



## **ANALIZA STĘŻEŃ FORMALDEHYDU UZYSKANYCH W LATACH 2012-2023 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 2023 r. Dodatkowo jedynie 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:  $\text{HCHO}$ , 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 połykaniu; powoduje oparzenia, może powodować uczulenie w kontakcie ze skórą.

Okolo 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 kąpieli apreterskich. Bywa stosowany ponadto w: przemyśle papierniczym, fotograficznym, garbarskim, gumowym, rafineryjnym, odlewniczym i 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 mg/m<sup>3</sup>), 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, elektrociepłowniczych 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 m<sup>3</sup> dymu występuje 40 cm<sup>3</sup> formaldehydu (Kupczewska-Dobeca 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/m<sup>3</sup> oraz dla godziny – 50 µg/m<sup>3</sup>.

Od października 2012 roku do końca 2022 roku pomiary formaldehydu na stacji pomiarowej w Żarach, przy ul. Szymanowskiego wykonywane były w oparciu o metodę manualną absorpcji na płuczkach. 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 wykonywane było metodą pasywną, polegającą 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

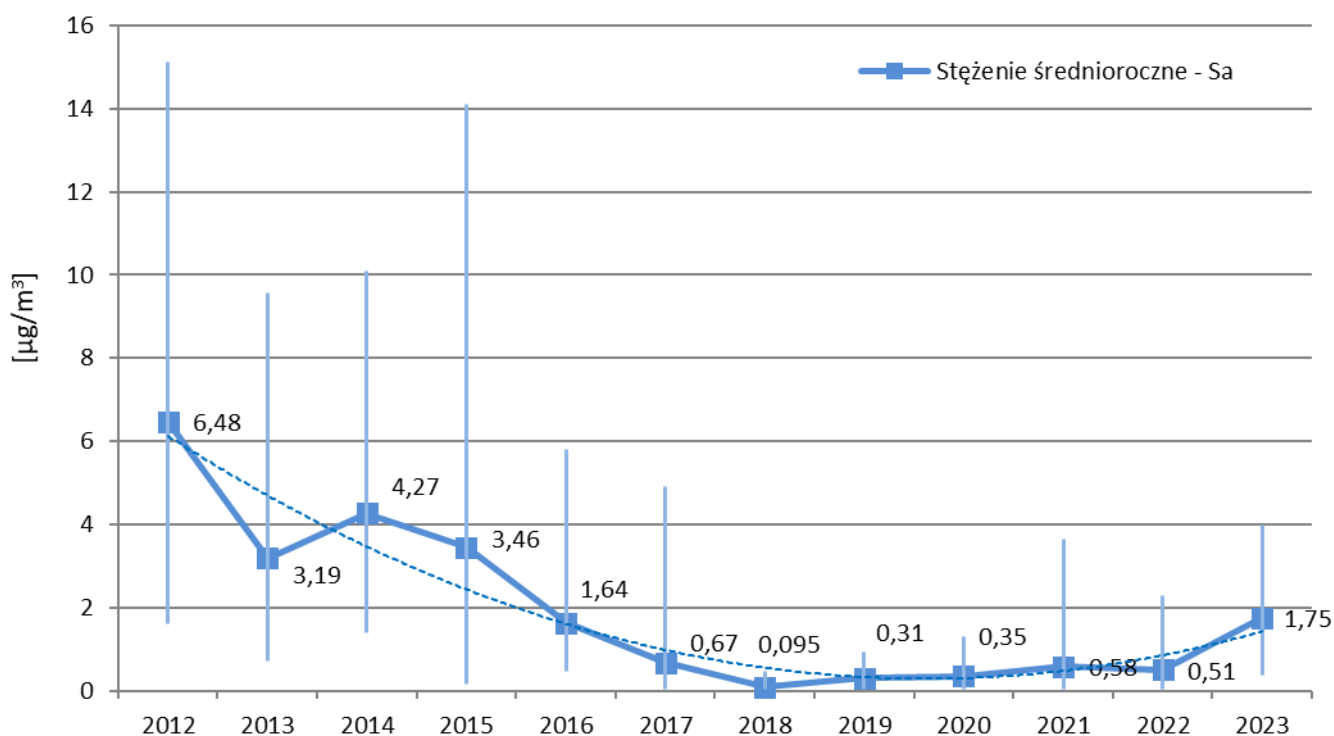
| Rok     | Stężenie średnioroczne - Sa<br>[µg/m <sup>3</sup> ] | Stężenie średniodobowe<br>minimalne - S24h <sub>min</sub><br>[µg/m <sup>3</sup> ] | Stężenie średniodobowe<br>maksymalne - S24h <sub>max</sub><br>[µg/m <sup>3</sup> ] |
|---------|-----------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------|
| 2012 r. | 6,48 <sup>1)</sup>                                  | 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

