



ANALIZA STĘŻEŃ FORMALDEHYDU UZYSKANYCH W LATACH 2012-2024 NA WYBRANYCH STACJACH POMIARU JAKOŚCI POWIETRZA WOJEWÓDZTWA LUBUSKIEGO

Mając na uwadze zainteresowanie społeczne od 2012 roku Wojewódzki Inspektorat Ochrony Środowiska w Zielonej Górze rozpoczął pomiary wskaźnikowe (pomiary dobowe) formaldehydu w powietrzu na stacji monitoringu jakości powietrza w Żarach. Badania kontynuowane były również w 2024 r. Dodatkowo w 2016 roku został rozszerzył zakres pomiarowy o cykl pomiarów wskaźnikowych na stacjach pomiarowych w Zielonej Górze oraz w Smolarach Bytnickich. Obecnie, tj. od 2019 r. badania realizowane są przez Główny Inspektorat Ochrony Środowiska, Centralne Laboratorium Badawcze Oddział w Zielonej Górze.



Stacja monitoringu powietrza w Żarach
(fot. Magdalena Krauze-Biernaczyk)

Formaldehyd (wzór sumaryczny: HCHO , synonimy: aldehyd metylowy, aldehyd mrówkowy, metanal, oksometan, oksymetylen i tlenek metylenu) jest bezbarwnym gazem o specyficznym, ostrym, drażniącym zapachu. Klasyfikacja formaldehydu (zgodnie z rozporządzeniem ministra zdrowia z dnia 28 września 2005 r.) jest to substancja o możliwym działaniu rakotwórczym na człowieka, produkt toksyczny, żrący, działa toksycznie przez drogi oddechowe, w kontakcie ze skórą i po połyknięciu; powoduje oparzenia, może powodować uczulenie w kontakcie ze skórą.

Około 50% całkowitej produkcji formaldehydu stanowi produkcja żywic formaldehydowych. Związek jest stosowany także w produkcji: klejów, barwników, farb i lakierów. Narażenie na formaldehyd występuje również w przemyśle włókienniczym, gdzie używa się go jako składnika kąpiel apreterskich. Bywa stosowany ponadto w: przemyśle papierniczym, fotograficznym, garbarskim, gumowym, rafineryjnym, odlewniczym budownictwie. W medycynie i biologii formaldehyd jest stosowany w postaci formaliny lub paraformaldehydu w celach dezynfekcyjnych oraz jako

środek konserwujący i utrwalający preparaty medyczne i biologiczne.

Formaldehyd jest obecny w atmosferze jako składnik zanieczyszczeń, niekiedy o dużych stężeniach (do $0,197 \text{ mg/m}^3$), zwłaszcza w rejonach uprzemysłowionych i zurbanizowanych. Oprócz przemysłowych technologii wytwarzania i przetwórstwa formaldehydu, głównym źródłem emitowanego do atmosfery formaldehydu są procesy spalania paliw energetycznych (stałych, płynnych i gazowych) w zakładach energetycznych, elektrociepłownicznych i kotłowniach, spalania paliw pędnych w silnikach samochodowych oraz

spalania odpadów komunalnych w spalarniach. Ponadto formaldehyd tworzy się na drodze naturalnej fotooksydacji węglowodorów aromatycznych pochodzących ze spalin samochodowych. Formaldehyd jest istotnym czynnikiem zanieczyszczającym powietrze w pomieszczeniach mieszkalnych i biurowych. Źródłem emisji tego związku są płyty wiórowe, paździerzowe i pilśniowe stosowane w elementach konstrukcyjnych, wykończeniowych i wyrobach meblarskich oraz lakiery, farby, kleje, niektóre rodzaje tapet i wykładzin podłogowych, materiały izolacyjne z wełny mineralnej oraz upłynniacze do betonu użyte w procesie budowlanym. Formaldehyd jest także składnikiem dymu tytoniowego i ocenia się, że w 1 m³ dymu występuje 40 cm³ formaldehydu (*Kupczewska-Dobecka M., 2008*).

