

*Dariusz Góra*

## Wpływ zmian stężenia wybranych zanieczyszczeń powietrza na ogólny stan zdrowia dzieci i młodzieży w Bielsku-Białej

### Streszczenie

Skutkiem zanieczyszczenia powietrza jest smog, kwaśne deszcze, dziura ozonowa, globalne ocieplenie a także choroby układu krążenia, układu oddechowego oraz choroby nowotworowe, częściej występują u dzieci. Dzieci i niemowlęta są szczególnie narażone na zanieczyszczenie powietrza, ponieważ ich układ odpornościowy, oddechowy i ośrodkowy układ nerwowy nie są jeszcze w pełni rozwinięte. W stosunku do dorosłych, dzieci często spędzają więcej czasu na zewnątrz pomieszczeń, a ze względu na mniejszą pojemność płuc również częściej oddychają, przez co wdychają – znacznie większą niż dorośli – ilość powietrza w stosunku do masy ich ciała. Przedmiotem pracy jest wpływ zmian stężenia wybranych zanieczyszczeń powietrza (pył zawieszony PM10 oraz PM2,5, benzo(a)piren i tlenki azotu) w Bielsku-Białej w latach 2010–2018 na ogólny stan zdrowia dzieci i młodzieży w powiązaniu z warunkami meteorologicznymi.

### Influence of changes in the concentration of selected air pollutants on the general health of children and adolescents in Bielsko-Biała

#### Abstract

Air pollution results in smog, acid rain, ozone hole, global warming, as well as cardiovascular and respiratory diseases and cancer, which are increasingly common in children. Children and infants are particularly vulnerable to air pollution because their immune, respiratory and central nervous systems are not yet fully developed. Compared to adults, children often spend more time outdoors, and due to their lower lung capacity, they also breathe more frequently, which means that they breathe in – much more air than adults – in relation to their body weight. The subject of the study is the impact of changes in the concentration of selected air pollutants (particulate matter PM10 and PM2.5, benzo (a) pyrene and nitrogen oxides) in Bielsko-Biała in 2010–2018 on the general health of children and adolescents in connection with meteorological conditions.

**Słowa kluczowe:** Bielsko-Biała, monitoring powietrza, pył zawieszony, tlenki azotu, zanieczyszczenie powietrza

**Keywords:** Bielsko-Biała, air monitoring, particulate matter, nitrogen oxides, air pollution

Otrzymano: 26.11.2020

Received: 26.11.2020

Zaakceptowano: 07.07.2021

Accepted: 07.07.2021

**Sugerowana cytacja / Suggested citation:** Góra, D. (2021). Wpływ zmian stężenia wybranych zanieczyszczeń powietrza na ogólny stan zdrowia dzieci i młodzieży w Bielsku-Białej. *Annales Universitatis Paedagogicae Cracoviensis Studia Geographica*, 16, 79–98, doi: 10.24917/20845456.16.5

## Wstęp

Zgodnie z obecnie obowiązującą ustawą *Prawo Ochrony Środowiska* z 2001 r. przez określenie „zanieczyszczanie powietrza atmosferycznego” rozumie się emisję, która może być szkodliwa dla zdrowia ludzi lub stanu środowiska, może powodować szkodę w dobrach materialnych, pogarszać walory estetyczne środowiska lub kolidować z innymi, uzasadnionymi sposobami korzystania ze środowiska (Wielgosiński, Zarzycki, 2018).

Źródłem skażeń atmosfery jest wprowadzanie do niej różnego rodzaju zanieczyszczeń. Wprowadzanie zanieczyszczeń (skażeń) do środowiska to emisja, a miejsce (źródło) wprowadzania tych zanieczyszczeń to emitör. Wprowadzane zanieczyszczenia ulegają w atmosferze rozproszeniu (rozprzestrzenianiu), które odbywa się jednocześnie na drodze:

- dyspersji, której mechanizm opiera się na dyfuzji fizycznej zanieczyszczeń (migracji molekularnej zanieczyszczeń z miejsc, gdzie występują one w wysokich stężeniach do miejsc o niższych stężeniach),
- konwekcji, czyli przenoszeniu mas powietrza na skutek różnicy temperatur,
- adwekcji, czyli przenoszenie zanieczyszczeń przez wiatr (Juraszka, Dąbrowski, 2011).

Rozprzestrzeniające się w atmosferze zanieczyszczenia docierają do poszczególnych elementów środowiska (np. powierzchnia Ziemi, powierzchnia wody, elementy przyrody itp.). Proces ten nazywamy imisją.

Sposób wprowadzania zanieczyszczeń do środowiska (powietrza) może odbywać się poprzez emitory wprowadzające zanieczyszczenia w sposób zorganizowany (np. z wykorzystaniem wentylatora) oraz w sposób niezorganizowany (np. wentylacja grawitacyjna, emitory powierzchniowe i liniowe itp.).

Emitory punktowe (stanowiące zdecydowaną większość), to emitory, w których emisja wprowadzana jest do powietrza w sposób zorganizowany w jednym konkretnym punkcie. Emisja punktowa to emisja ze zidentyfikowanych dużych emitörów (np. elektrownia, elektrociepłownia, kotłownie itp.) oraz zidentyfikowanych emitörów technologicznych przedsiębiorstw, dla których wydane zostały pozwolenia na emisję lub przyjęte zgłoszenia emisji.

Emitory powierzchniowe to emitory, gdzie emisja (najczęściej niezorganizowana) odbywa się z powierzchni płaskiej (np. gruntu, zbiornika wodnego lub cienkiej warstwy bezpośrednio do niej przylegającej) o określonych wymiarach. Jako emisję powierzchniową przyjmuje się emisję z gęsto zabudowanych i zaludnionych kwartałów mieszkaniowych, na terenie których dominują indywidualne systemy grzewcze.

Emitory liniowe to grupa zbliżona do emitatorów powierzchniowych, gdzie jeden z poziomych wymiarów geometrycznych emitora jest znacznie mniejszy od drugiego, podobnie jak znacznie mniejsza od poziomych wymiarów geometrycznych jest jego wysokość. Przykładem emitatorów liniowych są drogi, autostrady będące źródłem emisji spalin samochodowych, kanały ściekowe emitujące zanieczyszczenia czy też rząd emitatorów punktowych położonych bardzo blisko siebie. Emisja liniowa to emisja ze źródeł mobilnych (samochodów) poruszających się wzdłuż szlaków komunikacyjnych (ulice, szosy, drogi, autostrady itp.).

Za najważniejsze zanieczyszczenia emitowane do atmosfery w efekcie prowadzonej działalności gospodarczej (głównie produkcyjnej) uważa się:

- ditlenek (dwutlenek) siarki:  $\text{SO}_2$ ,
- tlenki azotu:  $\text{NO}$ ,  $\text{N}_2\text{O}$ ,  $\text{NO}_2$ ,
- pył,
- lotne związki organiczne,
- trwałe zanieczyszczenia organiczne,
- metale ciężkie,
- gazy cieplarniane,
- odory (Wielgościński i Zarzycki, 2018).

Miasto Bielsko-Biała położone jest na południu Polski, na Pogórzu Śląskim, u podnóży Beskidów. Jego powierzchnia wynosi  $125 \text{ km}^2$ . Rozłożone jest na kilkunastu wzgórzach. Samo centrum położone jest na wysokości 310 m n.p.m. Najniżej usytuowane są Stawy Komorowickie – 262 m n.p.m., a najwyższy szczyt Klimczoka – 1117 m n.p.m. To właśnie takie ukształtowanie terenu powoduje, że w bezwietrzne dni znacznie pogarsza się stan powietrza atmosferycznego, w szczególności w niżej położonym centrum.

Zabudowa miejska silnie wpływa na pole prędkości i kierunków wiatrów. Krytyczna wartość wynosi 3–5 m/s, powyżej niej następuje wyhamowanie prędkości wiatru, a poniżej przyspieszenie powodowane np. efektem tunelowym. Budynki, zwłaszcza wysokie (np. Osiedle Beskidzkie w południowej części miasta i Dolne Przedmieście w centrum miasta) zmieniają kierunek i prędkość przepływu wiatru. Ze względu na zbieżność strumieni powietrza strona nawietrzna budynku jest narażona na uderzenia wiatru, stanowi zatem obszar wysokiego ciśnienia. Strona zawietrzna budynku znajduje się w cieniu aerodynamicznym i jest objęta obszarem niskiego ciśnienia. Sytuacja taka stwarza warunki do przewietrzania okolic budynku, a powstała różnica ciśnień działa niekorzystnie, zwłaszcza na osoby cierpiące na choroby układu krążenia (Prognoza oddziaływania..., 2016).

Obszar miasta pod względem przewietrzania zasadniczo można podzielić na dwa odmienne typy, tj. na tereny „dobrze przewietrzane”, gdzie występują np. wzniesienia oraz tereny „gorzej przewietrzane” stanowiące tereny dolin, gdzie odsetek częstotliwości występowania cisz i słabych wiatrów jest znacznie większy, a więc zmniejszający możliwość wymiany i oczyszczania powietrza w mieście.

