

**Obszary miejsko-przemysłowe wobec zmian klimatu  
na przykładzie miast centralnej części  
Górnośląsko-Zagłębiowskiej Metropolii**

INSTITUTE OF ENVIRONMENTAL ENGINEERING  
OF THE POLISH ACADEMY OF SCIENCES

**WORKS & STUDIES**  
**PRACE I STUDIA**

**No. 89**

Editor-in-Chief  
Czesława Rosik-Dulewska

INSTYTUT PODSTAW INŻYNIERII ŚRODOWISKA  
POLSKIEJ AKADEMII NAUK

**Obszary miejsko-przemysłowe wobec zmian klimatu  
na przykładzie miast centralnej części  
Górnośląsko-Zagłębiowskiej Metropolii**

Pod redakcją  
Justyny Gorgoń

Zabrze 2019

Pracę opiniowali do druku:

Prof. dr hab. inż. arch. Krzysztof Gasidło

Prof. dr hab. Józef S. Pastuszka

Dr hab. Tomasz Staszewski

Redakcja WORKS & STUDIES – PRACE I STUDIA

Archives of Environmental Protection

Instytut Podstaw Inżynierii Środowiska

Polskiej Akademii Nauk

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

Tel.: +48 32 271 64 81

Fax: +48 32 271 74 70

e-mail: aep@ipis.zabrze.pl; justyna.drzymala@ipis.zabrze.pl

Redaktor: Justyna Gorgoń

Korekta: Wanda Jarosz, Ewa Błaszczyk, Justyna Drzymała

Grafika i skład: Anna Kopaczewska

© Copyright by Institute of Environmental Engineering of the Polish Academy  
of Sciences, Zabrze, Poland 2019

© Copyright by Institute for Ecology of Industrial Areas, Katowice, Poland 2019

© Copyright by Arcadis Sp. z o.o., Warsaw, Poland 2019

PL ISSN 0208-4112

ISBN 978-83-60877-10-4

Druk i oprawa: Oficyna Drukarska – Jacek Chmielewski

01-142 Warszawa, ul. Sokołowska 12A, tel. +48 22 632 83 52

info@oficyna-drukarska.pl, www.oficyna-drukarska.pl



## **Obszary miejsko-przemysłowe wobec zmian klimatu na przykładzie miast centralnej części Górnośląsko-Zagłębiowskiej Metropolii**

Zespół autorów:

dr inż. arch. Justyna Gorgoń – redaktor (IETU)

mgr inż. Tadeusz Bawolski (Arcadis)

dr n. med. Ewa Błaszczyk (IETU)

dr Joachim Bronder (IETU)

mgr inż. Marian Cenowski (IETU)

dr Janina Fudała (IETU)

mgr Marta Fudała (IETU)

dr inż. Magdalena Głogowska (IETU)

mgr Magdalena Golińska (Arcadis)

mgr inż. Wanda Jarosz (IETU)

mgr inż. Katarzyna Kobiela (Arcadis)

dr Janusz Krupanek (IETU)

dr Beata Michaliszyn-Gabryś (IETU)

dr Ádám Nádudvari (IETU)

mgr inż. Magdalena Polus (Arcadis)

mgr Joanna Piasecka-Rodak (IETU)

mgr inż. Ewa Strzelecka-Jastrząb (IETU)



<b>1.</b>	<b>WSTĘP</b>	<b>17</b>
<b>2.</b>	<b>SPECYFIKA CENTRALNEGO OBSZARU GÓRNOŚLĄSKO-ZAGŁĘBIOWSKIEJ METROPOLII</b>	<b>20</b>
	Wprowadzenie	20
	Struktura wewnętrzna Górnośląsko-Zagłębiowskiej Metropolii – podział administracyjny	20
	Demografia	21
	Uwarunkowania rozwoju	24
	Uwarunkowania naturalne	24
	Użytkowanie terenu	26
	Infrastruktura	29
	Podsumowanie	35
<b>3.</b>	<b>ZAGROŻENIA MIEJSKIE WYNIKAJĄCE ZE ZMIAN KLIMATU</b>	<b>37</b>
	Tło klimatu województwa śląskiego	37
	Wybór danych do oceny zmienności parametrów meteorologicznych na obszarze Aglomeracji Górnośląskiej	41
	Zmiany w termice miast Aglomeracji Górnośląskiej	41
	Zmiany w charakterystyce opadów atmosferycznych miast Aglomeracji Górnośląskiej	47
	Charakterystyka warunków anemometrycznych na obszarze Aglomeracji Górnośląskiej	51
	Podsumowanie	53
<b>4.</b>	<b>ZANIECZYSZCZENIA POWIETRZA</b>	<b>54</b>
	Wprowadzenie	54
	Zanieczyszczenie powietrza a zmiany klimatu	55
	System kontroli jakości powietrza	57
	Analiza zanieczyszczenia powietrza	58
	Występowanie epizodów smogowych	61
	Przyczyny zanieczyszczenia powietrza	65
	Działania zmierzające do zmniejszenia zanieczyszczenia powietrza	65
	Podsumowanie	67

<b>5.</b>	<b>WODA W MIASTACH</b>	<b>69</b>
	Wprowadzenie	69
	Deszcz w mieście	70
	Rzeka w mieście	73
	Zużycie wody w mieście	76
	Susza w mieście	77
	Ścieki w mieście	77
	Podsumowanie	81
<b>6.</b>	<b>USZCZELNIENIE GRUNTÓW</b>	<b>83</b>
	Wprowadzenie	83
	Tereny uszczelnione w centralnej części Górnośląsko-Zagłębiowskiej Metropolii	84
	Zagrożenia środowiskowe wynikające z procesów zasklepiania gruntów	86
	Suburbanizacja	87
	Skutki procesów uszczelniania gruntów na obszarach zurbanizowanych	89
	Podsumowanie	90
<b>7.</b>	<b>CHARAKTERYSTYKA ZJAWISKA POWIERZCHNIOWEJ MIEJSKIEJ WYSPY CIEPŁA NA OBSZARZE AGLOMERACJI GÓRNOŚLĄSKIEJ</b>	<b>91</b>
	Wprowadzenie	92
	Metodyka	93
	Wyniki	94
	Wielkość populacji w zasięgu oddziaływania PMWC	101
	Podsumowanie	103
<b>8.</b>	<b>ASPEKTY ZDROWOTNE W KONTEKŚCIE ZMIAN KLIMATU</b>	<b>110</b>
	Wprowadzenie	110
	Tło demograficzne	112
	Skutki zdrowotne zmian klimatu	115
	Wpływ opadów atmosferycznych	116
	Wpływ warunków termicznych	116
	Wpływ wiatru	120
	Wpływ zanieczyszczeń powietrza	121
	Choroby wektorowe	122
	Mikrobiologiczne zagrożenia wody i żywności	124
	Podsumowanie	125

<b>9.</b>	<b>ŚWIADOMOŚĆ SPOŁECZNA ADAPTACJI DO SKUTKÓW ZMIAN KLIMATU</b>	<b>126</b>
	Wprowadzenie	127
	Postrzeganie zmian klimatu i ich skutków oraz adaptacji	128
	Budowa zaangażowania społecznego w działania adaptacyjne	130
	Możliwości podnoszenia świadomości mieszkańców Aglomeracji Górnośląskiej na temat adaptacji do zmian klimatu	132
	Rola partycypacji społecznej	135
	Podsumowanie	135
<b>10.</b>	<b>OBSZARY MIEJSKO-PRZEMYSŁOWE W KONTEKŚCIE ZAGROŻEŃ ZWIĄZANYCH ZE ZMIANAMI KLIMATU – PODSUMOWANIE</b>	<b>137</b>
<b>11.</b>	<b>WZMOCNIENIE ODPORNOŚCI OBSZARU GÓRNOŚLĄSKO- ZAGŁĘBIOWSKIEJ METROPOLII – KIERUNKI DZIAŁAŃ</b>	<b>139</b>
	Wprowadzenie	140
	Wyznaczanie kierunków działań adaptacyjnych	141
	Kategorie działań adaptacyjnych	143
	Podsumowanie	149
<b>12.</b>	<b>KSZTAŁTOWANIE ODPORNOŚCI OBSZARU MIEJSKIEGO NA ZMIANY KLIMATU – INSTRUMENTY PLANISTYCZNE</b>	<b>150</b>
	Wprowadzenie	151
	Obowiązujące procedury i dokumenty planistyczne	151
	Powiązanie procedur planistycznych z innymi instrumentami i dokumentami kształtującymi rozwój miast	152
	Projekty urbanistyczne	153
	Podsumowanie	154
<b>13.</b>	<b>INSTRUMENTY FINANSOWE WSPIERAJĄCE MIASTA W REALIZACJI DZIAŁAŃ ZWIĄZANYCH ZE ZMIANAMI KLIMATU</b>	<b>155</b>
	Wprowadzenie	156
	Zmiany Klimatu w kontekście polityki Unii Europejskiej i Organizacji Narodów Zjednoczonych Instrumenty finansowe UE	157
	Instrumenty krajowe i lokalne	161
	Podsumowanie	164
<b>14.</b>	<b>UWAGI KOŃCOWE</b>	<b>165</b>
<b>15.</b>	<b>BIBLIOGRAFIA</b>	<b>169</b>
	<b>STRESZCZENIE</b>	<b>180</b>
	<b>SUMMARY</b>	<b>182</b>

## Spis tabel

Tabela 1. Dane statystyczne 16 miast Aglomeracji Górnośląskiej _____	22
Tabela 2. Struktura użytkowania terenu w obszarze centralnym Górnośląsko-Zagłębiowskiej Metropolii z uwzględnieniem miasta Jaworzna _____	27
Tabela 3. Dane statystyczne dotyczące sieci ciepłowniczej w centralnej części Górnośląsko-Zagłębiowskiej Metropolii z uwzględnieniem miasta Jaworzna _____	34
Tabela 4. Dane statystyczne dotyczące sieci wodno-kanalizacyjnej w centralnej części Górnośląsko-Zagłębiowskiej Metropolii z uwzględnieniem miasta Jaworzna _____	36
Tabela 5. Epizody wysokich stężeń PM10 na obszarze Aglomeracji Górnośląskiej w sezonach grzewczych 2013/14 i 2014/15 _____	64
Tabela 6. Udział rodzajów źródeł emisji w stężeniach zanieczyszczeń na obszarze strefy Aglomeracja Górnośląska _____	66
Tabela 7. Funkcje małej retencji w mieście _____	72
Tabela 8. Poziom uszczelnienia terenów w wybranych miastach obszaru Konurbacji Górnośląskiej _____	86
Tabela 9. Cechy powierzchniowej i atmosferycznej miejskiej wyspy ciepła _____	93
Tabela 10. Zmienność temperatury powierzchni w 16 miastach Aglomeracji Górnośląskiej w °C _____	96
Tabela 11. Wynik jednoczynnikowej analizy wariancji w zależności od metody wyznaczania temperatur granicznych _____	97
Tabela 12. Wartości izoterm granicznych oraz powierzchnie PMWC w 16 miastach Aglomeracji Górnośląskiej _____	99
Tabela 13. Liczba mieszkańców potencjalnie narażonych na oddziaływanie PMWC w wybranych miastach Aglomeracji Górnośląskiej _____	102
Tabela 14. Liczba ludności w 16 miastach Aglomeracji Górnośląskiej _____	113
Tabela 15. Liczba ludności w wybranych miastach Aglomeracji Górnośląskiej w podziale na grupy wiekowe _____	114
Tabela 16. Prognoza liczby ludności w 16 miastach Aglomeracji Górnośląskiej _____	115
Tabela 17. Występowanie miejscowych zagrożeń w 16 miastach Aglomeracji Górnośląskiej w latach 2015-2018 _____	117
Tabela 18. Matryca wrażliwości centralnego obszaru GZM _____	142
Tabela 19. Zestawienie instrumentów finansowych UE dostępnych w latach 2014-2027 wspierających adaptację, zapobieganie zmianom klimatu i usuwanie skutków klęsk żywiołowych _____	159
Tabela 20. Zestawienie instrumentów finansowych krajowych i regionalnych wspierających adaptację, zapobieganie zmianom klimatu i usuwanie skutków klęsk żywiołowych _____	162

## Spis rysunków

Rys. 1. Wielkość populacji miast centralnej części Górnośląsko-Zagłębiowskiej Metropolii z uwzględnieniem miasta Jaworzna _____	23
Rys. 2. Położenie fizyczno-geograficzne centralnej części Górnośląsko-Zagłębiowskiej Metropolii z uwzględnieniem miasta Jaworzna _____	25
Rys. 3. Użytkowanie terenów w centralnej części Górnośląsko-Zagłębiowskiej Metropolii z uwzględnieniem miasta Jaworzna _____	28
Rys. 4. Przebieg głównych dróg centralnej części Górnośląsko-Zagłębiowskiej Metropolii z uwzględnieniem miasta Jaworzna _____	30
Rys. 5. Długość ścieżek rowerowych w centralnej części Górnośląsko-Zagłębiowskiej Metropolii z uwzględnieniem miasta Jaworzna w roku 2017 _____	32
Rys. 6. Regiony fizjograficzne na obszarze województwa śląskiego _____	39
Rys. 7. Regiony klimatyczne województwa śląskiego _____	40
Rys. 8. Zmienność średniej rocznej temperatury powietrza w latach 1965-2010 na stacji meteorologicznej przy Planetarium Śląskim _____	42
Rys. 9. Zmienność liczby dni z maksymalną temperaturą powietrza w okresie letnim w ostatnim trzydziestopięcioleciu na stacji synoptycznej Katowice-Muchowiec _____	42
Rys. 10. Zmienność liczby fal upałów oraz dni w tych falach w ostatnim trzydziestopięcioleciu _____	43
Rys. 11. Zmienność rocznej sumy opadu w ostatnim trzydziestopięcioleciu na stacji synoptycznej Katowice-Muchowiec _____	48
Rys. 12. Zmienność maksymalnego opadu dobowego w roku w ostatnim trzydziestopięcioleciu na stacji synoptycznej Katowice-Muchowiec _____	48
Rys. 13. Czas trwania najdłuższego w roku okresu bez opadu w ostatnim trzydziestopięcioleciu na stacji synoptycznej Katowice-Muchowiec _____	50
Rys. 14. Liczba dni z pokrywą śnieżną w ostatnim trzydziestopięcioleciu na stacji synoptycznej Katowice-Muchowiec _____	50
Rys. 15. Wysokość maksymalnego jednorazowego opadu śniegu w ostatnim trzydziestopięcioleciu na stacji synoptycznej Katowice-Muchowiec _____	51
Rys. 16. Liczba dni z porywami wiatru powyżej 15 m/s w ostatnim dwudziestoleciu na stacji synoptycznej Katowice-Muchowiec _____	52
Rys. 17. Liczba dni burzowych w ostatnim trzydziestopięcioleciu na stacji synoptycznej Katowice-Muchowiec _____	52
Rys. 18. Lokalizacja automatycznych stacji monitoringu jakości powietrza na obszarze Aglomeracji Górnośląskiej _____	59
Rys. 19. Zmienność stężeń maksymalnych 1-godzinnych dwutlenku azotu na wybranych stacjach monitoringu jakości powietrza w Aglomeracji Górnośląskiej w latach 2006-2017 _____	60
Rys. 20. Zmienność liczby dni z przekroczeniami dopuszczalnego stężenia ozonu na wybranych stacjach monitoringu jakości powietrza w Aglomeracji Górnośląskiej w latach 2006-2017 _____	60

Rys. 21. Zmienność liczby dni z przekroczeniami dopuszczalnego stężenia pyłu PM10 na wybranych stacjach monitoringu jakości powietrza w Aglomeracji Górnośląskiej w latach 2006-2017 _____	62
Rys. 22. Zmienność stężeń średnich rocznych pyłu PM2,5 na stacjach monitoringu jakości powietrza w Aglomeracji Górnośląskiej w latach 2010-2017 _____	62
Rys. 23. Zmienność stężeń średnich rocznych B(a)P na stacjach monitoringu jakości powietrza w Aglomeracji Górnośląskiej w latach 2006-2017 _____	63
Rys. 24. Propozycje rozwiązań zwiększających retencjonowanie wód opadowych w 15 miastach GZM oraz Jaworznie _____	71
Rys. 25. Mapa wód powierzchniowych i zagrożenia powodziowego _____	74
Rys. 26. Średnie zużycie wody na jednego mieszkańca w 15 miastach GZM oraz Jaworznie w latach 2010-2017 _____	76
Rys. 27. Zużycie wody w gospodarstwach domowych w latach 2010, 2012, 2014, 2016 i 2017 w 15 miastach GZM oraz Jaworznie _____	78
Rys. 28. Powierzchnia terenów zielonych (parków, zieleńców i terenów zieleni osiedlowej) oraz lasów w wybranych miastach Aglomeracji Górnośląskiej w 2017 roku _____	79
Rys. 29. Oczyszczalnie ścieków w wybranych miastach Aglomeracji Górnośląskiej w latach 2011-2017 _____	80
Rys. 30. Stopień uszczelnienia gruntów w 16 miastach Konurbacji Górnośląskiej _____	85
Rys. 31. Tereny zielone Konurbacji Górnośląskiej _____	88
Rys. 32. Mapa temperatury kinetycznej powierzchni ziemi w miastach Aglomeracji Górnośląskiej _____	95
Rys. 33. Archipelag powierzchniowych miejskich wysp ciepła w miastach Aglomeracji Górnośląskiej _____	98
Rys. 34. Profil przestrzennego rozkładu temperatury powierzchni w zależności od kategorii użytkowania terenu w transekcie Chorzów – Siemianowice Śląskie – Piekary Śląskie _____	100
Rys. 35. Rozkład przestrzenny temperatury powierzchni na obszarze Bytomia _____	104
Rys. 36. Rozkład przestrzenny temperatury powierzchni na obszarze Dąbrowy Górniczej _____	105
Rys. 37. Rozkład przestrzenny Powierzchniowej Miejskiej Wyspy Ciepła na tle gęstości zaludnienia w mieście Bytom _____	106
Rys. 38. Rozkład przestrzenny Powierzchniowej Miejskiej Wyspy Ciepła na tle gęstości zaludnienia w mieście Dąbrowa Górnicza _____	107
Rys. 39. Rozkład przestrzenny ryzyka oddziaływania wysokich temperatur na mieszkańców Bytomia _____	108
Rys. 40. Rozkład przestrzenny ryzyka oddziaływania wysokich temperatur na mieszkańców Dąbrowy Górniczej _____	109
Rys. 41. Zachorowalność na nowotwory skóry w Polsce w latach 1999-2016 _____	119
Rys. 42. Zachorowalność na nowotwory skóry w województwie śląskim w latach 1999-2016 _____	119
Rys. 43. Zapadalność na boreliozę i salmonellozę w województwie śląskim w latach 2011-2017 _____	124



## Wykaz skrótów

- B(a)P** – benzo(a)piren
- CEO** – Centrum Edukacji Obywatelskiej
- CLC** – pokrycie terenu CORINE Land Cover
- EEA** – Europejska Agencja Środowiska (ang. *European Environment Agency*)
- GDDKiA** – Generalny Dyrektor Dróg Krajowych i Autostrad
- GDJ** – gospodarstw domowych jednorodzinnych
- GUS** – Główny Urząd Statystyczny
- GZM** – Górnośląsko-Zagłębiowska Metropolia
- H2020** – Program Ramowy Unii Europejskiej
- IETU** – Instytut Ekologii Terenów Uprzemysłowionych
- IMGW** – Instytut Meteorologii i Gospodarki Wodnej – Państwowy Instytut Badawczy
- Interreg CE** – Program Interreg Europa Środkowa
- KE** – Komisja Europejska
- KPM** – Krajowa Polityka Miejska
- KPOŚK** – Krajowy Program Oczyszczania Ścieków Komunalnych
- KRN** – Krajowy Rejestr Nowotworów
- KPZK** – Koncepcja Przestrzennego Zagospodarowania Kraju
- MPA** – Miejski Plan Adaptacji do zmian klimatu
- 44MPA** – Projekt Ministerstwa Środowiska Opracowanie planów adaptacji do zmian klimatu w miastach powyżej 100 tysięcy mieszkańców
- MWC** – miejska wyspa ciepła
- NFOŚiGW** – Narodowy Fundusz Ochrony Środowiska i Gospodarki Wodnej
- PIB** – Państwowy Instytut Badawczy
- PM** – pył zawieszony (ang. *particulate matter*)
- PONE** – Program Ograniczenia Niskiej Emisji
- POP** – Program Ochrony Powietrza
- PMWC** – powierzchniowa miejska wyspa ciepła
- PLK** – Polskie Linie Kolejowe
- POChP** – przewlekła obturacyjna choroba płuc
- POliŚ** – Program Operacyjny Infrastruktura i Środowisko
- PZK** – plany zarządzania kryzysowego
- RSO** – regionalny system ostrzegania
- SWO** – system wczesnego ostrzegania
- TEN-T** – Transeuropejska Sieć Transportowa
- UE** – Unia Europejska
- UNFCCC** – Ramowa konwencja Narodów Zjednoczonych w sprawie zmian klimatu (ang. *United Nations Framework Convention on Climate Change*)
- WFOŚiGW** – Wojewódzki Fundusz Ochrony Środowiska i Gospodarki Wodnej w Katowicach
- WIOŚ** – Wojewódzki Inspektorat Ochrony Środowiska

**WHO** – Światowa Organizacja Zdrowia (ang. *World Health Organization*)

**WSSE** – Wojewódzka Stacja Sanitarno-Epidemiologiczna

**WWA** – wielopierścieniowe węglowodory aromatyczne

## Definicje

**Adaptacja do zmian klimatu** – proces dostosowania obszaru, miasta lub innego podmiotu do obecnych lub oczekiwanych warunków wynikających ze zmian klimatu oraz ich skutków. Adaptacja ma na celu zmniejszenie lub uniknięcie skutków zagrożeń wynikających z tych zmian, a także wykorzystanie szans jakie mogą przynieść te zmiany.

### **Odporność**

zdolność miasta do sprostania zagrożeniom związanym z wystąpieniem zjawisk klimatycznych, zachowaniu zdolności prawidłowego funkcjonowania istniejącej struktury miejskiej w sytuacji wystąpienia tych zjawisk.

### **Podatność**

stopień, w jakim miasto nie daje sobie rady z negatywnymi skutkami zmian klimatu lub nieumiejętność wykorzystania szans wynikających z tych zmian. Podatność jest funkcją rodzaju, natężenia, skali i szybkości zmian, na które narażone jest miasto oraz jego wrażliwości i potencjału.

### **Potencjał adaptacyjny**

zdolność miasta do dostosowania się do zmian klimatu, zarówno do sprostania negatywnym skutkami tych zmian, jak i wykorzystania szans, jakie z nich wynikają. Potencjał zależny jest od zasobów instytucjonalnych, finansowych, infrastrukturalnych i kapitału społecznego.

### **Stresor**

czynnik wywierający presję, tutaj zjawisko klimatyczne wywierające presję na określony element struktury miejskiej (receptor).

### **Receptor**

czynnik odbierający presję (tutaj określona składowa miasta lub obszaru).

Struktura funkcjonalno-przestrzenna – rozmieszczenie w przestrzeni podstawowych grup funkcji miejskich oraz towarzyszącej im zabudowy i sposobów zagospodarowania terenu, uwzględniające relacje i powiązania między nimi.

### **Wrażliwość**

stopień, w jakim miasto lub obszar zurbanizowany reaguje na zmiany klimatu, które mogą być korzystne lub niekorzystne. Wrażliwość wynika z charakteru struktury miejskiej i jej poszczególnych składowych.

### **Zagrożenie (związane ze zmianami klimatu)**

wystąpienie warunków meteorologicznych lub hydrologicznych mogących wywołać negatywne skutki i zakłócenia w funkcjonowaniu miasta.



# 1. WSTĘP

---

Zmiany klimatu i ich skutki są odnotowywane w różnych obszarach oraz w wielu aspektach życia codziennego ludzi, regionów oraz państw. W szczególnej sytuacji znalazły się miasta i obszary zurbanizowane, które niezależnie od swojego położenia geograficznego doświadczają zagrożeń związanych ze zmianami klimatu – ekstremalnych temperatur, fal upałów, intensywnych opadów deszczu, suszy, huraganów, powodzi. Zagrożenia te są potęgowane przez specyficzne procesy i uwarunkowania właściwe obszarom miejskim.

Każde miasto z uwagi na wielkość, ukształtowanie terenu oraz dynamikę procesów rozwojowych charakteryzuje własny „metabolizm”, w którym procesy przyrodnicze są silnie powiązane z działalnością człowieka i jej skutkami dla środowiska. Z tego względu niezwykle istotne jest uwrażliwienie zarówno władz samorządowych, jak i mieszkańców miast oraz pozostałych „użytkowników” przestrzeni miejskiej na skutki zmian klimatu, które wzmacniają niekorzystne zjawiska i procesy miejskie, przyczyniając się do wzrostu zagrożeń środowiskowych, a tym samym do obniżenia komfortu życia w mieście. Adaptacja ma na celu przystosowanie środowiska, gospodarki i społeczeństwa do zmieniających się warunków klimatycznych. Obejmuje szeroki zakres strategii i działań, zmierzających do ograniczenia skutków zagrożeń klimatycznych, strat i kosztów tych szkód, ale także czerpania korzyści z nowo tworzących się możliwości. W dokumentach międzynarodowych oraz krajowych miasta zostały wskazane jako obszary bardzo wrażliwe na skutki zmian klimatu, między innymi ze względu na koncentrację infrastruktury oraz dużą gęstość zaludnienia, a także uwarunkowania społeczno-demograficzne. W polskich miastach mieszka ok. 23,3 miliona osób, co stanowi ponad 61% ogółu ludności kraju. Na podstawie *Strategii Unii Europejskiej w zakresie przystosowania się do zmiany klimatu* [1], państwa członkowskie podejmują działania wypełniające jej zalecenia. W Polsce w 2013 roku został przyjęty przez Radę Ministrów *Strategiczny plan adaptacji dla sektorów i obszarów wrażliwych na zmiany klimatu do roku 2020 z perspektywą do roku 2030* [2]. W 2015 roku została przyjęta *Krajowa Polityka Miejska 2023*, która zawiera również odniesienia do problematyki zmian klimatu w miastach Polski [3]. Oba te dokumenty definiują ramowe założenia kształtowania polityki miejskiej oraz przygotowania miast do skutków zmian klimatu. Rola samorządów w opracowaniu i wdrażaniu polityki klimatycznej i adaptacyjnej jest kluczowa.

Odpowiedzią na potrzebę stworzenia koncepcji miejskiej polityki adaptacji do zmian klimatu była inicjatywa Ministerstwa Środowiska opracowania miejskich planów adaptacji do zmian klimatu dla największych polskich miast. W projekcie 44MPA [4] uczestniczyły

44 miasta. Był on realizowany w latach 2017-2019 przez Konsorcjum w składzie Instytut Ochrony Środowiska - PIB, Instytut Meteorologii i Gospodarki Wodnej - PIB, Instytut Ekologii Terenów Uprzemysłowionych w Katowicach oraz firmę Arcadis sp.z.o.o. Innowacyjny model realizacji projektu opierał się na wdrożeniu jednolitej metodyki opracowania planu we wszystkich miastach biorących udział w projekcie, przy równoczesnym uwzględnieniu ich lokalnej specyfiki i właściwych im cech, a także planów rozwojowych. Wśród miast partnerów projektu znalazło się 13 należących do centralnej części Górnośląsko-Zagłębiowskiej Metropolii: Bytom, Chorzów, Czeladź, Dąbrowa Górnicza, Gliwice, Jaworzno<sup>1</sup>, Katowice, Mysłowice, Ruda Śląska, Siemianowice Śląskie, Sosnowiec, Tychy, Zabrze. Dla każdego z nich opracowano plan adaptacji do zmian klimatu, uwzględniający ich uwarunkowania klimatyczne i rozwojowe oraz odzwierciedlający potrzeby i aspiracje wynikające z konieczności sprostania wyzwaniom związanym z tymi zmianami. Opracowanie planów adaptacji dla tych miast pozwoliło na wykorzystanie wyników wcześniej prowadzonych badań, rozwinięcie analiz prowadzonych dla obszaru Konurbacji Górnośląskiej oraz zainicjowało nowe kierunki i działania służące wzmocnieniu potencjału adaptacyjnego miast GZM.

Celem tej publikacji jest zwrócenie uwagi na konieczność współpracy między miastami GZM i dążenie do rozwiązań systemowych pozwalających skutecznie przeciwdziałać zagrożeniom wynikającym ze zmian klimatu. Wypracowanie rozwiązań podnoszących odporność na te zagrożenia oraz budowanie potencjału rozwojowego opartego na synergii wielu działań i partnerów zaowocuje nie tylko bezpieczniejszymi warunkami i komfortem życia dla mieszkańców, ale również wzmocni pozycję i szanse rozwojowe GZM.

Publikacja jest adresowana do mieszkańców oraz władz samorządowych miast zlokalizowanych w najbardziej zurbanizowanym obszarze Polski, nazywanym Aglomeracją bądź Konurbacją Górnośląską<sup>2</sup>. Obecnie Konurbacja Górnośląska stanowi centralny obszar Górnośląsko-Zagłębiowskiej Metropolii, będący jedynym w skali całego kraju obszarem o najwyższym stopniu zurbanizowania i największej liczbie ludności, wynoszącej ponad 2 miliony mieszkańców. Obszar ten rozwinął się na przełomie XIX i XX wieku na fali dynamicznej industrializacji związanej z eksploatacją jego zasobów naturalnych, głównie złóż węgla kamiennego i rud żelaza oraz metali nieżelaznych. Przemysłowa geneza tego regionu odcisnęła swoje piętno na sposobie zagospodarowania przestrzeni oraz ujawnia się w skali degradacji środowiska przyrodniczego. Historyczne uwarunkowania i przemysłowe dziedzictwo miast Konurbacji definiuje sposób zagospodarowania obszarów miejskich i wymusza konieczność procesów rewitalizacyjnych

---

**1** Jaworzno nie należy do GZM, ale stanowi jeden z elementów tworzących strukturę przestrzenną obszaru Aglomeracji Górnośląskiej i zostało włączone do analiz w publikacji (stan na 06.2019).

**2** W zależności od opracowania lub dokumentu.

w zdegradowanych przestrzennie i środowiskowo terenach miejsko-przemysłowych. Uwarunkowania rozwojowe tego regionu przekładają się zarówno na sposób zagospodarowania przestrzeni, jak i na konieczność ochrony zdegradowanego działalnością przemysłową kapitału przyrodniczego. Z tego względu w publikacji zaprezentowano zarówno zagrożenia wynikające ze zmian klimatu, jak i możliwości kreowania działań adaptacyjnych, które będą uwzględniały także uwarunkowania wynikające z historii rozwoju przemysłu w miastach tworzących Konurbację Górnośląską.

W publikacji omawiany jest obszar obejmujący 16 miast zlokalizowanych w Aglomeracji Górnośląskiej. Wśród nich znalazło się 13 miast biorących udział w projekcie 44MPA oraz dodatkowo uwzględniono Będzin, Piekary Śląskie i Świętochłowice. Dla potrzeb publikacji obszar ten nazywany jest zamiennie Aglomeracją lub Konurbacją Górnośląską lub centralnym obszarem GZM, przy czym w analizach uwzględniono miasto Jaworzno, administracyjnie nie należące do GZM.

W pierwszej części przedstawiono diagnozę miejskiego obszaru centralnej części GZM prezentującą podstawowe uwarunkowania mające wpływ na reagowanie na zagrożenia klimatyczne. Omówiono główne zagrożenia wynikające ze zmian klimatu i będące pochodnymi sposobu kształtowania struktury przestrzennej: zabudowy, infrastruktury czy lokalizacji terenów przemysłowych i poprzemysłowych. Przedstawiono również skalę zagrożeń zdrowotnych będących wynikiem profilu demograficznego obszaru (uwzględniającego grupy szczególnie wrażliwe) oraz środowiskowych warunków życia na obszarze miejsko-przemysłowym.

W części drugiej zaprezentowano kierunki i sposoby wzmacniania odporności obszaru przez działania systemowe ukierunkowane na ograniczanie negatywnych skutków zmian klimatu oraz budowanie potencjału adaptacyjnego, zarówno poszczególnych miast, jak i całej Konurbacji. Omówiono instrumenty pozwalające kształtować odporność obszaru z poziomu administracyjno-organizacyjnego, a także przy użyciu instrumentów planistycznych i mechanizmów finansowych.

Publikacja powstała na bazie prac własnych prowadzonych w Instytucie Ekologii Terenów Uprzemysłowionych oraz w ramach współpracy IETU i firmy Arcadis, zainicjowanej przy realizacji projektu dla Ministerstwa Środowiska p.n. *Opracowanie planów adaptacji do zmian klimatu w miastach powyżej 100 tysięcy mieszkańców*. W ramach tego projektu IETU i Arcadis współpracowały z 13 miastami Aglomeracji Górnośląskiej w tworzeniu planów.

W publikacji wykorzystano również badania prowadzone w innych projektach realizowanych w ramach programów Unii Europejskiej (Horyzont 2020 i Interreg CE). Materiały ilustrujące informacje zawarte w poszczególnych rozdziałach opracowano z zastosowaniem narzędzi GIS i wykorzystaniem dostępnych baz danych. Do przygotowania map wykorzystano dane Centralnego Ośrodka Dokumentacji Geodezyjnej i Kartograficznej, dane Banku Danych Obiektów Topograficznych w skali 1:10 000, dane Głównego Urzędu Statystycznego oraz dane satelity Landsat. Wszystkie zamieszczone w publikacji mapy opracowano za pomocą licencjonowanego oprogramowania ArcMap firmy ESRI.

## 2. SPECYFIKA CENTRALNEGO OBSZARU GÓRNOŚLĄSKO- -ZAGŁĘBIOWSKIEJ METROPOLII

---

### **Streszczenie**

W rozdziale zaprezentowano charakterystykę 16 miast obszaru definiowanego jako Aglomeracja Górnośląska. Przedstawiono uwarunkowania naturalne i historyczne rozwoju największej polskiej aglomeracji miejsko-przemysłowej. Omówienia najważniejszych elementów struktury przestrzennej dokonano w kontekście zagrożeń środowiskowych szczególnie tych związanych ze zmianami klimatu.

### **Wprowadzenie**

Górnośląsko-Zagłębiowska Metropolia [5, 6] jest policentrycznym obszarem metropolitalnym, mającym kilka ośrodków wzrostu, administracyjnie należącym do województwa śląskiego. Miasta wchodzące w skład GZM zajmują centralną część województwa. Metropolia obejmuje prawie 1/3 obszaru całego województwa śląskiego, a na jej terenie zamieszkuje połowa wszystkich mieszkańców województwa [7].

### **Struktura wewnętrzna Górnośląsko-Zagłębiowskiej Metropolii – podział administracyjny**

Metropolię tworzy 41 miast i gmin przemysłowego obszaru Górnego Śląska i Zagłębia Dąbrowskiego. Trzynastie miast jest na prawach powiatu: Bytom, Chorzów, Dąbrowa Górnicza, Gliwice, Katowice, Mysłowice, Piekary Śląskie, Ruda Śląska, Siemianowice Śląskie,



Sosnowiec, Świętochłowice, Tychy i Zabrze. Pozostałe miejscowości to: Będzin, Bieruń, Bobrowniki, Bojszowy, Chwałki Śląski, Czeladź, Gierałtów, Imielin, Knurów, Kobiór, Łędziny, Łaziska Górne, Mierzęcice, Mikołów, Ożarów, Pilchowice, Psary, Pyskowice, Radzionków, Rudziniec, Siewierz, Sławków, Sośnicowice, Świerklaniec, Tarnowskie Góry, Wojkowice, Wiry, Zbrostawice.

W publikacji obszar ten został zawężony do 16 miast tworzących strukturę zwyczajowo nazywaną Aglomeracją lub Konurbacją Górnośląską. Obszar ten tworzą: Będzin, Bytom, Chorzów, Czeladź, Dąbrowa Górnicza, Gliwice, Jaworzno, Katowice, Mysłowice, Piekary Śląskie, Ruda Śląska, Siemianowice Śląskie, Sosnowiec, Świętochłowice, Tychy i Zabrze. Doboru miast do objęcia analizami dokonano na podstawie specyfiki wynikającej z historycznych i przestrzennych uwarunkowań oraz obszarowej przynależności do Aglomeracji Górnośląskiej. Obszar Aglomeracji pokrywa się w znacznym stopniu z centralną częścią GZM, z wyłączeniem miasta Jaworzno. Miasta te charakteryzują się wysoką intensywnością zabudowy, obecnością terenów przemysłowych i poprzemysłowych. Jednocześnie, mimo, że są niezależnymi bytami, tworzą przestrzennie w miarę spójną całość. Dodatkowym argumentem wyboru tych miast był udział 13 z nich w zakończonym w styczniu 2019 roku projekcie Ministerstwa Środowiska [4]. Uwarunkowania naturalne i historyczne, potencjał demograficzny, intensywność i charakter zabudowy, stan infrastruktury technicznej oraz wachlarz usług, a także prowadzona polityka przestrzenna stanowią o naturalnej wrażliwości tego obszaru na zagrożenia środowiskowe w tym klimatyczne.

## Demografia

Populacja zamieszkująca omawiany obszar liczy 1 858 709 osób. Spośród 16 miast największymi pod względem liczby ludności są Katowice oraz Sosnowiec (Tabela 1, Rys. 1). W Gliwicach, Zabrze, Bytomiu, Rudzie Śląskiej, Tychach, Dąbrowie Górniczej oraz Chorzowie liczba ludności przekracza 100 tys. Wielkość populacji pozostałych miast kształtuje się w przedziale od 92 tys. (Jaworzno) do 31 tys. (Czeladź) mieszkańców [8]. Prognozy demograficzne wskazują, że w województwie śląskim, podobnie jak w całym kraju, utrzymywać się będzie ujemny przyrost naturalny, wystąpią także niekorzystne zmiany w strukturze ludności. Proces starzenia się społeczeństwa<sup>3</sup> będzie przebiegać stosunkowo szybko, co dodatkowo będzie potęgowane wydłużaniem się przeciętnego trwania życia kobiet i mężczyzn. Narastać będzie udział osób w wieku 80 lat i więcej w grupie ludności w wieku 65 lat i więcej, czyli nasili się zjawisko podwójnego starzenia społeczeństwa. Natomiast obserwowany obecnie spadek liczby ludności miejskiej będzie się pogłębiał do 2050 roku i zgodnie z prognozą w przypadku liczby ludności w wieku produkcyjnym będzie jednym z największych w kraju [9].

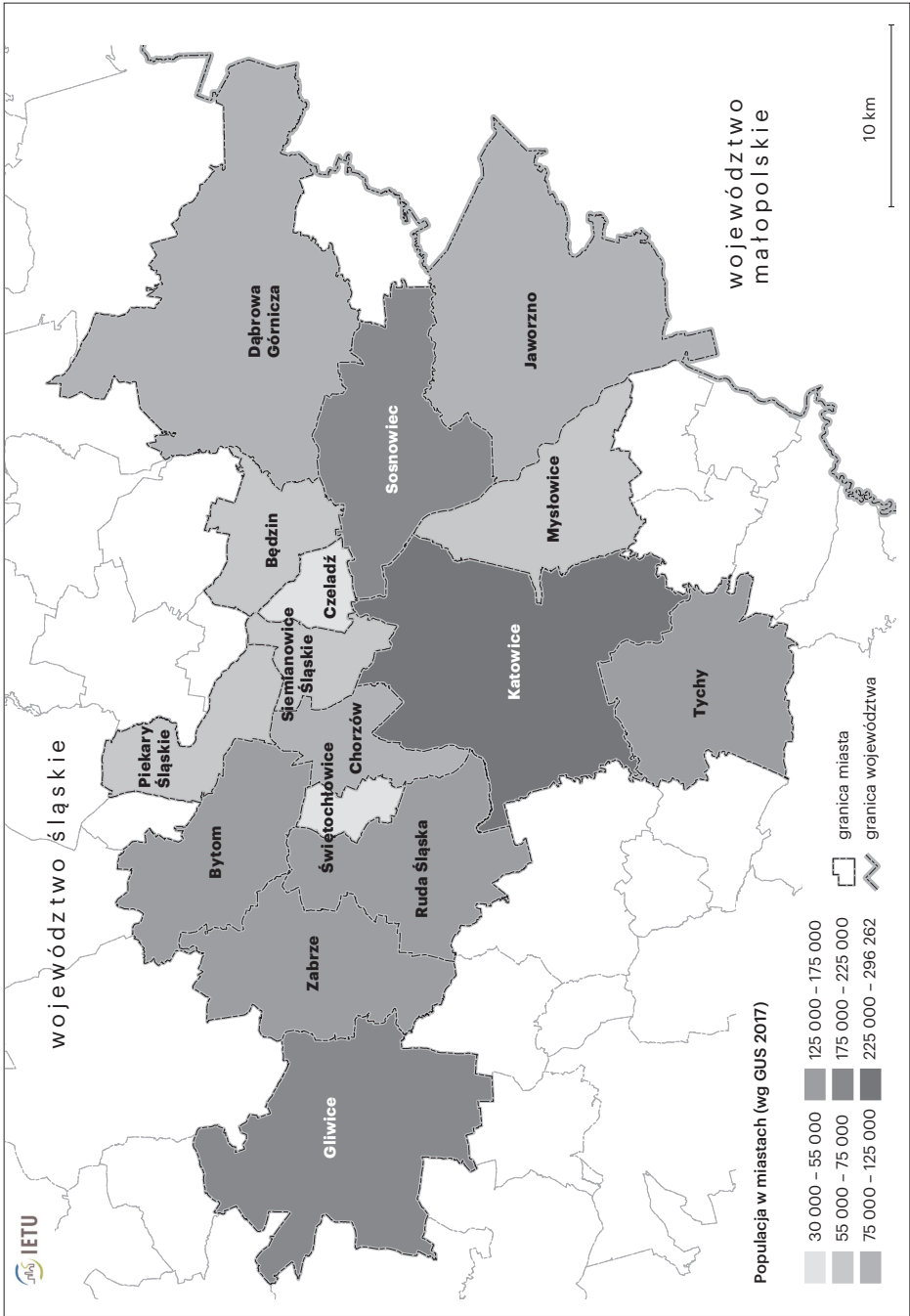
<sup>3</sup> Zwiększanie się odsetka osób starszych przy jednoczesnym zmniejszaniu się odsetka dzieci.

Tabela 1. Dane statystyczne 16 miast Aglomeracji Górnośląskiej

Miasto	Liczba ludności	Powierzchnia [km <sup>2</sup> ]	Gęstość zaludnienia [osób/km <sup>2</sup> ]
Będzin	57 343	37,4	1 534
Bytom	168 394	69,5	2 424
Chorzów	109 021	33,3	3 274
Czeladź	31 901	16,4	1 948
Dąbrowa Górnicza	121 121	188,7	642
Gliwice	181 309	133,9	1 354
Jaworzno	92 090	152,6	603
Katowice	296 262	164,6	1 800
Mysłowice	74 647	66,0	1 131
Piekary Śląskie	55 652	40,0	1 392
Ruda Śląska	138 578	77,7	1 783
Siemianowice Śląskie	67 523	25,5	2 644
Sosnowiec	204 013	91,0	2 242
Świętochłowice	50 385	13,3	3 785
Tychy	128 211	81,6	1 571
Zabrze	174 349	80,4	2 169
<b>Suma / Średnia gęstość</b>	<b>1 858 709</b>	<b>1 271,9</b>	<b>1 461</b>

Źródło: opracowanie własne na podstawie [8], stan na 31.12.2017.

Rys. 1. Wielkość populacji miast centralnej części Górnośląsko-Zagłębiowskiej Metropolii z uwzględnieniem miasta Jaworzna



Źródło: opracowanie własne na podstawie [8].

2. SPECYFIKA CENTRALNEGO OBSZARU GÓRNOŚLĄSKO-ZAGŁĘBIOWSKIEJ METROPOLII

Obszar wybranych 16 miast liczy około 1 272 km<sup>2</sup>. Natomiast obszar całej metropolii to 2 553 km<sup>2</sup>. Należy zaznaczyć, że na omawianym obszarze gęstość zaludnienia jest bardzo wysoka, średnio 1 461 osób/km<sup>2</sup>, podczas gdy w całym GZM wskaźnik ten wynosi 887 osób/km<sup>2</sup>, a dla Polski 123 osób/km<sup>2</sup>.

### **Uwarunkowania rozwoju**

Omawiany obszar 16 miast należy do tzw. „starych okręgów przemysłowych” Europy [10, s. 108]. W przeszłości eksploatowano tutaj bogate złoża węgla kamiennego, rud cynku i ołowiu oraz rud żelaza. Z przemysłem wydobywczym związany był przemysł hutniczy, karbochemiczny, energetyczny, chemiczny, maszynowy. Ponadto w regionie rozwijał się przemysł samochodowy i piwowarski.

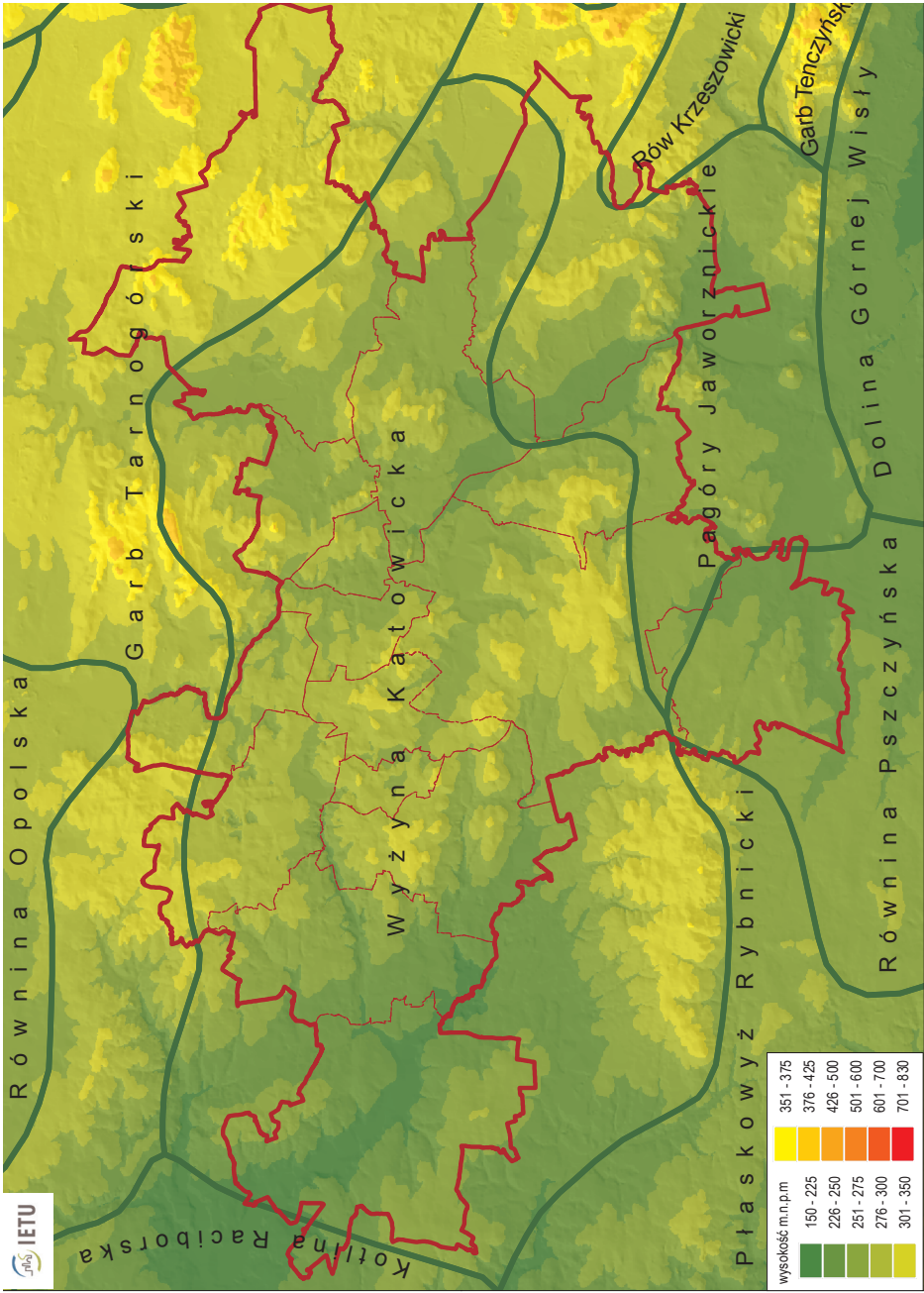
W latach 90. XX wieku działania związane z restrukturyzacją przemysłu ciężkiego, a także towarzyszące temu zmiany zachodzące w innych sektorach gospodarki, spowodowały upadek monokultury przemysłu ciężkiego w tym regionie. W wyniku tych działań powstały „obszary problemowe”, którymi m.in. są tereny poprzemysłowe oraz zdegradowane np. zwałowiska odpadów powęglowych, składowiska odpadów poprzemysłowych. Tereny te charakteryzują się podwyższonymi w stosunku do otoczenia temperaturami powierzchni, jak również mogą wykazywać wrażliwość na zmiany odczynu wód naturalnych w kontekście zmian klimatu [11]. Są one potencjalnym zagrożeniem i ograniczeniem procesów rozwojowych ze względu na różny stopień degradacji środowiska, ale są również wyzwaniem i szansą kształtowania nowych kierunków rozwojowych obszarów. Zintensyfikowane na początku XXI wieku procesy zagospodarowania obszarów i obiektów poprzemysłowych, ich rewitalizacja i przekształcanie do nowych funkcji są szczególnie istotne także w kontekście zmian klimatu.

W centralnej części GZM można spotkać liczne i cenne zabytki – obiekty architektury, założenia parkowo-pałacowe czy historyczne osiedla i kolonie robotnicze. Z punktu widzenia wrażliwości na zagrożenia ze strony klimatu wymagają one szczególnych zabezpieczeń z powodu możliwości wystąpienia znacznych strat materialnych i kulturowych np. w wyniku powodzi. Innym problemem jest stan techniczny tych obiektów, który powoduje, że mogą być szczególnie wrażliwe na intensywne opady deszczu lub śniegu, podtopienia czy porywisty wiatr.

### **Uwarunkowania naturalne**

Niemal cały omawiany region położony jest w obrębie makroregionu Wyżyny Śląskiej, jedynie miasto Tychy położone jest w Kotlinie Oświęcimskiej (mezoregion Równina Pszczyńska) – Rys. 2. W obrębie Wyżyny Śląskiej wyróżnia się mezoregiony: Wyżynę Katowicką, Garb Tarnogórski, Pagóry Jaworznickie i Płaskowyż Rybnicki. Wyżyna Katowicka swoim zasięgiem obejmuje największą, centralną i wschodnią część omawianego fragmentu województwa śląskiego. Garb Tarnogórski znajduje się w północnej części miast: Bytom, Piekary Śląskie i północno-wschodniej części Dąbrowy Górniczej. Pagóry Jaworznickie obejmują miasto Jaworzno i fragmenty Sosnowca, Mysłowic,

Rys. 2. Położenie fizyczno-geograficzne centralnej części Górnośląsko-Zagłębiowskiej Metropolii z uwzględnieniem miasta Jaworzna



Źródło: opracowanie własne na podstawie [12].

2. SPECYFIKA CENTRALNEGO OBSZARU GÓRNOŚLĄSKO-ZAGŁĘBIOWSKIEJ METROPOLII

Katowic i Tychów. Płaskowyż Rybnicki sięga północno-zachodniej części Tychów. W niewielkim fragmencie we wschodniej części Jaworzna pojawia się Rów Krzeszowicki należący do makroregionu Wyżyny Krakowsko-Częstochowskiej oraz w zachodniej części Gliwic Kotlina Raciborska należąca do makroregionu Niziny Śląskiej.

Ukształtowanie terenu omawianego obszaru jest bardzo zróżnicowane (Rys. 2). Najniżej położony jest obszar w pobliżu Portu w Gliwicach – na wysokości 210 m n.p.m. Najwyżej położony jest obszar w obrębie Garbu Tarnogórskiego na terenie Dąbrowy Górniczej, gdzie wysokość dochodzi do 390 m n.p.m.

### **Użytkowanie terenu**

Obszar 16 miast charakteryzuje wysoki udział zabudowy miejskiej o charakterze zwartym<sup>4</sup> i luźnym<sup>5</sup> (Tabela 2, Rys. 3) [13, 14, 15]. Łącznie zajmuje ona około 24% powierzchni tych miast. Największe fragmenty zabudowy zwartej i luźnej, przekraczające 30% powierzchni miasta, znajdują się w Będzinie, Świętochłowicach, Sosnowcu, Zabrze i Rudzie Śląskiej. W wielu miastach obszarem problemowym, o zwiększonej wrażliwości na zagrożenia klimatyczne wynikającej z intensywności zabudowy, są strefy przemysłowe lub handlowe, które zajmują jedną piątą omawianego terenu. W Świętochłowicach udział tych powierzchni stanowi 33% i jest największy wśród 16 omawianych miast. Drugim miastem z wysokim udziałem tego rodzaju powierzchni jest Chorzów (23%). Można więc zauważyć, że intensywność zabudowy w tym rejonie jest szczególnie wysoka. Na tym tle wyróżniają się miasta Katowice, Jaworzno, Tychy i Mysłowice, gdzie obok obszarów silnie zurbanizowanych są obszary o wysokiej lesistości, odpowiednio: 46,5%, 38%, 31,9% i 31,8%. Jednym z priorytetów GZM jest kształtowanie ładu przestrzennego [7, s. 14] obejmującego wszystkie elementy struktury przestrzennej metropolii: osnowę przyrodniczą, zabudowę i skomplikowaną infrastrukturę techniczną. Aglomeracja Górnośląska, która jest centrum obszaru metropolitalnego charakteryzuje się znacznym udziałem terenów przemysłowych i poprzemysłowych oraz terenów, na których wystąpiły skutki eksploatacji górniczej i intensywnego działania różnych przemysłów. Zwałowiska, zapadliska i zbiorniki powyrobiskowe to widoczne ślady intensywnego działania przemysłu ciężkiego. Obecnie część z tych niezabudowanych terenów objęta jest sukcesją przyrodniczą i wzbogaca istniejący kapitał przyrodniczy obszaru. Mimo prawie dwustu lat działania przemysłu ciężkiego i towarzyszących mu procesów urbanizacji,

- 
- 4** Zabudowa o charakterze zwartym obejmuje tereny zabudowane budynkami stykającymi się ze sobą. Obejmuje ona zabudowę zwartą wysoką (od trzech kondygnacji wzwyż) oraz zabudowę zwartą niską (1-2 kondygnacji).
  - 5** Zabudowa o charakterze luźnym obejmuje tereny o zabudowie luźnej wysokiej tj. wielorodzinnej typu blokowego w otoczeniu terenów zielonych oraz luźnej niskiej typu miejskiego i wiejskiego (osiedla domów jednorodzinnych otoczonych niewielkimi ogrodami przydomowymi) oraz zabudowę letniskową.