Należy zaznaczyć, iż formaldehyd nie jest wymieniony w rozporządzeniu w sprawie dokonywania oceny poziomów substancji w powietrzu i nie posiada określonego poziomu dopuszczalnego lub docelowego. Dla tego typu substancji, w tym specyficznych, powstających w różnorodnych procesach technologicznych, określone zostały poziomy odniesienia w rozporządzeniu Ministra Środowiska z dnia 26 stycznia 2010 r. w sprawie wartości odniesienia dla niektórych substancji w powietrzu (Dz. U. poz. 87). Ustalone w rozporządzeniu wartości poziomów odniesienia służą do celów projektowych, przy określaniu wpływu istniejącej, lub też projektowanej inwestycji na środowisko na potrzeby wydania przez właściwy organ ochrony środowiska decyzji o dopuszczalnej emisji, nie są natomiast standardami jakości powietrza. Dla formaldehydu wartość odniesienia została określona dla okresu roku kalendarzowego – 4 µg/m³ oraz dla godziny – 50 µg/m³.

Od października 2012 roku do końca 2022 roku pomiary formaldehydu wykonywane były w oparciu o metodę manualną absorpcji na płuczkach na stacji pomiarowej w Żarach, przy ul. Szymanowskiego. Oznaczanie w laboratorium odbywało się metodą spektrofotometryczną. Badania te miały charakter wskaźnikowy i odbywały się cyklicznie co dwa tygodnie. Jedynie w październiku i grudniu 2012 r. oraz w styczniu 2013 r. przeprowadzono pomiary dobowe w okresie jednego tygodnia. Poniżej przedstawiono wyniki pomiarów uzyskane na ww. stacji (tab. 1).

Od stycznia 2023 roku oznaczenie zawartości formaldehydu polega na dyfuzyjnej chemisorpcji oparów formaldehydu z powietrza atmosferycznego w próbniku z florisilem pokrytym 2,4 dinitrofenylohydroksy (2,4-DNPH). Analiza w laboratorium odbywa się za pomocą chromatografii cieczowej w połączeniu z detektorem UV lub DAD. Badania te mają charakter wskaźnikowy i odbywają się cyklicznie co tydzień.

Tab. 1. Wyniki średniodobowe pomiarów formaldehydu na stacji pomiarowej w Żarach, przy ul. Szymanowskiego

Rok	Stężenie średnioroczne – Sa [µg/m³]	Stężenie średniodobowe minimalne – S24h _{min} [µg/m³]	Stężenie średniodobowe maksymalne – S24h _{max} [µg/m³]
2012 r.	6,48 ¹⁾	1,62	15,12
2013 r.	3,19	0,71	9,57
2014 r.	4,27	1,39	10,10
2015 r.	3,46	0,16	14,10
2016 r.	1,64	0,47	5,81
2017 r.	0,67	0,045	4,92
2018 r.	0,095	0,045	0,47
2019 r.	0,31	0,045	0,92
2020 r.	0,35	0,045	1,30
2021 r.	0,58	0,045	3,63
2022 r.	0,51	0,045	2,34

