $10 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ ).

Wyniki pomiarów stężeń i składu chemicznego pyłu zawieszonego  $\text{PM}_{10}$ , wskazują na relatywnie wysoki poziom stężeń ww. frakcji pyłu w porównaniu do obowiązujących standardów jakości powietrza. W okresie pomiarowym 23.02–23.05.2019 r. zidentyfikowano 31 przypadków przekroczeń wartości dopuszczalnej dla średniego dobowego stężenia  $\text{PM}_{10}$  ( $50 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ ), przy dopuszczalnej liczbie dni z przekroczeniem wynoszącej 35 dni w roku kalendarzowym (RMŚ z dn. 24 sierpnia 2012 r. (Dz. U. z 2012 r. poz. 1031)). Najwyższe stężenia  $\text{PM}_{10}$  występowały przy adwekcji z sektorów zachodnich i południowo-zachodnich, co sugerowało potencjalnie istotny wpływ obszaru przemysłowego, zlokalizowanego w zachodniej części miasta, i terenów podmiejskich (emisja komunalna) zlokalizowanych w tych sektorach co wskazuje na istotną rolę napływu w kształtowaniu stężeń  $\text{PM}_{10}$  na terenie Skawiny (może do wpływać w sposób znaczący na realizację programu ochrony powietrza w mieście).

Badania składu chemicznego wykazały obecność wielopierścieniowych węglowodorów aromatycznych, pochodzących z niepełnego spalania paliw kopalnych i innych substancji (spalanie w procesach technologicznych). Odnotowano relatywnie wysokie stężenia benzo-a-pirenu, uznawanego za substancję kancerogenną – stężenia B(a)P mieściły się w zakresie od 0.74 do 9.27  $\text{ng}\cdot\text{m}^{-3}$ . Wskazuje to na wysokie ryzyko przekroczenia wartości dopuszczalnej dla średniego rocznego stężenia B(a)P ( $1 \text{ng}\cdot\text{m}^{-3}$ ) w badanym obszarze. Najbardziej prawdopodobnym źródłem emisji tej substancji było spalanie paliw w gospodarstwach domowych, na co wskazuje wyraźna różnica pomiędzy stężeniami B(a)P obserwowanymi w okresie I-VIII (sezon grzewczy) a tymi z okresu IX-XII (sezon niegrzewczy), kiedy to występowały zdecydowanie wyższe temperatury powietrza. Wpływ spalania węgla i biomasy (Bymbaa i inni, 2019) na zanieczyszczenia powietrza WWA potwierdza wartość stosunku



stężenia fluorantenu do sumy stężeń fluorantenu i pirenu w rozważanym okresie, która osiągała wartości w przedziale od 0.35 do 0.75. Należy zwrócić uwagę, że szersze wykorzystanie tzw. współczynników diagnostycznych do identyfikacji źródeł pochodzenia WWA wymaga dłuższej serii pomiarów. Pozwoliło by to uchwycić sezonowe wahania emisji komunalnej oraz rozróżnić wpływ emisji komunikacyjnej i przemysłowej w okresie niskiej aktywności komunalnych źródeł spalania.

Analiza składu pierwiastkowego wskazuje na obecność silnego antropogenicznego źródła pochodzenia glinu i magnezu, związanym najprawdopodobniej z emisją z procesu przerobu złomu aluminium z istniejących na terenie miasta instalacji tego typu. Stężenia metali objętych regulacjami prawnymi – As, Cd, Ni i Pb były stosunkowo niskie i nie przekraczały wartości dopuszczalnych (Pb:  $500 \text{ ng}\cdot\text{m}^{-3}$ ) i docelowych (As, Cd i Ni: 6, 5 i  $20 \text{ }\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ , odpowiednio) (RMŚ z dn. 24 sierpnia 2012 r. (Dz. U. z 2012 r. poz. 1031)).

## 5. Podsumowanie i wnioski

Przeprowadzona kampania pomiarowa potwierdziła znaczne przestrzenne zróżnicowanie poziomów stężeń zidentyfikowanych 53 substancji, należących do grupy lotnych związków organicznych, na terenie Skawiny. Mapy poglądowe wykonane dla związków występujących w dużej liczbie punktów (24 substancje) mogą zostać w przyszłości wykorzystane w poszukiwaniu źródeł emisji LZO na rozważanym obszarze.

Wśród substancji o znacznej uciążliwości zapachowej, których emisja jest charakterystyczna dla źródeł punktowych, należy wymienić: acetofenon, nonanal, benzaldehyd, kwas fenylomaleinowy, ester pentyłowy kwasu octowego, kwas benzoowy, kwas benzoilformowy i octan izobutyli. Podwyższone stężenie LZO, których prawdopodobnym źródłem pochodzenia są procesy przemysłowe, odnotowano w punktach sąsiadujących ze strefami przemysłowymi – po północnej i zachodniej stronie miasta. Z uwagi na morfologię terenu (obszary słabo przewietrzane), w południowo-wschodniej części miasta obserwowano również wzrost stężeń niektórych substancji pochodzących z procesów przemysłowych (np. kwas benzenokarbonyowy).

Obecność LZO charakterystycznych dla komunikacyjnych (benzen, toluen, ksyleny) i komunalnych (naftalen) źródeł emisji odnotowano we wszystkich punktach pomiarowych. Pozostałe substancje z 49 zidentyfikowanych substancji posiadały zróżnicowany rozkład przestrzenny.

Z uwagi na fakt, że kampania pomiarowa obejmowała sezon grzewczy nie można wykluczyć, że wśród zidentyfikowanych substancji znalazły się produkty spalania niedozwolonych substancji w paleniskach domowych. W celu potwierdzenia przemysłowego pochodzenia zidentyfikowanych LZO wskazane jest powtórzenie kampanii pomiarowej w sezonie letnim.

Stężenia pyłu zawieszonego PM<sub>10</sub> w okresie pomiarowych były bardzo wysokie. Zidentyfikowano 31 przypadków przekroczeń wartości dopuszczalnej dla średniego dobowego stężenia PM<sub>10</sub> (50 µg·m<sup>-3</sup>), przy dopuszczalnej liczbie dni z przekroczeniem wynoszącej 35 dni w roku kalendarzowym.

Obecność wielopierścieniowych węglowodorów aromatycznych związana była z procesami niepełnego spalania paliw i innych substancji palnych nieznanego pochodzenia. Zmienność stężeń poszczególnych związków z grupy WWA wskazywała na dominującą rolę emisji ze

spalania paliw kopalnych i biomasy w kształtowaniu profilu chemicznego WWA w PM<sub>10</sub>.

Analiza składu pierwiastkowego sugerowała wzbogacenie pyłu PM<sub>10</sub> substancjami pochodzącymi z przetwórstwa aluminium (Al, Mg). Stężenia metali objętych regulacjami prawnymi – As, Cd, Ni i Pb były stosunkowo niskie i nie przekraczały wartości dopuszczalnych i docelowych. Z uwagi jednak na krótki okres badan nie jest możliwe stwierdzenie czy substancje zawarte w pyle będą naruszały wartości normatywne i wartości odniesienia powiązane z normą roczną.



## 6. Materiały źródłowe

Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 8 czerwca 2018 r. w sprawie dokonywania oceny poziomów substancji w powietrzu (Dz. U. z dnia 11.06.2018 r., poz. 1119)

PN-EN 12341:2014-07: Jakość powietrza atmosferycznego – Standardowa grawimetryczna metoda oznaczania frakcji masowej PM<sub>2,5</sub> i PM<sub>10</sub> pyłu zawieszonego

PO2-NP-I – Postępowanie z próbkami do badań – analiza grawimetryczna [wydanie z dnia 09.01.2017 r.]

Procedura Badawcza PB18: Zastosowanie spektrometrii mas z plazmą wzbudzoną indukcyjnie ICP-MS [wydanie z dnia 10.02.2016 r.]

Procedura Badawcza PB22: Oznaczanie wielopierścieniowych węglowodorów aromatycznych (WWA) w glebie i pyle metodą chromatografii gazowej z detekcją mas [wydanie z dnia 10.02.2016 r.]

Odor Thresholds for Chemicals with Established Occupational Health Standards. American Industrial Hygiene Association, 2013.

Karty charakterystyki substancji niebezpiecznych (Chempur, POCH S.A., Carl ROTH, Merck Milipore)

Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 24 sierpnia 2012 r. w sprawie poziomów niektórych substancji w powietrzu (Dz. U. z 2012 r. poz. 1031)

Ciuraru, R., Loubet, B. (2019). Volatile organic compounds (VOCs) identification, quantification and air quality impact.