Tabela 2. Struktura użytkowania terenu w obszarze centralnym Górnośląsko-Zagłębiowskiej Metropolii z uwzględnieniem miasta Jaworzna

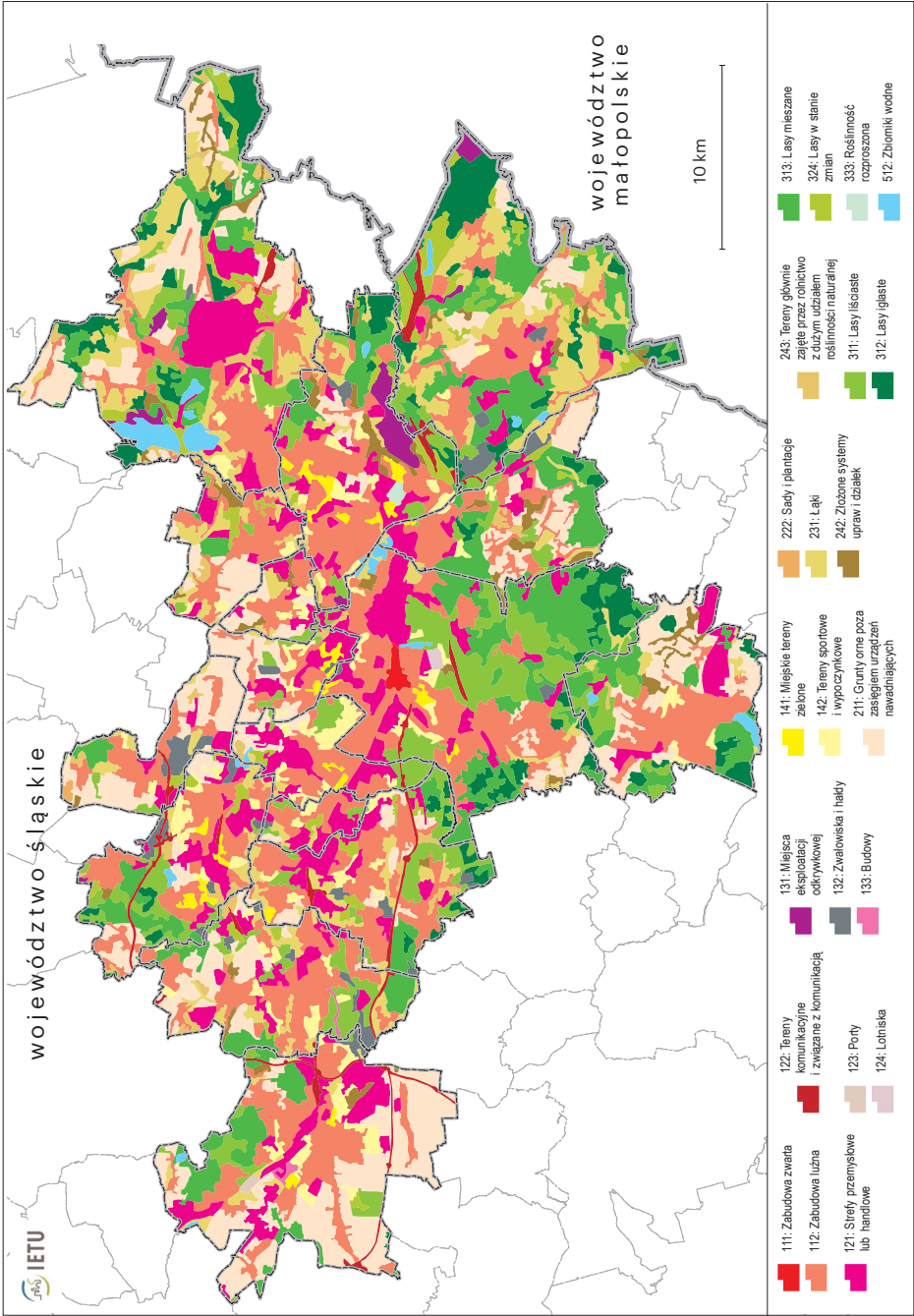
Jednostka administracyjna	Powierzchnia [km²]				Udział powierzchni [%]		
	miasto	las	zabudowa luźna i zwarta	strefy przemysłowe lub handlowe	las	zabudowa luźna i zwarta	strefy przemysłowe lub handlowe
Będzin	37,4	2,5	12,7	4,3	6,7	34,0	11,5
Bytom	69,5	16,3	19,3	9,5	23,5	27,8	13,7
Chorzów	33,3	4,9	9,0	7,7	14,7	27,0	23,1
Czeladź	16,4	0,6	4,5	2,9	3,7	27,5	17,7
Dąbrowa Górnicza	188,7	49,0	29,3	22,3	26,0	15,5	11,8
Gliwice	133,9	20,0	30,5	16,9	14,9	22,8	12,6
Jaworzno	152,6	58,0	24,6	5,6	38,0	16,1	3,7
Katowice	164,6	76,6	45,0	22,3	46,5	27,3	13,5
Mysłowice	66,0	21,0	15,0	5,5	31,8	22,7	8,3
Piekary Śląskie	40,0	3,0	9,6	3,0	7,5	24,0	7,5
Ruda Śląska	77,7	20,0	24,0	10,1	25,7	30,9	13,0
Siemianowice Śląskie	25,5	1,6	6,0	4,8	6,3	23,5	18,8
Sosnowiec	91,0	17,6	28,6	10,7	19,3	31,4	11,8
Świętochłowice	13,3	1,4	4,5	4,4	10,5	33,8	33,1
Tychy	81,6	26,0	19,0	8,1	31,9	23,3	9,9
Zabrze	80,4	16,0	25,0	8,1	19,9	31,1	10,1
<b>Razem</b>	<b>1 271,9</b>	<b>334,5</b>	<b>306,6</b>	<b>267,2</b>	<b>26,3</b>	<b>24,1</b>	<b>21,0</b>

Źródło: opracowanie własne na podstawie [13].

na obszarze Aglomeracji Górnośląskiej stale obecne są tereny leśne, łąki, użytki rolne oraz duża liczba, mniejszych i większych, naturalnych, a częściej antropogenicznych zbiorników wodnych. Otwarte tereny zielone, system korytarzy rzecznych to cenny kapitał przyrodniczy, który należy chronić, ponieważ na nim można i trzeba budować odporność miast GZM na zmiany klimatu.



Rys. 3. Użytkowanie terenów w centralnej części Górnośląsko-Zagłębiowskiej Metropolii z uwzględnieniem miasta Jaworzna



Źródło: opracowanie własne wg [13].



## Infrastruktura

Prawidłowe funkcjonowanie obszaru metropolitalnego jest możliwe dzięki dobrze rozwiniętej infrastrukturze technicznej. Obszar Aglomeracji wyposażony jest w gęstą sieć infrastruktury drogowej, wodno-kanalizacyjnej, elektroenergetycznej i teleinformatycznej. Skomplikowana i wieloelementowa infrastruktura techniczna funkcjonująca w Aglomeracji Górnośląskiej jest jednym z bardziej wrażliwych elementów struktury przestrzennej obszaru, a transport jest sektorem jednym z najbardziej wrażliwych na zmiany klimatu [16].

Na omawianym obszarze istnieje gęsta sieć drogowa (Rys. 4). Krzyżują się tutaj dwie autostrady [17]:

- A4 mająca przebieg wschód-zachód (kierunek Drezno) granica państwa z Niemcami – Jędrzychowice – Legnica – Wrocław – Opole – Gliwice – Katowice – Kraków – Tarnów – Rzeszów – Korczowa – do granicy z Ukrainą (kierunek Lwów);
- A1 o przebiegu północ-południe: S6 (kierunek Rusocin) – Toruń – Łódź – Piotrków Trybunalski – Częstochowa – Gliwice – Gorzyczki – do granicy państwa z Czechami (kierunek Ostrawa).

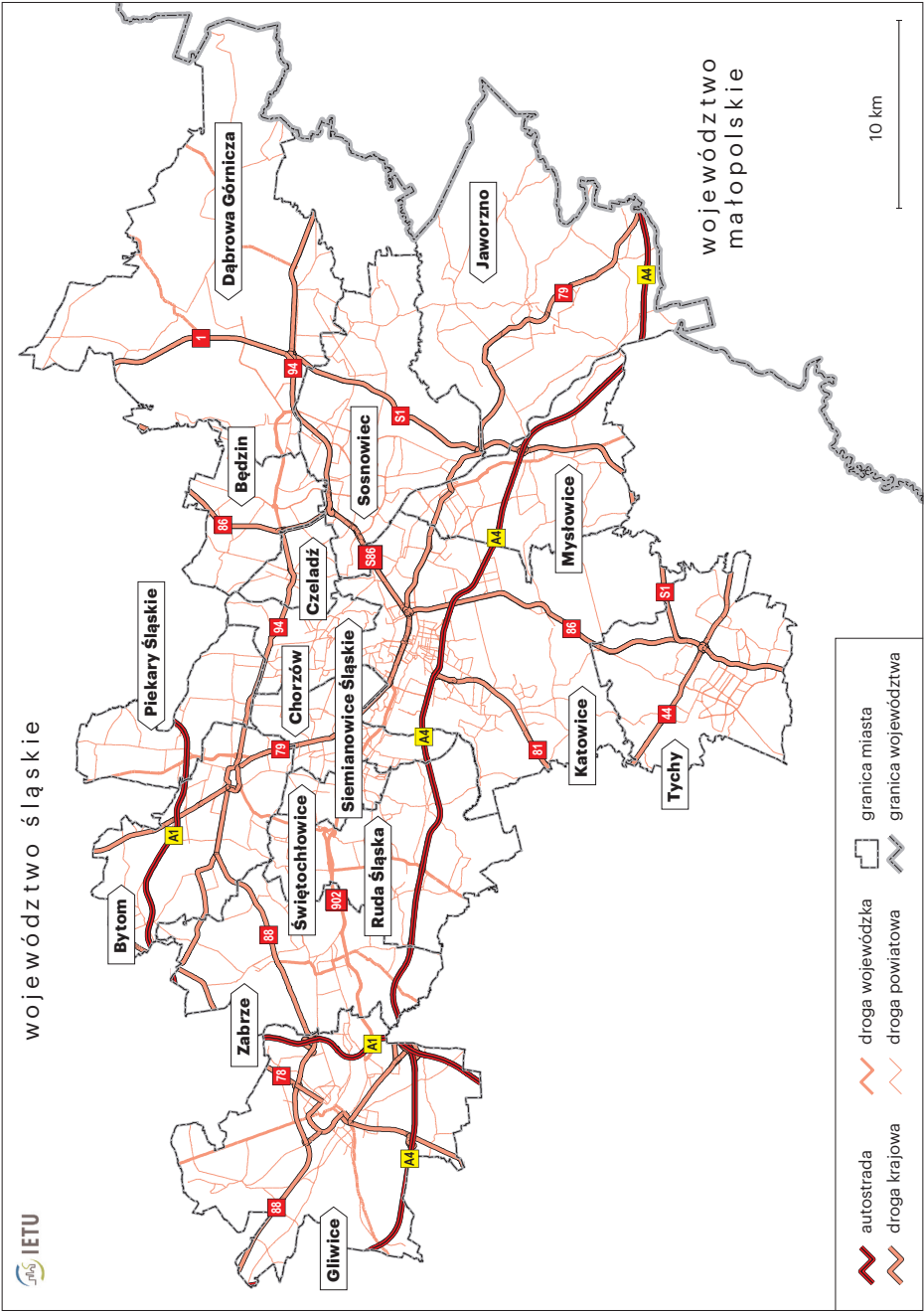
Dodatkowo funkcjonują drogi ekspresowe:

- S1 o przebiegu: A1 (Pyrzowice) – Dąbrowa Górnicza – Bielsko Biała – Żywiec – Zwardoń – granica państwa ze Słowacją (kierunek Bratysława);
- S86 biegnąca z Sosnowca (ul. Małobądzka) do Katowic (ul. Bohaterów Monte Cassino).

Pozostałe główne drogi o znaczeniu krajowym to [18]:

- droga krajowa nr 79: Warszawa – Kozienice – Zwoleń – Sandomierz – Połaniec – Nowe Brzesko – Kraków – Trzebinia – Chrzanów – Jaworzno – Katowice – Chorzów – Bytom;
- droga krajowa nr 81: Katowice – Mikołów – Żory – Skoczów;
- droga krajowa nr 86: Wojkowice Kościelne – Będzin – Sosnowiec – Katowice – Tychy;
- droga krajowa nr 1: Gdańsk – Grudziądz – Toruń – Włocławek – Łódź – Piotrków Trybunalski – Częstochowa – Podwarpie – Dąbrowa Górnicza – Tychy – Bielsko-Biała – Żywiec – Laliki – Zwardoń – granica państwa z Czechami;
- droga krajowa nr 11: Kołobrzeg – Koszalin – Bobolice – Szczecinek – Podgaje – Piła – Ujście – Chodzież – Oborniki – Poznań – Kórnik – Jarocin – Pleszew – Ostrów Wielkopolski – Ostrzeszów – Kępno – Kluczbork – Lubliniec – Tarnowskie Góry – Bytom;
- droga krajowa nr 44: Gliwice – Mikołów – Tychy – Oświęcim – Zator – Skawina – Kraków;
- droga krajowa nr 78: granica państwa z Czechami – Chałupki – Wodzisław Śląski – Rybnik – Gliwice – Tarnowskie Góry – Świerklaniec – Siewierz – Zawiercie – Szczekociny – Jędrzejów – Chmielnik;
- droga krajowa nr 88: Strzelce Opolskie – Nogowczyce – Gliwice – Bytom;
- droga krajowa nr 94: węzeł „Zgorzelec” – Bolesławiec – Legnica – Prochowice – Wrocław – Brzeg – Opole – Strzelce Opolskie – Pyskowice – Bytom – Będzin – Sosnowiec – Dąbrowa Górnicza – Olkusz – Kraków – Tarnów – Rzeszów – Jarosław – Radymno – Korczowa.

Rys. 4. Przebieg głównych dróg centralnej części Górnośląsko-Zagłębiowskiej Metropolii z uwzględnieniem miasta Jaworzna



Źródło: opracowanie własne wg [19].

Również infrastruktura transportu kolejowego należy do tych składowych infrastruktury technicznej, które mogą być zagrożone skutkami zmian klimatu. Omawiany obszar charakteryzuje stosunkowo gęsta sieć kolejowa, w porównaniu z pozostałą częścią Polski [20]. Krzyżują się tutaj sieci transportowe o znaczeniu transeuropejskim (TEN-T) obsługujące zarówno ruch pasażerski, jak i towarowy. Szczególnie wyróżnia się na tym tle miasto Katowice, które zlokalizowane jest w rejonie węzła europejskich korytarzy transportowych sieci TEN-T:

- Korytarz III: Berlin/Drezno – Katowice – Kijów (Autostrada A4, Magistrale kolejowe: E30, C-E30);
- Korytarz VI: Gdańsk – Katowice – Wiedeń/Bratysława (Autostrada A1, droga ekspresowa S1, Magistrale kolejowe: E65, C-E65).

Takie zagęszczenie ważnych, nie tylko w skali regionu, ale i kraju a nawet Europy, korytarzy transportowych podnosi wrażliwość na potencjalne zagrożenia wynikające ze zmian klimatu, szczególnie opady nawałne i ekstremalne temperatury, które mogą być przyczynami czasowego paraliżu systemu transportowego.

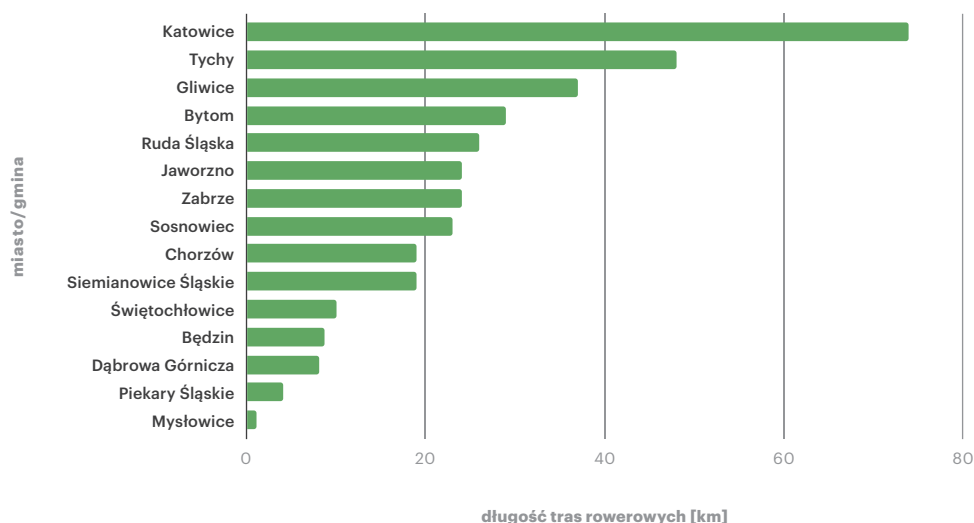
W kontekście przystosowania miast do zmian klimatu, wiele działań jest ukierunkowanych na rozwój transportu bezemisyjnego. Jednym z rozwiązań jest rozbudowa tras rowerowych. Długość tras rowerowych w omawianych 16 miastach to 355,4 km [8]. Jednakże trasy te nie tworzą spójnej sieci, lecz każde miasto tworzy ją samodzielnie.

Najwięcej tras rowerowych wybudowano w Katowicach tj. 74 km. Na drugim końcu skali spośród omawianych miast są: Czeladź, gdzie wyznaczono 0,7 km trasy rowerowej i Mysłowice (1 km) – Rys. 5. Wyraźnie zaznacza się potrzeba rozwoju tras rowerowych, a ponadto koordynacja w ich projektowaniu na każdym szczeblu: metropolitalnym, wojewódzkim, krajowym czy nawet na poziomie międzynarodowym. Należy podkreślić, że w województwie śląskim utworzono już trasy w ramach dwóch międzynarodowych projektów: Eurovelo<sup>6</sup> i Greenways<sup>7</sup>. Rozwój tras rowerowych wpisuje się w *Program działań strategicznych GZM*, gdzie w ramach zadania – Rozwój publicznego transportu zbiorowego, zrównoważona mobilność miejska znajduje się działanie pn. Rower

**6** Europejska sieć szlaków rowerowych zaprojektowanych i nadzorowanych przez Europejską Federację Cyklistów. Obecnie wyznaczonych jest 15 szlaków o łącznej długości 70 tys. km biegnących przez całą Europę. Część szlaków jest wyznaczona tylko na mapach – nie w terenie (np. część szlaku R10 biegnąca w Polsce), <<http://www.encyklopediarowerowa.pl/eurovelo.html>> [dostęp 31.05.2019].

**7** Szlaki Greenways to trasy dziedzictwa przyrodniczo-kulturowego, tworzone wzdłuż rzek, historycznych tras handlowych, naturalnych korytarzy przyrodniczych i kolei. Są to wielofunkcyjne szlaki służące niezmotoryzowanym formom transportu, podróżowania i promocji zdrowego stylu życia – rowerowe, piesze, biegowe, rolkowe, wodne, konne, narciarstwa biegowego, etc. <<https://www.greenways.org.pl/>> [dostęp 31.05.2019].

Rys. 5. Długość ścieżek rowerowych w centralnej części Górnośląsko-Zagłębiowskiej Metropolii z uwzględnieniem miasta Jaworzna w roku 2017



Źródło: opracowanie własne na podstawie [8].

*Metropolitalny – system wypożyczania rowerów publicznych* [7]. Obecnie w ramach systemu roweru miejskiego w Katowicach funkcjonuje 54 stacji i 450 rowerów, w Gliwicach odpowiednio 15 stacji i 150 rowerów, z kolei w Sosnowcu 9 stacji i 130 rowery, a w Zabrzu 8 stacji i 65 rowerów. Ponadto od 1 czerwca 2019 roku w Katowicach będzie otwartych 9 kolejnych stacji, co w sumie daje 75 stacji i 600 rowerów.

Energetyka jest kolejnym ważnym dla prawidłowego funkcjonowania obszaru komponentem infrastruktury technicznej. W skali Polski około 80% energii elektrycznej produkowanej jest z węgla kamiennego i brunatnego. W stosunku do lat 1990-2010 udział węgla w produkcji wyraźnie zmalał. Pomimo stopniowej modernizacji elektrowni węglowych nadal większość energii elektrycznej wytwarzana jest w blokach energetycznych powstałych w latach 70. i 80. XX wieku. System energetyczny na omawianym obszarze należy postrzegać w szerszym kontekście, całego województwa śląskiego, które jest drugim po województwie łódzkim największym producentem energii elektrycznej wśród polskich regionów. Charakteryzuje je największy potencjał produkcyjny energii elektrycznej – na jego obszarze działa 6 elektrowni, a w budowie lub w fazie projektowej jest 14 elektrowni bądź elektrociepłowni [21].

Na omawianym w pracy obszarze zlokalizowane są 2 elektrownie należące do przedsiębiorstwa Tauron Wytwarzanie Energii S.A.: „Łagisza” i „Jaworzno III”. Elektrownia „Łagisza” zasila Krajowy System Elektroenergetyczny. Zainstalowana moc elektryczna

to: 820,00 MWe, a osiągalna moc cieplna: 279,2 MWt. Ponadto na terenie Będzina funkcjonuje elektrociepłownia „Będzin”, która zasila regionalny system elektroenergetyczny oraz system ciepłowniczy obsługujący śródmieście Będzina i dzielnice mieszkaniowe Dąbrowy Górniczej, Sosnowca i Czeladzi [22]. Elektrownia „Jaworzno” jest z kolei istotnym ośrodkiem produkcji energii elektrycznej o randze krajowej [23]. Energia jest tam wytwarzana w dwóch elektrowniach systemowych, wchodzących w skład Krajowego Systemu Elektroenergetycznego: w Elektrowni „Jaworzno III” (1 345 MW) i Elektrowni „Jaworzno II” (190 MW). Łączna zainstalowana moc elektryczna to: 1 535 MWe, a osiągalna moc cieplna: 371,60 MWt.

Na omawianym obszarze istnieje gęsta sieć linii przesyłowych wysokiego napięcia 110 i 220 kV oraz stacji węzłowych. Ponadto, przez obszar Jaworzna, Sosnowca, Piekara Śląskich, Bytomia, Zabrze i Gliwic przebiega tranzytowa dwutorowa linia napowietrzna najwyższych napięć (400 kV) relacji Rogowiec – Joachimów – Tuczawa – Skawina – Tarnów.

System ciepłowniczy na omawianym obszarze jest zarządzany przez firmę Tauron Polska Energia S.A. Informacje na temat liczby kotłowni w poszczególnych miastach i długości sieci ciepłowniczej przedstawia Tabela 3.

Omawiany obszar zaopatrywany jest w gaz ogólnokrajową siecią przesyłu gazu. Składa się ona z sieci magistralnych gazociągów wysokociśnieniowych, rozdzielni gazu i stacji redukcyjno-pomiarowych pierwszego i drugiego stopnia. Właścicielem gazociągów wysokiego ciśnienia jest Operator Gazociągów Przesyłowych Gaz-System S.A. oddział w Świerklanach. Ważniejsze gazociągi magistralne to:

- gazociąg relacji Oświęcim – Szopienice o parametrach Ø500 CN 4 MPa,
- gazociąg relacji Szopienice – Dąbrowa Górnicza o parametrach Ø500 CN 2,5 MPa,
- gazociąg relacji Szobiszowice – Szopienice o parametrach Ø500 CN 1,6 MPa,
- gazociąg relacji Ząbkowice – Łagiewniki o parametrach Ø500 CN 1,6/1,2 MPa,
- gazociąg relacji Zederman – Tworzeń o parametrach Ø500 CN 6,4/5,0 MPa,
- gazociąg relacji Tworzeń – Szopienice o parametrach Ø400 CN 4,0/2,5 MPa,
- gazociąg relacji Ząbkowice – Szopienice o parametrach Ø400 CN 1,6/1,2 MPa,
- gazociąg relacji Tworzeń – Łagiewniki o parametrach Ø500 CN 2,5/2,0 MPa,
- gazociąg relacji Tworzeń – Tworóg II nitka o parametrach Ø500 CN 6,4/5,5 MPa,
- gazociąg relacji Tworzeń – Tworóg I nitka o parametrach Ø500 CN 6,4/5,5 MPa,
- gazociąg relacji Zdieszowice – Huta Katowice o parametrach Ø500 CN 4,0/3,6 MPa,
- gazociąg relacji Szobiszowice – Ząbkowice o parametrach Ø400 CN 1,6/1,2 MPa,
- gazociąg relacji Częstochowa – Trzebiesławice o parametrach Ø250 CN 6,4/5,5 MPa [22, 24, 25].

Tabela 3. Dane statystyczne dotyczące sieci ciepłowniczej w centralnej części Górnśląsko-Zagłębiowskiej Metropolii z uwzględnieniem miasta Jaworzna

Miasto/gmina	Liczba kotłowni ogółem	Długość sieci ciepłej przesyłowej [km]	Długość sieci ciepłej, przyłączy do budynków i innych obiektów [km]
Będzin	73	36,9	24,7
Bytom	54	94,7	50,6
Chorzów	80	61,4	46,0
Czeladź	-	14,4	21,6
Dąbrowa Górnicza	81	124,8	56,2
Gliwice	153	157,9	80,5
Jaworzno	58	115,7	12,8
Katowice	295	221,0	111,2
Mysłowice	35	32,4	32,3
Piekary Śląskie	22	38,0	9,3
Ruda Śląska	99	107,7	63,8
Siemianowice Śląskie	43	42,7	24,3
Sosnowiec	81	134,8	81,5
Świętochłowice	25	19,5	15,6
Tychy	56	111,7	50,6
Zabrze	94	83,4	62,3

\* Podano liczbę kotłowni dla powiatu będzińskiego obejmującą miasta: Będzin, Czeladź, Siewierz, Sławków i Wojkowice.

Źródło: opracowanie własne na podstawie [8], stan na 31.12.2017.

Gaz na teren poszczególnych 16 miast rozprowadzany jest przy pomocy licznych odgałęzień. Realizacją dostaw gazu zajmuje się Górnśląska Spółka Gazownictwa Sp. z o.o. w Zabrzu.

Podsystemy elektroenergetyczne, ciepłownicze i zaopatrzenia w gaz są szczególnie wrażliwe na silny wiatr i ekstrema temperaturowe. Dotyczy to przede wszystkim napowietrznych sieci przesyłowych. Uszkodzenia związane z ekstremalnymi zjawiskami pogodowymi mogą powodować czasowe ograniczenia lub wyłączenia w przesyłach prądu, gazu lub ciepła. Znane są przypadki przerwania dostaw prądu związanych ze zniszczeniami linii przesyłowych, jak miało to miejsce w 2017 roku podczas orkanu Ksawery.

W 2015 roku z kolei upały i niski poziom wody zagrażał działalności elektrowni niemal w całej Polsce. Ogłoszono wówczas 20 stopień zasilania, co miało zapobiec groźbie rozległej awarii zasilania elektrycznego (blackoutu). Oznaczało to dla wielu zakładów produkcyjnych czasowe ograniczenie zasilania. Również w okresie zimowym zjawiska pogodowe mogą zakłócić dostawy energii np. na skutek zerwania sieci napowietrznych pod wpływem ciężaru masy śniegu w wyniku obfitych opadów.

System wodociągowy obsługujący omawiany obszar zarządzany jest przez Górnośląskie Przedsiębiorstwo Wodociągów S.A. w Katowicach. Jest on równocześnie największym systemem obsługującym znaczną część województwa śląskiego. W skali kraju jest on unikatowy, ponieważ składa się z powierzchniowych i głębinowych ujęć wód (zlokalizowanych także poza terenami Metropolii Górnośląskiej), 9 kompleksów zbiorników wyrównawczych oraz sieci magistralnych wodociągowych i sieci umożliwiających przerzut wody między regionami [21, 26].

Tabela 4 pokazuje, że ludność omawianych miast w znacznym procencie posiada bieżącą wodę w kranach. Najgorzej wypada miasto Gliwice, gdzie jedynie 97,7% ludności ma wodę doprowadzoną wodociągiem. Znacznie gorzej sytuacja wygląda w przypadku sieci kanalizacyjnej. Ścieki odprowadzane przy pomocy kanalizacji obejmują od 78,1% ludności zamieszkującej miasto Chorzów do 100% w Bytomiu i Tychach. Infrastruktura wodno-ściekowa to obszar problemowy wielu miast w naszym kraju. Podobnie jest w 15 miastach centralnej części GZM oraz Jaworznie. Złożoność problematyki wodno-ściekowej w kontekście zagrożeń wynikających ze zmian klimatu została podniesiona w większości miast Polski, dla których były opracowane miejskie plany adaptacji do zmian klimatu. Dlatego też poświęcony został jej odrębny rozdział publikacji.

## Podsumowanie

Ukształtowana historycznie przez przemysł ciężki Aglomeracja Górnośląska, ze swoją specyficzną strukturą przestrzenną, swoistą mozaiką użytkowania terenu, zróżnicowaną zabudową miejską i znaczącym potencjałem ludnościowym, stanowi wyjątkowy w skali całego kraju organizm miejski. Może się to wiązać z wyjątkowo dużą wrażliwością na zjawiska pogodowe, których skutki wzmacniane są przez specyficzne cechy obszaru takie, jak intensywna zabudowa i gęsta infrastruktura techniczna oraz wysoki stopień uszczelnienia powierzchni.

W kontekście zmian klimatu obszar 16 omawianych miast jest szczególnie zagrożony skutkami intensywnych opadów, wysokiej temperatury i silnego wiatru. Jego wrażliwość wynika przede wszystkim z dużej intensywności zabudowy, znacznego udziału terenów ze strefami przemysłowymi oraz obszarami poprzemysłowymi zdegradowanymi działalnością przemysłu. Stanowią one około 45% omawianego obszaru. Otwarte tereny zielone (lasy, nieużytki, łąki itp.) są również wrażliwe na skutki zmian klimatu. Stała presja inwestycyjna na te tereny powoduje nie tylko zmniejszanie się ich powierzchni, ale także fragmentację, co w konsekwencji może potęgować negatywne skutki środowiskowe, w tym również te wynikające ze zmian klimatu. Wysoka intensywność zabudowy obszaru przekłada się na

Tabela 4. Dane statystyczne dotyczące sieci wodno-kanalizacyjnej w centralnej części Górnośląsko-Zagłębiowskiej Metropolii z uwzględnieniem miasta Jaworzna

Miasto/gmina	Długość czynnej sieci kanalizacyjnej [km]	Ludność korzystająca z sieci kanalizacyjnej w miastach	Korzystający z instalacji kanalizacyjnej [% ogółu ludności]	Długość czynnej sieci rozdzielczej wodociągowej [km]	Ludność korzystająca z sieci wodociągowej	Korzystający z instalacji wodociągowej [% ogółu ludności]
Będzin	110,8	49 959	87,1	161,7	57 278	99,9
Bytom	265,6	168 377	100,0	337,7	168 377	100,0
Chorzów	186,7	85 171	78,1	191,0	108 996	100,0
Czeladź	56,1	28 654	89,8	97,9	31 770	99,6
Dąbrowa Górnicza	231,1	107 136	88,5	399,8	120 189	99,2
Gliwice	436,6	163 747	90,3	419,7	177 202	97,7
Jaworzno	333,4	80 840	87,8	347,8	90 954	98,8
Katowice	628,1	269 657	91,0	704,6	290 673	98,1
Mysłowice	274,8	62 269	83,4	326,6	74 579	99,9
Piekary Śląskie	154,5	50 653	91,0	134,8	55 596	99,9
Ruda Śląska	262,9	123 559	89,2	296,3	137 425	99,2
Siemianowice Śląskie	106,8	67 457	99,9	148,6	67 455	99,9
Sosnowiec	389,5	186 913	91,6	491,4	203 955	100,0
Świętochłowice	84,8	50 335	99,9	77,9	50 336	99,9
Tychy	366,7	128 175	100,0	446,3	128 175	100,0
Zabrze	372,2	161 414	92,6	329,9	171 665	98,5

Źródło: opracowanie własne na podstawie [8], stan na 31.12.2017.

stopień zasklepienia gruntu, co z kolei prowadzi do zachwiania bilansu wodnego w mieście oraz do rozregulowania warunków termicznych. Uwarunkowania środowiskowo-przestrzenne, struktura demograficzna i gęstość zaludnienia obszaru oraz występujące na tym terenie zagrożenia środowiskowe, w tym te wynikające ze zmian klimatu, definiują jego wysoką wrażliwość na ekstremalne zjawiska pogodowe.



### 3.

# ZAGROŻENIA MIEJSKIE WYNIKAJĄCE ZE ZMIAN KLIMATU

---

#### Streszczenie

W rozdziale przedstawiono tło klimatyczne województwa śląskiego ze szczególnym uwzględnieniem obszaru miast Aglomeracji Górnośląskiej oraz omówiono zachodzące w ostatnich dziesięcioleciach zmiany parametrów charakteryzujących temperaturę, opady oraz wiatr wraz z pojawiającymi się anomaliami i zjawiskami ekstremalnymi jakie tym zmianom towarzyszą. Scharakteryzowano również zagrożenia wynikające ze zmian klimatu.

#### Tło klimatu województwa śląskiego

Według pierwszej regionalizacji klimatycznej Polski [27] województwo śląskie leży w dzielnicy klimatycznej D1 – klimatu umiarkowanego, w zasięgu pięciu krain, należących do dwóch typów klimatycznych. Północny i przyległy do niej fragment środkowej części województwa charakteryzuje się nieco wyższą średnią roczną temperaturą powietrza, wyższymi temperaturami stycznia i lipca, oraz mniejszą amplitudą średnich temperatur, a okres wegetacyjny jest dłuższy o kilka dni w porównaniu do pozostałego obszaru województwa śląskiego.

Według późniejszej regionalizacji klimatycznej województwo śląskie leży w Regionie XXVI – Śląsko-Krakowskim [28], który swym zasięgiem obejmuje Pogórze Śląskie, Pogórze Wielickie, Wyżynę Śląską oraz południową część Wyżyny Krakowsko-Częstochowskiej. Region ten na tle pozostałych regionów wyróżnia się stosunkowo największą liczbą dni z pogodą bardzo ciepłą i opadem.

Na klimat województwa śląskiego, tak jak na klimat całej Polski, mają wpływ naturalne czynniki geograficzne takie jak: ukształtowanie powierzchni, wyniesienie nad poziom morza, odległość od Atlantyku i mórz śródładowych. Istotny wpływ ma także sąsiedztwo kontynentu azjatyckiego. Pasmowy, równoleżnikowy układ krain geograficznych, otwarty na zachód i wschód sprzyja wędrowkom mas powietrza powstających poza obszarem Polski, szczególnie nad Atlantykiem lub centralną Azją. Obniżenie Bramy Morawskiej sprzyja przenikaniu ciepłych, a okresami również gorących, mas powietrza znad Morza Śródziemnego. Polska jest terenem mieszania się mas powietrza o różnorodnych cechach fizycznych. Częste wędrowki mas powietrza przemieszczających się z różnych stron powodują dużą zmienność typów pogody, a klimatowi nadają charakter klimatu przejściowego, posiadającego zarówno cechy klimatu morskiego jak i właściwości klimatu lądowego. Przejściowość ta objawia się między innymi trudną do przewidzenia pogodą w poszczególnych porach roku i poszczególnych latach. Mroźne i suche zimy oraz bardzo gorące i wilgotne lata przeplatają się z zimami ciepłymi i deszczowymi oraz chłodnymi i deszczowymi latami.

Wynikiem współdziałania ogólnej cyrkulacji atmosfery i warunków lokalnych są tzw. stosunki anemologiczne, które w obrazowy sposób można przedstawić za pomocą róż wiatru, opisujących rozkład przeważających kierunków wiatru i średnich prędkości w zależności od kierunku.

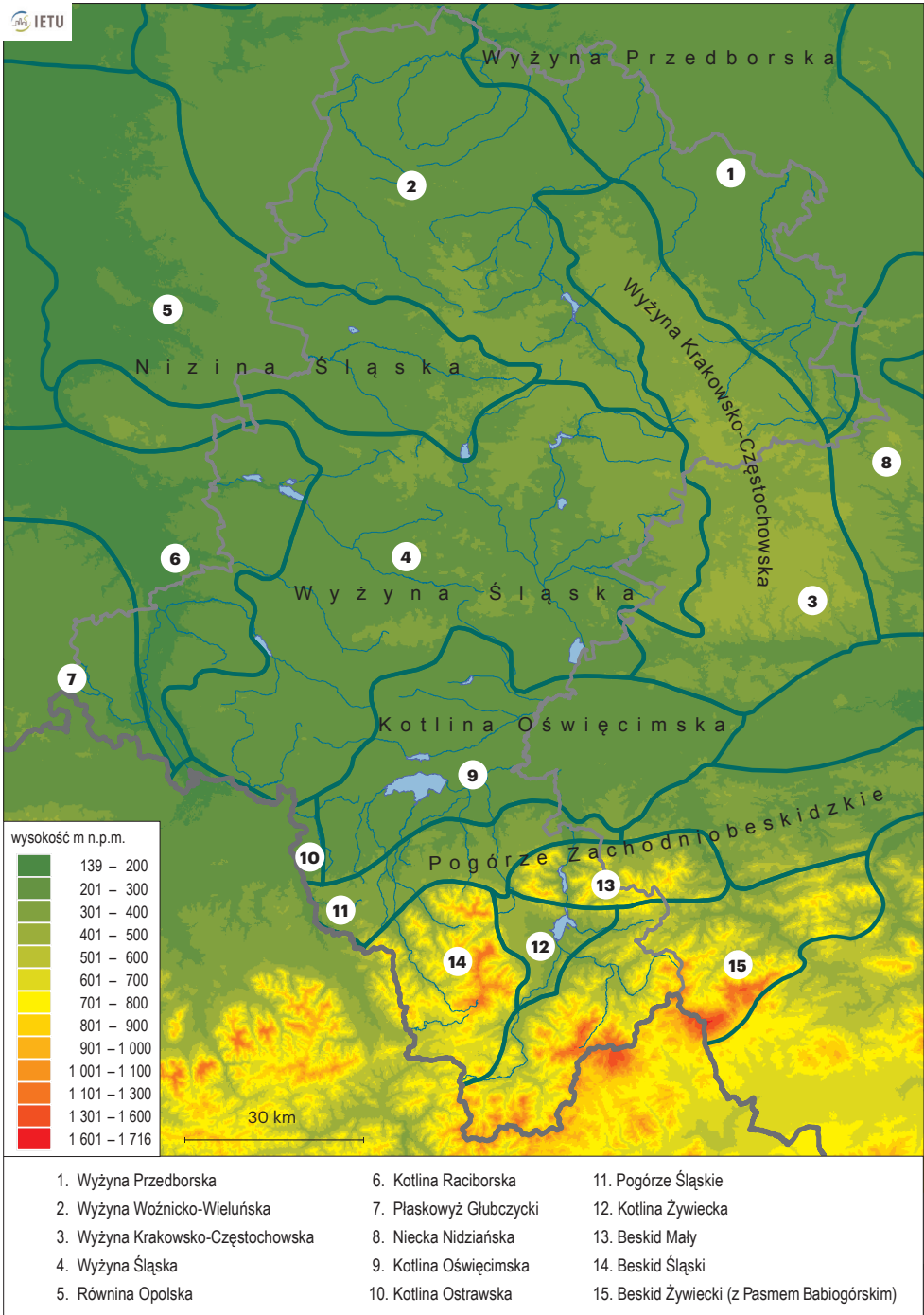
W południowej Polsce układ zarówno prędkościowych, jak też i częstościowych róż wiatru jest podobny. Dominują tu wiatry z sektora zachodniego (NW-SW), stanowiąc ponad 60% wszystkich częstości wiatru. Wiatry z tego sektora charakteryzują się również najwyższymi średnimi prędkościami.

Położenie województwa śląskiego na obszarze o zróżnicowanych warunkach fizyczno-geograficznych (Rys. 6) determinuje zróżnicowanie klimatyczne tego regionu, w którym wyodrębniono kilka regionów klimatycznych (Rys. 7).

Region klimatyczny III, w którym leży Aglomeracja Górnośląska, charakteryzuje się średnią roczną temperaturą powietrza  $9,1^{\circ}\text{C}$ , temperaturą maksymalną  $36^{\circ}\text{C}$  i temperaturą minimalną  $27,5^{\circ}\text{C}$ . Średnia prędkość wiatru w ciągu roku wynosi  $2,9\text{ m/s}$ , a cisze występują przez  $8,1\%$  dni w roku. Roczna suma opadów wynosi  $721,6\text{ mm}$ , a liczba dni z opadem atmosferycznym to  $180,9$ . Usłonecznienie wynosi  $1\,599,2$  godzin.

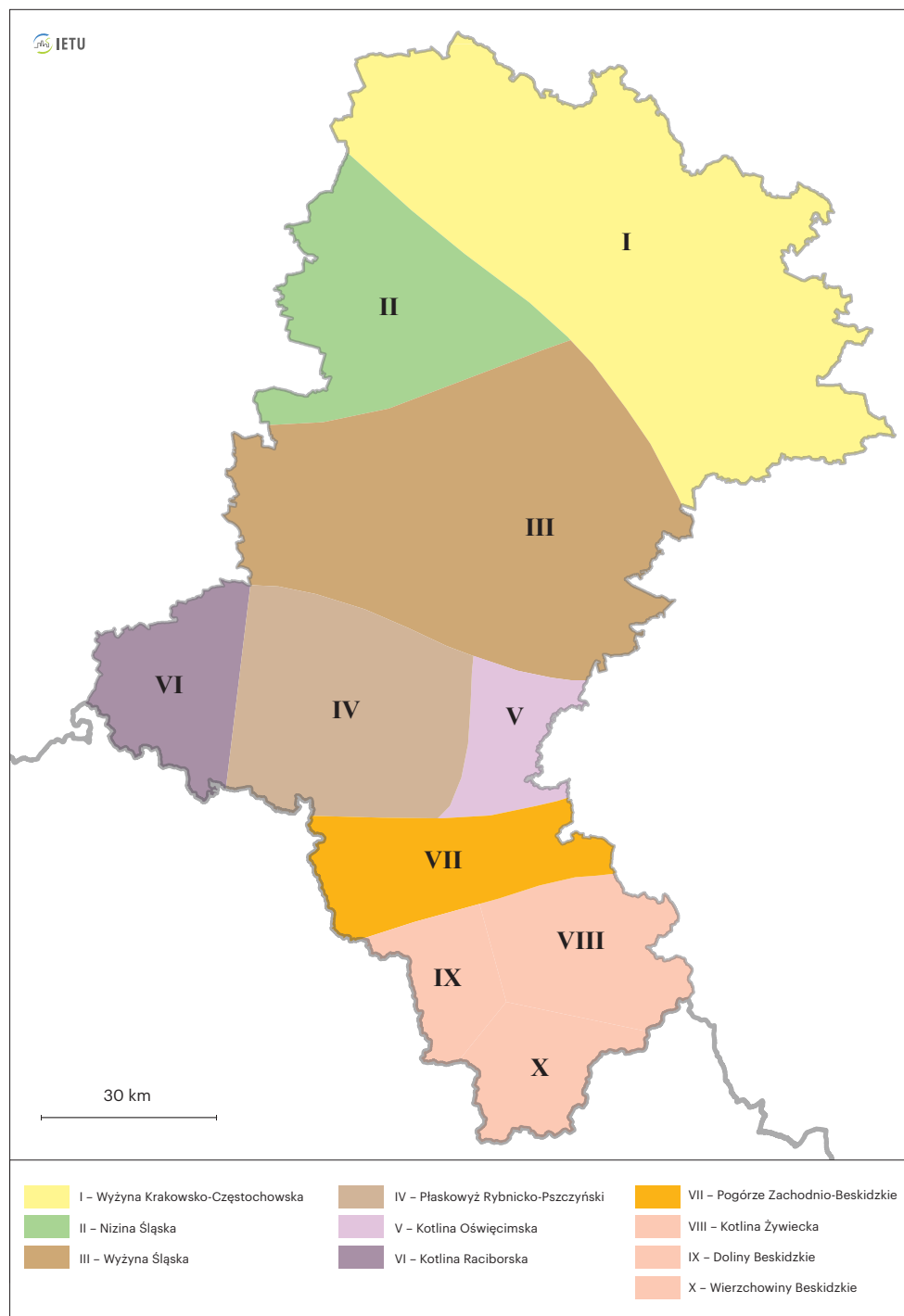
W ciągu ostatnich 40 lat obserwowane jest postępujące ocieplanie się klimatu tego obszaru. Nie wnikając w jego przyczyny, odnotowuje się systematyczny wzrost średniej rocznej temperatury powietrza (o około  $0,268^{\circ}\text{C}/10\text{ lat}$ ), a także średnich rocznych temperatur maksymalnych (o około  $0,346^{\circ}\text{C}/10\text{ lat}$ ) i minimalnych (o około  $0,127^{\circ}\text{C}/10\text{ lat}$ ). Efektem tego jest skracanie się chłodnych pór roku (czas trwania termicznej zimy wykazuje trend ujemny wynoszący około 7 dni na 10 lat) i wydłużanie ciepłych pór roku (czas trwania termicznego lata wzrasta o około 4 dni na 10 lat). Zjawisku temu towarzyszy odpowiednio zmiana długości trwania przejściowych pór roku. Podobne, choć nie tak znaczne, zmiany obserwuje się w przebiegu wieloletnim odnośnie wilgotności względnej powietrza i prężności pary wodnej, odpowiednio trend ujemny i dodatni, czy prędkości wiatru.

Rys. 6. Regiony fizjograficzne na obszarze województwa śląskiego



Źródło: [12].

Rys. 7. Regiony klimatyczne województwa śląskiego



Źródło: [29].

### **Wybór danych do oceny zmienności parametrów meteorologicznych na obszarze Aglomeracji Górnośląskiej**

Oceny zmienności wybranych parametrów charakteryzujących warunki termiczne na obszarze Aglomeracji Górnośląskiej dokonano na podstawie danych pomiarowych ze stacji synoptycznej IMGW Katowice-Muchowiec [30] oraz stacji meteorologicznej przy Planetarium Śląskim, znajdującej się na terenie Wojewódzkiego Parku Kultury i Wypoczynku im. gen. J. Ziętka w Chorzowie.

Oceny zmienności wybranych parametrów charakteryzujących opady atmosferyczne oraz wiatr na obszarze Aglomeracji Górnośląskiej dokonano na podstawie danych pomiarowych ze stacji synoptycznej IMGW Katowice-Muchowiec.

Przy wyborze stacji kierowano się następującymi przesłankami:

- lokalizacją stacji na obszarze Aglomeracji Górnośląskiej,
- reprezentatywnością stacji dla całego obszaru Aglomeracji Górnośląskiej,
- długością serii dostępnych danych pomiarowych. Wnioskowanie nt. zmian klimatu wymaga długich serii pomiarowych, dlatego w niniejszej pracy analizowano co najmniej 20-letnie serie pomiarowe,
- odpowiednim zestawem parametrów mierzonych na stacji, niezbędnych do opisu zmian klimatycznych,
- faktem weryfikacji dostępnych danych pomiarowych przez specjalistów - meteorologów.

### **Zmiany w termice miast Aglomeracji Górnośląskiej**

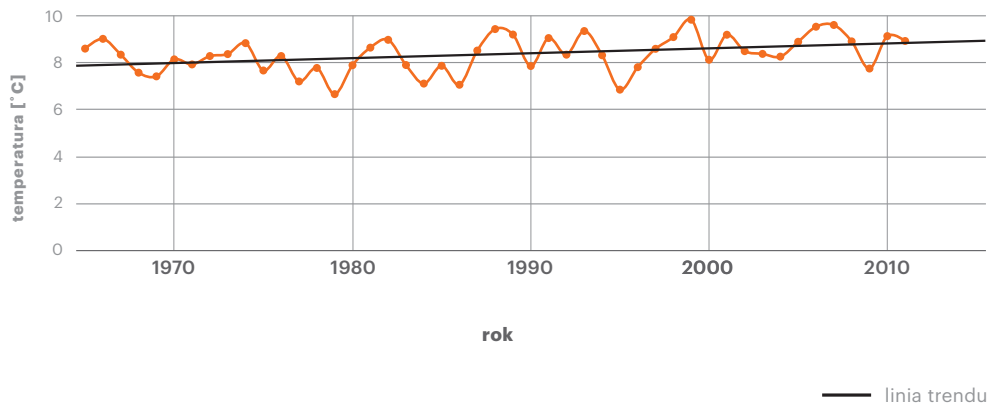
Obserwowane, coraz intensywniej, zachodzące zmiany klimatu są przyczyną częstszego występowania anomalii pogodowych powodujących szereg zagrożeń oraz związanych z anomaliami pogodowymi ekstremalnych zjawisk klimatycznych, które z kolei powodują straty materialne, a w skrajnych wypadkach ofiary w ludziach.

Jednym z podstawowych czynników meteorologicznych charakteryzujących warunki klimatyczne na danym terenie jest temperatura powietrza. Charakterystyki termicznej dokonuje się poprzez analizę temperatury średniej rocznej, jak i parametrów odnoszących się do wysokich i do niskich temperatur, które mają negatywny wpływ na funkcjonowanie miast. Średnia temperatura powietrza pozwala na ogólną charakterystykę termiczną danego obszaru, a także ocenę intensywności zachodzenia zjawiska ocieplania klimatu.

Termiczne zagrożenia wynikające ze zmian klimatu to głównie systematyczny wzrost temperatury średniej rocznej i temperatur maksymalnych w całym cyklu rocznym oraz zwiększająca się latem liczba fal upałów, które w połączeniu z występującą w miastach miejską wyspą ciepła, niekorzystnie wpływają na komfort życia ludzi i innych organizmów żywych.

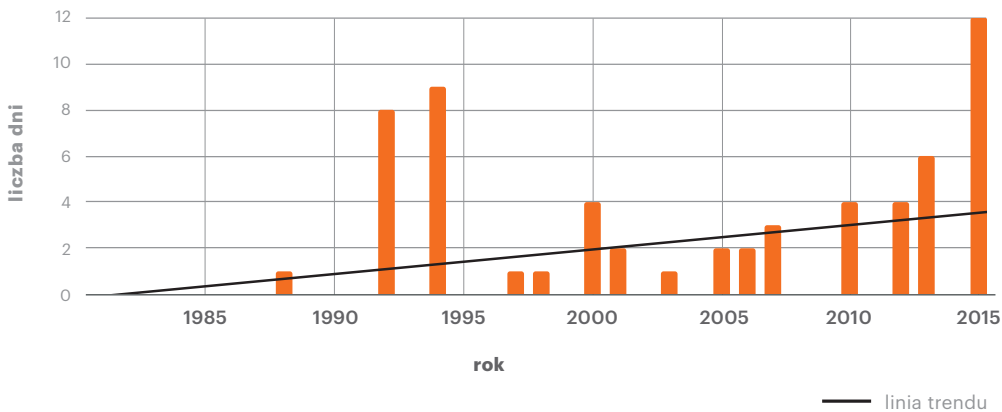
Wahania średniej temperatury powietrza w analizowanym okresie 1966-2012 były znaczne (Rys. 8). Temperatura średnia roczna zmieniała się w zakresie od 6,7°C do 9,8°C. Najzimniejszy okazał się rok 1980, a najcieplejszy rok 2000. Charakterystyczną cechą przebiegu średniej rocznej temperatury powietrza na obszarze Aglomeracji Górnośląskiej jest jej systematyczny, statystycznie istotny wzrost. Pomiar wykazują, że średnia roczna temperatura powietrza wzrosła przez ostatnie półwiecze o ponad 1°C.

Rys. 8. Zmienność średniej rocznej temperatury powietrza w latach 1965-2010 na stacji meteorologicznej przy Planetarium Śląskim



Źródło: opracowanie własne na podstawie danych ze stacji meteorologicznej przy Planetarium Śląskim.

Rys. 9. Zmienność liczby dni z maksymalną temperaturą powietrza w okresie letnim w ostatnim trzydziesto-  
pięcioleciu na stacji synoptycznej Katowice-Muchowiec



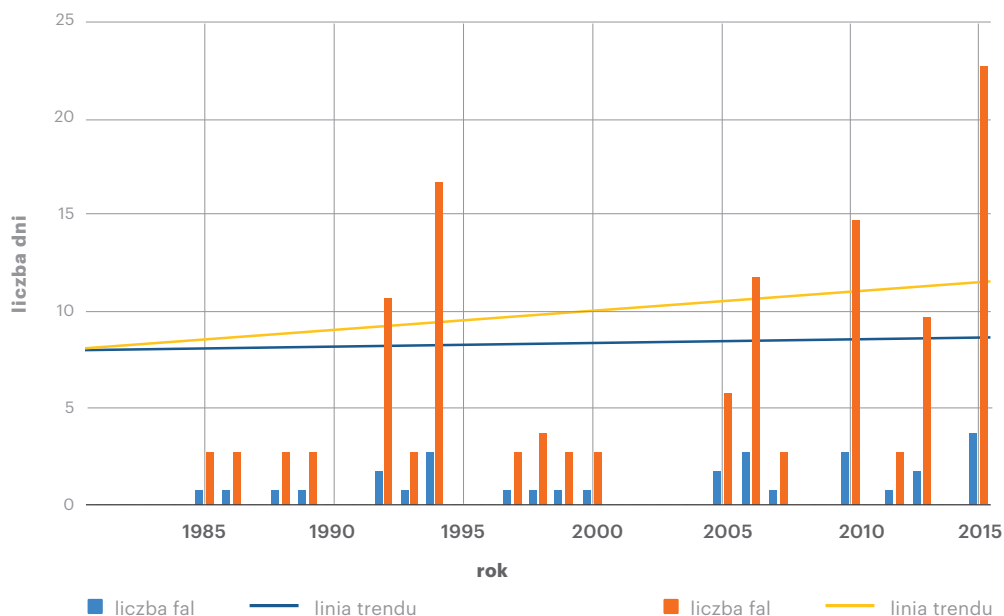
Źródło: opracowanie własne na podstawie danych IMGW z lat 1981-2015.

Do charakterystyki maksymalnej temperatury powietrza w regionie przyjęto poziom 32,5°C stanowiący 98. percentyl z temperatur maksymalnych dobowych w okresach letnich w analizowanym trzydziestopięcioletniu (Rys. 9). Liczba takich dni w poszczególnych latach analizowanego okresu zmieniała się w zakresie od 0 do 15. Od 1992 roku liczba ich się zwiększa. W całym analizowanym okresie występują jednak również lata bez dni upalnych. Najwięcej dni upalnych, bo 15 wystąpiło w 2015 roku. Liczba dni upalnych w okresie letnim w analizowanym trzydziestopięcioletniu wykazuje wyraźny, istotny statystycznie trend rosnący.

Kolejnym parametrem charakteryzującym występowanie wysokich temperatur są fale upałów. Fala upałów definiowana jest jako okres co najmniej 3 dni z maksymalną temperaturą powietrza powyżej 30°C. Na obszarze Aglomeracji Górnośląskiej w analizowanym okresie występowało w ciągu roku od 0 do 4 fal upałów. Najwięcej takich fal wystąpiło w latach 1994, 2006, 2010 (po 3 fale upałów) i 2015 roku (4 fale upałów). Maksymalna liczba dni objętych falami upałów wyniosła 23 (2015 rok). Zauważalne jest występowanie naprzemienne sekwencji 2-3 lat z falami upałów i bez takich fal. Liczbę fal upałów jak i liczbę dni objętych falami upałów w analizowanym okresie charakteryzują statystycznie istotne, rosnące linie trendu (Rys. 10).

Upały mają znaczący, negatywny wpływ na środowisko miasta i jego mieszkańców. Najbardziej zagrażają zdrowiu i życiu osób należących do tzw. grup wrażliwych.

Rys. 10. Zmienność liczby fal upałów oraz dni w tych falach w ostatnim trzydziestopięcioletniu na stacji synoptycznej Katowice-Muchowiec



Źródło: opracowanie własne na podstawie danych IMGW z lat 1981-2015.

Skutkiem występowania wysokich temperatur mogą być zapaść cieplna lub udar cieplny, które wywołane są wysoką temperaturą oraz utratą płynów ustrojowych prowadzącą do wzrostu temperatury ciała. Mogą one wystąpić w każdym wieku, przy czym chorzy na choroby układu krążenia i układu oddechowego, osoby powyżej 65 roku życia, dzieci poniżej 5 roku życia i kobiety w ciąży są szczególnie narażeni. Czynnikiem ryzyka jest także wysiłek fizyczny. Dlatego zapaść lub udar cieplny mogą wystąpić po intensywnym wysiłku fizycznym również u osób młodych i zdrowych. Udary cieplne uważane są za przypadki medyczne zagrażające życiu. Gdy temperatura powietrza przekracza 40°C ryzyko zapaści lub udaru cieplnego jest szczególnie wysokie. Wysoka wilgotność powietrza utrudnia schładzanie organizmu przez pocenie, co podnosi ryzyko wystąpienia udaru cieplnego. Latem, gdy temperatury maksymalne przekraczają 25°C na stres termiczny narażeni są wszyscy mieszkańcy miasta. Wysokie temperatury mogą utrzymywać się również w nocy. Gdy temperatura w nocy nie spada poniżej 20°C, mamy do czynienia z tzw. nocą tropikalną. Zjawisko to wpływa negatywnie na komfort życia mieszkańców miasta i jest szczególnie uciążliwe w tych rejonach miasta, w których występuje MWC.

Okresy z wysoką temperaturą i brakiem opadów przez dłuższy czas, skutkują również wzrostem stężenia alergenów w powietrzu i nasileniem objawów alergii u ludzi.

Wzrost temperatury maksymalnej w całym cyklu rocznym może także skutkować zwiększeniem ryzyka chorób odkleszczowych. Może to być zjawisko szczególnie niepożądane w przypadku mieszkańców tych miast, w których udział powierzchni czynnej biologicznie jest wysoki.

Upały oddziałują na miejskie tereny zielone oraz lasy, powodując ich wysychanie, okresowe zamieranie roślinności stanowisk wilgotnych, oraz wzrost zagrożenia pożarami. Potęgują zjawisko suszy atmosferycznej, gruntowej i hydrologicznej oraz uszczuplają zasoby wody dla dziko żyjących zwierząt.

Upały są także sprawcą szkód materialnych w infrastrukturze gospodarczej i komunikacyjnej. Wysokie temperatury niszczą bitumiczne nawierzchnie dróg, tory kolejowe oraz linie energetyczne. Potęgują wysychanie zieleni miejskiej, generując nadmierne wydatki na wodę potrzebną do jej podlewania. Fale upałów oraz stopniodni  $\geq 27^{\circ}\text{C}$ <sup>8</sup> to okresy, w których następuje szczytowe zapotrzebowanie miast na energię elektryczną w związku z uruchomieniem systemów klimatyzacyjnych. Jest to równocześnie okres, w którym spada sprawność bloków energetycznych, głównie z uwagi na problemy z utrzymaniem odpowiednio niskiej temperatury wody chłodzącej w elektrowniach. Co więcej, fale upałów i stopniodni  $\geq 27^{\circ}\text{C}$  przypadają zazwyczaj na okres planowych przestojów remontowych bloków energetycznych, jak również nakładają się na okresy ograniczeń w poborze wody.

---

**8** Wskaźnik liczby dni z temperaturą  $\geq 27^{\circ}\text{C}$ , czyli liczby dni, w których trzeba używać chłodzenia (klimatyzacji) (ang. *cooling degree day*).



Występowanie temperatur maksymalnych (powyżej 32,5°C<sup>9</sup>), fal upałów, stopniodni  $\geq 27^{\circ}\text{C}$ , potęgowanych zjawiskiem miejskiej wyspy ciepła ma niekorzystny wpływ na gospodarkę ściekową miast. Podnosi się temperatura ścieków płynących kanalizacją, co zwiększa utratę wody ze ścieków. W efekcie ścieki na oczyszczalni dopływają w zbyt zagęszczonej postaci. Wysokie temperatury powodują również zaburzenia w działaniu osadu czynnego na oczyszczalniach.