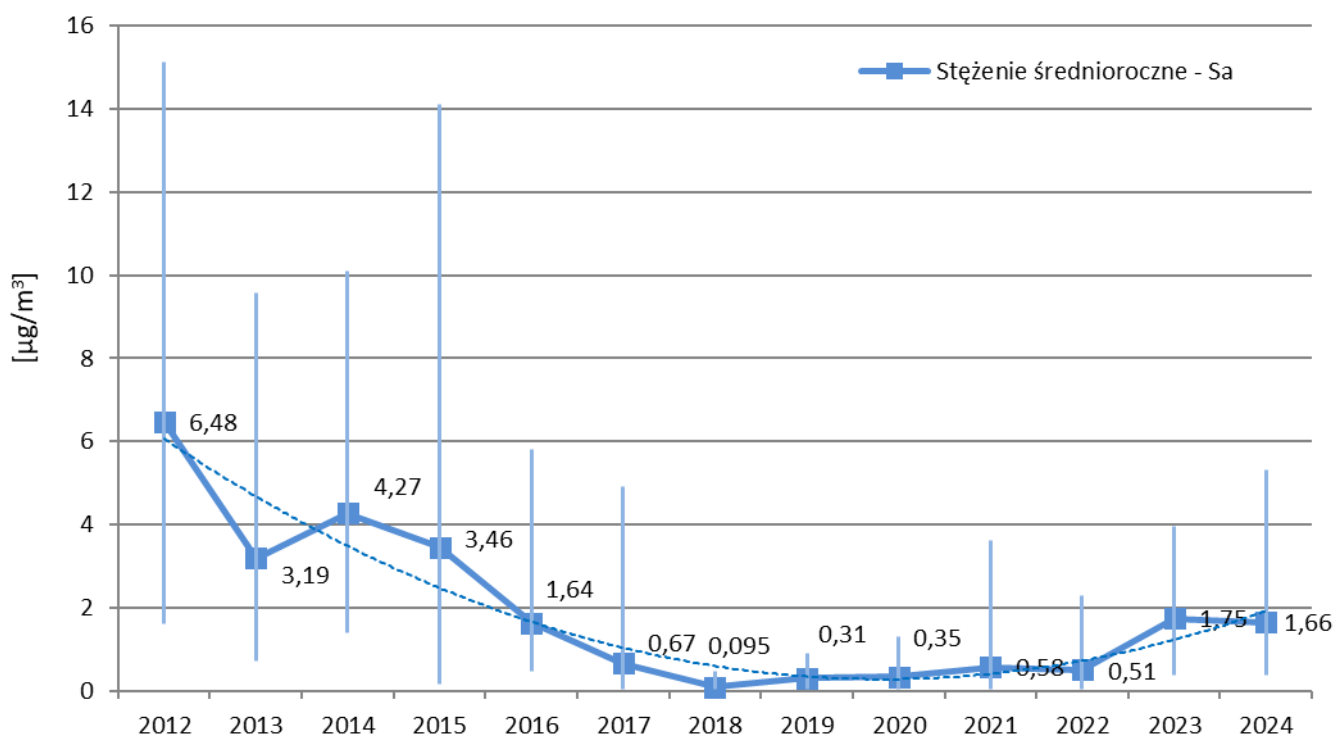
1) badania prowadzone od października

Tab. 2. Wyniki średniotygodniowe pomiarów formaldehydu na stacji pomiarowej w Żarach, przy ul. Szymanowskiego

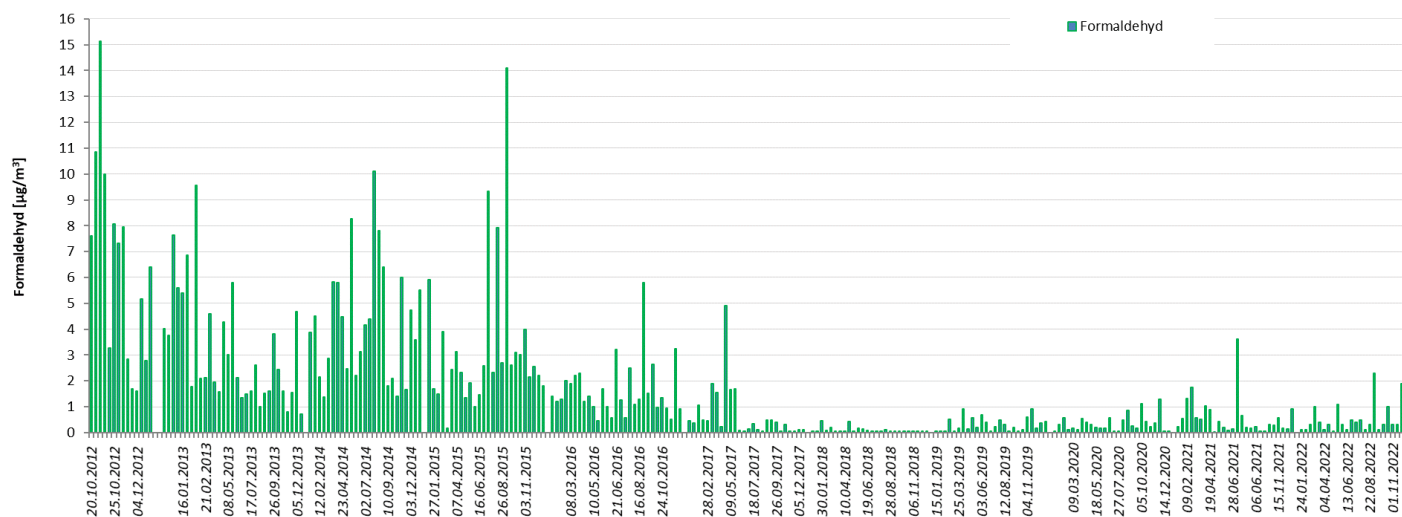
Rok	Stężenie średnioroczne – Sa [µg/m³]	Stężenie średniotygodniowe minimalne – St _{min} [µg/m³]	Stężenie średniotygodniowe maksymalne – St _{max} [µg/m³]
2023 r.	1,75	0,37	3,97
2024 r.	1,66	0,37	5,30