Na ogólny stan jakościowy powietrza w Bielsku-Białej wpływa wiele czynników, tworząc to zjawisko skomplikowanym układem wieloparametrowym, trudnym do modelowania i prognozowania. Jednak najważniejsze czynniki to te, które są związane z powstawaniem, migracją i lokalną kumulacją zanieczyszczeń na niskich wysokościach nad poziomem terenu. Poza tym istotna jest topografia i sposób zagospodarowania miasta. Położenie geograficzne miasta sprzyja przewietrzaniu

obszaru miejskiego, ponieważ wysokość terenu opada z kierunku południowego ku północy oraz z kierunku zachodniego na wschód. Istnieją natomiast lokalne zagłębienia terenu, i z tego powodu istotne jest odpowiednie zagospodarowanie przestrzenne, zwłaszcza terenów zurbanizowanych. Skupiska budowli o różnych wysokościach, różnej zwartości i różnym usytuowaniu – uwielokrotnia szorstkość podłoża, stanowi też wyraźną przeszkodę dla swobodnego przepływu mas powietrza, powodując różnego typu zawirowania. Wzrost tarcia powoduje zmniejszenie prędkości wiatru przy powierzchni ziemi, wzmaga się natomiast mieszanie turbulencyjne i porywistość wiatru. Kolejnym czynnikiem, który bezpośrednio powoduje występowanie podwyższonych stężeń zanieczyszczeń w powietrzu są warunki klimatyczne i meteorologiczne. Sprzyjające warunki meteorologiczne (temperatura powietrza, prędkość i kierunek wiatru) powodują wzrost lub spadek stężenia zanieczyszczeń w powietrzu atmosferycznym na wysokości pomiaru (ok 2 m ponad poziomem gruntu) (Studium..., 2012).

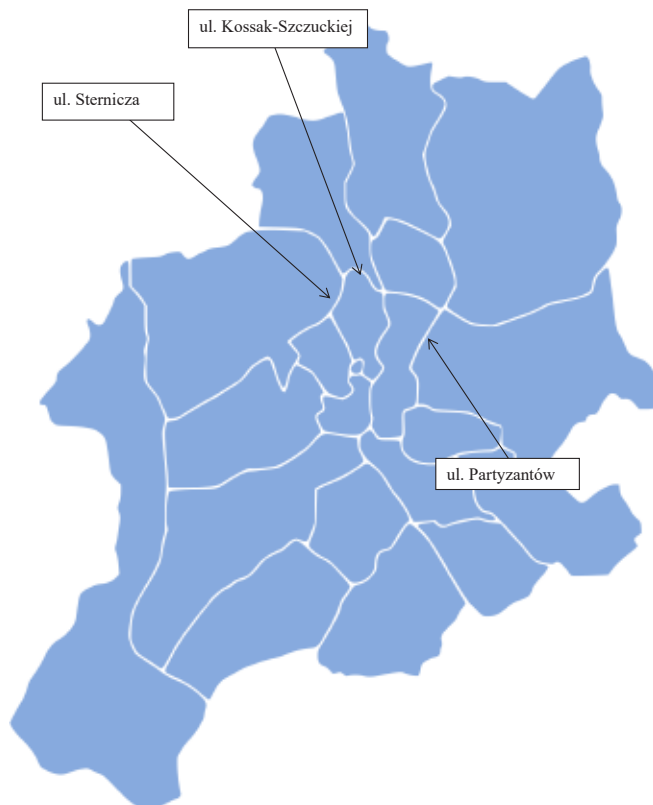
Na terenie miasta zlokalizowano trzy stacje, które dokonują monitoringu jakości powietrza atmosferycznego. Na ulicy Kossak-Szczuckiej (południowo-zachodnia część miasta) znajduje się stacja dokonująca pomiaru manualnego oraz automatycznego (kod stacji: SlBielbBiel\_kossa). Stacja jest usytuowana w miejscu, gdzie występuje ruch o małym natężeniu, blisko ulic osiedlowych i domów jednorodzinnych. Nie ma tu terenów przemysłowych, ale przebiega ruchliwa obwodnica (aleja Andersa). Druga stacja monitoringu powietrza znajduje się na ulicy Sterniczej (kod stacji: SlBielbBiel\_stern), która od 2011 roku dokonuje pomiaru pasywnego dla benzenu oraz od 2010 roku pomiaru manualnego dla pyłu zawieszonego PM<sub>2,5</sub>. Trzecia stacja monitoringu znajduje się na ulicy Partyzantów (kod stacji: SlBielPartyz). Dokonuje ona pomiaru automatycznego dla tlenku węgla, tlenku azotu, dwutlenku azotu oraz pyłu zawieszonego PM<sub>2,5</sub> (ryc. 1).

Wdychanie zanieczyszczonego powietrza prowadzi do powstawania chorób układu (głównie astmy oskrzelowej), układu krążenia i nowotworowych a także alergii pokarmowych i skórnych.

Astma to najczęstsza przewlekła choroba układu oddechowego, która występuje u dzieci i młodzieży. Jej występowanie w populacji dziecięcej na świecie waha się od 2–30%. W Polsce występowanie astmy u dzieci w wieku szkolnym kształtuje się na poziomie około 8% i liczba ta nieznacznie wzrasta (Umławska, 2011). W grupie wiekowej 6–8 lat jest bardzo często niedostatecznie zdiagnozowana. Ocenia się, że w każdej klasie uczy się przynajmniej jeden astmatyk i już ponad milion dzieci w Polsce choruje na astmę (Trojanowska i in., 2013). Jest to obecnie choroba nieuleczalna, a zwiększona zawartość pyłu zawieszonego w powietrzu i zanieczyszczeń w środowisku wpływa niekorzystnie na jej przebieg (Ścibor i in., 2015). Astma jako przewlekła choroba jest najczęstszą przyczyną hospitalizacji dzieci w wieku od 3–16 lat oraz częstą przyczyną korzystania z dodatkowej pomocy medycznej z powodu jej silnego zaostrzenia. Jest też najczęstszą przyczyną nieobecności szkolnych (Trojanowska i in., 2013).

W Polsce na choroby alergiczne choruje około 20% populacji dziecięcej. Polskie Towarzystwo Alergologiczne stwierdza, że na terenie całego kraju wśród populacji dzieci między 3 a 16 rokiem życia atopowe zapalenie skóry występuje u 4,7% dzieci (Piskorz-Ogórek, 2012). Alergia pokarmowa w Polsce występuje u około 13% dzieci w wieku 6–7 lat i 11% dzieci w wieku 13–14 lat. Atopowe zapalenie skóry i inne

alergie skórne stwierdza się u około 10% dzieci w obu grupach wiekowych, alergiczny nieżyt nosa u 24% dzieci w wieku 6–7 lat i 30% w wieku 13–14 lat. Do powstawania alergii przyczyniają się głównie zanieczyszczenie środowiska (Buczyłko, 2016).



Ryc. 1. Lokalizacja stacji monitoringu powietrza w Bielsku-Białej.

Źródło: opracowanie własne

Nadciśnienie tętnicze (NT) jest głównym czynnikiem ryzyka chorób serca i naczyń w Polsce. U dzieci schorzenie to występuje znacznie rzadziej niż u dorosłych i dotyczy 1–5% populacji do 18 roku życia. W Polsce nadciśnienie tętnicze ma 7,1% dzieci powyżej 7 roku życia z prawidłową masą ciała i 22% dzieci z otyłością (Jobs, Jung, 2011).

Choroby nowotworowe u dzieci stanowią niewielki odsetek nowotworów występujących w całej populacji – zaledwie około 1,5–3%. Jednak mimo ogromnego postępu medycyny nadal są jedną z głównych przyczyn zgonów wśród chorych poniżej 16. roku życia; stanowią około 16% wszystkich przyczyn zgonów w tej grupie wiekowej. Częstość występowania chorób nowotworowych w tej grupie szacuje się na około 130–140 przypadków na 1 mln dzieci, co w skali naszego kraju daje około 1–1,2 tys. nowych zachorowań na nowotwory rocznie. W Polsce mieszka około 6 mln dzieci w wieku do 14 lat (15% całej populacji), natomiast

liczbę osób w wieku poniżej 18. roku życia szacuje się na blisko 7 mln (18% populacji) (Kapała i in., 2016).

## Materiały i metody

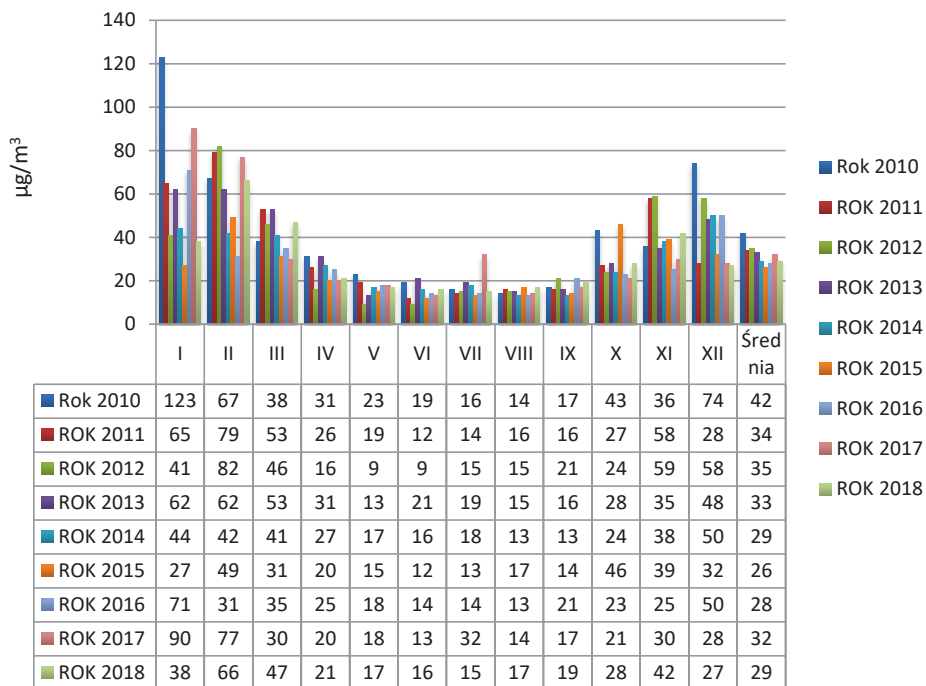
W celu ukazania wpływu zanieczyszczeń powietrza (średniorocznych pyłów i gazów) na ogólny stan zdrowia dzieci i młodzieży opracowano dane pochodzące z Wojewódzkiego Inspektoratu Ochrony Środowiska w Katowicach-Delegatury (WIOŚ) w Bielsku-Białej, które dotyczyły:

- stanu jakości powietrza atmosferycznego w Bielsku-Białej za okres lat 2010–2018, z uwzględnieniem średniorocznego stężenia tlenków azotu, benzo(a)pirenu, pyłu zawieszonego PM<sub>2,5</sub> oraz PM<sub>10</sub>,

- warunków meteorologicznych w Bielsku-Białej za okres od 2010 do 2018 r.,

Poza tym uwzględniono dane pochodzące z Wydziału Zdrowia Śląskiego Urzędu Wojewódzkiego w Katowicach dotyczące zachorowalności, jak i hospitalizacji na choroby układu oddechowego, krwionośnego jak i choroby nowotworowe oraz wrodzonych wad rozwojowych dzieci i młodzieży w wieku od 0 do 19 roku życia w Bielsku-Białej. Dane te dotyczą mieszkańców Bielska-Białej i hospitalizowanych na terenie omawianego miasta.