Ocieplenie klimatu wiąże się ze zwiększeniem liczby dni w roku charakteryzujących się gwałtownymi zmianami temperatury w ciągu doby lub z dnia na dzień. Dni te, podobnie jak liczba dni z tzw. przejściem temperatury przez 0°C, zaliczane są do zjawisk wywołujących szkody zarówno w rolnictwie i sadownictwie, jak również w komunikacji i budownictwie. Gwałtowne zmiany pogodowe powodują także złe samopoczucie mieszkańców miast, zwłaszcza osób chorych na choroby układu krążenia i układu oddechowego. Z kolei rosnąca liczba dni z temperaturą powietrza w przedziale od -5°C do +2,5°C, przy jednoczesnym wystąpieniu opadów, może skutkować niebezpiecznymi oblodzeniami, gołoledzią oraz opadami deszczu ze śniegiem. Zjawiska takie są przyczyną zwiększonej liczby kolizji i wypadków komunikacyjnych oraz stłuczeń i złamań wśród przechodniów. Ich konsekwencją mogą być również szkody w infrastrukturze energetycznej np. zerwane napowietrzne linie przesyłowe. Śnieg, szadź lub gołoledź są powodem powstawania okiści, czyli stanu obklepiania (obciążenia) gałęzi i całych koron drzew. Najbardziej niebezpieczne są opady mokrego śniegu przy temperaturze oscylującej wokół 0°C. Mokry śnieg lub deszcz padający na wyiębione gałęzie przywarza warstwami do ich powierzchni, powodując stopniowo przeciążenie koron i ich wychylenie od pionu. Przy silnym wychyleniu i przekroczeniu mechanicznej wytrzymałości drewna następuje łamanie pni, na różnych wysokościach. Łamaniu ulegają również pojedyncze konary. Niesie to za sobą straty w drzewostanie oraz stanowi zagrożenie dla ludzi i mienia.

Kolejnym, niekorzystnym zjawiskiem są wiosenne przymrozki powodujące straty ekonomiczne w niektórych działach rolnictwa, zwłaszcza w sadownictwie i ogrodnictwie.

Ocieplenie klimatu, głównie na skutek globalnych zmian, które oddziałują m.in. na charakter i zasięg prądów morskich, może paradoksalnie na terenie Europy przyczyniać się do występowania zimą okresów silnych mrozów połączonych z występowaniem tzw. fali zimna. Silny mróz stanowi zagrożenie dla zdrowia i życia ludzi oraz zwierząt. Niska temperatura powietrza może doprowadzić do wychłodzenia organizmu, zwanego hipotermią, czyli obniżenia temperatury ciała poniżej poziomu krytycznego. Gdy temperatura ciała spada z 37°C do mniej niż 35°C mamy do czynienia z wychłodzeniem organizmu. Człowiek dysponuje różnymi mechanizmami obronnymi, np. obkurczaniem naczyń i drżeniem mięśniowym, służącym utrzymaniu odpowiedniej temperatury organizmu.

---

9 98. percentyl z temperatur maksymalnych dobowych w okresach letnich w analizowanym trzydziestopięcioleciu.

Jeżeli zewnętrzna temperatura jest zbyt niska lub mechanizmy regulacji termicznej ciała nie działają, dochodzi wówczas do wychłodzenia organizmu. Często wychłodzeniu towarzyszy odmrożenie. Oba zjawiska mogą stanowić zagrożenie życia. Silny wiatr i duża wilgotność powietrza podnoszą ryzyko wychłodzenia.

W przypadku osób starszych ryzyko wychłodzenia organizmu jest szczególnie wysokie, ponieważ funkcje obronne organizmu z wiekiem słabną. W podeszłym wieku (powyżej 65 roku życia) ludzie częściej nie zauważają obniżenia temperatury ciała. Także osoby starsze z demencją często nie reagują na zmiany temperatury ciała. Temperatura ciała małych dzieci spada szczególnie szybko i dlatego także one są szczególnie podatne na wychłodzenie.

Z uwagi na brak stałego schronienia szczególną grupę wrażliwą stanowią bezdomni, podobnie jak osoby pod wpływem alkoholu i narkomani. Co prawda w miastach Aglomeracji Górnośląskiej liczba miejsc w noclegowniach i ogrzewalniach przewyższa zazwyczaj szacowaną liczbę bezdomnych, jednak z uwagi na specyficzne, trudne do przewidzenia zwyczaje, reakcje i sposoby postępowania ludzie ci stanowią grupę o bardzo wysokim ryzyku narażenia na niskie temperatury powietrza. Potwierdzają to statystyki policyjne<sup>10</sup>, w których każdego roku odnotowuje się w województwie śląskim od kilku do kilkunastu zgonów z powodu wychłodzenia organizmu.

Silny mróz jest przyczyną wielu strat w gospodarce, zwłaszcza w produkcji rolnej i sadownictwie, powodując wymarzenie zbóż ozimych i drzew owocowych. Zaburza normalną pracę systemów energetycznych i komunikacyjnych oraz zakładów przemysłowych. Mróz może być przyczyną rozległych awarii trakcji i torów kolejowych, magistrali ciepłowniczych, instalacji i urządzeń hydrotechnicznych, wodociągów i linii przesyłowych wysokiego napięcia. Może to prowadzić do sparaliżowania życia na terenach zurbanizowanych. Brak wody może obniżyć stan sanitarno-higieniczny miast i ich mieszkańców. Występowanie temperatur minimalnych oraz fal zimna ma również niekorzystne oddziaływanie na ścieki i systemy ich oczyszczania. Awarie w oczyszczalniach ścieków mogą stwarzać szereg zagrożeń dla zdrowia ludzi i/lub środowiska.

---

**10** <http://statystyka.policja.pl/st/wybrane-statystyki/zgony-z-powodu-wychlodz/50881,Zgony-z-powodu-wychlodzenia-organizmu.html>.

## Zmiany w charakterystyce opadów atmosferycznych miast Aglomeracji Górnośląskiej

W ostatnich latach obserwuje się wzrost zagrożeń wywołanych takimi ekstremalnymi zjawiskami meteorologicznymi jak intensywne, kilkudniowe opady deszczu o charakterze rozlewnym oraz krótkotrwałe deszcze ulewne i nawałne powodujące wezbrania oraz lokalnie nagłe powodzie miejskie typu *flash flood*<sup>11</sup>.

Z przeprowadzonej analizy wynika, że roczna suma opadów dla stacji w Katowicach na przestrzeni lat 1980-2015 zawiera się w przedziale od 490 mm do 965 mm, a wartość średnia w analizowanym okresie wynosi 708 mm. Wyznaczona dla rocznej sumy opadów rosnąca linia trendu nie jest statystycznie istotna (Rys. 11). Maksymalne dobowe sumy opadów na stacji synoptycznej w Katowicach mieściły się w przedziale od 17 mm do nawet 74 mm, a wartość średnia wyniosła 40 mm. Wyznaczony rosnący trend dla maksymalnego opadu dobowego jest statystycznie istotny (Rys. 12), co wskazuje na możliwą intensyfikację deszczu ulewnych w przyszłości.

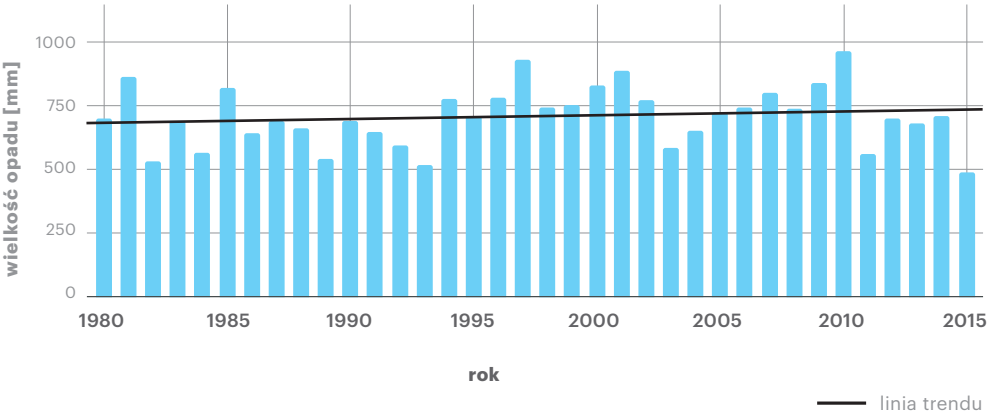
Podczas występowania opadu o wysokości ponad 30 mm/dobę, tzw. opadu zagrażającego, tworzą się lokalne podtopienia oraz zalania terenów i pomieszczeń niżej położonych, na ulicach i powierzchniach zwartych pojawia się stojąca warstwa wody, a na terenach o zróżnicowanej rzeźbie następuje szybki jej spływ, pojawia się erozja i spływ gleb, a także utrudnienia w ruchu pieszym i drogowym. Opad powyżej 50 mm/dobę powoduje powodzie miejskie, w których występują powierzchniowe zalania terenu oraz niżej położonych pomieszczeń. W czasie opadu powyżej 70 mm/dobę powierzchnia gruntu nie nadąża wchłaniać spadającej wody, a studzienki burzowe i przekroje rur kanalizacyjnych nie nadążają odbierać wody, ulice stają się korytami „rzek opadowych”. Opad wynoszący 100 mm/dobę i więcej to opad katastrofalny, który w krótkim czasie może osiągać natężenie deszczu nawałnego. Następuje wtedy intensywny, niekontrolowany spływ wody do rzeki oraz nagły przybór wody w najbliższym cieku, który zazwyczaj w ciągu 23 godzin przekracza poziom wody brzegowej. Zalewane są wówczas tereny wokół cieku, z katastrofalnymi zniszczeniami całej infrastruktury terenu, w tym mostów. Jest to klęska żywiołowa, podczas której zagrożone jest ludzkie życie i zdrowie.

Opady o dużej intensywności wywołują znaczne szkody materialne. Intensywne kilkudniowe opady deszczu, o charakterze rozlewnym, obejmują duże obszary i są często przyczyną powodzi, natomiast krótkotrwałe deszcze ulewne i nawałne skutkują m.in. wezbraniem i nagłymi powodziami miejskimi typu *flash flood*.

Ulewne deszcze, przy istniejącej na niektórych obszarach miast Aglomeracji Górnośląskiej kanalizacji ogólnospławnej, powodują napływ nadmiernych ilości ścieków

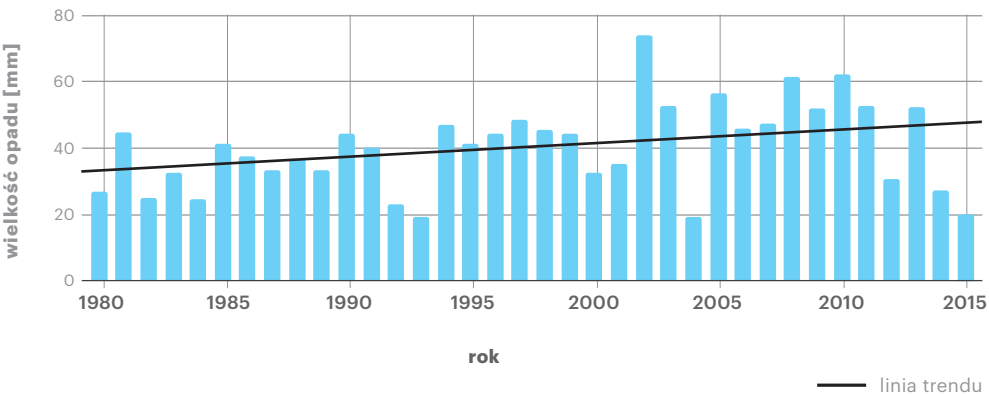
<sup>11</sup> Z ang. *flash flood*: powódź błyskawiczna (gwałtowna). Powódzie miejskie definiowane są jako nagłe zalanie lub/i podtopienie terenu w wyniku wystąpienia silnego, krótkotrwałego opadu deszczu o dużej wydajności (objętości, warstwy wody) na stosunkowo niedużym obszarze zlewni rzecznej lub zurbanizowanej zlewni miejskiej (bez udziału cieku wodnego).

Rys. 11. Zmienność rocznej sumy opadu w ostatnim trzydziestopięcioleci na stacji synoptycznej Katowice-Muchowiec



Źródło: opracowanie własne na podstawie danych IMGW z lat 1980-2015.

Rys. 12. Zmienność maksymalnego opadu dobowego w roku w ostatnim trzydziestopięcioleciu na stacji synoptycznej Katowice-Muchowiec



Źródło: opracowanie własne na podstawie danych IMGW z lat 1980-2015.

do oczyszczalni oraz odpływ nieoczyszczonych ścieków bytowych ze ściekami deszczowymi do wód powierzchniowych przez istniejące wyloty, zanieczyszczając wody odbiorników końcowych. Poza tym, kanalizacja burzowa lub ogólnospławna czasowo może utracić drożność w wyniku zapiaszczenia lub zatkania materiałem zmywanym wraz ze spływem powierzchniowym (fragmenty roślin, śmieci itp.). Jej sprawność może zostać czasowo ograniczona w związku ze zbyt małą przepustowością w stosunku

do intensywności opadu i obszaru zlewni jaką obsługuje. Prowadzi to do powstawania miejscowych zalań i podtopień, a nawet wtórnych wyrzutów wody ze studzienek kanalizacyjnych, co na terenach o powierzchniach znacznie uszczelnionych, sprzyja, w efekcie końcowym, powstawaniu nagłych powodzi miejskich. Ponieważ oczyszczalnie ścieków zwyczajowo lokalizowane są w obniżeniach terenu, najgorszym z możliwych scenariuszy może być ich zalanie w czasie powodzi rzecznych lub nagłych powodzi miejskich. Zjawiska takie jak ulewne deszcze, burze, nagłe powodzie miejskie, przy istniejącej kanalizacji ogólnospławnej sprawiają, że udział wód deszczowych w ogólnym napływie ścieków do oczyszczalni jest znaczny. Całkowity napływ wód deszczowych i przypadkowych<sup>12</sup> może na terenie Aglomeracji stanowić nawet ponad 40% objętości ścieków dopływających do oczyszczalni.

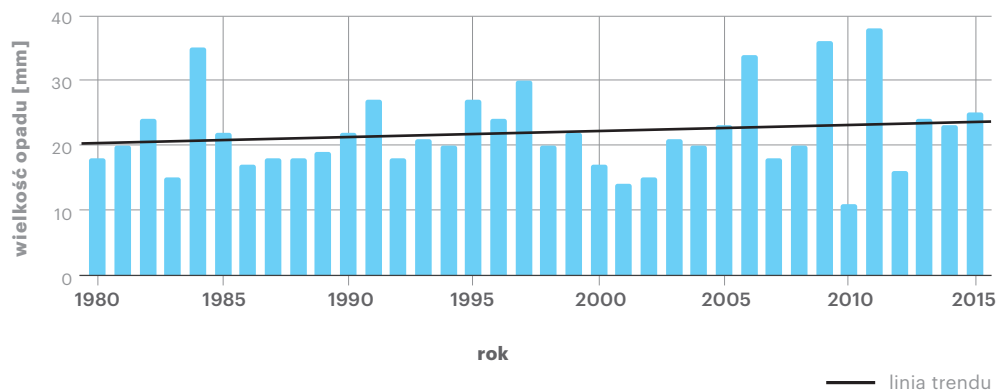
Z kolei długotrwałe okresy bezopadowe, a w szczególności te połączone z wysokimi temperaturami, potęgowane jeszcze zjawiskiem występowania miejskiej wyspy ciepła, powodują, iż ścieki na oczyszczalni dopływają w zbyt zagęszczonej postaci. Długotrwałe okresy bezopadowe wpływają znacząco na występowanie suszy gruntowej i hydrologicznej.

Dla rozpatrywanego trzydziestopięciolecia przeprowadzono analizę długotrwałych okresów bezopadowych, czyli takich, w których opad nie wystąpił, a jeżeli wystąpił, to jego wysokość nie przekroczyła 1 mm. Z analizy wynika, że najdłuższy, bo aż 38-dniowy okres bezopadowy zarejestrowano w 2011 roku. Natomiast średnia długość okresu bezopadowego wynosiła około 22 dni. Wyznaczona linia trendu ma charakter rosnący, co może oznaczać stopniowe wydłużanie się długości trwania okresów bezopadowych w przyszłości (Rys. 13).

Niezwykle istotnym stresorem wpływającym na funkcjonowanie miasta jest występowanie pokrywy śnieżnej, która na terenie Aglomeracji Górnośląskiej pojawia się od października do maja. Z przeprowadzonej analizy danych pomiarowych wynika, że średnia roczna liczba dni z pokrywą śnieżną w Katowicach, w latach 1981-2015, wynosiła 63 dni. Najwięcej dni z pokrywą śnieżną: 122 i 128 zanotowano w 1996 i 2006 roku. Odnotowano także 2 lata – rok 2007 i 2014, w których dni z pokrywą śnieżną było mniej niż 20. W analizowanym okresie pokrywa śnieżna najwcześniej pojawiała się w drugiej połowie października. Najdłużej występowała w 1985 roku, kiedy to utrzymywała się do 1 maja. Wyznaczony trend liczby dni z pokrywą śnieżną jest malejący, jednak nie jest on statystycznie istotny (Rys. 14). Natomiast wyznaczona linia trendu dla wysokości maksymalnego jednorazowego opadu śniegu w Katowicach w analizowanym trzydziestopięcioleciu pozostaje praktycznie na stałym poziomie (Rys. 15), chociaż parametr ten

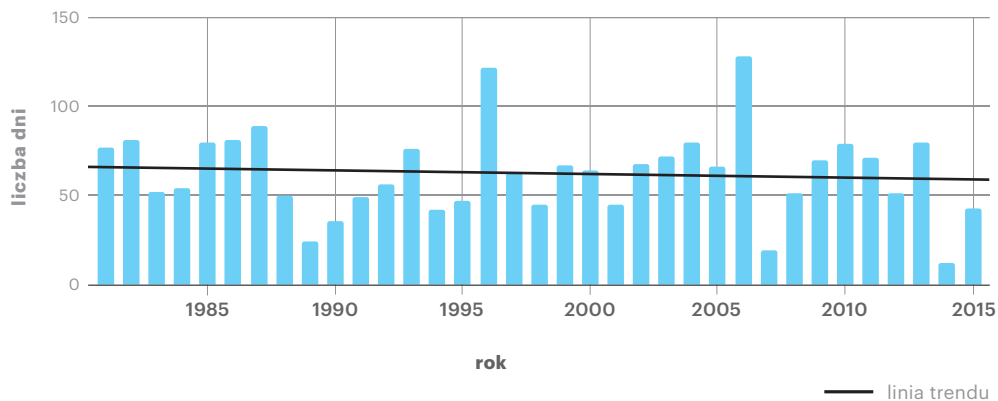
**12** Wody przypadkowe to ścieki, które do sieci kanalizacji dostają się w sposób niekontrolowany. Najczęściej są to ścieki opadowe, dostające się do sieci kanalizacji przez otwory we włączach studzienek kanalizacyjnych, przewietrzniki, nielegalnie podłączone rynny dachowe, wpusty podwórzowe lub z drenaży odwadniających budynki.

Rys. 13. Czas trwania najdłuższego w roku okresu bez opadu w ostatnim trzydziestopięcioleciu na stacji synoptycznej Katowice-Muchowiec



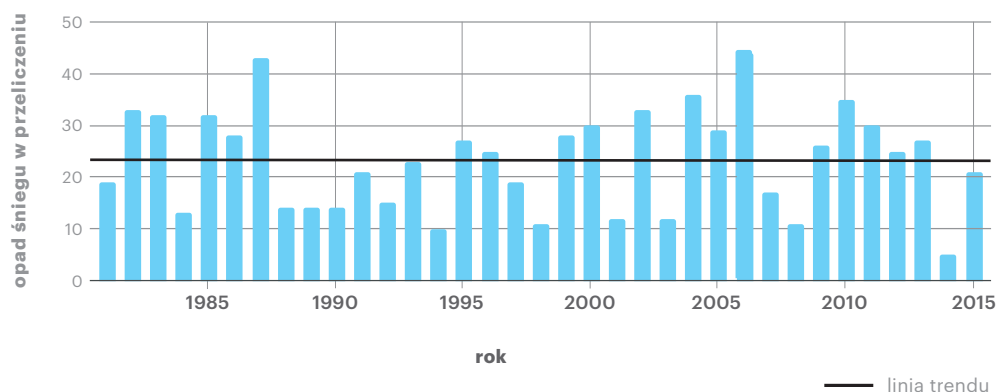
Źródło: opracowanie własne na podstawie danych IMGW z lat 1980-2015.

Rys. 14. Liczba dni z pokrywą śnieżną w ostatnim trzydziestopięcioleciu na stacji synoptycznej Katowice-Muchowiec



Źródło: opracowanie własne na podstawie danych IMGW z lat 1981-2015.

Rys. 15. Wysokość maksymalnego jednorazowego opadu śniegu w ostatnim trzydziestopięcioleciu na stacji synoptycznej Katowice-Muchowiec



Źródło: opracowanie własne na podstawie danych IMGW z lat 1981-2015.

waha się znacznie w poszczególnych latach, wynosząc od 5 mm (2014 rok) do 44 mm (2006 rok). Średnia wysokość maksymalnego jednorazowego opadu śniegu wyniosła około 23 mm.

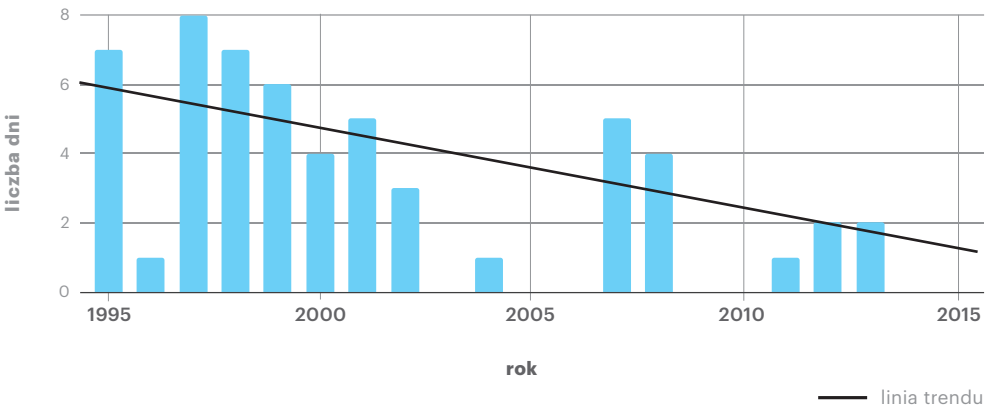
Intensywne opady śniegu stwarzają zagrożenie dla wielu dziedzin gospodarki. Najczęstszym skutkiem są utrudnienia komunikacyjne, nieprzejezdność dróg, brak dojazdu do obszarów zamieszkałych. W konsekwencji opady takie powodują zagrożenie dla zdrowia i życia ludzi. Śnieg, zwłaszcza mokry, przy znacznej pokrywie, obciąża dachy, będąc niekiedy przyczyną katastrof budowlanych. Dodatkowo wywołuje poważne szkody w drzewostanie, uszkodzenia napowietrznych linii przesyłowych. Podczas nagłego ocieplenia w warunkach zalegania grubej pokrywy śnieżnej wzrasta ryzyko powodzi roztopowych (rzecznych i miejskich).

### **Charakterystyka warunków anemometrycznych na obszarze Aglomeracji Górnośląskiej**

Wiatr jest kolejnym czynnikiem mającym wpływ na funkcjonowanie miast. W analizie wybranych parametrów charakteryzujących wiatr zwrócono uwagę na liczbę dni z wiatrem porywistym, powyżej 15 m/s oraz liczbę dni burzowych w roku.

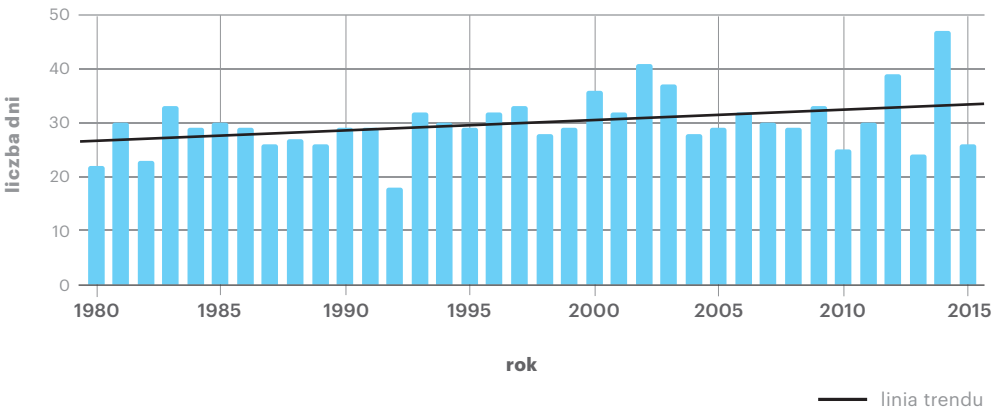
W latach 1995-2015 odnotowano w ciągu roku od 0 do 8 dni z wiatrem o prędkości powyżej 15 m/s, przy czym występowanie liczby dni z porywami wiatru powyżej 15 m/s wykazuje istotną statystycznie tendencję malejącą (Rys. 16), co należy uznać za pozytywne zjawisko z punktu widzenia potencjalnych szkód wywoływanych przez wiatr. Odminną natomiast tendencję zaobserwowano dla burz, które w okresie 1980-2015 wykazują wyraźną, istotną statystycznie tendencję wzrostową występowania (Rys. 17).

Rys. 16. Liczba dni z porywami wiatru powyżej 15 m/s w ostatnim dwudziestolecu na stacji synoptycznej Katowice-Muchowiec



Źródło: opracowanie własne na podstawie danych IMGW z lat 1995-2015.

Rys. 17. Liczba dni burzowych w ostatnim trzydziestopięcioleciu na stacji synoptycznej Katowice-Muchowiec



Źródło: opracowanie własne na podstawie danych IMGW z lat 1980-2015.



Średnia roczna liczba dni z burzą wynosiła 30. Najbardziej burzowy był rok 2014, kiedy to odnotowano 47 dni z burzą. Najmniej, bo tylko 18 przypadków wystąpienia tego zjawiska zaobserwowano w 1992 roku. Burze mogą występować przez cały rok, jednak od grudnia do marca zjawisko to jest incydentalne. Burze występują przede wszystkim od maja do września z maksimum w lipcu i sierpniu.

Występowanie silnego wiatru niesie za sobą znaczne straty w wielu dziedzinach gospodarki. Przede wszystkim są to straty w energetyce, łączności, budownictwie, rolnictwie i drzewostanie oraz utrudnienia komunikacyjne wynikające z ograniczenia przejezdności dróg. Bardzo często silny wiatr stwarza zagrożenia dla życia ludzi. Burze mogą powodować w miastach znaczne straty i zagrożenia w postaci pożarów, uszkodzonych drzew, budynków, samochodów, duże utrudnienia komunikacyjne, uszkodzenia urządzeń elektrycznych, obiektów energetycznych itp.

Niekorzystnym dla miast Aglomeracji Górnośląskiej zjawiskiem w chłodnej porze roku, jest występowanie słabego wiatru o prędkości średniej dobowej  $\leq 1,5$  m/s. Taki wiatr w trakcie sezonu grzewczego przyczynia się znacząco do pogorszenia warunków przewietrzania miast Aglomeracji i wzrostu stężeń zanieczyszczeń powietrza. Analiza danych pomiarowych wskazuje, że w czasie każdego sezonu grzewczego liczba takich dni wynosi od ok. 40 do 50. Co gorsza, słaby wiatr potrafi utrzymywać się przez kilka, a nawet kilkanaście następujących po sobie dni, jak miało to miejsce pomiędzy 19 stycznia a 3 lutego 2017 roku. W sytuacjach takich nad miastami Aglomeracji dochodzi do kumulacji emitowanych zanieczyszczeń powietrza i powstawania stanów smogowych.

### **Podsumowanie**

Na obszarze Aglomeracji Górnośląskiej zauważalne są postępujące zmiany klimatyczne, które mogą przyczyniać się do powstawania szeregu zagrożeń dla zlokalizowanych w niej miast i ich mieszkańców. Zmiany klimatu charakteryzują się: wzrostem temperatury średniej, rosnącą liczbą dni upalnych i fal upałów, występowaniem krótkich, lecz intensywnych opadów deszczu, które mogą powodować powodzie rzeczne i nagłe powodzie miejskie, występowaniem długotrwałych okresów bezopadowych, a w szczególności okresów bezopadowych połączonych z wysoką temperaturą, rosnącą liczbą dni burzowych oraz okresami bardzo słabego wiatru w sezonie grzewczym, niekorzystnych szczególnie w kontekście zanieczyszczenia powietrza pyłami oraz występowania smogu zimowego. Obserwowane zmiany w połączeniu ze specyficznymi cechami Aglomeracji - znacznym uszczelnieniem gruntu, słabym przewietrzaniem obszarów intensywnie zabudowanych oraz licznymi terenami poprzemysłowymi, takimi jak zwałowiska czy ugory miejskie stwarzają dodatkowe zagrożenia będące pochodnymi zjawisk klimatycznych lub wzmacniające ich negatywne skutki.

## 4. ZANIECZYSZCZENIA POWIETRZA

---

### Streszczenie

W rozdziale omówiono powiązanie zachodzących na obszarze Aglomeracji Górnośląskiej zmian klimatycznych oraz zanieczyszczenia powietrza atmosferycznego. Przedstawiono regionalny system monitorowania jakości powietrza oraz omówiono zachodzące w ostatnich kilkunastu latach zmiany parametrów charakteryzujących jakość powietrza. W rozdziale zawarto także analizę występujących na obszarze Aglomeracji epizodów smogowych oraz przyczyn ich występowania. Opisano też prowadzone działania mające doprowadzić do poprawy jakości powietrza.

### Wprowadzenie

Aglomeracja Górnośląska stanowi od wielu lat jeden z najbardziej zanieczyszczonych obszarów województwa śląskiego, a tym samym całej Polski. Dotyczy to także powietrza atmosferycznego, co potwierdzają między innymi rankingi WHO najbardziej zanieczyszczonych pyłem miast w Europie. W czołówce tych rankingów pojawiają się corocznie miasta z obszaru Aglomeracji. Rankingi dotyczą tylko miast wyposażonych w stacje monitoringowe jakości powietrza, a nie wszystkie miasta Aglomeracji nimi dysponują. Nie oznacza to, że ten problem ich nie dotyczy. Potwierdzają to między innymi analizy prowadzone w Programie Ochrony Powietrza [31] oparte o metodę modelowania stężeń. Tak znaczne zanieczyszczenie powietrza na obszarze Aglomeracji jest związane z dużym zagęszczeniem miast, znacznym uprzemysłowieniem oraz oparciem systemu zaopatrzenia w ciepło o paliwa stałe. Większość miast Aglomeracji charakteryzuje się bardzo dużą gęstością zaludnienia oraz zwartą zabudową mieszkaniową. Charakterystyczny dla niektórych z nich jest duży udział zabudowy jednorodzinnej, gdzie źródłami ciepła są niewielkie kotłownie i piece węglowe. Przykładem takiego miasta jest Zabrze, które od lat znajduje się w czołówce województwa pod względem stopnia zanieczyszczenia powietrza. Zgodnie z obecnie obowiązującym systemem podziału województwa na strefy,

w których każdego roku Wojewódzki Inspektor Ochrony Środowiska dokonuje oceny jakości powietrza i klasyfikacji stref, Aglomeracja Górnośląska stanowi jedną z pięciu stref na obszarze województwa śląskiego (pozostałe to Aglomeracja Rybnicko-Jastrzębska, miasto Bielsko-Biała, miasto Częstochowa oraz strefa śląska obejmująca pozostały obszar województwa). Monitorowane są stężenia wybranych substancji, dla których zostały ustalone poziomy dopuszczalne ze względu na ochronę zdrowia ludzi i ochronę roślin [32]. Każdą z wymienionych stref ocenia się niezależnie, a ocena dotyczy każdej substancji z osobna. Stwierdzone przekroczenie poziomu dopuszczalnego skutkuje obowiązkiem opracowania Programu Ochrony Powietrza – dokumentu, w którym zawarta jest diagnoza stanu powietrza i proponowane są działania naprawcze mające na celu dotrzymanie obowiązujących norm dla poszczególnych substancji. Program Ochrony Powietrza (POP) jest aktualizowany co trzy lata i posiada rangę uchwały Zarządu Województwa [33].

### **Zanieczyszczenie powietrza a zmiany klimatu**

Na obecnym etapie wiedzy nie jesteśmy w stanie jednoznacznie określić, w jakim stopniu ocieplenie klimatu na Ziemi jest spowodowane procesami antropogenicznymi, a w jakim czynnikami naturalnymi, w tym zjawiskami zachodzącymi na powierzchni Słońca. Dominuje hipoteza, że głównym czynnikiem zmian klimatycznych, w tym globalnego ocieplenia, jest zwiększona emisja do atmosfery tzw. gazów cieplarnianych, w szczególności dwutlenku węgla oraz metanu. Gazy te ograniczają promieniowanie cieplne przyczyniając się do wzrostu temperatury na Ziemi. Zjawisko takie zawsze występowało, jednak podwyższone stężenie gazów cieplarnianych, głównie wskutek emisji z procesów spalania paliw, skutkuje jego nasileniem. Badania izotopowe rdzeni lodowcowych wykazały, że od 650 tysięcy lat nie było w atmosferze ziemskiej tak wiele CO<sub>2</sub> jak obecnie [34]. Podstawowe gazy cieplarniane, a więc dwutlenek węgla i metan, nie są jednak zaliczane do zanieczyszczeń powietrza, ponieważ w stężeniach w jakich mogą występować w atmosferze nie stanowią bezpośredniego zagrożenia dla zdrowia ludzi. Tym samym dla tych gazów nie są określone poziomy dopuszczalne w powietrzu atmosferycznym i nie są one objęte systemami monitorowania stężeń. Od 2008 roku w Unii Europejskiej, obowiązuje system przyznawania uprawnień do emisji CO<sub>2</sub> połączony z systemem handlu emisjami, obejmujący duże źródła przemysłowe w tym zakłady energetyczne. System ten ma na celu ograniczenie emisji CO<sub>2</sub> w skali europejskiej, gdyż podaż uprawnień jest limitowana.

Także zanieczyszczenia pyłowe w pewien sposób mogą wpływać na zmiany temperatury przy powierzchni Ziemi, pochłaniając lub odbijając promieniowanie. Sadza zawarta w pyłe pochłania ciepło i przyczynia się do wzrostu temperatury powietrza, natomiast aerozole siarczanowe powstające z dwutlenku siarki (SO<sub>2</sub>) mogą mieć wpływ na obniżenie temperatury [35]. Wydaje się jednak, że te zjawiska mają marginalny wpływ na tzw. ocieplenie klimatu.

Pewien wpływ na zmiany klimatyczne mają także freony (stosowane kiedyś w urządzeniach chłodniczych), które emitowane do atmosfery przyczyniają się do tworzenia

tw. dziury ozonowej, co prowadzi do nasilenia promieniowania ultrafioletowego, będącego czynnikiem rakotwórczym, a ponadto wpływającym na powstawanie toksycznego ozonu przy powierzchni Ziemi.

Relacja pomiędzy zanieczyszczeniem powietrza a zmianami klimatu przebiega również w drugą stronę, tzn. zmiany klimatu mogą wpływać na zanieczyszczenie powietrza. Zmiany klimatu przejawiają się, między innymi, we wzroście dynamiki zmian parametrów meteorologicznych co powoduje długotrwałe stagnacje mas powietrza związane z wytwarzaniem się tzw. blokad wyżowych. To sprzyja powstawaniu stanów smogowych, objawiających się znacznym podwyższeniem stężeń zanieczyszczeń powietrza, a w szczególności pyłu zawieszonego PM<sub>10</sub>, którego stężenia mogą przekraczać poziomy alarmowe. Epizody takie występują w sezonie grzewczym, najczęściej od grudnia do lutego [36].

Zwiększona częstotliwość występowania fal upałów i dni gorących wpływa na podwyższenie poziomów niektórych zanieczyszczeń w powietrzu. Wzrost temperatury i nasłonecznienia ułatwia przemiany fotochemiczne prowadzące do powstawania ozonu.

Zwiększone zapotrzebowanie na energię elektryczną podczas występowania ekstremalnych temperatur powietrza wpływa na zwiększone zużycie paliw, co przekłada się na emisję zanieczyszczeń powietrza z procesów spalania (pyły, dwutlenek siarki, tlenki azotu i inne). Z drugiej strony wzrost siły wiatru prowadzi do szybszego przewietrzania i obniżenia stężeń zanieczyszczeń powietrza. Zmiany klimatu i zanieczyszczenie powietrza są więc zjawiskami powiązanymi, mogącymi się wzajemnie wzmacniać lub osłabiać.

Analiza zanieczyszczenia powietrza na obszarze Aglomeracji Górnośląskiej w niniejszej pracy została ograniczona do podstawowych zanieczyszczeń powietrza – dwutlenku azotu, ozonu, pyłu zawieszonego PM<sub>10</sub> i PM<sub>2,5</sub> oraz benzo(a)pirenu, których stężenia są powiązane ze zmianami klimatu i które mogą występować w stężeniach przekraczających poziomy normatywne. Nie uwzględniono w tej analizie dwutlenku siarki, którego emisje, z uwagi na wyposażenie dużych zakładów energetycznych w instalacje odsiarczania zostały znacznie ograniczone, a jego stężenia na obszarze Aglomeracji nie stanowią zagrożenia.

Zanieczyszczenia te są objęte systemem monitoringu jakości powietrza i informacja o ich stężeniach jest dostępna na przestrzeni kilkunastu lat. Systemy monitoringu jakości powietrza nie uwzględniają natomiast w swoim zakresie pomiarowym gazów cieplarnianych (w tym dwutlenku węgla i metanu), dlatego brak danych pomiarowych o poziomach stężeń tych substancji w powietrzu na obszarze Aglomeracji, uniemożliwia analizę zachodzących zmian.

Poziom dwutlenku węgla w powietrzu atmosferycznym wynosi aktualnie około 400 ppm, podczas gdy około 60 lat temu nie przekraczał poziomu 300 ppm [37]. Substancja ta, podobnie jak metan, jest objęta systemami monitorowania emisji, w tym systemem opłat za korzystanie ze środowiska [38]. Polska jako sygnatariusz Ramowej konwencji Narodów Zjednoczonych w sprawie zmian klimatu (UNFCCC) od 1994 r. i Protokołu z Kioto od 2002 roku współuczestniczy w działaniach na rzecz ograniczenia zmian klimatu podejmowanych przez społeczność międzynarodową.

Szacuje się, że roczna emisja CO<sub>2</sub> z obszaru Aglomeracji Górnośląskiej wynosi około 15-20 mln t. Zarówno podstawowe gazy cieplarniane (CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub>) jak i zanieczyszczenia powietrza objęte systemami monitorowania ze względu na narażenie zdrowia ludzi i zagrożenie dla roślin (PM10, PM2,5, NO<sub>2</sub>, SO<sub>2</sub>, O<sub>3</sub>, CO) posiadają wspólne źródła pochodzenia, którymi są przede wszystkim procesy spalania paliw w energetyce, gospodarce komunalnej oraz transporcie. Działania zmierzające do ograniczenia emisji gazów cieplarnianych, a więc przeciwdziałające zmianom klimatu (prowadzone głównie w sektorze energetycznym i przemysłowym), przyczyniają się równocześnie do obniżenia emisji substancji szkodliwych dla zdrowia – pyłu zawieszonego, dwutlenku siarki, tlenków azotu, tlenku węgla i innych. Podobnie działania mające na celu poprawę jakości powietrza atmosferycznego prowadzone w odniesieniu do sektora komunalnego (termomodernizacja budynków, wymiana źródeł ciepła czy zastosowanie OZE) prowadzą do zmniejszenia emisji gazów cieplarnianych.

### **System kontroli jakości powietrza**

Ocena stopnia zanieczyszczenia powietrza na obszarze Aglomeracji Górnośląskiej jest możliwa do wykonania dzięki działaniu sieci stacji monitoringu jakości powietrza, którą zarządza Regionalny Wydział Monitoringu Środowiska Głównego Inspektoratu Ochrony Środowiska. Na terenie Aglomeracji jest zlokalizowanych 7 automatycznych stacji monitoringu powietrza, które prowadzą ciągły pomiar wybranych zanieczyszczeń gazowych oraz pyłowych. Stacje te są wyposażone w bardzo precyzyjne mierniki, które posiadają atesty potwierdzające dokładność wyników i zgodność z wymaganiami technicznymi określonymi w normach. Spośród zanieczyszczeń gazowych monitorowane są dwutlenek siarki, tlenki azotu (dwutlenek azotu, tlenek azotu oraz ich suma), tlenek węgla oraz benzen i ozon. System monitoringu dostarcza również informacji o zanieczyszczeniu powietrza pyłami. Aktualnie są mierzone dwa rodzaje pyłu zawieszonego, czyli pył PM10 (pył o granulacji do 10 mikrometrów) oraz pył PM2,5 (pył o granulacji do 2,5 mikrometra). Pył PM2,5 został objęty systemem monitorowania stosunkowo niedawno (w 2010 roku) ponieważ uznano, że ta frakcja pyłów szczególnie zagraża zdrowiu ludzi. Pomiary przy pomocy automatycznych analizatorów umożliwiają śledzenie zanieczyszczenia powietrza na bieżąco, ponieważ dane ze stacji monitoringowych są przekazywane na stronę internetową Wojewódzkiego Inspektoratu Ochrony Środowiska (WIOŚ). W ostatnich latach pojawiło się również szereg aplikacji umożliwiających przeglądanie danych o jakości powietrza na urządzeniach mobilnych. Komunikaty o aktualnym stanie powietrza, a także prognozy na dzień następny, są dostępne na stronach internetowych, w telewizji oraz prezentowane na tablicach informacyjnych rozmieszczonych na obszarze miasta, np. w centrum Katowic. Pomiary automatyczne są uzupełniane przy pomocy pomiarów tzw. manualnych, które są stosowane dla pyłów PM10 i PM2,5. Metody manualne nie dają natychmiastowej informacji o zanieczyszczeniu powietrza, natomiast ich zaletą jest większa dokładność i możliwość oznaczania w pobranym pyłu wielu niebezpiecznych substancji chemicznych, w tym metali ciężkich oraz wielopierścieniowych

węglowodorów aromatycznych, których przedstawicielem jest benzo(a)piren. Większość stacji monitoringu powietrza zlokalizowanych na obszarze Aglomeracji jest wyposażona w urządzenia do poboru pyłu PM<sub>10</sub> lub PM<sub>10</sub> i PM<sub>2,5</sub>.

Liczba stacji monitoringowych w strefie jest określana w oparciu o obowiązujące przepisy prawne [39] i jest uzależniona od rodzaju strefy, gęstości zaludnienia oraz od poziomów stężeń substancji zanieczyszczających. Obecnie w obrębie Aglomeracji Górnośląskiej działają automatyczne stacje monitoringu jakości powietrza w Katowicach, Zabrze, Dąbrowie Górniczej, Gliwicach, Sosnowcu oraz Tychach (Rys. 18). Wszystkie wymienione stacje monitoringowe posiadają status stacji tła miejskiego, co oznacza, że są wykorzystywane do oceny narażenia mieszkańców na obszarze strefy. W analizach nie uwzględniono drugiej stacji monitoringowej w Katowicach (ul. Plebiscytowa, w sąsiedztwie autostrady A4), ponieważ stacja ta posiada status stacji komunikacyjnej i jest reprezentatywna tylko dla ograniczonego obszaru w rejonie autostrady A4.

### **Analiza zanieczyszczenia powietrza**

Aby ocenić, jak zmieniała się jakość powietrza na obszarze Aglomeracji przeprowadzono analizę stężeń kilku substancji objętych systemem monitoringu jakości powietrza. Do analizy wybrano dwutlenek azotu, ozon, pyły PM<sub>10</sub> i PM<sub>2,5</sub> oraz zawarty w pyłe B(a)P. To substancje, które w ostatnich latach stwarzają największe zagrożenie dla utrzymania odpowiedniej jakości powietrza na obszarze Aglomeracji i mają wpływ na występowanie epizodów smogowych.

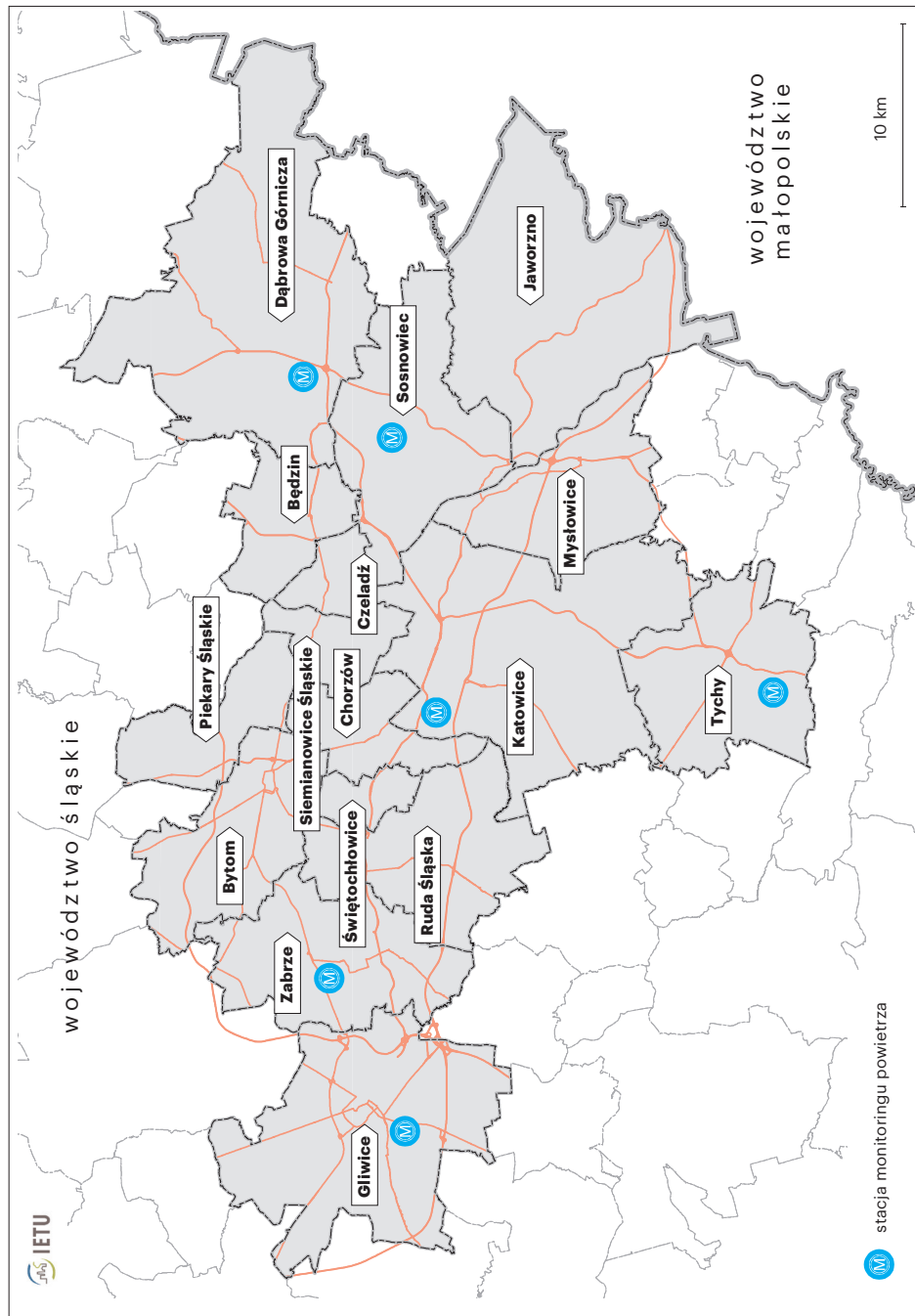
Przedstawiona analiza zanieczyszczenia powietrza na obszarze Aglomeracji Górnośląskiej obejmuje lata 2006-2017 i została przygotowana w oparciu o ogólnodostępne dane pomiarowe [41].

Dwutlenek azotu jest mierzony na stacjach monitoringu powietrza w Dąbrowie Górniczej, Gliwicach, Katowicach, Tychach oraz Zabrze. Z analizy maksymalnych stężeń 1-godzinnych dwutlenku azotu wynika, że poziomy tego zanieczyszczenia w całym analizowanym okresie nie przekraczały poziomu dopuszczalnego wynoszącego 200 µg/m<sup>3</sup> [32]. Były one podobne na obszarze całej Aglomeracji i zawierały się w przedziale 100-150 µg/m<sup>3</sup>, tylko sporadycznie zbliżając się do poziomu dopuszczalnego (Rys. 19). W przypadku dwutlenku azotu w ostatnich latach nie stwierdza się także przekroczeń poziomu dopuszczalnego średniego rocznego wynoszącego 40 µg/m<sup>3</sup> [32].

Ozon w analizowanym okresie był mierzony na stacjach monitoringu jakości powietrza w Dąbrowie Górniczej, Katowicach oraz Zabrze. Wyniki zostały przeanalizowane pod kątem liczby dni z przekroczeniem poziomu dopuszczalnego 8-godzinne kroczącego, wynoszącego 120 µg/m<sup>3</sup> (Rys. 20).

Liczba dni z przekroczeniem poziomu dopuszczalnego była podobna na wszystkich stacjach. Dopuszczalna roczna liczba dni z przekroczeniami, czyli 25, nie została dotrzymana w roku 2006 w Dąbrowie Górniczej, w roku 2012 w Zabrze, natomiast w latach 2015 oraz 2017 na wszystkich 3 stacjach. Najwięcej przekroczeń wystąpiło w 2015 roku, kiedy to liczba dni z przekroczeniami wyniosła od 32 do 36 w zależności od stacji.

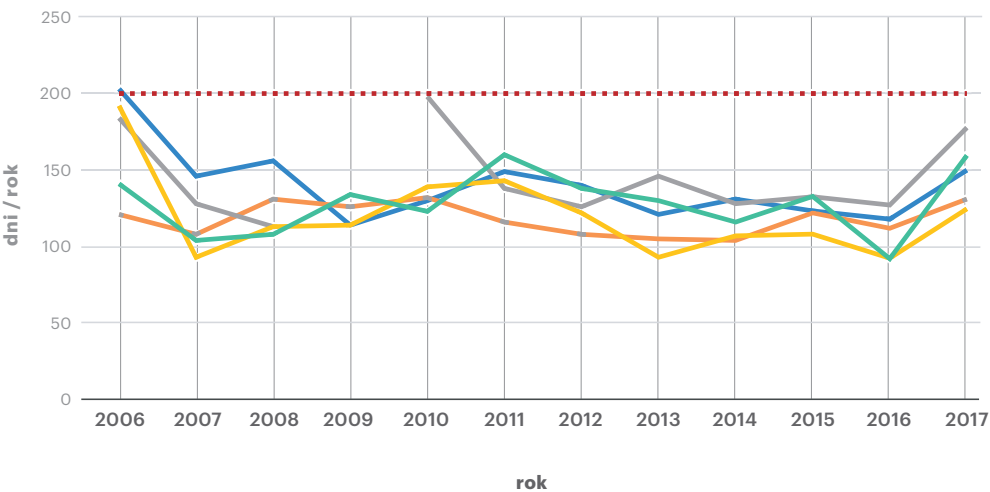
Rys. 18. Lokalizacja automatycznych stacji monitoringu jakości powietrza na obszarze Aglomeracji Górnośląskiej



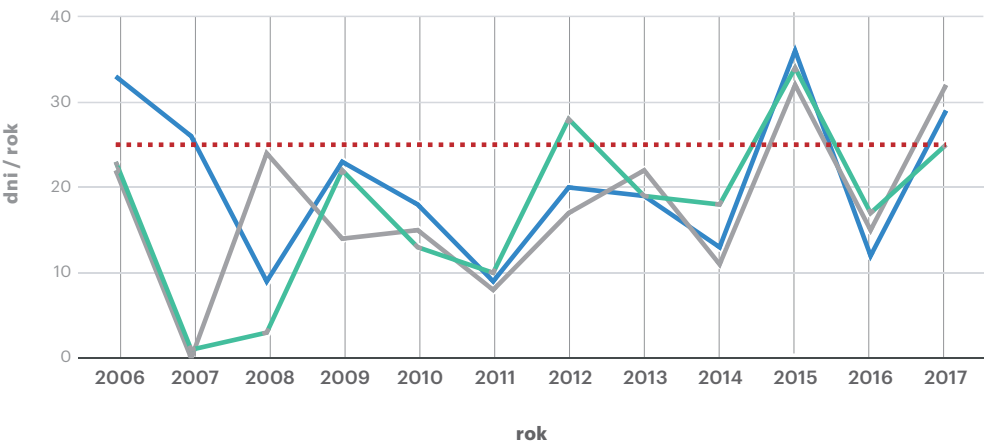
Źródło: opracowanie własne wg [40].

4. ZANIECZYSZCZENIA POWIETRZA

Rys. 19. Zmienność stężeń maksymalnych 1-godzinnych dwutlenku azotu na stacjach monitoringu jakości powietrza w Aglomeracji Górnośląskiej w latach 2006-2017



Rys. 20. Zmienność liczby dni z przekroczeniami dopuszczalnego stężenia ozonu na stacjach monitoringu jakości powietrza w Aglomeracji Górnośląskiej w latach 2006-2017



- ..... poziom dopuszczalny

Dąbrowa Górnicza

Gliwice

Katowice

Tychy

Zabrze

Źródło: opracowanie własne na podstawie [41].



Stężenia pyłu PM10 w analizowanym okresie były mierzone na stacjach monitoringowych w Dąbrowie Górniczej, Gliwicach, Katowicach, Sosnowcu, Tychach oraz Zabrze. Analiza dotyczy liczby dni z przekroczeniami poziomu dopuszczalnego dobowego, wynoszącego  $50 \text{ g/m}^3$ , których dopuszczalna liczba wynosi 35 dni/rok (Rys. 21).

Analiza wykazała, że liczba dni z przekroczeniami poziomu dopuszczalnego dobowego pyłu PM10 w całym analizowanym okresie na wszystkich stacjach na obszarze Aglomeracji zdecydowanie przekraczała dopuszczalną liczbę dni i wynosiła od 60 do 150 dni. Jedyny wyjątek stanowi stacja w Tychach, gdzie w 2008 roku liczba dni z przekroczeniem wyniosła tylko 15. Natomiast najwięcej dni z przekroczeniem poziomu dopuszczalnego wystąpiło w Zabrze, gdzie w 2006 roku stwierdzono ich ponad 150, co oznacza 5 miesięcy ponadnormatywnych stężeń pyłu PM10 w ciągu roku. W latach 2006-2017 liczba dni z przekroczeniem poziomu normatywnego na poszczególnych stacjach ulegała wyraźnym wahaniom, jednak trudno zauważyć znaczącą poprawę.

Stężenia pyłu PM2,5 w analizowanym okresie były mierzone na stacjach monitoringowych w Gliwicach i Katowicach (Rys. 22). Norma dla tego zanieczyszczenia obowiązuje od 2010 roku i wynosi  $25 \text{ }\mu\text{g/m}^3$  w odniesieniu do stężenia średniego rocznego. Jednak w latach 2010 do 2014 obowiązywały tzw. marginesy tolerancji wynoszące od  $4 \text{ }\mu\text{g/m}^3$  do  $1 \text{ }\mu\text{g/m}^3$ , co skutkowało przejściowym podwyższeniem poziomu dopuszczalnego.

Stężenia średnie roczne pyłu PM2,5 na obu stacjach przekraczały dopuszczalny poziom w całym analizowanym okresie. W 2010 roku na obu stacjach został przekroczony poziom  $40 \text{ }\mu\text{g/m}^3$ . W latach 2010-2017 daje się zauważyć niewielki trend spadkowy stężeń tego zanieczyszczenia. Pomimo tego nie wydaje się realne dotrzymanie, planowanej do wprowadzenia w 2020 roku, zaostrzonej normy na poziomie  $20 \text{ }\mu\text{g/m}^3$ , jak również tzw. pułapu stężenia ekspozycji wynoszącego także  $20 \text{ }\mu\text{g/m}^3$ , a docelowo  $18 \text{ }\mu\text{g/m}^3$  (jest to tzw. krajowy cel redukcji narażenia) [32, 42].

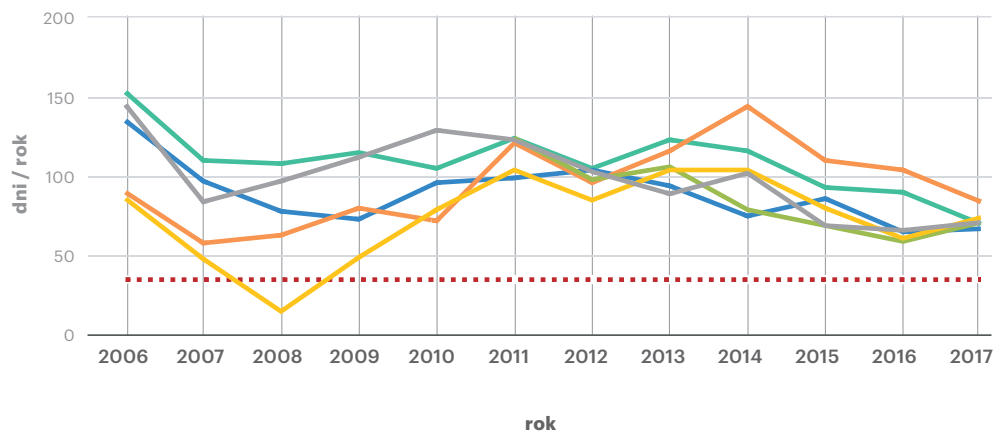
Do analizy stężenia benzo(a)pirenu na obszarze Aglomeracji uwzględniono dane pomiarowe ze stacji w Dąbrowie Górniczej, Katowicach oraz Zabrze (Rys. 23). Analiza dotyczyła stężeń średnich rocznych, dla których obowiązuje norma  $1 \text{ ng/m}^3$ . Trzeba wyjaśnić, że stężenia B(a)P są oznaczane w próbkach pyłu PM10.

