Przegląd Geograficzny
2020, 92, 1, s. 109–134
https://doi.org/10.7163/PrzG.2020.1.7

Instytut Geografii i Przestrzennego Zagospodarowania
Polska Akademia Nauk

https://www.igipz.pan.pl/przeglad-geograficzny.html

Zanieczyszczenie powietrza w uzdrowiskach polskich – problem gmin uzdrowiskowych oraz kuracjuszy

Air pollution in Polish health resorts – a problem for both local authorities and patients

Magdalena Kuchcik

Instytut Geografii i Przestrzennego Zagospodarowania im. S. Leszczyckiego PAN
ul. Twarda 51/55, 00-818 Warszawa
mkuchcik@twarda.pan.pl

Zarys treści. Artykuł przedstawia zanieczyszczenie powietrza pyłami zawieszonymi PM10, PM2,5 i benzo(a)pirenem (B(a)P) w uzdrowiskach polskich w latach 2010–2018. Analizie poddano wyniki pomiarów prowadzonych stale lub okresowo przez WIOŚ. Przeanalizowano wartości średniego rocznego stężenia zanieczyszczeń, liczbę dni z przekroczeniem dopuszczalnego stężenia dobowego PM10, która w większości uzdrowisk przewyższa 35 dni, przebiegi roczne, miesięczne i dobowe oraz podano przyczyny tego stanu. Uzdrowiskiem o największym zapyleniu powietrza są Swoszowice, leżące na przedmieściach Krakowa, w dalszej kolejności Cieplice, położone w Kotlinie Jeleniogórskiej, w których zanotowano największy spadek stężenia PM10 spośród wszystkich uzdrowisk, ale także Szczawno-Zdrój i Busko-Zdrój. Stężenie benzo(a)pirenu, który jest toksyczny i groźny dla zdrowia człowieka, we wszystkich uzdrowiskach w analizowanych latach przewyższało dopuszczalną normę od dwóch do dziesięciu razy, a najwyższe stężenie notowano w Swoszowicach i Szczawnie-Zdroju. W drugiej części, na przykładzie uzdrowiska górskiego (Szczawnica), podgórskiego Szczawno-Zdrój) i nizinnego (Busko-Zdrój), położonych w różnych województwach, przedstawiono przyczyny złej jakości powietrza, podejmowane działania władz o różnej skuteczności i trudności w poprawie stanu aerosanitarnego. We wszystkich uzdrowiskach głównym źródłem zanieczyszczeń jest niska emisja i transport drogowy. Czasem, jak w przypadku Szczawna-Zdroju, drogi o bardzo intensywnym ruchu tranzytowym przebiegają obok głównych obiektów uzdrowiskowych, zlokalizowanych w dnie doliny, gdzie dodatkowo dochodzi do spływu zanieczyszczeń z terenów położonych wyżej. W Szczawnicy główna droga biegnie osią doliny, podczas gdy sanatoria zlokalizowane są na uboczu, a okresowe badania z 2015 r. wykazały, że stężenie PM10 na zboczu, w pobliżu obiektów zdrojowych, wynosiło 20–50% notowanego w dnie doliny. W Busku-Zdroju, pomimo wielu programów, nie udało się zachęcić mieszkańców do wymiany pieców, ale podjęto inne działania, m.in. wybudowano obwodnicę części zdrojowej. Kwestii problemowych jest znacznie więcej, a bez odejścia od ogrzewania paliwem stałym, gminy uzdrowiskowe nie poradzą sobie z problemem zanieczyszczenia powietrza.

Słowa kluczowe: pył zawieszony, benzo(a)piren, uzdrowiska, klimatoterapia, niska emisja.

Wstęp

Zanieczyszczenie powietrza w Polsce, zwłaszcza pyłem zawieszonym PM10, czyli pyłem o średnicy cząstek poniżej 10 µm, drobnym pyłem PM2,5 o średnicy cząstek poniżej 2,5 µm, jak i wielopierścieniowymi węglowodorami aromatycznymi (WWA), których przedstawicielem jest benzo(a)piren (B(a)P), jest jednym z najwyższych wśród państw Unii Europejskiej (WHO, 2006; GIOŚ, 2014; EEA, 2019). Zanieczyszczenia te stanowią także jeden z najwięk-

szych problemów uzdrowisk polskich. Głównie ze względu na te substancje powstają lokalne programy ochrony powietrza i na tych substancjach skupia się także uwaga artykułu.

Celem pracy jest ogólna analiza stanu aerosanitarnego w uzdrowiskach polskich w latach 2010–2018 oraz próba wyjaśnienia złej jakości powietrza na przykładzie kilku z nich, szczególnie, że w profilach leczniczych większości uzdrowisk na listach leczonych schorzeń są choroby górnych i dolnych dróg oddechowych. W pracy nie ma analizy wszystkich możliwych danych, w tym zbieranych okresowo, ponieważ tym zajmuje się GIOŚ, ani dokładnych opisów źródeł zanieczyszczeń, gdyż te są z kolei opisane w planach gospodarki niskoemisyjnej, które posiada większość gmin. Artykuł ma raczej przybliżyć skalę zjawiska, jego przyczyny naturalne i antropogeniczne oraz próby rozwiązania problemu przez gminy.

Środowisko przyrodnicze uzdrowiska powinno być pozbawione w największym możliwym stopniu szkodliwych komponentów. Chorzy przyjeżdżający do uzdrowiska powinni mieć warunki do leczenia i wypoczynku w czystym i cichym środowisku, zwłaszcza, że zabiegi klimatoterapeutyczne (aeroterapia, helioterapia, terenoterapia) są prowadzone w terenie otwartym. Uzdrowiska, obok leczniczych wód mineralnych i peloidów, powinny oferować kuracjuszom korzystne warunki klimatyczne, w tym przede wszystkim czyste powietrze i dobre warunki akustyczne (Kuchcik i Hildebrandt, 2017; Sówka i inni, 2019).

W Polsce, w związku z utrzymującą się przewagą węgla w bilansie paliwowo-energetycznym kraju, przeważający udział w całkowitej emisji pyłów do atmosfery ma energetyka i ciepłownictwo, sektor komunalno-bytowy (indywidualne ogrzewanie budynków, małe ciepłownie lokalne) oraz przemysł (głównie wydobywczy i materiałów budowlanych) i transport, zwłaszcza drogowy (oprócz spalania paliw także ścieranie asfaltu i opon samochodowych). Spalanie wysokiej jakości węgla w elektrowniach wyposażonych w efektywne odpylacze i emitujących zanieczyszczenia na dużej wysokości ma znacznie mniejszy wpływ na zanieczyszczenie powietrza w przyziemnej warstwie powietrza niż tzw. niska emisja, czyli niekontrolowane spalanie słabej jakości węgla, drewna czy wręcz odpadów w paleniskach domowych o niskiej temperaturze spalania (Juda-Rezler i Toczko, 2016; Jędrak i inni, 2017; GIOŚ, 2019).

Przekroczenia PM10, PM2,5 i B(a)P mają miejsce zwykle w okresie jesiennym i zimowym ze względu na emisję zanieczyszczeń z sektora komunalno-bytowego. Wśród pyłów dominują wtedy pyły drobne, co potwierdzają badania składu pyłu PM2,5, w którym zimą dominują składniki emisji pierwotnej: związki węgla, metale ciężkie i WWA (IOŚ, 2011). Latem zaś przy ogólnie niższej emisji pyłów, większego znaczenia nabiera proces resuspensji, czyli ponownego unoszenia cząstek pyłu, które wcześniej osiadły na powierzchni (Badyda i Majewski, 2006) oraz emisja pyłów w czasie prac rolniczych i z odkrytych powierzchni ziemnych, m.in. z plaż (Juda-Rezler i Toczko, 2016).

W uzdrowiskach, zwłaszcza górskich i podgórskich, gdzie główne drogi przebiegają często przez ich centra, dużym problemem staje się emisja liniowa. Główne związki emitowane w procesie spalania benzyny czy oleju napędowego to pyły, tlenki azotu, ale też bezno(a)piren, lotne substancje organiczne i inne, ponadto tworzy się ozon przypowierzchniowy.

Badania wpływu zanieczyszczeń powietrza na organizm odnoszą się zarówno do epizodów wysokich stężeń, jak i warunków epidemiologicznych, gdy dotyczą stałego oddziaływania na organizm niewielkich stężeń. Wszystkie związki chemiczne występujące w powietrzu wpływają na organizm człowieka równocześnie, często wzmagając swe toksyczne oddziaływanie. Są to związki siarki, węgla i pyły powstałe ze spalania paliw kopalnych (składniki tzw. smogu redukującego), których największe stężenie jest notowane

w sezonie grzewczym, jak i te będące rezultatem przemian fotochemicznych, czyli tlenki azotu, ozon czy węglowodory, które łącznie tworzą smog utleniający, najczęstszy w półroczu ciepłym. Oddziaływanie zanieczyszczeń powietrza na ludzi jest dokładnie opisane w wielu podręcznikach z zakresu toksykologii i epidemiologii (m.in. Jędrychowski, 1986, 2010; Boubel i inni, 1994; Seńczuk, 2002; Juda-Rezler, 2006; Kowalska i Kowalski, 2014), w publikacjach WHO (2007, 2013, 2016) oraz na stronach europejskiej i amerykańskiej Agencji Ochrony Środowiska (EEA, 2019; USEPA, 2019).

Oddychanie powietrzem zanieczyszczonym może powodować szereg różnych problemów, zależnych od rodzaju i stężeń zanieczyszczeń. Dorosły człowiek wdycha 10–12 m^3 powietrza w ciągu doby, a wraz z nim dostają się do organizmu różne zanieczyszczenia. Stężenie większości z nich zależy od wielkości emisji do atmosfery, ale też od specyficznych sytuacji pogodowych. Np. antycyklonalna cyrkulacja atmosferyczna zimą, z niską temperaturą powietrza, małą prędkością wiatru i brakiem opadów atmosferycznych sprzyja zwiększonym stężeniom zanieczyszczeń (Niedźwiedź i Ustrnul, 1989; Kuchcik, 2000; Drzeniecka-Osiadacz i Netzel, 2010). Reakcja organizmu na działanie substancji toksycznej może mieć charakter ostry lub chroniczny, spowodowany długotrwałym wprowadzaniem do organizmu małych dawek tych substancji, ale także utajony, kiedy skutki oddziaływania małych dawek substancji toksycznej mogą się ujawnić dopiero po dłuższym czasie (Juda-Rezler, 2006; Jędrychowski, 2010; Kowalska i Kowalski, 2014; Jędrak i inni, 2017).

Pyły zawieszone są poważnym czynnikiem chorobotwórczym. Osiadając na ściankach pęcherzyków płucnych utrudniają wymianę gazową. Szkodliwy jest pył zawieszony PM10 (o średnicy ziaren <10 µm), w tym w szczególności pył drobny (poniżej 2,5 µm) i ultradrobny (poniżej 0,1 µm), które docierają łatwo do dolnych dróg oddechowych niszcząc pęcherzyki płucne, przenikają do krwioobiegu i organów wewnętrznych (Kirschner, 1996; Jędrak i inni, 2017). Powodują podrażnienie naskórka i śluzówki, zapalenie górnych dróg oddechowych, wywołują choroby alergiczne, astmę, nowotwory płuc, gardła i krtani (Jędrak i inni, 2017). Zawierają, obok węgla i minerałów, metale ciężkie czy wiele węglowodorów aromatycznych. Grupą szczególnie narażoną na negatywne oddziaływanie pyłów są ludzie starsi, dzieci i osoby cierpiące na choroby dróg oddechowych i układu krwionośnego (Seńczuk, 2002; WHO, 2013).

Wielopierścieniowe węglowodory aromatyczne (WWA) są bardzo rakotwórcze i toksyczne, a zalicza się do nich kilkaset związków, w tym benzo(a)piren. Działają toksycznie poprzez drogi oddechowe, w kontakcie ze skórą i po spożyciu skażonych pokarmów. Uszkadzają układ krwiotwórczy szpiku kostnego: powodują skazę krwotoczną, zmniejszenie liczby białych krwinek, niedokrwistość. Tworzą trwałe połączenia z DNA i mają zdolność kumulowania się w organizmach żywych, co prawdopodobnie prowadzi do procesu nowotworowego (białaczki, nowotworów płuc i pęcherza moczowego). Związki te działają bezprogowo, co oznacza, że każde stężenie powoduje wzrost ryzyka nowotworu (Rusin i Marchwińska-Wyrwał, 2014). Następstwem narażenia może być też uszkodzenie centralnego układu nerwowego i bezpłodność (ATSDR, 1995; Irwin i inni, 1997; Ba i inni, 2016). Ich źródłem jest używanie węgla i biomasy w domowych piecach centralnego ogrzewania czy kominkach, niekontrolowane spalanie odpadów, spaliny samochodowe czy dym tytoniowy (Harrison i Yin, 2008). Ocenia się, że emisja związana z ogrzewaniem indywidualnych budynków stanowi 78–87% całkowitej emisji B(a)P do powietrza z terenu Polski (Wieczorek i inni, 2011).