Średnioroczne dopuszczalne stężenie pyłu zawieszonego PM<sub>2,5</sub> według Rozporządzenia Ministra Środowiska z dnia 24 sierpnia 2012 roku w sprawie poziomów niektórych substancji w powietrzu ze względu na ochronę zdrowia ludzi nie powinno przekraczać 25 µg/m<sup>3</sup> (do dnia 1 stycznia 2015 r. i do 20 µg/m<sup>3</sup> do osiągnięcia do dnia 1 stycznia 2010 r.). Najwyższe średnie miesięczne stężenia pyłu zawieszonego PM<sub>2,5</sub> w 2010 r. zarejestrowano w styczniu (123 µg/m<sup>3</sup>), w grudniu (74 µg/m<sup>3</sup>) oraz w lutym (67 µg/m<sup>3</sup>). W 2011 r. był to luty (79 µg/m<sup>3</sup>) oraz styczeń (65 µg/m<sup>3</sup>). Najwyższe średnie miesięczne stężenie w 2012 roku odnotowano w lutym (82 µg/m<sup>3</sup>) oraz w listopadzie (59 µg/m<sup>3</sup>). W 2013 roku – w styczniu i w lutym (62 µg/m<sup>3</sup>), w marcu (53 µg/m<sup>3</sup>) i w grudniu (48 µg/m<sup>3</sup>). W 2014 roku był to grudzień (50 µg/m<sup>3</sup>), styczeń (44 µg/m<sup>3</sup>) oraz luty (42 µg/m<sup>3</sup>). W 2015 roku najwyższe średnie miesięczne stężenie odnotowano w lutym (49 µg/m<sup>3</sup>), w październiku (46 µg/m<sup>3</sup>) oraz w listopadzie (39 µg/m<sup>3</sup>). W 2016 r. najwyższe średnie miesięczne stężenie pyłu zawieszonego PM<sub>2,5</sub> zarejestrowano w styczniu (71 µg/m<sup>3</sup>) oraz w grudniu (50 µg/m<sup>3</sup>). Najwyższe średnie miesięczne stężenia w 2017 r. odnotowano w styczniu (90 µg/m<sup>3</sup>) i w lutym (77 µg/m<sup>3</sup>), natomiast w 2018 r. był to luty (66 µg/m<sup>3</sup>) i marzec (47 µg/m<sup>3</sup>). W analizowanym przedziale czasowym (2010–2018) każdego roku następowało przekroczenie średniorocznego dopuszczalnego stężenia pyłu zawieszonego PM<sub>2,5</sub>. Najwyższe średnioroczne stężenie pyłu zawieszonego PM<sub>2,5</sub> odnotowano w 2010 r. (42 µg/m<sup>3</sup>), a najniższe w 2013 r. (26 µg/m<sup>3</sup>). Najwyższe średnie miesięczne benzenu występują w okresie jesienno-zimowym (ryc. 2).

Ryc. 2. Średnioroczne stężenia pyłu zawieszonego PM<sub>2,5</sub> w Bielsku-Białej w latach 2010–2018.

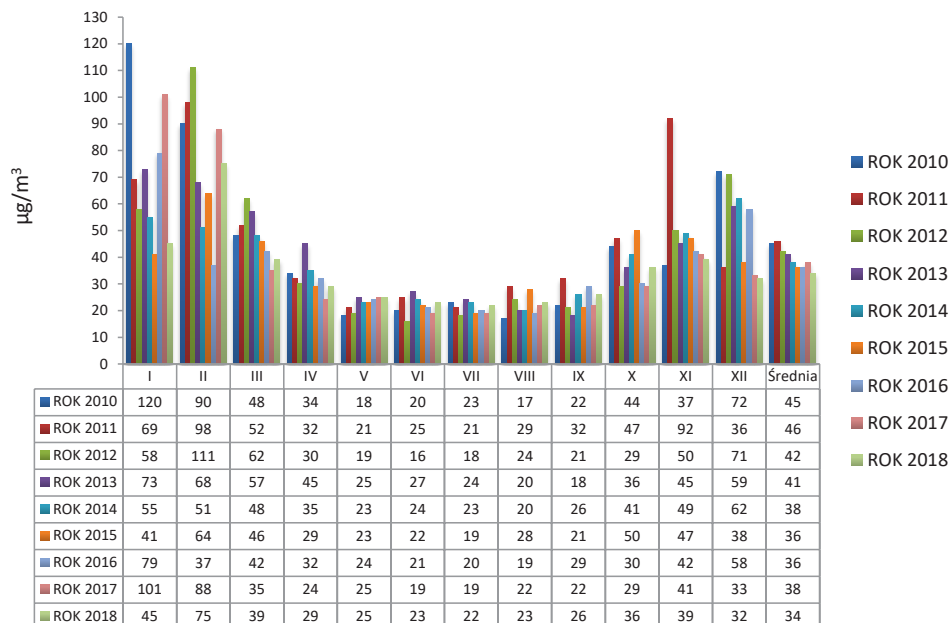
Źródło: opracowanie własne na podstawie sprawozdań z WIOŚ w Katowicach

Średnioroczne dopuszczalne stężenie pyłu zawieszonego PM<sub>10</sub> według Rozporządzenia Ministra Środowiska z dnia 24 sierpnia 2012 roku w sprawie poziomów niektórych substancji w powietrzu ze względu na ochronę zdrowia ludzi nie powinno przekraczać 25 µg/m<sup>3</sup>. Dopuszczalna częstość 24 godzinnego przekraczania poziomu dopuszczalnego pyłu zawieszonego PM<sub>10</sub> w roku kalendarzowym wynosi 35 razy. W 2010 roku liczba takich dni wynosiła 96, w 2011 roku – 82, w 2012 – 70, w 2013 – 83, w 2014 – 81, w 2015 – 69, w 2016 – 50, w 2017 – 57, a w 2018 – 59.

Najwyższe średnie miesięczne stężenia pyłu zawieszonego PM<sub>10</sub> w 2010 r. zarejestrowano w styczniu (120 µg/m<sup>3</sup>) i w lutym (90 µg/m<sup>3</sup>) oraz w grudniu (72 µg/m<sup>3</sup>). W 2011 r. był to luty (98 µg/m<sup>3</sup>) oraz listopad (92 µg/m<sup>3</sup>). Najwyższe średnie miesięczne stężenie w 2012 roku odnotowano w lutym (111 µg/m<sup>3</sup>) oraz w listopadzie (78 µg/m<sup>3</sup>). W 2013 roku – w styczniu (73 µg/m<sup>3</sup>) i w lutym (68 µg/m<sup>3</sup>). W 2014 roku był grudzień (62 µg/m<sup>3</sup>) i styczeń (55 µg/m<sup>3</sup>). W 2015 roku najwyższe średnie miesięczne stężenie odnotowano w lutym (64 µg/m<sup>3</sup>) i w październiku (50 µg/m<sup>3</sup>). W 2016 r. – w styczniu (79 µg/m<sup>3</sup>) oraz w grudniu (58 µg/m<sup>3</sup>). W 2017 – w styczniu (101 µg/m<sup>3</sup>) i w lutym (88 µg/m<sup>3</sup>), natomiast w 2018 r. był to luty (75 µg/m<sup>3</sup>) i styczeń (45 µg/m<sup>3</sup>).

W analizowanym przedziale czasowym (2010–2018) każdego roku nastąpiło przekroczenie średniorocznego dopuszczalnego stężenia pyłu zawieszonego PM<sub>10</sub>. Najwyższe średnioroczne stężenie pyłu zawieszonego PM<sub>10</sub> odnotowano w 2011 r. (46 µg/m<sup>3</sup>), a najniższe w 2018 r. (34 µg/m<sup>3</sup>). Najwyższe średnie miesięczne stężenia pyłu zawieszonego PM<sub>10</sub> występują w okresie jesienno-zimowym (ryc. 3).