W analizowanym okresie (2012-2024) średnie roczne stężenie formaldehydu (Sa) zawierało się w granicach od 0,0095 µg/m³ w 2018 r. do 6,48 µg/m³ w 2012 r. (rys. 1), przy czym wartości dobowe (S24h) w latach 2012-2022 kształtowały się w przedziale 0,045 – 15,12 µg/m³ (rys. 2).

W latach 2012 – 2022 zaobserwować można, że zarówno stężenia dobowe oraz wartość uśredniona dla omawianego okresu pomiarów były najniższe w 2018 r. oraz widać utrzymującą się tendencję malejącą w zarówno dla uzyskanych wartości średniorocznych, jak również dla wartości dobowych maksymalnych i minimalnych. W 2023 r. stwierdzono wzrost stężenia średniorocznego w stosunku do lat ubiegłych, począwszy od 2016 r. W 2024 roku średnia roczna wartość stężenia formaldehydu w powietrzu nieznacznie spadła w stosunku do roku ubiegłego.



Rys. 1. Stężenia średnioroczne formaldehydu pomierzone w latach 2012-2024 na stacji w Żarach, przy ul. Szymanowskiego, wraz ze stężeniami dobowymi minimalnymi i maksymalnymi w danym roku w latach 2012-2024



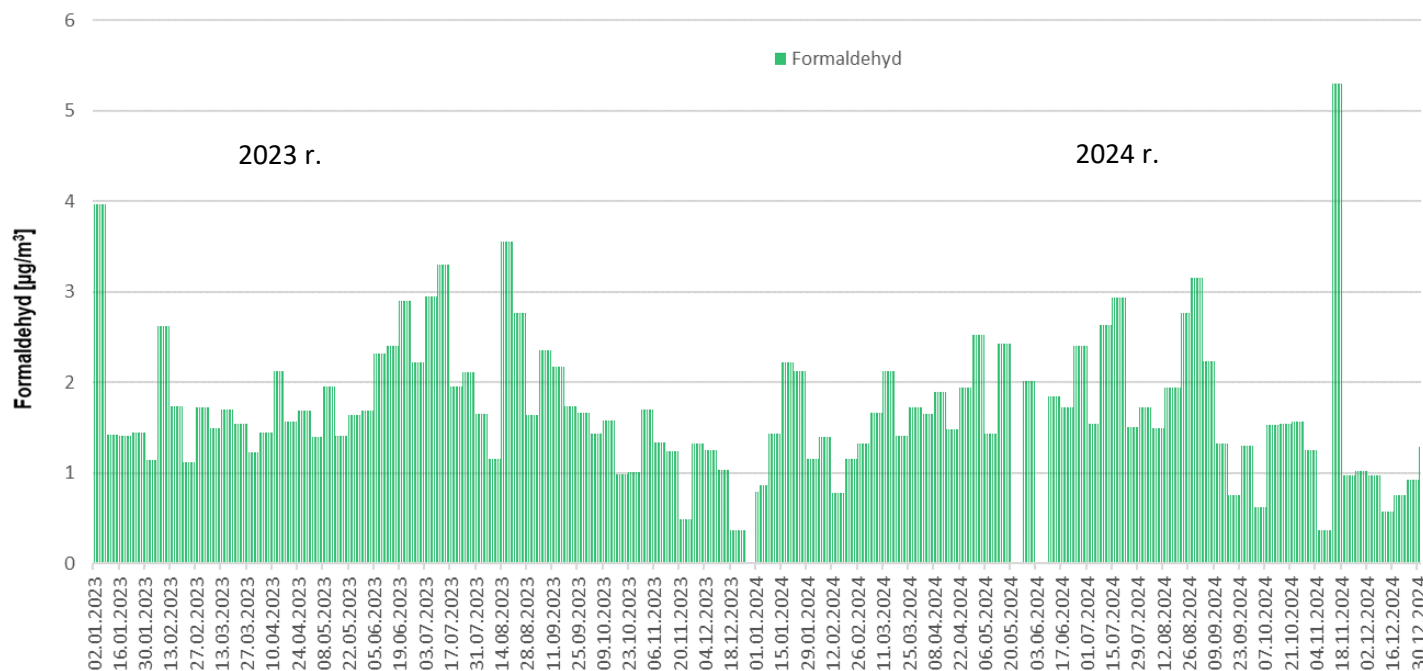
Rys. 2. Stężenia dobowe formaldehydu pomierzone w latach 2012-2022 na stacji w Żarach, przy ul. Szymanowskiego