Liczne prowadzone od lat badania w Polsce i na świecie dowodzą wpływu długo- i krótkookresowej ekspozycji na zanieczyszczenia powietrza na wzrost zachorowalności i umieral-

ności (m.in. Morawska-Horawska i inni, 1984; Jędrychowski, 1995; Kuchcik, 2003; Samoli i inni, 2003; Rabczenko i inni, 2005; Menne i Matthies, 2009; Pelucchi i inni, 2009; Rai 2015; Badyda, 2016; Kowalska i Kocot, 2016; Cao i inni, 2018; Bowe i inni, 2019). Według szacunków Europejskiej Agencji Środowiska w Europie w 2016 r. z powodu zanieczyszczenia powietrza zmarło przedwcześnie 498 000 osób, z czego w samej Polsce 45 700 (EEA, 2019), głównie osób starszych. Jednak zanieczyszczenie powietrza niekoniecznie ma tak ostateczny wpływ na człowieka. Dowiedziono, że dzieci stale narażone na zanieczyszczenia komunikacyjne cechują się słabszym rozwojem poznawczym w porównaniu do ich rówieśników z czystszych regionów (Sunyer i inni, 2015). A przecież do uzdrowisk przyjeżdżają najczęściej osoby starsze lub dzieci, czyli grupy najbardziej narażone na szkodliwe oddziaływanie zanieczyszczeń powietrza, co potwierdza obliczony wzrost ryzyka negatywnych skutków zdrowotnych w uzdrowiskach dolnośląskich (Sówka i inni, 2019).

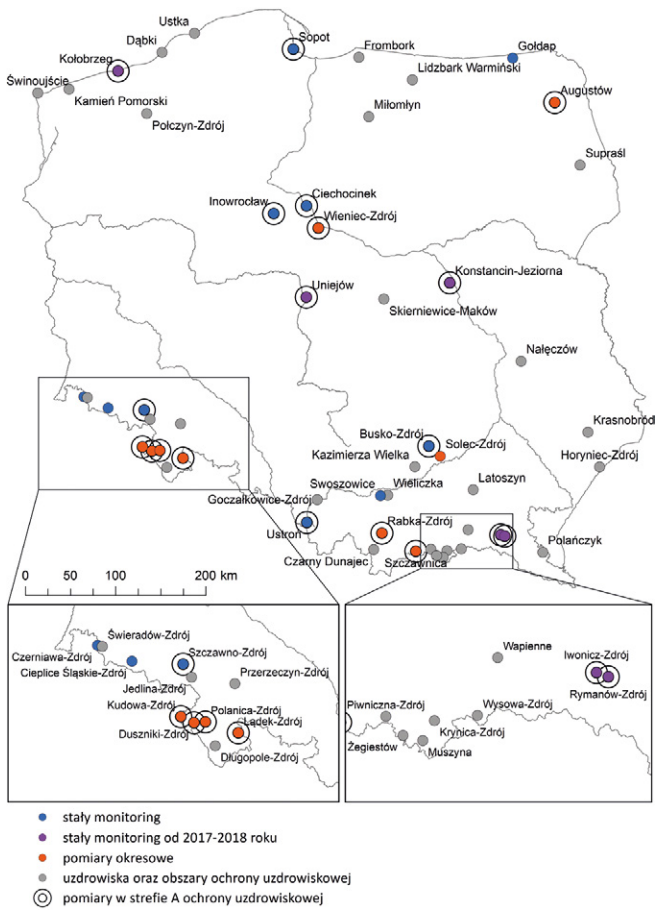
W 2018 r. w Polsce funkcjonowało 45 uzdrowisk statutowych, 1 sanatorium urządzone w podziemnym wyrobisku górniczym (Wieliczka) oraz 8 miejscowości posiadających status obszaru ochrony uzdrowiskowej. Według GUS w 2018 r. (GUS, 2019) z leczenia uzdrowiskowego skorzystało blisko 840 tys. kuracjuszy, z czego 760 tys. leczonych było stacjonarnie. W 2010 r. liczba kuracjuszy stacjonarnych wynosiła ok. 572 tys. (GUS, 2011), zatem 33% wyniósł wzrost liczby osób korzystających z leczenia uzdrowiskowego w ostatnich latach. W 2018 r. 62,8% kuracjuszy stacjonarnych leczonych w zakładach lecznictwa uzdrowiskowego finansowanych było przez NFZ (54,1%), ZUS, PFRON i KRUS. Przeciętne wykorzystanie 1 łóżka w szpitalach i sanatoriach uzdrowiskowych wynosiło w 2017 r. 278 dni (GUS, 2018). Brakuje statystyk dotyczących liczby kuracjuszy w poszczególnych miesiącach, co dałoby obraz narażenia tej populacji na zwiększone zanieczyszczenie powietrza w miesiącach zimowych. Dostępne są tylko statystyki roczne. Z informacji pozyskanych od kilku lekarzy uzdrowiskowych wynika, że wykorzystanie łóżek finansowanych przez wymieniowe urzędy jest we wszystkich miesiącach na poziomie 90–95%. Zmienność sezonowa dotyczy pacjentów pełnopłatnych, którzy korzystają z leczenia uzdrowiskowego głównie latem, w czasie ferii zimowych i w okresie świąteczno-noworocznym. Można zatem oszacować, że w sezonie grzewczym (w uproszczeniu od października do marca) w uzdrowiskach przebywa ok. 40% liczby rocznej kuracjuszy i ta część narażona jest na negatywne oddziaływanie podwyższonych stężeń zanieczyszczeń powietrza.

Materiały i metody

Podstawą opracowania były jedno- i 24-godzinne stężenia PM10 i PM2,5 oraz dane dotyczące poziomu B(a)P z monitoringu prowadzonego przez wojewódzkie inspektoraty ochrony środowiska. Część stacji monitoringu to stacje automatyczne, część – manualne. W ostatnich latach tylko w 7 uzdrowiskach prowadzony był stały monitoring stężenia zanieczyszczeń w strefie A ochrony uzdrowiskowej (w niej prowadzona jest główna działalność uzdrowiskowa, dlatego też znajduje się pod szczególną ochroną i obejmuje obszar, gdzie zlokalizowane są zakłady i urządzenia lecznictwa uzdrowiskowego, a także inne obiekty służące lecznictwu uzdrowiskowemu lub obsłudze pacjenta). Są to Busko-Zdrój, Ciechocinek, Inowrocław, Sopot, Szczawno-Zdrój i Ustroń (w Ustroniu stężenie PM10 zaczęto mierzyć w 2017 r.). W 4 uzdrowiskach monitoring odbywał się poza strefą A, ale blisko jej granic. Są to: Cieplice, Czerniawa-Zdrój (stacja tła regionalnego – bez pomiaru analizowanych w ar-

tykule substancji), Gołdap, Swoszowice (w Swoszowicach w 2019 r. stację przeniesiono na teren strefy A). W latach 2017–2018 r. stały monitoring PM10 i B(a)P rozpoczęto w Kołobrzegu, Iwoniczu-Zdroju, Uniejowie, Rymanowie-Zdroju, Konstancinie-Zdroju, a w dwóch ostatnich rozpoczęto także monitoring PM2,5 (ryc. 1, tab. 1). Najmniej liczne w uzdrowiskach są pomiary stężenia B(a)P, co związane jest ze skomplikowaną metodyką i analizą chemiczną. Ocenia się go najczęściej w cyklu siedmiodniowym na podstawie filtrów uzyskanych z poborników pyłowych działających przez 24 godziny, a następnie analizowanych za pomocą chromatografii cieczowej z detektorem fluorescencyjnym lub chromatografii gazowej ze spektrometrią mas (Putko i Witkiewicz, 2019). Dlatego też informacja o stężeniu B(a)P podawana jest raz na 7 dni lub – jak w przypadku Buska-Zdroju – raz na 3 dni.

W kilku innych uzdrowiskach, w wybranych latach, prowadzono pomiary okresowe: w Rabce-Zdroju – w 2014 i 2017 r., w Szczawnicy – w 2009 i 2015 r., w Polanicy-Zdroju –



Ryc. 1. Monitoring zanieczyszczenia powietrza w polskich uzdrowiskach statutowych i obszarach ochrony uzdrowiskowej
Monitoring of air pollution in Poland's statutory health resorts and spa protection areas
Źródło: opracowanie graficzne A. Halaś na podstawie danych GIOŚ.
Source: graphic design by A. Halaś, based on data from the Chief Inspectorate of Environmental Protection.

Tabela 1. Charakterystyka stacji stałego monitoringu zanieczyszczenia powietrza WIOŚ w uzdrowiskach oraz zakres danych pomiarowych
Characteristics of WIOŚ permanent air-pollution monitoring stations located in health resorts, as well as the scope of their data

Uzdrowisko	Adres	Otoczenie	Φ	λ	Typ stacji[1]	Czas uśredniania	Mierzone zanieczyszczenia
Busko-Zdrój	Rokosza 1	sanatoria, parki i ulice	50,45362	20,71564	m./a.	24 godz.	PM10, PM2,5, B(a)P
Ciechocinek	Tężniowa, Park Tysiąclecia	Park Tężniowy	52,88842	18,78091	m./a.	1 i 24 godz.	NO_2, NOx, O_3, PM10, benzen, WWA, metale w PM10
Cieplice	Sokoliki 6	otwarty teren, zabudowa jednorodzinna	50,87121	15,70095	m.	24 godz.	PM10, B(a)P
Gołdap	Jaćwieska 17	gęsta zabudowa jedno- i wielorodzinna	54,30591	22,30768	a.	1 godz.	CO, NO_2, NOx, O_3, PM10, SO_2
Inowrocław	Solankowa 77	Park Zdrojowy	52,79312	18,24104	a.	1 i 24 godz.	NO_2, NOx, PM10, SO_2, B(a)P, metale w PM10
Iwonicz-Zdrój	Aleja Słoneczna 15	sanatoria, na stoku	49,56518	21,79131	m.	24 godz.	PM10, B(a)P
Kołobrzeg	Żółkiewskiego 5	otwarty teren, luźna zabudowa wielorodzinna	54,17932	15,59634	m.	24 godz.	PM10, B(a)P
Konstancin-Zdrój	Wierzejewskiego 12	zabudowa śródleśna, sanatoria	52,08063	21,11119	m./a.	1 i 24 godz.	PM10, PM2,5, B(a)P
Rymanów-Zdrój	Parkowa 5	Park Zdrojowy	49,54654	21,85101	m./a.	1 i 24 godz.	PM10, PM2,5, B(a)P, metale w PM10
Sopot	Bitwy pod Płowcami, Błonia Sopockie	otwarty teren, luźna zabudowa wielorodzinna	54,43167	18,57972	a.	1 godz.	CO, NO_2, NOx, O_3, PM10, SO_2
Swoszowice (Kraków)	Bujaka 15	gęsta zabudowa wielorodzinna	50,01058	19,94919	m./a.	1 i 24 godz.	NO_2, NOx, O_3, PM10, SO_2, benzen, WWA, metale w PM10
Swoszowice	Lusińska	zabudowa jednorodzinna, Park Zdrojowy	49,99144	19,93679	m./a.	1 i 24 godz.	PM10, PM2,5, B(a)P
Szczawno-Zdrój	Kolejowa 14	na tyłach Domu Zdrojowego	50,80419	16,25411	m.	24 godz.	PM10, B(a)P
Uniejów	Zamkowa 1	w pobliżu Term	51,97166	18,79035	m.	24 godz.	PM10, B(a)P
Ustroń	Sanatoryjna 7	sanatoria, na stoku	49,71973	18,82672	a.	1 godz.	NO_2, NOx, O_3, PM10, SO_2

[1] m. – manualna, a. – automatyczna
Opracowanie własne na podstawie danych GIOŚ.
Author's own elaboration based on data from the Chief Inspectorate of Environmental Protection.

w 2016 r., w Kudowie-Zdroju – w 2017 r., w Augustowie, Solcu, Lądku-Zdroju i Wieńcu-Zdroju – w 2018 r., w Dusznikach-Zdroju – w 2019 r. W „Raporcie problemowym na temat jakości powietrza w uzdrowiskach w Polsce w roku 2018" (GIOŚ, 2019) wymienionych jest więcej uzdrowisk, ale dane z nich nie są powszechnie dostępne (Horyniec, Nałęczów i Solec-Zdrój).