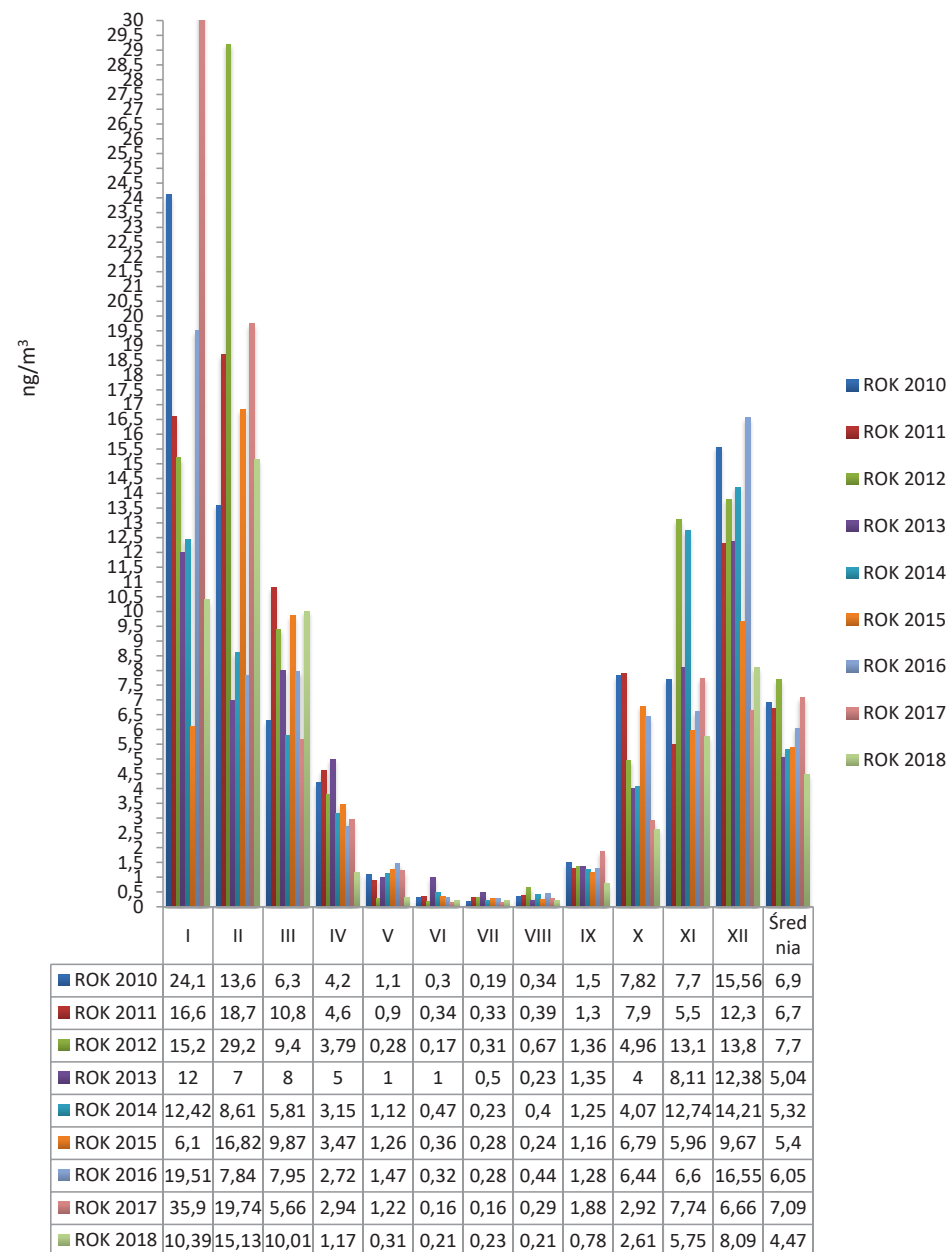


Ryc. 3. Średnioroczne stężenia pyłu zawieszonego PM10 w Bielsku-Białej w latach 2010–2018.

Źródło: opracowanie własne na podstawie sprawozdań z WIOŚ w Katowicach

Średnioroczne dopuszczalne stężenie benzo(a)pirenu według Rozporządzenia Ministra Środowiska z dnia 24 sierpnia 2012 roku w sprawie poziomów niektórych substancji w powietrzu ze względu na ochronę zdrowia ludzi nie powinno przekraczać  $1 \text{ ng/m}^3$ . Najwyższe średnie miesięczne stężenia benzo(a)pirenu w 2010 r. zarejestrowano w styczniu ( $24,1 \text{ ng/m}^3$ ), w grudniu ( $15,6 \text{ ng/m}^3$ ) oraz w lutym ( $13,6 \text{ ng/m}^3$ ). W 2011 r. był to luty ( $18,7 \text{ ng/m}^3$ ), styczeń ( $16,6 \text{ ng/m}^3$ ) oraz grudzień ( $12,3 \text{ ng/m}^3$ ). Najwyższe średnie miesięczne w 2012 roku odnotowano w lutym ( $29,2 \text{ ng/m}^3$ ), w styczniu ( $15,2 \text{ ng/m}^3$ ) oraz w listopadzie ( $13,1 \text{ ng/m}^3$ ). W 2013 – w grudniu ( $12,4 \text{ ng/m}^3$ ), w styczniu ( $12 \text{ ng/m}^3$ ) i w listopadzie ( $8,11 \text{ ng/m}^3$ ). W 2014 roku był to grudzień ( $14,2 \text{ ng/m}^3$ ), listopad ( $12,7 \text{ ng/m}^3$ ) oraz styczeń ( $12,4 \text{ ng/m}^3$ ). W 2015 roku najwyższe średnie miesięczne stężenie odnotowano w lutym ( $16,8 \text{ ng/m}^3$ ), w marcu ( $9,87 \text{ ng/m}^3$ ) oraz w grudniu ( $9,67 \text{ ng/m}^3$ ). W 2016 r. najwyższe średnie miesięczne stężenie benzo(a)pirenu zarejestrowano w styczniu ( $19,51 \text{ ng/m}^3$ ) oraz w grudniu ( $16,55 \text{ ng/m}^3$ ). W 2017 r. – w styczniu ( $35,9 \text{ ng/m}^3$ ) i w lutym ( $19,74 \text{ ng/m}^3$ ), natomiast w 2018 r. był to luty ( $15,13 \text{ ng/m}^3$ ) i styczeń ( $10,39 \text{ ng/m}^3$ ). W analizowanym przedziale czasowym (2010-2018 r.) każdego roku następowało przekroczenie średniorocznego dopuszczalnego stężenia benzo(a)pirenu, a najwyższe jego stężenie odnotowano w 2012 r. ( $7,7 \text{ ng/m}^3$ ). Pomiędzy 2010 a 2018 r. średnioroczne stężenia benzo(a)pirenu wynosiły między  $7,7 \text{ ng/m}^3$  w 2012 r. a  $4,47 \text{ ng/m}^3$  w 2018 r. Najwyższe średnie miesięczne benzo(a)pirenu występują w okresie jesienno-zimowym (ryc. 4).



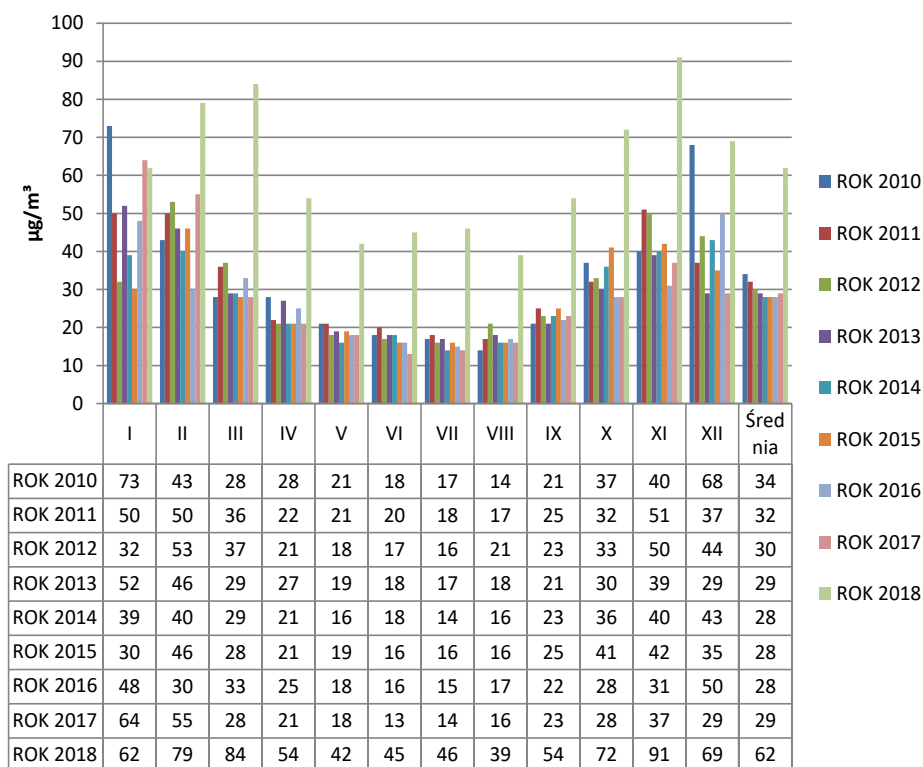


Ryc. 4. Średnioroczne stężenia benzo(a)pirenu w Bielsku-Białej w latach 2010–2018.