W okresie 01.01.2024 r. do 31.12.2024 r. stężenia średniotygodniowe zawierały się w przedziale od 0,37 do 5,30 µg/m³, natomiast wartość średnia z tego okresu wynosi 1,66 µg/m³. Poniżej przedstawiono serię pomiarową stężenia formaldehydu w powietrzu w 2024 r. (tab. 3, rys. 3).

Tab. 3. Seria pomiarowa stężenia formaldehydu w powietrzu w 2024 r.

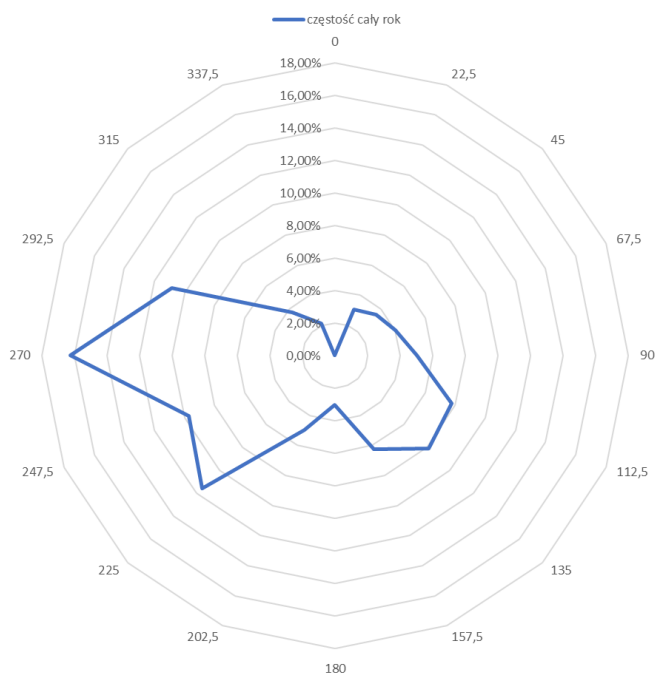
Stężenie średniotygodniowe [µg/m³]	
Data wykonania pomiaru	Formaldehyd
01-02.01.2024 r.	0,79
03-07.01.2024 r.	0,87
08-14.01.2024 r.	1,43
15-21.01.2024 r.	2,22
22-28.01.2024 r.	2,12
29.01.-04.02.2024 r.	1,15
05-11.02.2024 r.	1,4
12-18.02.2024 r.	0,78
19-25.02.2024 r.	1,15
26.02.-03.03.2024 r.	1,32
04-10.03.2024 r.	1,67
11-17.03.2024 r.	2,12
18-24.03.2024 r.	1,41
25.03.-01.04.2024 r.	1,72
02-07.04.2024 r.	1,65
08-14.04.2024 r.	1,89
15-21.04.2024 r.	1,48
22-28.04.2024 r.	1,94
29.04.-05.05.2024 r.	2,52
06-12.05.2024 r.	1,43
13-20.05.2024 r.	2,43
21-26.05.2024 r.	-
27.05.-02.06.2024 r.	2,02
03-09.06.2024 r.	-
10-16.06.2024 r.	1,85
17-23.06.2024 r.	1,73
24.06.-01.07.2024 r.	2,4
02-07.07.2024 r.	1,54

Stężenie średniotygodniowe [µg/m³]	
Data wykonania pomiaru	Formaldehyd
08-14.07.2024 r.	2,63
15-22.07.2024 r.	2,94
23-29.07.2024 r.	1,51
30.07.-05.08.2024 r.	1,73
06-12.08.2024 r.	1,5
13-21.08.2024 r.	1,94
22-26.08.2024 r.	2,77
27.08.-02.09.2024 r.	3,15
03-09.09.2024	2,24
10-16.09.2024 r.	1,33
17-23.09.2024 r.	0,76
24-30.09.2024 r.	1,3
01-07.10.2024 r.	0,62
08-14.10.2024 r.	1,53
15-21.10.2024 r.	1,54
22-28.10.2024 r.	1,57
29.10.-04.11.2024 r.	1,25
05-12.11.2024 r.	0,37
13-18.11.2024 r.	5,3
19-25.11.2024 r.	0,97
26.11.-02.12.2024 r.	1,02
03-09.12.2024 r.	0,98
10-16.12.2024 r.	0,57
17-23.12.2024 r.	0,76
24-30.12.2024 r.	0,92
31.12.2024 r.	1,29
Średnia:	1,66