Kompletność danych o stężeniu PM10 i PM2,5 wynosiła zazwyczaj 80–95%, choć są stacje i lata ze stuprocentową kompletnością danych oraz takie, w których braki przewyższały dane (jak 2012 r. w Ciechocinku) (tab. 2). W przypadku B(a)P jedna wartość stę-

Tabela 2. Kompletność serii pomiarowych PM10, PM2,5 i B(a)P na stacjach w uzdrowiskach (%)
Health-resort stations' completeness of measurement series for PM10, PM2.5 and B(a)P (%)

Uzdrowisko	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
Pył zawieszony PM10									
Busko-Zdrój	96,4	81,9	87,7	84,7	95,9	99,7	87,7	99,2	98,6
Ciechocinek	71,5	66,8	37,4	84,9	99,5	91,5	99,7	98,4	98,6
Inowrocław	–	–	82,8	–	100,0	100,0	94,5	100,0	98,9
Szczawno-Zdrój	–	–	89,1	98,9	97,3	98,1	80,1	98,9	97,8
Sopot	99,7	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	99,7	99,7	98,9
Cieplice	90,1	93,4	97,5	90,7	89,3	94,2	95,1	97,3	98,6
Gołdap	56,4	84,1	93,2	94,8	80,5	95,6	94,0	93,7	92,1
Swoszowice	71,0	99,2	95,4	94,8	92,9	96,7	98,6	95,6	97,3
Augustów	–	–	–	–	–	–	–	51,0	71,8
Iwonicz-Zdrój	–	–	–	–	–	–	–	98,1	98,6
Kołobrzeg	–	–	–	–	–	–	–	–	96,7
Konstancin-Zdrój	–	–	–	–	–	–	–	86,8	91,8
Rymanów-Zdrój	–	–	–	–	–	–	–	99,7	100,0
Uniejów	–	–	–	–	–	–	–	93,2	90,1
Ustroń	–	–	–	–	98,4	100,0	100,0	100,0	97,8
Pył zawieszony PM2,5									
Busko-Zdrój	92,6	87,7	99,2	88,5	97,3	97,3	99,5	93,4	100,0
Ciechocinek	70,7	99,2	100,0	98,4	95,9	100,0	98,6	96,7	98,4
Augustów	–	–	–	–	–	–	–	93,7	63,3
Konstancin-Zdrój	–	–	–	–	–	–	–	95,3	97,3
Rymanów-Zdrój	–	–	–	–	–	–	–	99,2	99,7
Benzo(a)piren									
Busko-Zdrój	54,8	33,4	34,2	33,4	33,4	33,4	33,3	33,7	33,4
Ciechocinek	–	65,5	30,1	–	99,5	84,1	99,7	98,6	98,6
Inowrocław	–	–	–	–	80,3	97,3	97,5	100,0	98,9
Szczawno-Zdrój	–	–	89,1	98,9	95,9	98,9	78,4	98,6	97,3
Cieplice	–	–	–	–	87,7	97,0	94,0	96,4	98,6
Swoszowice	34,8	48,8	82,2	94,8	89,9	94,0	98,4	94,5	98,9
Iwonicz-Zdrój	–	–	–	–	–	–	–	98,1	98,6
Kołobrzeg	–	–	–	–	–	–	–	–	49,6
Konstancin-Zdrój	–	–	–	–	–	–	–	89,6	89,3
Rymanów-Zdrój	–	–	–	–	–	–	–	97,8	100,0
Uniejów	–	–	–	–	–	–	–	90,1	88,8

Opracowanie własne na podstawie archiwalnych danych GIOŚ.
Author's own elaboration based on archive data from the Chief Inspectorate of Environmental Protection.

żenia przypada zazwyczaj na 7 dni. Na niektórych stacjach, w niektórych latach wartość ta przypisywana była wszystkim dniom, czasem wpisywana tylko w dzień pomiaru, a czasami w porze letniej – w ogóle nie oceniano stężenia B(a)P. Dlatego kompletność rzędu 33% jest w tym przypadku wystarczająca.

Oprócz ogólnej oceny stanu aerosanitarnego w uzdrowiskach dokonano bardziej szczegółowej jego analizy w trzech uzdrowiskach: Szczawnie-Zdroju, Szczawnicy i Busku-Zdroju, położonych w różnych województwach: dolnośląskim, małopolskim i świętokrzyskim. Reprezentują różne typy uzdrowiska: podgórskie, górskie i nizinne, ale wybrano je ponieważ przede wszystkim cechują się wyjątkowo wysokim zanieczyszczeniem powietrza, ale różną topografią terenu, źródłami emisji oraz różnym umiejscowieniem głównych obiektów zdrojowych w stosunku do źródeł emisji zanieczyszczeń. Ponadto dwa pierwsze mają w swoim profilu leczniczym choroby górnych i dolnych dróg oddechowych.

Normy zanieczyszczeń, które obowiązują ze względu na ochronę zdrowia ludzi, przedstawione zostały w Rozporządzeniu Ministra Środowiska z dnia 24 sierpnia 2012 r. w sprawie poziomów niektórych substancji w powietrzu (Dz. U. z 2012 r., poz. 1031). Światowa Organizacja Zdrowia sugeruje na podstawie badań klinicznych i statystyk medycznych zupełnie inne poziomy dopuszczalnych stężeń (tab. 3).

Tabela 3. Obowiązujące w prawie polskim dopuszczalne i docelowe poziomy PM10, PM2,5 i B(a)P w powietrzu ze względu na ochronę zdrowia ludzi oraz odpowiednio sugerowane przez WHO bezpieczne dla ludzi ich poziomy
Permissible and target levels for PM10, PM2.5 and B(a)P in the air under Polish law, in line with the need to protect human health, as well as safe levels suggested by the WHO

Nazwa substancji	Okres uśredniania wyników pomiarów	Dopuszczalny poziom substancji oraz dopuszczalna liczba dni z przekroczeniem tego poziomu w roku (D)	Sugerowane przez WHO bezpieczne, docelowe poziomy ze względu na ochronę zdrowia ludzi
Pył zawieszony PM10	24 godziny	50 $\mu g \cdot m^{-3}$ +35D	50 $\mu g \cdot m^{-3}$
	rok kalendarzowy	40 $\mu g \cdot m^{-3}$	20 $\mu g \cdot m^{-3}$
Pył zawieszony PM2,5	24 godziny	–	25 $\mu g \cdot m^{-3}$
	rok kalendarzowy	25/20[1] $\mu g \cdot m^{-3}$	10 $\mu g \cdot m^{-3}$
Benzo(a)piren	rok kalendarzowy	1 $ng \cdot m^{-3}$	0,12 $ng \cdot m^{-3}$

[1] poziom dopuszczalny dla pyłu zawieszonego PM2,5 do osiągnięcia od dnia 1 stycznia 2020 r.
Źródło/*Source*: GIOŚ (2018); EEA (2019).

Wyniki

Ogólna analiza stanu zanieczyszczenia powietrza w uzdrowiskach

Średnie roczne stężenie pyłu zawieszonego PM10 w latach 2010–2018 w większości uzdrowisk spełniało normę 40 $\mu g \cdot m^{-3}$, choć czasem było bardzo blisko tej wartości (np. w Busku-Zdroju, Szczawnie-Zdroju). Wyjątkiem były (i są) Swoszowice, w których praktycznie w całym okresie notowano stężenia roczne powyżej normy oraz Cieplice, w których norma przekroczona była w latach 2011–2013. Najniższe średnie roczne stężenie PM10, zazwyczaj poniżej 20 $\mu g \cdot m^{-3}$, notowano nad morzem, w Sopocie (tab. 4). Gdyby jednak założyć normę sugerowaną przez WHO, jedynie stacje nadmorskie i Augustów spełniłyby kryteria.

Tabela 4. Średnie roczne stężenie PM10 (μg·m^{-3}) w uzdrowiskach w okresie 2010–2018
Mean annual PM10 (μg·m^{-3}) concentration in health resorts in the years 2010–2018

Uzdrowisko	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
Busko-Zdrój	33,5	39,1	33,0	30,9	30,1	27,4	27,0	30,9	29,5
Ciechocinek	29,8	25,0	23,7	21,2	27,7	27,0	25,2	24,6	24,9
Inowrocław	–	–	33,5	–	31,7	27,8	23,5	27,2	27,3
Szczawno-Zdrój	–	–	39,6	34,2	34,0	28,3	27,7	28,0	29,4
Sopot	20,0	18,7	17,5	16,3	18,7	14,3	16,7	16,9	21,5
Cieplice	70,1	48,9	48,8	40,6	26,9	28,2	28,8	29,3	26,8
Gołdap	27,0	24,6	23,2	22,9	23,5	24,9	31,6	28,6	35,6
Swoszowice	47,9	54,2	53,5	44,4	46,3	45,1	39,4	42,1	43,2
Augustów	–	–	–	–	–	–	–	–	20,6
Iwonicz-Zdrój	–	–	–	–	–	–	–	22,7	23,2
Kołobrzeg	–	–	–	–	–	–	–	–	20,8
Konstancin-Zdrój	–	–	–	–	–	–	–	27,4	24,5
Rymanów-Zdrój	–	–	–	–	–	–	–	20,6	21,6
Uniejów	–	–	–	–	–	–	–	27,1	30,9
Ustroń	–	–	–	–	27,8	23,2	23,0	25,0	25,2

Kolorem czerwonym zaznaczono wartości powyżej normy.
Opracowanie własne na podstawie archiwalnych danych GIOŚ oraz rocznych ocen jakości powietrza atmosferycznego w województwach WIOŚ / *Author's own elaboration based on archive data from the Chief Inspectorate of Environmental Protection and annual assessments of air quality in voivodships.*

Swoszowice są podmiejską, zewnętrzną dzielnicą Krakowa i leżą na południe od miasta. Stacja WIOŚ do 2018 r. leżała w obrębie zabudowy wielorodzinnej, ok. 1,1 km od trasy A4, południowej obwodnicy Krakowa. Obecnie zlokalizowana jest w otoczeniu zabudowy jednorodzinnej, 860 m od trasy A4, na terenie strefy uzdrowiskowej, w pobliżu Parku Zdrojowego. Niestety w nowej lokalizacji, pomimo większego udziału terenów biologicznie czynnych, wciąż notowane są przekroczenia normy.

W kontekście zapylenia powietrza znaczenie ma nie tylko średnia roczna wartość stężenia pyłów, ale też liczba dni ze stężeniem szkodliwym, powyżej dobowej normy 50 μg·m^{-3}. Ta norma przekraczana była w większości uzdrowisk, w których prowadzi się stały monitoring, także w tych, w których średnia roczna norma jest dotrzymana (tab. 5). Obecne prawo w Polsce dopuszcza 35 dni w roku z przekroczeniem normy. W Swoszowicach przez cały okres notowano ich 2–3 razy więcej. W Cieplicach, Szczawnie-Zdroju i Busku-Zdroju w wybranych latach norma także była przekraczana dwukrotnie. W kilku uzdrowiskach – w Inowrocławiu, Cieplicach czy Szczawnie-Zdroju – w ostatnich latach widoczny jest spadek liczby dni ze skrajnie wysokim zapyleniem. Jest to efekt usilnych i licznych działań tych gmin w celu zmniejszenia niskiej emisji, ale także skutek coraz cieplejszych zim.

Stężenie PM10 wykazuje duże zróżnicowanie w ciągu roku. Najwyższe jest od listopada do marca, choć w Kotlinie Jeleniogórskiej czy na przedmieściach Krakowa znaczące jest też w październiku i kwietniu. Od maja do września problem maleje. W miesiącach letnich prawie we wszystkich uzdrowiskach średnie miesięczne stężenie PM10 wynosi 14–19 μg·m^{-3}, ale w Swoszowicach sięga 26 μg·m^{-3}, co tylko potwierdza tezę, że w Swoszowicach bardzo duży udział ma pył pochodzący z transportu drogowego. W analizowanym okresie najwyższe średnie miesięczne stężenie PM10 zanotowano w grudniu 2010 r.