Źródło: opracowanie własne na podstawie sprawozdań z WIOŚ w Katowicach

Średnioroczne dopuszczalne stężenie tlenków azotu według Rozporządzenia Ministra Środowiska z dnia 24 sierpnia 2012 roku w sprawie poziomów niektórych substancji w powietrzu nie powinno przekraczać  $30\mu\text{g}/\text{m}^3$ . Najwyższe średnie miesięczne stężenia tlenków azotu w 2010 r. zarejestrowano w styczniu ( $73\mu\text{g}/\text{m}^3$ ),

w grudniu ( $68 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ) oraz w lutym ( $43 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ). W 2011 – w listopadzie ( $51 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ) oraz styczniu i lutym ( $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ). Najwyższe średnie miesięczne w 2012 roku odnotowano w lutym ( $53 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ) oraz w listopadzie ( $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ). W 2013 roku – w styczniu ( $52 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ), w lutym ( $46 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ) i w listopadzie ( $39 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ). W 2014 był grudzień ( $43 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ), luty i październik ( $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ) oraz styczeń ( $39 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ). W 2015 najwyższe średnie miesięczne stężenie odnotowano w lutym ( $46 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ), w listopadzie ( $42 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ) oraz w październiku ( $41 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ). Najwyższa średnia roczna występowała w 2011 r. ( $46 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ), a najniższa w 2015 r. ( $35,6 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ). W 2016 najwyższe średnie miesięczne zarejestrowano w grudniu ( $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ) oraz w styczniu ( $48 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ). Najwyższe średnie miesięczne stężenia tlenków azotu w 2017 r. odnotowano w styczniu ( $64 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ) i w lutym ( $5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ), natomiast w 2018 r. był to listopad ( $91 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ) i marzec ( $84 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ). W analizowanym przedziale czasowym (2010–2018) nastąpiło wielokrotne przekroczenie średniorocznego dopuszczalnego stężenia tlenków azotu: w 2010 ( $34 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ), w 2011 ( $32 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ) i w 2018 ( $62 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ). Pomiędzy 2010 a 2018 średnioroczne stężenia tlenków azotu wynosiły między  $62 \mu\text{g}/\text{m}^3$  w 2018 a  $28 \mu\text{g}/\text{m}^3$  w latach 2014–2016. Najwyższe średnie miesięczne tlenków azotu występują w okresie jesienno-zimowym (ryc. 5).



Ryc. 5. Średnioroczne stężenia tlenków azotu w Bielsku-Białej w latach 2010–2018.

Źródło: opracowanie własne na podstawie sprawozdań z WIOŚ w Katowicach

## Warunki meteorologiczne w Bielsku-Białej w latach 2010–2018

Rok 2010 charakteryzował się dużą zmiennością pogody w województwie śląskim, co odzwierciedliło się w przebiegu poszczególnych elementów meteorologicznych. Znaczące dodatnie odchylenia od normy zanotowano w przypadku sum opadów atmosferycznych. Najwyższą roczną sumę opadów zanotowano w Bielsku-Białej (1482 mm). Natomiast pod względem termicznym był to rok chłodniejszy od normy wieloletniej. Średnia roczna temperatura powietrza w Bielsku-Białej wyniosła 7,9°C (tab. 1), natomiast w maju w Bielsku-Białej odnotowano najwyższą sumę miesięczną opady w odniesieniu do normy w skali kraju (powyżej 500% normy). Suma opadów miesięcznych w maju 2010 r. dla Bielska-Białej przekroczyła o 265,2 mm wartość ekstremalną z wielolecia 1951–2009 i było to najwyższe przekroczenie ekstremum dla uwzględnionych w analizie wybranych kilkudziesięciu stacji na terenie Polski. Dominującym kierunkiem wiatru w Bielsku-Białej był wiatr SW (21,3%) (Stan środowiska..., 2011, tab. 1).

Tabela 1. Wybrane elementy meteorologiczne w Bielsku-Białej pomiędzy w latach 2010–2018

| Elementy meteorologiczne<br>Meteorological elements | 2010  | 2011  | 2012  | 2013  | 2014  | 2015  | 2016  | 2017  | 2018  |
|---|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Średnia roczna temperatura [°C]                     | 7,9   | 9,1   | 9,2   | 8,9   | 10,2  | 10,5  | 9,9   | 9,3   | 10,2  |
| Temp. max. [°C]                                     | 32,7  | 33,9  | 34,1  | 36,4  | 31,3  | 34,5  | 33,9  | 33,2  | 33,8  |
| Temp. min. [°C]                                     | -21,1 | -13,1 | -23,2 | -13,8 | -14,6 | -11,6 | -16,1 | -21,7 | -18,1 |
| Średnia prędkość wiatru [m/s]                       | 3,1   | 2,8   | 2,9   | 2,8   | 2,6   | 2,7   | 2,5   | 3,1   | 2,9   |
| Udział cisz [%]                                     | 3,7   | 3,8   | 3,7   | 3,9   | 2,5   | 2,7   | 2,9   | 2,6   | 2,7   |
| Suma opadu atmosferycznego [mm]                     | 1482  | 879   | 846   | 954   | 1069  | 768   | 1076  | 1116  | 907   |
| Liczba dni z mgłą                                   | 80    | 43    | 39    | 55    | 56    | 34    | 56    | 49    | 39    |

Źródło: opracowanie własne na podstawie WIOŚ w Katowicach

W 2011 r. w Bielsku-Białej średnia roczna temperatura powietrza wynosiła 9,1°C. Pod względem termicznym rok 2011 był cieplejszy od przeciętnego, a średnie roczne temperatury były wyższe od normy klimatycznej w całym województwie śląskim (od 0,5 do 2,0°C). Najwyższe dodatnie odchylenie średniej miesięcznej temperatury w styczniu odnotowano w Bielsku-Białej (3,1°C). Zanotowane absolutne maksimum temperatury powietrza 33,9°C na stacji w Bielsku-Białej (26.08.2011) było drugą wartością w Polsce po Toruniu (34,30°C, 27.08.2011). W okresie od 26.10 do 24.11.2011 r. w województwie śląskim, w tym również w Bielsku-Białej, wystąpiła sytuacja z wysokimi stężeniami zanieczyszczeń pyłowych. Stężenia PM10 utrzymywały się powyżej dopuszczalnej wartości średniej dobowej 50 µg/m<sup>3</sup>. Minimalna temperatura powietrza nieznacznie spadała poniżej 0°C, ale słaby wiatr,

tworzenie się mgieł, występujące warstwy hamujące (inwersja, izotermia) oraz brak opadu atmosferycznego spowodowały, że ponadnormatywne stężenia pyłu zawieszonego w tym regionie sklasyfikowały ten epizod jako najdłuższy epizod pyłowy, który wystąpił w województwie śląskim od 2005 roku (Stan środowiska..., 2012).

W roku 2012 średnia roczna temperatura powietrza w Bielsku-Białej wynosiła 9,2°C (tab. 1) i przekroczyły średnią z wielolecia 1981–2010. Średnia roczna prędkość wiatru oraz udział sytuacji bezwietrznych był zbliżony do wartości średniej wieloletniej. Warunki anemologiczne w przebiegu miesięcznym wykazywały zróżnicowanie sezonowe, najwyższe wartości zarejestrowano w porze zimowej, a najniższe w porze letniej. Najwyższą prędkość wiatru w porywie w województwie śląskim równą 22 m/s zarejestrowano (3.07) na stacji w Bielsku-Białej. Najwięcej dni z mgłą zarejestrowano jesienią. Obserwowane epizody wysokich stężeń pyłu zawieszonego ( $PM > 150 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ) występowały w większości (powyżej 10 dni w miesiącu) w lutym, listopadzie oraz grudniu i miały charakter regionalny związany z występującą pogodą antycyklonalną (Stan środowiska..., 2013).

Warunki pogodowe obserwowane w 2013 roku na obszarze województwa śląskiego były wypadkową naturalnych procesów klimatotwórczych typowych dla tej części Europy modyfikowanych czynnikami antropogenicznymi. Średnia roczna temperatura powietrza w Bielsku-Białej wynosiła 8,9°C (tab. 1). Absolutne maksimum dobowej temperatury powietrza odnotowano 8 sierpnia w Bielsku-Białej, Katowicach, Częstochowie i Raciborzu (36,4°C). Najwyższe dodatnie odchylenie średniej miesięcznej temperatury odnotowano w Bielsku-Białej w grudniu (3,1°C). Roczna suma opadów atmosferycznych stanowiła od 90% do 110% wartości średniej wieloletniej. W skali województwa bardzo sucho, czyli suma miesięczna poniżej 50% normy opadowej, było przede wszystkim w grudniu na terenie Bielska-Białej. Maksymalny dobowy opad atmosferyczny wyniósł 49 mm w Bielsku-Białej (12.06). W styczniu 2013 roku wystąpiło najwięcej dni z opadem atmosferycznym, a najmniej takich dni było w sierpniu. Średnia roczna prędkość wiatru oraz udział sytuacji bezwietrznych był zbliżony do wartości średniej wieloletniej. Najwyższą prędkość wiatru w Bielsku-Białej w porywie równą 25 m/s zarejestrowano 25 grudnia, a przeważającym kierunkiem wiatru był wiatr SW (20,4%). Obserwowane epizody podwyższenia  $PM_{10}$  w większości miały charakter regionalny i wynikały z występowania pogody antycyklonalnej, występowaniem inwersji i izotermii temperatury oraz okresami bezopadowymi. Najbardziej niekorzystnym dniem ze względu na złą jakość powietrza był 24 stycznia 2013 r., kiedy to prawie na wszystkich stacjach monitoringowych WIOŚ w Katowicach zostało przekroczone dobowe stężenie  $PM_{10} > 150 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , a dodatkowo na stacjach Bielsko-Biała i Żywiec również dopuszczalne stężenie średnie dobowe dwutlenku siarki  $SO_2$  (Stan środowiska...2014).

Średnia roczna temperatury powietrza na obszarze Bielska-Białej w 2014 roku wyniosła 10,2°C, a maksimum dobowej temperatury powietrza zarejestrowano 10 czerwca (31,3°C) (tab. 1). Ujemne anomalie temperatury powietrza pojawiły się w całym województwie śląskim w maju, czerwcu i w sierpniu. Rozkład sezonowy rocznych opadów na terenie całego województwa śląskiego był bardzo zróżnicowany (zima bardzo sucha, wiosna bardzo wilgotna, lato wilgotne, jesień normalna). Miesiącami skrajnie wilgotnymi był maj na Pogórzu Śląskim (Bielsko-Biała). Maksymalny dobowy opad atmosferyczny wystąpił w Bielsku-Białej 15 maja (63,3 mm). Średnia roczna prędkość wiatru na wszystkich stacjach w województwie śląskim

była niższa od wartości z wieloletniej. Najsilniejsze porywy wiatru w Bielsku-Białej zanotowano 12 grudnia (26 m/s). Dość łagodna meteorologicznie chłodna połowa roku przełożyła się na stosunkowo dobrą jakość powietrza w porównaniu do lat poprzednich. Najbardziej niekorzystnym okresem ze względu na utrzymujące się wysokie stężenia PM10 była pierwsza dekada grudnia (Stan środowiska..., 2015).