Przeprowadzona analiza wykazała, że stężenia średnie roczne B(a)P na wszystkich stacjach drastycznie przekraczały poziom dopuszczalny w całym analizowanym okresie. Krotność przekroczeń wynosiła od 4 do 14. Najwyższe stężenia tego zanieczyszczenia występowały w Zabrze, osiągając w zależności od roku 8-14  $\text{ng/m}^3$ . W latach 2010-2017 daje się zauważyć niewielki trend spadkowy stężeń średnich rocznych tego zanieczyszczenia.

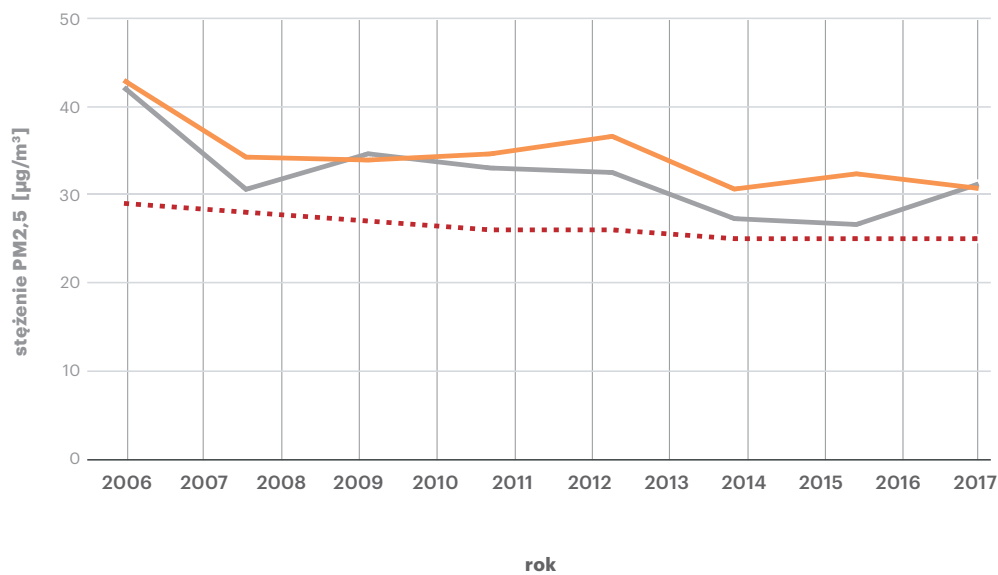
### **Występowanie epizodów smogowych**

Problem dużego zanieczyszczenia powietrza jest szczególnie zauważany w okresach występowania tzw. epizodów smogowych, kiedy to zła jakość powietrza utrzymuje się przez dłuższy czas, stwarzając szczególne zagrożenie dla mieszkańców. Jest on wtedy nagłaśniany przez media oraz lokalne organizacje proekologiczne, a władze lokalne

Rys. 21. Zmienność liczby dni z przekroczeniami dopuszczalnego stężenia pyłu PM10 na stacjach monitoringu jakości powietrza w Aglomeracji Górnośląskiej w latach 2006-2017



Rys. 22. Zmienność stężeń średnich rocznych pyłu PM2,5 na stacjach monitoringu jakości powietrza w Aglomeracji Górnośląskiej w latach 2006-2017

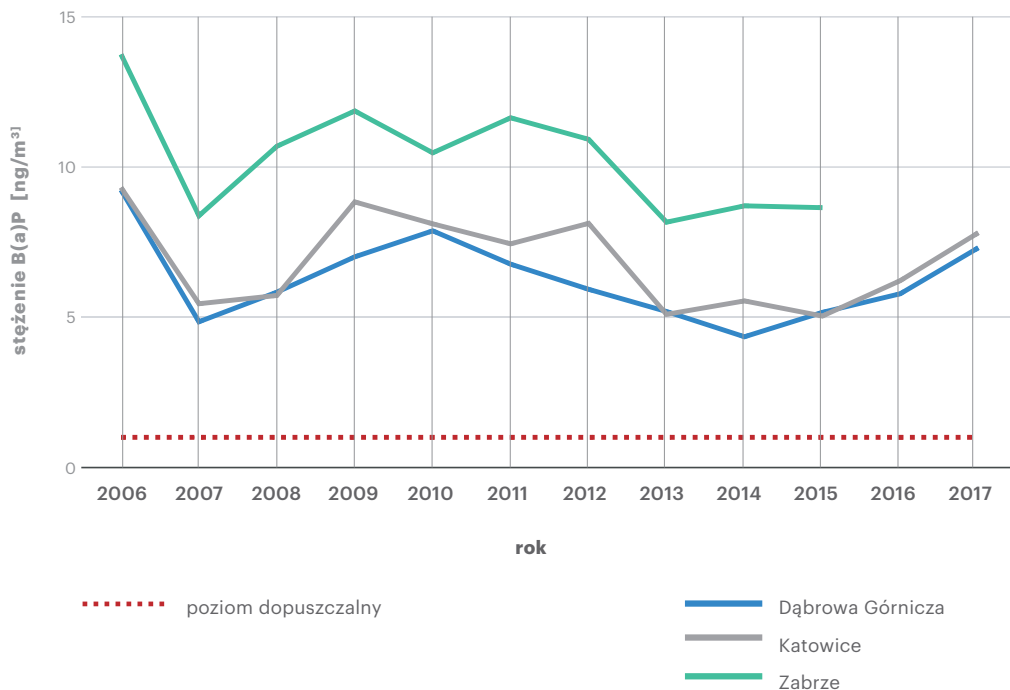


..... poziom dopuszczalny

- Dąbrowa Górnicza
- Gliwice
- Katowice
- Tychy
- Zabrze

Źródło: opracowanie własne na podstawie [41].

Rys. 23. Zmienność stężeń średnich rocznych B(a)P na stacjach monitoringu jakości powietrza w Aglomeracji Górnośląskiej w latach 2006-2017



Źródło: opracowanie własne na podstawie [41].

są zobligowane do informowania mieszkańców o zagrożeniu, wprowadzania stanów alarmowych lub proponowania działań ograniczających emisję zanieczyszczeń (np. wprowadzenie darmowej komunikacji miejskiej, wzmożone kontrole palenisk, ograniczenie ruchu samochodowego w centrach miast, itp.). Stany smogowe mogą się pojawiać zarówno w sezonie grzewczym jak i latem, są to jednak zupełnie różne zjawiska. Zimą występuje smog zimowy, a latem fotochemiczny. Dla mieszkańców Aglomeracji większe zagrożenie stwarza smog zimowy, za który odpowiada głównie emisja zanieczyszczeń ze źródeł powierzchniowych w połączeniu ze szczególnymi warunkami meteorologicznymi i terenowymi. Stany smogowe pojawiają się w sytuacjach, kiedy przepływ powietrza jest utrudniony wskutek słabego wiatru i występowania zjawiska inwersji temperatury powietrza<sup>13</sup>. Stany takie nasilają się wskutek zachodzenia zmian klimatu i występowaniem tzw. blokad wyżowych. Zjawisko to jest potęgowane przez warunki zabudowy

**13** Na pewnej wysokości nad powierzchnią terenu gromadzi się warstwa cieplejszego powietrza, która stanowi barierę utrudniającą rozpraszanie zanieczyszczeń.

i ukształtowanie terenu (gęsta i chaotyczna zabudowa utrudniająca przewietrzanie, zagłębienia terenu). Powoduje to utrzymywanie się wysokich stężeń zanieczyszczeń przez dłuższy okres – od kilku godzin do kilkunastu dni – co stwarza znaczne zagrożenie dla zdrowia mieszkańców. Tego rodzaju stany mają charakter regionalny [43]. Z analizy tego typu zjawisk w okresie dwóch sezonów grzewczych 2013/2014 oraz 2014/2015 (Tabela 5) wynika, że epizody wysokich stężeń pyłu PM10 były rejestrowane jednocześnie na wszystkich stacjach na obszarze Aglomeracji Górnośląskiej, a nawet poza jej granicami (np. w Rybniku i Wodzisławiu). Z przeprowadzonej analizy wynika, że poszczególne stacje monitoringowe zlokalizowane na obszarze Aglomeracji Górnośląskiej rejestrowały w ciągu sezonu od 3 do 15 epizodów wysokich stężeń pyłu PM10. Najwięcej takich epizodów wystąpiło w Zabrzu i Gliwicach, a najmniej w Sosnowcu. Najwyższe stężenia 1-godzinne pyłu PM10, podczas zidentyfikowanych epizodów, zanotowano na stacji w Zabrzu i wynosiły one blisko 700  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ . Sumaryczny czas trwania epizodów w poszczególnych miastach wynosił od 5 dni do 45 dni w ciągu sezonu grzewczego, a górna wartość z tego przedziału wystąpiła w Zabrzu w sezonie 2014/2015.

Tabela 5. Epizody wysokich stężeń PM10 na obszarze Aglomeracji Górnośląskiej w sezonach grzewczych 2013/14 i 2014/15

Lokalizacja stacji monitoringu	Okres grzewczy	Liczba epizodów	Liczba dni objętych epizodem	Maksymalne 1-godz. stężenie PM10 [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]	Średni czas trwania epizodu [dni]
Dąbrowa Górnicza	2013/14	6	16	335	3
Dąbrowa Górnicza	2014/15	3	5	270	2
Gliwice	2013/14	9	26	382	3
Gliwice	2014/15	15	35	391	2
Katowice	2013/14	8	15	437	2
Katowice	2014/15	6	10	304	2
Sosnowiec	2013/14	2	4	377	2
Sosnowiec	2014/15	2	4	283	2
Tychy	2013/14	4	8	345	2
Tychy	2014/15	3	5	275	2
Zabrze	2013/14	14	33	699	2
Zabrze	2014/15	14	45	691	3

Źródło: opracowanie własne na podstawie [43].

W sezonie letnim problemem dużych miast jest smog fotochemiczny charakteryzujący się występowaniem podwyższonych stężeń ozonu. Analiza zanieczyszczenia powietrza ozonem wykazała, że w latach 2012 oraz 2015 na wszystkich stacjach monitoringowych w Aglomeracji Górnośląskiej przekroczona została dopuszczalna liczba dni z przekroczeniem normy 8-godzinnej kroczącej ozonu (25 dni/rok) [32]. Wysokość stężeń ozonu w powietrzu zależy od warunków meteorologicznych, szczególnie od nasłonecznienia oraz od emisji prekursorów tego zanieczyszczenia, zwłaszcza tlenków azotu oraz węglowodorów, emitowanych głównie z dróg (silniki pojazdów). Jak pokazała analiza stężeń ozonu problem smogu fotochemicznego może w kolejnych latach narastać, dlatego konieczne są działania nakierowane na obniżenie emisji zanieczyszczeń ze środków transportu, m.in. przez poprawę organizacji ruchu oraz wyeliminowanie najbardziej uciążliwych dla środowiska pojazdów.

### **Przyczyny zanieczyszczenia powietrza**

Według Programu Ochrony Powietrza dla stref województwa śląskiego, przyjętego w 2017 roku [31] za złą jakość powietrza na obszarze strefy Aglomeracja Górnośląska odpowiadają głównie źródła powierzchniowe (ze względu na emisję PM<sub>10</sub>, PM<sub>2,5</sub> oraz B(a)P), a także źródła liniowe (ze względu na emisję dwutlenku azotu). Stosunkowo duże udziały w stężeniach zanieczyszczeń na obszarach przekroczeń norm (około 40% dla zanieczyszczeń pyłowych oraz około 20% dla tlenków azotu) posiadają źródła poza strefą, w tym tło ponadregionalne (Tabela 6).

Udziały źródeł powierzchniowych położonych na obszarze strefy w stężeniach zanieczyszczeń pyłowych, w tym B(a)P, wynoszą od 40% do 50%. Jest to spowodowane emisjami pochodzącymi z lokalnych (indywidualnych lub osiedlowych) kotłowni oraz z domowych pieców grzewczych, gdzie wysokość emitorów jest stosunkowo niewielka (do 40 m, ale najczęściej około 10 m). Charakteryzują się one często niską efektywnością procesu spalania, stosowaniem złej jakości paliw stałych oraz odpadów.

### **Działania zmierzające do zmniejszenia zanieczyszczenia powietrza**

Wzrost udziału emisji zanieczyszczeń ze źródeł powierzchniowych notowany jest od początku lat 90. ubiegłego wieku i związany jest z transformacją gospodarki na tym obszarze. Cały czas podejmowane są działania mające na celu ograniczenia emisji zanieczyszczeń powietrza ze źródeł niskich. Działania te polegają głównie na stosowaniu zachęt finansowych dla mieszkańców na modernizację źródeł ciepła, termomodernizację i stosowanie alternatywnych źródeł energii. Przez wiele lat działania te były prowadzone w ramach Programów Ograniczenia Niskiej Emisji wspieranych środkami z NFOŚiGW oraz WFOŚiGW. W poszczególnych miastach Aglomeracji Górnośląskiej w ramach tych programów zmodernizowano setki źródeł ciepła. Tylko w 2013 roku wymieniono około 1 300 źródeł ciepła, z czego 880 w zabudowie wielorodzinnej [44]. Kontynuację tych działań stanowi aktualnie realizowany rządowy program „Czyste Powietrze” [45].

Tabela 6. Udział rodzajów źródeł emisji w stężeniach zanieczyszczeń na obszarze strefy Aglomeracja Górnośląska

Rodzaje źródeł	PM10	PM2,5	B(a)P	Dwutlenek azotu
Powierzchniowe	41,3	46,4	53,4	7,4
Liniowe	15,9	8,0	0,3	70,4
Punktowe	1,1	0,8	4,5	3,5
Rolnicze	0,3	0,0	0,0	0,0
Niezorganizowane	5,5	1,2	0,0	0,0
Źródła spoza strefy w woj. śląskim	10,4	10,6	20,5	7,6
Tło ponadregionalne	25,6	33,0	21,3	11,1

Źródło: opracowanie własne na podstawie [31].

W 2017 roku władze województwa śląskiego, wzorem województwa małopolskiego, przyjęły uchwałę antysmogową [46], której realizacja ma wpłynąć na zmianę struktury urządzeń grzewczych (docelowo wymiana wszystkich kotłów na kotły nie stosujące paliw stałych lub węglowe 5 klasy) oraz ograniczyć stosowanie złej jakości paliw.

Również działania naprawcze przedstawione w Programie Ochrony Powietrza dla terenu województwa śląskiego /.../ przyjętym w 2017 roku są nakierowane głównie na ograniczenie emisji ze źródeł powierzchniowych oraz liniowych. Zalecane w ramach Programu działania naprawcze powinny zapewnić w roku 2027 dotrzymanie dopuszczalnych stężeń średnich rocznych i 24-godzinnych pyłu PM10. Nadal jednak będą występować przekroczenia dopuszczalnych poziomów średnich rocznych pyłu PM2,5 oraz benzo(a)pirenu.

W 2018 roku przyjęto rozwiązania prawne, które wpisują się w działania mające na celu istotną poprawę jakości powietrza. Zmieniona została ustawa o systemie monitorowania i kontrolowania jakości paliw [47], która wprowadza przepisy umożliwiające monitorowanie i kontrolowanie jakości paliw stałych, ze szczególnym uwzględnieniem konieczności ograniczenia emisji zanieczyszczeń i gazów cieplarnianych oraz innych substancji szkodliwych powstających w trakcie ich spalania. Nowe regulacje w tym zakresie zostają wprowadzone po raz pierwszy. Wyznaczają one odpowiednie standardy jakości dla paliw stałych przeznaczonych do celów grzewczych w sektorze komunalno-bytowym. Ustawa dotyczy gospodarstw domowych i małych jednostek spalania nie większych niż 1 MW. W ustawie zaproponowano nowe rozwiązanie polegające na wprowadzeniu świadectwa jakości, które ma określić niezbędne parametry paliwa stałego dla kupującego. Dzięki temu kupujący uzyska rzetelną wiedzę na temat nabywanego produktu. Kluczowe znaczenie ma Rozporządzenie Ministra Energii w sprawie wymagań jakościowych dla paliw stałych [48], w którym po raz pierwszy zostały określone wymagania techniczne

(zawartość siarki, zawartość popiołu, wartość opałowa) dla poszczególnych gatunków węgla kamiennego dostępnych na rynku.

## Podsumowanie

Aglomeracja Górnośląska stanowi od wielu lat jeden z najbardziej zanieczyszczonych obszarów województwa śląskiego, a tym samym całej Polski. Jest to związane z dużym zagęszczeniem miast, znacznym uprzemysłowieniem i specyfiką systemu zaopatrzenia w ciepło opartego na węglu, ale również nasilającymi się w ostatnich latach zmianami klimatu, takimi jak częstsze występowanie temperatur ekstremalnych, silnego usłonecznienia czy też stanów utrudniających wymianę powietrza. Ocena stopnia zanieczyszczenia powietrza na obszarze Aglomeracji Górnośląskiej jest możliwa dzięki działaniu sieci stacji monitoringu jakości powietrza, które prowadzą ciągły pomiar wybranych zanieczyszczeń gazowych oraz pyłowych. Ocenę przeprowadzono w oparciu o analizę stężeń kilku podstawowych substancji objętych systemem monitoringu powietrza, które uznano za najbardziej problematyczne ze względu na stosunkowo wysokie poziomy stężeń – dwutlenek azotu, ozon, pyły PM10 i PM2,5 oraz benzo(a)piren. Analiza danych pomiarowych z lat 2006-2017 wykazała, że największy problem na obszarze Aglomeracji stanowią wysokie stężenia pyłów PM10 i PM2,5 oraz zawartego w nich benzo(a)pirenu. Liczba dni z przekroczeniami poziomu dopuszczalnego dobowego pyłu PM10 na obszarze Aglomeracji zdecydowanie przekracza dopuszczalny poziom wynoszący 35 dni. Stężenia średnie – roczne pyłu PM2,5 na obszarze Aglomeracji przekraczają poziom dopuszczalny, a trzeba mieć na uwadze planowane w 2020 roku zaostrzenie normy dla tego zanieczyszczenia. Jeszcze gorzej przedstawia się stan zanieczyszczenia powietrza benzo(a)pirenem. Stężenia tej toksycznej substancji na całym obszarze Aglomeracji drastycznie przekraczają dopuszczalny poziom średni roczny.

Zauważalny w ostatnich latach jest wzrost stężeń ozonu; rośnie liczba dni z przekroczeniami poziomu dopuszczalnego dla tego toksycznego zanieczyszczenia. Na występowanie wysokich stężeń ozonu w okresie letnim (smog fotochemiczny) poza emisją zanieczyszczeń z transportu wpływa podwyższenie temperatury powietrza oraz silne promieniowanie słoneczne. Te czynniki będą miały coraz bardziej znaczący wpływ z uwagi na obserwowany proces ocieplenia klimatu oraz narastanie zjawisk takich jak dni upalne, fale upałów czy miejska wyspa ciepła.

Na tym tle korzystnie przedstawia się stan zanieczyszczenia dwutlenkiem azotu, którego stężenia nie przekraczają dopuszczalnego poziomu godzinowego, a jedynie zbliżają się do niego w niektórych latach analizowanego okresu.

Za złą jakość powietrza na obszarze Aglomeracji Górnośląskiej odpowiadają głównie źródła powierzchniowe oraz liniowe. Stosunkowo duże udziały w stężeniach posiadają źródła emisji spoza strefy, w tym tło ponadregionalne. Pojawiające się szczególnie w okresie grzewczym epizody wysokich stężeń są związane nie tylko z występowaniem podwyższonej emisji zanieczyszczeń powietrza, ale także niekorzystnych warunków meteorologicznych. Przyczyniają się one do ograniczenia przewietrzania miast

wynikającego z występowania słabego wiatru lub ciszy, a także występowania zjawiska inwersji termicznej ograniczającej przenikanie zanieczyszczeń powietrza do górnych warstw atmosfery. Na rozprzestrzenianie zanieczyszczeń niekorzystnie wpływa także zagęszczona i chaotyczna zabudowa niektórych fragmentów miast utrudniająca przepływ powietrza.

Działania naprawcze proponowane w Programie Ochrony Powietrza w odniesieniu do strefy Aglomeracja Górnośląska są nakierowane głównie na ograniczenie emisji ze źródeł powierzchniowych oraz liniowych. Będą one realizowane między innymi przez wdrażanie w najbliższych latach uchwały antysmogowej oraz programu „Czyste Powietrze” i powinny w perspektywie do 2027 roku przynieść znaczącą poprawę jakości powietrza, szczególnie w zakresie zanieczyszczenia powietrza pyłami.

Proponowane działania nie są jednak w stanie zapewnić dotrzymania dopuszczalnych poziomów średniorocznych pyłu PM<sub>2,5</sub> oraz benzo(a)pirenu. Dotrzymanie obowiązującego poziomu dopuszczalnego pyłu PM<sub>10</sub> też będzie stanowić duże wyzwanie, ponieważ stężenia tego zanieczyszczenia utrzymują się od wielu lat na wysokim poziomie, pomimo prowadzonych działań naprawczych.

Na terenie Aglomeracji powinny być prowadzone także systematyczne działania nakierowane na ograniczanie emisji gazów cieplarnianych z sektorów przemysłu i energetyki w celu przeciwdziałania zmianom klimatycznym, które w efekcie skutkują większym zanieczyszczeniem powietrza i częstszym występowaniem epizodów smogowych. Działania te wiążą się ze zmniejszaniem emisji do powietrza nie tylko dwutlenku węgla odpowiedzialnego za zmiany klimatu, ale także pozostałych zanieczyszczeń powietrza, zagrażających ludziom i roślinom, w tym pyłów oraz tlenków azotu.

Wydaje się również niezbędne, aby w Aglomeracji Górnośląskiej działania nakierowane na ograniczenie emisji zanieczyszczeń powietrza zostały powiązane z działaniami adaptacyjnymi do zmian klimatu nakierowanymi na poprawę przewietrzania miast, ograniczenia oddziaływania wysokich temperatur oraz miejskiej wyspy ciepła, a także działaniami w sferze transportu prowadzącymi do ograniczenia emisji spalin (nisko-emisyjne pojazdy dla transportu miejskiego, budowa centrów przesiadkowych, rozwój systemu ścieżek rowerowych, budowa obwodnic).



**Joanna Piasecka-Rodak**

Instytut Ekologii Terenów Uprzemysłowionych

**Tadeusz Bawolski, Magdalena Golińska, Katarzyna Kobiela,  
Magdalena Polus**

Arcadis Sp. z o.o.

## 5.

# WODA W MIASTACH

---

### Streszczenie

Gospodarka wodna jest jednym z najbardziej wrażliwych na zmiany klimatu sektorów gospodarki miejskiej. Odpowiednie i przemyślane działania realizowane przez samorządy i mieszkańców mogą zapewnić bezpieczeństwo i komfort życia w mieście. W rozdziale omówiono wpływ zmian klimatu na elementy gospodarki wodnej w 16 miastach Aglomeracji Górnośląskiej: Zabrze, Gliwicach, Chorzowie, Katowicach, Bytomiu, Piekarach Śląskich, Rudzie Śląskiej, Świętochłowicach, Siemianowicach Śląskich, Czeladzi, Tychach, Sosnowcu, Jaworznie, Dąbrowie Górniczej, Będzinie i Mysłowicach. Skoncentrowano się na zagospodarowaniu wody deszczowej, roli rzeki w mieście, zaopatrzeniu mieszkańców w wodę do spożycia oraz właściwym gospodarowaniu ściekami. Rozdział zawiera informacje o dobrych praktykach oraz rozwiązaniach, które rozwijane w przyszłości mogą przynieść wymierne korzyści miastom.

### Wprowadzenie

Woda jest niezbędna do życia na Ziemi jednak zaledwie 0,3% jej zasobów jest dostępne dla ludzi [49]. W Polsce zasoby wody są znacznie niższe w porównaniu do krajów europejskich. Wpływ na to ma głównie klimat i zachodzące w nim współcześnie zmiany, determinujące stopniowe zmniejszanie opadów. Ukształtowanie powierzchni Polski powoduje nierównomierny rozkład opadów, które najobficiej występują w górach,

osiągając średnie roczne wartości na poziomie 1 800 mm, a na nizinach zaledwie 500 mm. Prognozy dotyczące zmian klimatu wskazują na zwiększenie w przyszłości liczby dni w roku z opadem intensywnym, lecz krótkotrwałym. W okresach zimowych zmniejszeniu ulegną opady śniegu. Efektem zmian klimatu będzie zubożenie zasobów wód podziemnych i powierzchniowych.

Należy podkreślić, że Górnośląsko-Zagłębiowska Metropolia, jak i całe województwo śląskie, jest obszarem ubogim w zasoby wody. Średnie roczne zasoby wód powierzchniowych, przypadające na jednego mieszkańca są czterokrotnie niższe od średniej europejskiej i o około jedną trzecią niższe od średniej krajowej [50].

Istotnym zadaniem samorządów jest wypracowanie racjonalnego podejścia do wykorzystywania dostępnej wody na potrzeby mieszkańców miast, ponieważ miasta jako duże skupiska ludności są szczególnie wrażliwymi obszarami, zagrożonymi zarówno z powodu niedoborów wody, jak i okresów nagłych i intensywnych opadów. Zrównoważona gospodarka wodna w mieście wymaga podejmowania różnorodnych działań, które pozornie odmienne, wspólnie utworzą sprawnie działający system. Zadaniem samorządów miast jest jego stopniowe budowanie przy współudziale mieszkańców, w oparciu o dostępną wiedzę i nowoczesne technologie. Rys. 24 prezentuje propozycje rozwiązań zwiększających retencjonowanie wód opadowych w 15 miastach GZM oraz Jaworznie.

### **Deszcz w mieście**

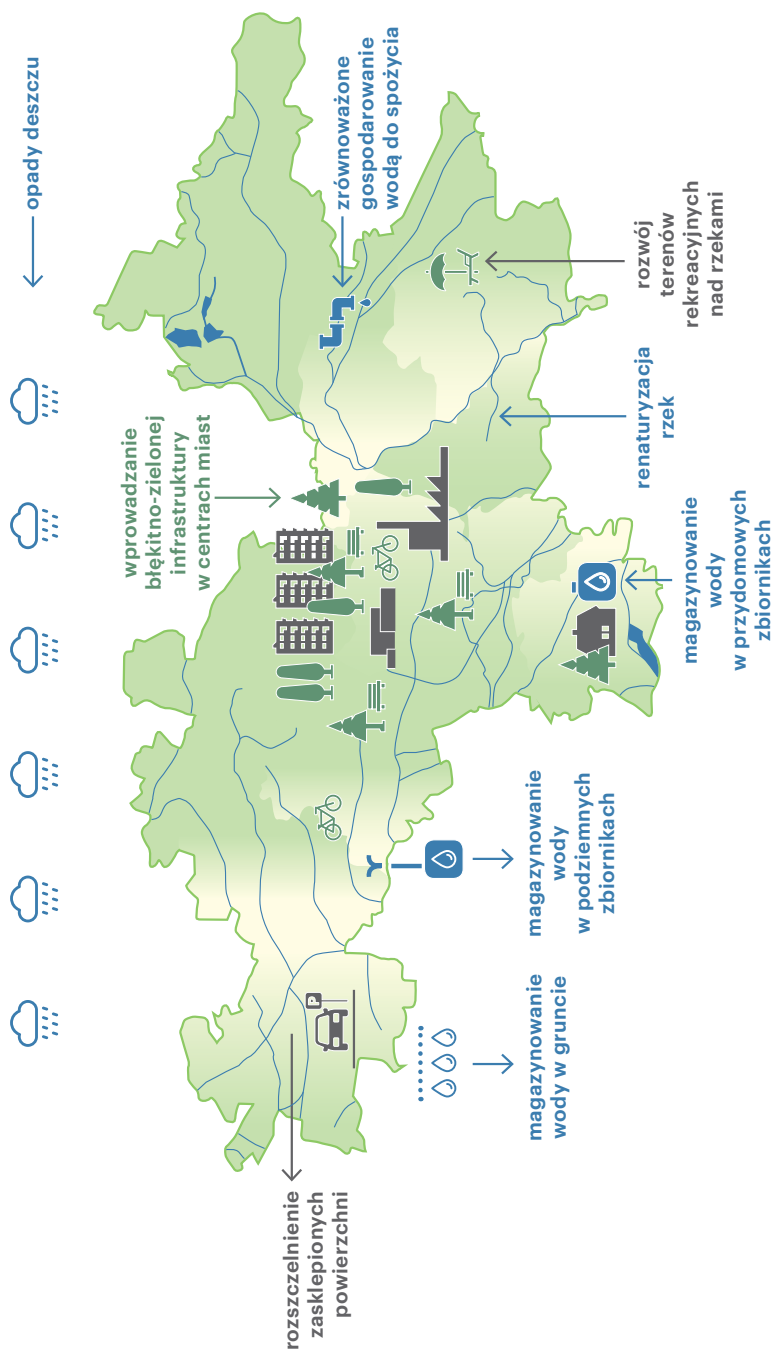
Obserwowane w ostatnich latach zmiany intensywności opadów atmosferycznych i problemy miast Aglomeracji Górnośląskiej związane z „deszczem w mieście” zostały omówione szczegółowo w rozdziale 2.4.

Obecnie rozwijane są skuteczne rozwiązania pozwalające przekuć niebezpieczeństwo ze strony opadów w szansę na zgromadzenie nadmiaru wody opadowej i dające możliwość jej późniejszego wykorzystania. Pojawia się nowa rola (funkcja) miasta, które niczym gąbka zatrzymuje wodę, by oddać ją w odpowiednim czasie na określone cele. Podejście to widoczne jest już w miastach UE, m. in. w Paryżu i Lublanie, a także w Chinach i USA. Również władze Bydgoszczy planują ograniczyć odprowadzanie wód opadowych do kanalizacji i zapewnić taką reorganizację przestrzeni miejskiej, aby miasto funkcjonowało jak „gąbka” gromadząc wodę deszczową i umożliwiając jej wykorzystanie w okresach suszy.

W celu zatrzymania wody w mieście istotne jest podejmowanie działań zapobiegawczych, które podzielono na trzy kategorie działania: techniczne, organizacyjne i edukacyjne.

Do działań technicznych należy budowa i modernizacja istniejącej kanalizacji deszczowej i ogólnospławnej. Zalicza się do nich również zrównoważone retencjonowanie wody opadowej w przygotowanych specjalnie do tego celu zbiornikach, tzw. mała retencja. Funkcje małej retencji zostały zestawione w Tabeli 7. Przykładami takich obiektów są oczka wodne i stawy wkomponowane w miejski krajobraz, zbiorniki infiltracyjno-sedymentacyjne, w których dochodzi do naturalnego oczyszczenia i wchłonięcia wody do

Rys. 24. Propozycje rozwiązań zwiększających retencjonowanie wód opadowych w 15 miastach GZM oraz Jaworznie



Źródło: opracowanie własne.

Tabela 7. Funkcje małej retencji w mieście

Funkcje małej retencji	Korzyści/efekty		
	środowiskowe	społeczne	ekonomiczne
Opóźnienie spływu wody deszczowej i roztopowej do wód powierzchniowych	✓		
Podczyszczanie retencionowanych wód opadowych i roztopowych	✓		✓
Przekazanie wody do głębszych warstw gleby (infiltracja)	✓		
Podniesienie atrakcyjności estetycznej przestrzeni publicznych (w przypadku rozwiązań łączących zieleń z elementami wodnymi)		✓	
Zwiększenie bioróżnorodności miasta (zarówno, flory, jak i fauny, np. ptaki, korzystające z otwartych zbiorników wodnych)	✓		
Poprawa mikroklimatu miast	✓	✓	
Obniżanie kosztów utrzymania zieleni w mieście (wykorzystanie deszczówki do nawadniania)			✓
Funkcja rekreacyjna zbiorników wodnych	✓		
Funkcja edukacyjna (obserwacja fauny nadwodnej)		✓	

Źródło: opracowanie własne na podstawie [51, 52].

gruntu oraz stawy mokre i suche, wypełniane wodą po okresowych opadach deszczu [51, 52]. Retencja wody może odbywać się również w zbiornikach podziemnych, odwadniających parkingi, wielkopowierzchniowe dachy obiektów usługowych i osiedla, a także w niewielkich zbiornikach przydomowych. Zmagazynowana woda może zostać wykorzystana m. in. do nawadniania zieleni miejskiej, spłukiwania toalet oraz zasilania fontann [53]. Należy podkreślić, że woda spływająca z obszaru miasta jest zanieczyszczona, dlatego rolą małej retencji, obok zapobiegania deficytowi wody w Polsce, jest również zatrzymywanie zanieczyszczeń. W skład małej retencji wchodzi teren zielony, pasy zieleni z udziałem drzew i krzewów, parki i skwery oraz wszystkie tereny z przepuszczalną powierzchnią. Przykłady stanowią zielone torowiska, drogi wysypane żwirem i parkingi wyłożone płytami ażurowymi lub kostką brukową.

Realizacja powyższych założeń małej retencji wymaga działań organizacyjnych ukierunkowanych na zmiany w planowaniu przestrzennym, organizacji przestrzeni publicznej, zmiany prawa miejscowego oraz zmiany podejścia do komponentów miasta.

Zastosowanie określonych rozwiązań technicznych powinno być zbieżne z oczekiwaniami mieszkańców miasta i dostosowane do aktualnych potrzeb. Lokalne założenia dotyczące małej retencji na terenie 16 miast powinny korespondować z regionalnym dokumentem Programem małej retencji dla Województwa Śląskiego [54]. Jednym z celów Programu jest spowalnianie spływów powierzchniowych w miastach przez rozwój systemów retencjonowania wód opadowych. Strategia Rozwoju Województwa Śląskiego ŚLĄSKIE 2020+ oraz Plan Zagospodarowania Przestrzennego Województwa Śląskiego 2020+ [55, 56] podkreślają związek między zagrożeniami powodziowymi a postępującą urbanizacją i zasklepianiem gruntów. Jako konieczne wskazują wdrażanie rozwiązań technicznych i nietechnicznych z zakresu małej retencji.

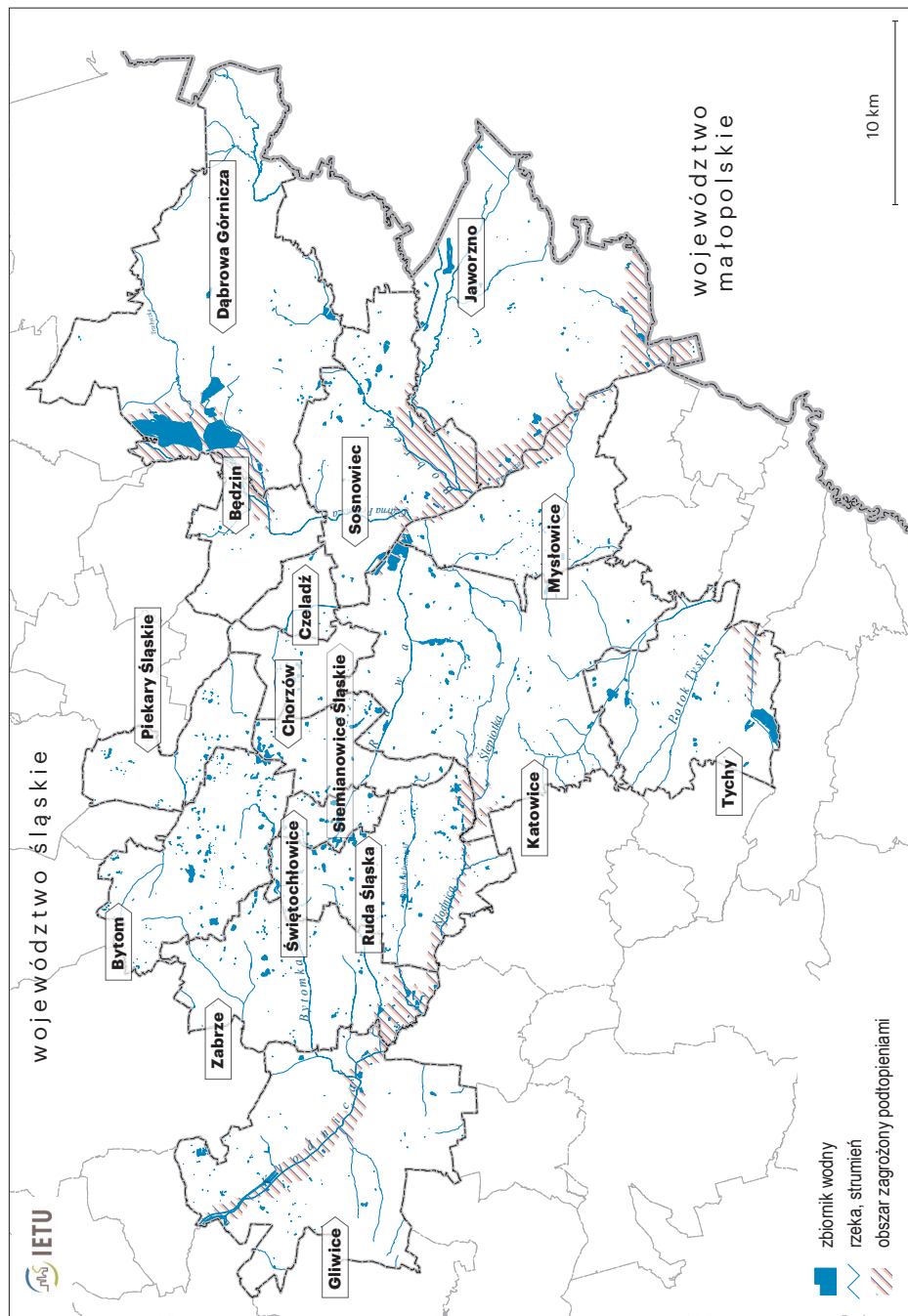
Istotnym elementem wszelkich działań związanych z zagospodarowaniem wody deszczowej w mieście jest edukacja społeczna. Przekazywanie wiedzy na temat roli zieleni i wody w krajobrazie miejskim powinno być celem władarzy miast. Nauka i pielęgnowanie w społeczeństwie dobrych praktyk, jest długotrwałym działaniem, ale zarazem najbardziej efektywnym. Działalność w zakresie edukacji społeczeństwa prowadzą w ramach edukacji nieformalnej, na terenie omawianych miast, organizacje pozarządowe, uczelnie wyższe i Lasy Państwowe [57]. Przekazywana wiedza dotyczy działań mogących w znaczny sposób wpłynąć na poprawę retencji wód w miastach, takich jak np. wprowadzanie zieleni i unikanie zasklepiania gruntu na prywatnych posesjach, magazynowanie deszczówki w przydomowych zbiornikach, zakładanie ogrodów deszczowych i parków kieszonkowych.

### **Rzeka w mieście**

Każde z 16 miast ma w swych granicach naturalne i sztuczne cieki powierzchniowe. Zachodnia część obszaru znajduje się w regionie wodnym Górnej Odry, odwadnianym przez rzekę Kłodnicę i jej dopływy. Część wschodnia natomiast, położona w regionie wodnym Małej Wisły, jest odwadniana przez Przemszę oraz jej dopływy (Rys. 25).

W historii rozwoju form osadnictwa, obszary nadrzeczne były atrakcyjnymi lokalizacjami miast ze względu na łatwy dostęp do wody, możliwości rozwoju transportu wodnego i rolnictwa. Stopniowe wkraczanie zabudowy miejskiej na naturalne tereny zalewowe spowodowało, że okresowe podtopienia i powódzie stały się zagrożeniem dla życia i mienia mieszkańców. W celu ochrony przed ich skutkami rozwinięto metody hydrotechniczne polegające m.in. na budowie wałów, przeciwpowodziowych wzdłuż koryt oraz skracaniu i wyrównywaniu nurtu rzek, co negatywnie wpłynęło na bioróżnorodność ekosystemów wodnych. Obserwowany w przeszłości i obecnie dynamiczny rozwój obszarów zurbanizowanych, w których duża powierzchnia jest uszczelniona, skutkuje wzmocnieniem spływu powierzchniowego. Współcześnie wybetonowane i wyprostowane koryta rzek nie są efektywnymi odbiornikami wód opadowych, które w krótkim czasie i w dużej ilości są do nich kierowane. Przyspieszenie spływu doprowadziło w wielu obszarach do transferu ryzyka, czyli ograniczenia zagrożenia powodziowego w górnym biegu rzeki oraz jego przeniesienia i skumulowania w dolnym biegu.

Rys. 25. Mapa wód powierzchniowych i zagrożenia powodziowego



Źródło: opracowanie własne na podstawie Bazy danych obiektów topograficznych [19, 59, 60].

Paradoksalnie, zabiegi techniczne mające chronić przed powodzią, mogą doprowadzać do zintensyfikowania jej negatywnych skutków. W połączeniu z utratą walorów przyrodniczych i krajobrazowych cieków naturalnych na terenach miejskich, wiele działań przeciwpowodziowych budzi uzasadnione kontrowersje.

Istotnym problemem dotyczącym wód powierzchniowych na obszarze 16 omawianych miast jest także ich stan jakościowy. Rzeki, nad którymi w przeszłości osiedlali się ludzie, niezmiennie były naturalnym odbiornikiem ścieków bytowych. Współcześnie na silnie zurbanizowanym, przemysłowo-górnym obszarze Górnego Śląska i Zagłębia Dąbrowskiego cieki powierzchniowe są silnie zanieczyszczone wodami z odwadniania kopalń, zakładów przemysłowych, a także ściekami komunalnymi. Badania wykonane w ramach Państwowego Monitoringu Środowiska wskazują na zły stan ekologiczny zlewni Kłodnicy i Przemszy [58].

Od dłuższego czasu w krajach wysoko rozwiniętych, a ostatnio także w Polsce obserwowany jest zwrot miast ku rzekom. Społeczeństwo przestaje zauważać jedynie stwarzane przez nie problemy, docenia się natomiast ich potencjał rekreacyjny oraz walory przyrodnicze. Trend ten jest widoczny również w omawianych miastach. Obszary nadrzeczne coraz częściej są przekształcane w tereny rekreacyjne. Przykładem takich przedsięwzięć mogą być m.in. plaża miejska w Będzinie nad Przemszą, tzw. „Bulwary Kłodnicy” w Gliwicach, czy wiodące nad Ślepiotką i rzeką Mleczną trasy rowerowe w Katowicach. Tworzenie nowych terenów rekreacyjnych to jeden z przykładów dobrych praktyk, które coraz częściej dotyczą także rzek na obszarze 16 miast.

Ze względu na zagrożenie powodzią i podtopieniami w analizowanych miastach istotne jest podejmowanie działań przeciwpowodziowych, w tym budowa nowych i konserwacja istniejących zabezpieczeń technicznych. W ramach tych przedsięwzięć nie można jednak zapominać o innych funkcjach rzek na terenach miejskich, a ochrona przed powodzią nie może być realizowana za wszelką cenę.

Innymi skutecznymi metodami są także działania edukacyjne, wspieranie służb ratowniczych oraz prawidłowe zagospodarowanie terenów, w szczególności unikanie uszczelniania powierzchni miast, a w miarę możliwości ich rozszczelnienie. Do wykorzystania pozostają także inne działania nietechniczne, jak indywidualne zabezpieczenia obiektów, błękitno-zielona infrastruktura, a w uzasadnionych przypadkach także przesiedlenia.

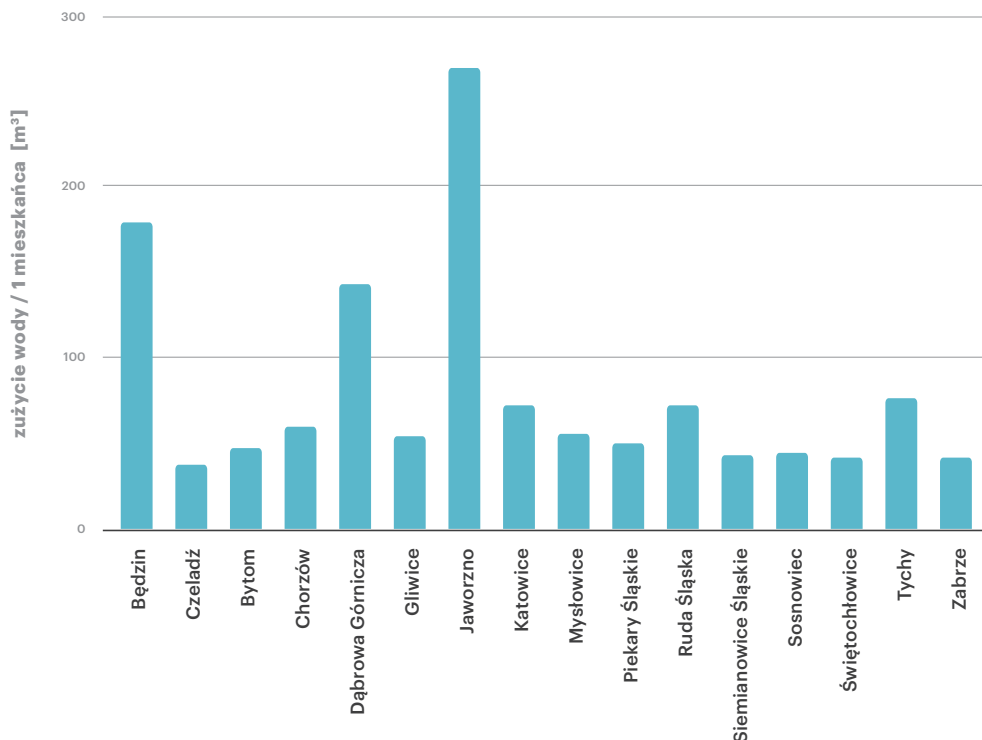
Ze względu na złą jakość wód w rzekach 16 omawianych miast, dążenia miast powinny zostać skoncentrowane na poprawie tego stanu. Nie tylko przez ograniczanie zrzutu ścieków i wód zanieczyszczonych, lecz także przywracanie rzekom, tam, gdzie to możliwe, stanu zbliżonego do naturalnego, co pozytywnie wpływa na ich zdolności samooczyszczania. Dodatkową wartością tych działań będzie stworzenie dla lokalnych społeczności nowych obszarów rekreacyjnych oraz ich zachowanie dla przyszłych pokoleń. Rzeki są zbyt cenne, by sprowadzać je do rangi odprowadzalników ścieków i wód opadowych.

### Zużycie wody w mieście

Dostarczanie wody do spożycia i na cele przemysłowe jest zadaniem własnym gminy. Najczęściej zadanie to jest powierzane przedsiębiorstwom wodociągowo-kanalizacyjnym, których obowiązkiem jest niezawodna dostawa odpowiedniej ilości wody.

Przeciętny mieszkaniec analizowanych miast w latach 2010-2017 zużywał średnio 81 m<sup>3</sup> wody [8, 61-67]. Najwyższe zużycie wody na jednego mieszkańca notowane było w Jaworznie (271 m<sup>3</sup>), najniższe w Czeladzi (38 m<sup>3</sup>) – Rys. 26. Pomimo ogólnego zadowolenia mieszkańców z jakości usług zbiorowego zaopatrzenia w wodę, czego dowiodły badania ankietowe prowadzone w latach 2011-2013 [50], problemem jest bardzo niski udział w dostawach wody z własnych ujęć. Górnośląskie Przedsiębiorstwo Wodociągów 80% wody sprowadza z odległego ujęcia na kaskadzie Soły w Czańcu [67]. Powodem tej sytuacji jest zanieczyszczenie, na terenie 16 miast, wód podziemnych spowodowane głównie działalnością kopalń i intensyfikacją przemysłu. Sytuacja ta utrudnia, a wielu przypadkach, uniemożliwia uruchomienie własnego ujęcia wód podziemnych. Zły stan rzek również nie sprzyja budowie ujęcia wód powierzchniowych. W obszarze całego GZM, który jest znacznie większy niż omawiana jego centralna część – Aglomeracja

Rys. 26. Średnie zużycie wody na jednego mieszkańca w 15 miastach GZM oraz Jaworznie w latach 2010-2017



Źródło: opracowanie własne na podstawie [8, 61, 67].



Górnośląska, znajduje się ponad 1 500 zbiorników wodnych o łącznej powierzchni 10 009 087 km<sup>2</sup>. Żaden z nich jednak nie zaopatruje w wodę mieszkańców regionu [8].

W ostatnich latach widoczne jest zmniejszenie popytu na wodę (Rys. 27). Obok rozwiązań technicznych wprowadzanych w niektórych miastach, mających na celu oszczędne i zrównoważone gospodarowanie wodą, wpływ na to zjawisko mają głównie wzrastające ceny wody [69]. Problemem jest również stara infrastruktura wodociągowa, która generuje ogromne straty wody.

### **Susza w mieście**

Susza jest zjawiskiem naturalnym, związanym z brakiem opadów atmosferycznych i jednoczesnym występowaniem wysokich temperatur. Można wyróżnić trzy rodzaje suszy:

- atmosferyczna – związana z brakiem opadów deszczu;
- hydrologiczna – związana w wpływem okresów bezopadowych na poziom wody w rzekach, zbiornikach retencyjnych oraz warstwach wodonośnych [70]. Wskaźnikiem wyznaczania suszy hydrologicznej są niżówki, czyli okresy, w których przepływy były równe lub niższe od założonej wartości progowej przepływu, zwane również przepływami granicznymi [71];
- glebowa – związana z niedoborem wody w glebie, powoduje straty w rolnictwie [72].

Susza może powodować szereg negatywnych skutków dla społeczeństwa (np. problemy z zaopatrzeniem gospodarstw domowych w wodę, skutki zdrowotne), gospodarki (np. ograniczenia dostaw wody na cele technologiczne) i środowiska (wpływ na ekosystemy, zwłaszcza gatunki flory i fauny związane ze środowiskiem wodnym).

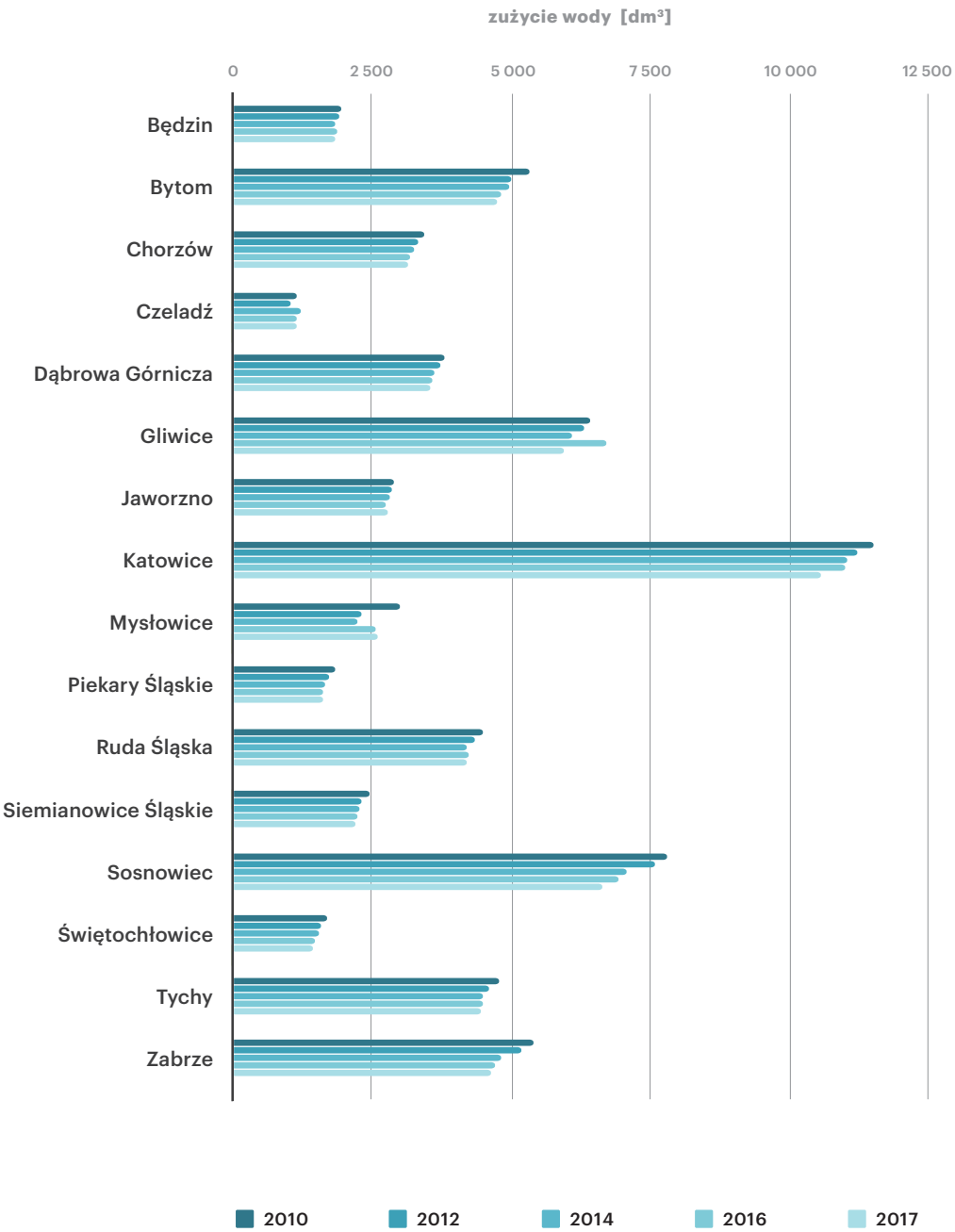
W 16 analizowanych miastach zjawisko suszy może stanowić istotne zagrożenie, szczególnie dla miast o dużym udziale obszarów zielonych, lasów i terenów rolnych w powierzchni całkowitej (Rys. 28), zwiększając ryzyko wystąpienia pożarów i obniżenia poziomu wód gruntowych. Z prognoz IMGW wynika, że w najbliższych latach zwiększeniu ulegnie liczba okresów bezopadowych w połączeniu z temperaturą maksymalną powyżej 25°C.

### **Ścieki w mieście**

W ostatnich latach w analizowanych miastach wykonano szereg inwestycji w zakresie gospodarki ściekowej, realizując tym samym dążenie do zrównoważonego rozwoju w tym zakresie. Inwestycje prowadzone były m.in. w ramach Krajowego Programu Oczyszczania Ścieków Komunalnych [73].

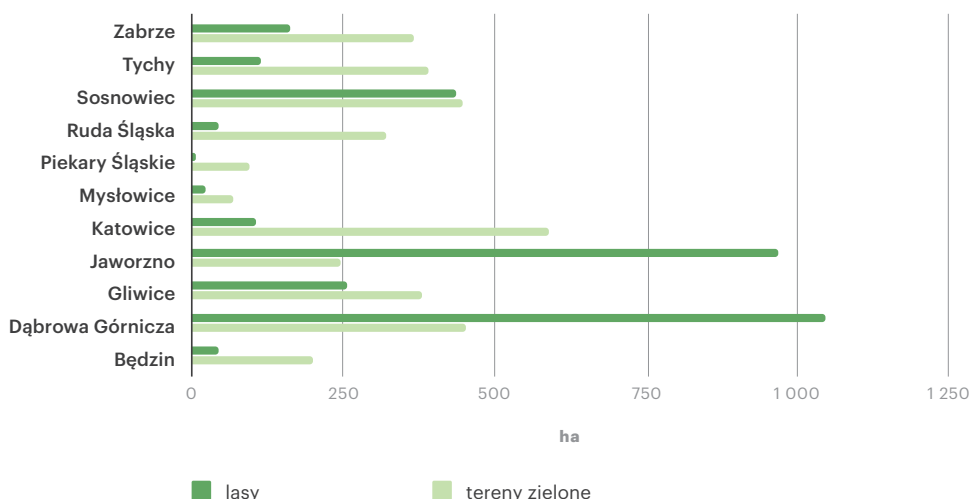
Według danych Krajowego Zarządu Gospodarki Wodnej od momentu opracowania KPOŚK, to jest od 2003 roku [74], na terenie województwa śląskiego wybudowano blisko 10 tys. km sieci kanalizacyjnej, 40 nowych oczyszczalni ścieków komunalnych oraz zmodernizowano i/lub rozbudowano 120 oczyszczalni ścieków komunalnych. Koszt inwestycji zrealizowanych w ramach KPOŚK w latach 2003-2014 w województwie śląskim to około 9,1 mld zł (16,9% całości kosztów KPOŚK), z czego 7,3 mld zł to koszty realizacji sieci kanalizacyjnych, a 1,8 mld zł stanowią koszty inwestycji dotyczących oczyszczalni ścieków.

Rys. 27. Zużycie wody w gospodarstwach domowych w latach 2010, 2012, 2014, 2016 i 2017 w 15 miastach GZM oraz Jaworznie



Źródło: opracowanie własne na podstawie [8, 61, 63, 65, 67].