Tabela 5. Liczba dni ze stężeniem PM10>50 µg·m^{-3} w uzdrowiskach w okresie 2010–2018
Numbers of days with PM10>50 g·m^{-3} at health resorts, 2010–2018

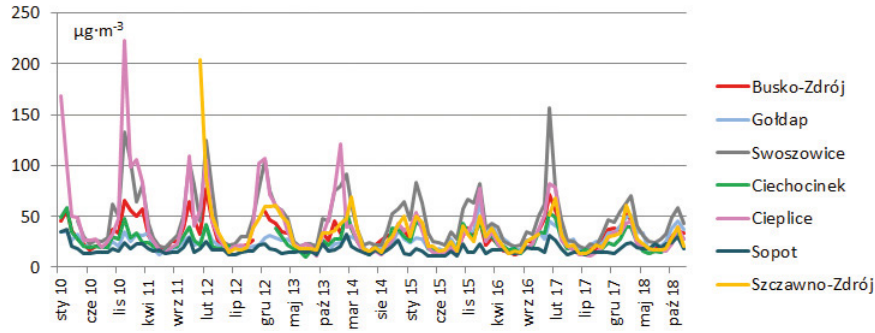
Uzdrowisko	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
Busko-Zdrój	59	78	45	43	35	39	35	59	46
Ciechocinek	31	6	10	9	45	44	30	27	37
Inowrocław	–	–	47	–	62	46	22	30	39
Szczawno-Zdrój	–	–	70	72	66	41	34	40	36
Sopot	17	13	6	1	4	2	3	12	14
Cieplice	106	90	89	76	37	39	40	42	32
Gołdap	13	19	18	12	5	18	38	30	68
Swoszowice	65	127	116	106	100	99	79	73	98
Augustów	–	–	–	–	–	–	–	–	9
Iwonicz-Zdrój	–	–	–	–	–	–	–	22	16
Kołobrzeg	–	–	–	–	–	–	–	–	12
Konstancin-Zdrój	–	–	–	–	–	–	–	31	26
Rymanów-Zdrój	–	–	–	–	–	–	–	20	11
Uniejów	–	–	–	–	–	–	–	27	49
Ustroń	–	–	–	–	37	18	21	29	32

Kolorem czerwonym zaznaczono wartości powyżej normy.
Opracowanie własne na podstawie archiwalnych danych GIOŚ oraz rocznych ocen jakości powietrza atmosferycznego w województwach WIOŚ / *Author's own elaboration based on archive data from the Chief Inspectorate of Environmental Protection and annual assessments of air quality in voivodships.*

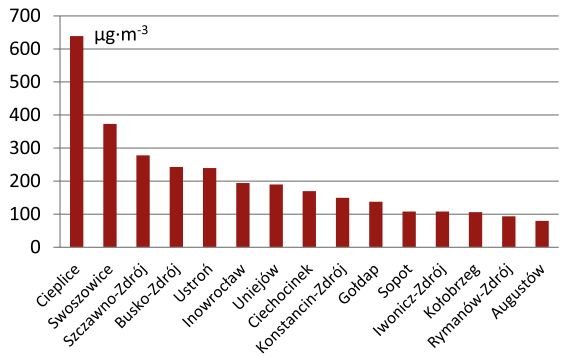
w Cieplicach. Wyniosło ono niewiarygodne 222,2 µg·m^{-3} (ryc. 2). Średnie stężenie PM10 z całego analizowanego okresu 2010–2018 wahało się w styczniu od 17,4 µg·m^{-3} w Kołobrzegu do 79,2 µg·m^{-3} w Swoszowicach, zaś w lipcu, miesiącu o najniższym zapyleniu, od 11,7 µg·m^{-3} w Augustowie po 22,0 µg·m^{-3} także w Swoszowicach.

Najwyższe 24-godzinne stężenie PM10 zanotowane w różnych okresach, w których działały stałe stacje monitoringu WIOŚ, sięgnęło 639 µg·m^{-3} w Cieplicach (30.12.2010), 373 µg·m^{-3} w Swoszowicach (17.12.2010) czy 243 µg·m^{-3} w Busku-Zdroju (13.02.2012) (ryc. 3).

W latach 2010–2018 największy spadek stężenia PM10 odnotowano w leżących w Kotlinie Jeleniogórskiej Cieplicach (ryc. 2). Katastrofalna sytuacja, protesty mieszkańców, negatywne świadectwo potwierdzające warunki do leczenia klimatycznego i warunkowa zgoda z 2009 r. Ministerstwa Zdrowia na działalność uzdrowiska przez kolejne 5 lat, zmusiły władze miasta, ale także województwa, do podjęcia natychmiastowych działań naprawczych. Zmodernizowano miejskie elektrociepłownie i ciepłownie, wprowadzono duże ulgi podatkowe i dopłaty do modernizacji źródeł niskiej emisji, intensywnie promowano podłączenia do sieci ciepłowniczej i bezemisyjnych źródeł odnawialnych, w wysokim stopniu dofinansowano głęboką termomodernizację budynków, skutecznie wprowadzono zintegrowany plan rozwoju transportu publicznego (*Program…*, 2011, 2012; Plan…, 2015b). Wskutek tych działań zapylenie powietrza w kolejnych latach znacząco spadło, jednak inwentaryzacja systemów grzewczych w Jeleniej Górze z 2017 r. wykazała, że tylko połowa domów ogrzewana jest gazem lub korzysta z ciepła systemowego, w pozostałych funkcjonują piece węglowe, w tym kaflowe i kominki na drewno. Niestety dalsze zmniejszanie niskiej emisji napotyka na przeszkody, gdyż mieszkańcy, którzy wciąż nie zmienili sposobu ogrzewania, są raczej temu niechętni ze względów ekonomicznych, a dodatkowo nie każ-



Ryc. 2. Średnie miesięczne stężenie PM10 (µg·m^{-3}) w wybranych uzdrowiskach, 2010–2018
Mean monthly concentrations of PM10s (µg·m^{-3}) at selected health resorts, 2010–2018
Opracowanie własne na podstawie danych GIOŚ.
Authors' own elaboration based on data from the Chief Inspectorate of Environmental Protection.

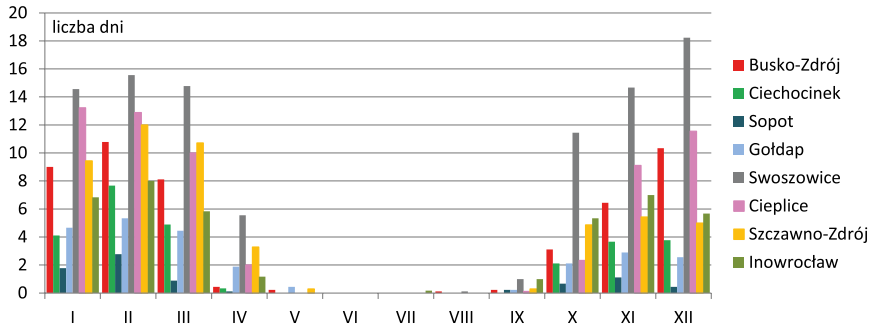


Ryc. 3. Najwyższe 24-godzinne stężenie PM10 (µg·m^{-3}) zanotowane w uzdrowiskach, 2010–2018
Peak 24-hour concentrations of PM10s at health resorts (in µg·m^{-3}), 2010–2018
Opracowanie własne na podstawie danych GIOŚ.
Author's own elaboration based on data from the Chief Inspectorate of Environmental Protection.

dy budynek w mieście można przyłączyć do ciepła systemowego (Guszała, 2017) Ponadto kotlinne położenie uzdrowiska u podnóża Karkonoszy i częste inwersje sprzyjają kumulacji zanieczyszczeń w warstwie przyziemnej.

W tabeli 5 przedstawiono roczną liczbę dni ze stężeniem PM10>50 µg·m^{-3}, a jej uzupełnieniem jest średnia liczba takich dni w poszczególnych miesiącach. W Swoszowicach w grudniu wynosi ona ponad 18 dni, a w każdym miesiącu od listopada do marca – ponad 14. W Cieplicach notuje się 9–13 takich dni miesięcznie, a w Szczawnie-Zdroju 9–12 (ryc. 4). W Ciechocinku, Gołdapi czy Sopocie sytuacja jest o wiele lepsza.

Dopuszczalna norma roczna PM2,5 w analizowanym okresie wynosiła 25 µg·m^{-3}. W Swoszowicach norma była przekroczona we wszystkich badanych latach, a w Busku-Zdroju w latach 2010–2012. Od 2020 r. norma wynosi 20 µg·m^{-3}, co oznacza że jeśli średnie roczne stężenie PM2,5 utrzyma się na poziomie z lat 2017–2018, norma będzie przekroczona także w Busku-Zdroju czy Konstancinie-Zdroju. A gdyby za poziom braku szkodliwości przyjąć normę proponowaną przez WHO, nawet w Augustowie stężenie



Ryc. 4. Średnia miesięczna liczba dni ze stężeniem PM10>50 µg·m^{-3} w uzdrowiskach, 2010–2018
Mean monthly numbers of days at health resorts with PM10>50 µg·m^{-3}, 2010–2018
Opracowanie własne na podstawie danych GIOŚ.
Author's own elaboration based on data from the Chief Inspectorate of Environmental Protection.

PM2,5 byłoby wyższe (tab. 6). Pewną nadzieją na poprawę sytuacji jest widoczny w analizowanym okresie spadek stężenia PM2,5, wynikający zarówno z działań opisanych w dalszej części artykułu, jak i coraz łagodniejszych zim.

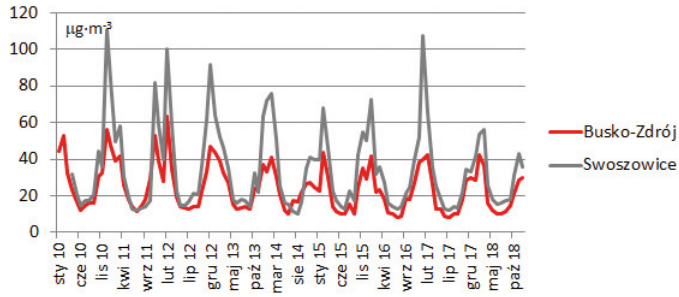
Pył PM2,5 jest frakcją pyłu PM10 i przebieg jego stężenia w ciągu roku jest zbliżony, ale wartości mogą się znacznie różnić. Zimą zawartość PM2,5 w PM10 sięgała w analizowanych latach 99% w Busku-Zdroju i 97% w Swoszowicach, a w okresie od listopada do lutego średnio wynosiła odpowiednio 82% i 79%. W okresie od czerwca do sierpnia średni udział PM2,5 w PM10 wynosił już zaledwie 66% w Busku-Zdroju i 64% w Swoszowicach.

Średnie stężenie PM2,5 z całego okresu w Busku-Zdroju wahało się od 42,9 µg·m^{-3} w lutym do 11,2 µg·m^{-3} w czerwcu, zaś w Swoszowicach od 64,0 µg·m^{-3} w styczniu do 14,2 µg·m^{-3} w lipcu. Najwyższe średnie miesięczne stężenie PM2,5 w Busku wyniosło 63,6 g·m^{-3} w lutym 2012 r., zaś w Swoszowicach – 110,5 µg·m^{-3} w grudniu 2010 r. Najwyższe stężenie PM2,5 zanotowane w Swoszowicach w badanym okresie wyniosło 306 µg·m^{-3} (12.02.2012) i 299 µg·m^{-3} (17.12.2010), a stężenie PM10 w tych dniach to odpowiednio 349 µg·m^{-3} i 373 µg·m^{-3}. W Busku-Zdroju najwyższe notowane wartości PM2,5 sięgały 180–200 µg·m^{-3} w latach 2010–2012, w kolejnych 120–140 µg·m^{-3}, co wciąż oznaczało przekroczenie 5–6 razy sugerowanych przez WHO norm stężenia dobowego (ryc. 5).