Rok 2015 charakteryzował się dużą zmiennością pogody w województwie śląskim. Średnia roczna temperatura w Bielsku-Białej wynosiła 10,5°C, a prędkość wiatru 2,7 m/s. Pod względem warunków opadowych rok 2015 w województwie śląskim należał do suchych. Maksymalny dobowy opad atmosferyczny wystąpił w Bielsku-Białej (30,9 mm) 26 maja. Rok 2015 należał do lat charakteryzujących się wysoką temperaturą i relatywnie dobrymi warunkami wentylacji oraz niskimi sumami opadów, a także dużym usłonecznieniem. Spowodowało to zatem, że wystąpiło niewiele epizodów wysokich stężeń pyłu (Stan środowiska..., 2016).

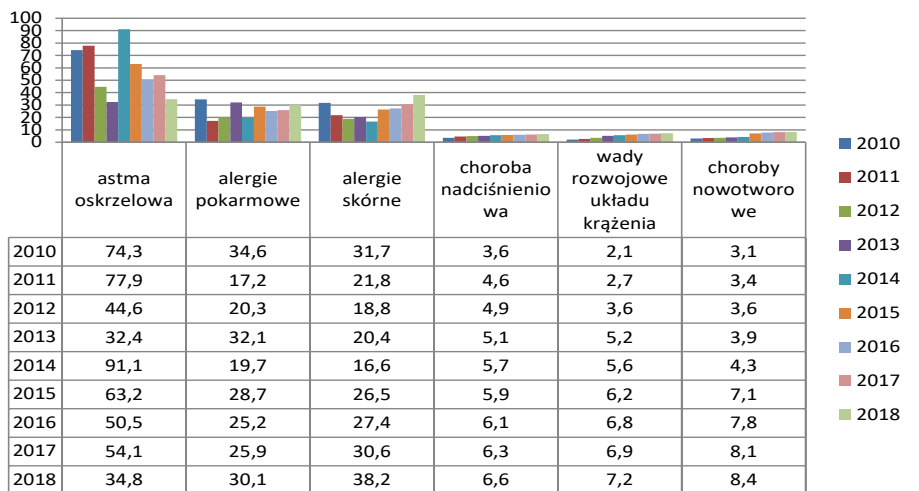
Rok 2016 był kolejnym rokiem, w którym średnia roczna temperatura powietrza była wyższa od normy, przy czym był to rok chłodniejszy od lat poprzednich w województwie śląskim. Obszar województwa śląskiego, mimo średniej rocznej temperatury powietrza przekraczającej wartość wieloletnią nie charakteryzował się ekstremalnymi wartościami temperatury powietrza. Skutkowało to znacznie lepszymi niż w ostatnich latach warunkami jakości powietrza w zakresie pyłu zawieszonego. Średnia roczna prędkość wiatru w Bielsku-Białej wynosiła 2,5 m/s, a temperatury 9,9°C (tab. 1). Maksymalny dobowy opad atmosferyczny zanotowano w Bielsku-Białej 25 lipca (46,1 mm). Podobnie jak w 2015, tak i w 2016 roku na terenie województwa śląskiego wystąpiło niewiele epizodów wysokich stężeń pyłu (Stan środowiska..., 2017).

Warunki meteorologiczne województwa śląskiego w 2017 roku odbiegały od przebiegu średniego wieloletniego. Długotrwałe niskie temperatury powietrza w styczniu na terenie całego województwa śląskiego, a szczególnie fala chłodu od 4 do 17 stycznia, spowodowały pogorszenie stanu jakości powietrza, szczególnie w zakresie pyłu zawieszonego (PM10 i PM2,5). Choć w bilansie rocznym warunki wentylacyjne w Bielsku-Białej nie były najgorsze (5,6% cisz, co oznacza, że ich udział był mniejszy o około 50% niż w okresie wieloletnim) to jednak w najchłodniejszym miesiącu roku (styczniu), udział cisz był wyższy o 50% niż w okresie wieloletnim w tym samym okresie (Stan środowiska..., 2018).

W roku 2018 średnia roczna temperatura powietrza w Bielsku-Białej wynosiła 10,2°C, a prędkość wiatru 2,9 m/s (tab. 1). Rok ten był rokiem cieplejszym od wielecia (z wyjątkiem lutego i marca, które były znacznie chłodniejsze) i z mniejszą ilością opadów w pierwszym kwartale i sezonie letnim, a także niższą prędkością wiatru w pierwszym kwartale. Przełożyło się to na jakość powietrza, tj. na wystąpienie epizodów pyłowych w pierwszym kwartale roku, a także na większą liczbę dni z przekroczeniami poziomów stężeń monitorowanych zanieczyszczeń w sezonie zimowym i większą ilość dni z przekroczeniami ozonu troposferycznego w sezonie letnim (Stan środowiska..., 2019).

## Wybrane schorzenia i hospitalizacje w Bielsku-Białej w latach 2010–2018 wśród dzieci i młodzieży

W analizowanym okresie czasu współczynnik zachorowalności na astmę oskrzelową w Bielsku-Białej miał charakter zmienny i wynosił pomiędzy 32,4/10 000 w 2013 a 91,1/10 000 w 2014 r. Najwyższy współczynnik zachorowalności na alergię pokarmowe wynosił 34,6/10 000 w 2010, a najniższy 17,2/10 000 w 2011. Współczynnik zachorowalności na alergię skórne miał charakter zmienny. Od 2010 (31,7/10 000) do 2013r. (20,4/10 000) miał tendencję malejącą. Od 2014 (16,6/10 000) do 2018 (38,2/10 000) zachorowalność na alergię pokarmowe wzrastała. Wskaźnik zachorowalności na chorobę nadciśnieniową wśród dzieci i młodzieży w Bielsku-Białej miał charakter wzrostowy od 2010 (3,6/10 000) do 2018 (6,6/10 000). W Bielsku-Białej począwszy od 2010 (2,1/10 000) do 2018 (7,2/10 000) wskaźnik zachorowalności na wady rozwojowe układu krążenia ma charakter wzrostowy. W latach 2010–2018 wskaźnik zachorowalności na choroby nowotworowe w Bielsku-Białej ma również charakter wzrostowy i wynosi 3,1/10 000 w 2010, a 8,4/10 000 w 2018 (ryc. 6).

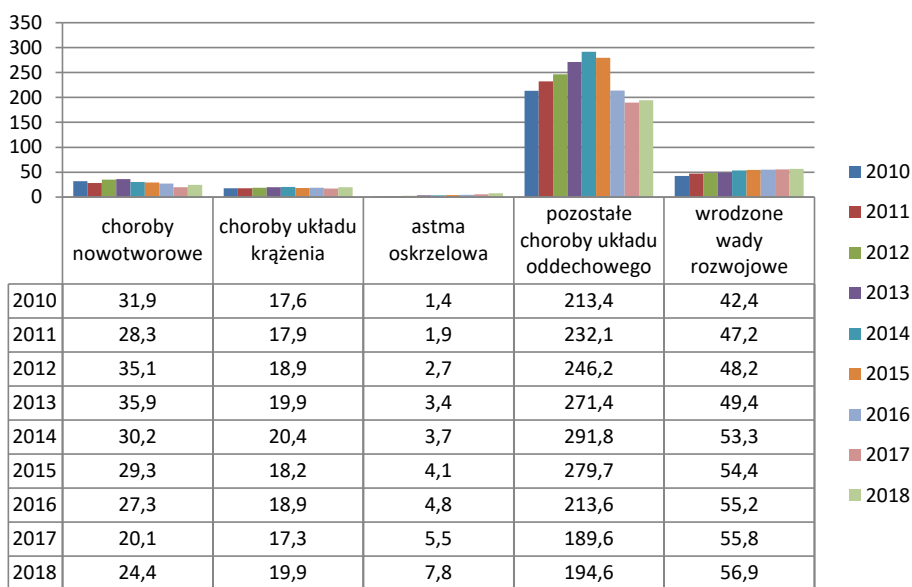


Ryc. 6. Dane o stanie występowania astmy oskrzelowej, alergii pokarmowych oraz skórnych, choroby nadciśnieniowej, wad rozwojowych układu krążenia oraz choroby nowotworowej u dzieci i młodzieży w Bielsku-Białej w wieku od 0–19 roku życia będących pod opieką lekarza podstawowej opieki zdrowotnej (rodzinnego) pomiędzy 2010–2018 r. – wskaźniki na 10 000 tysięcy (osoby, u których stwierdzono schorzenia po raz pierwszy w okresie sprawozdawczym).

Źródło: opracowanie własne na podstawie Wydziału Zdrowia Śląskiego Urzędu Wojewódzkiego w Katowicach

W latach 2010–2018 wskaźnik zachorowalności na choroby nowotworowe w Bielsku-Białej wynosił pomiędzy 20,1/10 000 w 2017 a 35,9/10 000 w 2013. W Bielsku-Białej począwszy od 2010 (17,6/10 000) do 2014 (20,4/10 000) wskaźnik hospitalizacji ma charakter wzrostowy. Na przestrzeni badanego okresu czasu wskaźnik hospitalizacji z powodu chorób układu oddechowego (bez uwzględnienia astmy oskrzelowej) w Bielsku-Białej miał charakter wzrostowy od 2010 do 2014

i wynosił odpowiednio 213,4/10 000 oraz 291,8/10 000. Najniższy (189,6/10 000) wskaźnik hospitalizacji (bez uwzględnienia astmy oskrzelowej) odnotowano w 2017 r. W Bielsku-Białej począwszy od 2010 (1,4/10 000) do 2018 (7,8/10 000) wskaźnik hospitalizacji z powodu astmy oskrzelowej wśród dzieci i młodzieży ma charakter wzrostowy. Na przestrzeni badanego okresu czasu wskaźnik hospitalizacji z powodu wrodzonych wad rozwojowych w Bielsku-Białej miał charakter wzrostowy od 2010 do 2018 i wynosił odpowiednio 42,4/10 000 oraz 56,9/10 000 (ryc. 7).