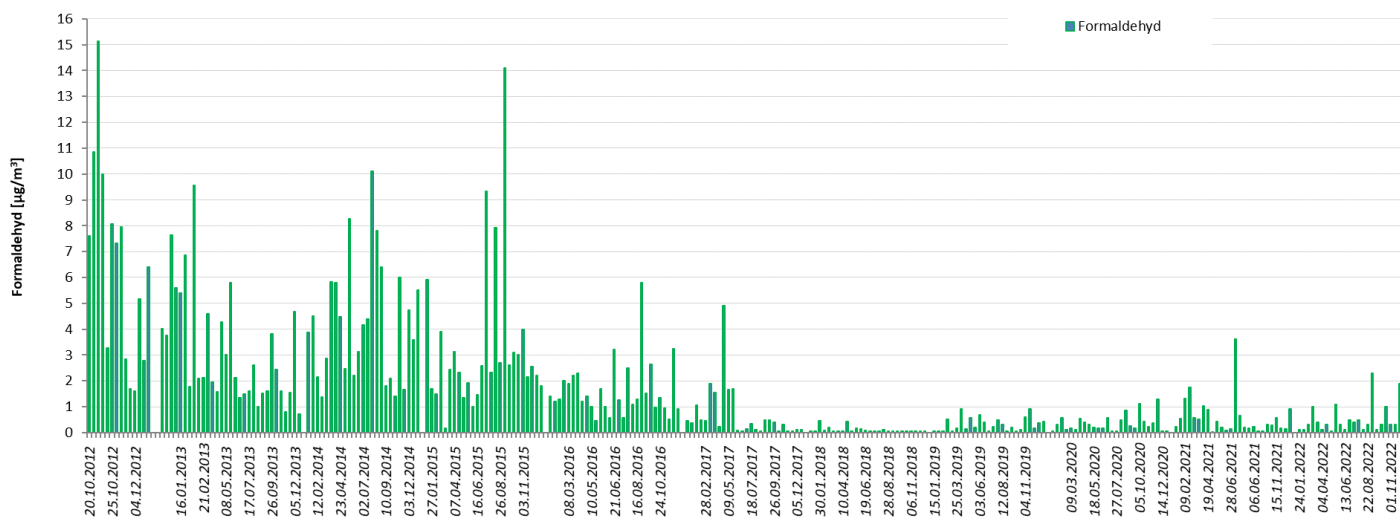
**Tab. 2.** Wyniki średniotygodniowe pomiarów formaldehydu na stacji pomiarowej w Żarach, przy ul. Szymanowskiego

| Rok     | Stężenie średnioroczne - Sa<br>[µg/m <sup>3</sup> ] | Stężenie<br>średniotygodniowe<br>minimalne - St <sub>min</sub><br>[µg/m <sup>3</sup> ] | Stężenie<br>średniotygodniowe<br>maksymalne - St <sub>max</sub><br>[µg/m <sup>3</sup> ] |
|---------|-----------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------|
| 2023 r. | 1,75                                                | 0,37                                                                                   | 3,97                                                                                    |

W analizowanym okresie (2012-2023) średnie roczne stężenie formaldehydu (Sa) zawierało się w granicach od 0,0095 µg/m<sup>3</sup> w 2018 r. do 6,48 µg/m<sup>3</sup> w 2012 r. (rys. 1), przy czym wartości dobowe (S24h) w latach 2012-2022 kształtowały się w przedziale 0,045 – 15,12 µg/m<sup>3</sup> (rys. 2).



**Rys. 1.** Stężenia średnioroczne formaldehydu pomierzone w latach 2012-2023 na stacji w Żarach, przy ul. Szymanowskiego, wraz ze stężeniami dobowymi minimalnymi i maksymalnymi w danym roku w latach 2012-2023.