Tabela 6. Średnie roczne stężenie PM2,5 (µg·m^{-3}) w uzdrowiskach w okresie 2010–2018
Selected health resorts' mean annual PM2.5 concentrations (in µg·m^{-3}), 2010–2018

Uzdrowisko	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
Busko-Zdrój	28,2	29,8	26,1	24,4	23,5	21,0	20,3	19,2	21,6
Swoszowice	35,6	37,3	41,3	33,4	33,0	33,7	30,2	31,8	30,8
Konstancin-Zdrój	–	–	–	–	–	–	–	22,0	21,7
Augustów	–	–	–	–	–	–	–	13,9	15,1
Rymanów-Zdrój	–	–	–	–	–	–	–	18,2	19,1

Kolorem czerwonym zaznaczono wartości powyżej normy.
Opracowanie własne na podstawie archiwalnych danych GIOŚ oraz rocznych ocen jakości powietrza atmosferycznego w województwach WIOŚ / *Author's own elaboration based on archive data from the Chief Inspectorate of Environmental Protection and annual assessments of air quality in voivodships.*



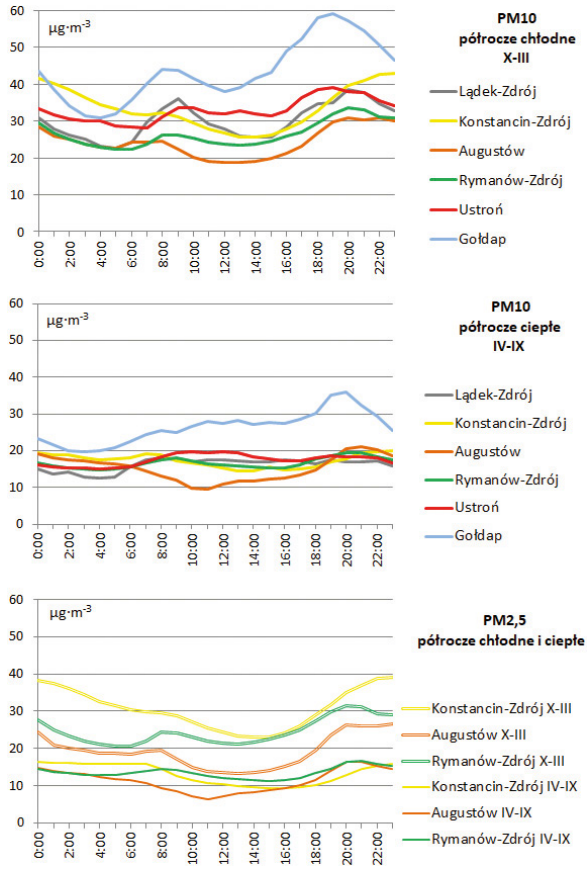
Ryc. 5. Średnie miesięczne stężenie PM2,5 w Busku-Zdroju i Swoszowicach w latach 2010–2018
Mean monthly PM2.5 concentrations (in µg·m^{-3}) in Busko-Zdrój and Swoszowice, 2010–2018
Opracowanie własne na podstawie danych GIOŚ.
Author's own elaboration based on data from the Chief Inspectorate of Environmental Protection.

Tak wysokie stężenia notowano w okresach silnych, zimowych wyżów: z bezchmurnym niebem, bez opadów, z małą prędkością wiatru i bardzo niską temperaturą powietrza, poniżej -10°C, kiedy warunki atmosferyczne sprzyjają stagnacji zanieczyszczeń przy gruncie i zapotrzebowanie na ciepło wzrasta.

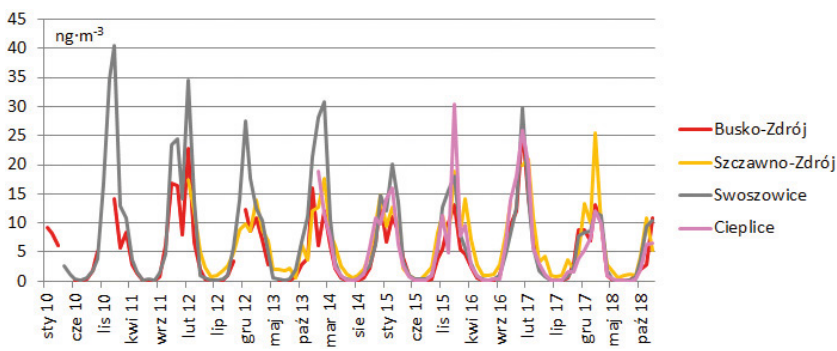
Uzupełnieniem analizy rocznej i miesięcznej jest analiza zmienności stężenia pyłów zawieszonych w ciągu doby w wybranych uzdrowiskach w 2018 r. W półroczu chłodnym w większości uzdrowisk widoczne są dwa maksima: wyraźne, główne w godzinach 17–22, po powrocie z pracy i w czasie wieczornej aktywności w domu, poranne od godz. 6 do godz. 10 oraz dwa minima – w ciągu dnia i nad ranem. Taki przebieg tylko potwierdza źródło zapylenia, jakim jest emisja z zasypowych kotłów węglowych. Dodatkowym potwierdzeniem jest wyraźnie wyższe stężenie PM10 na stacji w Gołdapi, leżącej w bezpośrednim otoczeniu starych budynków ogrzewanych piecami węglowymi, w których nawet gotowanie wciąż odbywa się na kuchniach węglowych. Od tego wzorca odbiega stężenie PM10 w Konstancinie-Zdroju, które wykazuje jedno maksimum nocne i jedno minimum w godz. 12–14, co wynika zarówno z innego typu ogrzewania (ciepło systemowe, piece gazowe), jak i z faktu, że mieszkańcy Konstancina pracują w Warszawie i wracają do domów później niż mieszkańcy innych uzdrowisk. W półroczu ciepłym stężenie PM10 jest wyrównane w ciągu doby, jedynie w Gołdapi odbiega wyraźnie i wykazuje zarówno wyższe wartości, jak i wieczorny wzrost.

Stężenie PM2,5 zarówno w Augustowie, jak i Rymanowie-Zdroju w półroczu chłodnym wykazuje 2 wyraźne maksima, główne rozpoczynające się o godz. 20 i trwające do ok. 24, oraz drugie, poranne, o godz. 8. W Konstancinie-Zdroju poranny wzrost się nie zaznacza (ryc.6).

W latach 2010–2018 stężenie B(a)P 4–10 razy przewyższało dopuszczalną roczną normę 1 ng·m^{-3}. W Swoszowicach czy Szczawnie-Zdroju zaznaczył się jego spadek, ale w Busku-Zdroju – nie (tab. 7). Stężenie B(a)P wykazuje silne zmiany w roku. Od października do marca okresowo jego siedmiodniowe stężenie sięgało 50–55 ng·m^{-3} w Cieplicach, Swoszowicach czy Szczawnie-Zdroju, latem zaś często równało się 0. W styczniu 2011 r. średnia miesięczna koncentracja B(a)P osiągnęła w Swoszowicach niewiarygodną wartość 40,4 ng·m^{-3}, a w kolejnych zimach bywała tylko nieznacznie niższa. W Busku-Zdroju i Szczawnie-Zdroju najwyższa średnia miesięczna sięgała 25–26 ng·m^{-3} (ryc. 7).



Ryc. 6. Średnie stężenie PM10 i PM2,5 w ciągu doby, w półroczu chłodnym i ciepłym 2018 r.
Hourly PM10 and PM2.5 concentrations (in µg·m^{-3}) in the cold and warm halves of the year 2018
Opracowanie własne na podstawie danych GIOŚ.
Author's own elaboration based on data from the Chief Inspectorate of Environmental Protection.



Ryc. 7. Średnie miesięczne stężenie B(a)P w wybranych uzdrowiskach w latach 2010–2018
Selected health resorts' mean monthly concentrations of B(a)P (in ng·m^{-3}), 2010–2018
Opracowanie własne na podstawie danych GIOŚ.
Author's own elaboration based on data from the Chief Inspectorate of Environmental Protection.

Tabela 7. Średnie roczne stężenie B(a)P (ng·m^{-3}) w uzdrowiskach w okresie 2010–2018
Health resorts' mean annual concentrations of B(a)P (in ng·m^{-3}), 2010–2018

Uzdrowisko	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
Busko-Zdrój	3,9	5,3	6,0	4,5	4,2	4,7	5,4	4,8	4,9
Ciechocinek	–	2,9	2,6	–	3,0	4,4	3,4	2,8	3,0
Inowrocław	–	–	–	–	2,0	2,9	2,2	2,3	2,2
Szczawno-Zdrój	–	–	7,1	5,8	6,1	6,2	7,2	6,5	6,0
Cieplice	–	–	–	–	5,2	6,4	6,5	4,9	3,7
Swoszowice	9,7	8,8	8,4	8,1	5,9	7,5	4,8	4,6	5,2
Iwonicz-Zdrój	–	–	–	–	–	–	–	1,6	1,7
Kołobrzeg	–	–	–	–	–	–	–	–	1,1
Konstancin	–	–	–	–	–	–	–	1,9	1,8
Rymanów-Zdrój	–	–	–	–	–	–	–	1,7	1,7
Uniejów	–	–	–	–	–	–	–	3,2	2,9

Kolorem czerwonym zaznaczono wartości powyżej normy.
Opracowanie własne na podstawie archiwalnych danych GIOŚ oraz rocznych ocen jakości powietrza atmosferycznego w województwach WIOŚ / *Author's own elaboration based on archive data from the Chief Inspectorate of Environmental Protection and annual assessments of air quality in voivodships.*

Zanieczyszczenia powietrza w wybranych uzdrowiskach – źródła, uwarunkowania fizycznogeograficzne i działania na rzecz poprawy jakości powietrza

W celu pokazania złożoności kwestii i trudności w znalezieniu prostych rozwiązań, informacja o stanie aerosanitarnym powietrza w uzdrowiskach uzupełniona zostanie opisami trzech uzdrowisk. Uzasadnienie ich wyboru jest w części Materiał i metody.

Często przyjęło się uważać, że problem zanieczyszczenia powietrza dotyczy przede wszystkim uzdrowisk górskich, położonych w dnach dolin, gdzie dochodzi do naturalnego spływu ciężkiego powietrza w stronę dna doliny/kotliny i gdzie główne drogi prowadzą dnem dolin. Tak częściowo jest w Szczawnie-Zdroju, uzdrowisku podgórskim leżącym w dolinie potoku Szczawnik, pomiędzy wzgórzami sięgającymi 517–864 m n.p.m. W Szczawnie-Zdroju prawie wszystkie obiekty zdrojowe znajdują się w dnie doliny. Niestety przez środek strefy uzdrowiskowej A, tuż przed Domem Zdrojowym, przebiega droga krajowa nr 375, która stanowi główny trzon komunikacyjny Szczawna-Zdroju, ale też wykorzystywana jest przez mieszkańców kilku dzielnic Wałbrzycha jako zachodnia obwodnica miasta. W okresie popołudniowego szczytu komunikacyjnego przejeżdża tędy ponad 1500 pojazdów w ciągu godziny, z czego około 92% to samochody osobowe (Kuchcik i inni, 2018a). Nie sposób w tym artykule na podstawie jedynie dobowych i tygodniowych danych PM10 i B(a)P ocenić rozmiaru wpływu tej drogi na zanieczyszczenie powietrza, ale wystarczy chwila postoju u jej krawędzi by poczuć, że ten wpływ jest znaczący. Jeszcze większym problemem jest dominacja w strukturze ogrzewania starych pieców węglowych.

Lokalizacja czujnika pomiarowego na tarasie Domu Zdrojowego, 60 m od krawędzi drogi 375, w najniższej części miasta, odzwierciedla zarówno miejsce przebywania kuracjuszy, jak i miejsce, gdzie gromadzą się zanieczyszczenia spływające z wyżej położonych osiedli (fot. 1). W części zdrojowej, na terenach oddzielonych od drogi drzewami oraz w rozległych parkach, zwłaszcza położonych powyżej dna doliny, dzięki cechom fitoremediacyjnym roślin, czyli pochłanianiu przez nie zanieczyszczeń powietrza i gleby, jakość

Fot. 1. Stacja meteorologiczna w Szczawnie-Zdroju i dymy na doliną (A) (fot. P. Milewski) oraz stacja monitoringu WIOŚ na tarasie Domu Zdrojowego (B) (fot. GIOŚ)
The meteorological station in Szczawno-Zdrój, and visible smoke over the valley (A), as well as the VIEP monitoring station on the terrace of the Spa House (B)

powietrza jest zapewne nieco lepsza (Marecik i inni, 2006). Na taki możliwy rozkład zanieczyszczeń wskazują wyniki pomiarów PM10 prowadzonych przez IGiPZ PAN w uzdrowisku Horyniec-Zdrój (Kuchcik i inni, 2018b).

W celu poprawy jakości powietrza miasto podejmuje szereg działań obejmujących termomodernizację budynków, wymianę pieców i kotłów (do 2018 r. wymieniono ok. 150 kotłów grzewczych), modernizację oświetlenia, montaż instalacji fotowoltaicznych na budynkach użyteczności publicznej (7) i budynkach mieszkalnych (15) czy zmianę systemu transportu publicznego. Ponadto w ramach możliwości finansowych gminy wybudowano odcinek drogi-obwodnicy (*Plan*…, 2014). Jednak bez finansowania centralnego i powstania dużej obwodnicy Wałbrzycha, który jest tzw. miastem jednej drogi, ruch samochodowy w centrum uzdrowiska Szczawno-Zdrój nie zmniejszy się. Dodatkowo Szczawno-Zdrój to miasto z jednym z najwyższych w województwie udziałem ludności w wieku poprodukcyjnym (Chądzyńska, 2016), niezamożnej, korzystającej z pomocy społecznej częściej niż średnio w województwie (*Gmina miejska*…, 2019). Są to osoby, które prawdopodobnie wymagałyby pełnej refundacji zmian, a potem stałego dotowania ogrzewania np. gazem.