[https://workshop.inra.fr/winterschool2019/content/download/3559/37818/version/1/file/Day1\\_Ciuraru\\_VOC.pdf](https://workshop.inra.fr/winterschool2019/content/download/3559/37818/version/1/file/Day1_Ciuraru_VOC.pdf)

Byambaa, B., Yang, L., Matsuki, A., Nagato, E.G., Gankhuyag, K., Chuluunpurev, B., Banzragch, L., Chonokhuu, S., Tang, N., Hayakawa, K. (2019). Characteristics of Polycyclic Aromatic Hydrocarbons in Ambient Total Suspended Particles in Ulaanbaatar City, Mongolia. Int. J. Environ. Res. Public Health 16, 442; doi:10.3390/ijerph16030442

Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 26 stycznia 2010 r. w sprawie wartości odniesienia dla niektórych substancji w powietrzu (Dz. U. z 2008 r., Nr 25, poz. 150, z późn.zm.)

Tytuł pracy: Wykonanie kampanii pomiarowej zanieczyszczeń powietrza metodą pasywną obejmującej jedną serię pomiarową

Numer umowy: C2-910/2019/NP-I

Autor: dr inż. Krzysztof Klejnowski

Współautorzy: prof. dr hab. inż. Marianna Czaplicka  
dr inż. Halina Pyta  
dr inż. Barbara Mathews  
mgr Barbara Błaszczak  
mgr Natalia Ziola  
mgr Krzysztof Słaby  
lic. Monika Błaszczak  
mgr inż. Patrycja Rogula-Kopiec

Streszczenie: Celem badań była ocena jakości powietrza na terenie miasta Skawina, poprzez identyfikację i określenie rozkładu przestrzennego stężeń wybranych lotnych związków organicznych (LZO) a także wyznaczenie stężeń pyłu PM<sub>10</sub> oraz związanych z nim metali i wielopierścieniowych węglowodorów aromatycznych (WWA). Przeprowadzona kampania pomiarowa potwierdziła znaczne przestrzenne zróżnicowanie poziomów stężeń 53 analizowanych substancji, należących do grupy LZO. Podwyższone stężenie LZO, których prawdopodobnym źródłem pochodzenia są procesy przemysłowe, odnotowano w punktach sąsiadujących ze strefami przemysłowymi – po północnej i zachodniej stronie miasta. Na obszarach tych LZO mogą stanowić uciążliwość zapachową dla mieszkańców. Obecność LZO charakterystycznych dla komunikacyjnych (benzen, toluen, ksyleny) i komunalnych (naftalen) źródeł emisji odnotowano we wszystkich punktach pomiarowych. Stężenia pyłu zawieszonego PM<sub>10</sub> w okresie pomiarowym były bardzo wysokie – zidentyfikowano 31 przypadków przekroczeń wartości dopuszczalnej dla średniego dobowego stężenia PM<sub>10</sub> (50 µg·m<sup>-3</sup>). Obecność WWA związana była z procesami niepełnego spalania paliw i innych substancji palnych nieznanego pochodzenia. Analiza składu pierwiastkowego sugerowała wzbogacenie pyłu PM<sub>10</sub> substancjami pochodzącymi z przetwórstwa aluminium (Al, Mg). Stężenia metali objętych regulacjami prawnymi – As, Cd, Ni i Pb były stosunkowo niskie i nie przekraczały wartości dopuszczalnych i docelowych.

# Schedule of Accreditation

issued by

## United Kingdom Accreditation Service

2 Pine Trees, Chertsey Lane, Staines-upon-Thames, TW18 3HR, UK



2187

Accredited to  
ISO/IEC 17025:2005

### Gradko International Ltd (Trading as Gradko Environmental)

Issue No: 023 Issue date: 17 January 2019

St Martins House  
77 Wales Street  
Winchester  
Hampshire  
SO23 0RH

Contact: Mr A Poole  
Tel: +44 (0)1962 860331  
Fax: +44 (0)1962 841339  
E-Mail: [diffusion@gradko.co.uk](mailto:diffusion@gradko.co.uk)  
Website: [www.gradko.co.uk](http://www.gradko.co.uk)

Testing performed at the above address only

#### DETAIL OF ACCREDITATION

Materials/Products tested	Type of test/Properties measured/Range of measurement	Standard specifications/ Equipment/Techniques used
ATMOSPHERIC POLLUTANTS Collected on diffusion (sorbent) tubes and monitors	<u>Chemical Tests</u>	Documented In-House Methods
	Ammonia as ammonium (NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> )	GLM 8 by Ion Chromatography
	Benzene Toluene Ethyl benzene Xylene	GLM 4 by Thermal Desorption/ FID Gas Chromatography
	Hydrogen chloride as chloride (Cl <sup>-</sup> ) Nitrogen dioxide as nitrite (NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> ) Sulphur dioxide as sulphate (SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> ) Hydrogen fluoride as fluoride (F <sup>-</sup> )	GLM 3 by Ion Chromatography
	Hydrogen sulphide	GLM 5 by Colorimetric determination (UV Spectrophotometry)
	Ozone as nitrate (NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> )	GLM 2 by Ion Chromatography
	Nitrogen Dioxide as nitrite (NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> )	GLM 7 by Colorimetric determination (UV Spectrophotometry)
	Sulphur dioxide as sulphate (SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> )	GLM 1 by Ion Chromatography
	Formaldehyde as formaldehyde-DNPH	GLM 18 by HPLC
	Volatile Organic Compounds including: Benzene Toluene Ethylbenzene p-Xylene o-Xylene	GLM 13 by Thermal Desorption GC-Mass Spectrometry





2187

Accredited to  
ISO/IEC 17025:2005

**Schedule of Accreditation**  
issued by  
**United Kingdom Accreditation Service**  
2 Pine Trees, Chertsey Lane, Staines-upon-Thames, TW18 3HR, UK

**Gradko International Ltd**  
**(Trading as Gradko Environmental)**

Issue No: 023 Issue date: 17 January 2019


Testing performed at main address only

Materials/Products tested	Type of test/Properties measured/Range of measurement	Standard specifications/ Equipment/Techniques used
ATMOSPHERIC POLLUTANTS Collected on diffusion (sorbent) tubes and monitors (cont'd)	<u>Chemical Tests</u> (cont'd)  Qualitative Analysis and Estimation of Volatile Organic Compounds on diffusion (sorbent) tubes and monitors  Naphthalene  Tetrachloroethylene Trichloroethylene  trans-1,2-Dichloroethene cis-1,2-Dichloroethene  Indane Styrene  1,2,3-Trimethylbenzene 1,2,4-Trimethylbenzene 1,3,5-Trimethylbenzene  1,3-Butadiene  Carbon Disulphide  Vinyl Chloride  Flexible scope for quantitative analysis of Volatile Organic Compounds on diffusion (sorbent) tubes and monitors in accordance with methods developed and validated by in-house procedure LWI 47	GLM 13 by Thermal Desorption GC-Mass Spectrometry with estimations in accordance with ISO standard 16000-6  GLM 13-1 by Thermal Desorption GC-Mass Spectrometry  GLM 13-2 by Thermal Desorption GC-Mass Spectrometry  GLM 13-3 by Thermal Desorption GC-Mass Spectrometry  GLM 13-4 by Thermal Desorption GC-Mass Spectrometry  GLM 13-5 by Thermal Desorption GC-Mass Spectrometry  GLM 13-6 by Thermal Desorption GC-Mass Spectrometry  GLM 13-7 by Thermal Desorption GC-Mass Spectrometry  GLM 13-8 by Thermal Desorption GC-Mass Spectrometry  LWI 47 by Thermal Desorption GC-Mass Spectrometry
END		

# ZAKRES AKREDYTACJI LABORATORIUM BADAWCZEGO Nr AB 950

wydany przez  
**POLSKIE CENTRUM AKREDYTACJI**  
01-382 Warszawa, ul. Szczotkarska 42

Wydanie nr 12, Data wydania: 3 sierpnia 2018 r.