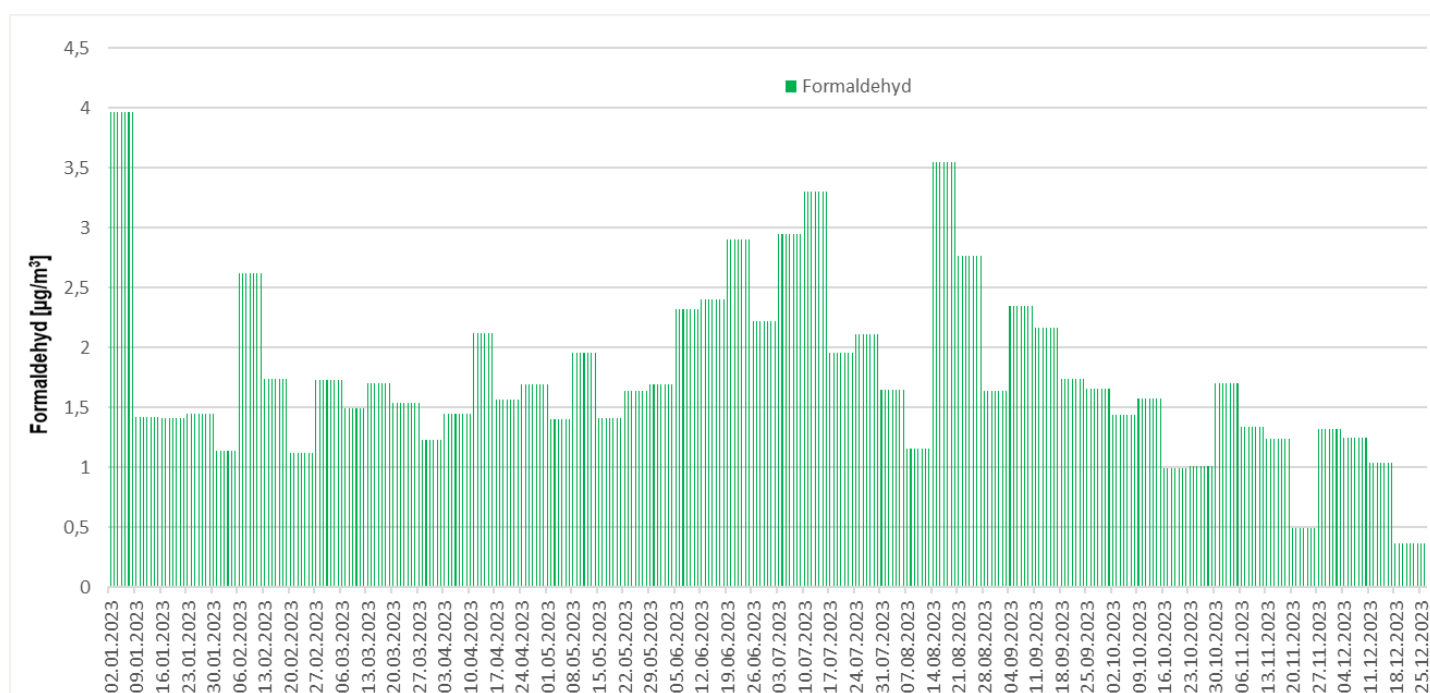
**Rys. 2.** Stężenia dobowe formaldehydu pomierzone w latach 2012-2022 na stacji w Żarach, przy ul. Szymanowskiego.

W okresie 08.01.2023 r. do 26.12.2023 r. stężenia średniotygodniowe zawierały się w przedziale od 0,37 do 3,97  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ , natomiast wartość średnia z tego okresu wynosi 1,75  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ . Poniżej przedstawiono serię pomiarową stężenia formaldehydu w powietrzu w 2023 r. (tab. 3, rys. 3).

**Tab. 3.** Seria pomiarowa stężenia formaldehydu w powietrzu w 2023 r.

| Stężenie średniotygodniowe [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ] |             |
|---------------------------------------------------------|-------------|
| Data wykonania pomiaru                                  | Formaldehyd |
| 02 - 08.01.2023                                         | 3,97        |
| 09 - 15.01.2023                                         | 1,42        |
| 16 - 22.01.2023                                         | 1,41        |
| 23 - 29.01.2023                                         | 1,45        |
| 31.01. - 05.02.2023                                     | 1,14        |
| 06 - 12.02.2023                                         | 2,62        |
| 13 - 19.02.2023                                         | 1,74        |
| 20 - 26.02.2023                                         | 1,12        |
| 27.02. - 06.03.2023                                     | 1,73        |
| 07 - 12.03.2023                                         | 1,49        |
| 13 - 19.03.2023                                         | 1,7         |
| 20 - 27.03.2023                                         | 1,54        |
| 28.03. - 02.04.2023                                     | 1,23        |
| 03 - 10.04.2023                                         | 1,45        |
| 11 - 16.04.2023                                         | 2,12        |
| 17 - 23.04.2023                                         | 1,57        |
| 24.04. - 01.05.2023                                     | 1,69        |
| 02 - 07.05.2023                                         | 1,4         |
| 08 - 14.05.2023                                         | 1,96        |
| 15 - 21.05.2023                                         | 1,41        |
| 22 - 28.05.2023                                         | 1,64        |
| 29.05. - 04.06.2023                                     | 1,69        |
| 05 - 11.06.2023                                         | 2,32        |
| 12 - 18.06.2023                                         | 2,4         |
| 19 - 25.06.2023                                         | 2,9         |
| 26.06. - 02.07.2023                                     | 2,22        |