Innym przykładem niezgazyfikowanego górskiego uzdrowiska jest Szczawnica. Położona jest w dolinie Grajcarka i jego dopływów. Obiekty uzdrowiskowe leżą na wysokości 460–570 m n.p.m., na stokach wzniesień otaczających od wschodu i zachodu Potok Szczawny. Dolny Park Zdrojowy zlokalizowany jest w dolinie, w pobliżu ul. Głównej, ale Park Górny położony jest wyżej, w pobliżu wielu sanatoriów. Strefa A ochrony uzdrowiskowej sięga blisko 677 m n.p.m. (Góra Bryjarka). Według inwentaryzacji z 2015 r. w Szczawnicy aż 77% domów indywidualnych ogrzewanych było za pomocą kotłów zasypowych na węgiel i drewno, kolejne 19% opalanych było tylko drewnem. W ok. 50% budynków, w których prowadzona była działalność usługowa i gospodarcza, źródłem ciepła były kotły na paliwa stałe. Tylko 24% budynków wybudowanych zostało po 1989 r. i cechuje się lepszą termoizolacyjnością i mniejszym zużyciem energii, a aż 30% to obiekty sprzed 1939 r. Obiekty należące do Uzdrowiska Szczawnica SA w 2015 r. ogrzewane były gazem propan-butan, szkoły i Spółdzielnia Mieszkaniowa – olejem opałowym (*Plan*…, 2015a).

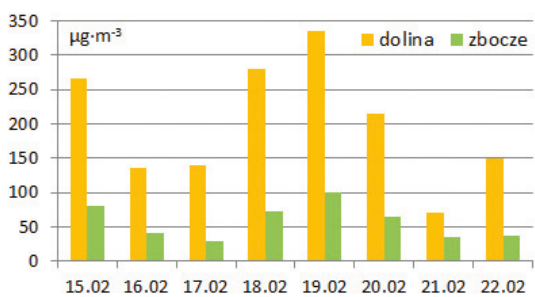
Położenie u podnóża Pienin, w pobliżu Dunajca, na drodze do Wąwozu Homole i Rezerwatu Biała Woda, a także architektura Szczawnicy powodują, że jest znaną miejscowością turystyczną, najczęściej odwiedzaną w sezonie wakacyjnym.

Kolejnym źródłem zanieczyszczenia powietrza w Szczawnicy jest transport drogowy. Osią komunikacyjną Szczawnicy jest droga powiatowa nr 1636K, łącząca się z drogą wojewódzką 969. W Szczawnicy przyjmuje ona kolejne nazwy od zachodu: Główna, Szalaya, Szlachtowska. Droga wiedzie prawie w dnie doliny, wzdłuż potoku Grajcarek. Emisji liniowej sprzyja wiek samochodów zarejestrowanych w gminie: w 2015 r. ok. 35% pojazdów w komunikacji zbiorowej miało ponad 16 lat. Silnik diesla miało 38% samochodów osobowych oraz blisko 70% samochodów ciężarowych. Drogą 1636K we wrześniu 2017 r. przejeżdżało w ciągu godziny ok. 450–650 pojazdów, głównie osobowych. W sezonie wakacyjnym samochodów jest znacznie więcej, a Powiatowy Zarząd Dróg w Nowym Targu prognozuje dalszy wzrost presji ruchu kołowego na Szczawnicę (*Plan*..., 2015a).

W Szczawnicy nie prowadzi się stałego monitoringu zanieczyszczenia powietrza. W lutym 2015 r. przeprowadzono tu metodą niereferencyjną (nieporównywalną do danych z monitoringu WIOŚ) pomiary stężenia PM10 w dwóch lokalizacjach: w dolnej części doliny Grajcarka (480 m n.p.m.), przy głównej drodze uzdrowiska (ul. Szalaya), w obrębie zabudowy zwartej i 35 m wyżej, w obrębie luźnej zabudowy. Ich celem było zbadanie różnic między stężeniem w dnie doliny i na terenach położonych powyżej. W dnie doliny stężenie PM10 sięgnęło 330 $\mu g \cdot m^{-3}$, a na zboczu w tym samym czasie notowano 100 $\mu g \cdot m^{-3}$. Każdego dnia z 8 dni pomiarowych stężenie PM10 na zboczu wynosiło 20–50% notowanego w dnie doliny (ryc. 8). Pomiary na różnych wysokościach i w różnej odległości od źródeł zanieczyszczenia powietrza wykazują kilkukrotnie wyższe zapylenie w dnie doliny, w pobliżu głównego ciągu komunikacyjnego i wśród gęstej zabudowy (*Plan*..., 2015a). Wskazuje to wyraźnie na niską emisję jako główne źródło zanieczyszczenia oraz na kumulację zanieczyszczeń w dnie doliny.

W Szczawnicy stan aerosanitarny wokół obiektów zdrojowych i domów leżących powyżej ruchliwej drogi biegnącej dnem doliny jest dużo lepszy niż wskazywałyby na to wyniki ze stacji monitoringu, zlokalizowanej często w miejscach o największym ruchu komunikacyjnym.

Najważniejszym zadaniem, jakie stoi przed gminą, jest zgazyfikowanie miejscowości. Gmina jest już w posiadaniu decyzji środowiskowej dotyczącej inwestycji doprowadzenia



Ryc. 8. Średnie dobowe stężenie PM10 ($\mu g \cdot m^{-3}$) w Szczawnicy w dwóch lokalizacjach, 15–22.02.2015
Mean daily ($\mu g \cdot m^{-3}$) concentrations of PM10s in Szczawnica, at lower elevation (dolina) and higher (zbocze), 15–22 February 2015
Opracowanie własne na podstawie *Plan*.... (2015a) / *Author's own elaboration based on Plan.... (2015a).*

gazociągu do granicy miasta (2018 r.), a następnie przyłączenia do gazu w pierwszej kolejności dużych odbiorców (do 2022 r.). Ponadto planowana jest rozbudowa parkingu przed wjazdem do Szczawnicy, tak by mogło się tam zatrzymywać więcej pojazdów.

Innym przykładem uzdrowiska o dużym zanieczyszczeniu powietrza jest Busko-Zdrój. Położone jest na Wyżynie Małopolskiej, na wysokości 210–270 m n.p.m., więc topografia miasta nie powinna powodować dużej stagnacji zanieczyszczeń, jednakże dzieje się inaczej. Stacja monitoringu WIOŚ zlokalizowana jest w najniższej części miasta na wysokości 212 m n.p.m. nad potokiem Maskalis i w tym właśnie kierunku jest spływ chłodnego powietrza i zanieczyszczeń. Dodatkowo, w pobliżu stacji WIOŚ, przebiega droga wojewódzka nr 776, którą średnio na dobę przejeżdża ok. 4500 samochodów, w 90% osobowych (Kuchcik i inni, 2018c). Droga ta (ul. Starkiewicza) oddziela główną część uzdrowiska od Kolonii Górka, czyli położnego na jej szczycie szpitala ortopedyczno-rehabilitacyjnego „Górka" wraz z zabudowaniami pomocniczymi. Ponadto w centrum uzdrowiska, w bezpośrednim sąsiedztwie szpitali uzdrowiskowych, działała rozlewnia wody Buskowianka (fot. 2A).

Pomimo wysiłków władz gminy ukierunkowanych w latach 2008–2017 na modernizację i eliminację lokalnych kotłowni węglowych, centralizację ciepłownictwa, rozbudowę sieci gazowniczej w gminie, zakładanie w budynkach publicznych i prywatnych instalacji solarnych i fotowoltaicznych oraz termomodernizację szkół i przedszkoli, czy zamknięcie centrum uzdrowiska dla ruchu kołowego (fot. 2B) – sytuacja nie ulega polepszeniu (*Uchwała...*, 2009; *Uchwała...*, 2013, *Uchwała...*, 2016, 2009; Uchwała 329, 2013; Uchwała 273, 2016, *Plan…*, 2016). Dzieje się tak ponieważ głównym źródłem pyłów i B(a)P w Busku-Zdroju jest niska emisja, a mieszkańcy nie są zainteresowani kosztowną wymianą kotłów. Warunki programów Narodowego Funduszu Ochrony Środowiska i Gospodarki Wodnej nie są atrakcyjne dla mieszkańców, zwłaszcza po uwzględnieniu wysokich kosztów opalania gazem lub wysokich kosztów instalacji fotowoltaicznych i stale zmieniającego się prawa dotyczącego odbioru i cen produkowanej energii.

Być może jakość powietrza ulegnie poprawie po oddaniu we wrześniu 2019 r. obwodnicy Zbludowic, dzięki której zmniejszy się w uzdrowisku ruch samochodowy, w tym zwłaszcza ciężarowy. Ponadto w najbliższych latach planowane jest przeniesienie rozlewni wody

Fot. 2. Samochód dostawczy w centrum uzdrowiska, a w tle rozlewnia wody Buskowianka (A) i przykład zamkniętej drogi w centrum Buska-Zdroju (B) (fot. M. Kuchcik)
A van delivering mineral water and the Buskowianka bottling plant in the background (A) and an example of a closed street in the centre of Busko-Zdrój (B)

Buskowianka z centrum uzdrowiska poza miasto, na teren sołectwa Wełecz, co na pewno poprawi stan jakości powietrza w uzdrowisku.

Podsumowanie i wnioski

Dobry stan sanitarny powietrza w miejscowościach uzdrowiskowych jest ważnym czynnikiem wpływającym na skuteczność prowadzonego leczenia klimatycznego i sprzyjającym powrotowi pacjentów do zdrowia. Pacjenci zwykle przyjeżdżają ze środowiska wielkomiejskiego teoretycznie cechującego się większym zanieczyszczeniem niż powietrze w uzdrowisku, gdzie jego czystość powinna umożliwiać usprawnienie organizmu, w tym głównie dróg oddechowych. Powietrze w uzdrowiskach nie powinno szkodzić przebywającym w nich kuracjuszom. Jednakże okazuje się, że ich stan aerosanitarny nie różni się pozytywnie od innych miejscowości. W niewielkich miejscowościach, w jakich zazwyczaj położone są uzdrowiska, brak jest ciepła systemowego, miejscowości są często niezgazyfikowane, a ogrzewanie domów wciąż odbywa się przy wykorzystaniu pieców węglowych czy kominków. Ponadto niska świadomość ekologiczna powoduje, że oprócz taniego, zanieczyszczonego węgla, w piecach spalane są także śmieci i różne inne produkty silnie toksyczne (plastik, guma, malowane i lakierowane elementy drewniane) (Leś i Szymański, 2016), co prowadzi do wzrostu stężenia kancerogennych węglowodorów aromatycznych.

W licznych uzdrowiskach główne drogi przebiegają w pobliżu obiektów uzdrowiskowych, a czasem, zwłaszcza w uzdrowiskach dolinnych – przez centra uzdrowisk, stanowiąc niewyczerpane źródło pyłów pochodzących ze spalin oraz ścierania nawierzchni i opon. A wiele uzdrowisk to równocześnie znane miejscowości turystyczne, z dużym ruchem pojazdów, lokalnym i tranzytowym (m.in. Krynica-Zdrój, Kudowa-Zdrój, Rabka-Zdrój, Szczawnica, Świnoujście, Ustroń). Dodatkowo w górskich dolinach i kotlinach częste inwersje termiczne utrudniają pionową wymianę powietrza (Walczewski, 1994; Kuchcik, 2000; Largeron i Staquet, 2016). W efekcie tego zjawiska w 2017 r. w Rabce-Zdroju leżącej w Kotlinie Rabczańskiej, w znanym uzdrowisku leczącym górne i dolne drogi oddechowe u dzieci, przez 226 dni w roku poziom B(a)P był wyższy niż 1 $ng \cdot m^{-3}$, a średnie roczne stężenie sięgnęło 35,2 $ng \cdot m^{-3}$ (WIOŚ, 2018). Działo się tak, chociaż miasto jest zgazyfikowane, więc teoretycznie problem nie powinien istnieć.

Zanieczyszczone powietrze ogranicza pozytywne efekty klimatoterapii prowadzonej na zewnątrz. Ono także przenika do wnętrz budynków i kuracjusze oddychają nim w czasie fizykoterapii i wszystkich zabiegów prowadzonych w obiektach uzdrowiskowych (Martins i Da Graca, 2018).

Wszystko to przemawia za koniecznością unowocześnienia systemu ogrzewania w uzdrowiskach, powszechniejszego wykorzystywania odnawialnych źródeł energii, jak i ograniczenia ruchu samochodowego, a nawet zmian przebiegu dróg. Uzdrowiska jednak nie istnieją w próżni, a zły stan sanitarny powietrza wynika z braku rozsądnej polityki planistycznej i procesu rozlewania się miast na obszary podmiejskie (IAQM, 2017; Kowalewski i inni, 2018). Rozproszona zabudowa utrudnia dostęp do ciepła systemowego i wymusza komunikację opartą na dużej i stale rosnącej liczbie samochodów indywidualnych (Kuchcik i Milewski, 2018).