 <p style="text-align: center;">AB 950</p>	<p>Nazwa i adres</p> <p style="text-align: center;"><b>INSTYTUT PODSTAW INŻYNIERII ŚRODOWISKA PAN</b> <b>LABORATORIUM BADAWCZE IPIŚ PAN</b> ul. M. Skłodowskiej-Curie 34 41-819 Zabrze</p>
<p>Kod identyfikacji dziedziny/przedmiotu badań</p>	<p>Dziedzina/przedmiot badań:</p>
<p>C/9/P</p> <p>C/9/P</p> <p>G/9</p> <p>G/9</p> <p>M/13</p> <p>N/9/P</p> <p>N/9/P</p> <p>P/9</p> <p>P/9</p>	<p>Badania chemiczne i pobieranie próbek gazów odlotowych, gleby, wody, ścieków, pyłów, odpadów</p> <p>Badania chemiczne i pobieranie próbek gazów odlotowych (obszar regulowany)</p> <p>Badania dotyczące inżynierii środowiska - gazy odlotowe</p> <p>Badania dotyczące inżynierii środowiska - gazy odlotowe (obszar regulowany)</p> <p>Badania inne QAL2 i AST automatycznych systemów monitoringu (AMS), urządzeń odpylających gazy odlotowe (obszar regulowany)</p> <p>Badanie właściwości fizycznych i pobieranie próbek wody, ścieków, gleb, gazów odlotowych</p> <p>Badanie właściwości fizycznych i pobieranie próbek gazów odlotowych (obszar regulowany)</p> <p>Pobieranie próbek gazów odlotowych, wody powierzchniowej</p> <p>Pobieranie próbek gazów odlotowych (obszar regulowany)</p>

Wersja strony: A

DYREKTOR

LUCYNA OLBORSKA

Niniejszy dokument jest załącznikiem do Certyfikatu Akredytacji Nr AB 950 z dnia 23.09.2016 r.  
Status akredytacji oraz aktualność zakresu akredytacji można potwierdzić na stronie internetowej PCA [www.pca.gov.pl](http://www.pca.gov.pl)

LABORATORIUM, Pracownia Emisji Zanieczyszczeń do Powietrza ul. Skłodowskiej-Curie 34, 41-819 Zabrze		
Przedmiot badań/wyrób	Rodzaj działalności/badane cechy/metoda	Dokumenty odniesienia
<b>Pomiary okresowe emisji do powietrza ze źródeł stacjonarnych wykonywane dla celów obszaru regulowanego</b>		
Gazy odlotowe	Stężenie dwutlenku węgla, dwutlenku siarki, tlenku węgla, tlenku azotu, dwutlenku azotu Zakres: CO <sub>2</sub> (1 - 50) % SO <sub>2</sub> (4 - 1430) mg/m <sup>3</sup> CO (0,5 - 1000) mg/m <sup>3</sup> NO (4 - 1300) mg/m <sup>3</sup> NO <sub>2</sub> (1 - 400) mg/m <sup>3</sup> Metoda spektroskopii w podczerwieni z transformacją Fouriera (FTIR)	PN-ISO 10396: 2001
	Stężenie tlenu Zakres: (0,2 – 23) % Metoda celi cyrkonowej	
	Emisja NO, NO <sub>2</sub> , SO <sub>2</sub> , CO, CO <sub>2</sub> (z obliczeń)	
	Strumień objętości gazu dla ciśnień dynamicznych >10Pa Metoda spiętrzenia	PN-Z-04030-07:1994
	Pobieranie próbek do oznaczania stężenia pyłu	
	Stężenie pyłu Zakres: (0,001 - 100) g/m <sup>3</sup> Metoda grawimetryczna	
	Emisja pyłu (z obliczeń)	PN-EN 12619:2013
	Stężenie masowe ogólnego gazowego węgla organicznego (TVOC) Zakres: (0,69 – 1000,0) mg/m <sup>3</sup> Metoda ciągłej detekcji płomieniowo-jonizacyjną (FID)	
	Emisja TVOC (z obliczeń)	PN-EN 14791:2017
	Pobieranie próbek do oznaczania stężenia dwutlenku siarki	
Stężenie dwutlenku siarki Zakres: (5 – 2000) mg/m <sup>3</sup> Metoda toronowa		
Emisja SO <sub>2</sub> (z obliczeń)		
Stężenie tlenu Zakres: (0,1 – 20,9) % Metoda paramagnetyczna	PN-EN 14789:2006	
Stężenie tlenku azotu, tlenków azotu Zakres: NO (4 - 1300) mg/m <sup>3</sup> NO <sub>x</sub> (8 - 2000) mg/m <sup>3</sup> Metoda chemiluminescencyjna	PN-EN 14792:2006	
Emisja NO <sub>x</sub> (w przeliczeniu na NO <sub>2</sub> ) (z obliczeń)		

Wersja strony: A



Przedmiot badań/wyrób	Rodzaj działalności/badane cechy/metoda	Dokumenty odniesienia
<b>Pomiary okresowe emisji do powietrza ze źródeł stacjonarnych wykonywane dla celów obszaru regulowanego</b>		
<b>Gazy odlotowe</b>	Pobieranie próbek do oznaczania stężenia metali: As, Cd, Cr, Co, Cu, Mn, Ni, Pb, Sb, Tl, V	PN-EN 14385:2005
	Emisja metali As, Cd, Cr, Co, Cu, Mn, Ni, Pb, Sb, Tl, V (z obliczeń)	
	Pobieranie próbek do oznaczania stężenia fluorowodoru	ISO 15713:2006
	Emisja fluorowodoru (z obliczeń)	
	Pobieranie próbek do oznaczania stężenia chlorowodoru	PN-EN 1911:2011
	Emisja chlorowodoru (z obliczeń)	
	Wilgotność względna Zakres: (4,0 – 40,0) % Zawartość pary wodnej Zakres: (29 – 250) g/m <sup>3</sup> Metoda kondensacyjno - adsorpcyjna	PN-EN 14790:2017

Potwierdzono kompetencje laboratorium z uwzględnieniem mających zastosowanie wymagań przepisów aktów wykonawczych do ustawy z dnia 27 kwietnia 2001 r. Prawo ochrony środowiska (tj. Dz. U. z 2018 r. poz. 799, z późn. zm.) oraz specyfikacji technicznej PKN-CEN/TS 15675

Wersja strony: A

Przedmiot badań/wyrób	Rodzaj działalności/badane cechy/metoda	Dokumenty odniesienia
Gazy odlotowe	Stężenie metanu Zakres: (2 – 350) mg/m <sup>3</sup> Metoda FTIR	Procedura Badawcza PB20 wydanie 5 z dnia 01.02.2016
	Emisja CH <sub>4</sub> (z obliczeń)	
	Emisja pyłu z procesu mokrego gaszenia koks Nieizokinetyczna metoda Mohrhauera	Procedura badawcza PB23 wydanie 2 z dnia 01.02.2016
	Stężenie pyłu Zakres: (0,007 – 150) g w próbce Metoda grawimetryczna	
	Stężenie amoniaku Zakres: (0,39 – 200) mg/m <sup>3</sup> Metoda FTIR	Procedura badawcza PB20 wydanie 5 z dnia 01.02.2016
	Stężenie podtlenku azotu Zakres: (0,31 – 200) mg/m <sup>3</sup> Metoda FTIR	
	Pobieranie próbek do oznaczania stężeń związków organicznych oraz SO <sub>2</sub> Metoda aspiracyjna z zastosowaniem roztworów pochłaniających Metoda aspiracyjna z zastosowaniem rurek z sorbentem	Procedura badawcza PB16 wydanie 3 z dnia 01.02.2016
Emisja związków organicznych i SO <sub>2</sub> (z obliczeń)		
Środowisko ogólne - pyły w gazach odlotowych	Skład frakcyjny Zakres: (0,16 - 1160) μm Metoda dyfrakcji promienia laserowego	Procedura badawcza PB11 wydanie 3 z dnia 01.02.2016
Urządzenia odpylające gazy odlotowe	Stężenie pyłu Zakres: (0,001 – 100) g/m <sup>3</sup> Metoda grawimetryczna	PN-87/M-34129:1987 - metoda A i B PN-Z-04030-7:1994
	Skuteczność odpylania (z obliczeń)	

Wersja strony: A

Przedmiot badań/wyrób	Rodzaj działalności/badane cechy/metoda	Dokumenty odniesienia
<b>Pomiary ciągłe emisji do powietrza ze źródeł stacjonarnych wykonywane dla celów obszaru regulowanego</b>		
<b>Automatyczne systemy monitoringu (AMS)</b>	Kalibracja AMS (QAL2) w zakresie: SO <sub>2</sub> , O <sub>2</sub> , CO <sub>2</sub> , CO, NO, NO <sub>x</sub> , pyłu, H <sub>2</sub> O	PN-EN 14181:2015-02
	Roczne badanie kontrolne (AST) w zakresie: SO <sub>2</sub> , O <sub>2</sub> , CO <sub>2</sub> , CO, NO, NO <sub>x</sub> , pyłu, H <sub>2</sub> O	
	Stężenie SO <sub>2</sub> Zakres: (5 – 2000) mg/m <sup>3</sup> Metoda toronowa	PN-EN 14791:2017
	Stężenie tlenku azotu, tlenków azotu Zakres: NO (4 - 1300) mg/m <sup>3</sup> NO <sub>x</sub> (8 - 2000) mg/m <sup>3</sup> Metoda chemiluminescencyjna	PN-EN 14792:2006
	Stężenie O <sub>2</sub> Zakres: (0,1 – 20,9) % Metoda paramagnetyczna	PN-EN 14789:2006
	Stężenie CO <sub>2</sub> Zakres: (1 – 50) % Metoda spektroskopii w podczerwieni z transformacją Fouriera (FTIR)	PN-ISO 10396: 2001
	Stężenie pyłu Zakres: (0,001 - 100) g/m <sup>3</sup> Metoda grawimetryczna	PN-Z-04030-07:1994
	Stężenie CO Zakres: (0,5 - 1000) mg/m <sup>3</sup> Metoda niedispersyjnej spektrometrii w podczerwieni (NDIR)	PN-EN 15058:2006
Wilgotność względna Zakres: (4,0 – 40,0) % Zawartość pary wodnej Zakres: (29 – 250) g/m <sup>3</sup> Metoda kondensacyjno - adsorpcyjna	PN-EN 14790:2017	