Rys. 3. Stężenia tygodniowe formaldehydu pomierzone w latach 2023-2024 na stacji w Żarach, przy ul. Szymanowskiego

Na podstawie uzyskanych wyników pomiarów meteorologicznych (w tym kierunku wiatru) sporządzono różę wiatrów (rys. 4), która wskazuje, iż w 2024 roku przeważały wiatry z kierunków zachodnich (225 - 292,5°).



Rys. 4. Róża wiatrów na podstawie pomiarów meteorologicznych uzyskanych w 2024 r. na stacji w Żarach przy ul. Szymanowskiego

Ponadto w 2016 roku lubuski WIOŚ przeprowadził cykl pomiarów wskaźnikowych (pomiaru dobowe) na stacjach w:

- Smolarach Bytnickich – pomiary w dniach 26-28 lipca oraz 1 sierpnia (tab. 4);
- w Zielonej Górze – pomiary od sierpnia do grudnia 2016 r. (tab. 5).

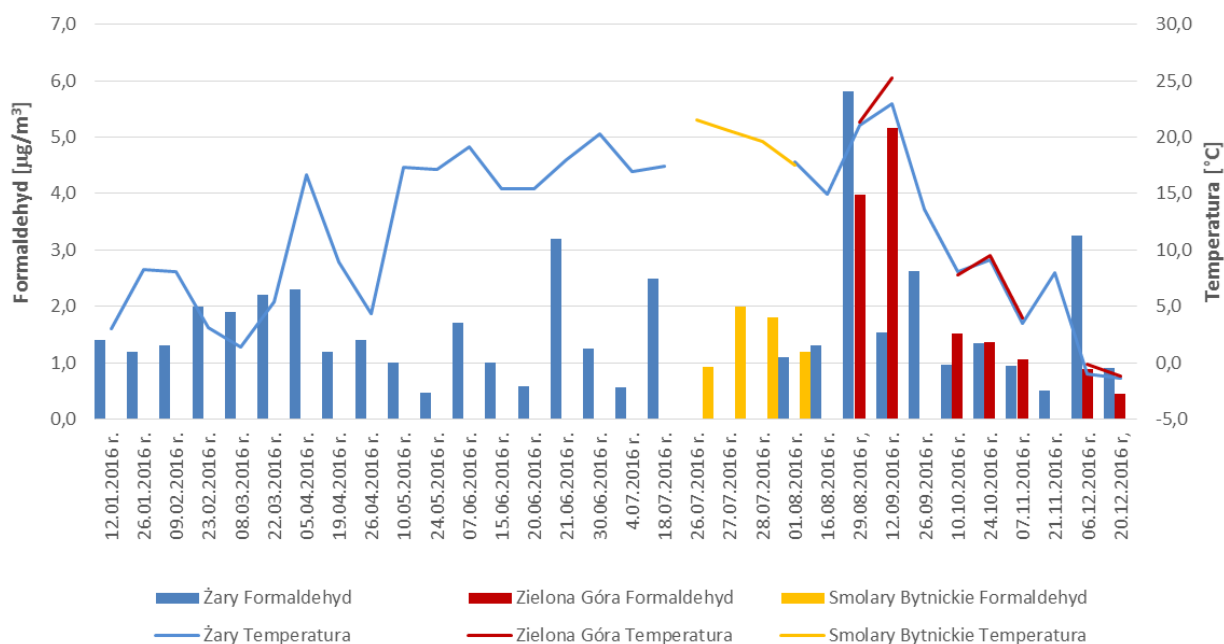
Należy zaznaczyć, iż charakter stacji w Smolarach Bytnickich jest skrajnie różny od stacji w Żarach oraz w Zielonej Górze. Stacja żarska jest stacją miejską, zlokalizowaną w największej dzielnicy sypialnianej Żar, w północno-zachodniej części miasta. W najbliższym otoczeniu znajdują się drogi (ul. Szymanowskiego i ul. Chopina), wzdłuż których znajdują się pięciokondygnacyjne zabudowania wielorodzinne, park, szkoła, parking i stacja benzynowa. Stacja zielonogórska zlokalizowana jest w środkowej części Zielonej Góry na wschód od śródmieścia, na terenie osiedla Tysiąclecia, w rejonie ulic: Podgórna i Krótka. Osiedle Tysiąclecia ma charakter mieszkaniowy o zabudowie wielo- i jednorodzinnej. W najbliższym otoczeniu stacji przeważają zabudowania jednorodzinne: jedno- lub dwukondygnacyjne. Skwer, na którym posadowiona jest stacja, od południa sąsiaduje z ul. Podgórną, (droga dwukierunkowa). Stacja w Smolarach Bytnickich ma charakter podmiejski, zlokalizowana jest na terenie Szkółki Leśnej w Smolarach Bytnickich w gminie Bytnica. Gmina Bytnica położona jest w środkowej części województwa lubuskiego. W całości znajduje się w strefie krajobrazu chronionego pod nazwą Pojezierze Lubuskie. Charakteryzuje się dużym zalesieniem (wskaźnik zalesienia około 78%) i dużą ilością jezior. Smolary Bytnickie są przysiółkiem miejscowości Bytnica (996 mieszkańców), oddalonym od niej ok. 4 km. Na terenie przysiółka znajdują się 4 budynki mieszkalne oraz budynki szkółki leśnej.