Duża część przyczyn złego stanu powietrza nie wynika bezpośrednio z lokalnego braku planowania przestrzennego, ale z braku polityki krajowej promującej odnawialne źródła

energii i „czyste" technologie, usilnego utrzymywania i dofinansowywania nierentownych kopalń węglowych, niekontrolowanej wycinki lasów i większych areałów terenów zielonych w obszarach podmiejskich, ale też ze zwyczajnej biedy, a często braku wiedzy społeczeństwa o tym, jak zanieczyszcza środowisko, w tym powietrze.

Podejmowane są oczywiście projekty mające na celu ułatwienie dostępu do danych o zanieczyszczeniu powietrza i szerokie upowszechnianie wiedzy o jego szkodliwości, jak projekt LIFE-APIS/PL, w ramach którego wdrożono system informowania o zagrożeniach (Drzeniecka-Osiadacz, 2017; LIFE-APIS/PL, 2018). Innym pozytywnym przykładem jest współpraca WIOŚ we Wrocławiu z Stowarzyszeniem Ekologicznym EKO-UNIA i Dolnośląskim Alarmem Smogowym, która skutkowała organizacją seminariów w uzdrowiskach dolnośląskich w ramach projektu „Od niskiej emisji do wysokiej jakości powietrza" (EKO-UNIA, 2015). Gminy uzdrowiskowe i organizacje pozarządowe organizują także konferencje dotyczące wpływu zanieczyszczeń powietrza na zdrowie (PIE, 2017; *Czyste powietrze…*, 2019)

Inicjatywy te są bardzo ważne, jednak przenoszenie odpowiedzialności za stan powietrza na indywidualnych odbiorców nie rozwiąże problemu. Bez ogólnopolskiego odejścia od ogrzewania węglem, obniżenia cen gazu, powszechnego wykorzystania OZE, dopłat dla najuboższych (w uzdrowiskach często mieszkają głównie emeryci), powszechnej dyskusji i edukacji na temat rzeczywistych źródeł zanieczyszczenia powietrza i skutków ich oddziaływania na człowieka, pomocy finansowej państwa, gminy uzdrowiskowe same nie poradzą sobie z problemem zanieczyszczenia powietrza.

Piśmiennictwo

ATSDR, 1995, *Public Health Statement for Polycyclic Aromatic Hydrocarbons (PAHs)*, Agency for Toxic Substances and Disease Registry, http://www.atsdr.cdc.gov/ToxProfiles/tp69-c1-b.pdf (20.07.2017).

Ba Q., Huang Ch., Fu Y., Li J., Chu R., Jia X., Wang H., 2016, *Cumulative Metabolic Effects of Low-dose Benzo(a)pyrene Exposure on Human Cells,* Toxicology Research, 5, s. 107–115.

Badyda A., 2016, *Naukowcy na tropie klucza do zdrowego stylu życia,* Teraz Środowisko, https://www.teraz-srodowisko.pl/aktualnosci/Naukowcy-na-tropie-klucza-do-zdrowego-zycia-2599.html (28.09.2016).

Badyda A., Majewski G., 2006, *Analiza zmienności stężenia zanieczyszczeń komunikacyjnych w aglomeracji miejskiej na tle natężenia ruchu pojazdów i warunków meteorologicznych*, Przegląd Naukowy Inżynieria i Ochrona Środowiska, 33, 1, s. 146–157.

Boubel R.W., Fox D.L., Turner D.B., Stern A.C., 1994, *Fundamentals of air pollution,* Academic Press, London.

Bowe B., Xie Y., Yan Y., Al-Alu Z., 2019, *Burden of Cause-Specific Mortality Associated With PM2.5 Air Pollution in the United States*, JAMA Network Open, 11, 2, e1915834, doi: 10.1001/jamanetworkopen.2019.15834 (10.01.2020).

Cao Q., Rui G., Liang Y., 2018, *Study on PM2.5 pollution and the mortality due to lung cancer in China based on geographic weighted regression model*, BMC Public Health, 925, doi: 10.1186/s12889–018–5844–4.

Chądzyńska E., 2016, *Procesy demograficzne w małych miastach i ich wiejskim otoczenia na przykładzie województwa dolnośląskiego (okres 1995–2013)*, Studia Ekonomiczne, Zeszyty Naukowe Uniwersytetu Ekonomicznego w Katowicach, 279, s. 97–109.

Czyste powietrze dla Buska, 2019, Urząd Miasta i Gminy Busko-Zdrój, http://busko.net.pl/czyste-powietrze-dla-buska, 3,1,1,1,28865,n.html (30.01.2020).

Drzeniecka-Osiadacz A., 2017, *Wymiana doświadczeń i budowanie relacji w strategii poprawy jakości powietrza*, *podsumowanie konferencji „Jakość powietrza a zdrowie"*, http://www.pie.pl/materialy/_upload/Konf_wpL_zan_pow_2017/prezentacje/P1_4_A_Drzeniecka_UWr.pdf (30.01.2020).

Drzeniecka-Osiadacz A., Netzel P., 2010, *Wpływ warunków meteorologicznych oraz cyrkulacji atmosferycznej na stężenie PM10 we Wrocławiu*, Proccedings of ECOPole, 4, 2, s. 343–349.

EEA, 2019, *Air quality in Europe – 2019 report*, Report No 10/2019, European Environment Agency, Copenhagen.

EKO-UNIA, 2015, https://eko-unia.org.pl/projekt-od-niskiej-emisji-do-wysokiej-jakosci-powietrza/ (30.01.2020).

GIOŚ, 2014, *Stan Środowiska w Polsce*. *Raport 2014,* Biblioteka Monitoringu Środowiska, Warszawa.

GIOŚ, 2018, *Stan Środowiska w Polsce. Raport 2018*, Biblioteka Monitoringu Środowiska, Warszawa.

GIOŚ, 2019, *Raport problemowy na temat jakości powietrza w uzdrowiskach w Polsce w roku 2018*, Warszawa.

Gmina miejska Szczawno-Zdrój, powiat wałbrzyski, 2019, Statystyczne Vademecum Samorządowca, Urząd Statystyczny we Wrocławiu, https://stat.gov.pl/vademecum/vademecum_dolnoslaskie/portrety_gmin/powiat_walbrzyski/gmina_m_szczawno_zdroj.pdf (20.03.2020).

GUS, 2011, *Lecznictwo uzdrowiskowe w Polsce w latach 2000–2010*, Urząd Statystyczny, Kraków.

GUS, 2018, *Lecznictwo uzdrowiskowe w Polsce w województwie małopolskim w latach 2013–2017,* Urząd Statystyczny, Kraków.

GUS, 2019, *Działalność lecznicza zakładów lecznictwa uzdrowiskowego i stacjonarnych zakładów rehabilitacji leczniczej w 2018 r*., Urząd Statystyczny, Kraków.

Guszała P., 2017, *Wiadomo czym ogrzewają się jeleniogórzanie*, https://www.jelonka.com/wiadomo-czym-ogrzewaja-sie-jeleniogorzanie-72702 (30.01.2020).

Harrison R.M., Yin J., 2008, *Sources and processes affecting carbonaceous aerosol in central England,* Atmospheric Environment, 42, s.1413–1423.

IAQM, 2017, *Land-use planning & development control: planning for air quality*, Institute of Air Quality Management, Londyn, http://www.iaqm.co.uk/text/guidance/air-quality-planning-guidance.pdf (10.01.2020).

IOŚ, 2011, *Analiza stanu zanieczyszczenia powietrza pyłem PM10 i PM2,5 z uwzględnieniem składu chemicznego pyłu oraz wpływu źródeł naturalnych*. *Raport Syntetyczny*, Inspekcja Ochrony Środowiska, Zabrze.

Irwin R.J., Moiwerik M.V., Stevens L., Seese M.D., Basham W., 1997, *Environmental contaminants encyclopedia. Benzo(a)pyrene entry*, https://www.fws.gov/caribbean/ES/PDF/Contaminants/benzoepy.pdf (10.01.2020).

Jędrak J., Konduracka E., Badyda A., Dąbrowiecki A., 2017, *Wpływ zanieczyszczeń powietrza na zdrowie*, Stowarzyszenie Krakowski Alarm Smogowy, Kraków.

Jędrychowski W., 1986, *Epidemiologia*. *Wprowadzenie i metody*, Państwowy Zakład Wydawnictw Lekarskich, Warszawa.

Jędrychowski W., 1995, *Review of recent studies from central and eastern Europe associating respiratory health effects with high levels of exposure to „traditional" air pollutants*, Environmental Health Perspectives, 103, suppl. 2, s. 15–21.

Jędrychowski W., 2010, *Epidemiologia w medycynie klinicznej i zdrowiu publicznym*, Wydawnictwo UJ, Kraków.

Juda-Rezler K., 2006, *Oddziaływanie zanieczyszczeń powietrza na środowisko,* Oficyna Wydawnicza Politechniki Warszawskiej, Warszawa.

Juda-Rezler K., Toczko B. (red.), 2016, *Pyły drobne w atmosferze. Kompendium wiedzy o zanieczyszczeniu powietrza pyłem zawieszonym w Polsce*, Biblioteka Monitoringu Środowiska, Warszawa.

Kirschner H. (red.), 1996, *Zarys medycyny środowiskowej*, Wydawnictwo Akademii Medycznej, Warszawa.

Kowalewski A., Markowski T., Śleszyński P. (red.), 2018, *Studia nad chaosem przestrzennym*, KPZK PAN, 182, s. 341–364.

Kowalska M., Kocot K., 2016, *Krótkoterminowe narażenie na drobny pył zawieszony w powietrzu (PM2,5 i PM10) a ryzyko zaburzeń rytmu serca i udarów mózgu*, Postępy Higieny i Medycyny Doświadczalnej, 70, s. 1017–1025.

Kowalska M., Kowalski M., 2014, *Podręcznik nauczyciela, tom II. Wpływ zanieczyszczeń powietrza na zdrowie*, Projekt TAB – Take a Breath! – Weź oddech! Program dla Europy Środkowej. https://www.researchgate.net/publication/313897856_Wplyw_zanieczyszczen_powietrza_na_zdrowie_Tom_II_Podrecznik_nauczyciela (27.02.2020).

Kuchcik M., 2000, *Wpływ warunków aerosanitarnych i biometeorologicznych na zgony mieszkańców Warszawy,* WGiSR UW, Warszawa (maszynopis rozprawy doktorskiej).

Kuchcik M., 2003, *The influence of aerosanitary and biometeorological conditions on the health and mortality of the inhabitants of Warsaw,* [w:] M. Stopa-Boryczka (red.), *Studies on the climate of Warsaw,* Warsaw University, Faculty of Geography and Regional Studies, s. 155–166.

Kuchcik M., Baranowski J., Słowińska S., Szmyd J., Błażejczyk K., 2018a, *Właściwości lecznicze klimatu uzdrowiska Szczawno-Zdrój* (maszynopis – operat klimatyczny), IGiPZ PAN, Warszawa.

Kuchcik M., Baranowski J., Szmyd J., Błażejczyk K., 2018b, *Właściwości lecznicze klimatu uzdrowiska Horyniec-Zdrój* (maszynopis – operat klimatyczny), IGiPZ PAN, Warszawa.

Kuchcik M., Baranowski J., Szmyd J., Błażejczyk K., 2018c*, Właściwości lecznicze klimatu uzdrowiska Busko-Zdrój* (maszynopis – operat klimatyczny), IGiPZ PAN, Warszawa.

Kuchcik M., Hildebrandt K., 2017, *Zanieczyszczenie powietrza w aspekcie lecznictwa uzdrowiskowego,* [w:] I. Ponikowska, J.W. Kochański (red.), *Wielka Księga Balneologii, Medycyny Fizykalnej i Uzdrowiskowej*, 1, Aluna, Konstancin-Jeziorna, s. 693–702.

Kuchcik M., Milewski P., 2018, *Zanieczyszczenie powietrza w Polsce – stan, przyczyny i skutki,* [w:] A. Kowalewski, T. Markowski, P. Śleszyński (red.), *Studia nad chaosem przestrzennym*, KPZK PAN, 182, s. 341–364.

Largeron Y., Staquet Ch., 2016, *Persistent inversion dynamics and wintertime PM10 air pollution in Alpine valleys*, Atmospheric Environment, 135, s. 92–108.

Leś E., Szymański J., 2016, Raport z działalności straży miejskich i gminnych związanej z interwencjami ws. spalania odpadów na terenie województwa dolnośląskiego, Dolnośląski Alarm Smogowy, Wrocław, https://dolnoslaskialarmsmogowy.pl/imgturysta/files/raport_das_straz_miejska_smog.pdf (27.03.2020).