Potwierdzono kompetencje laboratorium z uwzględnieniem mających zastosowanie wymagań przepisów aktów wykonawczych do ustawy z dnia 27 kwietnia 2001 r. Prawo ochrony środowiska (tj. Dz. U. z 2018 r. poz. 799, z późn. zm.) oraz specyfikacji technicznej PKN-CEN/TS 15675

Wersja strony: A



LABORATORIUM, Pracownia Analiz Środowiskowych ul. Skłodowskiej-Curie 34, 41-819 Zabrze		
Przedmiot badań/wyrób	Rodzaj działalności/badane cechy/metoda	Dokumenty odniesienia
Wody powierzchniowe	Pobieranie próbek do badań fizycznych i chemicznych	PN-ISO 5667-6:2003
Woda	Stężenie pierwiastków Zakres: Co (0,01-100) µg/l Ni (0,14-100) µg/l Cu (0,38-100) µg/l Zn (2,50-100) µg/l Cd (0,24-100) µg/l Pb (0,21-100) µg/l As (0,58-100) µg/l Cr (0,08-100) µg/l Mn (0,20-100) µg/l Ba (0,06-100) µg/l Rb (0,02-100) µg/l Sr (0,05-100) µg/l Ag (0,01-100) µg/l Tl (0,01-100) µg/l V (0,54-100) µg/l Metoda spektrometrii mas z jonizacją w plazmie indukcyjnie sprzężonej (ICP MS)	Procedura badawcza PB18 wydanie 4 z dnia 10.02.2016
Woda i ścieki	Stężenie węgla Zakres: Węgiel nieorganiczny (1 - 100) mg/l Węgiel całkowity (1,0 - 100) mg/l Metoda spektrofotometrii w zakresie podczerwieni (IR)	Procedura badawcza PB4 wydanie 5 z dnia 01.02.2016
	Węgiel organiczny (z obliczeń)	

Wersja strony: A

Przedmiot badań/wyrób	Rodzaj działalności/badane cechy/metoda	Dokumenty odniesienia
Woda i ścieki	Chemiczne zapotrzebowanie tlenu - ChZT Zakres: (5 – 1000) mg/l O <sub>2</sub> Metoda spektrofotometryczna	PN-ISO 15705:2005
	Zawiesiny ogólne Zakres: (2 – 500) mg/l Metoda wagowa	PN-EN 872:2007
	Biochemiczne zapotrzebowanie tlenu BZT <sub>5</sub> Zakres: (3 – 1050) mg/l O <sub>2</sub> Metoda optyczna	PN-EN 1899-1:2002 z wyłączeniem pkt. 8.4 ISO 17289:2014
	Biochemiczne zapotrzebowanie tlenu BZT <sub>5</sub> Zakres: (0,5 - 6) mg/l O <sub>2</sub> Metoda optyczna	PN-EN 1899-2:2002 z wyłączeniem pkt. 7.2 ISO 17289:2014
	Stężenie fosforu Zakres: ortofosforany (0,05 – 24) mg/l fosfor ogólny (0,05 – 48) mg/l Metoda spektrometryczna	PN-EN ISO 6878:2006+Ap1:2010+Ap2:2010
	Stężenie azotu azotynowego Zakres: (0,009 – 10) mg/l Metoda spektrofotometryczna	PN-EN 26777:1999
	Stężenie azotu amonowego Zakres: (0,1 – 2,0) mg/l Metoda spektrofotometryczna	PN-C-04576-4:1994
	Stężenie azotu amonowego Zakres: (2,0 – 1000) mg/l Metoda miareczkowa	PN ISO 5664:2002
	Stężenie azotu Kjeldahl'a Zakres: (3,0 – 1000) mg/l Metoda miareczkowa	PN-EN 25663:2001
	Stężenie kationów: Zakres: Li <sup>+</sup> (0,05 – 50) mg/l Na <sup>+</sup> (0,5 – 500) mg/l NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> (0,1 – 100) mg/l K <sup>+</sup> (0,5 – 500) ) mg/l Ca <sup>2+</sup> (1 – 1000) ) mg/l Mg <sup>2+</sup> (0,5 – 500) ) mg/l Metoda chromatografii jonowej	PN-EN ISO 14911:2002
	Stężenie anionów: Zakres: Cl <sup>-</sup> (3 – 3000) mg/l F <sup>-</sup> (0,1 – 100) mg/l NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> (0,1 – 100) mg/l NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> (1 – 1000) ) mg/l PO <sub>4</sub> <sup>-</sup> (1 – 100) ) mg/l SO <sub>4</sub> <sup>-</sup> (3 – 3000) ) mg/l Metoda chromatografii jonowej	PN-EN ISO 10304-1:2009

Wersja strony: A

Przedmiot badań/wyrób	Rodzaj działalności/badane cechy/metoda	Dokumenty odniesienia
Woda i ścieki	pH Zakres: 2,0 – 12,0 Metoda potencjometryczna	PN-EN ISO 10523:2012
	Przewodność elektryczna właściwa Zakres: (5 – 12800) $\mu\text{S}/\text{cm}$ Metoda konduktometryczna	PN-EN 27888:1999
Ścieki	Pobieranie próbek do badań chemicznych i fizycznych Metoda manualna Pomiar temperatury pobranej próbki Zakres: (0 – 40) $^{\circ}\text{C}$	PN ISO 5667-10:1997  PN-77/C-0484
Osady ściekowe	Pobieranie próbek do badań chemicznych i fizycznych	PN-EN ISO 5667-13:2011
Gleba	Pobieranie próbek do badań fizycznych i chemicznych	PN ISO 10381-5:2009
	pH Zakres: 2 – 12 Metoda potencjometryczna	PN-ISO 10390:1997
	Zawartość cyjanków wolnych, związanych, ogólnych Zakres: (0,5 – 50) mg/kg Metoda spektrofotometryczna	PN-ISO 11262:2008
Próbki gazów odlotowych	Stężenie metali Zakres: As (0,0014 – 1000) $\mu\text{g}$ w próbce Cd (0,002 – 1000) $\mu\text{g}$ w próbce Co (0,05 – 1000) $\mu\text{g}$ w próbce Cr (0,2 – 1000) $\mu\text{g}$ w próbce Cu (0,2 – 1000) $\mu\text{g}$ w próbce Mn (0,2 – 1000) $\mu\text{g}$ w próbce Ni (0,016 – 1000) $\mu\text{g}$ w próbce Pb (0,014 – 1000) $\mu\text{g}$ w próbce Sb (0,2 – 1000) $\mu\text{g}$ w próbce Tl (0,33 – 1000) $\mu\text{g}$ w próbce V (0,2 – 1000) $\mu\text{g}$ w próbce Metoda spektrometrii mas z jonizacją w plazmie indukcyjnie sprzężonej (ICP MS)	PN-EN 14385:2005 Procedura badawcza PB 18 wydanie 4 z dnia 01.02.2016