Rys. 28. Powierzchnia terenów zielonych (parków, zieleńców i terenów zieleni osiedlowej) oraz lasów w wybranych miastach Aglomeracji Górnośląskiej w 2017 roku



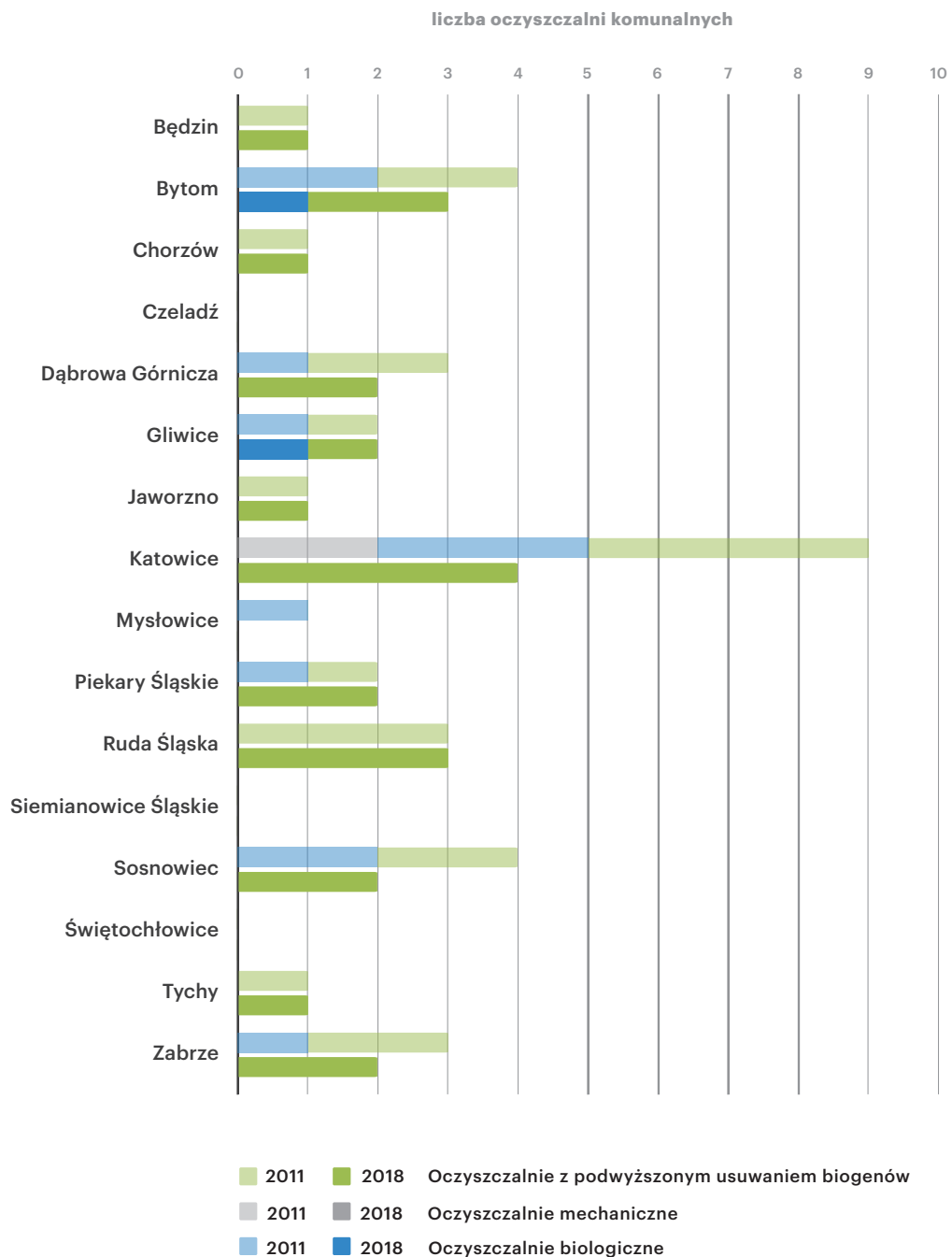
Źródło: opracowanie własne na podstawie danych GUS [8].

Obecnie, region zajmuje pierwsze miejsce w kraju pod względem gęstości sieci kanalizacyjnej, która w 2017 roku wyniosła 131,9 km (w kraju 50,1 km) na 100 km<sup>2</sup> powierzchni. Spośród 16 miast największe zagęszczenie sieci kanalizacyjnej występuje w Świętochłowicach oraz Chorzowie, co więcej, tam wskaźnik gęstości jest około 5-krotnie wyższy niż dla obszaru całego województwa. Wysoki jest również udział ludności korzystającej z sieci kanalizacyjnej. W wybranych miastach w ostatnich latach ilość ścieków odprowadzanych do kanalizacji utrzymuje się na podobnym poziomie. Prawie 100% ścieków w tych miastach jest oczyszczanych w oczyszczalniach z podwyższonym usuwaniem biogenów. W 16 miastach Aglomeracji Górnośląskiej od roku 2011, liczba oczyszczalni ścieków z podwyższonym usuwaniem biogenów nie uległa zmianie. Najwięcej oczyszczalni z podwyższonym usuwaniem biogenów znajduje się w Katowicach (4) oraz Rudzie Śląskiej (3) – Rys. 29.

Decydujący wpływ na system gospodarki ściekowej w regionie ma wysoki stopień urbanizacji tego obszaru, jego przemysłowy charakter, a także stosunkowo ubogie zasoby wodne. Na tym tle rysuje się obraz zagrożeń związanych ze zmianami klimatu. Znaczna ich część dotyczy gospodarki wodnej.

Szczególnie istotny jest wzrost częstotliwości i intensywności ekstremalnych zjawisk pogodowych, w tym intensywnych opadów deszczu, burz, porywistych wiatrów, ale również fal upałów i okresów bezopadowych. W czasie trwania intensywnych opadów problemy eksploatacyjne wynikają z podłączeń wód opadowych do kanalizacji sanitarnej. Nieprawidłowe działanie komór przelewowych lub ich brak powoduje napływ do oczyszczalni zbyt dużych ilości wód opadowych oraz odpływ nieoczyszczonych ścieków

Rys. 29. Oczyszczalnie ścieków w wybranych miastach Aglomeracji Górnośląskiej w latach 2011-2017



Źródło: opracowanie własne na podstawie [8, 62-67].

komunalnych z wodami opadowymi, przez istniejące wyloty, do wód powierzchniowych będąc przyczyną m.in. zanieczyszczenie odbiornika. Zwiększenie częstotliwości działania przelewów burzowych kanalizacji ogólnospławnej oraz zwiększenie objętości ścieków odprowadzanych do odbiorników, prowadzi do przeciążenia systemu. Dodatkowo może dochodzić do wymywania zanieczyszczeń z osadów, a w dalszej kolejności do zanieczyszczenia mikrobiologicznego pobliskich cieków lub wód gruntowych. Efektem funkcjonowania kanalizacji ogólnospławnej na terenach miejskich jest w konsekwencji znaczny udział wód opadowych w ogólnym napływie ścieków do oczyszczalni. Procesy te są potęgowane przez stałe zwiększanie się powierzchni terenów nieprzepuszczalnych w miastach Aglomeracji. Przekłada się to na wzrost udziału wód opadowych w ściekach dopływających do oczyszczalni ścieków tam, gdzie nie ma kanalizacji rozdzielczej. Dodatkowo przy zwiększonym spływie powierzchniowym dochodzi do niedrożności studzienek kanalizacyjnych w wyniku spłukiwania materiału z powierzchni np. fragmentów roślinnych czy odpadów. Ponadto pojawia się również zwiększone ryzyko wycieków związanych z podwyższonym ciśnieniem w sieci oraz korozją mechaniczną.

Konsekwencją częstego usytuowania oczyszczalni ścieków w obniżeniach terenu jest możliwość zalania w czasie powodzi rzecznych lub nagłych powodzi miejskich na skutek deszczy nawalnych, burz czy ekstremalnych opadów śniegu, których skutkiem są obfite roztopy.

Inną uciążliwość powodują coraz częściej występujące długotrwałe okresy bezopadowe, a w szczególności te połączone z wysokimi temperaturami powietrza. Są one przyczyną zaburzeń w działaniu osadu czynnego na oczyszczalniach, przyczyniają się do pogłębienia korozji w urządzeniach kanalizacyjnych oraz powstawania odorów (tworzących się w warunkach beztlenowych z powodu zmniejszonej rozpuszczalności tlenu) w wyniku różnic pomiędzy temperaturą podłoża a temperaturą ścieków w różnych częściach obszarów miejskich. Zagęszczenie ścieków na skutek zwiększonego parowania może ograniczyć przepływ w sieci kanalizacji ogólnospławnej, a dodatkowo w obrębie oczyszczalni ścieków może dochodzić do zaburzenia naturalnych procesów fermentacji, które są konieczne do prawidłowego funkcjonowania wielu oczyszczalni na terenie 16 miast.

## **Podsumowanie**

Gospodarka wodna jest wrażliwa na zmiany klimatu. Na obszarze Aglomeracji Górnośląskiej powodem wysokiej wrażliwości infrastruktury gospodarki wodnej jest poziom uszczelnienia gruntów, specyficzna struktura tkanki miejskiej intensyfikująca spływ powierzchniowy oraz duża gęstość zaludnienia. Badania IMGW wskazują na zwiększenie częstości występowania deszczy rozlewnych i nawalnych, co w połączeniu ze zwartą tkanką miejską, może prowadzić do częstszego występowania powodzi i lokalnych podtopień. Umożliwienie rozwoju małej retencji w 16 analizowanych miastach na drodze działań technicznych, organizacyjnych i edukacyjnych jest drogą do zatrzymania wody w mieście i jej racjonalnego wykorzystania na określone cele.

Gospodarka wodna w miastach to wzajemnie powiązane ze sobą systemy gospodarki ściekowej, zaopatrzenia w wodę i kanalizacji deszczowej. Kluczem do prawidłowego funkcjonowania systemów jest wspólne rozwiązywanie problemów w ich obrębie. Polityka samorządów powinna koncentrować się na integracji wszystkich systemów, w celu zwiększenia bezpieczeństwa mieszkańców oraz podniesienia jakości ich życia.

Obserwowane obecnie zmiany klimatu mogą przyczyniać się do częstszego występowania powodzi miejskich i lokalnych podtopień. Obszar całej Górnośląsko-Zagłębiowskiej Metropolii pokrywa sieć rzek i kanałów, które cechuje wysoki stopień uregulowania i duże zanieczyszczenie. Widoczny w ostatnich latach zwrot miast ku rzekom jest widoczny również w miastach Konurbacji i stanowi przykład dobrej praktyki, która powinna być kontynuowana. W całym obszarze konieczne jest wzmocnienie zabezpieczenia przeciwpowodziowego i podejmowanie dalszych działań, pozwalających chronić mieszkańców i infrastrukturę miast.

Należy podkreślić, że wszelkie działania władarzy miast w zakresie gospodarki wodnej powinny być ukierunkowane na potrzeby mieszkańców. Podejmowane decyzje powinny uwzględniać udział mieszkańców i być odpowiedzią na społeczne oczekiwania. Edukacja jest najbardziej efektywnym działaniem prowadzącym do zmian otoczenia na lepsze i bardziej przyjazne.

## 6.

# USZCZELNIENIE GRUNTÓW

---

## Streszczenie

Uszczelnienie terenów w obszarach zurbanizowanych stanowi jeden z ważniejszych czynników wzmacniających negatywne skutki zmian klimatu. Jest problemem powszechnym wszystkich dużych miast w Europie i w Polsce. Obserwowane od połowy XX wieku procesy suburbanizacyjne są powiązane z powiększaniem się powierzchni zasklepionej i zmniejszaniem się bioróżnorodności na terenach miejskich. To czyni miasta bardziej wrażliwymi na zmiany klimatu. Mimo, że specyficzne zagrożenia takie jak miejska wyspa ciepła czy powodzie miejskie, będące pochodnymi tego procesu, negatywnie wpływają na komfort życia w mieście, a czasami nawet na zdrowie i życie jego mieszkańców, mogą być znacznie ograniczane przez zapobieganie zasklepieniu gruntów miejskich.

## Wprowadzenie

Uszczelnienie, nazywane również zamiennie zasklepieniem gruntów, jest obecnie procesem postrzeganym z różnych perspektyw. Zagadnienia uszczelniania terenów miejskich są przedmiotem badań i prac realizowanych w projektach oraz programach prowadzonych na różnych szczeblach z udziałem zróżnicowanego grona partnerów. Dokumentem oceniającym skalę zasklepienia gruntów w Europie jest Raport z roku 2011, opracowany dla Komisji Europejskiej (DG Environment) – *Report on best practices for limiting soil sealing and mitigating its effects* [75]. W raporcie podano, że całkowita powierzchnia terenów użytkowanych na cele zabudowy (mieszkaniowej, usługowej i przemysłowej) oraz lokalizacji infrastruktury (głównie transportowej) wynosiła, w 2006 roku, w państwach Unii około 100 tys. km<sup>2</sup>, co stanowiło 2,3% jej terytorium. Ten sam wskaźnik

wyrażony jako udział terenów uszczelnionych w przeliczeniu na jednego mieszkańca wynosił średnio 200 m<sup>2</sup>. Z raportu wynika, że problem zasklepienia gruntów w Europie jest zjawiskiem obecnym we wszystkich 27 krajach i obserwuje się, że proces przyrostu powierzchni tych terenów ma tendencję rosnącą. Należy dodać, że zjawisko powiększania się terenów uszczelnionych w wielu państwach europejskich nie jest monitorowane systemowo. W Polsce w roku 2006 udział powierzchni uszczelnionej przypadającej na jednego mieszkańca wynosił 193 m<sup>2</sup> [75, s. 227].

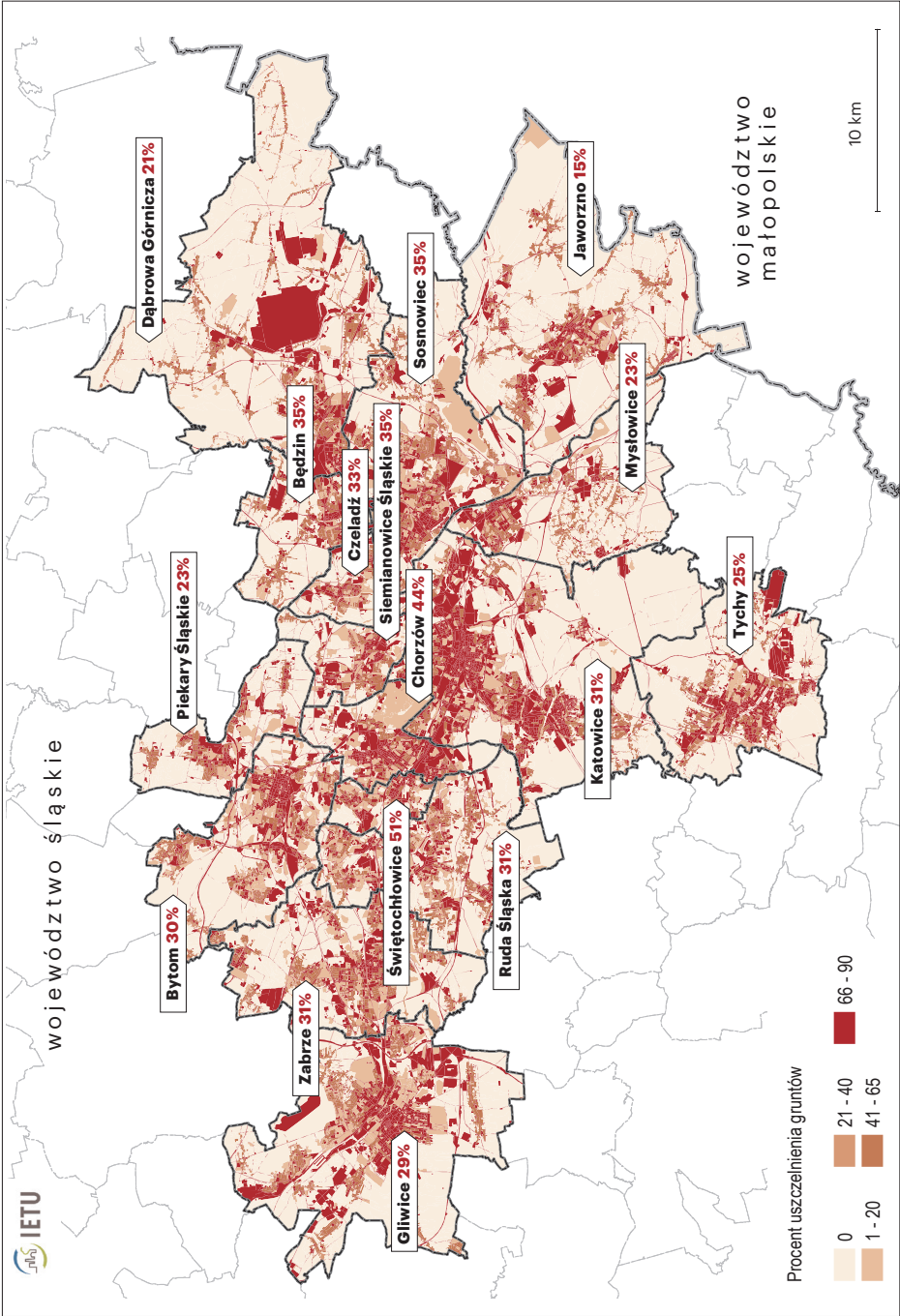
### **Tereny uszczelnione w centralnej części Górnośląsko-Zagłębiowskiej Metropolii**

Tereny uszczelnione zajmują znaczny procent obszaru zurbanizowanego położonego w centralnej części Górnośląsko-Zagłębiowskiej Metropolii (Rys. 30). Miastem o najwyższym stopniu uszczelnienia gruntów są Świętochłowice, których powierzchnia zasklepienia stanowi ponad połowę całej powierzchni miasta. Nieznacznie mniejsza powierzchnia uszczelniona występuje w Chorzowie, zajmując 44% obszaru miasta, mimo że w jego granicach administracyjnych znajduje się duży teren nieuszczelniony – Park Śląski liczący ponad 600 ha. W pozostałych miastach stosunek powierzchni zasklepienia do ich całkowitej powierzchni, wynosi średnio około 30%, przy czym wyższy jest w miastach, których historia wiąże się rozwojem monokultury przemysłu ciężkiego, datowanym na przełom XIX i XX wieku. Obecne przekształcenia oraz remediacja terenów poprzemysłowych i zdegradowanych, a także prowadzone projekty rewitalizacji miejskiej mogą zmienić te negatywne zaszłości. Warunkiem powodzenia realizowanych przedsięwzięć jest konieczność utrzymania wysokiego udziału terenów biologicznie czynnych oraz systemowy rozwój tzw. błękitno-zielonej infrastruktury. Tabela 8 przedstawia wielkości powierzchni zasklepionych w 16 miastach centralnego obszaru Konurbacji Górnośląskiej oraz ukazuje jak duże znaczenie ma udział terenów uszczelnionych w przypadku miast o mniejszej powierzchni własnej, gdzie każdy fragment miasta zawiera takie tereny. Natomiast, w dużych powierzchniowo miastach jak Katowice, Dąbrowa Górnicza i Gliwice, widoczna jest koncentracja tych terenów na obszarze śródmiejskim, co przyczynia się, do omawianego we wcześniejszych rozdziałach, wzrostu zagrożeń wynikających ze zmian klimatu takich jak miejska wyspa ciepła, powódzie miejskie i podtopienia.

Stale utrzymujące się zapotrzebowanie na nową infrastrukturę stanowi główną siłę napędową procesu zasklepienia gruntów i przeważnie jest odpowiedzią na rosnącą liczbę ludności miejskiej oraz oczekiwania wyższej jakości warunków zamieszkania. Wśród mieszkańców miast i władz samorządowych panuje złudne przekonanie, że miasta nadal dysponują rezerwami terenu pod nowe budownictwo mieszkaniowe i towarzyszącą mu zabudowę usługową oraz konieczną infrastrukturę techniczną. Równocześnie słabo jest dostrzegany i nagłaśniany problem postępującego zasklepienia gruntów i ochrony gleb miejskich. Działa tutaj także czynnik ekonomiczny, miasta wspierają tworzenie nowych obszarów mieszkalnych, centrów handlowych lub ośrodków przemysłowych, oferując inwestorom często tani grunt pod taką zabudowę. Presja urbanizacyjna powoduje, że obszar znany jako najbardziej uprzemysłowiony i zurbanizowany w Polsce



Rys. 30. Stopień uszczelnienia gruntów w 16 miastach Konurbacji Górnośląskiej



Źródło: opracowanie własne, 2019.

Tabela 8. Poziom uszczelnienia terenów w wybranych miastach obszaru Konurbacji Górnośląskiej

Miasto	Powierzchnia miasta [km <sup>2</sup> ]	Powierzchnia zasklepiona [km <sup>2</sup> ]	Udział powierzchni zasklepionej w mieście [%]
Świętochłowice	13,29	6,76	51
Chorzów	33,27	14,77	44
Siemianowice Śląskie	25,48	9,00	35
Będzin	37,34	13,01	35
Sosnowiec	91,05	31,44	35
Czeladź	16,34	5,47	33
Zabrze	80,31	24,71	31
Katowice	164,64	51,11	31
Ruda Śląska	77,53	23,87	31
Bytom	69,38	21,12	30
Gliwice	133,69	38,60	29
Tychy	81,69	20,82	25
Mysłowice	65,56	15,02	23
Piekary Śląskie	39,81	9,31	23
Dąbrowa Górnicza	188,47	39,48	21
Jaworzno	152,20	23,30	15
<b>Razem</b>	<b>1 270,25</b>	<b>347,80</b>	<b>-</b>
<b>Średnia</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>30,81</b>

Źródło: opracowanie własne, 2016.

naadal jest zagospodarowywany, a jego wolne od funkcji mieszkaniowo-usługowych i produkcyjnych tereny kurczą się coraz bardziej. Jest to szczególnie widoczne w tzw. strefie podmiejskiej, w której ekstensywna zabudowa mieszkaniowa o bardziej wiejskim charakterze, powiązana często z użytkami rolnymi zastępowana jest licznymi osiedlami deweloperskiej zabudowy mieszkaniowej. Mimo tego, że na obszarze wielu miast Konurbacji działał przez ponad dwieście lat przemysł ciężki, to użytki rolne otaczające miasta są zazwyczaj żyzne. Jednak ceny działek są często zaniżane, a grunty te pozostają pod słabszą ochroną prawną niż lasy lub tereny cenne przyrodniczo, co powoduje ich szybkie przekształcanie do innych funkcji.

### **Zagrożenia środowiskowe wynikające z procesów zasklepiania gruntów**

Znaczny stopień zasklepienia gruntów na obszarach zurbanizowanych, do których należy również Aglomeracja Górnośląska, jest przyczyną pojawiania się specyficznych zagrożeń środowiskowych, będących pochodnymi zmian klimatu. Do takich zagrożeń należy miejska

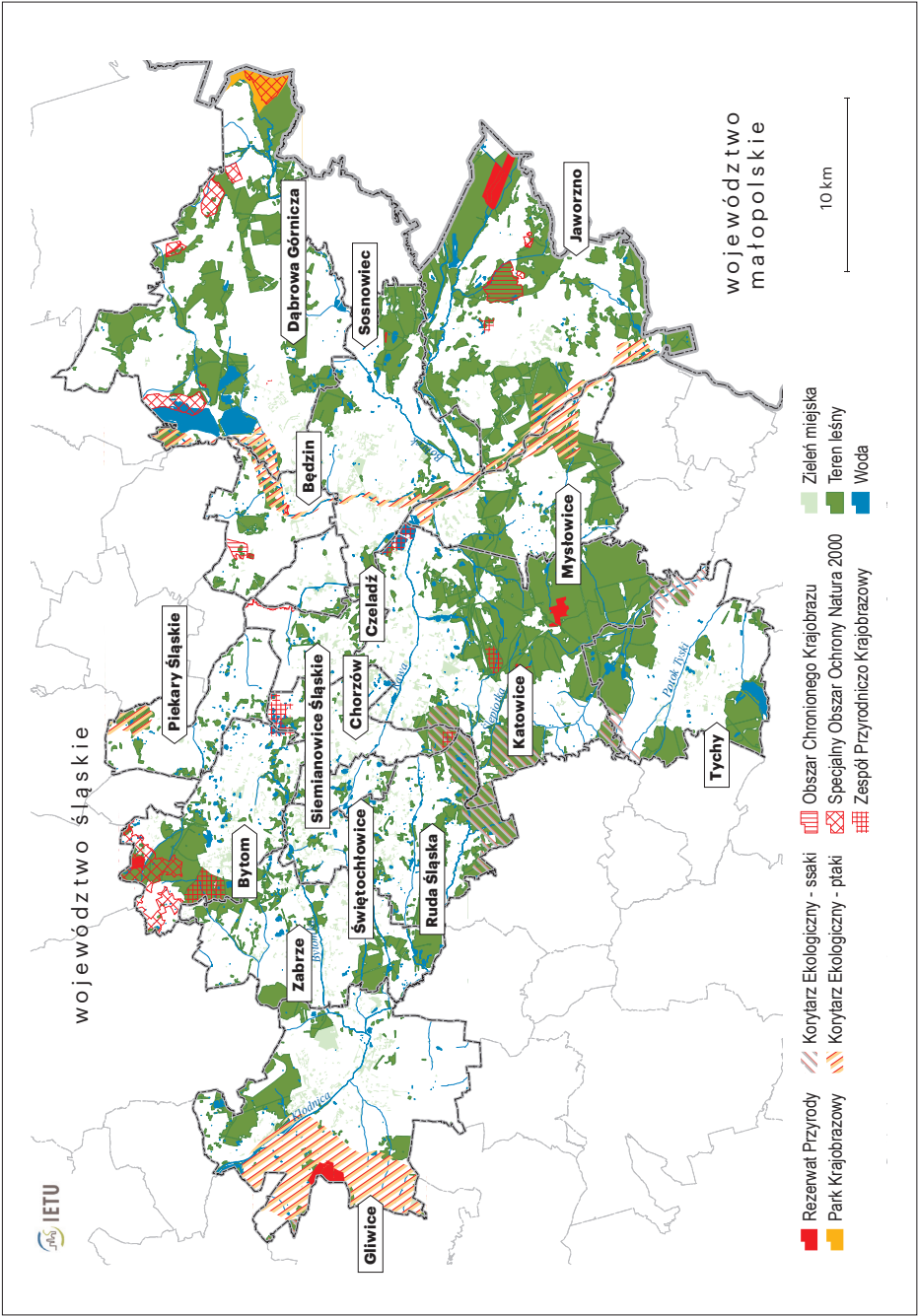
wyspa ciepła, która jest ściśle powiązana z intensywnością zabudowy w obszarach śródmiejskich oraz ze stosowaniem materiałów budowlanych powodujących utrzymywanie się podwyższonej temperatury w tych fragmentach miasta. Przyrost powierzchni uszczelnionych jest przyczyną zaburzeń metabolizmu miejskiego, w tym zachwianego bilansu wodnego. Wynikiem uszczelnienia gruntu i wprowadzania powierzchni nieprzepuszczalnych są powodzie miejskie, które mogą powodować poważne straty materialne, dotkliwe zarówno dla samorządów miast, jak i mieszkańców. Zasklepienie gruntu i zmniejszanie się areалу terenów czynnych biologicznie jest przyczyną pogarszania się warunków aerasanitarnych miasta. Tereny nieuszczelnione, aktywne biologicznie zapewniają nie tylko optymalne retencjonowanie wody opadowej, tak istotne przy minimalizowaniu skutków powodzi miejskich, ale również regulują mikroklimat w mieście. Obecność zieleni wysokiej i niskiej gwarantuje lepszą jakość powietrza, niższą temperaturę i wyższą wilgotność. Rola regulacyjna zieleni jest nie do przecenienia, dlatego też poważnym zagrożeniem jest uszczuplanie terenów zielonych w mieście i fragmentacja przestrzenna naturalnych ekosystemów miejskich. Funkcje jakie pełni zieleń w mieście nazywane są usługami ekosystemowymi i mieszczą się w kilku grupach [76]. Tereny przyrodnicze w mieście regulują klimat, oczyszczają i nawilżają powietrze, chroniąc przed stresem cieplnym, stanowią istotne zabezpieczenie przeciwpowodziowe dzięki zdolności retencjonowania wody, a także przyczyniają się do jej oczyszczania (istotną rolę w tym procesie pełnią tereny podmokłe i bagna). Obszary zielone – naturalne i seminaturalne – są również siedliskami dla wielu gatunków fauny naszego regionu i wraz z nią kształtują jego bioróżnorodność. Z tego względu zróżnicowane tereny, tworzące kapitał przyrodniczy Aglomeracji Górnośląskiej, stanowią istotną przeciwwagę do terenów zasklepionych i powinny być chronione przed presją inwestycyjną oraz fragmentacją przestrzenną (Rys. 31). Procesy zasklepiania gruntów stanowią niebezpieczeństwo zachwiania równowagi w systemach przyrodniczych, a to w konsekwencji może prowadzić do ograniczenia ich zdolności radzenia sobie z zagrożeniami wynikającymi ze zmian klimatu.

### **Suburbanizacja**

Zjawiskiem powiązanym ściśle z problemem uszczelniania gruntów jest suburbanizacja i często łączony z nią proces rozlewania się miast. Historycznie początki suburbanizacji wiążą się z początkami transportu publicznego, w tym komunikacji szynowej i transportu indywidualnego, duży udział miał tu znaczny wzrost liczby samochodów prywatnych. Rozwój motoryzacji stał się impulsem do rozwoju terenów podmiejskich i kształtowania na nich zabudowy jednorodzinnej często o niskiej intensywności, co w konsekwencji uruchomiło procesy funkcjonalnego zlepiania się obszarów podlegających suburbanizacji z miastem. Mieszkanie w domu jednorodzinnym z ogrodem, było i jest nadal ważnym wyznacznikiem statusu ekonomicznego i społecznego w naszym kraju.

W Polsce suburbanizacja jest wyrazem niezaspokojonego głodu mieszkaniowego połączonego z kiepskim standardem mieszkań, zarówno tych w starych zasobach mieszkaniowych, jak i w blokowiskach z lat 70. i 80. ubiegłego wieku. W naszym regionie,

Rys. 31. Tereny zielone Konurbacji Górnośląskiej



Źródło: opracowanie własne, 2016.

podobnie jak w innych dużych ośrodkach miejskich, zabudowywanie strefy podmiejskiej pojawiło się jako jeden ze skutków transformacji ustrojowej dzięki mniejszej kontroli i egzekucji zapisów planów miejscowych lub ich braku dla niektórych terenów oraz jako rezultat zwiększonej dostępności tanich działek budowlanych. Otaczające miasta tereny wiejskie zaczęły być dynamicznie zagospodarowywane, co powodowało poszerzanie strefy podmiejskiej, charakteryzującej się rozproszoną zabudową i nieefektywną siecią systemu transportowego, a także często brakiem infrastruktury technicznej i społecznej uzupełniającej funkcje mieszkaniowe [77]. Niekontrolowana suburbanizacja w Polsce jest jedną z głównych przyczyn uszczelniania terenów miejskich. Jest również procesem widocznym na obszarze Górnośląsko-Zagłębiowskiej Metropolii. Co więcej zasięg procesów suburbanizacyjnych wykracza poza granice centralnego obszaru GZM i obejmuje tereny zewnętrzne, w tym tereny naturalne i seminaturalne. Centra miast szczególnie tych historycznie związanych z przemysłem ciężkim tracą swoją atrakcyjność jako obszary mieszkaniowe. Natomiast tereny podmiejskie, a nawet obszary do tej pory postrzegane jako tereny wiejskie zostają zagospodarowywane nowymi osiedlami zabudowy jednorodzinnej. Przykładowo taką funkcję pełnią południowe dzielnice Katowic: Piotrowice, Zarzecze, Podlesie, Kostuchna. Każde miasto Aglomeracji ma w swoich granicach lub w bezpośrednim sąsiedztwie tak zagospodarowane suburbia. Dodatkowo procesy suburbanizacji prowadzą do stopniowego uszczuplania obszarów przyrodniczych stanowiących podstawę do kształtowania błękitno-zielonej infrastruktury obszaru metropolitalnego.

Do uszczelnienia przyczynia się także rozwój nowych terenów produkcyjnych i centrów logistycznych oraz rozwój terenów usługowych, szczególnie wielkopowierzchniowych centrów handlowych, które będąc same w sobie dużymi obiektami budowlanymi posiadają towarzyszące im rozległe powierzchnie parkingów oraz rozbudowaną infrastrukturę komunikacyjno-transportową.

### **Skutki procesów uszczelniania gruntów na obszarach zurbanizowanych**

Uszczelnienie gruntów i wzrost powierzchni nieprzepuszczalnych należą do czynników wzmacniających negatywne skutki zmian klimatu. Negatywne skutki tych procesów dzielą się na funkcjonalno-przestrzenne, środowiskowe oraz ekonomiczno-społeczne. W kontekście zmian klimatu uszczelnienie gruntów postrzegane jest przede wszystkim jako czynnik wzmacniający zaburzenia metabolizmu miejskiego. W bilansie wodnym spada retencyjność obszaru, a przez wzrost spływu powierzchniowego wzrasta zagrożenie podtopieniami i powodzią miejską. Spadek udziału powierzchni biologicznie czynnych i zanikanie naturalnych ekosystemów ogranicza możliwości regulacji temperatury i wilgotności na obszarach miejskich, co podnosi narażenie ich mieszkańców na fale upałów i działanie MWC. Tereny uszczelnione poprzez strukturę i intensywność zabudowy oraz brak powierzchni czynnych biologicznie ograniczają możliwość naturalnej wentylacji miasta przez pełniące taką rolę kliny napowietrzające oraz tereny regeneracji powietrza.

## Podsumowanie

Struktura przestrzenna centralnego obszaru GZM oraz uwarunkowania historyczne jego rozwoju są jedną z przyczyn wysokiego poziomu uszczelnienia terenów w tym obszarze. Zjawisko to jest niekorzystne z wielu powodów, wśród których bardzo istotnym jest to, że przyczynia się do szeregu zagrożeń związanych ze zmianami klimatu.

- Uszczelnienie gruntów jest istotnym czynnikiem wzmacniającym negatywne skutki zmian klimatu. Ma między innymi udział w tworzeniu miejskiej wyspy ciepła. Uszczelnione/zasklepione powierzchnie wpływają również na bilans wodny w mieście, co oznacza, że działania związane z gospodarką wodną powinny być zintegrowane z rozwiązaniami z zakresu planowania przestrzennego ukierunkowanymi na ograniczanie zasklepiania gruntu.
- Ograniczanie presji inwestycyjnej i zajmowania terenów niezabudowanych pod nowe funkcje produkcyjne, usługowe i mieszkaniowe powinno być strategią obowiązującą w odpowiedzialnym zarządzaniu obszarami zurbanizowanymi, takimi jak obszar centralny GZM.
- Wielokrotne użytkowanie terenów zurbanizowanych, w tym przekształcanie i zagospodarowanie terenów przemysłowych oraz zdegradowanych do nowych funkcji miejskich jest kierunkiem zgodnym z zasadami gospodarki obiegu zamkniętego i dającym równocześnie szansę na ochronę terenów niezasklepiionych i czynnych biologicznie. Celowe jest zwiększenie ochrony gleb miejskich szczególnie w strefach podmiejskich jako naturalnego potencjału miasta, co dodatkowo podnosi jego odporność na zmiany klimatu.
- Systemowe kształtowanie błękitno-zielonej infrastruktury w nawiązaniu do historycznej koncepcji zielonego pierścienia wokół obszaru Aglomeracji (Leśny Pas Ochronny Górnośląskiego Okręgu Przemysłowego) oraz koncepcji ekologicznego systemu obszarów chronionych (ESOCH) wzmocni potencjał adaptacyjny GZM.
- Wzmocnienie roli planowania przestrzennego w zapobieganiu niekontrolowanej suburbanizacji i presji inwestycyjnej na wolne tereny pozwoli na odpowiedzialne i świadome kształtowanie adaptacyjności miast Aglomeracji, a tym samym stworzy ramy do odpowiedzialnej polityki przestrzennej realizowanej w całym obszarze GZM.

# **7. CHARAKTERYSTYKA ZJAWISKA POWIERZCHNIOWEJ MIEJSKIEJ WYSPY CIEPŁA NA OBSZARZE AGLOMERACJI GÓRNOŚLĄSKIEJ**

---

## **Streszczenie**

W rozdziale przedstawiono zastosowanie pośredniej metody wyznaczania cech powierzchniowej miejskiej wyspy ciepła w miastach Aglomeracji Górnośląskiej na podstawie analizy zdjęć termalnych z satelity Landsat za okres 2015-2017. Omówiono sposoby interpretacji tych obrazów w zależności od potrzeb określania intensywności oddziaływania PMWC na różne elementy przestrzeni miejskiej i mieszkańców oraz definiowania działań adaptacyjnych dotyczących komfortu termicznego populacji wrażliwych oraz kształtowania błękitno-zielonej infrastruktury.



## Wprowadzenie

Miejska wyspa ciepła definiowana jest jako zjawisko klimatyczne polegające na występowaniu podwyższonej temperatury powietrza w mieście w stosunku do otaczających je terenów peryferyjnych (niezabudowanych). Jest to zjawisko dynamiczne, charakteryzujące się dużą zmiennością dobową i roczną. Jej zasięg związany jest ze strukturą i intensywnością zabudowy miasta. Badania obejmujące ciepłą część roku (kwiecień-październik) wykazują największe odchylenia temperatury powietrza względem stacji referencyjnych występujące na terenach zabudowy – zarówno luźnej, jak i zwartej, i wynoszą przeciętnie od 0,5°C do 1,0°C [78].

Najwyższa temperatura występuje w śródmieściu i jego okolicach, co jest związane z przeważającą obecnością zabudowy zwartej. Nieco wyższa temperatura powietrza niż na stacjach referencyjnych, występuje na obszarach o zabudowie luźnej, natomiast w lasach, na terenach otwartych oraz w parkach odchylenie temperatury powietrza od wartości zanotowanej na stacjach jest bliskie zeru, co oznacza mało znaczącą różnicę w stosunku do stacji meteorologicznej (brak miejskiej wyspy ciepła). Z badań wynika, że różnice między temperaturą w mieście i poza miastem są największe podczas pogody wyżowej, przy słabym wietrze i braku zachmurzenia [79, 80]. Wzrost prędkości wiatru zmniejsza szanse na gromadzenie się zapasów ciepła w mieście. Ze względu na stosowaną metodę identyfikacji różnic temperatury pomiędzy miastem, a otoczeniem można wyróżnić [79]:

- **atmosferyczną wyspę ciepła** (ang. *Atmospheric Urban Heat Island*) – identyfikowaną na podstawie pomiaru temperatury powietrza. Informacja o temperaturze powietrza uzyskiwana jest w trakcie bezpośrednich pomiarów naziemnych wykonywanych za pomocą termometru lub czujnika temperatury powietrza w wybranym punkcie na wysokości ok. 2 m nad gruntem lub mobilnie (czujnik przymocowany np. do samochodu lub roweru). Pomiar in situ jest precyzyjny, ale nie daje możliwości uzyskania informacji ciągłej przestrzennie, pozwalając jedynie na monitorowanie wartości temperatury w wybranych lokalizacjach.
- **powierzchniową wyspę ciepła** (ang. *Surface Urban Heat Island*) – identyfikowaną na podstawie pomiaru temperatury powierzchni. Informacja o temperaturze powierzchni (grunt, dachy budynków, korony drzew itd.) pozyskiwana jest z lotniczych i satelitarnych obrazów termalnych. Niewątpliwą zaletą pomiaru teledetekcyjnego jest możliwość otrzymania informacji o dużej rozdzielczości przestrzennej, a także jednoczesnego zobrazowania termicznego dużego obszaru.

Podstawowe charakterystyki atmosferycznej i powierzchniowej miejskiej wyspy ciepła przedstawiono w Tabeli 9.

W Polsce badania nad wyznaczaniem zasięgu i intensywności występowania miejskich wysp ciepła zintensyfikowane zostały na początku XXI wieku. Zostały one wykonane m.in. dla Warszawy, Krakowa, Poznania [79, 80]. Dla Aglomeracji Górnośląskiej



Tabela 9. Cechy powierzchniowej i atmosferycznej miejskiej wyspy ciepła

<b>Miejska wyspa ciepła</b>	<b>Powierzchniowa</b>	<b>Atmosferyczna</b>
Czas występowania	<ul style="list-style-type: none"> <li>występuje w dzień i w nocy</li> <li>najbardziej intensywna w ciągu dnia</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>w dzień może być niewielka lub nie występować wcale</li> <li>najbardziej intensywna w nocy i o świcie</li> </ul>
Intensywność	<p>Największa przestrzenna i dobowa zmienność temperatury</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>w dzień: 10–15°C</li> <li>w nocy: 5–10°C</li> </ul>	<p>Najmniejsza przestrzenna i dobową zmienność temperatury</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>w dzień: -1–3°C</li> <li>w nocy: 7–12°C</li> </ul>
Metoda identyfikacji	<p>pomiary pośrednie:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>teledetekcja</li> </ul>	<p>pomiary bezpośrednie:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>stacje meteorologiczne</li> <li>pomiary mobilne</li> </ul>
Sposób przedstawiania	<ul style="list-style-type: none"> <li>zdjęcia termalne</li> <li>mapy izoterm</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>mapy izoterm</li> </ul>

Źródło: [81].

badania podjęto dopiero w 2017 roku, kiedy rozpoczęto prace nad opracowaniem miejskich planów adaptacji do zmian klimatu dla 44 miast powyżej 100 tys. mieszkańców w Polsce [82].

### Metodyka

Wyznaczenie zasięgu miejskich wysp ciepła dla miast Aglomeracji Górnośląskiej było wyzwaniem z uwagi na rozległy zasięg przestrzenny miast, zróżnicowanie użytkowania terenu w ich obrębie oraz brak szczegółowych danych z odpowiednio gęstej sieci stacji klimatologicznych. W związku z powyższym dla całego obszaru nie można było wyznaczyć atmosferycznej miejskiej wyspy ciepła na podstawie pola temperatury powietrza w danym mieście. Jedynym możliwym podejściem było wykorzystanie teledetekcji i opracowanie zdjęć termiki podłoża, a następnie na ich podstawie opracowanie map izoterm powierzchni i charakterystykę archipelagu miejskich wysp ciepła na terenie Aglomeracji Górnośląskiej.

Określeniu przestrzennego rozkładu terenów o podwyższonej temperaturze powierzchni gruntu, tworzących powierzchniową miejską wyspę ciepła służy analiza zdjęć satelitarnych pochodzących z satelitów Landsat (4-5 TM, 7 ETM+, 8OLI). Satelita używa sensora TIRS (Thermal Infrared Sensor), który generuje obrazy termalne w rozdzielczości 4-5 TM: 120 m, 7 ETM+: 60 m i 100 m. Zdjęcia poddawane są obliczeniom temperatury kinetycznej powierzchni (°C) na podstawie jasności zdjęcia.

Tak przygotowane zdjęcia są na siebie nakładane i w rezultacie wskazują one obszary problemowe, czyli emitory ciepła. Do emitorów ciepła zalicza się centra miast, tereny zabudowy zwartej, obszary przemysłowe i poprzemysłowe (np. hałdy pogórnice), sieć drogową czy też odkryte gleby w szczególności na terenach rolniczych. Oprócz obszarów problemowych zdjęcia termalne doskonale obrazują relatywnie chłodne obszary w mieście, czyli lasy, obszary zielone lub zbiorniki wodne.

Utworzenie mapy rozkładu temperatury kinetycznej powierzchni stanowi pierwszy krok w ustaleniu zasięgu PMWC. W określeniu zasięgu przestrzennego PMWC stosuje się analizę dystrybuanty temperatury powierzchni terenu. W wyniku tej analizy ustala się temperaturę graniczną, od której obserwujemy zwiększony przyrost temperatury kinetycznej powierzchni. Ta temperatura graniczna stanowi minimalną temperaturę PMWC. Temperaturę graniczną ustala się oddzielnie dla każdego miasta. Na podstawie temperatury granicznej wyznacza się obszar PMWC, a w oparciu o zasięg PMWC można określić wielkość populacji narażonej na ponadprzeciętnie wysokie temperatury powietrza oraz ustalić ryzyko wystąpienia niepożądanych efektów zdrowotnych wynikające z narażenia na wysokie temperatury.

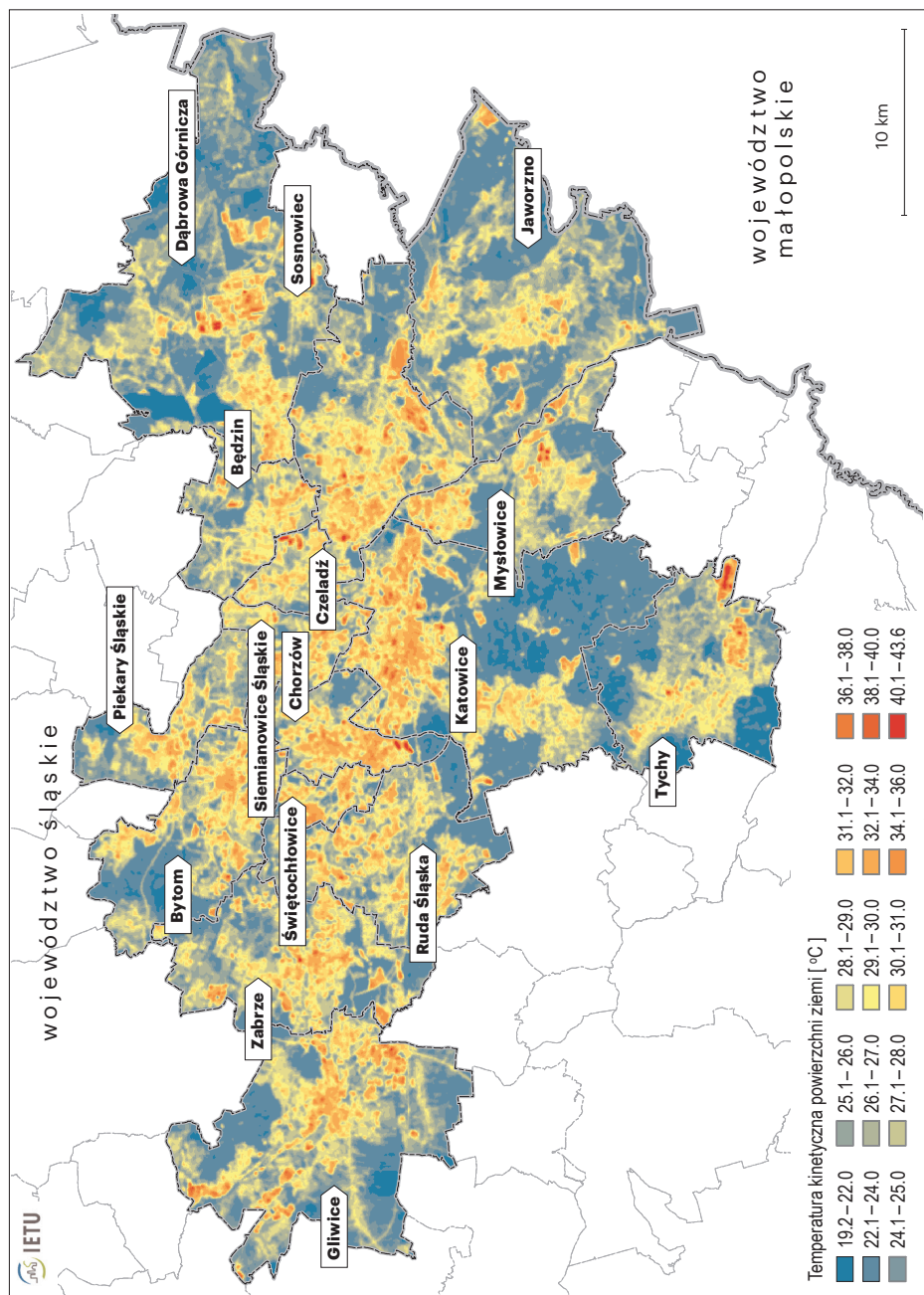
We wcześniejszych pracach dla miast Aglomeracji Górnośląskiej, jak i dla innych dużych miast, zastosowano nieco inne podejście. Temperaturę graniczną uzależniono od temperatury środkowej dla danego miasta, odchylenia standardowego średniej temperatury oraz wskaźnika zależnego od procentowego udziału powierzchni sztucznych w granicach miasta (wersja 0) [82]. Generalnie ta metoda dostarcza niższych wartości temperatur granicznych w stosunku do metody opartej o rozkład dystrybuanty, co skutkuje tym, że w przypadku niektórych miast powierzchnia obszaru PMWC jest przeszacowana. W Piekarach Śląskich temperatura graniczna, obliczona tą metodą jest niższa o 3,86°C w stosunku do metody obliczeń bazującej na dystrybuancie (wersja I), co skutkuje tym, że obszar PMWC w tym mieście stanowiłby 39% jego powierzchni. Obejmowałby on także obszary, które zwykle nie tworzą wyspy ciepła, jak na przykład zabudowa rozproszona czy ogródki działkowe.

Do przygotowania zamieszczonych map wykorzystano dane Centralnego Ośrodka Dokumentacji Geodezyjnej i Kartograficznej, dane Banku Danych Obiektów Topograficznych w skali 1:10 000; dane Głównego Urzędu Statystycznego, dane Urzędu Miasta w Bytomiu, dane satelitów Landsat z lat 2015-2017 z miesięcy letnich (maj-sierpień). Wszystkie zamieszczone mapy sporządzono za pomocą licencjonowanego oprogramowania ArcMap firmy ESRI.

## Wyniki

Poniżej w tabeli oraz na mapie przedstawiono rozkład statystyczny i przestrzenny temperatury powierzchni ziemi w 16 miastach Aglomeracji Górnośląskiej (Rys. 32, Tabela 10). Wszystkie, zamieszczone w tabeli parametry statystyczne (wartość minimalna, maksymalna, zakres, średnia, odchylenie standardowe oraz wartości centralne) cechują się rozkładem normalnym. Świadczy to o tym, że pomimo istnienia różnic w wartościach temperatury pomiędzy miastami, stanowią one wyróżniającą się grupę terenów.

Rys. 32. Mapa temperatury kinetycznej powierzchni ziemi w miastach Aglomeracji Górnośląskiej



Źródło: opracowanie własne na podstawie zdjęć satelitarnych z lat 2015-2017

## 7. CHARAKTERYSTYKA ZJAWISKA POWIERZCHNIOWEJ MIEJSKIEJ WYSPY CIEPŁA NA OBSZARZE AGLOMERACJI GÓRNOŚLĄSKIEJ

Tabela 10. Zmienność temperatury powierzchni w 16 miastach Aglomeracji Górnośląskiej w °C

Miasto	Temperatura minimalna	Temperatura maksimum	Różnica temperatur	Temperatura średnia	Odchylenie standardowe	Wartość środkowa
Będzin	22,25	39,15	16,91	27,64	2,48	30,70
Bytom	21,13	40,10	18,96	27,03	3,25	30,61
Chorzów	21,23	43,63	22,41	28,24	3,57	32,43
Czeladź	22,77	42,72	19,95	28,49	2,61	32,74
Dąbrowa Górnicza	19,17	42,81	23,64	25,75	3,04	30,99
Gliwice	20,05	40,74	20,69	26,59	3,18	30,40
Jaworzno	20,61	39,01	18,40	25,85	2,62	29,81
Katowice	20,87	42,24	21,38	26,19	3,73	31,55
Mysłowice	21,45	42,29	20,84	26,85	2,99	31,87
Piekary Śląskie	21,11	35,77	14,66	27,37	2,70	28,44
Ruda Śląska	20,95	40,08	19,14	27,09	2,98	30,51
Siemianowice Śląskie	22,44	38,37	15,93	28,38	2,49	30,41
Sosnowiec	21,31	41,81	20,50	27,92	3,08	31,56
Świętochłowice	22,29	37,90	15,61	28,86	2,90	30,10
Tychy	19,65	43,62	23,97	25,96	3,40	31,63
Zabrze	21,65	42,47	20,81	27,21	2,96	32,06
Średnia	21,18	40,79	19,61	27,21	3,00	30,99

Źródło: obliczenia własne.

Spośród 16 analizowanych miast najniższą temperaturę powierzchni stwierdzono na obszarze Dąbrowy Górniczej (19,2°C), najwyższą zaś, na obszarze Chorzowa (43,6°C). Najszerszy zakres temperatur (różnica pomiędzy temperaturą maksymalną a minimalną) zanotowano w Tychach (23,97°C), najwęższy zaś w Piekarach Śląskich (14,66°C).

Najwyższą średnią temperaturę powierzchni, spośród 16 analizowanych miast cechują się Świętochłowice (28,86°C), najniższą Dąbrowa Górnicza (25,75°C). Z kolei najwyższą wartość środkową temperatury powierzchni ziemi zaobserwowano w Czeladzi (32,74°C), a najniższą w Piekarach Śląskich (28,44°C).

W celach porównawczych w Tabeli 11 zamieszczono także temperatury graniczne (wersja 0), obliczone pierwotną metodą, bazującą na wartościach temperatur centralnych, odchyleniu standardowym i udziale powierzchni sztucznych. Średnie wartości temperatur granicznych obliczone obiema metodami różnią się przeciętnie o 1,2°C

Tabela 11. Wynik jednoczynnikowej analizy wariancji w zależności od metody wyznaczania temperatur granicznych

Metoda obliczania temperatury granicznej			Średnia	Odchylenie standardowe	Wariancja
PMWC [°C]		Liczba			
Wersja O*		16	30,48	1,048	1,098
Wersja I**		16	31,68	0,852	0,726
Łącznie		32	31,09	1,127	1,252
Źródło zmienności	Suma kwadratów	Stopnie swobody	Średnia kwadratów	F Statystyki	P
Wersja O vs. wersja I	11,46	1	11,46	12,56	0,00131
W obrębie obu wersji	27,37	30	0,912	-	-
Łącznie	38,82	31	-	-	-

Źródło: obliczenia własne

\*Metoda obliczania temperatury granicznej w oparciu o wartość środkową temperatury i odchylenie standardowe średniej temperatury dla danego miasta oraz wskaźnik procentowego udziału powierzchni sztucznych w granicach miasta.

\*\*Metoda obliczania temperatury granicznej bazująca na dystrybuancie.

i po wykonaniu jednoczynnikowej analizy wariancji można stwierdzić, że obserwowana różnica jest istotna statystycznie.

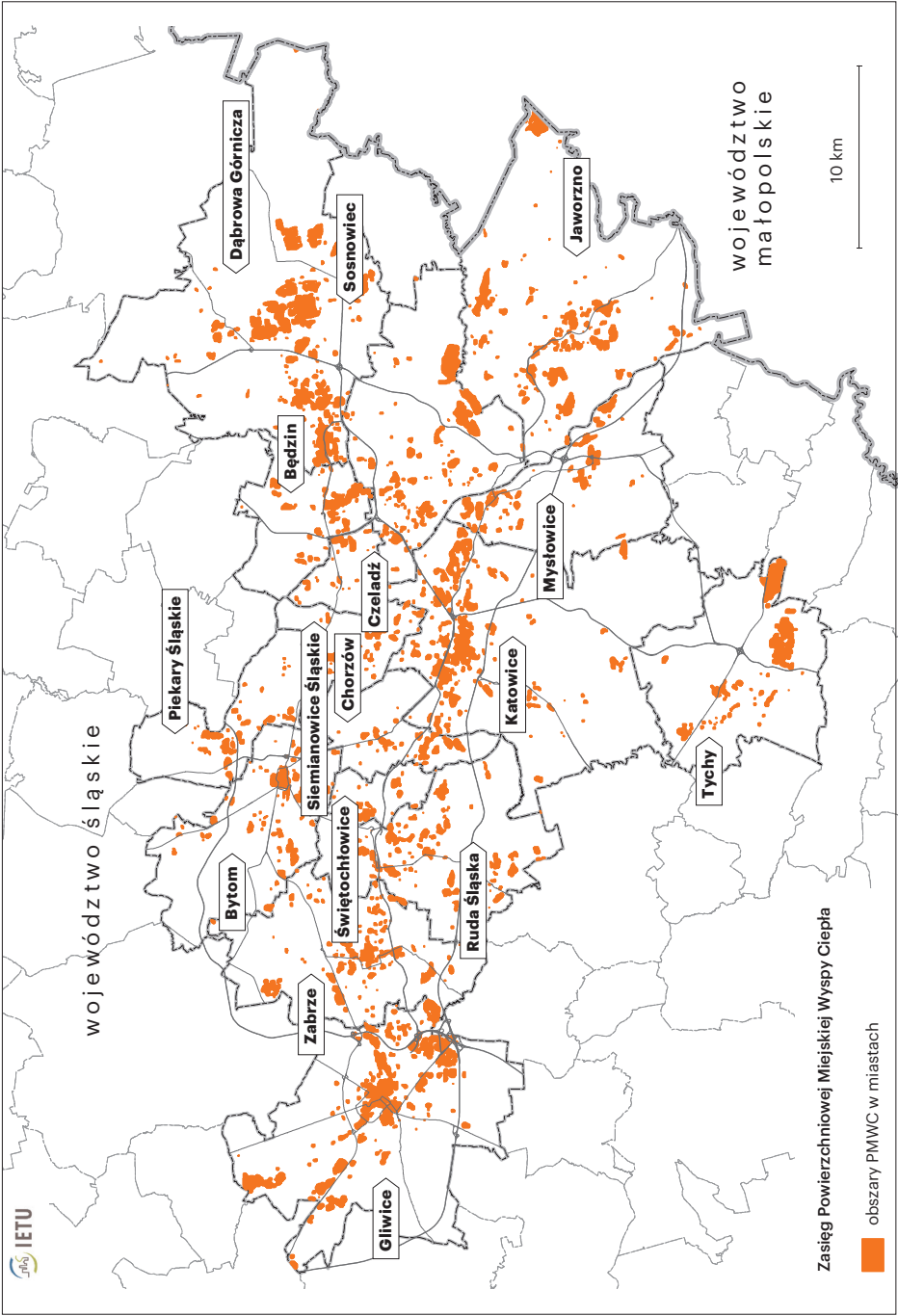
Analiza mapy archipelagu PMWC wykazuje, iż powierzchniowe wyspy ciepła związane są z obszarami kompleksów przemysłowych, logistycznych, handlowych oraz ze zwartą zabudową centrów miast (Rys. 33). Całkowita powierzchnia archipelagu PMWC w Aglomeracji Górnośląskiej wynosi około 8 330 ha (6,6% powierzchni 16 miast).

Miastem o najwyższym udziale PMWC w całkowitej jego powierzchni są Gliwice (9,1%), a o najniższym udziale, niemal dwa razy mniejszym, jest miasto Piekary Śląskie (4,7%). Miastami o największej powierzchni PMWC są: Dąbrowa Górnicza (1 384 ha) oraz Gliwice (1 220 ha), zaś miastami o najmniejszej powierzchni PMWC są Czeladź i Świętochłowice (poniżej 100 ha). Na podstawie wyników testu Shapiro-Wilka do badania normalności rozkładu statystycznego [83] stwierdzono, że zarówno udziały PMWC w powierzchniach poszczególnych miast, jak i temperatury wyznaczające zasięg występowania PMWC w 16 miastach Aglomeracji Górnośląskiej, cechują się rozkładem normalnym.