Ryc. 7. Dane o hospitalizacji dzieci i młodzieży od 0–19 roku życia w Bielsku-Białej z powodu występowania chorób nowotworowych, chorób układu krążenia i oddechowego, astmy oskrzelowej oraz wrodzonych wad rozwojowych pomiędzy 2010–2018 r. – wskaźniki na 10 000 tysięcy.

Źródło: opracowanie własne na podstawie Wydziału Zdrowia Śląskiego Urzędu Wojewódzkiego w Katowicach

## Wyniki i wnioski

Analiza średniorocznych stężeń zanieczyszczeń powietrza na terenie Bielska-Białej w latach 2010–2018 w powiązaniu z warunkami meteorologicznymi wykazała, że zanieczyszczenia przejawiają zmienność sezonową, jak i roczną. Średnioroczne stężenia benzo(a)pirenu wynoszą pomiędzy 7,7 ng/m<sup>3</sup> w 2012 r. a 4,47 ng/m<sup>3</sup> w 2018 r. i w każdym analizowanym roku następowało przekroczenie jego dopuszczalnego średniorocznego stężenia (ryc. 4). Również w przypadku średniorocznych stężeń tlenków azotu nastąpiło wielokrotne przekroczenie dopuszczalnej normy i wynosiły one między 28 µg/m<sup>3</sup> w latach 2014–2016 a 62 µg/m<sup>3</sup> w 2018 r. (ryc. 5). Analizując średnioroczne stężenia pyłu zawieszzonego PM<sub>2,5</sub>, zauważyć można, że w omawianym okresie czasu następowało przekroczenie ich dopuszczalnej wartości w każdym roku i wynosiło ono między 26 µg/m<sup>3</sup> w 2015 r. a 42 µg/m<sup>3</sup> w 2010 r.



(ryc. 2), a średnioroczne stężenie pyłu zawieszonego PM<sub>10</sub> wynosiło między 34 µg/m<sup>3</sup> w 2018 r. a 46 µg/m<sup>3</sup> w 2011 (ryc. 3).

Należy zauważyć, że w sezonie zimowym i letnim pomiędzy NO<sub>x</sub> i pyłem zawieszonym a temperaturą istnieje korelacja ujemna, co oznacza iż wraz ze spadkiem temperatury wzrastają poziomy stężenie wymienionych zanieczyszczeń powietrza, w związku ze spalaniem paliw w celach grzewczych.

Powietrze atmosferyczne i zawarte w nim zanieczyszczenia są elementami środowiska, które w sposób bezpośredni i stały oddziałują na organizm człowieka, w tym również dzieci, ponieważ mają jeszcze nie w pełni wykształcony układ oddechowy i większą w porównaniu z dorosłymi liczbę oddechów na minutę. Oddychając częściej, w ciągu minuty dzieci przyjmują do dróg oddechowych więcej toksycznych substancji zawartych w powietrzu. Ze względu na nie w pełni rozwinięty układ odpornościowy, dzieci są również bardziej podatne na negatywne skutki zdrowotne wynikające z dostających się do organizmu zanieczyszczeń, a to skutkuje zachorowalnością na choroby i hospitalizację z powodu chorób układu oddechowego, krwionośnego, alergii skórnych i pokarmowych oraz choroby nowotworowe. Już w czasie ciąży kobieta wdychając zanieczyszczone powietrze może narazić płód na różnego rodzaju wady wrodzone (Biela-Mazur i in., 2017).

W latach 2010–2018 w Bielsku-Białej odnotowano wzrastającą liczbę zachorowalności wśród dzieci i młodzieży na chorobę nadciśnieniową, wady rozwojowe układu krążenia i nowotwory począwszy od 2010 do 2018 roku, gdzie wskaźnik ten wynosił odpowiednio 3,6/10 000, 2,6/10 000 i 3,1/10 000 w 2010 roku i 6,6/10 000, 7,2/10 000 i 8,4/10 000 w 2018 r. W przypadku zachorowalności na astmę oskrzelową, alergię skórne i pokarmowe wskaźnik ten ma charakter zmienny (ryc. 6).

Hospitalizacja dzieci i młodzieży mieszkającej na terenie miasta Bielska-Białej w latach 2010–2018 z powodu astmy oskrzelowej, jak i wrodzonych wad rozwojowych miała charakter wzrostowy od 2010 do 2018 roku i wynosiła odpowiednio 1,4/10 000 i 42,4/10 000 w 2010 roku i 7,8/10 000 oraz 56,9/10 000 w 2018 r. W przypadku hospitalizacji na choroby układu krążenia, nowotworowe i choroby układu oddechowego (oprócz astmy oskrzelowej) wskaźnik ten ma charakter zmienny (ryc. 7).

Oddychając zanieczyszczonym powietrzem, w którym występują podwyższone stężenia pyłów i gazów, organizm człowieka narażony jest na zachorowalność głównie chorób układu oddechowego, jak i częstsze hospitalizacje. Potwierdzają to liczne badania o charakterze międzynarodowym. Obserwacja grupy 146 397 małych dzieci ze stanu Utah połączona z wynikami monitoringu powietrza (gdzie następowało wielokrotne przekroczenie średniorocznego dopuszczalnego stężenia benzo(a)pirenu oraz pyłu PM<sub>2,5</sub> oraz pyłu PM<sub>10</sub>) z lat 1999–2016 wykazała, że już tydzień po wzroście stężenia PM<sub>2,5</sub> o 10 µg/m<sup>3</sup> rosła zgłaszalność z powodu ostrych infekcji układu oddechowego, która narastała do trzech tygodni i utrzymywała się do 28 dni od wzrostu stężenia. Wzrost zgłaszalności z powodu zachorowalności na choroby układu oddechowego wyniósł 32% dla dzieci między 2 a 18 rokiem życia (Horne i in., 2018).

Analiza hospitalizacji z powodu chorób układu oddechowego (zarówno infekcyjnych, jak i alergicznych) u dzieci i młodzieży do 18 roku życia odnotowanych w Busan (Korea) wykazała, że niekorzystny wpływ narażenia na pyły na liczbę hospitalizacji ulegał nasileniu w obecności niskiej wilgotności powietrza. W analizie

obejmującej liczbę hospitalizacji z przyczyn oddechowych (poprzedzonej wzrostem stężeń zanieczyszczeń w powietrzu) w latach 2007–2015 wykazano ich wzrost w okresach zwiększonych stężeń zanieczyszczeń oraz wzrostu temperatury, podobnie jak zmniejszonej wilgotności względnej powietrza. Większy wpływ niż PM10 wywierały pyły PM2,5, a największe następstwa odnotowano w skrajnych grupach wiekowych. W grupie dzieci do 15 lat ryzyko hospitalizacji z powodu zaostrzenia astmy było 7,69 razy wyższe w porównaniu z grupą w wieku 16–64 lata (Ierodiakou i in., 2016).

Wiele badań wykonanych w różnych częściach świata potwierdza, że u dzieci chorych na astmę, które są narażone na pyły o średnicy do 10  $\mu\text{m}$  (PM10), obserwuje się bardziej dynamiczny niż u dzieci zdrowych wzrost częstości i intensywności objawów ze strony układu oddechowego (kaszel, świsty, duszności) oraz zaostrzeń choroby. U dzieci chorych na astmę w dni zwiększonych stężeń zanieczyszczeń diagnozuje się zaostrzenie objawów i nasiloną odpowiedź na alergen. W efekcie narażenia na pyły rośnie zużycie leków i odnotowuje się zwiększone korzystanie z pomocy medycznej – w tym hospitalizacji z przyczyn oddechowych. Większe zagrożenie pojawia się, kiedy narażenie sumuje się z okresem infekcji wirusowej lub ma związek z wykonywaniem wysiłku (hiperwentylacja sprzyjająca depozycji). Szczególnie łatwo narażenie prowadzi do występowania objawów i zaostrzeń w przypadku chorych z niedostatecznie kontrolowaną astmą i z utrzymującą się nadreaktywnością oskrzeli (Bowatte i in., 2017).

Podstawową przyczyną złej jakości powietrza atmosferycznego w polskich miastach jest tzw. niska emisja, czyli emisja z domowych systemów grzewczych opalanych paliwami stałymi oraz ruch samochodowy, w szczególności wyeksploatowanych pojazdów bez katalizatorów. Poza tym w Polsce występują stosunkowo często w okresie zimowym zjawiska inwersyjne (np. po okresie mrozów i cyrkulacji wschodniej napływ z zachodu cieplejszych mas polarnomorskich, okresy pogody wyżowej o wysokim ciśnieniu, braku zachmurzenia i słabym wietrze). To powoduje, że na wielu obszarach Polski tworzą się doskonałe warunki do powstawania smogu, który powstaje przy pogodzie wyżowej i ujemnych temperaturach powietrza. W okresie miesięcy zimowych wiąże się to często z bezchmurną pogodą, czego efektem są znaczne nocne spadki temperatury i powstawanie inwersji. Dodatkowo przy niskich temperaturach rośnie zapotrzebowanie na ciepło, stąd jednocześnie większe emisje zanieczyszczeń z indywidualnych systemów grzewczych. Skutkiem jest koncentracja pyłów i gazów w przyziemnej części atmosfery wielokrotnie przekraczająca dopuszczalne poziomy co wpływa bezpośrednio na stan zdrowia ludzkiego organizmu (Wielgosiński, Zarzycki, 2018).