Wersja strony: A

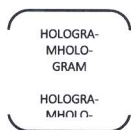


<b>LABORATORIUM, Pracownia Analiz Środowiskowych</b> ul. Skłodowskiej-Curie 34, 41-819 Zabrze		
<b>Przedmiot badań/wyrób</b>	<b>Rodzaj działalności/badane cechy/metoda</b>	<b>Dokumenty odniesienia</b>
<b>Woda</b>	Stężenie wielopierścieniowych węglowodorów aromatycznych (WWA) Zakres: benzo(a)piren (0,0080 – 0,80) µg/l benzo(b)fluoranten (0,010 – 0,80) µg/l benzo(k)fluoranten (0,010 – 0,80) µg/l benzo(ghi)perylene (0,010 – 0,80) µg/l indeno(1,2,3-cd)piren (0,010 – 0,80) µg/l Metoda chromatografii gazowej z detekcją spektrometrii mas (GC-MS)	Procedura badawcza PB21 wydanie 4 z dnia 10.02.2016
<b>Próbki gleby, próbki pyłów</b>	Stężenie wielopierścieniowych węglowodorów aromatycznych (WWA) Zakres: acenaften (0,0200 – 50) µg/g antracen (0,0200 – 50) µg/g benzo(a)antracen (0,0200 – 50) µg/g benzo(b)fluoranten (0,0200 – 50) µg/g benzo(k)fluoranten (0,0200 – 50) µg/g benzo(ghi)perylene (0,0200 – 50) µg/g benzo(a)piren (0,0100 – 50) µg/g chryzen (0,0200 – 50) µg/g dibenzo(ah)antracen (0,0200 – 50) µg/g fenantren (0,0200 – 50) µg/g fluoranten (0,0200 – 50) µg/g fluoren (0,0200 – 50) µg/g indeno(1,2,3-cd)piren (0,0200 – 50) µg/g naftalen (0,0200 – 50) µg/g piren (0,0200 – 50) µg/g Metoda chromatografii gazowej z detekcją spektrometrii mas (GC-MS)	Procedura badawcza PB22 wydanie 4 z dnia 10.02.2016
<b>Gleba</b>	Zawartość lotnych węglowodorów aromatycznych BTEX Zakres: benzen (0,2 – 4) mg/kg toluen (0,2 – 6) mg/kg etylobenzen (0,2 – 6) mg/kg m-, p-ksylen (0,2 – 8) mg/kg o-ksylen (0,2 – 5) mg/kg suma ksylenów (0,4 – 10) mg/kg Metoda chromatografii gazowej z detekcją płomieniowo-jonizacyjną ze statyczną analizą fazy nadpowierzchniowej (HS-GC-FID)	PN-EN ISO 22155:2013

Wersja strony: A

## Wykaz zmian Zakresu Akredytacji Nr AB 950

Status zmian: wersja pierwotna – A



Zatwierdzam status zmian

DYREKTOR

LUCYNA OLBORSKA  
dnia: 03.08.2018 r.

## LABORATORY ANALYSIS REPORT

**Report Number** N02490R  
**Customer** Insytut Podstaw Inzynierii  
Srodowiska Polskiej Akademii Nauk  
ul.M.Sklodowskiej-Curie 34  
41-819 Zabrze  
Poland  
**Booking In Reference** T0388  
**Despatch Note Number** 49966  
**Date Samples Received** 01/04/2019  
**Diffusion Tube Type** Tenax

### Identification and estimation of ng on tube in accordance with ISO16000-6

#### Index to UKAS Accreditation Status

U	Analysis is UKAS accredited under our Fixed Scope
F	Analysis is UKAS accredited under our Flexible Scope
N	Analysis is not UKAS accredited

Tube Number	GRA11274			
Gradko Lab Reference	02N0799			
Exposure Time(mins)	40244			
Sample ID	1			
	Accreditation	Estimated	ppb in air*	µgm <sup>-3*</sup>
Compounds	Status	ng on tube		
2,6-Diphenyl-p-benzoquinone	N	1065	13.2	138
Benzoic acid	N	126	1.6	7.7
Benzaldehyde**	U	64	0.8	3.4
Benzene	U	37	0.5	1.5
Phenylmaleic anhydride	U	35	0.4	3.0
Toluene	U	34	0.4	1.5
Acetic acid, pentyl ester	N	33	0.4	2.1
m/p-Xylene	U	33	0.4	1.7
Acetophenone**	U	30	0.4	1.8
Cyclohexane, methyl-	U	26	0.3	1.3
Naphthalene	U	17	0.2	1.1
3-Methylbutyl acetate	U	16	0.2	1.0
Benzene, 1,2,4-trimethyl-	U	15	0.2	0.9
Benzenecarbothioic acid	N	14	0.2	1.0
Acetic acid	U	14	0.2	0.4
Hexane, 3-methyl-	U	14	0.2	0.7
Hexane	U	14	0.2	0.6
Phenol	U	13	0.2	0.6
Undecane	U	12	0.2	1.0

Samples have been tested within the scope of Gradko International Ltd. Laboratory Quality Procedures. Data provided by the client and any subsequent calculations shall be indicated by an asterisk (\*), these calculations and results are not within the scope of our UKAS accreditation. The results within this report relate only to the items tested. Any queries concerning data in this report should be directed to the Laboratory Manager Gradko International Ltd. This report is not to be reproduced, except in full, without the written permission of Gradko International Ltd.

Form LQF32b Issue 8 – June 2018

Report Number N02490R

Page 1 of 11

REPORT OFFICIALLY CHECKED

Gradko International Ltd  
This signature confirms the authenticity of these results  
Signed.....  
L. Gates, Laboratory Manager



## LABORATORY ANALYSIS REPORT

	Accreditation Status	Estimated ng on tube	ppb in air*	µgm <sup>-3</sup> *
Nonanal**	N	12	0.2	0.9
o-Xylene	U	12	0.2	0.6
Acetic acid, butyl ester	U	11	0.1	0.6

Tube Number	GRA11716
Gradko Lab Reference	02N0800
Exposure Time(mins)	40242
Sample ID	2

Compounds	Accreditation Status	Estimated ng on tube	ppb in air*	µgm <sup>-3</sup> *
2,6-Diphenyl-p-benzoquinone	N	967	12.0	125
Toluene	U	113	1.4	5.2
Benzoic acid	N	98	1.2	5.9
2-Butanone	U	75	0.9	2.7
Pentane, 2-methyl-	U	58	0.7	2.5
Benzene	U	48	0.6	1.8
Diethyl phthalate	U	47	0.6	5.2
Hexane	U	45	0.6	1.9
Benzaldehyde**	U	45	0.6	2.4
Pentane, 3-methyl-	U	40	0.5	1.7
Pentane	U	40	0.5	1.4
m/p-Xylene	U	35	0.4	1.9
Acetic acid, pentyl ester	N	33	0.4	2.2
Cyclohexane, methyl-	U	31	0.4	1.5
Cyclopentane, methyl-	N	29	0.4	1.2
Phenylmaleic anhydride	U	25	0.3	2.2
Acetophenone**	U	25	0.3	1.5
Ethylbenzene	U	22	0.3	1.2
3-Methylbutyl acetate	U	17	0.2	1.1
Naphthalene	U	16	0.2	1.0
Butane, 2-methyl-	U	16	0.2	0.6
o-Xylene	U	16	0.2	0.8
Benzenecarbothioic acid	N	15	0.2	1.1
Hexane, 3-methyl-	U	15	0.2	0.8
Phenol	U	14	0.2	0.8
Benzene, 1,2,4-trimethyl-	U	13	0.2	0.6
Limonene	U	11	0.1	0.8
Furfural	U	11	0.1	0.5

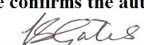
Samples have been tested within the scope of Gradko International Ltd. Laboratory Quality Procedures. Data provided by the client and any subsequent calculations shall be indicated by an asterisk (\*), these calculations and results are not within the scope of our UKAS accreditation. The results within this report relate only to the items tested. Any queries concerning data in this report should be directed to the Laboratory Manager Gradko International Ltd. This report is not to be reproduced, except in full, without the written permission of Gradko International Ltd.

Form LQF32b Issue 8 – June 2018

Report Number N02490R

Page 2 of 11

**REPORT OFFICIALLY CHECKED**

Gradko International Ltd  
This signature confirms the authenticity of these results  
Signed.....  
L. Gates, Laboratory Manager

## LABORATORY ANALYSIS REPORT

<b>Tube Number</b>	<b>001515</b>			
<b>Gradko Lab Reference</b>	<b>02N0801</b>			
<b>Exposure Time(mins)</b>	<b>40244</b>			
<b>Sample ID</b>	<b>3</b>			
	<b>Accreditation</b>	<b>Estimated</b>		
<b>Compounds</b>	<b>Status</b>	<b>ng on tube</b>	<b>ppb in air*</b>	<b>µgm<sup>-3</sup>*</b>
2,6-Diphenyl-p-benzoquinone	N	1174	14.6	152
Benzoic acid	N	111	1.4	6.8
Benzaldehyde**	U	57	0.7	3.0
Butane, 2-methyl-	U	56	0.7	2.0
Acetic acid, pentyl ester	N	48	0.6	3.1
Toluene	U	46	0.6	2.1
Pentane, 2-methyl-	U	42	0.5	1.8
Benzene	U	39	0.5	1.5
Heptane, 2,2,4,6,6-pentamethyl-	N	39	0.5	3.3
Acetophenone**	U	35	0.4	2.1
Phenylmaleic anhydride	U	31	0.4	2.6
Cyclohexane, methyl-	U	29	0.4	1.4
Heptadecane	U	27	0.3	3.2
m/p-Xylene	U	23	0.3	1.2
Nonanal**	N	22	0.3	1.6
Pentane, 3-methyl-	U	22	0.3	0.9
3-Methylbutyl acetate	U	21	0.3	1.4
Hexane	U	21	0.3	0.9
Benzenecarbothioic acid	N	20	0.3	1.4
Phenol	U	19	0.2	0.9
Naphthalene	U	18	0.2	1.2
Benzene, 1,2,4-trimethyl-	U	17	0.2	1.0
Hexane, 3-methyl-	U	15	0.2	0.7
o-Xylene	U	14	0.2	0.7
Diethyl phthalate	U	10	0.1	1.2
Ethylbenzene	U	10	0.1	0.6
1-Hexanol, 2-ethyl-	U	10	0.1	0.7