Najwyższą izotermą graniczną cechuje się Chorzów (33,3°C), najniższą zaś Jaworzno (30,3°C). Średnia temperatura izoterm granicznych wynosi 31,7°C (Tabela 12).

Dla zobrazowania zmian temperatury powierzchni ziemi na obszarze Aglomeracji Górnośląskiej w zależności od form jej użytkowania, wg CLC [84], profil przestrzennego rozkładu temperatury przedstawiono w transekcji Chorzów – Siemianowice

Rys. 33. Archipelag powierzchniowych miejskich wysp ciepła w miastach Aglomeracji Górnośląskiej



Źródło: opracowanie własne na podstawie zdjęć satelitarnych z lat 2015-2017.

Tabela 12. Wartości izoterm granicznych oraz powierzchnie PMWC w 16 miastach Aglomeracji Górnośląskiej

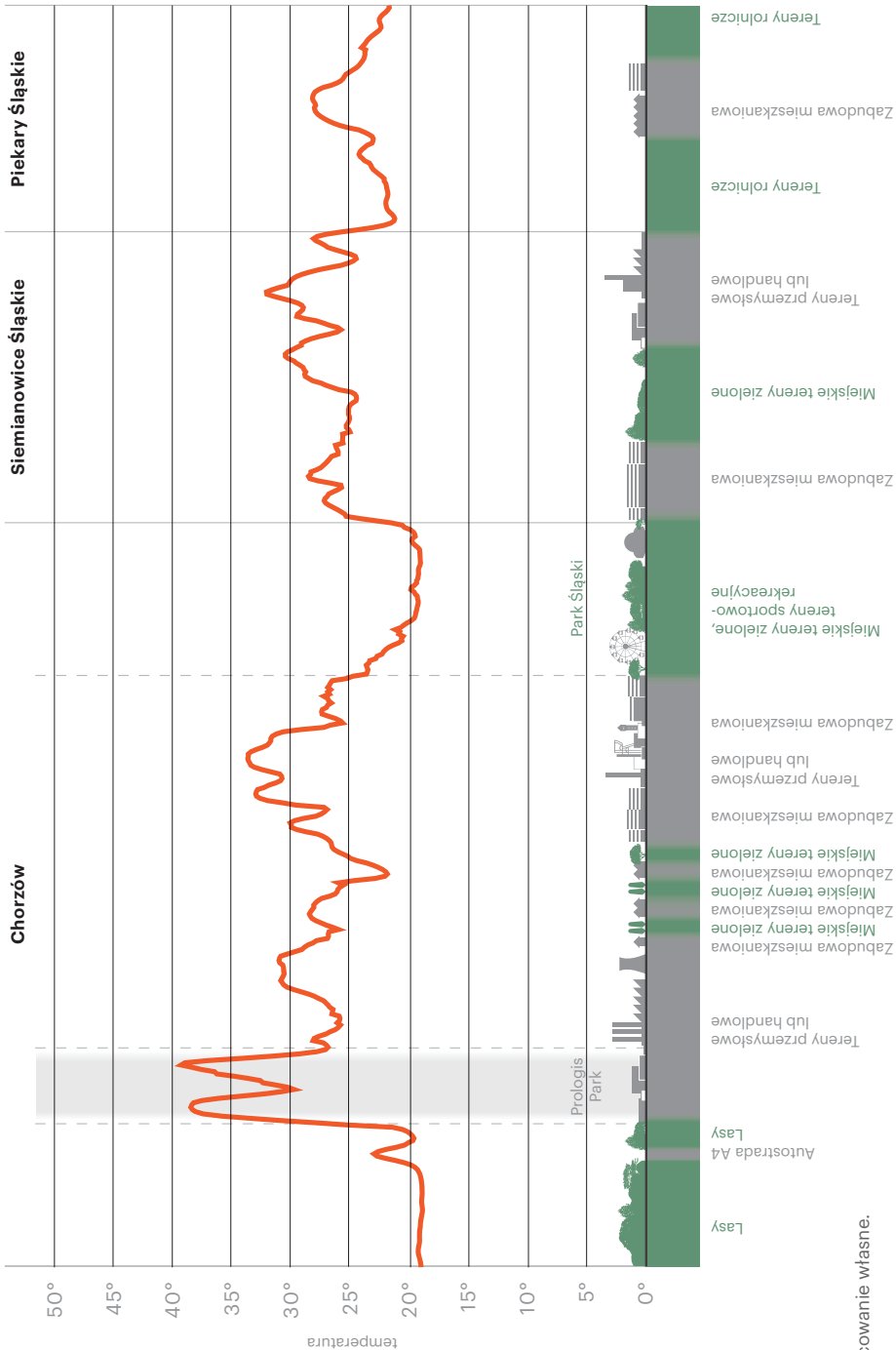
Miasto	Izoterma graniczna PMWC [°C]	Obszar PMWC [ha]	Odsetek obszaru PMWC [%]	Izoterma graniczna wersja 0* [°C]
Będzin	30,920	291,51	7,81	30,203
Bytom	32,054	366,30	5,28	29,955
Chorzów	33,332	181,35	5,45	31,609
Czeladź	31,881	89,19	5,46	32,234
Dąbrowa Górnicza	30,473	1383,84	7,34	30,577
Gliwice	31,071	1220,49	9,13	30,755
Jaworzno	30,319	848,07	5,57	29,520
Katowice	32,215	973,80	5,92	30,872
Mysłowice	31,565	373,50	5,70	31,392
Piekary Śląskie	31,848	188,55	4,74	27,985
Ruda Śląska	31,569	463,77	5,99	29,933
Siemianowice Śląskie	31,971	160,65	6,31	29,885
Sosnowiec	32,253	644,58	7,08	30,835
Świętochłowice	33,092	84,60	6,36	29,346
Tychy	30,689	533,52	6,53	31,180
Zabrze	31,653	525,69	6,55	31,477
<b>Razem</b>	-	<b>8 328,78</b>	-	-
<b>Średnia</b>	<b>31,682</b>	-	<b>6,56</b>	<b>30,485</b>

Źródło: Obliczenia własne.

\*Metoda obliczania temperatury granicznej w oparciu o wartość środkową temperatury i odchylenie standardowe średniej temperatury dla danego miasta oraz wskaźnik procentowego udziału powierzchni sztucznych w granicach miasta.

Śląskie – Piekary Śląskie (Rys. 34). Transekt rozpoczyna się w południowej części Chorzowa, przebiega przez tereny leśne w pobliżu Uroczyska Buczyzna, przez dzielnice Chorzowa Batory i Centrum, następnie Park Śląski, przez dzielnice Siemianowice Śląskie – Bytków i Michałkowice oraz Piekary Śląskie, dzielnicę Dąbrówka Wielka, aż po granicę z Wojkowicami. Duża zmienność temperatury powierzchni ziemi jest wynikiem zróżnicowanego użytkowania terenu Aglomeracji Górnośląskiej, w której tereny przemysłowe sąsiadują z terenami zabudowy mieszkaniowej, lasami itp. Szczególną uwagę zwraca fragment terenu centrum spedycyjno-logistycznego w Chorzowie charakteryzujący się

Rys. 34. Profil przestrzennego rozkładu temperatury powierzchni w zależności od kategorii użytkowania terenu w transekcji Chorzów – Siemianowice Śląskie – Piekary Śląskie



Źródło: opracowanie własne.



bardzo wysokimi temperaturami co spowodowane jest dużym uszczelnieniem terenu i znaczną powierzchnią dachów. Tereny zabudowy mieszkaniowej cechują się występowaniem stosunkowo wysokich temperatur. Natomiast niższe temperatury występują na terenach leśnych, w granicach Parku Śląskiego i terenach miejskiej zieleni urządzonej.

### **Wielkość populacji w zasięgu oddziaływania PMWC**

Mapa archipelagu powierzchniowych miejskich wysp ciepła stanowi informację, na podstawie której możliwe jest określanie wielkości populacji potencjalnie narażonej na nadmiernie podwyższone temperatury powietrza. W tym celu mapę tę nakłada się na mapę rozmieszczenia populacji, lub też w miarę możliwości, na mapy populacji wrażliwych (np. dzieci < 5 roku życia, osób powyżej 65 roku życia).

Analizę ryzyka wystąpienia niepożądanych efektów zdrowotnych wynikających z narażenia populacji mieszkańców na nadmiernie podwyższoną temperaturę powietrza wykonano dla wybranych miast Aglomeracji Górnośląskiej. W analizie uwzględniono 90-metrowy bufor, który stanowi trzykrotną wielkość komórki udostępnianego zobrażenia satelity Landsat.

Dla miast tych Instytut Ekologii Terenów Uprzemysłowionych zastosował opracowaną w ramach prac własnych metodykę tworzenia modelu gęstości zaludnienia. W modelu tym wyznacza się położenie pojedynczych mieszkańców wykorzystując do tego numeryczną mapę budynków mieszkalnych, informację o liczbie kondygnacji, powierzchni rzutu budynku oraz liczbie mieszkańców gminy lub dzielnicy na podstawie danych GUS lub danych danego miasta. Informację o położeniu pojedynczych mieszkańców agreguje się w przestrzennej sieci kwadratów o boku 100 m. Ze względu na złożoność i pracochłonność tworzenia modelu gęstości zaludnienia, model ten utworzono jedynie dla 8 miast Aglomeracji Górnośląskiej. Wyniki tej analizy przedstawia Tabela 13.

W 8 wybranych miastach Aglomeracji Górnośląskiej łączna liczba mieszkańców wynosi 1 161 tys. osób. W zasięgu oddziaływania PMWC znajduje się prawdopodobnie około 290 tys. mieszkańców, co stanowi niemal jedną czwartą populacji tych 8 miast.

Największy odsetek osób potencjalnie narażonych znajduje się w Dąbrowie Górniczej (38%), natomiast w wartościach bezwzględnych, najwięcej takich osób znajduje się w Katowicach (około 71 tys. mieszkańców).

Uszczegółowiony, przestrzenny zasięg oddziaływania podwyższonej temperatury wynikającej z występowania PMWC określono dla Bytomia i Dąbrowy Górniczej. Izoterma graniczna PMWC dla Bytomia wynosi 32,05°C, a obszar PMWC wynosi około 366 ha, co stanowi 5,28% powierzchni całego miasta. Na obszarze Bytomia występowanie PMWC uwarunkowane jest istnieniem terenów przemysłowych, poprzemysłowych, centrów handlowych oraz zwartej zabudowy mieszkaniowej przede wszystkim usytuowanej w Śródmieściu (Rys. 35).

Z kolei izoterma graniczna PMWC dla Dąbrowy Górniczej wynosi 30,47°C, obszar PMWC wynosi około 1 384 ha, co stanowi 7,34% powierzchni miasta. Na obszarze Dąbrowy Górniczej widoczne jest występowanie PMWC na terenie kompleksu Huty

Tabela 13. Liczba mieszkańców potencjalnie narażonych na oddziaływanie PMWC w wybranych miastach Aglomeracji Górnośląskiej

Miasto	Ludność		Wielkość populacji w zasięgu PMWC	Odsetek populacji w zasięgu PMWC [%]
	Źródło danych	Liczba mieszkańców		
Bytom	[85]	157 351	37 775	24,01
Chorzów	[66]	109 757	29 462	26,84
Dąbrowa Górnicza	[66]	122 712	46 895	38,22
Katowice	[86]	285 143	70 940	24,88
Mysłowice	[66]	74 851	16 179	21,61
Ruda Śląska	[66]	139 844	32 398	23,17
Siemianowice Śląskie	[87]	63 898	19 989	31,28
Sosnowiec	[66]	207 381	36 287	17,50
<b>Suma / średnia</b>	-	<b>1 160 937</b>	<b>289 925</b>	<b>24,97</b>

Źródło: obliczenia własne.

ArcelorMittal Poland (dawna Huta Katowice), Zakładu Koksowniczego Przyjaźń oraz w obszarze zabudowy mieszkaniowej Śródmieścia, a także dzielnic Reden, Gołonóg i Ząbkowice (Rys. 36).

Na kolejnych dwóch mapach przedstawiono nałożone na siebie mapy numeryczne zasięgu PMWC oraz gęstości zaludnienia (Rys. 37 oraz Rys. 38). W przypadku obu analizowanych miast, widoczne jest narażenie populacji w centrach miast, co jest szczególnie niekorzystne, ponieważ poza funkcją mieszkaniową obszary te pełnią m.in. funkcje usługowe i komunikacyjne.

Zgodnie z danymi UM w Bytomiu, w roku 2016 w mieście tym mieszkało 157 351 osób. Ocenia się na podstawie ww. map, iż w zasięgu powierzchniowej miejskiej wyspy ciepła zamieszkuje 37 775 mieszkańców Bytomia, co stanowi 24% mieszkańców miasta. Większość (62,5%) osób narażonych na oddziaływanie podwyższonych temperatur związanych z występowaniem PMWC mieszka w Śródmieściu. Według wykonanych szacunków, prawdopodobnie 49% mieszkańców Śródmieścia Bytomia jest narażonych na oddziaływanie PMWC.

Natomiast zgodnie z danymi Głównego Urzędu Statystycznego pod koniec roku 2015 w Dąbrowie Górniczej mieszkało 122 712 osób. Ocenia się, że ponad 38% populacji tego miasta, to jest około 46 900 osób jest narażonych na oddziaływanie podwyższonych temperatur związanych z występowaniem PMWC. Większość (69%) osób narażonych na oddziaływanie PMWC jest mieszkańcami Śródmieścia oraz dzielnic Gołonóg i Reden. Ocenia się, że 66% mieszkańców tych dzielnic jest potencjalnie narażonych na oddziaływanie PMWC.

Występowanie miejskiej wyspy ciepła potęguje negatywne oddziaływanie wysokich temperatur na ludzi, a zasięg PMWC definiuje obszar bardzo wysokiego ryzyka oddziaływania wysokich temperatur na mieszkańców.

W przypadku Bytomia ocenia się, iż obszar ryzyka wysokiego w kontekście narażenia mieszkańców miasta na wysokie temperatury wynosi 1 535 ha, co stanowi 82% powierzchni terenów zamieszkałych. Natomiast obszar ryzyka bardzo wysokiego wynosi 336 ha, co z kolei stanowi 18% powierzchni terenów zamieszkałych (Rys. 39).

Z kolei w przypadku miasta Dąbrowa Górnicza, obszar ryzyka wysokiego wynosi 2 613 ha, co stanowi 74% powierzchni terenów zamieszkałych. Natomiast obszar bardzo wysokiego ryzyka wynosi 902 ha, co stanowi 26% powierzchni terenów zamieszkałych (Rys. 40).

### Podsumowanie

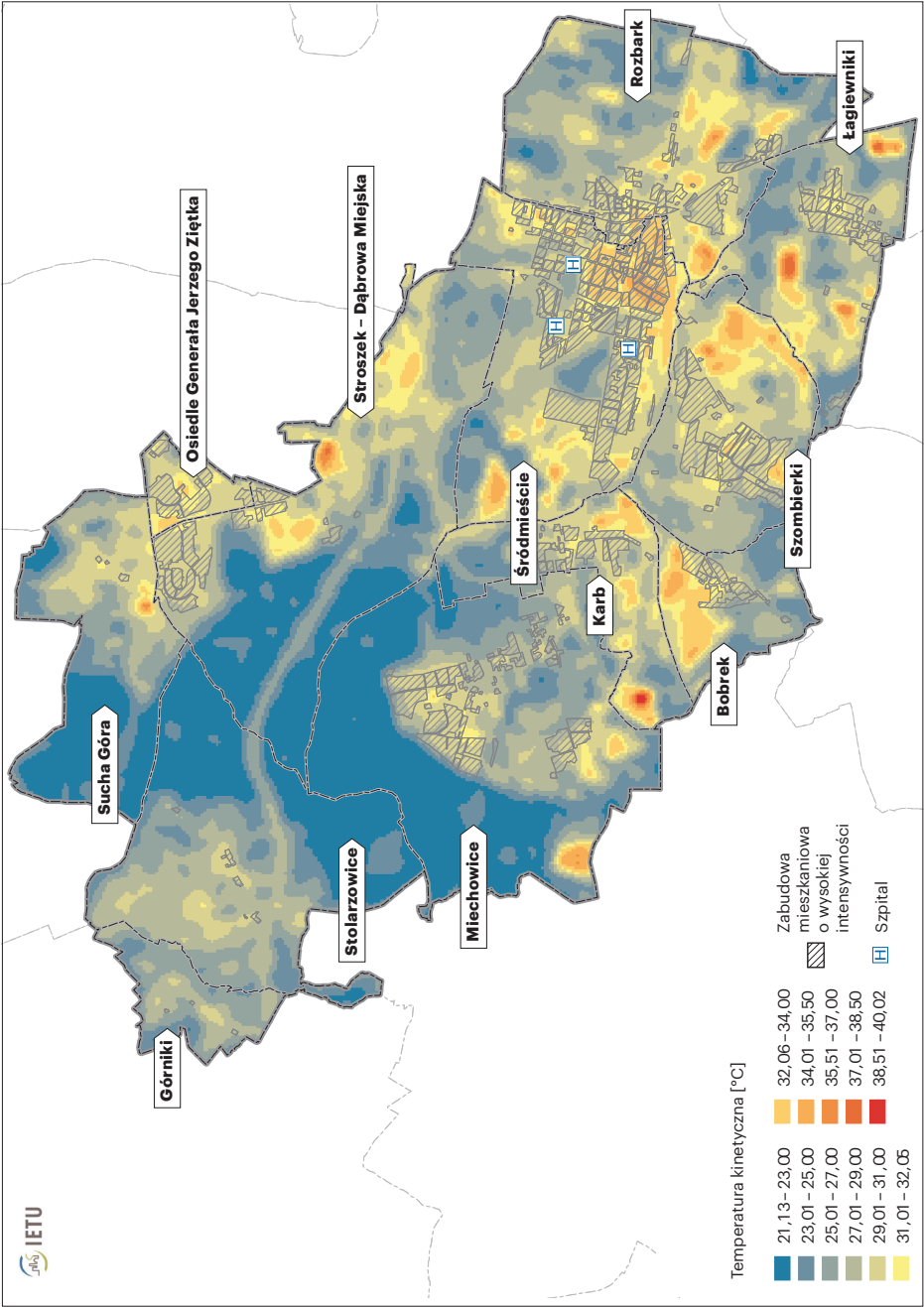
Zjawisko powierzchniowej miejskiej wyspy ciepła stanowi istotny element kształtujący mikroklimat miast, a w konsekwencji wpływa na komfort termiczny ich mieszkańców. Złożoność struktury przestrzennej tkanki miejskiej Aglomeracji Górnośląskiej oraz brak reprezentatywnej przestrzennie sieci stacji klimatologicznych uzasadnia wykorzystanie metod teledetekcji i analiz statystycznych oraz geostatystycznych do ustalenia intensywności i zasięgu miejskiej wyspy ciepła.

Przeprowadzona analiza na przykładzie miast Aglomeracji Górnośląskiej pozwala na wysunięcie następujących wniosków:

- Powierzchniowa miejska wyspa ciepła występuje wyraźnie na obszarach wszystkich miast Aglomeracji Górnośląskiej. Jej intensywność i zasięg przestrzenny różni się pomiędzy poszczególnymi miastami;
- W ustaleniu intensywności PMWC można zastosować zdjęcia satelitarne np. satelity Landsat;
- Mapy temperatury kinetycznej oraz znajdujące się na wyposażeniu pakietów GIS narzędzia analizy statystycznej i geostatystycznej pozwalają na precyzyjne wyznaczenie zasięgu PMWC w obrębie miast;
- Wpływ użytkowania terenu na zmienność przestrzenną temperatury powierzchni ziemi jest szczególnie widoczny na poprzecznym profilu temperatury powierzchni;
- Połączenie mapy zasięgu PMWC z mapą populacji mieszkańców miasta ułatwia wypracowanie optymalnych działań adaptacyjnych mających na celu przeciwdziałanie skutkom ekstremalnych zjawisk termicznych;
- Szacuje się, że w obrębie Aglomeracji Górnośląskiej zjawisko powierzchniowej miejskiej wyspy ciepła występuje na powierzchni 8 328,78 ha, co stanowi 6,56% jej powierzchni;
- Szacuje się, iż w obrębie wybranych 8 miast Aglomeracji Górnośląskiej w zasięgu PMWC mieszka około 290 tys. osób, co stanowi około 25% populacji tych miast.

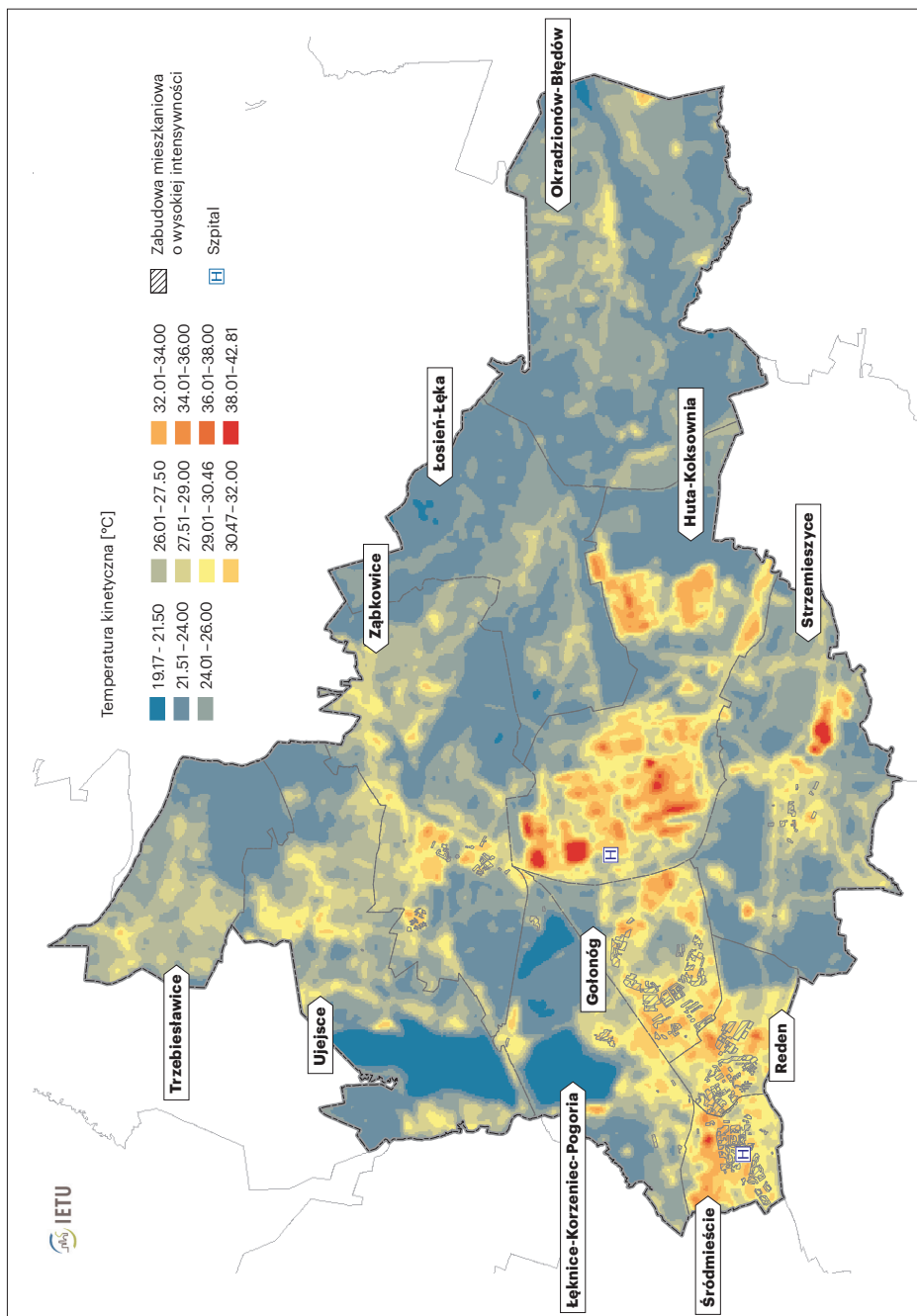
W celu ograniczenia ryzyka termicznego wynikającego ze zmian klimatu podobne analizy powinny być wykonane dla pozostałych miast Górnośląsko-Zagłębiowskiej Metropolii, a w drugiej kolejności, dla pozostałych miast województwa śląskiego.

Rys. 35. Rozkład przestrzenny temperatury powierzchni na obszarze Bytomia



Źródło: opracowanie własne.

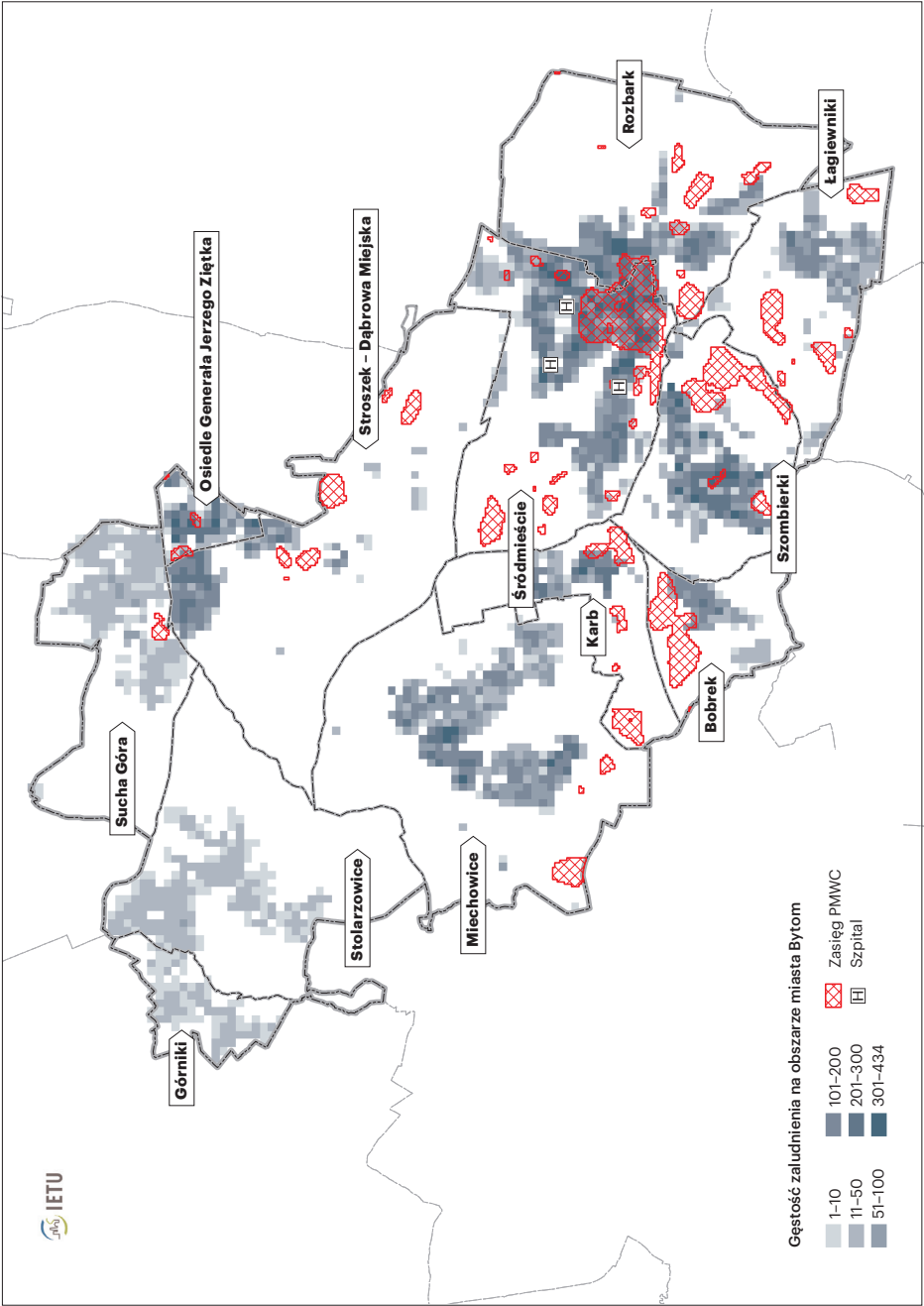
Rys. 36. Rozkład przestrzenny temperatury powierzchni na obszarze Dąbrowy Górniczej



Źródło: opracowanie własne.

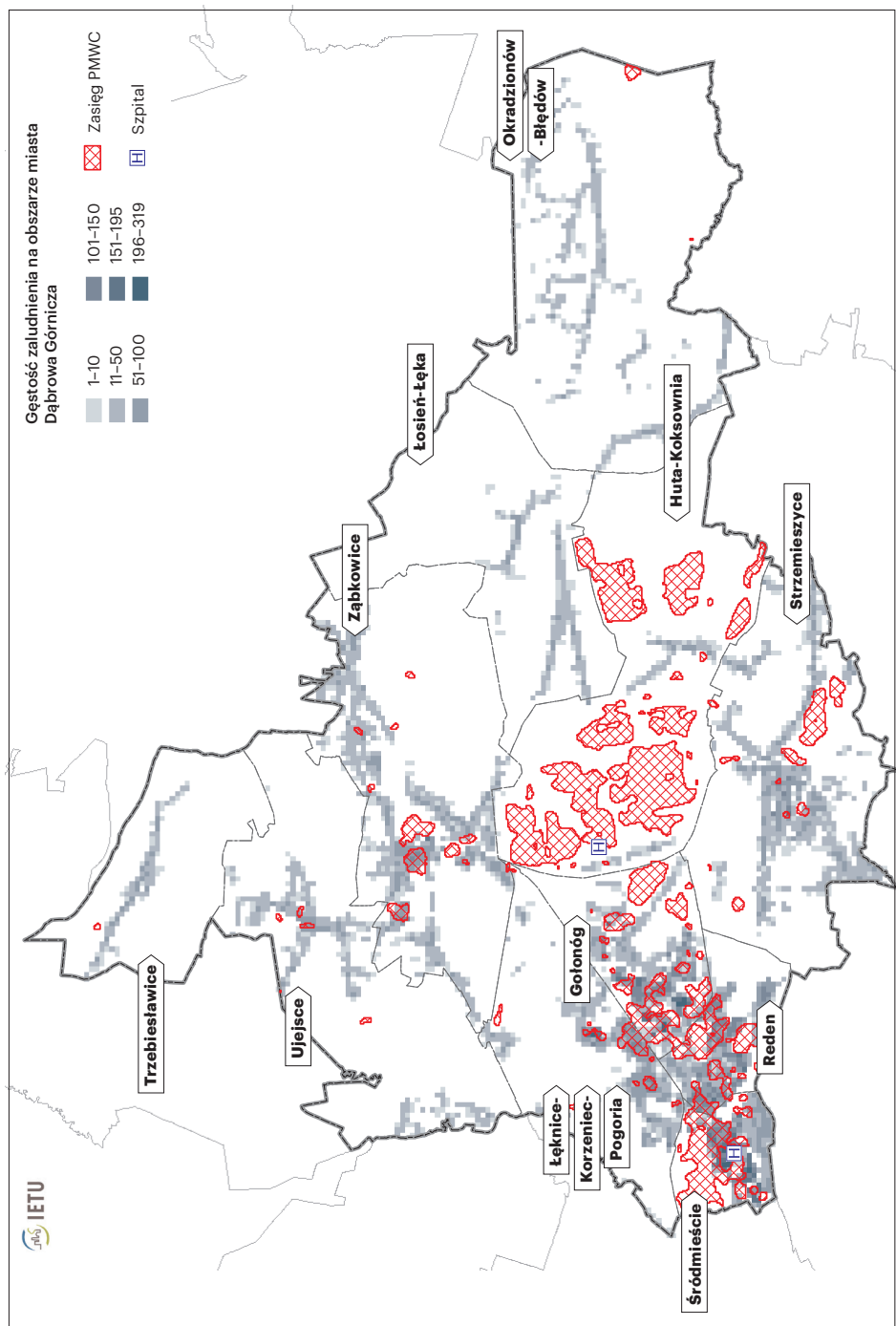
## 7. CHARAKTERYSTYKA ZJAWISKA POWIERZCHNIOWEJ MIEJSKIEJ WYSPY CIEPŁA NA OBSZARZE AGLOMERACJI GÓRNOŚLĄSKIEJ

Rys. 37. Rozkład przestrzenny Powierzchniowej Wyspy Ciepła na tle gęstości zaludnienia w mieście Bytom



Źródło: opracowanie własne.

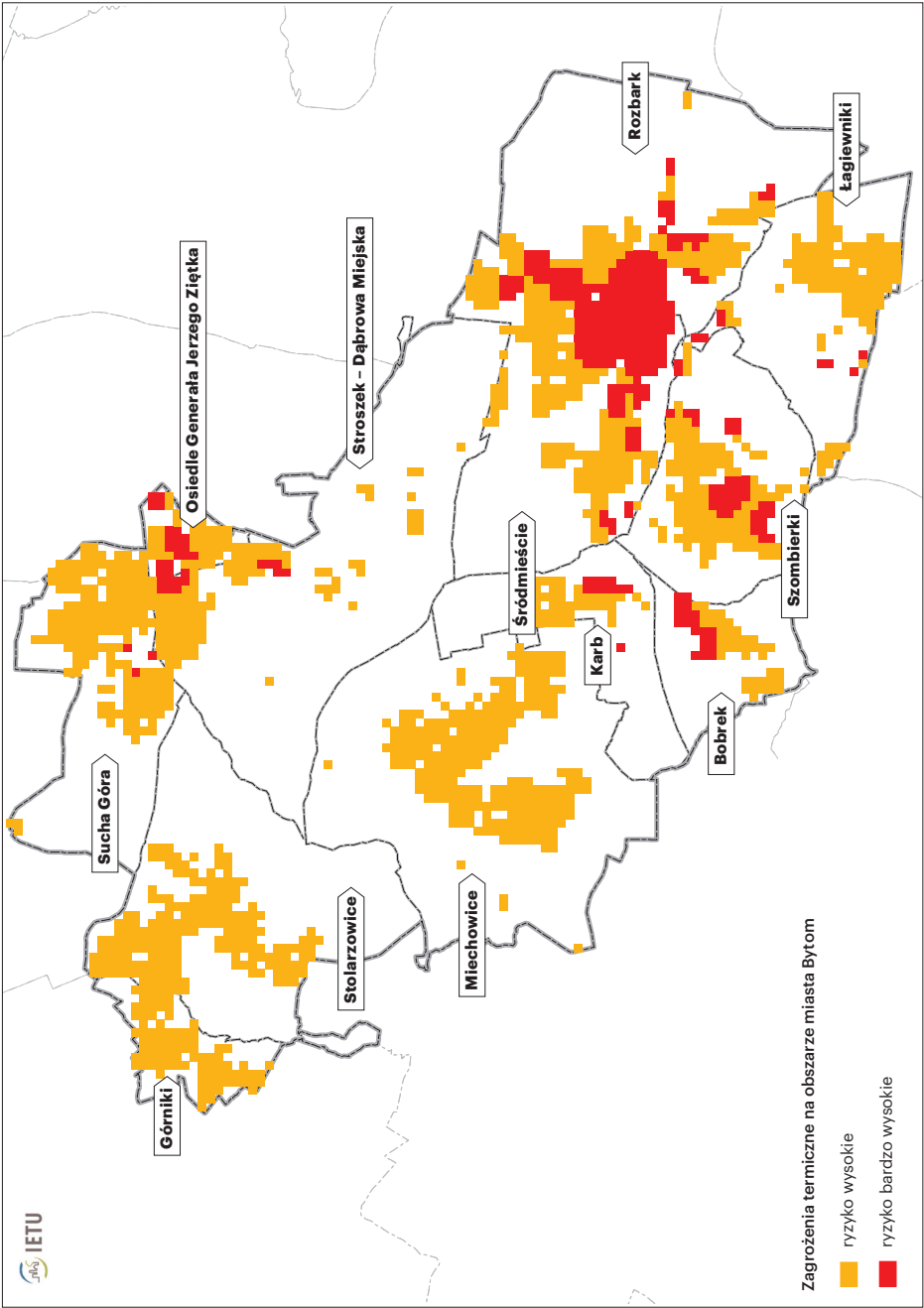
Rys. 38. Rozkład przestrzenny Powierzchniowej Miejskiej Wyspy Ciepła na tle gęstości zaludnienia w mieście Dąbrowa Górnicza



Źródło: opracowanie własne.

## 7. CHARAKTERYSTYKA ZJAWISKA POWIERZCHNIOWEJ MIEJSKIEJ WYSPI CIEPŁA NA OBSZARZE AGLOMERACJI GÓRNOŚLĄSKIEJ

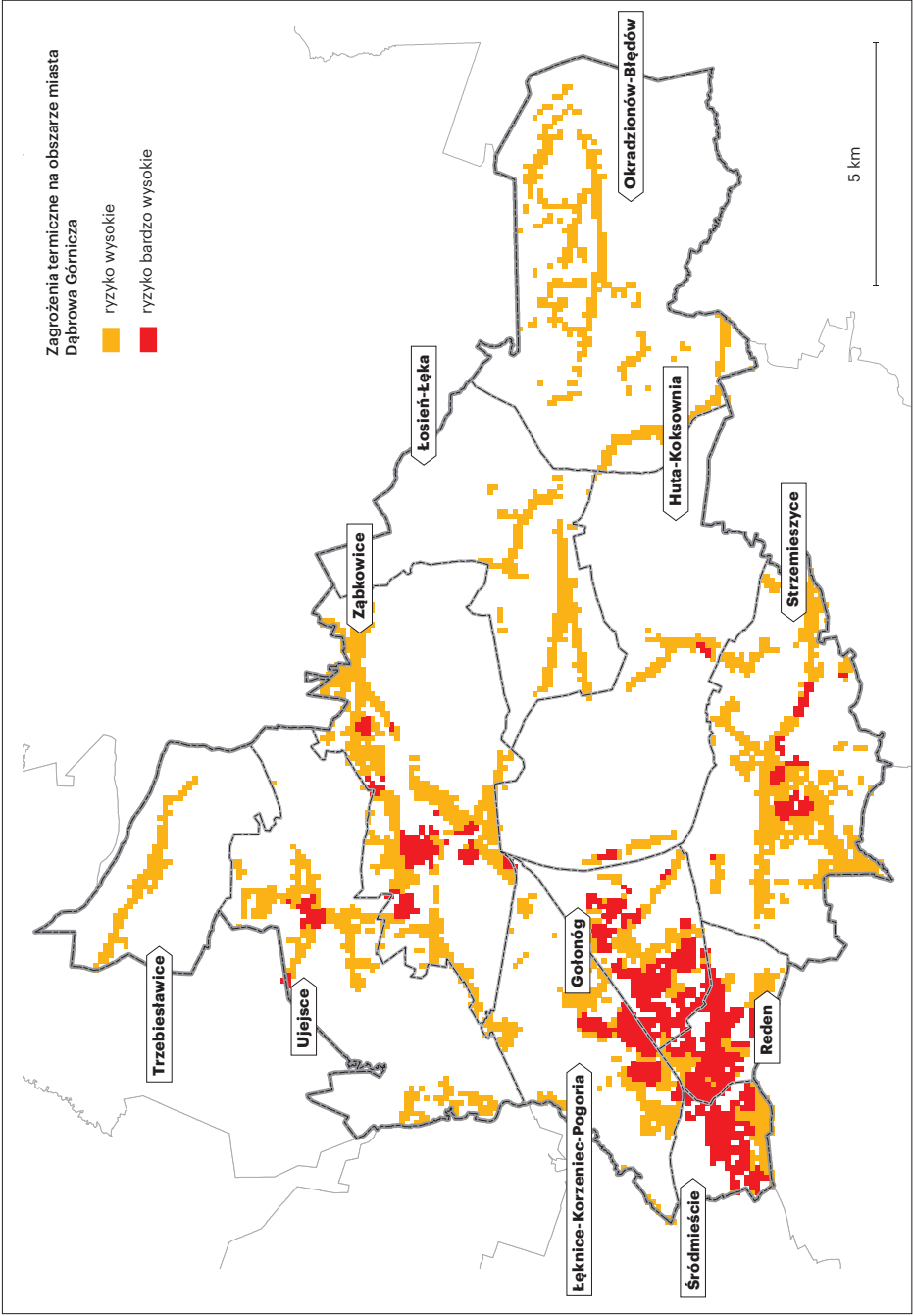
Rys. 39. Rozkład przestrzenny ryzyka oddziaływania wysokich temperatur na mieszkańców Bytomia



Źródło: opracowanie własne.



Rys. 40. Rozkład przestrzenny ryzyka oddziaływania wysokich temperatur na mieszkańców Dąbrowy Górniczej



Źródło: opracowanie własne.

7. CHARAKTERYSTYKA ZJAWISKA POWIERZCHNIOWEJ MIEJSKIEJ WYSPY CIEPŁA NA OBSZARZE AGLOMERACJI GÓRNOŚLĄSKIEJ

## 8.

# WYBRANE ASPEKTY ZDROWOTNE W KONTEKŚCIE ZMIAN KLIMATU

---

**Streszczenie**

Na tle zachodzących przemian demograficznych oraz w związku ze wzrostem zagrożeń klimatycznych w przyszłości, prawdopodobna staje się intensyfikacja negatywnych skutków zdrowotnych oraz zwiększenie zapadalności na choroby klimatozależne, szczególnie w przypadku braku podjęcia działań adaptacyjnych na terenach zurbanizowanych. Oddziaływanie warunków pogodowych i klimatycznych na populację zamieszkującą Aglomerację Górnośląską w głównej mierze jest związane ze wzrostem temperatury powietrza atmosferycznego oraz występowaniem nagłych i częstych opadów, burz i wiatru. Innymi niekorzystnymi następstwami są kumulacja zanieczyszczeń powietrza atmosferycznego oraz występowanie chorób infekcyjnych, przenoszonych wektorowo lub z wodą i żywnością.

**Wprowadzenie**

Zmiany klimatu i warunków pogodowych stwarzają zagrożenie dla zdrowia ludzi, oddziałując w sposób bezpośredni lub pośredni na organizm człowieka. Warunki klimatyczne i pogodowe wpływają na ekosystemy oraz poszczególne elementy środowiska miejskiego, wywołując zmiany jakościowe zasobów wodnych, powietrza, żywności, a także infrastruktury co może skutkować wystąpieniem chorób lub sprzyjać ich rozwojowi.

Określa się je mianem chorób klimatozależnych, czyli chorób, które są wywoływane w organizmie człowieka bezpośrednio przez czynniki pogodowe lub nasilają się w wyniku występowania konkretnych sytuacji pogodowych. Do tej grupy chorób można również zaliczyć te schorzenia, które rozprzestrzeniają się w wyniku działania czynników pogodowych na bezpośrednie źródło choroby [88], czyli czynnik etiologiczny wywołujący chorobę lub wektor choroby.

Zjawiska pogodowe działają na człowieka jako stresor środowiskowy, zwłaszcza zmiany ich częstości i natężenia, które skutkują również pogorszeniem jakości elementów środowiska – powietrze, woda, gleba. Mogą one oddziaływać na procesy fizjologiczne, w tym powodować zmiany czynnościowe oraz metaboliczne. Promieniowanie słoneczne, temperatura i wilgotność powietrza, ciśnienie atmosferyczne oraz prędkość wiatru to czynniki, które bezpośrednio wpływają na stan zdrowia i kondycję psychofizyczną. Warunki termiczno-wilgotnościowe w dużym stopniu obciążają organizm człowieka w związku z procesami termoregulacji i koniecznością utrzymania bilansu cieplnego. Ekspozycja na promieniowanie ultrafioletowe jest jednym z czynników wzrostu ryzyka nowotworów skóry. Natomiast, ekstremalne warunki pogodowe, występujące z coraz to większą intensywnością, mogą powodować wzrost nieszczęśliwych wypadków skutkujących urazami, utratą zdrowia lub życia ludzi.

Pośrednim skutkiem zmian klimatu jest m.in. tworzenie warunków atmosferycznych przyczyniających się do kumulacji zanieczyszczeń powietrza (np. pyłu, ozonu troposferycznego). Temperatura, nawalne deszcze, spływ powierzchniowy czy powódź wpływają na jakość wód powierzchniowych i ich stan sanitarny. Utrzymujące się wysokie temperatury mogą przyczyniać się do szybszego psucia się żywności, m.in. powodowanego rozwojem mikroorganizmów. Zmiany klimatu mogą powodować zwiększenie się liczby i zasięgu wektorów chorób oraz zachorowalności na klimatozależne choroby zakaźne. Szczególnie podatne na powyższe czynniki są dzieci, osoby starsze, chore, niepełnosprawne, ubogie i bezdomne.

Rozważając zagrożenia zdrowotne wynikające z warunków pogodowych i klimatycznych należy mieć na względzie całkowitą liczebność populacji oraz grup wrażliwych, czyli dzieci, osób starszych, ludzi chorych na choroby układu krążenia i układu oddechowego oraz osób niepełnosprawnych, ubogich lub bezdomnych. Dzieci, w porównaniu z dorosłymi, cechują się większą wrażliwością oraz podatnością na różnorodne czynniki obecne w ich najbliższym otoczeniu [89]. Ma to związek z różnicami w pobieraniu, metabolizmie, transporcie i wydalaniu ksenobiotyków<sup>14</sup> u dzieci. Czynnikiem zwiększającymi wrażliwość dzieci są ich odmienne zachowania i fizjologia. W przeliczeniu

**14** Ksenobiotyki – substancje chemiczne niebędące naturalnym składnikiem żywego organizmu, czyli substancje obce; najczęściej są toksyny, leki, materiał antropogenny lub zanieczyszczenia środowiska.

na kilogram masy ciała, dzieci więcej jedzą, piją i wdychają powietrza w porównaniu z dorosłymi. Zwiększona wrażliwość w wieku dziecięcym powoduje, że narażenie na substancje szkodliwe może skutkować zwiększonym ryzykiem obniżenia stanu zdrowia w późniejszym wieku [90]. U osób starszych wzrasta liczba diagnozowanych i leczonych chorób przewlekłych, obniża się kondycja fizyczna oraz odporność na czynniki stresowe. Czynniki środowiskowe i klimatyczne u tej grupy mogą zaostrzać objawy i przebieg schorzeń geriatrycznych. W wieku starszym zmniejszają się również zdolności adaptacyjne organizmu oraz mogą wystąpić zaburzenia percepcji (stany otępienne) zwiększające narażenie.

Nie bez znaczenia są również warunki socjalne i społeczne, szczególnie w sytuacji zniszczenia lub utraty mienia w wyniku ekstremalnych zjawisk pogodowych. Zła sytuacja finansowa wiąże się z dużo większymi trudnościami lub brakiem szybkich możliwości odtworzenia utraconych dóbr oraz unormowania przyszłego życia. Skutkiem może być szerzenie się zjawiska ubóstwa, rozwój chorób psychicznych (depresji), a nawet wykluczenie społeczne.

W rozdziale scharakteryzowano wskaźniki demograficzne centralnej części Aglomeracji Górnośląskiej oraz opisano wpływ zjawisk atmosferycznych, a także omówiono uwarunkowania rozwoju wybranych chorób klimatozależnych. Przedstawione dane dotyczące skutków zdrowotnych mają wymiar ponadregionalny. Ze względu na ograniczony dostęp do szczegółowych danych dla poszczególnych miast zostały one podane w skali województwa lub odniesione do poziomu kraju.

### **Tło demograficzne**

Analizowany obszar, składający się z 16 miast, łącznie zamieszkuje prawie 2 mln ludzi<sup>15</sup>. Największymi miastami pod względem liczby mieszkańców są Katowice, Sosnowiec i Gliwice. Przekłada się to na dużą gęstość zaludnienia, co w przypadku wystąpienia zagrożeń klimatycznych może powodować wzrost negatywnych skutków zdrowotnych.

We wszystkich 16 miastach notowany jest ujemny przyrost naturalny. Najwyższy ujemny przyrost naturalny występuje w Czeladzi (-7,0 osoby na 1 000 ludności), a najniższy w Mysłowicach (-0,4 osoby na 1 000 ludności). Ta tendencja jest charakterystyczna dla całego województwa śląskiego (Tabela 14). Ujemny przyrost naturalny wpływa na strukturę wieku populacji zamieszkującej analizowany obszar.

W Aglomeracji Górnośląskiej grupa wiekowa 60 lat i więcej jest najbardziej liczna (538 262 osób). Dużą grupę osób stanowi ludność w wieku 20-39 lat oraz 40-59 lat (odpowiednio 527 671 osób i 529 220 osób), natomiast najmniejszy udział w strukturze tej populacji stanowią osoby do 20 roku życia (347 707 osób). Podobne tendencje są

---

**15** Ze względu na dużą dynamikę zmian tylko w tym rozdziale podano dane demograficzne GUS według stanu na 31.12.2018, natomiast w pozostałych rozdziałach i do przygotowania map wykorzystano dane GUS według stanu na 31.12.2017.

Tabela 14. Liczba ludności w 16 miastach Aglomeracji Górnośląskiej

Miasto	Liczba ludności ogółem	Mężczyźni	Kobiety	Przyrost naturalny na 1 000 ludności
Będzin	56 804	26 949	29 855	-5,9
Czeladź	31 677	15 044	16 633	-7,0
Bytom	166 795	79 646	87 149	-4,5
Chorzów	108 434	51 563	56 871	-4,6
Dąbrowa Górnicza	120 259	57 549	62 710	-3,9
Gliwice	179 806	86 445	93 361	-2,4
Jaworzno	91 563	44 380	47 183	-3,9
Katowice	294 510	140 083	154 427	-2,8
Mysłowice	74 586	36 007	38 579	-0,4
Piekary Śląskie	55 299	26 509	28 790	-4,0
Ruda Śląska	138 000	66 657	71 343	-1,0
Siemianowice Śląskie	67 154	31 999	35 155	-2,7
Sosnowiec	202 036	95 606	106 430	-4,7
Świętochłowice	50 012	24 024	25 988	-3,3
Tychy	127 831	61 550	66 281	-1,3
Zabrze	173 374	83 630	89 744	-2,0
<b>Razem</b>	<b>1 938 140</b>	<b>927 641</b>	<b>1 010 499</b>	<b>-</b>
<b>Województwo śląskie</b>	<b>4 533 565</b>	<b>2 185 485</b>	<b>2 348 080</b>	<b>-2,1</b>

Źródło: opracowanie własne na podstawie danych GUS [92], stan na 31.12.2018.

widoczne w całym województwie (Tabela 15). Przedstawione dane świadczą o starzeniu się społeczeństwa, w którym zwiększa się odsetek osób starszych w ogólnej liczbie ludności, przy jednoczesnym zmniejszaniu się odsetka dzieci. Na zjawisko to wpływa niska liczba urodzeń, wzrost długości życia oraz migracje ludzi. Prognozy sugerują, że zjawisko to będzie się pogłębiać, a tempo przemian demograficznych w przyszłości będzie znacznie szybsze. Jak wskazuje długookresowa prognoza ludności na lata 2014-2050 udział osób w wieku 65 lat i więcej będzie sukcesywnie wzrastał i w strukturze ludności województwa śląskiego już w 2020 roku osiągnie 20%. W roku 2050 osoby w wieku 65 lat i więcej będą stanowiły ponad 1/3 populacji mieszkańców województwa [9]. Z badań GUS wynika, że w najbliższej dekadzie będzie wzrastała liczba osób w wieku 60-79 lat, a od roku 2026 rozpocznie się dynamiczny wzrost liczby osób w wieku 80 lat i więcej [91].

Tabela 15. Liczba ludności w 16 miastach Aglomeracji Górnośląskiej w podziale na grupy wiekowe

Miasto	Grupy wiekowe			
	0–19 lat	20–39 lat	40–59 lat	60 lat i więcej
Będzin	9 976	14 750	15 726	16 352
Czeladź	9 976	8 040	8 632	9 749
Bytom	29 317	46 291	46 166	45 021
Chorzów	20 627	29 617	29 749	28 441
Dąbrowa Górnica	20 685	31 654	32 433	35 487
Gliwice	32 403	49 170	47 920	50 313
Jaworzno	16 345	25 722	25 847	23 649
Katowice	48 280	80 160	79 435	86 635
Mysłowice	14 646	21 144	20 814	17 982
Piekary Śląskie	10 013	15 354	15 088	14 844
Ruda Śląska	27 054	38 476	38 025	34 445
Siemianowice Śląskie	12 107	18 028	18 327	18 692
Sosnowiec	32 359	52 134	54 909	62 634
Świętochłowice	9 341	13 532	13 660	13 479
Tychy	24 261	35 787	32 798	34 985
Zabrze	30 317	47 812	49 691	45 554
<b>Razem</b>	<b>347 707</b>	<b>527 671</b>	<b>529 220</b>	<b>538 262</b>
<b>Województwo śląskie</b>	<b>853 850</b>	<b>1 246 510</b>	<b>1 246 652</b>	<b>1 186 553</b>

Źródło: opracowanie własne na podstawie danych GUS [92], stan na 31.12.2018.

Sytuuje to populację województwa śląskiego w czołówce województw szczególnie dotkniętych starzeniem się społeczeństwa.

Niepokojącym trendem są zmiany liczby ludności w miastach. We wszystkich 16 miastach Aglomeracji Górnośląskiej prognozy zakładają spadek liczby ludności do roku 2030 i 2050. W całym województwie śląskim do roku 2050 przewiduje się zmniejszenie liczebności populacji o około 800 tys. osób w stosunku do poziomu z roku 2018 (Tabela 16).

Opisane powyżej przemiany demograficzne charakteryzujące populację Aglomeracji Górnośląskiej pozwalają na zidentyfikowanie osób starszych jako grupy szczególnie zagrożonej z powodu skutków zmian klimatu. Wśród osób powyżej 60 roku życia wzrasta udział chorych i ubogich. Zatem, osoby starsze to grupa najbardziej liczna oraz szczególnie podatna na skutki zmian klimatu oraz klęsk żywiołowych, a także zagrożona zjawiskiem ubóstwa i wykluczenia społecznego.

Tabela 16. Prognoza liczby ludności w 16 miastach Aglomeracji Górnośląskiej

Miasto	Rok			
	2018*	2020	2030	2050
Będzin	56 804	56 786	54 118	-
Czeladź	31 677	31 009	28 074	-
Bytom	166 795	164 157	149 646	116 833
Chorzów	108 434	107 950	103 883	97 107
Dąbrowa Górnica	120 259	118 714	109 106	85 751
Gliwice	179 806	178 532	167 369	135 265
Jaworzno	91 563	90 609	84 745	69 873
Katowice	294 510	288 839	263 423	208 112
Mysłowice	74 586	73 597	70 110	62 137
Piekary Śląskie	55 299	54 513	50 499	41 485
Ruda Śląska	138 000	136 023	126 744	109 257
Siemianowice Śląskie	67 154	66 252	60 694	44 970
Sosnowiec	202 036	198 236	177 242	131 927
Świętochłowice	50 012	49 086	44 922	33 427
Tychy	127 831	126 719	120 193	97 063
Zabrze	173 374	170 496	156 585	118 734
<b>Województwo śląskie</b>	<b>4 533 565</b>	<b>4 477 678</b>	<b>4 245 178</b>	<b>3 680 615</b>

\* stan na 31.12.2018 r.

Źródło: opracowanie własne na podstawie danych GUS [9, 92].

### Skutki zdrowotne zmian klimatu

Polska nie jest krajem szczególnie zagrożonym ze strony katastrof naturalnych. Do zagrożeń naturalnych mogących powodować znaczące skutki zdrowotne należą ekstremalne zjawiska pogodowe, które w zależności od skali i zasięgu oddziaływania tych zjawisk dotyczą pojedyncze jednostki lub większe grupy ludzi. Charakteryzują się one stosunkowo małą częstością występowania, dużą intensywnością oraz powodowaniem znacznych strat [93]. Do najczęściej występujących negatywnych skutków zdrowotnych zmian klimatu w Polsce można zaliczyć następstwa zjawisk pogodowych związanych z temperaturą, nasłonecznieniem, wiatrem oraz opadami i powodziami, a także zanieczyszczeniem powietrza i obecnością wektorów przenoszących choroby. Warunki pogodowe, takie jak wysoka temperatura i opady atmosferyczne mogą, szczególnie w okresie letnim, wpływać na jakość wody i żywności skutkując rozwojem mikroorganizmów chorobotwórczych dla człowieka [94].

Zestawienie dotyczące występowania miejscowych zagrożeń w latach 2015-2018 na podstawie danych Komendy Głównej Państwowej Straży Pożarnej przedstawiono w Tabeli 17. Według statystyk, w 16 analizowanych miastach największe zagrożenie było spowodowane zjawiskami wietrznymi (huragany, silne wiatry, tornada) lub gwałtownymi opadami atmosferycznymi, natomiast gwałtowne przybory wód czy wyładowania atmosferyczne nie były obserwowane z dużą częstotliwością. Ponadto, zjawiska te charakteryzowały się dużą zmiennością w okresie ostatnich czterech lat. Na terenie Aglomeracji, w sierpniu 2016 roku w Chorzowie pojawiła się trąba powietrzna wywołująca szkody w drzewostanie i zniszczenia samochodów oraz budynków. Teren centralnej części GZM jest zagrożony podtopieniami i występowaniem powodzi rzecznych, głównie ze strony rzeki Kłodnicy i Przemszy. W maju 2010 roku w województwie śląskim w wyniku obfitych opadów deszczu wystąpiła fala powodziowa, co było przyczyną ewakuacji ok. 2 200 osób. Natomiast, w styczniu 2006 roku, zaleganie znacznych ilości śniegu spowodowało zawalenie się dachu budynku hali Międzynarodowych Targów Katowickich i śmierć 65 osób.