Problem zanieczyszczonego powietrza można zatem uznać za jeden z najważniejszych problemów naszej cywilizacji. Stan jakości powietrza w naszym kraju jest zły i konieczne są zatem szeroko rozumiane działania naprawcze, które mogą obejmować:

- likwidację kotłów węglowych i zastępowanie ich proekologicznymi źródłami energii (np. na zasadzie udzielania dotacji w wysokości 100% zwrotów kosztów inwestycji),
- wprowadzenie rozwiązań komunikacyjnych, które doprowadzą do obniżenia emisji liniowej,
- darmową komunikację,

- ograniczenie wjazdu do centrum dla samochodów powyżej 3,5 tony,
- ograniczenie emisji z indywidualnych systemów ogrzewania mieszkań,
- likwidację starych kotłowni (chodzi o indywidualne kotły węglowe) oraz zastępowanie ich podłączeniem do sieci ciepłowniczych (tam, gdzie jest to możliwe), ogrzewaniem gazowym, olejowym albo elektrycznym lub wykorzystanie alternatywnych sposobów pozyskiwania energii w postaci pomp ciepła czy kolektorów słonecznych, które stanowią uzupełniające źródła pozyskiwania energii cieplnej,
  - edukację ekologiczną,
  - rozwój miejskiej sieci ciepłowniczej, modernizację centralnej ciepłowni oraz likwidację osiedlowych i lokalnych kotłowni węglowych,
  - ocieplanie obiektów, wymianę okien, drzwi zewnętrznych oraz oświetlenia na energooszczędne,
  - promowanie transportu drogowego opartego na pojazdach zasilanych gazem LPG,
  - przebudowę systemów wentylacji i klimatyzacji z zastosowaniem automatyki pogodowej, stabilizującej temperaturę wewnątrz budynku bez względu na warunki zewnętrzne i systemów zarządzania budynkiem,
  - ograniczenie ruchu samochodowego w centrach miast poprzez zastosowanie odpowiednich rozwiązań, takich jak: budowa linii dla miejskiego transportu szynowego, budowa pasów ruchu przeznaczonych tylko dla autobusów, rozpowszechnianie stacji szybkiego ładowania akumulatorów w autach elektrycznych, rezerwowanie części miejsc parkingowych dla samochodów z napędem hybrydowym, poprawa efektywności wykorzystania istniejącej infrastruktury poprzez wprowadzenie rozwiązań pozwalających na poprawę instalacji świetlnej sterującej ruchem ulicznym, poprawa infrastruktury drogowej poprzez budowanie obwodnic czy też rozbudowa ścieżek rowerowych.

## Bibliografia

- Biela-Mazur, J., Woźniak, K., Doniec, Z. (2017). Wpływ zanieczyszczenia powietrza na układ oddechowy dzieci – przegląd dotychczasowych badań. *Pediatrics Polska*, 92, 6, 727–732. <https://doi.org/10.1016/j.pepo.2017.05.002>
- Bowatte, G., Lodge, C.J., Knibbs, L.D., Lowe, A.J., Erbas, B., Dennekamp, M., Marks, B.G., Giles, G., Morrison, S., Thompson B. (2017). Traffic-related air pollution exposure is associated with allergic sensitization, asthma, and poor lung function in middle age. *Journal of Allergy and Clinical Immunology*, 139, 122–129. <https://doi.org/10.1016/j.jaci.2016.05.008>
- Buczyłko, K. (2016). Nadwrażliwość na dodatki do żywności. *Alergologia Polska*, 3, 3, 95–101. <https://doi.org/10.1016/j.alergo.2016.08.005>
- Dzikuć, M. (2017). *Ekonomiczne i społeczne czynniki ograniczenia niskiej emisji w Polsce*. Warszawa: Wyd. Difin.
- Horne, B.D., Joy, E.A., Hofmann, M.G., Gesteland, P.H., Cannon, J.B., Lefler, J.S., Blagev, D.B., Korgenski, E.K., Torosyan, N., Hansen, G.I., Kartchner, D., Poppe, C.A. (2018). Short-term elevation of fine particulate matter air pollution and acute lower respiratory infection. *American Journal of Respiratory and Critical Care Medicine*, 198, 6, 759–766. <https://doi.org/10.1164/rccm.201709-1883OC>

- Ierodiakonou, D., Zanobetti, A., Coull, B.A., Melly, S., Postma, D.S., Boezen, H.M., Vonk, J.M., Williams, P.V., Shapiro, G.G., McKone, E.F., Hallstrand, T.S., Koenig, J.Q., Schildcrout, J.S., Lumley, T., Fuhrbrigg, M.D., Koutarkis, P., Schwartz, J., Weiss, S.T., Gold, R.D. (2016). Ambient air pollution, lung function, and airway responsiveness in children with asthma. *Journal of Allergy and Clinical Immunology*, 137, 390–399. <https://10.1016/j.jaci.2015.05.028>
- Jobs, K., Jung, A. (2011). Diagnostyka i terapia nadciśnienia tętniczego u dzieci i młodzieży – co nowego w aktualnych zaleceniach? *Pediatrica i Medycyna Rodzinna*, 7, 4, 304–309.
- Juraszka, B., Dąbrowski, T. (2011). *Podstawy ochrony atmosfery*. Koszalin: Wyd. Uczelniane Politechniki Koszalińskiej.
- Kapała, A., Meżyk, E., Kowalczyk, A., Turowska-Heydel, D., Sobczyk, M., Żuber Z. (2016). Maska reumatologiczna chorób nowotworowych u dzieci – obserwacje własne. *Forum Reumatologiczne*, 2, 3, 130–135.
- Masoumi, K., Shoushtari, M.H., Forouzan, A., Darian, A.A., Dastoorpoor, M., Ebrahimzadeh, P., Aghababadeian, H. (2017). Rainfall-associated bronchospasm epidemics: the epidemiological effects of air pollutants and weather variables. *Canadian Respiratory Journal*, 1–12. <https://doi.org/10.1155/2017/9252069>
- Piskorz-Ogórek, K. (2012). Epidemiologia wybranych chorób alergicznych u dzieci w województwie warmińsko-mazurskim w latach 2007–2010. *Hygeia Public Health*, 47, 3, 378–382.
- Prognoza oddziaływania na środowisko miejscowego planu zagospodarowania przestrzennego miasta Bielsko-Biała*, 2016. Biuro Rozwoju Miasta, Bielsko-Biała.
- Stan środowiska w województwie śląskim w 2010 roku*, 2011, Wojewódzki Inspektorat Ochrony Środowiska w Katowicach, Katowice.
- Stan środowiska w województwie śląskim w 2011 roku*, 2012, Wojewódzki Inspektorat Ochrony Środowiska w Katowicach, Katowice.
- Stan środowiska w województwie śląskim w 2012 roku*, 2013, Wojewódzki Inspektorat Ochrony Środowiska w Katowicach, Katowice.
- Stan środowiska w województwie śląskim w 2013 roku*, 2014, Wojewódzki Inspektorat Ochrony Środowiska w Katowicach, Katowice.
- Stan środowiska w województwie śląskim w 2014 roku*, 2015, Wojewódzki Inspektorat Ochrony Środowiska w Katowicach, Katowice.
- Stan środowiska w województwie śląskim w 2015 roku*, 2016, Wojewódzki Inspektorat Ochrony Środowiska w Katowicach, Katowice.
- Stan środowiska roku w województwie śląskim 2016 roku*, 2017, Wojewódzki Inspektorat Ochrony Środowiska w Katowicach, Katowice.
- Stan środowiska w województwie śląskim w 2017 roku*, 2018 Wojewódzki Inspektorat Ochrony Środowiska w Katowicach, Katowice.
- Stan środowiska w województwie śląskim w 2018 roku*, 2019, Wojewódzki Inspektorat Ochrony Środowiska w Katowicach, Katowice.
- Studium uwarunkowań i kierunków zagospodarowania przestrzennego Bielska-Białej*, 2012, Część I. Stan miasta i uwarunkowania rozwoju. Biuro rozwoju miasta, Bielsko-Biała.
- Ścibor, M., Balcerzak, M., Czernecka, Ż., Malinowska-Cieślik, M. (2015). Ocena jakości życia pacjentów z astmą oskrzelową mieszkających w Krakowie w strefach różniących się stężeniem pyłu zawieszonego w powietrzu (PM10). *Medycyna Środowiskowa*, 18, 1, 45–51.
- Trojanowska, A., Bernat, K., Tymecka, I. (2013). Zadania edukacyjne pielęgniarki wobec dzieci chorych na astmę oskrzelową. *Medycyna Ogólna i Nauki o Zdrowiu*, 19, 2, 95–98.

Umławska, W. (2011). Budowa i proporcje ciała dzieci chorych na astmę oskrzelową. *Medycyna Wieku Rozwojowego*, 15, 2, 162–166.

Wielgosiński, G., Zarzycki, R. (2018). *Technologie i procesy ochrony powietrza*. Warszawa: Wydawnictwo Naukowe PWN.

**Notka biograficzna o autorze:** Dariusz Góra, absolwent Wydziału Biologii i Ochrony Środowiska UŚ w Katowicach, uczestnik studiów doktoranckich, nauczyciel chemii i biologii w szkole ponadgimnazjalnej.

**Biographical note of author:** Dariusz Góra, a graduate of the Faculty of Biology and Environmental Protection of the University of Silesia in Katowice, participant of doctoral studies.

ORCID: 0000-0003-2495-3191

e-mail: darczkekg@op.pl