<b>Tube Number</b>	<b>001516***</b>			
<b>Gradko Lab Reference</b>	<b>02N0802</b>			
<b>Exposure Time(mins)</b>	<b>40294</b>			
<b>Sample ID</b>	<b>4</b>			
	<b>Accreditation</b>	<b>Estimated</b>		
<b>Compounds</b>	<b>Status</b>	<b>ng on tube</b>	<b>ppb in air*</b>	<b>µgm<sup>-3</sup>*</b>
2,6-Diphenyl-p-benzoquinone	N	2105	26.1	272
Toluene	U	239	3.0	10.9
Ethylbenzene	U	206	2.6	10.8
m/p-Xylene	U	194	2.4	10.2

Samples have been tested within the scope of Gradko International Ltd. Laboratory Quality Procedures. Data provided by the client and any subsequent calculations shall be indicated by an asterisk (\*), these calculations and results are not within the scope of our UKAS accreditation. The results within this report relate only to the items tested. Any queries concerning data in this report should be directed to the Laboratory Manager Gradko International Ltd. This report is not to be reproduced, except in full, without the written permission of Gradko International Ltd.

Form LQF32b Issue 8 – June 2018

Report Number N02490R

Page 3 of 11

**REPORT OFFICIALLY CHECKED**

Gradko International Ltd  
This signature confirms the authenticity of these results  
Signed.....  
L. Gates, Laboratory Manager

## LABORATORY ANALYSIS REPORT

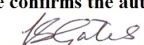
	Accreditation Status	Estimated ng on tube	ppb in air*	µgm <sup>-3*</sup>
Benzoic acid	N	157	1.9	9.5
2-Butanone	U	121	1.5	4.3
Pentane, 2-methyl-	U	88	1.1	3.8
o-Xylene	U	73	0.9	3.9
Hexane	U	71	0.9	3.0
Pentane, 3-methyl-	U	64	0.8	2.7
Benzaldehyde**	U	61	0.8	3.2
Benzene	U	58	0.7	2.3
Cyclopentane, methyl-	U	53	0.7	2.2
Pentane	U	51	0.6	1.8
Phenylmaleic anhydride	U	48	0.6	4.1
Acetic acid, pentyl ester	N	43	0.5	2.8
Acetophenone**	U	36	0.5	2.2
Cyclohexane, methyl-	U	32	0.4	1.5
Butane, 2-methyl-	U	28	0.3	1.0
2,4-Di-tert-butylphenol	N	25	0.3	2.6
Phenol	U	21	0.3	1.0
3-Methylbutyl acetate	U	21	0.3	1.4
Benzene, 1,2,4-trimethyl-	U	21	0.3	1.2
Benzoylformic acid	N	20	0.3	1.5
Benzenecarbothioic acid	N	20	0.3	1.4
Naphthalene	U	20	0.2	1.3
Nonanal**	N	18	0.2	1.3
Hexane, 3-methyl-	U	16	0.2	0.8
alpha-Pinene	U	11	0.1	0.8
Limonene	U	11	0.1	0.7
Octane	U	10	0.1	0.6

**Tube Number** GRA07462  
**Gradko Lab Reference** 02N0803  
**Exposure Time(mins)** 40255  
**Sample ID** 5

	Accreditation Status	Estimated ng on tube	ppb in air*	µgm <sup>-3*</sup>
<b>Compounds</b>				
Benzene	U	36	0.4	1.4
Toluene	U	30	0.4	1.4
Cyclohexane, methyl-	U	24	0.3	1.2
m/p-Xylene	U	24	0.3	1.3
Naphthalene	U	15	0.2	0.9
Pentane	U	12	0.1	0.4
Hexane, 3-methyl-	U	11	0.1	0.5
o-Xylene	U	10	0.1	0.5

Samples have been tested within the scope of Gradko International Ltd. Laboratory Quality Procedures. Data provided by the client and any subsequent calculations shall be indicated by an asterisk (\*), these calculations and results are not within the scope of our UKAS accreditation. The results within this report relate only to the items tested. Any queries concerning data in this report should be directed to the Laboratory Manager Gradko International Ltd. This report is not to be reproduced, except in full, without the written permission of Gradko International Ltd.

**REPORT OFFICIALLY CHECKED**

Gradko International Ltd  
This signature confirms the authenticity of these results  
Signed.....  
L. Gates, Laboratory Manager



## LABORATORY ANALYSIS REPORT

<b>Tube Number</b>	<b>GRA05953</b>			
<b>Gradko Lab Reference</b>	<b>02N0804</b>			
<b>Exposure Time(mins)</b>	<b>40253</b>			
<b>Sample ID</b>	<b>6</b>			
	<b>Accreditation</b>	<b>Estimated</b>		
<b>Compounds</b>	<b>Status</b>	<b>ng on tube</b>	<b>ppb in air*</b>	<b>µgm<sup>-3</sup>*</b>
2,6-Diphenyl-p-benzoquinone	N	860	10.7	111
Benzoic acid	N	194	2.4	11.8
Benzaldehyde**	U	50	0.6	2.6
Phenylmaleic anhydride	U	44	0.5	3.8
Acetophenone**	U	35	0.4	2.1
Benzene	U	30	0.4	1.1
Acetic acid, pentyl ester	N	28	0.3	1.8
Benzenecarbothioic acid	N	25	0.3	1.7
Toluene	U	25	0.3	1.1
Nonanal**	N	24	0.3	1.7
Cyclohexane, methyl-	U	22	0.3	1.1
Naphthalene	U	21	0.3	1.3
Phenol	U	19	0.2	0.9
Acetic acid	U	17	0.2	0.5
m/p-Xylene	U	16	0.2	0.8
Benzoylformic acid	N	14	0.2	1.1
3-Methylbutyl acetate	U	14	0.2	0.9
Heptadecane	U	14	0.2	1.7
Diethyl phthalate	U	13	0.2	1.5
Benzene, 1,2,4-trimethyl-	U	11	0.1	0.6
Hexane, 3-methyl-	U	10	0.1	0.5

<b>Tube Number</b>	<b>001727***</b>			
<b>Gradko Lab Reference</b>	<b>02N0805</b>			
<b>Exposure Time(mins)</b>	<b>40244</b>			
<b>Sample ID</b>	<b>7</b>			
	<b>Accreditation</b>	<b>Estimated</b>		
<b>Compounds</b>	<b>Status</b>	<b>ng on tube</b>	<b>ppb in air*</b>	<b>µgm<sup>-3</sup>*</b>
2,6-Diphenyl-p-benzoquinone	N	757	9.4	97.8
Ethylbenzene	U	185	2.3	9.8
m/p-Xylene	U	157	1.9	8.3
Isopropyl myristate	N	98	1.2	13.2
o-Xylene	U	62	0.8	3.2
Toluene	U	47	0.6	2.2
Benzoic acid	N	39	0.5	2.4
Acetic acid, pentyl ester	N	39	0.5	2.5
Benzaldehyde**	U	37	0.5	1.9

Samples have been tested within the scope of Gradko International Ltd. Laboratory Quality Procedures. Data provided by the client and any subsequent calculations shall be indicated by an asterisk (\*), these calculations and results are not within the scope of our UKAS accreditation. The results within this report relate only to the items tested. Any queries concerning data in this report should be directed to the Laboratory Manager Gradko International Ltd. This report is not to be reproduced, except in full, without the written permission of Gradko International Ltd.