### **Wpływ opadów atmosferycznych**

Gwałtowne i intensywne opady powodują duże szkody. W Polsce powodzie o dużym zasięgu i wywołujące ponadprzeciętne straty pojawiają się z różną częstotliwością. Od roku 1960 największe zniszczenia wywołały powodzie z 1997 i 2010 roku [95]. W latach 2015-2018 na terenie 16 analizowanych miast Aglomeracji gwałtowne opady atmosferyczne występowały z różną częstotliwością, od ponad 100 przypadków w 2015 roku, przez ponad 500 w 2016 i 2017 roku, do ponad 300 zdarzeń w 2018 roku (Tabela 17). Wśród skutków powodzi można wymienić: urazy i utonięcia, porażenia prądem, wzrost chorób zakaźnych, a także traumy, których konsekwencją mogą być zaburzenia psychiczne.

Do zjawisk związanych z opadami należy również zaliczyć okresy bezopadowe i susze, jednak te zjawiska przede wszystkim oddziałują na środowisko przyrodnicze, powodując spadek produkcji rolnej i wzrost częstości pożarów. Skutki zdrowotne tego zjawiska są trudne do oszacowania i rzadko podnoszone, ponieważ brak jest bezpośredniego wpływu suszy na zdrowie ludzi [96]. W krajach rozwijających się, zagrożonych deficytem wody konsekwencje zdrowotne związane są głównie z obniżeniem się higieny i stanu sanitarnego skutkującego szerzeniem się chorób infekcyjnych. Na obszarach miejskich niedobór opadów powoduje zaostrzenie się ostrych i przewlekłych chorób dróg oddechowych (astma, alergie, zapalenie oskrzeli, zapalenie płuc) z powodu wtórnego pylenia i nagromadzenia drobnych pyłów, alergenów oraz innych zanieczyszczeń powietrza, zazwyczaj wmywanych przez deszcz [97].

### **Wpływ warunków termicznych**

Wśród elementów klimatu największy wpływ na organizm człowieka wywierają warunki termiczno-wilgotnościowe, promieniowanie słoneczne oraz prędkość wiatru. Na organizm człowieka negatywnie oddziałują przede wszystkim warunki skrajne, pojawiające się rzadko, do których organizm nie jest zaadaptowany, np. bardzo wysoka lub bardzo niska



Tabela 17. Występowanie miejscowych zagrożeń w 16 miastach Aglomeracji Górnośląskiej w latach 2015-2018

Typy zjawisk	Rok	Będzin	Czeladź	Bytom	Chorzów	Dąbrowa Górnicza	Gliwice	Jaworzno	Katowice	Mysłowice	Piekary Śląskie	Ruda Śląska	Siemianowice Śląskie	Sosnowiec	Świętochłowice	Tychy	Zabrze	Razem	Województwo śląskie
Huragany, silne wiatry, tornada	2015	64	33	199	98	177	170	243	470	305	67	134	64	221	66	259	150	2 720	10 058
	2016	50	38	247	161	142	211	145	384	221	76	220	110	212	55	92	295	2 659	6 804
	2017	77	79	407	160	195	341	184	623	267	134	297	169	361	85	162	356	3 897	12 688
	2018	33	35	172	82	107	164	77	351	140	68	157	72	161	64	84	163	1 930	4 728
Gwałtowne opady atmosferyczne	2015	1	1	23	2	12	4	7	16	3	6	1	5	10	2	12	10	115	455
	2016	14	4	49	35	57	45	39	47	27	24	26	26	52	9	31	62	547	1 833
	2017	15	17	58	30	46	57	23	124	22	20	14	14	57	28	23	44	592	3 473
	2018	8	6	50	10	18	51	21	20	38	20	38	6	31	13	10	12	352	1 496
Gwałtowne przybory wód, zatory lodowe	2015	1	0	2	0	2	1	0	0	3	1	0	0	0	0	0	0	10	39
	2016	0	0	1	0	2	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	4	50
	2017	1	2	0	0	12	6	1	8	1	1	1	0	1	2	3	11	50	293
	2018	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	2	35
Wylądowania atmosferyczne	2015	0	0	0	1	0	0	0	3	0	0	0	1	0	0	1	1	7	14
	2016	0	0	0	0	1	0	1	1	1	1	1	0	1	1	1	0	9	23
	2017	1	1	0	2	1	2	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	10	35
	2018	0	0	0	0	1	5	0	1	3	0	1	1	0	1	2	0	15	40

Źródło: opracowanie własne na podstawie statystyk zdarzeń Systemu Wspomagania Decyzji Państwowej Straży Pożarnej [98].

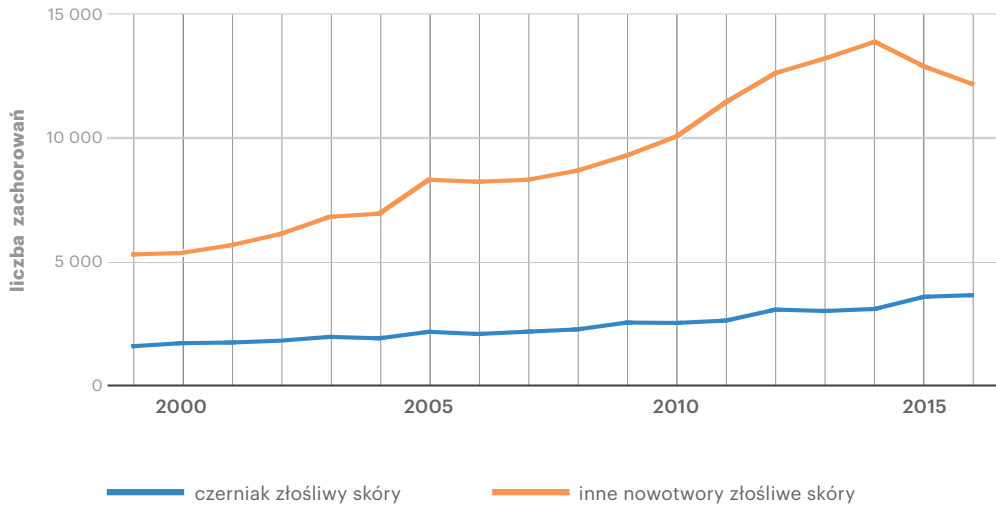
**8. WYBRANE ASPEKTY ZDROWOTNE W KONTAKSIE ZMIAN KLIMATU**

temperatura powietrza utrzymująca się przez dłuższy czas, czyli fale upałów i zimna. Takie specyficzne warunki pogodowe, bezpośrednio oddziałują na organizm człowieka i przyczyniają się do wzrostu zachorowalności i śmiertelności. Zgodnie z prognozami rozwoju chorób klimatozależnych dla Polski stres ciepła stwarza większe zagrożenie niż stres zimna [99, 100]. W trakcie fal upałów wysoka temperatura silnie obciąża układ krążenia. Następuje wówczas rozszerzenie naczyń krwionośnych, co skutkuje obniżeniem ciśnienia tętniczego i wzrostem tętna. Procesy termoregulacyjne, związane z utrzymywaniem właściwej temperatury ciała, silnie obciążają mięsień sercowy, a w skrajnych przypadkach mogą prowadzić do jego niewydolności, szczególnie u osób starszych i z chorobami układu krążenia. Narażenie na ekstremalne ciepło może wywołać udar cieplny i odwodnienie, choroby sercowo-naczyniowe, oddechowe i mózgowo-naczyniowe. Problemy zdrowotne mogą powodować również gwałtowne wahania temperatury powietrza i ciśnienia atmosferycznego występujące szczególnie w przejściowych porach roku (wiosna i jesień). Wyższe temperatury wydłużają również okres pylenia roślin, co z kolei skutkuje wzrostem zachorowań na alergie i zaostrzeniem objawów m.in. u astmatyków. Choroby te wiążą się z narażeniem na alergenów wziewnych (pyłki traw, zbóż, brzozy i pleśni), a zwiększona ekspozycja na te czynniki jest przyczyną wzrostu zachorowalności. W Polsce w ostatnim dziesięcioleciu liczba chorych na alergiczny nieżyt nosa i astmę oskrzelową podwoiła się [101].

Do grup szczególnie zagrożonych wpływem wysokich temperatur należą osoby powyżej 65 roku życia, przewlekłe chore, szczególnie cierpiące na schorzenia układu krążenia i układu oddechowego, niepełnosprawni, a także pracownicy fizyczni, ubodzy oraz osoby bezdomne, czyli mające ograniczony dostęp do klimatyzowanych pomieszczeń. Duże zagrożenie dotyczy małych dzieci i kobiet w ciąży. U dzieci następstwa i negatywne skutki upałów wynikają z mniejszej masy ciała, ograniczonych zdolności termoregulacji organizmu oraz stosunkowo dużej aktywności fizycznej. Dzieci chętniej spędzają czas poza klimatyzowanymi pomieszczeniami i tym samym są bardziej narażone na działanie słońca. Mają też mniejszą świadomość ryzyka odwodnienia organizmu i zagrożeń wynikających z ekspozycji na promieniowanie słoneczne.

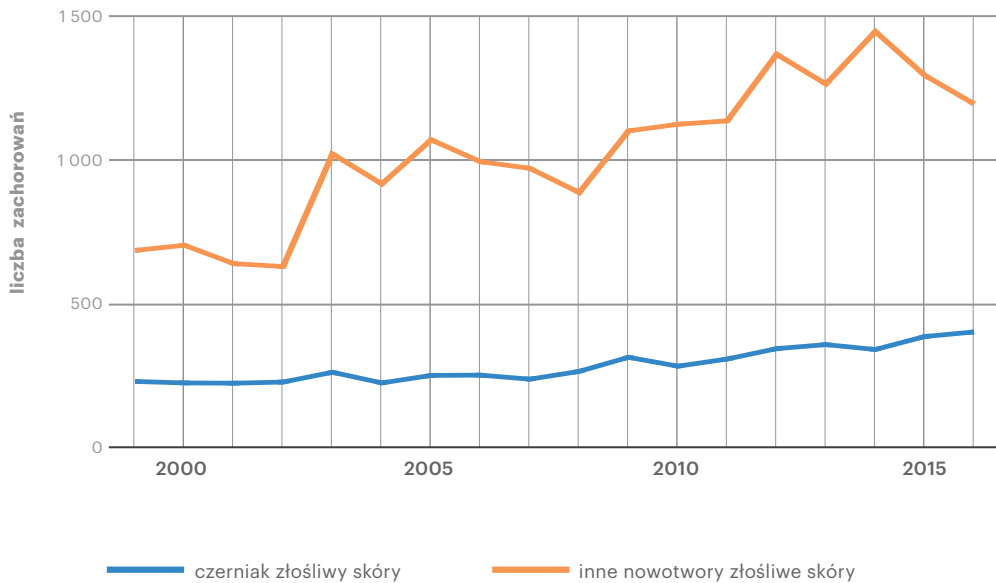
Długotrwałe narażenie na promieniowanie UV grozi wystąpieniem nowotworów skóry, w tym złośliwego czerniaka oraz chorób oczu. Promieniowanie UVB przenika jedynie do powierzchniowych warstw skóry, wywołuje natychmiastowe zaczerwienienie skóry (rumień) i oparzenia oraz indukuje syntezę melaniny. Natomiast, promieniowanie UVA przenika do skóry właściwej, wywołuje uszkodzenia oksydacyjne i przyspiesza procesy starzenia skóry. Czynnikiem ryzyka, sprzyjającym powstawaniu raka skóry, jest nadmierna ekspozycja na promieniowanie UV, oparzenia słoneczne skóry, zwłaszcza w dzieciństwie i wczesnej młodości, niski fototyp skóry (jasna karnacja), liczne znamiona barwnikowe oraz predyspozycje genetyczne [102, 103]. W oparciu o dane epidemiologiczne można zaobserwować wzrost złośliwych nowotworów skóry w populacjach ludzi o jasnej karnacji. W Polsce w latach 1999-2016 zachorowalność na czerniaka złośliwego i inne nowotwory skóry wykazuje tendencję rosnącą (Rys. 41). W województwie śląskim liczba nowotworów skóry w latach od 1999 do 2016 wzrosła prawie dwukrotnie (Rys. 42).

Rys. 41. Zachorowalność na nowotwory skóry w Polsce w latach 1999–2016



Źródło: opracowano na podstawie danych Krajowego Rejestru Nowotworów [104].

Rys. 42. Zachorowalność na nowotwory skóry w województwie śląskim w latach 1999–2016



Źródło: opracowano na podstawie danych Krajowego Rejestru Nowotworów [104].

Oddziaływanie klimatu na rozwój nowotworów skóry ma charakter pośredni, natomiast zależności istotne statystycznie stwierdzono pomiędzy zachorowalnością na raka skóry, a sumą całkowitego promieniowania słonecznego dla okresu letniego. Trudno zatem oszacować, za jaki procent tych przypadków odpowiadają zmiany klimatu. W Polsce wyraźnie wzrasta liczba dni upalnych, a południowa część kraju charakteryzuje się koncentracją usłonecznienia<sup>16</sup>. Przy czym, intensyfikacja skutków takiego oddziaływania może być zauważalna dopiero w przyszłości.

Odczuwanie ciepła na terenach mocno zurbanizowanych w dni upalne jest potęgowane intensywną zabudową miejską, utrudnionym przewietrzaniem, niską wilgotnością powietrza, niedostateczną ilością terenów zielonych i tworzeniem się miejskiej wyspy ciepła. W miastach nagromadzona jest duża ilość powierzchni sztucznych (beton, asfalt itp.), które pochłaniają więcej energii cieplnej niesionej przez promieniowanie słoneczne niż jej wypromieniowują, co powoduje ich nadmierne nagrzewanie. Występujące coraz częściej na południu Polski noce tropikalne uniemożliwiają nagrzanym powierzchniom efektywne oddawanie ciepła w nocy i jeszcze bardziej potęgują efekt MWC. Nagromadzenie usług, urządzeń klimatyzacyjnych, duże natężenie ruchu drogowego powodują, że w centrum miast warunki termiczne są niekorzystne dla zdrowia. U mieszkańców terenów miejskich obserwuje się pogorszenie się jakości snu oraz wypoczynku. Odbija się to na zdrowiu ludzi i stanowi nadmierne obciążenie organizmu oraz powoduje obniżenie koncentracji i produktywności w pracy.

### **Wpływ wiatru**

Na terenie Aglomeracji Górnośląskiej poza powyżej omówionymi czynnikami pogodowymi takimi jak: intensywne opady atmosferyczne i okresy suszy, a także fale upałów, mogą wystąpić m. in. wichury, orkany, trąby powietrzne, huragany, którym towarzyszą burze z wyładowaniami atmosferycznymi. Częstość występowania takich zjawisk w centralnej części Aglomeracji przedstawiono w Tabeli 17 na podstawie danych Komendy Głównej Państwowej Straży Pożarnej. W latach 2015-2018 w 16 analizowanych miastach gwałtowne zjawiska wietrzne występowały średnio 2,8 tys. razy w ciągu roku stwarzając miejscowe zagrożenie.

Ekstremalnie silne burze i wiatry powodują znaczne szkody w drzewostanie (wiatrołomy) i infrastrukturze (zerwane dachy, trakcja energetyczna i komunikacyjna), a także mogą być przyczyną wypadków, w tym wypadków śmiertelnych. W trakcie burz ludzie są zagrożeni porażeniem prądem, zarówno w wyniku zerwania linii energetycznych, jak i uderzeń piorunów. Jednak w latach 2015-2018 w 16 miastach Aglomeracji wyładowania atmosferyczne nie występowały z dużą częstością (Tabela 17). Utrata zdrowia i mienia

---

**16** Usłonecznienie – liczba godzin słonecznych, wyrażona w godzinach w ciągu roku, podczas których na powierzchnię Ziemi padają bezpośrednio promienie słoneczne, pozwala opisać warunki pogodowe.

dotkliwie wpływa na życie i dobrostan ludzi. Może powodować czasową niezdolność do pracy, trwałe kalectwo (wzrost liczby osób niepełnosprawnych) oraz śmierć. Może czasowo lub trwale pogarszać warunki życia. Wymaga poniesienia kosztów w związku z odbudową utraconego mienia lub obniża standard życia w wyniku braku możliwości wykonywania dotychczasowej pracy zarobkowej. Silnie oddziałuje na stan psychiczny, może prowadzić do depresji lub długotrwałej traumy u osób bezpośrednio poszkodowanych, ich bliskich, czy też członków rodziny.

Na terenach silnie zurbanizowanych zwarta zabudowa skutkuje obniżeniem prędkości wiatru o ok. 20-30%, a w ścisłym centrum nawet o 30-50%. Znacznie częściej w mieście obserwuje się cisze atmosferyczne, a silny wiatr występuje stosunkowo rzadko. Takie zaburzenia cyrkulacji powietrza mogą skutkować kumulacją zanieczyszczeń powietrza, w tym alergenów, a tym samym niekorzystnie oddziaływać na zdrowie ludzi. W charakterystyce warunków wietrznych miasta pojawia się pojęcie tzw. bryzy miejskiej. Jest to okresowy wiatr lokalny powstający w wyniku różnicy temperatury i ciśnienia powietrza dwóch ośrodków: miasta i terenów otaczających miasto. Powstawanie tego zjawiska wiąże się z występowaniem miejskiej wyspy ciepła i może okresowo poprawiać lokalne warunki przewietrzania miasta [105].

### **Wpływ zanieczyszczeń powietrza**

Jakość powietrza w Polsce należy do najgorszych w Europie pod względem zanieczyszczeń pyłowych oraz stężeń rakotwórczego i mutagennego benzo(a)pirenu [106, 107]. Przyczyną złej sytuacji aerosanitarnej w Polsce, a zwłaszcza na południu kraju jest wykorzystanie paliw stałych, głównie węgla kamiennego i drewna w celach grzewczych. Duży udział tzw. niskiej emisji w ogólnym bilansie emisji zanieczyszczeń przyczynia się do znacznego pogorszenia jakości powietrza w sezonie grzewczym. Natomiast, niekorzystne warunki meteorologiczne w półroczu chłodnym w powiązaniu z utrudnionym przewietrzaniem charakterystycznym dla zwartej zabudowy miejskiej lub wynikającym z ukształtowania powierzchni terenu, powodują, że częstym zjawiskiem, jest występowanie epizodów ekstremalnie wysokich stężeń zanieczyszczeń powietrza. Niestety zmiany klimatu powodują, że warunki sprzyjające kumulacji zanieczyszczeń powietrza i odpowiadające za tworzenie się smogu zimowego, takie jak: wyż baryczny, cisza wiatrowa, silna inwersja termiczna, zamglenie, średnia dobową temperatura poniżej 5°C będą występowały coraz częściej.

Konsekwencjami zdrowotnymi złej jakości powietrza jest zwiększona zachorowalność, umieralność i skrócenie oczekiwanej długości życia, co przekłada się na bardzo wysokie koszty zdrowotne, społeczne oraz gospodarcze. Europejska Agencja Środowiska szacuje, że w 2015 roku w Polsce z powodu zanieczyszczenia powietrza pyłem PM<sub>2.5</sub> przedwcześnie zmarło ponad 44 tys. osób [106]. Warto podkreślić, że zanieczyszczenie powietrza pyłem zawieszonym pochodzenia antropogenicznego może powodować skrócenie życia mieszkańców Polski od 6 do ponad 12 miesięcy [108]. Zanieczyszczenia powietrza atmosferycznego, w tym zanieczyszczenia pyłowe, w 2016 roku zostały zaliczone

przez Międzynarodową Agencję Badań nad Rakiem do grupy 1, czyli substancji o udowodnionym działaniu rakotwórczym na człowieka [109]. Zanieczyszczenia pyłowe oraz B(a)P wykazują działanie bezprogowe, czyli nie można dla nich wyznaczyć bezpiecznych stężeń. W badaniach przeprowadzonych na terenie województwa śląskiego wykazano, że wzrost stężenia pyłów o  $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$  powietrza wywołuje określone skutki zdrowotne w układzie oddechowym [110] oraz powoduje wzrost ryzyka względnego zgonu [111, 112]. Analiza przeprowadzona dla wybranych miast i powiatów woj. śląskiego potwierdziła zwiększoną zapadalnością na nowotwory płuc w grupie mężczyzn wraz ze wzrostem stężeń pirenu i pyłu PM10 w powietrzu atmosferycznym [113]. Skutki zdrowotne u ludzi, wywołane przez zanieczyszczone powietrze, mogą być związane zarówno z narażeniem krótkotrwałym (godziny, dni, tygodnie), jak i długotrwałym (miesiące, lata). Wśród skutków ekspozycji krótkotrwałej wyróżnia się zaostrzenie istniejących wcześniej chorób układu oddechowego (astmy, przewlekłej obturacyjnej choroby płuc) oraz chorób układu krążenia (niedokrwienie, zaburzenia rytmu, niewydolność serca) powodujące zwiększoną liczbę hospitalizacji i wizyt na oddziałach pomocy doraźnej. Długotrwałe narażenie na zanieczyszczenia powietrza może powodować POChP, nowotwory płuc oraz wiele innych schorzeń, takich jak: astma oskrzelowa, rozedma płuc i oskrzeli, przewlekłe zapalenie oskrzeli, czy niewydolność dróg oddechowych [114].

W dni upalne, w wyniku reakcji fotochemicznych zachodzących z udziałem tzw. prekursorów ozonu np.: tlenków azotu, lotnych związków organicznych, powstaje ozon troposferyczny. Ozon jest silnym utleniaczem, ma właściwości drażniące oraz uszkadza błony komórkowe przy udziale wolnych rodników. Skutkami narażenia na ozon są zaostrzenie chorób układu krwionośnego i oddechowego, a także przedwczesne zgony. Wdychanie ozonu w wysokich stężeniach nasila objawy POChP i astmy, wywołuje stany zapalne, podrażnienia, kaszel, bóle głowy, senność, złe samopoczucie, wyczerpanie i zmęczenie [115].

### **Choroby wektorowe**

Zmiany klimatu wiążą się z rozprzestrzenianiem chorób wektorowych, czyli chorób zakaźnych, wywołanych przez patogeny (wirusy, bakterie, pierwotniaki) przenoszone przez organizmy (wektory chorób), głównie stawonogi, czyli muchy, komary, kleszcze, wszy oraz ptaki i ssaki, w tym gryzonie. Wektory, w wyniku ocieplenia klimatu zwiększają liczebność populacji, poszerzają lub zmieniają terytorium swojego występowania.

Do chorób wektorowych najczęściej występujących w Polsce należą choroby przenoszone przez kleszcze. Najbardziej rozpowszechnionymi z nich są borelioza (choroba z Lyme, krętkowica kleszczowa) oraz kleszczowe zapalenie mózgu. Od niedawna rozpoznawane są również anaplazmoza i babeszjoza oraz gorączki plamiste przenoszone przez riketsje. Borelioza jest wieloukładową chorobą przewlekłą. Wywołują ją bakterie należące do krętków: *Borrelia burgdorferi*, *Borrelia garinii*, *Borrelia afzelii*, *Borrelia japonica*, a przenoszona jest na człowieka i inne zwierzęta głównie przez kleszcze z rodzaju *Ixodes* [116]. Bezpośrednio po ugryzieniu mogą pojawić się objawy skórne, a w przebiegu choroby obserwuje się objawy kostno-stawowe, neurologiczne, kardiologiczne i narządowe.

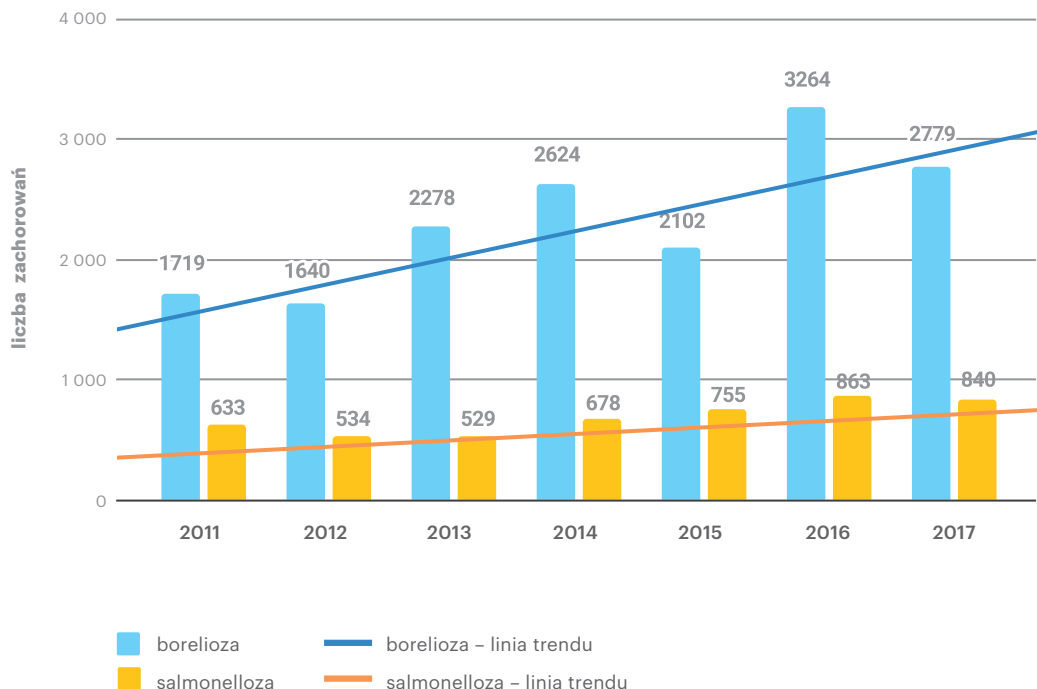
Zróznicowany obraz kliniczny stwarza poważne trudności diagnostyczne i kliniczne [117]. Obszar całej Polski uznawany jest za terytorium endemiczne dla tej choroby, co oznacza, że kleszcze będące wektorami krętków są obecne na terenie całego kraju.

Na aktywność kleszczy wpływ mają warunki klimatyczne i występujący lokalnie mikroklimat, w tym przede wszystkim temperatura, wilgotność i nasłonecznienie związane z długością dnia. W Polsce typowa aktywność sezonowa kleszczy zwykle rozpoczyna się wczesną wiosną, najczęściej w kwietniu (rzadziej w marcu) i kończy późną jesienią (listopad). Jednak, w związku ze zmianami klimatu i wzrostem temperatur żerujące kleszcze można spotkać nawet w grudniu lub lutym. W Polsce i innych krajach cechujących się klimatem umiarkowanym, typowa jest dwuszczytowa sezonowość aktywności tych pajęczaków z maksimum wiosennym i jesiennym. Przeprowadzone badania potwierdzają odmienną dynamikę aktywności stadiów rozwojowych – larw i nimf. Larwy najczęściej są aktywne od wiosny do jesieni, ze szczytem przypadającym na późny okres lata, a większość nimf żeruje wiosną. Warto również zwrócić uwagę, że szybki wiosenny wzrost temperatur sprzyja równoczesnej aktywności larw i nimf, co skutkować może ich jednoczesnym żerowaniem na tych samych żywicielach. Z epidemiologicznego punktu widzenia ma to szczególny wpływ na zwiększenie odsetka zakażonych kleszczy [117].

Na podstawie danych WSSE dotyczących zapadalności na boreliozę w województwie śląskim w latach 2011-2017 można stwierdzić, że liczba nowych przypadków tej choroby systematycznie wzrasta. Rosnąca tendencja liczby zachorowań na boreliozę obserwowana jest od początku rejestracji tej choroby, czyli od drugiej połowy lat 90. XX wieku. Nagły wzrost liczby przypadków wystąpił w 2013 i 2016 roku, natomiast w 2015 roku zachorowalność zmniejszyła się (Rys. 43). W ciągu 10 lat zachorowalność na tę chorobę w Polsce wzrosła 3-krotnie, z 6 694 przypadków w 2006 roku do 21 200 odnotowanych w 2016 roku. Natomiast, liczba chorych na kleszczowe zapalenie mózgu w Polsce jest niższa i waha się średnio od 150 do ponad 300 przypadków rocznie [118]. Wzrost rejestrowanych przypadków chorób odkleszczowych w ostatnich latach wynika ze zwiększonej wykrywalności boreliozy na skutek postępu w diagnostyce oraz większej świadomości u lekarzy i pacjentów.

Wśród chorób wektorowych coraz częściej w Polsce pojawiają się choroby charakterystyczne dla krajów strefy międzyzwrotnikowej i subtropikalnej. Zachorowalność na choroby egzotyczne takie jak malaria, gorączka Zachodniego Nilu, Zika, Denga związana jest przede wszystkim ze wzrostem liczby podróży międzynarodowych Polaków. Jak wynika z danych Narodowego Instytutu Zdrowia Publicznego - Państwowego Zakładu Higieny przypadki tych chorób są rejestrowane w skali kraju sporadycznie bądź nierejestrowane. W województwie śląskim, w okresie ostatnich 10 lat, najwięcej przypadków malarii (n=4) zarejestrowano w roku 2010, 2016 i 2018 [119]. Niewątpliwie stanowią one stosunkowo nowe zagrożenie zdrowotne, a wzrost temperatur i zmiany klimatu mogą spowodować rozszerzenie zasięgu występowania tych chorób, np. wirus Zachodniego Nilu poza terytorium Afryki i Ameryki Południowej, od niedawna występuje również w Europie [120].

Rys. 43. Zapadalność na boreliozę i salmonellozę w województwie śląskim w latach 2011-2017



Źródło: opracowano na podstawie danych Wojewódzkiej Stacji Sanitarno-Epidemiologicznej [121].

### Mikrobiologiczne zagrożenia wody i żywności

Zmiany klimatu charakteryzują się szybkim wzrostem średnich temperatur powietrza atmosferycznego oraz występowaniem nagłych i częstych zjawisk hydrometeorologicznych. Stwarza to warunki do rozwoju mikroorganizmów chorobotwórczych powodujących zaburzenia układu pokarmowego i zatrucia. Do czynników środowiskowych wpływających na rozprzestrzenianie się drobnoustrojów należą: wysoka temperatura oraz wilgotność powietrza, a najczęstszym źródłem zakażeń jest woda lub żywność [122]. Obfite opady i powodzie mogą zanieczyszczać wodę powodując wzrost ryzyka zdrowotnego i epidemiologicznego. Wody powodziowe przedostające się do systemów kanalizacyjnych, szamb, oczyszczalni ścieków wymywają z nich zanieczyszczenia, w tym mikroorganizmy chorobotwórcze. Zagrożenie dla wód stwarzają również zalane cmentarze, składowiska odpadów lub instalacje do unieszkodliwiania odpadów medycznych, weterynaryjnych i poubojowych [94].

W związku z prognozowanym wzrostem temperatur oraz możliwymi konsekwencjami obfitych opadów, zwłaszcza w miesiącach letnich, zagrożenia zdrowotne spowodowane przez rozwój bakterii, grzybów lub wirusów chorobotwórczych mogą wzrastać.



Do schorzeń układu pokarmowego i innych chorób zakaźnych zaliczane są: cholera, dur brzuszny i inne salmonellozy, szigelozę, kampylobakteriozę, jerysyniozę, leptospirozę, listeriozę, poliomyelitis – choroba Heinego-Medina, tężec, wirusowe zapalenie wątroby typu A, wirusowe zapalenie żołądkowo-jelitowe, zatrucie jadem kiełbasianym, zatrucie toksynami gronkowcowymi.

Najczęstszą chorobą układu pokarmowego w Polsce jest salmonelloza, rozwija się ona w organizmie człowieka po spożyciu żywności zanieczyszczonej bakteriami z rodzaju *Salmonella*. Zachorowalność na to schorzenie w województwie śląskim wykazuje umiarkowaną tendencję rosnącą (Rys. 43), przy czym liczba chorych jest wyższa w miesiącach letnich w porównaniu z okresem zimowym.

Wysoka temperatura i nasłonecznienie wpływają również na namnażanie się mikroorganizmów, w tym sinic, w zbiornikach wodnych. Podczas zakwitów sinic niebezpieczeństwo dla zdrowia osób korzystających z kąpieli stanowią produkowane przez nie toksyny. Kąpiel w wodzie, w której występują sinice może być przyczyną podrażnień skóry, a zachłyśnięcie się wodą przyczyną dolegliwości ze strony układu pokarmowego i/lub zaburzeń neurologicznych.

### Podsumowanie

Intensywna urbanizacja oraz stopień uprzemysłowienia wraz z obserwowanymi zmianami pogodowymi znacząco oddziałują na klimat w miastach oraz zdrowie ich mieszkańców. Miasta w swojej strukturze funkcjonalno-przestrzennej sprzyjają koncentracji ludności, a specyfika i warunki demograficzne sprawiają, że zamieszkywane są głównie przez osoby w wieku produkcyjnym lub poprodukcyjnym. Na terenie Aglomeracji Górnośląskiej osoby starsze to grupa najbardziej liczna oraz szczególnie podatna na skutki zmian klimatu oraz choroby klimatozależne, a także takie zjawiska jak ubóstwo i wykluczenie społeczne. Środowisko miejskie generuje dodatkowe zagrożenia takie, jak miejska wyspa ciepła oraz wzrost koncentracji zanieczyszczeń powietrza. W przyszłości w związku ze wzrostem temperatury może wzrastać ryzyko rozprzestrzeniania się chorób wektorowych oraz chorób bakteriozależnych, np. salmonelloz, których źródłem może być zanieczyszczony pokarm lub woda. Można przypuszczać, że zwiększy się również zapadalność na choroby zakaźne oraz wystąpią jednostki chorobowe, które dotąd nie występowały.

Konsekwencje zmian klimatu są trudne do oszacowania, ale należy się spodziewać, że staną się one poważnym zagrożeniem dla zdrowia ludzi, szczególnie w przypadku braku działań adaptacyjnych. Dlatego ich podjęcie na terenach zurbanizowanych ma duże znaczenie w aspekcie ochrony życia i zdrowia ludzi. Wymaga to budowania świadomości wśród administracji publicznej, w służbie zdrowia oraz społeczeństwie, zarówno w zakresie przeciwdziałania zmianom klimatu, jak i przystosowania się do aktualnie występujących warunków pogodowych. Niezbędna jest również współpraca jednostek zarządzania kryzysowego, służb ratownictwa medycznego, lekarzy, pracowników opieki społecznej oraz organizacji non profit. Działania adaptacyjne w zakresie zdrowia publicznego, wymagać będą odpowiednich zmian organizacyjnych oraz środków finansowych.

## 9. ŚWIADOMOŚĆ SPOŁECZNA ADAPTACJI DO SKUTKÓW ZMIAN KLIMATU

---

### **Streszczenie**

Świadomość skutków zmian klimatu jest podstawą do budowania współpracy wszystkich interesariuszy procesu adaptacji miast. Aby zmotywować i zaangażować mieszkańców w działania adaptacyjne konieczne są edukacja, odpowiednia komunikacja i tworzenie możliwości wspólnego działania, które połączą wysiłki władz publicznych i strony społecznej. Podstawą do zrealizowania tych działań oraz zapewnienia ich wysokiej efektywności jest przeprowadzenie badań oceniających świadomość ekologiczną mieszkańców GZM na temat adaptacji do zmian klimatu. Dla miast omawianego obszaru niezwykle istotna jest wymiana doświadczeń i dobrych praktyk oraz wspólne rozwiązywanie problemów.

## Wprowadzenie

Lokalne uwarunkowania determinują potrzebę adaptacji, która wymaga społecznej akceptacji, współpracy i udziału w tym procesie lokalnych społeczności. W rezultacie działań przystosowawczych wrażliwość lokalnych systemów przyrodniczych i społecznych na skutki zmian klimatu, powinna ulec zmniejszeniu, a odporność powinna się zwiększyć [123]. Na temat globalnych zmian klimatu i ich skutków oraz działań ograniczających emisję gazów cieplarnianych dostępnych jest bardzo dużo informacji zarówno w mediach, jak i w publikacjach fachowych, natomiast kwestia adaptacji do skutków zmian klimatu dopiero od niedawna zaczyna być obecna w dyskusji publicznej.

Adaptacja do zmian klimatu nie jest zjawiskiem nowym – społeczeństwa od wieków dostosowywały się do warunków środowiskowych [124]. Obecnie różnica polega nie na reagowaniu na doświadczenia historyczne i naprawie zaistniałych szkód, ale na budowaniu strategii odpowiadającej na już zachodzące lub przewidywane w scenariuszach klimatycznych zmiany i ich skutki, a także na planowaniu działań zmierzających do zmniejszenia potencjalnych szkód oraz wykorzystania nowo tworzących się możliwości [123]. Przygotowywanie się do przewidywanych w przyszłości zjawisk jest oczywiście znacznie trudniejsze niż reagowanie na pojawiające się problemy, stąd zmiany klimatu określa się mianem „uwikłanego” lub „splątanego” problemu, ang. *wicked problem* [125, 126]. Termin ten został wprowadzony przez Horsta Rittela [127] i dotyczy problemów trudnych do zdefiniowania, niejednoznacznych, o wielu niewiadomych, z którymi trudno sobie poradzić, bo być może nie mają żadnego dobrego rozwiązania. Takie skomplikowane kwestie występują m.in. w przypadku problemów środowiskowych i społecznych. Są one trudne do rozwiązania z czterech powodów: niepełnej lub sprzecznej wiedzy, dużej liczby osób zainteresowanych reprezentujących sprzeczne wartości i opinie, dużego obciążenia ekonomicznego i środowiskowego oraz powiązania zagadnienia z innymi problemami, co powoduje, że konsekwencje rozwiązań są w całym systemie wzajemnie zagmatwane, splątane.

Dużego znaczenia w kontekście działań adaptacyjnych nabiera kwestia edukacji oraz komunikacji społecznej, jako skutecznych narzędzi kształtowania wartości, postaw oraz zachowań ludzkich, tak aby prowadziły do osiągnięcia założonego celu. Gdy tym celem jest ograniczanie skutków zmian klimatu i podejmowanie działań adaptacyjnych na obszarach zurbanizowanych, to właśnie edukacja stanowi podstawę do uzyskania społecznej akceptacji i aktywnego udziału społeczeństwa w tych działaniach.

Planowanie działań adaptacyjnych dla miasta jest procesem wieloetapowym, w który od początku powinni być włączeni interesariusze [128]. Należy jednak pamiętać, że stanowią oni grupę charakteryzującą się różnym poziomem wiedzy, doświadczenia, motywacji i zaangażowania. Przywołane w rozdziale wyniki ogólnopolskich badań świadomości w aspekcie postrzegania zmian klimatu i ich skutków oraz adaptacji stanowią kontekst dla problemów identyfikowanych również w Aglomeracji Górnośląskiej, tym bardziej, że w województwie śląskim nie przeprowadzono takich badań. Tematy

ograniczania emisji CO<sub>2</sub> i podnoszenia odporności obszaru na skutki zmian klimatu to zagrożenia w tym regionie szczególnie ważne, zwłaszcza, że są one ze sobą silnie powiązane.

### **Postrzeganie zmian klimatu i ich skutków oraz adaptacji**

Zauważenie zjawiska nie oznacza jego doświadczenia. Z kolei bezpośrednie doznanie skutków, np. powodzi, daje impuls do działania reaktywnego<sup>17</sup>. W aspekcie adaptacji wiemy, że jest to niewystarczające. Zdecydowanie korzystniejsze jest ograniczanie konsekwencji zagrożeń przez dopasowanie/przystosowanie do przyszłych zmian klimatu. Jednak, aby mógł rozpocząć się proces adaptacji potrzebne są refleksja, umiejętna analiza, wiedza o obecnych i przewidywanych zagrożeniach oraz ryzykach, a także organizacja i zmiana zachowań oraz postaw. Wyzwanie i zmiana budują naszą świadomość. Doświadczenie i świadomość skutków, zarówno tych negatywnych, jak i pozytywnych, dają impuls do działania proaktywnego, a na takim działaniu opiera się adaptacja do zmian klimatu.

W ostatnich latach wśród Polaków umocniło się przekonanie, że klimat podlega zmianom. Według badań CBOS przeprowadzonych w 2018 roku 75% Polaków jest przekonanych o tym, że zmiany klimatu są spowodowane działalnością człowieka. Zdecydowana większość respondentów (81%) postrzega zmiany klimatu jako zagrożenie, przy czym mniej niż jedna trzecia (29%) uważa je za jedno z największych zagrożeń dla współczesnej cywilizacji, a ponad połowa (54%) sądzi, że są jednym z wielu występujących niebezpiecznych zjawisk. Niepokojący jest fakt, że tylko 38% badanych uważa, że zmiany klimatu już teraz znacząco wpływają na życie ludzi w Polsce [129].

O ile w badaniach świadomości ekologicznej prowadzanych systematycznie (CBOS<sup>18</sup>, Ministerstwo Środowiska<sup>19</sup>), czy okazjonalnie przez różne instytucje w Polsce (uczelnie,

---

**17** Działanie reaktywne polega na likwidacji negatywnych skutków i powrocie do stanu sprzed wydarzenia. Jego odwrotnością jest działanie proaktywne, które zakłada strategiczne planowanie działań, aby w jak największym stopniu ograniczyć skutki spodziewanego wydarzenia, zjawiska czy zagrożenia.

**18** Badania CBOS: Problemy zmian klimatycznych na świecie, 2007; Polacy wobec zmian klimatu 2009; 2018; Polacy o stanie środowiska i zmianach klimatu 2010; 2014; Zmiany klimatu na tle innych zagrożeń cywilizacyjnych oraz świadomość źródeł globalnej emisji CO<sub>2</sub> 2016; Stan środowiska i zmiany klimatu 2016.

**19** Od 2011 roku Ministerstwo Środowiska prowadzi badania dotyczące świadomości i zachowań ekologicznych, <https://www.gov.pl/web/srodowisko/badania-swiadomosci-ekologicznej>.

jednostki naukowe, organizacje pozarządowe<sup>20</sup>), problem globalnych zmian klimatu i zapobiegania tym zmianom czy ich łagodzenia (ang. *mitigation*) jest poruszany, to kwestia adaptacji była pomijana [130].

W 2018 roku Ministerstwo Środowiska zleciło przeprowadzenie ogólnopolskiego badania świadomości na temat adaptacji do zmian klimatu [131]. Termin badania zbiegał się z realizacją systemowego projektu 44 MPA koordynowanego również przez Ministerstwo Środowiska. Zdaniem Polaków trzy najbardziej niebezpieczne dla ludzi ekstremalne zjawiska pogodowe to huraganowy wiatr i trąby powietrzne, powódzie oraz susze. W województwie śląskim opinię tą podziela odpowiednio 74%, 77% oraz 31% badanych. Przy czym 60% ankietowanych z województwa śląskiego wskazało, że obecnie ekstremalne zjawiska pogodowe występują częściej w okolicy ich miejsca zamieszkania.

Z badania Ministerstwa Środowiska wynika również, że zaledwie 10% Polaków podjęło działania w celu ograniczenia skutków ekstremalnych zjawisk pogodowych. Ponad 85% ankietowanych z województwa śląskiego deklaruje brak takich działań, a zaledwie 7% je realizuje. Ponad 70% Polaków uważa, że w najbliższej okolicy lub sąsiedztwie nie są prowadzone żadne działania w celu ograniczenia negatywnych skutków zmian klimatu. W województwie śląskim takie działania dostrzega zaledwie 13% ankietowanych, a prawie trzy czwarte badanych nie zauważa realizacji takich działań. Natomiast 16% respondentów nie ma na ten temat wiedzy.

Poprawa efektywności energetycznej obiektów użyteczności publicznej i prywatnej (38%) oraz usprawnienie i rozszerzenie systemu ostrzegania mieszkańców przed zagrożeniami pogodowymi (37%) to działania, które zdaniem Polaków są najczęściej realizowane w ich najbliższej okolicy w celu ograniczenia skutków zmian klimatycznych. W województwie śląskim niecałe 12% ankietowanych uważa, że wśród tych działań znajduje się edukacja mieszkańców w zakresie zmian klimatu i ograniczania ich skutków. Prawie 30% wskazało na usprawnienie systemu ostrzegania mieszkańców przed zagrożeniami. Ponad jedna piąta wymieniła zwiększanie terenów zielonych w mieście oraz wprowadzenie oddzielnej kategorii dla „zielonych” projektów w Budżecie Obywatelskim.

W oparciu o dane uzyskane dla całego kraju wśród trzech najczęściej wskazywanych działań, które Polacy są skłonni realizować w ramach działań adaptacyjnych znalazły się: oszczędzanie energii przez zakup energooszczędnych żarówek, czy wyłączanie urządzeń z gniazdek (76%), ewakuacja z miejsc zagrożonych (72%) oraz zabezpieczenie własności prywatnej przed powodzią, huraganem itd.

Natomiast, w celu ograniczenia skutków ekstremalnych zjawisk pogodowych, największa część badanych byłaby skłonna zaakceptować zakaz budowy nieruchomości

**20** Na przykład badania przeprowadzone w Radomiu (projekt RadomKlima, <http://life.radom.pl>), w Warszawie (projekt AdaptCity, <http://adaptcity.pl>) czy sondaż w ramach projektu Ministerstwa Środowiska [www.44mpa.pl](http://www.44mpa.pl).

na terenie zalewowym (74%), opuszczenie strefy zagrożenia zjawiskiem (67%), a także obowiązkowe przeglądy drzewostanu i rowów na własnej posesji (63%). Ponad połowa Polaków jest w stanie zaakceptować również zakaz podlewania przydomowej roślinności w czasie suszy, czy czasowe, zaplanowane przerwy w używaniu energii elektrycznej w podczas fali upałów. Respondenci nie są przekonani co do konieczności wprowadzania dodatkowych opłat, zarówno związanych z odprowadzaniem wód deszczowych, jak i dotyczących rozwoju systemu monitoringu i ostrzegania przed zagrożeniami.

Zdaniem Polaków trzema najważniejszymi działaniami, które powinny podejmować władze lokalne są modernizacja istniejącej kanalizacji deszczowej, wzmocnienie służb ratowniczych oraz rozwój i modernizacja obiektów przeciwpowodziowych. Natomiast mieszkańcy województwa śląskiego, podobnie jak większość Polaków, uważają, że najistotniejszym działaniem jest modernizacja infrastruktury odprowadzania wód opadowych (52%). Oczekują również, że władze lokalne będą zwiększać powierzchnię terenów zielonych miast (38%), usprawnią system ostrzegania i zintensyfikują edukację mieszkańców w zakresie zmian klimatu oraz ograniczania ich skutków (35%), a także wprowadzą do Budżetu Obywatelskiego oddzielną kategorię do zgłaszania „zielonych” projektów [131].

W województwie śląskim oraz Aglomeracji Górnośląskiej do tej pory nie przeprowadzono badań świadomości postrzegania zmian klimatu oraz adaptacji. Dostępne badania świadomości ekologicznej wykonane dla Aglomeracji w niewielkim stopniu uwzględniają jedynie kwestie związane ze zmianami klimatu i prowadzone były na bardzo małych próbach badawczych [132, 133].

### **Budowa zaangażowania społecznego w działania adaptacyjne**

Zapewnienie bezpieczeństwa i poprawa komfortu życia wszystkich, którzy mieszkają, pracują lub przebywają w miastach staje się dla samorządów coraz bardziej nagłym problemem. Wymaga to od władz lokalnych zdolności refleksji, analizy wiedzy o obecnych i przewidywanych zagrożeniach oraz angażowania odpowiednich procesów i zasobów, a także współpracy ze społeczeństwem. Dlatego szczególny nacisk powinien zostać położony na wzmocnianie potencjału adaptacyjnego przez tworzenie i upowszechnianie wiedzy, zwiększanie świadomości, motywacji oraz zaangażowania, podnoszenie umiejętności, zarówno wśród urzędników samorządowych, jak i społeczeństwa.

Jest to niezwykle trudne ze względu na mnogość problemów, począwszy od niepewności scenariuszy klimatycznych oraz skali i zasięgu oddziaływania zjawisk klimatycznych, przez brak danych i informacji, dużą liczbę osób zainteresowanych i zagadnień międzysektorowych, po zróżnicowany poziom wiedzy i zaangażowania zarówno samorządów, jak i mieszkańców, słabą komunikację społeczną, a także ograniczony udział społeczny oraz brak partnerstwa.

Podstawą wszelkich działań jest świadomość, że adaptacja do zmian klimatu jest równoznaczna z ochroną naszego zdrowia, a w wielu przypadkach również życia. Konieczne jest zrozumienie, że adaptacja wymaga działań, które dają efekt skali przez swoją masowość czy powszechność. Jednoczesne zaangażowanie jak najszerszego

grona interesariuszy w dialog służy planowaniu i realizacji działań adaptacyjnych w miastach oraz może przynieść szereg korzyści. Wśród nich najczęściej wymieniane są: budowanie i wzmacnianie potencjału wiedzy na temat adaptacji wśród mieszkańców i zarządzających miastem, dokładniejsze diagnozowanie problemów i potrzeb (oczekiwania) lokalnych w zakresie adaptacji do zmian klimatu, czy ogólny wzrost zaangażowania mieszkańców w procesy decyzyjne oraz większa akceptacja dla wyznaczanych kierunków polityki rozwoju lokalnego [134].

Intensyfikacja działań edukacyjnych i informacyjnych na obszarze Aglomeracji Górnośląskiej wymaga przeprowadzenia badania świadomości ekologicznej społeczeństwa. Raport o stanie Górnośląsko-Zagłębiowskiej Metropolii „Silesia” z 2009 roku [135] w rozdziale poświęconym świadomości ekologicznej mieszkańców wprost stwierdza, że „generalnie w miastach GZM nie prowadzono badań świadomości ekologicznej mieszkańców”. Natomiast Adamek i Ziernicka-Wojtaszek [133], na podstawie badania świadomości ekologicznej przeprowadzonego w Aglomeracji Górnośląskiej w 2017 roku wśród stu przypadkowych, pełnoletnich osób, w którym 95% respondentów oceniło swój stan świadomości ekologicznej jako średni lub dobry, uważają, że ankietowanych cechuje częściowe zrozumienie tematyki związanej ze środowiskiem. Wskazuje to na niepewności w tym zakresie albo zbyt wysoką samoocenę i sugeruje potrzebę dalszej edukacji społeczeństwa w kwestii problemów środowiskowych. Badania świadomości mieszkańców Aglomeracji Górnośląskiej na temat adaptacji powinny zostać uzupełnione badaniem tematycznym dotyczącym postrzegania zmian klimatu. Ich wyniki pozwolą tak dobrać działania edukacyjne, informacyjne i promocyjne, aby skutecznie usystematyzować i uzupełnić luki w wiedzy mieszkańców.

Ponadto zasadne jest dokonanie także oceny potencjału społecznego pod kątem jego znaczenia dla realizacji działań adaptacyjnych w Aglomeracji Górnośląskiej. Pozwoli ona na dopasowanie treści przekazu oraz narzędzi i kanałów komunikacji do poszczególnych grup odbiorców działań edukacyjnych i informacyjnych.

Potencjał społeczny w przypadku działań adaptacyjnych jest szczególnie ważny, gdyż partycypacja wymaga współpracy z mieszkańcami aktywnymi społecznie i obywatelsko. W tym zakresie w Aglomeracji Górnośląskiej ważne są zarówno działania obejmujące tworzenie korzystnych warunków stymulujących rozwój kapitału społecznego, jak i oddolne budowanie partnerstwa lokalnego (instytucji publicznych, organizacji społecznych, przedsiębiorstw) wokół problematyki adaptacji do skutków zmian klimatu. Witczak-Roszkowska [136] wskazuje, że partnerstwo lokalne będąc dobrowolnym porozumieniem aktorów życia społeczno-gospodarczego, mającym na celu dbałość o rozwój lokalny, przełamuje pasywność ich mieszkańców i uczy współpracy. Ponadto grupą kluczową dla rozwoju kapitału społecznego, przez przyjęcie takich wartości, jak m.in. otwartość, solidarność, odpowiedzialność są ludzie młodzi, którzy będą w przyszłości decydować o jakości życia w Aglomeracji. Dlatego dla kreowania i wdrażania działań adaptacyjnych duże znaczenie ma nie tylko edukacja związana z przyczynami i skutkami zmian klimatu, ale także ta kształtująca postawę obywatelską, zaangażowanie i aktywność społeczną.

### **Możliwości podnoszenia świadomości mieszkańców Aglomeracji Górnośląskiej na temat adaptacji do zmian klimatu**

Poszczególne samorządy, ale także władze GZM, mogą podejmować inicjatywy umożliwiające wzmocnienie działań edukacyjnych w określonych obszarach tematycznych. Zaplecze oświatowe i naukowe Metropolii stanowi silną podstawę do prowadzenia edukacji, zarówno na temat ograniczania zmian klimatu, jak i działań adaptacyjnych.

W zakresie edukacji formalnej dokumentem określającym obowiązkowe treści kształcenia w placówkach oświatowych jest *Podstawa programowa wychowania przedszkolnego oraz podstawa programowa kształcenia ogólnego dla szkoły podstawowej, w tym dla uczniów z niepełnosprawnością intelektualną w stopniu umiarkowanym lub znacznym, kształcenia ogólnego dla branżowej szkoły I stopnia, kształcenia ogólnego dla szkoły specjalnej przysposabiającej do pracy oraz kształcenia ogólnego dla szkoły policealnej* [137].

Gminy mają ograniczone kompetencje w kształtowaniu programów i treści programowych w obszarze edukacji. Mogą jednak proponować rozwiązania i programy dodatkowe czy uzupełniające dla szkół podstawowych, średnich i wyższych w formie zajęć o określonej tematyce. Często w tym celu wykorzystują jednostki naukowe, organizacje społeczne czy firmy świadczące usługi edukacyjne, które są wyłaniane w drodze konkursu czy procedury zamówień publicznych. Przykładem takiej współpracy ze szkołami są zorganizowane przez Urząd Miasta Katowice w 2018 roku warsztaty „Co należy wiedzieć o klimacie?”, w których wzięło udział 918 uczniów z 22 szkół ponadpodstawowych<sup>21</sup>.

Znacznie większy wpływ gminy mają na kształtowanie treści programowych w ramach nauczania przedszkolnego. W gminnych lub placówkach przedszkolnych dofinansowywanych przez samorządy mogą być wprowadzane, na zasadzie obligatoryjności, zajęcia tematyczne np. w formie konkursów, pogadanek czy akcji informacyjnych adresowanych do rodziców. Gminy w tym zakresie chętnie współpracują z organizacjami społecznymi czy firmami komercyjnie prowadzącymi zajęcia edukacyjne. Oferta edukacyjna dla najmłodszych jest naprawdę bogata i znajdują się w niej m.in. tematy obejmujące zjawiska atmosferyczne i unikanie zagrożeń.

Obecnie wiele instytucji prowadzi szkolenia i przygotowuje materiały doskonalące kompetencje nauczycieli, które pomagają im we włączeniu do tematyki nauczania zagadnień dotyczących zapobiegania zmianom klimatu i adaptacji do tych zmian. Przykładami

---

**21** Zajęcia zostały przygotowane i przeprowadzone przez ekspertów z IETU. W pierwszej części uczniowie pracowali nad zidentyfikowaniem przyczyn, poznaniem skutków zmian klimatu i szukaniem rozwiązań tego problemu. Zarówno w perspektywie globalnej, jak i tego co każdy z nas może zrobić dla ochrony klimatu. Druga część warsztatów była okazją do podjęcia rozmowy o adaptacji do zmian klimatu w Katowicach.



mogą być materiały opracowane w ramach projektu Ministerstwa Środowiska 44MPA<sup>22</sup>, program „Klimat to temat” prowadzony przez Centrum Edukacji Obywatelskiej<sup>23</sup>. Warto pokreślić, że materiały, oferowane przez CEO dotyczą również zajęć kształtujących postawę społeczną uczniów (umiejętność dialogu, partycypacji i aktywności społecznej).

W miastach Aglomeracji Górnośląskiej edukacja dotycząca m.in. zrównoważonego rozwoju, profilaktyki zdrowotnej, kwestii obywatelskich prowadzona jest również przez podmioty spoza systemu oświaty (edukacja nieformalna). Duży potencjał merytoryczny ma edukacja prowadzona przez śląskie uczelnie wyższe oraz instytuty naukowe, które w coraz szerszym stopniu upowszechniają wiedzę poza środowiskiem naukowym i akademickim. Inicjatorami i animatorami działań edukacyjnych są także organizacje społeczne, stowarzyszenia samorządu zawodowego oraz przedsiębiorcy i środowisko otoczenia biznesu. Centrum Dziedzictwa Przyrody Górnego Śląska w Katowicach, Śląski Ogród Botaniczny w Mikołowie, Fundacja Edukacyjna Kombinatory w Chorzowie, Pałac Młodzieży w Katowicach, Stowarzyszenie Ziemia i My Centrum Edukacji Ekologicznej w Dąbrowie Górniczej, Centrum Edukacji Ekologicznej przy Miejskim Ogrodzie Botanicznym w Zabrze, Uniwersytet Śląski Dzieci w Katowicach, Nadleśnictwo Katowice, Uniwersytet Rozwoju w Chorzowie, czy Centrum Edukacji Ekologicznej w Katowicach Murckach, Palmiarnia Miejska w Gliwicach. To zaledwie kilka przykładów instytucji i organizacji o olbrzymim potencjale oraz kompetencjach edukacyjnych, których obecna oferta zajęć dla dzieci, młodzieży i dorosłych może zostać wzbogacona o zagadnienia związane z przystosowaniem miast do skutków zmian klimatu. Większość z nich sama pozyskuje dodatkowe fundusze na tę część swojej działalności, np. ubiegając się o środki z NFOŚiGW, WFOŚiGW, czy z programów Unii Europejskiej. Ważne jest zagwarantowanie tym jednostkom możliwości współfinansowania przez gminy lub GZM prowadzonej przez nie działalności edukacyjnej pod warunkiem ukierunkowania jej nie tylko na ochronę klimatu, ale także na adaptację do skutków zmian klimatu.