Tab. 4. Wyniki pomiarów stężenia formaldehydu uzyskanych na stacji pomiarowej w Smolarach Bytnickich

Smolary Bytnickie	
Stężenie 24-godzinne (średniodobowe) [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	
Data wykonania pomiaru	Formaldehyd
26.07.2016 r.	0,9
27.07.2016 r.	2,0
28.07.2016 r.	1,8
01.08.2016 r.	1,2
Średnia:	1,48

Tab. 5. Wyniki pomiarów stężenia formaldehydu uzyskanych na stacji pomiarowej w Zielonej Górze

Zielona Góra	
Stężenie 24-godzinne (średniodobowe) [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	
Data wykonania pomiaru	Formaldehyd
29.08.2016 r.	3,98
12.09.2016 r.	5,17
10.10.2016 r.	1,52
24.10.2016 r.	1,36
07.11.2016 r.	1,06
06.12.2016 r.	0,88
20.12.2016 r.	0,44
Średnia:	2,06



Rys. 5. Stężenia dobowe formaldehydu pomierzone w 2016 r. na stacjach: w Żarach, w Zielonej Górze oraz w Smolarach Bytnickich

Przeprowadzone badania na stacji w Smolarach Bytnickich zlokalizowanej na obszarze kompleksów leśnych Puszczy Rzepińskiej dają informację na temat stężenia tłowego tej substancji w środowisku, natomiast wyniki ze stacji w Zielonej Górze pokazują stężenia dla analogicznego obszaru zurbanizowanego. Analizując powyższe, stężenia średniodobowe ze Smolar Bytnickich zawierały się w przedziale od 0,9 do 2,0 µg/m³, przy czym wartość średnia z tego okresu wynosi 1,48 µg/m³, natomiast w Zielonej Górze był to przedział od 0,44 do 5,17 µg/m³, a wartość średnia z tego okresu wyniosła 2,06 µg/m³ – rys. 5. Porównując wyniki uzyskane w 2016 roku w Żarach z wynikami ze Smolar Bytnickich i z Zielonej Góry zaobserwować można że stężenia dobowe uśrednione dla omawianego okresu pomiarów kształtują się na podobnym poziomie.

Literatura:

1. Kupczewska-Dobacka M. 2008. Formaldehyd. Dokumentacja dopuszczalnych wielkości narażenia zawodowego. Podstawy i Metody Oceny Środowiska Pracy 2008, nr 3(57), s. 51–125.

Opracowano w Regionalnym Wydziale Monitoringu Środowiska w Zielonej Górze
Główny Inspektorat Ochrony Środowiska
pod kierunkiem Naczelnika Wydziału Przemysław Suska

Autor:

Magdalena Krauze-Biernaczyk
Katarzyna Wołejko