Form LQF32b Issue 8 – June 2018

Report Number N02490R

Page 5 of 11

**REPORT OFFICIALLY CHECKED**

Gradko International Ltd  
This signature confirms the authenticity of these results  
Signed.....  
L. Gates, Laboratory Manager

## LABORATORY ANALYSIS REPORT

	Accreditation Status	Estimated ng on tube	ppb in air*	µgm <sup>-3*</sup>
Nonanal**	N	32	0.4	2.2
Benzene	U	29	0.4	1.1
Cyclohexane, methyl-	U	27	0.3	1.3
Diethyl phthalate	U	17	0.2	1.8
3-Methylbutyl acetate	U	17	0.2	1.1
Acetophenone**	U	16	0.2	0.9
Heptadecane	U	16	0.2	1.9
2-Butanone	U	16	0.2	0.6
Acetic acid	U	14	0.2	0.4
Naphthalene	U	13	0.2	0.8
Undecane	U	13	0.2	1.0
Benzene, 1,2,4-trimethyl-	U	12	0.1	0.7
Hexane, 3-methyl-	U	12	0.1	0.6
1-Hexanol, 2-ethyl-	U	11	0.1	0.7
Phenylmaleic anhydride	U	10	0.1	0.9

**Tube Number** 001539  
**Gradko Lab Reference** 02N0806  
**Exposure Time(mins)** 40218  
**Sample ID** 8

	Accreditation Status	Estimated ng on tube	ppb in air*	µgm <sup>-3*</sup>
<b>Compounds</b>	<b>Status</b>			
2,6-Diphenyl-p-benzoquinone	N	1633	20.3	211
Benzoic acid	N	282	3.5	17.1
Isopropyl palmitate	N	156	1.9	23.1
Benzaldehyde**	U	58	0.7	3.0
Phenylmaleic anhydride	U	52	0.7	4.5
Undecane	U	51	0.6	4.0
Benzenecarbothioic acid	N	48	0.6	3.3
Acetophenone**	U	45	0.6	2.7
Benzoylformic acid	N	43	0.5	3.2
Acetic acid, pentyl ester	N	38	0.5	2.5
Dodecane	U	37	0.5	3.1
Tridecane	U	37	0.5	3.4
Tetradecane	U	34	0.4	3.4
Toluene	U	34	0.4	1.5
Benzene	U	31	0.4	1.2
Isopropyl myristate	N	30	0.4	4.0
Decane	U	25	0.3	1.8
Phenol	U	23	0.3	1.1
m/p-Xylene	U	23	0.3	1.2
Naphthalene	U	23	0.3	1.5

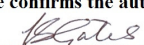
Samples have been tested within the scope of Gradko International Ltd. Laboratory Quality Procedures. Data provided by the client and any subsequent calculations shall be indicated by an asterisk (\*), these calculations and results are not within the scope of our UKAS accreditation. The results within this report relate only to the items tested. Any queries concerning data in this report should be directed to the Laboratory Manager Gradko International Ltd. This report is not to be reproduced, except in full, without the written permission of Gradko International Ltd.

Form LQF32b Issue 8 – June 2018

Report Number N02490R

Page 6 of 11

**REPORT OFFICIALLY CHECKED**

Gradko International Ltd  
This signature confirms the authenticity of these results  
Signed.....  
L. Gates, Laboratory Manager

## LABORATORY ANALYSIS REPORT

	Accreditation Status	Estimated ng on tube	ppb in air*	µgm <sup>-3</sup> *
Cyclohexane, methyl-	U	22	0.3	1.1
Propylene Glycol	N	22	0.3	0.8
Nonanal**	N	22	0.3	1.5
Pentadecane	U	16	0.2	1.7
Octane, 2,6-dimethyl-	N	16	0.2	1.1
3-Methylbutyl acetate	U	15	0.2	1.0
Acetic acid	U	15	0.2	0.4
Ethanol, 2-(hexyloxy)-	N	14	0.2	1.0
Hexylene glycol	N	14	0.2	0.8
2-Propanol, 1-butoxy-	N	12	0.1	0.8
Hexane, 2,2,4-trimethyl-	N	12	0.1	0.7
Diethyl phthalate	U	11	0.1	1.2
Heptane, 2,2,4,6,6-pentamethyl-	N	10	0.1	0.8

**Tube Number** 001526  
**Gradko Lab Reference** 02N0807  
**Exposure Time(mins)** 40169  
**Sample ID** 9

	Accreditation Status	Estimated ng on tube	ppb in air*	µgm <sup>-3</sup> *
<b>Compounds</b>	<b>Status</b>	<b>Estimated ng on tube</b>	<b>ppb in air*</b>	<b>µgm<sup>-3</sup>*</b>
2,6-Diphenyl-p-benzoquinone	N	551	6.9	71.3
Benzoic acid	N	350	4.4	21.2
Phenylmaleic anhydride	U	69	0.9	6.0
Benzaldehyde**	U	60	0.7	3.2
Acetophenone**	U	48	0.6	2.9
Heptadecane	U	48	0.6	5.7
Benzenecarbothioic acid	N	44	0.6	3.1
Acetic acid, pentyl ester	N	38	0.5	2.5
Benzene	U	28	0.3	1.1
Phenol	U	26	0.3	1.2
Benzoylformic acid	N	22	0.3	1.6
Cyclohexane, methyl-	U	21	0.3	1.0
Naphthalene	U	18	0.2	1.2
Acetic Acid	U	17	0.2	0.5
Toluene	U	16	0.2	0.7
3-Methylbutyl acetate	U	16	0.2	1.0
Nonanal**	N	13	0.2	0.9
m/p-Xylene	U	13	0.2	0.7
Diethyl Phthalate	U	11	0.1	1.2
Hexane, 3-methyl-	U	10	0.1	0.5

Samples have been tested within the scope of Gradko International Ltd. Laboratory Quality Procedures. Data provided by the client and any subsequent calculations shall be indicated by an asterisk (\*), these calculations and results are not within the scope of our UKAS accreditation. The results within this report relate only to the items tested. Any queries concerning data in this report should be directed to the Laboratory Manager Gradko International Ltd. This report is not to be reproduced, except in full, without the written permission of Gradko International Ltd.

Form LQF32b Issue 8 – June 2018

Report Number N02490R

Page 7 of 11

**REPORT OFFICIALLY CHECKED**

Gradko International Ltd  
This signature confirms the authenticity of these results  
Signed.....  
L. Gates, Laboratory Manager

## LABORATORY ANALYSIS REPORT

**Tube Number** GRA04265\*\*\*  
**Gradko Lab Reference** 02N0808  
**Exposure Time(mins)** 40160  
**Sample ID** 10

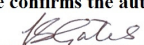
Compounds	Accreditation Status	Estimated ng on tube	ppb in air*	µgm <sup>-3</sup> *
2,6-Diphenyl-p-benzoquinone	N	524	6.5	67.8
Ethylbenzene	U	185	2.3	9.8
Benzoic acid	N	175	2.2	10.6
m/p-Xylene	U	158	2.0	8.4
o-Xylene	U	62	0.8	3.3
Benzaldehyde**	U	59	0.7	3.1
Acetic acid, pentyl ester	N	46	0.6	3.0
Toluene	U	46	0.6	2.1
Phenylmaleic anhydride	U	43	0.5	3.7
Benzene	U	36	0.4	1.4
Acetophenone**	U	36	0.4	2.1
Acetic acid	U	33	0.4	1.0
Butane, 2-methyl-	U	33	0.4	1.2
Cyclohexane, methyl-	U	33	0.4	1.6
Heptane, 2,2,4,6,6-pentamethyl-	N	27	0.3	2.3
Phenol	U	26	0.3	1.2
Benzenecarbothioic acid	N	25	0.3	1.7
3-Methylbutyl acetate	U	23	0.3	1.5
Pentane, 3-methyl-	U	19	0.2	0.8
Hexane	U	16	0.2	0.7
Benzoylformic acid	N	16	0.2	1.2
Hexane, 3-methyl-	U	15	0.2	0.8
Benzene, 1,2,4-trimethyl-	U	15	0.2	0.9
Naphthalene	U	13	0.2	0.9
2-Butanone	U	13	0.2	0.5

**Tube Number** GRA08306  
**Gradko Lab Reference** 02N0809  
**Exposure Time(mins)** 40204  
**Sample ID** 11

Compounds	Accreditation Status	Estimated ng on tube	ppb in air*	µgm <sup>-3</sup> *
2,6-Diphenyl-p-benzoquinone	N	826	10.3	107
Benzoic acid	N	143	1.8	8.7
Benzaldehyde**	U	55	0.7	2.9
Phenylmaleic anhydride	U	38	0.5	3.3
Acetic acid, pentyl ester	N	35	0.4	2.3
Benzene	U	33	0.4	1.3

Samples have been tested within the scope of Gradko International Ltd. Laboratory Quality Procedures. Data provided by the client and any subsequent calculations shall be indicated by an asterisk (\*), these calculations and results are not within the scope of our UKAS accreditation. The results within this report relate only to the items tested. Any queries concerning data in this report should be directed to the Laboratory Manager Gradko International Ltd. This report is not to be reproduced, except in full, without the written permission of Gradko International Ltd.