LIFE-APIS/PL, 2018, http://life-apis.meteo.uni.wroc.pl/strona-glowna (30.01.2020).

Marecik R., Króliczak P., Cyplik P., 2006, *Fitoremediacja – alternatywa dla tradycyjnych metod oczyszczania środowiska*, Biotechnolofia, 74, 3, s. 88–97.

Martins N.R., Da Graca G.C., 2018, *Impact of PM2.5 in indoor urban environments: A review*, Sustainable Cities and Society, 42, s. 259–275.

Menne B., Matthies F. (red.), 2009, *Improving public health responses to extreme weather/heatwaves – EuroHEAT. Technical summary*, WHO Regional Office for Europe, Kopenhaga.

Morawska-Horawska M., Powroźnik M., Rysz M., Tumidajski T., 1984, *Wpływ warunków meteorologicznych i aerosanitarnych na liczbę interwencji zespołów wyjazdowych pomocy doraźnej w niektórych grupach chorób na terenie Krakowa,* Problemy Uzdrowiskowe, 1/2, s. 109–114.

Niedźwiedź T., Ustrnul Z., 1989, *Wpływ sytuacji synoptycznej na występowanie nad Górnośląskim Okręgiem Przemysłowym typów pogody sprzyjających koncentracji lub rozpraszaniu zanieczyszczeń powietrza,* Wiadomości IMGW, 12, 1–2, s. 31–39.

Pelucchi C., Negri E., Gallus S., Boffetta P., Tramacere I., La Vecchia C., 2009*, Long-term particulate matter exposure and mortality: a review of European epidemiological studies*, BMC Public Health, 453, doi: 10.1186/1471–2458–9-453.

PIE, 2017, *Konferencja „Wpływ zanieczyszczeń powietrza na zdrowie"*, Katowice, 9.10.2017, Polska Izba Ekologii, http://www.pie.pl/konferencje/wplyw-zanieczyszczen-powietrza-na-zdrowie.html (30.01.2020).

Plan gospodarki niskoemisyjnej dla Gminy Busko-Zdrój, 2016, Consus Carbon Engineering sp. z o.o., Busko-Zdrój.

Plan gospodarki niskoemisyjnej miasta i gminy Szczawnica, 2015a, Pro Regio Consulting, Instytut Ekonomii Środowiska, Szczawnica.

Plan gospodarki niskoemisyjnej miasta Jelenia Góra, 2015b, Consus Carbon Engineering sp. z o.o., Jelenia Góra.

Plan gospodarki niskoemisyjnej na lata 2014–2020 z perspektywą do 2030 r. dla 15 gmin Aglomeracji Wałbrzyskiej, 2014, Atmoterm, Wałbrzych.

Program ochrony powietrza dla stref województwa dolnośląskiego, w których zostały przekroczone wartości dopuszczalne substancji w powietrzu, 2012, Załącznik do uchwały nr XX/468/12 Sejmiku Województwa Dolnośląskiego z dnia 9 lutego 2012 r.

Program ochrony powietrza dla województwa dolnośląskiego, część B. Miasto Jelenia Góra, 2011, Biuro Studiów i Pomiarów Proekologicznych „EKOMETRIA" Sp. z o.o., Gdańsk.

Putko P., Witkiewicz Z., 2019, *Metody analityczne stosowane w normach dotyczących analizy zanieczyszczeń środowiska,* Aparatura Badawcza i Dydaktyczna, 24, 2, s. 130–139.

Rai P.K., 2015, *Multifaceted health impacts of particulate matter (PM) and its management: an overview*, Environmental Skeptics and Critics, 4, 1, s. 1–26.

Samoli E., Touloumi G., Zanobetti A., Le Tertre A., Schindler Chr., Atkinson R., Vonk J., Rossi G., Saez M., Rabczenko D., Schwartz J., Katsouyanni K., 2003, *Investigating the Dose-response Relation Between Air Pollution and Total Mortality in the APHEA-2 Multicity Project*, Occupational and Environmental Medicine, 60, s. 977–982.

Rabczenko D., Wojtyniak B., Wysocki M., Goryński P., 2005, *Krótkookresowy wpływ zanieczyszczeń powietrza atmosferycznego dwutlenkiem siarki, pyłami zawieszonymi i dwutlenkiem azotu na umieralność mieszkańców miast w Polsce*, Przegląd Epidemiologiczny, 59, s. 969–979.

Rusin M., Marchwińska-Wyrwał E., 2014, *Zagrożenia zdrowotne związane ze środowiskowym narażeniem na wielopierścieniowe węglowodory aromatyczne (WWA*), Medycyna Środowiskowa, 17, 3, s. 7–13.

Seńczuk W., 2002, *Toksykologia*, Państwowy Zakład Wydawnictw Lekarskich, Warszawa.

Sówka I., Kobus D., Skotak K., Zathey M., Merenda B., Paciorek M., 2019, *Assessment of the health risk related to air pollution in selected polish health resort*, Journal of Ecological Engineering, 20, 10, s. 132–145.

Sunyer J., Esnaola M., Alvarez-Pedrerol M., Forns J., Rivas I., López-Vicente M., Suades-González E., Foraster M., Garcia-Esteban R., Basagaña X., Viana M., Cirach M., Moreno T., Alastuey A., Sebastian-Galles N., Nieuwenhuijsen M., Querol X., 2015, *Association between traffic-related air*

pollution in schools and cognitive development in primary school children: a prospective cohort study, PLOS Medicine, 12, 3, e1001792, doi: 10.1371/journal.pmed.1001792.

Uchwała nr XXXIV/390/09 Rady Miejskiej w Busku-Zdroju, 2009, https://dl.umig.busko.pl/uchwaly/2009/2009_XXXIV_390.pdf (10.02.1018).

Uchwała nr XXIV/329/13 Rady Miejskiej w Busku-Zdroju, 2013, https://dl.umig.busko.pl/uchwaly/2013/2013_XXIV_329.pdf (10.02.1018).

Uchwała nr XX/273/2016 Rady Miejskiej w Busku-Zdroju, 2016, https://dl.umig.busko.pl/uchwaly/2016/2016_XX_273.pdf (10.02.1018).

USEPA, 2019, *Wood Smoke and Your Health*, https://www.epa.gov/burnwise/wood-smoke-and-your-health (20.03.2020).

Walczewski J., 1994, *Problem prognozowania porannej ewolucji warstwy granicznej przy prognozowaniu porannych maksimów immisji*, Wiadomości IMGW, 17, 3, s. 81–90.

WHO, 2006, *WHO air quality guidelines for particulate matter, ozone, nitrogen dioxide and sulfur dioxide. Global update 2005. Summary of risk assessment*, World Health Organization, Genewa, www.who.int/phe/health_topics/outdoorair/outdoorair_aqg/en (12.02.1018).

WHO, 2007, *Health relevance of particulate matter from various sources*, http://www.euro.who.int/__data/assets/pdf_file/0007/78658/E90672.pdf (12.02.1018).

WHO, 2013, *Health effects of particulate matter*, World Health Organization, Regional Office for Europe, http://www.euro.who.int/__data/assets/pdf_file/0006/189051/Health-effects-of-particulate-matter-final-Eng.pdf (12.02.1018).

WHO, 2016, *Ambient air pollution: A global assessment of exposure and burden of disease*, https://www.who.int/publications-detail/ambient-air-pollution-a-global-assessment-of-exposure-and-burden-of-disease (12.02.1018).

Wieczorek J., Wieczorek Z., Mozolewski W., Pomianowski J., 2011, *Wielopierścieniowe węglowodory aromatyczne w pyle PM10*, Inżynieria i Aparatura Chemiczna, 50, 2, s. 26–27.

WIOŚ, 2018, *Raport o stanie środowiska w województwie małopolskim w 2017 roku,* Wojewódzki Inspektorat Ochrony Środowiska w Krakowie, Kraków, http://www.krakow.pios.gov.pl/Press/publikacje/raporty/raport17/raport2017.pdf (30.01.2020).

Summary

Health resorts should be in a position to provide, not only mineral waters and muds, but also air quality good enough for climatotherapy to be conducted in the open air. Thanks to a lack of industry in Poland's health resorts, gaseous air pollutants do not pose a problem. In contrast, the air at health resorts resembles that elsewhere in the country (Europe's most polluted overall) in being affected by particulate matter (PM10s, PM2.5s and benzo(a)pyrene). Breathing polluted air causes variety of problems, in particular for the elderly and children – i.e. people who most often constitute spa patients. Poland has 45 health resorts established statutorily, with one organised in a salt mine. 8 towns enjoy Spa Protection Area status. In 2018 almost 850,000 patients received spa treatment (though a slightly more contentious issue might be how many actually benefited from this, as about 40% of these people stay at spas during the heating season, and are therefore exposed to high levels of air pollution).

In the years 2010–2018, permanent monitoring of PM10s was only engaged in at 14 of Poland's spas, with just 6 having full data from 2010 on. PM2.5 and B(a)P are

monitored at even fewer stations. This paper analyses values and courses for mean annual, monthly and daily concentrations of these pollutants, noting numbers of days on which permissible levels were exceeded and seeking reasons for this state of affairs. Among the health resorts with air-pollution monitoring, the most polluted are Swoszowice, located in the suburbs of Cracow, followed by Cieplice located in a valley, next to Jelenia Góra, Szczawno-Zdrój and Busko-Zdrój. Average PM10 concentrations in most of the spas fell within the legal norm (failing to do so in only 2 cases), but numbers of days with PM10>50 $\mu g \cdot m^{-3}$ exceeded permissible levels in most of the spas. Long-term monitoring of PM2.5s was carried out only in 5 towns. On selected days concentrations of these reached 300 $\mu g \cdot m^{-3}$. Yearly averages were also beyond the norms, though the trend has fortunately been slightly downward.

The worst situation applies to B(a)P, as the pollutant most toxic and dangerous to human health. Over the analysed period, its concentration at all the spas displayed 2- to 10-fold exceedances of permissible levels.

The main reason for such severe air pollution is short-stack emission, i.e. the uncontrolled combustion of poor-quality coal, wood or even waste, in domestic stoves that only achieve low combustion temperatures. This is the reason for the marked seasonality of data for PM10s, PM2.5s and B(a)P, with highest concentrations noted from October to March, during the heating season, and least severe problems being present in summer.

For a start, the extremely severe air pollution noted in the spas during the cold half of the year completely precludes their application o climatotherapy outside buildings. Indeed, as the pollutants also penetrate buildings themselves, patients breathe them in as they receive physical therapy and go through all the different treatments spa facilities have to offer.

Air-pollution sources, topographical conditioning of such poor air quality and difficulties with achieving any improvement in the situation may be encapsulated effectively by reference to the three following mini case-studies.

Szczawno-Zdrój is a foothills health resort in a valley location, with most facilities on the valley bottom, and with a national road running through the centre (past the main Spa, sanatoria and parks) that is highly congested as it acts as a beltway for the city of Wałbrzych. The town does have permanent air-pollution monitoring, and rightly so, given the problems.

Szczawnica is a mountain health resort, and hence a popular tourist destination in a beautiful location in the Pieniny Mountains. While air pollution in the main valley is severe, the sanatoria are fortunately located on the slopes of the valley sides. Only periodically is air pollution measured here.

Busko-Zdrój is a lowland health resort, featuring a provincial road with heavy traffic running close to the hospitals and sanatoria. The *Buskowianka* mineral-water factory is located in the centre of the town, which is the subject of permanent air-pollution monitoring.

The main source of air pollution in these small, mostly non-gasified towns, is short-stack emission from stoves and fireplaces in individual houses. Road transport comes second. Often there is a downflow of polluted air towards the lower-lying parts (in Busko-Zdrój) and to the valley bottoms where spas are often located (Szczawno-Zdrój). Many programmes aimed at improving air quality have been adopted and pursued at these

health resorts, but no more-spectacular success has been achieved. Only in the lowland spa at Busko-Zdrój has recent construction of a beltway offered a chance for lorry traffic to be reduced. The *Buskowianka* mineral-water plant is also set to move outside the town. There would seem to be no easy solutions in the case of the other health resorts in their more-elevated locations.

The poor air conditions in large measure reflect state policy not doing enough to promote renewable energy sources and "clean" technologies, while maintaining and co-financing unprofitable coal mines. However, a further cause needs to be sought in basic poverty, the high price of gas, and widespread ignorance of the fatal consequences of the domestic combustion of items that should never be burned at low temperatures. While there are in fact many further problems, the main one still reflects a situation in which, if heating by coal is not abandoned, spa municipalities will inevitably fail to cope with air pollution on their own.

[Wpłynęło: listopad 2019; poprawiono: styczeń 2020]