| Stężenie średniotygodniowe [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ] |             |
|---------------------------------------------------------|-------------|
| Data wykonania pomiaru                                  | Formaldehyd |
| 03 - 09.07.2023                                         | 2,95        |
| 10 - 16.07.2023                                         | 3,3         |
| 17 - 23.07.2023                                         | 1,96        |
| 24 - 30.07.2023                                         | 2,11        |
| 31.07. - 06.08.2023                                     | 1,65        |
| 07 - 13.08.2023                                         | 1,16        |
| 14 - 20.08.2023                                         | 3,55        |
| 21 - 27.08.2023                                         | 2,77        |
| 28.08. - 03.09.2023                                     | 1,64        |
| 04 - 10.09.2023                                         | 2,35        |
| 11 - 17.09.2023                                         | 2,17        |
| 18 - 24.09.2023                                         | 1,74        |
| 25.09. - 01.10.2023                                     | 1,66        |
| 02 - 08.10.2023                                         | 1,44        |
| 09 - 15.10.2023                                         | 1,58        |
| 16 - 22.10.2023                                         | 0,99        |
| 23 - 29.10.2023                                         | 1,01        |
| 30.10. - 05.11.2023                                     | 1,7         |
| 06 - 12.11.2023                                         | 1,34        |
| 13 - 19.11.2023                                         | 1,24        |
| 20 - 26.11.2023                                         | 0,49        |
| 27.11. - 03.12.2023                                     | 1,32        |
| 04 - 10.12.2023                                         | 1,25        |
| 11 - 17.12.2023                                         | 1,04        |
| 18 - 26.12.2023                                         | 0,37        |
| <b>Średnia:</b>                                         | <b>1,75</b> |



**Rys. 3.** Stężenia tygodniowe formaldehydu pomierzone w roku 2023 na stacji w Żarach, przy ul. Szymanowskiego.

Jak już zostało wcześniej wspomniane 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).

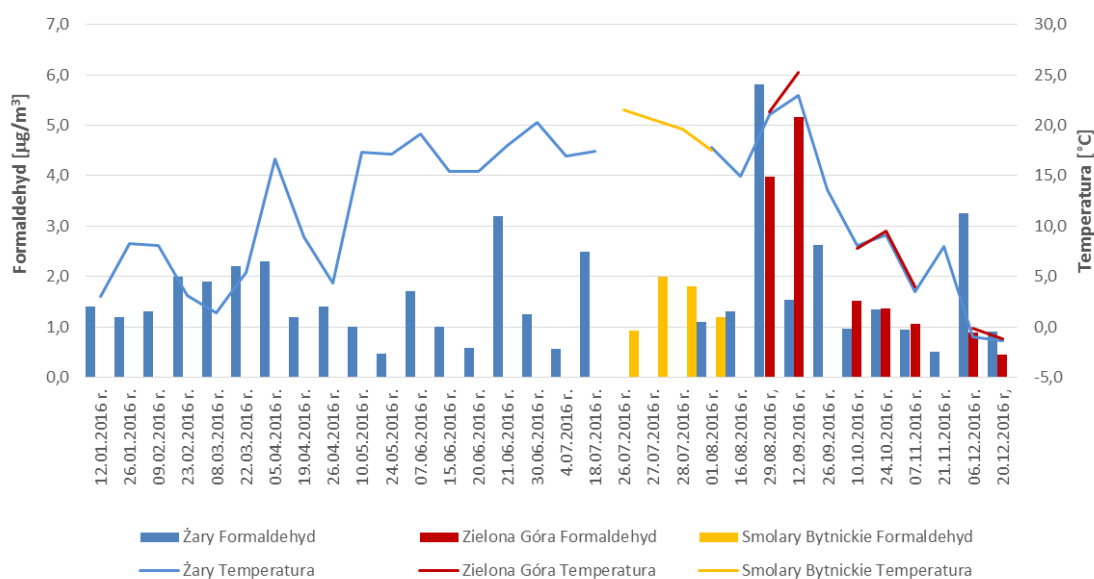
Należy zaznaczyć, iż charakter stacji w Smolarach Bytnickich jest skrajnie różny od stacji w Żarach oraz w Zielonej Górze. Stacja żarska jest stacją miejską, zlokalizowaną w największej dzielnicy sypialnianej Żar, w północno-zachodniej części miasta. W najbliższym otoczeniu znajdują się drogi (ul. Szymanowskiego 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         |
| <b>Średnia:</b>                                                   | <b>1,48</b> |

**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        |
| <b>Średnia:</b>                                                   | <b>2,06</b> |



**Rys. 4.** 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  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ , przy czym wartość średnia z tego okresu wynosi 1,48  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ , natomiast w Zielonej Górze był to przedział

od 0,44 do 5,17  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ , a wartość średnia z tego okresu wyniosła 2,06  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  – rys. 4. 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.

Analizując uzyskane wyniki: w Żarach 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. zauważany był wzrost stężenia średniorocznego w stosunku do w stosunku do lat ubiegłych, począwszy od 2016 r.

#### **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