**REPORT OFFICIALLY CHECKED**

Gradko International Ltd  
This signature confirms the authenticity of these results  
Signed.....  
L. Gates, Laboratory Manager



## LABORATORY ANALYSIS REPORT

	Accreditation Status	Estimated ng on tube	ppb in air*	µgm <sup>-3</sup> *
Acetophenone**	U	33	0.4	2.0
Toluene	U	30	0.4	1.4
m/p-Xylene	U	22	0.3	1.2
Acetic Acid	U	21	0.3	0.6
Cyclohexane, methyl-	U	21	0.3	1.0
Phenol	U	18	0.2	0.9
Benzenecarbothioic acid	N	17	0.2	1.2
3-Methylbutyl acetate	U	16	0.2	1.1
Naphthalene	U	15	0.2	1.0
Benzene, 1,2,4-trimethyl-	U	13	0.2	0.8
Nonanal**	N	11	0.1	0.8
o-Xylene	U	11	0.1	0.6
Hexane, 3-methyl-	U	10	0.1	0.5

**Tube Number** 002310  
**Gradko Lab Reference** 02N0810  
**Exposure Time(mins)** 40187  
**Sample ID** 12

	Accreditation Status	Estimated ng on tube	ppb in air*	µgm <sup>-3</sup> *
<b>Compounds</b>	<b>Status</b>			
2,6-Diphenyl-p-benzoquinone	N	594	7.4	76.9
Benzoic acid	N	211	2.6	12.8
Benzaldehyde**	U	52	0.6	2.7
Phenylmaleic anhydride	U	49	0.6	4.2
Acetophenone**	U	39	0.5	2.3
Heptadecane	U	35	0.4	4.1
Acetic acid, pentyl ester	N	33	0.4	2.1
Benzene	U	29	0.4	1.1
Benzenecarbothioic acid	N	27	0.3	1.9
Toluene	U	27	0.3	1.2
Phenol	U	19	0.2	0.9
Benzoylformic acid	N	18	0.2	1.4
Naphthalene	U	18	0.2	1.2
Cyclohexane, methyl-	U	18	0.2	0.9
Acetic acid	U	18	0.2	0.5
m/p-Xylene	U	17	0.2	0.9
3-Methylbutyl acetate	U	14	0.2	0.9
Nonanal**	N	11	0.1	0.8
Diethyl phthalate	U	11	0.1	1.2

Samples have been tested within the scope of Gradko International Ltd. Laboratory Quality Procedures. Data provided by the client and any subsequent calculations shall be indicated by an asterisk (\*), these calculations and results are not within the scope of our UKAS accreditation. The results within this report relate only to the items tested. Any queries concerning data in this report should be directed to the Laboratory Manager Gradko International Ltd. This report is not to be reproduced, except in full, without the written permission of Gradko International Ltd.

Form LQF32b Issue 8 – June 2018

Report Number N02490R

Page 9 of 11

**REPORT OFFICIALLY CHECKED**

Gradko International Ltd  
This signature confirms the authenticity of these results  
Signed.....*L. Gates*.....  
L. Gates, Laboratory Manager

## LABORATORY ANALYSIS REPORT

**Tube Number** GRA10754  
**Gradko Lab Reference** 02N0811  
**Exposure Time(mins)** 40179  
**Sample ID** 13

Compounds	Accreditation Status	Estimated ng on tube	ppb in air*	µgm <sup>-3</sup> *
2,6-Diphenyl-p-benzoquinone	N	309	3.9	40.0
Benzoic acid	N	170	2.1	10.3
Benzaldehyde**	U	53	0.7	2.8
Phenylmaleic anhydride	U	44	0.5	3.8
Acetic acid, pentyl ester	N	42	0.5	2.7
Acetophenone**	U	39	0.5	2.3
Benzenecarbothioic acid	N	33	0.4	2.3
Benzene	U	33	0.4	1.3
Phenol	U	30	0.4	1.4
Nonanal**	N	27	0.3	1.9
Cyclohexane, methyl-	U	25	0.3	1.2
Acetic acid	U	24	0.3	0.7
Toluene	U	21	0.3	1.0
3-Methylbutyl acetate	U	18	0.2	1.2
Heptane, 2,2,4,6,6-pentamethyl-	N	16	0.2	1.4
m/p-Xylene	U	14	0.2	0.8
Naphthalene	U	14	0.2	0.9
Decane	U	12	0.2	0.9
Hexane, 3-methyl-	U	12	0.1	0.6
Butane, 2-methyl-	U	11	0.1	0.4

**Tube Number** GRA111866\*\*\*  
**Gradko Lab Reference** 02N0812  
**Exposure Time(mins)** 40166  
**Sample ID** 14

Compounds	Accreditation Status	Estimated ng on tube	ppb in air*	µgm <sup>-3</sup> *
2,6-Diphenyl-p-benzoquinone	N	892	11.1	115
Ethylbenzene	U	157	1.9	8.3
m/p-Xylene	U	142	1.8	7.5
Benzoic acid	N	103	1.3	6.3
Toluene	U	85	1.1	3.9
Benzaldehyde**	U	56	0.7	2.9
o-Xylene	U	54	0.7	2.8
Benzene	U	38	0.5	1.5
Acetic acid, pentyl ester	N	38	0.5	2.4
Phenylmaleic anhydride	U	36	0.4	3.1
Acetophenone**	U	32	0.4	1.9

Samples have been tested within the scope of Gradko International Ltd. Laboratory Quality Procedures. Data provided by the client and any subsequent calculations shall be indicated by an asterisk (\*), these calculations and results are not within the scope of our UKAS accreditation. The results within this report relate only to the items tested. Any queries concerning data in this report should be directed to the Laboratory Manager Gradko International Ltd. This report is not to be reproduced, except in full, without the written permission of Gradko International Ltd.

REPORT OFFICIALLY CHECKED

Gradko International Ltd  
This signature confirms the authenticity of these results  
Signed.....  
L. Gates, Laboratory Manager

## LABORATORY ANALYSIS REPORT

	Accreditation Status	Estimated ng on tube	ppb in air*	µgm <sup>-3</sup> *
Pentane, 2-methyl-	U	28	0.4	1.2
Methylcyclohexane	U	27	0.3	1.3
3-Methylbutyl acetate	U	20	0.3	1.3
2-Butanone	U	19	0.2	0.7
Hexane	U	19	0.2	0.8
Naphthalene	U	19	0.2	1.2
Benzenecarbothioic acid	N	18	0.2	1.2
Pentane, 3-methyl-	U	17	0.2	0.7
Phenol	U	15	0.2	0.7
Cyclopentane, methyl-	N	14	0.2	0.6
Benzene, 1,2,4-trimethyl-	U	13	0.2	0.8
Hexane, 3-methyl-	U	12	0.2	0.6
Diethyl phthalate	U	12	0.1	1.3

**Tube Number** 001605  
**Gradko Lab Reference** BLANKTXTA190411\_3  
**Sample ID** Laboratory Blank

**No compounds above 10ng**

**Results are not Blank corrected.**

Estimated results as ng on tube are calculated by reference to toluene in accordance with ISO 16000-6

\*\*\*Tubes were received with a loose cap. Results may be compromised.

\*\*Compounds may be an artifact due to reaction of ozone with the Tenax sorbent.

Acetic Acid may be an artifact due to the breakdown of Tenax sorbent.

Results greater than 1000ng are outside of our UKAS accredited calibration range.

2,6-Diphenyl-p-benzoquinone is not present in mass spectrum libraries. It has been tentatively identified by comparison of the mass spectrum and retention times of the standard 2,5-Diphenyl-p-benzoquinone.

2,6-Diphenyl-p-benzoquinone may be an artifact due to degradation of Tenax by nitrogen dioxide.

**Analysts Name** Katya Paldamova **Date of Analysis** 11/04/2019

**Report Checked By** Len Gates **Date of Report** 16/04/2019

**Analysis has been carried out in accordance with in-house method GLM 13**

Samples have been tested within the scope of Gradko International Ltd. Laboratory Quality Procedures. Data provided by the client and any subsequent calculations shall be indicated by an asterisk (\*), these calculations and results are not within the scope of our UKAS accreditation. The results within this report relate only to the items tested. Any queries concerning data in this report should be directed to the Laboratory Manager Gradko International Ltd. This report is not to be reproduced, except in full, without the written permission of Gradko International Ltd.

Form LQF32b Issue 8 – June 2018

Report Number N02490R

Page 11 of 11



Gradko International Ltd  
 This signature confirms the authenticity of these results  
 Signed.....*L. Gates*.....  
 L. Gates, Laboratory Manager