Udział gmin Aglomeracji Górnośląskiej w projektach badawczych lub rozwojowych, realizowanych przez międzynarodowe konsorcja jednostek naukowych, wiąże się również z możliwością inicjowania i prowadzenia działań edukacyjnych (szkoleń, warsztatów, seminariów, konferencji itp.), przygotowania materiałów edukacyjnych dla różnych adresatów, a także popularyzacji dobrych praktyk. Przykładem mogą być projekty zrealizowane przez konsorcja z udziałem IETU w ramach programu Interreg CE. W projekcie *Zarządzanie cyklicznym wykorzystywaniem terenów* – CIRCUSE, w którym uczestniczyło miasto Piekary Śląskie, opracowano scenariusze zajęć na temat zasklepiania gleby dla uczniów szkół średnich. W projekcie *Wdrażanie zintegrowanego zarządzania środowiskiem w funkcjonalnych obszarach miejskich* – LUMAT, w którym partnerem było miasto Ruda Śląska, przeprowadzono dla

**22** Scenariusze lekcyjne, publikacje tematyczne oraz szkolenie e-learningowe dostępne są na stronie internetowej [www.44mpa.pl](http://www.44mpa.pl).

**23** Więcej informacji na stronie internetowej <https://glowna.ceo.org.pl>.

przedstawicieli samorządów szkolenie w zakresie zintegrowanego zarządzania środowiskiem w odniesieniu do przestrzeni miejskich na obszarach funkcjonalnych.

Źródłem wiedzy zarówno dla przedstawicieli samorządów i urzędników, jak i mieszkańców są poradniki i filmy popularyzujące rozwiązania zwiększające retencję wody w mieście (np. ogrody deszczowe, nasadzenia drzew) przygotowane przez Fundację Sendzimira<sup>24</sup>, która także współpracuje z miastami i lokalnymi społecznościami demonstrując dobre praktyki.

Coraz bardziej powszechna staje się współpraca gmin z seniorami, radami młodych, radami jednostek pomocniczych, którzy są inicjatorami różnych działań propagujących zagadnienia związane z ochroną środowiska i zdrowia człowieka.

Okazją do przekazania wiedzy, a przede wszystkim bezpośrednich kontaktów z mieszkańcami są organizowane przez gminy Aglomeracji Górnośląskiej cykliczne imprezy takie, jak festyny czy pikniki, np. katowicki Piknik Rodzinny czy Dni Energii.

Samorządy do kontaktów z mieszkańcami coraz częściej wykorzystują internet i media społecznościowe. Dobrze zorganizowana komunikacja między urzędem a mieszkańcami służy usprawnianiu pracy samorządu, pozwala włączać obywateli w proces rządzenia, buduje pozytywny wizerunek jednostki i jej władz. Internet i media społecznościowe mogą stanowić niezwykle użyteczne narzędzie rozpowszechniania informacji, m.in. w zakresie udostępniania informacji oraz wszelkiego rodzaju materiałów; udziału społecznego (zbierania opinii, prowadzenia konsultacji społecznych, identyfikacji interesariuszy itp.); planowania przestrzennego (zaangażowanie mieszkańców na etapie tworzenia planu zagospodarowania przestrzennego, przedstawianie go w języku nietechnicznym oraz publikowanie planu i materiałów pokrewnych wraz z żądaniami przekwalifikowania gruntów); współpracy przy tworzeniu zieleni na nieużytkach miejskich i wielu innych.

Liczba narzędzi internetowych wykorzystywanych przez zarządzających miastami stopniowo się poszerza i coraz częściej strony, a także platformy internetowe umożliwiające dialog pomiędzy mieszkańcami a urzędnikami, opierają się na systemie informacji geograficznej, co pozwala na precyzyjne wskazanie miejsca, którego dotyczy przekazywana informacja. Odpowiednio zaprojektowane narzędzia internetowe mogą umożliwić nie tylko przekazanie informacji, lecz również automatycznie zgromadzić wiele dodatkowych użytecznych danych [138].

## Rola partycypacji społecznej

Partycypacja społeczna, składająca się m.in. z konsultacji społecznych i projektów partnerskich, stymulowana zaangażowaniem mieszkańców i lokalnych samorządów we wspólny dialog dotyczący poprawy jakości życia w mieście i zapewnienia bezpieczeństwa w warunkach zmieniającego się klimatu, przy jednoczesnej świadomości niepewności co do ich skali i zasięgu oddziaływania, może również stać się narzędziem planowania jednolitej strategii adaptacji dla całego GZM.

Komunikacja, dialog wielostronny i wymiana doświadczeń mogą przyczynić się do:

- upowszechnienia i wykorzystania doświadczeń miast, które już opracowały plany adaptacji do zmian klimatu oraz realizują działania adaptacyjne,
- zainspirowania i zaangażowania samorządów gmin sąsiadujących z miastami, które opracowały plany adaptacji, w działania podnoszące odporność na skutki zmian klimatu,
- lepszego wykorzystania istniejących umiejętności, wiedzy i kontaktów, aby zapewnić zwiększoną odporność społeczeństwa,
- budowania skutecznego oraz efektywnego partnerstwa z sektorem prywatnym i publicznym, usługodawcami, ekspertami i naukowcami, co pozwoli wykorzystać istniejące zasoby, przede wszystkim wiedzę i umiejętności, dostępne narzędzia (innowacyjne technologie, infrastrukturę), które pomagają przystosować się do nowych sytuacji i zwiększyć sprawność działań adaptacyjnych,
- wyboru działań adaptacyjnych, które przynoszą wiele korzyści lub jednocześnie rozwiązują kilka problematycznych kwestii,
- wzmocnienia w mieszkańcach poczucia przynależności do lokalnej społeczności i wpływu na otaczającą rzeczywistość.

## Podsumowanie

Świadomość zagrożeń i wybór działań adaptacyjnych mają kluczowe znaczenie w procesie zwiększania odporności miast na skutki zmian klimatu. Szansą na społeczną akceptację i udział mieszkańców Aglomeracji Górnośląskiej w tych działaniach są edukacja, dialog oraz dobra komunikacja i informowanie. Społeczności lokalne chętniej przyjmują zmiany, jeśli są włączone w ich planowanie i wdrażanie. Trzeba jednak wyraźnie podkreślić, że otwartości na dialog potrzebują obie strony, czyli również samorząd, który powinien szerzej otworzyć się na współpracę z mieszkańcami.

Coraz więcej mówi się o dotychczasowych skutkach społecznych, gospodarczych i środowiskowych zmian klimatu, należy jednak pamiętać o dalszych konsekwencjach i myśleć perspektywicznie, wybiegać w przyszłość, starać się przewidywać, które zagrożenia najbardziej zakłócą funkcjonowanie miast oraz jak dostosować do nich budowaną i planowaną infrastrukturę. Skuteczność działań adaptacyjnych w miastach Aglomeracji Górnośląskiej będzie zależeć od zaangażowania samorządów i mieszkańców w debatę na temat zmian klimatu i ich wpływu na wspólną przestrzeń, a także od tego czy uda

im się zintegrować politykę adaptacji ze wszystkimi elementami planowania rozwoju lokalnego i regionalnego.

Konieczne jest wypracowanie zarówno przez samorządy poszczególnych miast, jak GZM konkretnych rozwiązań, które:

- poprawią sytuację aktywnych obywateli i stworzą bodźce zachęcające nowe osoby do angażowania się w działania społeczne i środowiskowe związane z przystosowaniem społeczności lokalnych i miast do skutków zmian klimatu,
- poszerzą listę interesariuszy zaangażowanych lub zainteresowanych włączeniem się w działania adaptacyjne w wymiarze społecznym i środowiskowym,
- uruchomią dodatkowe źródła finansowania inicjatyw obywatelskich służących adaptacji miast do skutków zmian klimatu w dzielnicach i osiedlach (projekty inwestycyjne w skali mikro, jak np. ogrody deszczowe, parklety, zazielenianie podwórek itp.),
- będą stanowić wsparcie dla liderów i animatorów działań lokalnych, które pozwolą zwiększyć poziom uczestnictwa mieszkańców (dzieci, młodzieży, dorosłych, osób starszych, grup zagrożonych wykluczeniem społecznym) w działania podnoszące odporność miast na skutki zmian klimatu,
- wzmocnią infrastrukturę i przestrzeń publiczną, aby mogła rozwijać się aktywność obywatelska,
- pozwolą administracji samorządowej na szersze włączanie potencjału lokalnych organizacji do działań rozwojowych oraz na monitorowanie i ocenę wpływu tych organizacji na te działania.

Podstawą do zrealizowania wymienionych działań oraz zapewnienia ich wysokiej efektywności jest przeprowadzenie badań świadomości ekologicznej mieszkańców GZM na temat adaptacji do zmian klimatu.

**10.****OBSZARY  
MIEJSKO-  
PRZEMYSŁOWE  
W KONTEKŚCIE  
ZAGROŻEŃ  
ZWIĄZANYCH  
ZE ZMIANAMI  
KLIMATU  
– PODSUMOWANIE**

---

Obszary zurbanizowane, miasta i aglomeracje miejskie we wszystkich miejscach na świecie, także w naszym kraju charakteryzują się specyficznymi cechami, które odróżniają je o pozostałych obszarów. Definiuje je przede wszystkim duża koncentracja ludności i zabudowy o wysokiej intensywności oraz duży udział populacji zatrudnionej w sektorach nierolniczych. Obszary miejskie łączą w swej przestrzennej strukturze podstawę przyrodniczą z tkanką miejską, na którą się składa zabudowa i towarzysząca jej dobrze rozwinięta infrastruktura techniczna. Duże ośrodki miejskie, szczególnie te metropolitalne wyróżnia przewaga funkcji zewnętrznych nad wewnętrznymi. Funkcje zewnętrzne w tych obszarach mają charakter dominujący. To one określają bazę ekonomiczną miasta, stanowią główne źródło dochodów gospodarki miejskiej oraz decydują o jego rozwoju. Są to przede wszystkim funkcje produkcyjne i usługowe, skierowane na zewnątrz, często wyspecjalizowane, a ich rodzaj jest ściśle związany z wielkością miasta. Dominujące rodzaje działalności, czyli funkcje wiodące, są kryteriami definiującymi obszary miejsko-przemysłowe. Obecność przemysłu, szczególnie ciężkiego, wyznacza miastu dominującą funkcję produkcyjną. Kilkanaście miast przemysłowych zlokalizowanych w centralnej części województwa śląskiego, należących do obszaru Górnośląsko-Zagłębiowskiej Metropolii, tworzy jedyną w Polsce policentryczną aglomerację o przemysłowym profilu i nadaje całemu obszarowi miejsko-przemysłowy charakter.

Centralna część GZM to silnie zurbanizowany obszar funkcjonalny, a jego struktura przestrzenna składająca się z kilkunastu miast, stanowi mozaikę różnych form

użytkowania terenu. Historyczne uwarunkowania rozwoju aglomeracji przyczyniły się do szeregu zjawisk i procesów, które w połączeniu z zagrożeniami wynikającymi ze zmian klimatu czynią go szczególnie podatnym na negatywne skutki tych zagrożeń i mogą być przyczyną ograniczania dynamiki rozwoju całej Górnośląsko-Zagłębiowskiej Metropolii.

Dla dużych miast szczególne zagrożenie stanowią zjawiska i procesy wynikające ze zmiany warunków termicznych, występowania zjawisk ekstremalnych, w szczególności intensywnych opadów oraz zaburzenia cyrkulacji powietrza wzmacnianego przez jego zanieczyszczenie. Zjawiska te mogą występować w miastach samodzielnie, lecz często obserwuje się ich silne powiązania, a co za tym idzie wzmocnienie zagrożeń i wynikających z nich negatywnych skutków. Obserwowane zjawiska pogodowe mają często gwałtowny przebieg lub utrzymują się dłużej niż gdzie indziej. Dotyczy to przede wszystkim deszczy nawaalnych będących przyczyną powodzi miejskich i podtopień, których intensywność wzmacnia wysoki stopień uszczelnienia terenów miejskich [139]. Uszczelnienie jest również czynnikiem potęgującym zasięg i oddziaływanie miejskiej wyspy ciepła, która w obszarze centralnym GZM przyjęła formę zwielokrotnioną, tworząc jedyny w swoim rodzaju archipeląg MWC. Zjawisko to obniża komfort termiczny w miastach oddziałując na wszystkich jego mieszkańców, a u grup wrażliwych stanowi poważne zagrożenie zdrowia i życia. Inne zagrożenia zdrowotne wiążą się z występowaniem epizodów smogowych szczególnie częstych w miejsko-przemysłowych miastach Aglomeracji Górnośląskiej. Ważne jest, aby w obszarze Aglomeracji postrzegać te zjawiska i zagrożenia łącznie, uwzględniając również strukturę przestrzenną oraz rozkład przestrzenny jej komponentów, ale także charakterystykę materiałową tkanki miejskiej, stan techniczny infrastruktury, jak również funkcjonowanie i odporność ekosystemów miejskich. Dodatkowo zagrożenia klimatyczne są wzmacniane przez liczne skutki procesów urbanizacyjnych, do których poza uszczelnieniem gruntów, można zaliczyć występowanie barier i konfliktów przestrzennych, ograniczanie dostępności funkcjonalnej terenów.

Powiązanie zagrożeń wynikających ze zmian klimatu i lokalnych uwarunkowań wzmacniających negatywne skutki tych zagrożeń kierują uwagę w stronę kondycji zdrowotnej mieszkańców, ich percepcji oraz zachowań wobec tych zjawisk. Centralny obszar GZM to największe skupisko ludności w Polsce, stąd wszystkie zagrożenia zdrowotne pojawiające się w wyniku zmian klimatu będą miały tutaj największy zasięg, a czasami nawet charakter masowy. Dlatego też wiedza o tym jak mieszkańcy tego największego polskiego obszaru metropolitalnego postrzegają zmiany klimatu, czy i jak są do nich przygotowani oraz czy są gotowi włączyć się aktywnie w kształtowanie polityki adaptacyjnej, wymaga poszukiwania rozwiązań systemowych, często o charakterze horyzontalnym. Łączenie różnych aspektów zmian klimatu, ze specyficznym i wyjątkowym w skali kraju miejsko-przemysłowym charakterem, Aglomeracji Górnośląskiej pozwoli na przyjęcie właściwej perspektywy planowanych działań, zarówno w poszczególnych miastach, jak i w całej Górnośląsko-Zagłębiowskiej Metropolii.

**11.****WZMOCNIENIE  
ODPORNOŚCI  
OBSZARU  
GÓRNOŚLĄSKO-  
-ZAGŁĘBIOWSKIEJ  
METROPOLII  
– KIERUNKI  
DZIAŁAŃ**

---

**Streszczenie**

W rozdziale przedstawiono kierunki kształtowania polityki adaptacyjnej na tle zidentyfikowanych zagrożeń klimatycznych oraz uwarunkowań i potencjału rozwojowego Górnośląsko-Zagłębiowskiej Metropolii. Zaprezentowano podstawowe kategorie działań adaptacyjnych oraz ich powiązanie ze wskazanymi typami zagrożeń, wynikających ze zmian klimatu. Działania mieszczą się w trzech ogólnych kategoriach: technicznej, organizacyjnej i informacyjno-edukacyjnej oraz stanowią bazę do budowania systemowych rozwiązań metropolitalnej polityki adaptacyjnej w miejsko-przemysłowym, centralnym obszarze GZM.

## Wprowadzenie

Zmiany klimatu wpływają zarówno na środowisko, jak i na gospodarkę i społeczeństwo. Nasilające się skutki zmian klimatu są coraz bardziej odczuwalne. Zagrożenia klimatyczne mogą stanowić istotne bariery rozwojowe, dla poszczególnych miast, a także dla całego obszaru metropolii. Z tego względu konieczne jest, nie tylko określenie wrażliwości obszaru na zagrożenia, na podstawie jego cech fizycznych, w tym struktury przestrzennej i warunków przyrodniczych oraz kondycji społecznej i gospodarczej, ale również wypracowanie skutecznej polityki wzmacniania jego odporności na zmiany klimatu. Podstawą do prowadzenia takiej polityki są możliwości adaptacyjne miast określone przez potencjał instytucjonalny oraz aktywność różnych interesariuszy, których działania polegają na reagowaniu na przewidywane lub rzeczywiste konsekwencje związane ze zmianami klimatu. Zarządzanie przestrzenią obszaru w kontekście zmian klimatycznych stawia przed władzami Górnośląsko-Zagłębiowskiej Metropolii szereg nowych wyzwań. Centralny obszar GZM to, wyjątkowa w skali kraju, tkanka miejska o dużej koncentracji ludności, a także specyficznej strukturze zabudowy miejskiej i przemysłowej oraz znacznej gęstości infrastruktury technicznej. Taka charakterystyka definiuje wysoką wrażliwość obszaru na miejskie zagrożenia środowiskowe wynikające z połączenia czynników klimatycznych i jego cech własnych.

Podniesienie odporności obszaru GZM na zagrożenia powstałe w wyniku zmian klimatu nie jest prostą sumą działań podejmowanych w poszczególnych lokalizacjach lub sektorach gospodarki miejskiej. Miarą wzmocnienia odporności całego obszaru Górnośląsko-Zagłębiowskiej Metropolii jest synergia działań i przedsięwzięć realizowanych w różnych skalach i lokalizacjach oraz współpraca między różnymi podmiotami. Oznacza to poszukiwanie rozwiązań, które mogą ograniczyć także inne zagrożenia, oprócz tych wynikających ze zmian klimatu, oraz przyczyniać się do osiągnięcia innych celów, nie tylko związanych z adaptacją do tych zmian. Takie podejście do projektów i przedsięwzięć jest zgodne z misją i głównym przesłaniem *Programu Działań Strategicznych Górnośląsko-Zagłębiowskiej Metropolii do roku 2022* [7, s. 3], który wskazuje na spektrum wspólnych problemów oraz szans stojących przed całą metropolią i jej gminami członkowskimi. Wśród nich znajdują się także te, które dotyczą szeroko pojętej adaptacji do zmian klimatu. Zgodnie z zapisami *Programu Działań Strategicznych GZM*, priorytetem jest „integracja działań, które w sposób skonsolidowany mogą zostać zrealizowane bardziej efektywnie (koszty, ludzie, czas) i bardziej skutecznie (skala oddziaływania, efekty długoterminowe), niż gdyby były wdrożone fragmentarycznie” [7, s. 62]. Synergia i komplementarność obejmują również łączenie przedsięwzięć należących do trzech podstawowych kategorii działań technicznych (inwestycyjnych), organizacyjnych i informacyjno-edukacyjnych.



## Wyznaczanie kierunków działań adaptacyjnych

Podstawę do wyznaczania kierunków działań adaptacyjnych stanowi ocena wrażliwości obszaru na zidentyfikowane zagrożenia wynikające ze zmian klimatu. Ze względu na złożoność struktury przestrzennej obszaru i jego wcześniejsze obciążenia środowiskowe, ważne jest nie tylko wskazanie głównych czynników klimatycznych mogących stanowić zagrożenie, ale również określenie ich powiązań z czynnikami charakterystycznymi dla obszaru aglomeracji. Wrażliwość całego centralnego obszaru GZM na zagrożenia związane ze zmianami klimatu prezentuje Tabela 18. Podstawowe komponenty obszaru zestawiono z zagrożeniami wynikającymi bądź bezpośrednio ze zjawisk klimatycznych, bądź stanowiących ich pochodne.

Uszczelnienie terenu, fragmentacja ekosystemów oraz zanieczyszczenie powietrza to czynniki antropogeniczne będące same w sobie zagrożeniami ograniczającymi rozwój obszaru. Równocześnie wzmacniają one zagrożenia wynikające ze zjawisk klimatycznych. Uszczelnianie terenu sprzyja występowaniu lokalnego zjawiska, jakim jest Miejska Wyspa Ciepła, której występowanie potęguje wysoka temperatura i warunki bezwietrzne. MWC jest ściśle powiązana z występowaniem zwartej zabudowy oraz pokryciem terenu warstwami nieprzepuszczalnymi, takimi jak asfalt i beton, stosowaniem materiałów pochłaniających i kumulujących energię ciepłą. Uszczelnienie terenu skutkuje także zmianą naturalnych stosunków wodnych. W wyniku intensywnego deszczu woda opadowa docierając do powierzchni gruntu, nie zostaje wchłonięta przez glebę. Pojawia się spływ powierzchniowy oraz zagrożenie powodziowe w mieście [140]. Innym czynnikiem antropogenicznym jest zanieczyszczenie powietrza. Niekorzystne warunki pogodowe w połączeniu z emisją zanieczyszczeń powietrza powoduje występowanie epizodów ekstremalnie wysokich stężeń. Identyfikacja specyficznych zagrożeń miejskich (stresorów) pozwala na określenie elementów wrażliwych (receptorów), a następnie umożliwia wskazanie kierunków działań adaptacyjnych łagodzących skutki tych zagrożeń.

W centralnym obszarze GZM wrażliwość należy oceniać badając narażenie mieszkańców na określone zagrożenia, a także analizując zagrożenia dla podstawowych składowych struktury przestrzennej, przy czym teren ten należy rozumieć jako podstawowy zasób, zawierający również zasoby przyrodnicze oraz zabudowę i infrastrukturę.

Należy pamiętać, że choć cały obszar, z uwagi na swoje specyficzne cechy, wykazuje dużą wrażliwość na określone zagrożenia, niektóre jego fragmenty mogą charakteryzować się większym stopniem wrażliwości. W Aglomeracji możemy wyodrębnić grupę miast, charakteryzujących się wspólnymi cechami, które wyznaczają ich wrażliwość na zagrożenia. Przykładowo w miastach, przez które przepływają rzeki na skutek intensywnych opadów będzie występowało większe ryzyko powodzi rzecznych. Powodzie miejskie częściej będą dotyczyć miast charakteryzujące się wysokim stopniem uszczelnienia gruntów (powyżej 30%).

Kierunki działań wyznacza się w nawiązaniu do zdefiniowanych celów i priorytetów zapisanych w kluczowych dokumentach dotyczących zarówno całego obszaru GZM, jak i adresowanych do każdego z 16 analizowanych miast Aglomeracji Górnośląskiej.

Tabela 18. Matryca wrażliwości centralnego obszaru Górnośląsko-Zagłębiowskiej Metropolii

Wrażliwe elementy (receptory)	Zagrożenia (stresory)					
	zjawiska klimatyczne			czynniki antropogeniczne		
	temperatu- ry ekstre- malne* fale upałów fale chłodu	opady	wiatr	MWC	powo- dzie miejskie	zanie- czyszcze- nie po- wietrza
<b>Ludzie</b>						
Cała populacja obszaru	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Grupy wrażliwe w kategoriach: <ul style="list-style-type: none"> <li>wieku (osoby powyżej 65 roku życia, dzieci)</li> <li>stanu zdrowia</li> <li>statusu społecznego</li> </ul>	✓	✓	✓	✓	✓	✓
<b>Teren</b>						
Tereny zielone – ekosystemy miejskie	✓	✓	✓			✓
Tereny zalewowe		✓			✓	
Zbiorniki i powierzchniowe ciekł wodne	✓	✓				
<b>Zabudowa</b>						
Zabudowa śródmiejska (mieszaniowusługowa)	✓	✓	✓		✓	
Zabudowa dużych zespołów mieszkaniowych (osiedla)	✓	✓	✓		✓	
Zabudowa podmiejska (suburbia)		✓	✓		✓	✓
Zabudowa przemysłowa, składowa i poprzemysłowa	✓	✓	✓		✓	
Wielkopowierzchniowe obiekty handlowe	✓	✓	✓		✓	
<b>Infrastruktura</b>						
Infrastruktura wodnokanalizacyjna	✓	✓			✓	
Infrastruktura transportowa, drogową i szynowa	✓	✓	✓		✓	
Infrastruktura energetyczna	✓	✓	✓		✓	

\* ekstremalnie niskie lub wysokie temperatury

Źródło: opracowanie własne IETU na podstawie [139].

Spośród miast tworzących obszar centralny dla 13 z nich zostały opracowane plany adaptacji do zmian klimatu<sup>25</sup>, które stanowią podstawę do podejmowania działań adaptacyjnych w każdym z nich. Zagadnienia zmian klimatu i adaptacji do tych zmian wskazano również w *Programie Działań Strategicznych GZM*, ale nie są zdefiniowane wprost jako cele lub priorytety. Dlatego też w skali całego GZM należy dążyć do powiązania inicjatyw i przedsięwzięć adaptacyjnych z Priorytetami na lata 2018-2022 zawartymi w tym dokumencie, a przede wszystkim z pierwszym z nich *Kształtowanie ładu przestrzennego, zrównoważona zielona metropolia* [7, s. 14]. Kierunki działań adaptacyjnych omawianego obszaru będą wynikały zarówno z kierunków wskazanych w dokumentach MPA, jak i zapisów *Programu Działań Strategicznych GZM*, oraz będą uwzględniały wrażliwość poszczególnych elementów tworzących strukturę metropolii.

### **Kategorie działań adaptacyjnych**

Działania adaptacyjne adresowane są do zidentyfikowanych zagrożeń. Mają one za zadanie przygotowanie wrażliwego elementu obszaru (np. ludzi, zabudowy, itp.) na możliwe skutki danego zagrożenia lub zminimalizowanie strat, które mogą wystąpić. Szczególny typ działań adaptacyjnych stanowią te, które konstruowane są na szansach wynikających ze zmian klimatu. Większe opady mogą być nie tylko zagrożeniem, ale również szansą na zatrzymanie wody w mieście, przez dobrze rozwinięty system terenów biologicznie czynnych, stanowiących istotny element kształtowania błękitno-zielonej infrastruktury. Bez względu na to, czy dane działanie będziemy postrzegać jako odpowiedź na zagrożenie, czy będzie ono szansą poprawy jakości środowiska miejskiego, będzie się ono mieściło w jednej z trzech kategorii działań adaptacyjnych.

#### Działania techniczne

Działania techniczne to szereg inwestycji o różnej skali i zasięgu oddziaływania, ukierunkowanych głównie na ograniczanie zagrożeń dotyczących infrastruktury i zabudowy, stanowiącej istotny element prawidłowego funkcjonowania obszaru metropolii. Złożoność powiązań funkcjonalnych wymaga dobrze rozwiniętej i sprawnie działającej infrastruktury technicznej, na którą składa się system sanitarny, obejmujący gospodarkę wodną, ściekową i gospodarkę odpadami, system transportowy (sieć dróg kołowych i szynowych) oraz system elektroenergetyczny, na który składają się system produkcji i przesyłu energii elektrycznej, a także system energetyki ciepłej i zaopatrzenia w gaz. Systemy te w centralnej części GZM tworzą bardzo gęstą sieć infrastruktury liniowej, która oplata równie intensywną zabudowę miejsko-przemysłową obszaru. Gęstość tej sieci, wielkość jej składowych oraz istniejących między nimi powiązań stanowi o wysokim stopniu wrażliwości na negatywne skutki zjawisk pogodowych wynikających ze zmian klimatu.

**25** W ramach projektu Ministerstwa Środowiska „Opracowanie planów adaptacji do zmian klimatu w miastach powyżej 100 tys. mieszkańców” – [www.44mpa.pl](http://www.44mpa.pl).

Dlatego też wzmocnienie odporności całego systemu infrastruktury wymaga kompleksowych rozwiązań odpowiadających na problemy i potrzeby gospodarki wodno-ściekowej, która została wskazana, we wszystkich 13 opracowanych dla miast Aglomeracji Górnośląskiej, planach adaptacji jako kluczowy element odporności tych miast na zagrożenia klimatyczne. Rozwiązania dotyczące gospodarki wodnej zostały wpisane również do *Programu Działań Strategicznych Górnośląsko-Zagłębiowskiej Metropolii do roku 2022*. Wśród działań strategicznych zapisanych w ramach priorytetu „Kształtowanie ładu przestrzennego, zrównoważona zielona metropolia”, znajduje się – działanie „Niebieska infrastruktura Metropolii – inteligentne zarządzanie wodą”. Jego celem, przekładającym się bezpośrednio na politykę adaptacyjną, jest: zagospodarowanie wód opadowych i wprowadzenie wód opadowych do lokalnego obiegu oraz przeciwdziałanie podtopieniom i powodziom w ramach wspólnej polityki wobec obszarów zalewowych, a także wypracowanie koncepcji zagospodarowania zbiorników, koryt i brzegów rzek wraz z terenami przyległymi [7, s. 70].

Zagospodarowanie miejskich przestrzeni nadrzecznych jest realizowane w przypadku rzek metropolii należących do zlewni Kłodnicy i Przemszy. Działania te mają charakter pilotowy finansowany ze środków Programów INTERREG – przykładem jest Projekt REURIS zrealizowany w Katowicach w latach 2008-2012, jak również mają charakter kompleksowych działań inwestycyjnych często połączonych z rewitalizacją przestrzeni miejskiej (rewitalizacja terenów nadrzecznych). Podobny charakter mają działania związane z zagospodarowaniem zbiorników wodnych, w tym renaturyzacja i rewitalizacja stawów, zalewisk oraz wyrobisk pogórnictwa. Przykładem może być stworzenie zbiornika Kuźnica Warężyńska oraz zbiorników wodnych Pogoria w Dąbrowie Górniczej. Inne przykłady zagospodarowania miejskich przestrzeni zostały przedstawione w rozdziale 4.

Przedsięwzięcia inwestycyjne w systemie gospodarki wodno-ściekowej dotyczyć będą gospodarowania wodami opadowymi, w tym działań zwiększających retencyjność centralnego obszaru GZM, zabezpieczeń przeciwpowodziowych, a także rozwiązań technicznych ograniczających ryzyko podtopień na obszarach bezodpływowych i objętych działalnością górnictwem [7, s. 70]. Przykładem takich działań podejmowanych w miastach metropolii są kompleksowe programy rozwoju infrastruktury obejmujące rozbudowę kanalizacji deszczowej wraz z budową nowych zbiorników retencyjnych, zarówno sztucznych jak i z wykorzystaniem istniejących możliwości naturalnych w tym zakresie (na przykład Program Chronimy Kroplę Deszczu realizowany od 2018 w Rudzie Śląskiej). Działania tego typu są podejmowane w szczególności w oparciu o środki finansowe Regionalnych Programów Operacyjnych.

Rozwiązania dotyczące gospodarki wodno-ściekowej powinny być zintegrowane z działaniami podejmowanymi w zakresie infrastruktury transportu. Wrażliwość systemu transportowego na zagrożenia wynikające ze zmian klimatu jest dostrzegana w miastach metropolii, szczególnie po każdym bardziej intensywnym opadzie deszczu lub w trakcie śnieżnych zim. Działania techniczne dotyczące adaptacji infrastruktury

transportu mają na celu przede wszystkim zabezpieczenie jej przed zagrożeniami wynikającymi ze wzrostu częstotliwości intensywnych opadów. Związane są również z zabezpieczeniem nawierzchni przed wpływem ekstremalnych temperatur. Obejmują one rozwiązania polegające na stosowaniu odpowiednich kompozycji materiałowych o właściwościach i parametrach, odpornych na czynniki atmosferyczne, np. do budowy nawierzchni, torowisk i chodników. Wprowadzanie rozwiązań nisko- i bezemisyjnych należy do działań adaptacyjnych związanych z prawidłowym funkcjonowaniem transportu miejskiego. Przykładami takiego podejścia jest rozwój elektromobilności oraz kontynuowanie budowy sieci tras rowerowych na obszarze całej metropolii.

Równie ważna dla prawidłowego funkcjonowania całego obszaru jest energetyka. Działania inwestycyjne w energetyce dotyczą ograniczania skutków zagrożeń wynikających ze zmian klimatu np. w zakresie zanieczyszczenia powietrza, wpływu porywistego wiatru, ekstremalnych temperatur, opadów atmosferycznych w dniach z temperaturą oscylującą wokół 0°C. Zapewnienie odpowiedniej jakości powietrza atmosferycznego w centralnej części GZM próbuje się uzyskać przez realizację Programu Ochrony Powietrza dla Aglomeracji Górnośląskiej oraz programów ograniczania niskiej emisji w miastach i gminach, w tym przedsięwzięć o charakterze inwestycyjnym. Składają się na nie programy i projekty termomodernizacji budynków użyteczności publicznej oraz domów mieszkalnych, wielorodzinnych i jednorodzinnych, wymiany źródeł ciepła (np. piece i kotły węglowe), a także rozwiązania oparte na wykorzystaniu odnawialnych źródeł energii. Rozwój energetyki odnawialnej może stanowić odpowiedź na zwiększone zapotrzebowanie na energię elektryczną w okresach letnich. Należy jednak podkreślić, że projekty i działania związane z kompleksowymi rozwiązaniami w zakresie energetyki wykraczają znacznie poza możliwości samodzielnego realizowania ich przez poszczególne miasta i wymagają rozwiązań systemowych w skali metropolii lub całego regionu.

Zbiór działań technicznych, odnoszących się do zabudowy miejskiej całego obszaru, uwzględnia jej typologię i obejmuje inicjatywy ukierunkowane na przystosowanie budynków do zmian klimatu. Intensywną zabudowę miast centralnej części obszaru GZM tworzą historyczne centra miast oraz kwartałów śródmiejskich, a obok współczesnych, blokowych osiedli mieszkaniowych, zlokalizowane są robotnicze osiedla patronackie lub nowa zabudowa jednorodzinna. Gęsta i zróżnicowana tkanka miejska wymaga zintegrowanych projektów o charakterze kompleksowym ukierunkowanych na minimalizację wpływu zmian wielu zjawisk klimatycznych: ekstremalnych temperatur, opadów i wiatru. Zabudowa śródmiejska wymaga często podjęcia prac remontowych i modernizacyjnych o szerokim spectrum. Prace te dotyczą różnych typów zabudowy wielorodzinnej oraz obiektów użyteczności publicznej. Potrzeby modernizacyjne i remontowe obejmują szeroki zakres robót, od termomodernizacji budynków, wymiany dachów i okien, zakładania izolacji przeciwwilgociowych, do wymiany lub modernizacji systemów ogrzewania oraz wprowadzenia systemów chłodzenia i modernizacji systemów wentylacji. W przypadku obiektów zabytkowych, chronionych prawem, często konieczne jest przeprowadzenie prac adaptacyjnych z jednoczesnym zachowaniem

wytycznych konserwatorskich. Działania te zapisane są w dokumentach gminnych, takich jak: programy rewitalizacji, polityka mieszkaniowa, czy programy gospodarowania zasobem mieszkaniowym.

Równie szerokie spektrum działań i inwestycji dotyczy kształtowania przestrzeni publicznych, tak aby zapewnić lepszą jakość życia mieszkańcom i wzmocnić odporność przestrzeni miejskiej na zagrożenie wynikające ze zmian klimatu. Miasta GZM w swojej strukturze przestrzennej zawierają różne typy przestrzeni miejskich. Są to rynki oraz reprezentacyjne place miejskie, a także przestrzenie towarzyszące funkcjom usługowym, takim jak teatry, biblioteki, muzea, obiekty konferencyjne itp. Znaczna ich część to mocno uszczelnione fragmenty miast, zabetonowane, wybrukowane lub wyłożone płytami kamiennymi, które potęgują negatywne skutki miejskiej wyspy ciepła. Zjawisko MWC jest zagrożeniem dla mieszkańców całego centralnego obszaru GZM. Może ono wywoływać negatywne skutki zdrowotne oraz dyskomfort w trakcie przebywania w nagranych i słabo przewietrzanych przestrzeniach centrów miast. Przykładem rozwiązań, które łagodzą uciążliwości związane z wysokimi temperaturami są wodne place zabaw. I tak w Katowicach, w ramach budżetu obywatelskiego, wybudowano w Dolinie Trzech Stawów obiekt o powierzchni 318 m<sup>2</sup>, który obejmuje strefę dla dzieci młodszych i starszych. Na placu dostępne są rozmaite atrakcje, takie jak fontanny, natryski, kurtyny wodne. Koszt realizacji projektu wynosił około 1,5 mln zł. Nie jest to jedyna tego typu inwestycja w Katowicach, w 2019 roku ukończono prace nad podobnym obiektem w dzielnicy Załęże, a budowa wodnego placu zabaw w dzielnicy Piotrowice jest finalizowana. Wodne place zabaw zostały utworzone również w Będzinie, Tychach i Jaworznie.

Nie do przecenienia jest rola zieleni, w skali całego obszaru, a szczególnie w przestrzeniach śródmiejskich. Zielen jest skutecznym czynnikiem regulującym temperaturę i wilgotność w mieście, ogranicza także zasięg miejskiej wyspy ciepła. Ważne jest zatem, aby projekty urbanistyczne realizowane w różnych skalach, zarówno ogólnomiejskiej, jak i w dzielnicach, czy nawet w kwartałach lub ich fragmentach, operowały nie tylko wielkością powierzchni biologicznie czynnej, ale również zapewniały jej w miarę równomierny rozkład w przestrzeni miejskiej. Celowe jest także skoordynowanie działań planistycznych podejmowanych w sąsiadujących ze sobą miastach oraz zintegrowanie gospodarowania wodami opadowymi z realizacją projektów urbanistycznych i przedsięwzięć z zakresu infrastruktury drogowej.

Uzupełnieniem tych działań powinno być konsekwentne, systemowe rozwijanie i kształtowanie tzw. błękitno-zielonej infrastruktury. Katalog rozwiązań obejmuje systemowe działania dotyczące powiązań przestrzennych poszczególnych elementów tej infrastruktury, takich jak np. obszary przyrodniczo cenne czy tereny nadrzeczne ze szlakami turystyki pieszej i rowerowej. Ponadto działania służące zwiększeniu retencji miejskiej, które mogą mieć charakter projektów miejskich, jak np. realizowane w ramach budżetu obywatelskiego zazielenianie podwórek wewnątrz kwartałów śródmiejskich i przestrzeni międzyblokowych albo inicjatywy w skali mikro, takie jak ogrody deszczowe, parki kieszonkowe lub zielone parkingi, dachy i ściany. Szczególnie zielona infrastruktura jest coraz mocniej dostrzeganym i docenianym przez mieszkańców elementem przestrzennej

struktury miast o czym świadczy coraz większa liczba tzw. zielonych projektów realizowanych w ramach budżetów obywatelskich. Kapitał przyrodniczy GZM stanowi cenny potencjał pozwalający na wprowadzanie rozwiązań wykorzystujących usługi ekosystemów w celu zwiększenia odporności obszaru na zmiany klimatu. Szczególne znaczenie będą miały usługi regulacyjne ekosystemów miejskich [76]. Budowanie odporności na obszarze GZM przez utrzymanie i zwiększanie powierzchni otwartych terenów zielonych oraz urządzonej zieleni miejskiej przyczyni się do ograniczania negatywnych skutków zmian klimatu oraz podniesienia jakości życia i bezpieczeństwa mieszkańców.

Miasta Aglomeracji prowadzą od wielu lat konsekwentną politykę ochrony terenów zielonych oraz rewitalizacji terenów zdegradowanych w kierunku przyrodniczym i rekreacyjnym. Przykładem jest „Plan działań w zakresie wzmocnienia i rozwoju systemu zielonej infrastruktury w Miejskim Obszarze Funkcjonalnym Chorzowa, Rudy Śląskiej i Świętochłowic”, opracowany w ramach projektu LUMAT współfinansowanego z Programu INTERREG Europa Środkowa. Dokument zawiera listę obszarów wybranych wspólnie przez przedstawicieli trzech miast oraz zarząd Parku Śląskiego wraz z listą działań mającą na celu wzmocnienie i rozwój zielonej infrastruktury, która poprawi jakość życia i estetykę miast a jednocześnie wzmocni ich odporność na wpływ zmian klimatu. Plan działań zawiera również instrumenty wdrażania oraz włączania mieszkańców w dyskusję nad jego zakresem i realizacją. Wszystkie miasta zobowiązały się do wspólnej realizacji jego założeń, podpisując w kwietniu 2018 roku list intencyjny, a pierwszym elementem realizacji planu działań jest zakończona w 2019 roku rewitalizacja hałdy pocynkowej w centrum Rudy Śląskiej – „Góra Antonia”.

Skala i różnorodność działań technicznych wzmocnią odporność obszaru metropolii pod warunkiem prowadzenia ich w sposób zintegrowany i koordynowania na różnych poziomach. Postulowana synergia jest myślą przewodnią *Programu Działań Strategicznych GZM*, co w zakresie przedsięwzięć inwestycyjnych umożliwi racjonalne kształtowanie finansowania zadań realizowanych zarówno w skali jednostkowej, jak i całej metropolii.

#### Działania organizacyjne

Działania techniczne stanowią mocny fundament podnoszący odporność miast na zmiany klimatu. Natomiast sprawna organizacja i dobre zarządzanie pozwalają na skuteczne reagowanie w sytuacjach zagrożeń. Wyzwaniem organizacyjnym dla samorządów jest również zapewnienie miastom GZM stabilnej sytuacji finansowej. Ten czynnik jest kluczowym elementem podejmowania działań adaptacyjnych w dłuższej perspektywie czasowej i w relacji do dużej grupy samorządów miejskich. O sile potencjału adaptacyjnego świadczy udział wydatków inwestycyjnych w budżecie, aktywne działania samorządów służące przyciąganiu inwestorów, jakość informacji i promocji, a także wdrożone systemy zarządzania, np. standard ISO 9001:2009 w urzędach miejskich i jednostkach podległych. Ważnymi czynnikami są również sprawność systemu zarządzania miastem, organizacja pracy służb miejskich, planowanie działań, rozwijanie współpracy między partnerami.



Podstawowym elementem działania w sytuacjach zagrożenia jest system zarządzania kryzysowego. W każdym z miast Aglomeracji Górnośląskiej wyznaczone są odpowiednie komórki w urzędach miejskich odpowiedzialne za zarządzanie kryzysowe. Ich zadaniem jest koordynacja sił ratowniczych, porządkowych i reagowania kryzysowego, w tym: Centrum Zarządzania Kryzysowego, Państwowej Straży Pożarnej, Policji, Straży Miejskiej, Powiatowej Stacji Sanitarno-Epidemiologicznej. W skład struktur zarządzania kryzysowego poszczególnych gmin wchodzi Powiatowe Centrum Zarządzania Kryzysowego i Miejski Zespół Zarządzania Kryzysowego [141]. Działaniem organizacyjnym o kompleksowym charakterze jest usprawnienie systemu przeciwdziałania skutkom gwałtownych zjawisk meteorologicznych i hydrologicznych, w tym wzmacnianie systemów ostrzegania i informowania mieszkańców, ratownictwa oraz zaplecza instytucji i placówek miejskich ochrony zdrowia i opieki społecznej. Wzmacnianie służb i instytucji w ramach GZM, jak również współpraca regionalna, w skali całego województwa, wpisuje się w obecnie działający model współpracy z jednostkami szczebla ponad gminnego. Sprawne współdziałanie jest niezwykle istotne w przypadku wystąpienia nagłych zdarzeń kryzysowych.

Elementem zarządzania kryzysowego są dokumenty strategiczne miast: plany zarządzania kryzysowego, które regulują współpracę w zakresie zapobiegania i reagowania na zjawiska ekstremalne (susze, powodzie, pożary, katastrofy budowlane i in.) między służbami działającymi na szczeblu powiatowym i wojewódzkim. Do tej samej kategorii należą plany związane z ryzykiem powodziowym (m.in. mapy zagrożenia powodziowego) oraz plany ratownicze i plany operacyjne ochrony przed powodzią. Wzajemne uzgodnienia tych planów i tworzenie silnych więzi współpracy między różnymi typami i szczeblami służb kryzysowych decydować będzie o sprawności organizacyjnej w obrębie GZM, a tym samym zwiększać będzie jej potencjał adaptacyjny do zmian klimatu.

Budowanie partnerstwa i współpracy międzygminnej przy realizacji przedsięwzięć inwestycyjnych, w tym przy wdrażaniu dużych projektów infrastrukturalnych o charakterze ponadgminnym, to często czynnik decydujący o powodzeniu tych przedsięwzięć. Możliwości innowacji i usprawnień organizacyjnych są bardzo duże, a ramy współpracy jakie tworzy Górnośląsko-Zagłębiowska Metropolia, stanowią pozytywną przesłankę do rozwijania nowoczesnego modelu organizacyjnego, ukierunkowanego na wzmocnienie potencjału adaptacyjnego obszaru.

#### Działania informacyjno-edukacyjne

Do rozwijania odpowiedzialnej polityki adaptacyjnej GZM niezbędne są działania informacyjne i edukacyjne, które powinny towarzyszyć każdemu przedsięwzięciu technicznemu oraz uzupełniać każde działanie organizacyjne. Ich celem jest podniesienie poziomu wiedzy na temat skutków zmian klimatu i możliwych działań adaptacyjnych oraz nauczanie mieszkańców określonych zachowań i sposobów reagowania w sytuacjach zagrożenia zdrowia i życia.

Katalog działań informacyjnych i edukacyjnych jest obszernym zbiorem wypracowywanym indywidualnie w każdej gminie, a także wynikającym ze współpracy międzygminnej



i współdziałania z administracją samorządową szczebla regionalnego oraz z relacji z organizacjami pozarządowymi, samorządami zawodowymi, s organizacjami społecznymi, jednostkami naukowymi i przedsiębiorcami. Wspólne inicjatywy miast podejmowane w ramach Górnośląsko-Zagłębiowskiej Metropolii mogą usprawnić oraz zwiększyć zasięg i skuteczność działań edukacyjnych i upowszechniania informacji dotyczących zagadnień adaptacji do zmian klimatu.

Działania informacyjne i edukacyjne wymagają dostosowania do poszczególnych grup adresatów. Niektóre działania, głównie informacyjne, komunikujące o bieżących zagrożeniach wynikających ze stanów pogodowych i mobilizujące ludzi do określonych postaw np. pomocy osobom z grup wrażliwych powinny mieć jak najszerszy, powszechny zasięg obejmujący obszar całej metropolii. Natomiast, znaczna część działań edukacyjnych wymaga profilowania pod kątem określonych cech i potrzeb danej grupy odbiorców. Ważnym działaniem jest informowanie mieszkańców o sposobie przekazywania ostrzeżeń i kształtowanie nawyków właściwego reagowania. Ważne jest również zaangażowanie służb miejskich w działania edukacyjne dla szkół i przedszkoli. Istotne znaczenie ma wsparcie inicjatyw społecznych dotyczących adaptacji do zmian klimatu. Praktyka pokazuje, że miejskie akcje spotykają się z pozytywnym odzewem mieszkańców. Prowadzona edukacja docelowo zapewni m.in. sprawny dostęp służb do terenów potencjalnych zagrożeń, jak i wsparcie oraz właściwą postawę mieszkańców w trakcie prowadzonych akcji.

## **Podsumowanie**

Wypracowanie nowoczesnej i zintegrowanej polityki adaptacji do zmian klimatu dla całej Górnośląsko-Zagłębiowskiej Metropolii powinno opierać się na zapisach wynikających z priorytetów zawartych w *Programie Działań Strategicznych GZM* oraz bazować na celach i kierunkach ujętych w miejskich planach adaptacji do zmian klimatu opracowanych dla 13 miast analizowanego obszaru. Działania budujące odporność i potencjał adaptacyjny GZM obejmują wszystkie aspekty funkcjonowania obszaru metropolii, zarówno w relacji do jej struktury przestrzennej, jak i mieszkańców. Niezależnie od tego czy będą one realizowane w poszczególnych miastach, czy systemowo w całym GZM, powinny zmierzać do synergii obejmującej działania, kompetencje, partnerów, instrumenty oraz świadomość społeczną. Integracja działań adaptacyjnych z innymi inicjatywami i przedsięwzięciami realizowanymi w ramach strategii wojewódzkich i polityk lokalnych zapewni nie tylko odporność na zagrożenia związane ze zmianami klimatu, ale również może być impulsem do kreowania nowych kierunków rozwoju obszaru metropolitalnego.

# **12. KSZTAŁTOWANIE ODPORNOSTCI OBSZARU MIEJSKIEGO NA ZMIANY KLIMATU – INSTRUMENTY PLANISTYCZNE**

---

## **Streszczenie**

Kształtowanie odporności obszarów miejskich na zmiany klimatu obejmuje szereg działań, którym przypisane są różne instrumenty. Podniesieniu sprawności zarządzania procesami adaptacji w mieście służą mechanizmy organizacyjne i procedury administracyjne i planistyczne. Istotnymi są również instrumenty finansowe oraz dostępne środki zewnętrzne, które mogą uzupełniać środki z budżetu miasta przeznaczone na realizację zadań adaptacyjnych. Grupą szczególnych instrumentów mogących przyczynić się zarówno do lepszego identyfikowania zagrożeń wynikających ze zmian klimatu jak również do realizacji przedsięwzięć służących ich ograniczaniu są instrumenty i procedury planistyczne.

## Wprowadzenie

Instrumenty służące kształtowaniu odporności obszarów miejskich na zmiany klimatu, można pogrupować w kilku kategoriach. Są nimi instrumenty organizacyjno-administracyjne, do których należą wszelkie procedury i mechanizmy np. prawne; finansowe. Inną grupą są działania inwestycyjne, przedsięwzięcia techniczne o różnej skali od fragmentów miasta do realizacji inwestycji międzygminnych lub regionalnych. Ostatnią grupą są działania ukierunkowane na podnoszenie świadomości ludzi, informowanie ich oraz motywowanie do współdziałania przy realizacji projektów podnoszących odporność miasta na zagrożenia związane ze zmianami klimatu. Mechanizmy, procedury i wynikające z nich dokumenty planistyczne mogą być przypisane do jednej z tych umownych grup, ale mogą także mieścić się w kilku lub we wszystkich łącznie.

## Obowiązujące procedury i dokumenty planistyczne

Większość zagadnień i problemów, które wiążą się ze zmianami klimatu w mieście ma swoje odzwierciedlenie w przestrzeni miejskiej. Podobnie jest z innymi zagadnieniami środowiskowymi, ekonomicznymi i społecznymi, prawie każde z nich jest możliwe do przeniesienia w wymiar przestrzenny. Zapis przestrzenny szeroko pojętych uwarunkowań i kierunków kształtowania polityki miejskiej znajduje się w dokumentach planistycznych np. Studium Uwarunkowań i Kierunków Zagospodarowania Przestrzennego Gminy. Dokument ten definiuje przestrzeń i zachodzące w niej procesy, jest odzwierciedleniem polityki przestrzennej władz miasta, a na jego podstawie opracowywane są dokumenty mające rangę prawa lokalnego – miejscowe plany zagospodarowania przestrzennego (mpzp). Te dwa dokumenty mają bardzo istotne znaczenie w kontekście wszystkich podejmowanych działań realizowanych lub planowanych w mieście. Studium Uwarunkowań i Kierunków Zagospodarowania Przestrzennego, jak i mpzp są instrumentami realizacji polityki przestrzennej i polityki rozwoju miasta, rozumianych w szerszej perspektywie, ujmującej wytyczne i zapisy innych dokumentów planistycznych i strategicznych umiejscowionych na wyższych szczeblach struktury terytorialnego podziału kraju. Dokumentami wyższego szczebla są: *Koncepcja Przestrzennego Zagospodarowania Kraju* [142], *Plan Zagospodarowania Przestrzennego Województwa Śląskiego 2020+* [21] oraz *Strategia Rozwoju Województwa Śląskiego ŚLĄSKIE 2020+* [55].

W przypadku obszaru o charakterze metropolitalnym wskazane jest również opracowanie dla niego Ramowego Studium Uwarunkowań i Kierunków Zagospodarowania Przestrzennego. Taki dokument jest niezwykle potrzebny dla prawidłowego zarządzania rozwojem Górnośląsko-Zagłębiowskiej Metropolii. Natomiast w każdym mieście, lokalizacja zadań i przedsięwzięć wynika z zapisów miejscowych planów zagospodarowania przestrzennego, a w przypadku ich braku na podstawie decyzji administracyjnych: decyzji o ustaleniu lokalizacji inwestycji celu publicznego lub decyzji o warunkach zabudowy. Istotnym ze względu na zagrożenia środowiskowe elementem procedur planistycznych jest opracowanie ekofizjograficzne. W jego zapisach powinny się znaleźć kwestie zagrożeń związanych zmianami klimatu. Opracowanie ekofizjograficzne

zapewnia realizację celów ochrony środowiska zapisanych w dokumentach planistycznych, ale zgodnie z art. 72 ustawy Prawo ochrony środowiska, nie jest ich składową ani też nie wchodzi w skład procedury formalno-prawnej służącej ich przygotowaniu [33]. Dlatego też należy postulować, aby ten dokument poprzedzający opracowanie Studium lub mpzp wprowadzał zapisy na temat zagrożeń związanych ze zmianami klimatu oraz kładł nacisk na konieczność zapewnienia stosownych działań adaptacyjnych. Największą skuteczność i moc sprawczą w kwestii lokalizacji przedsięwzięć, wyznaczania stref ochronnych, wprowadzania zakazów zabudowy lub nakazów określonych warunków jej realizacji, posiada miejscowy plan zagospodarowania przestrzennego. Dlatego też korzystanie z możliwości odstąpienia od opracowywania mpzp przez poszczególne gminy należy postrzegać jako poważne zagrożenie spójności i skuteczności działań ukierunkowanych na adaptację do zmian klimatu w miastach Aglomeracji Górnośląskiej.

### **Powiązanie procedur planistycznych z innymi instrumentami i dokumentami kształtującymi rozwój miast**

Miejska politykę przestrzenną regulują nie tylko podstawowe dokumenty miejskie tj. Studium uwarunkowań i kierunków zagospodarowania przestrzennego oraz mpzp. Istnieje szereg dokumentów zarówno na szczeblu gminy, jak i innych szczeblach terytorialnego podziału kraju, które są powiązane z procesem zarządzania przestrzenią miejską. Należą do nich programy i plany rewitalizacji [143], programy mieszkaniowe, dokumenty regulujące rozmieszczenie i powiązania infrastruktury technicznej np. studia i plany dotyczące transportu, gospodarki wodnej, energetyki czy opracowania wyznaczające obszary ochrony zasobów naturalnych oraz walorów środowiska i krajobrazu [144]. Najnowszym dokumentem, który dołączył do nich jest miejski plan adaptacji do zmian klimatu. Koncepcja miejskiego planu adaptacji do zmian klimatu jako nowego dokumentu o charakterze strategicznym powstała z inicjatywy Ministerstwa Środowiska. W ramach pionierskiego projektu realizowanego w latach 2017-2018, opracowane zostały 44 miejskie plany adaptacji do zmian klimatu dla największych polskich miast. Intencją Ministerstwa, które koordynowało ten projekt, było wprowadzenie miejskiego planu adaptacji do zmian klimatu do zbioru dokumentów strategicznych. Liczba aktów prawnych, które regulują planowanie przestrzenne oraz ochronę przyrody i środowiska w miastach jest wcale nie mała, lecz niestety nie są one ze sobą spójne, a co gorsza czasami mogą mieć charakter kolizyjny. Z tego względu miejskie plany adaptacji do zmian klimatu będą pełnić rolę uzupełniającą do obowiązujących dokumentów polityki miejskiej.

Ustawa o planowaniu i zagospodarowaniu przestrzennym [145] określa miejscowy plan zagospodarowania przestrzennego jako główny dokument planistyczny będący aktem prawa miejscowego. Oznacza to, że aby nadać rangę i charakter wymagalności zapisom zawartym w pozostałych dokumentach, np. planach adaptacji do zmian klimatu, konieczne jest odniesienie ich oraz powiązanie z mpzp. Mapa powiązań takich dokumentów, jak i samych obszarów problemowych w każdym mieście jest rozbudowana, ale w przypadku wyjątkowego obszaru jakim jest Aglomeracja Górnośląska dodatkowym

czynnikiem komplikującym ten obraz jest przenikanie się struktury przestrzennej sąsiadujących ze sobą miast. Górnośląsko-Zagłębiowską Metropolię, zawierającą Aglomerację, należy postrzegać w kategoriach obszaru funkcjonalnego. Wymaga to szerszego spojrzenia zarówno na problemy i zagrożenia występujące w tym obszarze, jak i na kierunki podejmowanych działań oraz definiowanie ponad gminnych rozwiązań. Zostało to wskazane w istniejących dokumentach dotyczących działań i projektów infrastrukturalnych, rewitalizacyjnych, a obecnie będzie również konieczne w odniesieniu do adaptacji do zmian klimatu całego obszaru.

### **Projekty urbanistyczne**

W skali poszczególnych miast projekty urbanistyczne uwzględniające skutki zmian klimatu mogą być skutecznym instrumentem podnoszącym ich odporność na te zmiany. Warunkiem jest włączenie zagadnień związanych z zagrożeniami klimatycznymi już na wstępnym etapie przygotowania takiego projektu. Dobrym przykładem mogą być projekty zagospodarowania miejskich przestrzeni publicznych oraz projekty rewitalizacyjne. Szczególnie te ostatnie wydają się być niezwykle istotne we wdrażaniu adaptacji do zmian klimatu w miastach o przemysłowym rodowodzie. Centralny obszar Górnośląsko-Zagłębiowskiej Metropolii jest obszarem wyjątkowym w skali kraju, gdyż wszystkie tworzące go miasta mają w swojej historii etap mniej lub bardziej intensywnej industrializacji, a co za tym idzie w ich strukturze przestrzennej znajdują się tereny produkcyjne lub tereny postindustrialne będące rezultatem przemysłowej działalności np. zwałowiska, zapadliska, mniejsze i większe zbiorniki powyroboiskowe itp. Przekształcanie i zagospodarowywanie miejsko-przemysłowych terenów do nowych, służących miastom i ich mieszkańcom funkcji jest poważnym wyzwaniem i zarazem szansą nie tylko w kontekście polityki rewitalizacyjnej, ale również w kontekście adaptacji miast postindustrialnych do zmian klimatu. Eliminacja lub nowe zagospodarowanie zdegradowanych nieużytków i terenów oraz obiektów poprzemysłowych może i powinno uwzględniać aspekty ograniczania negatywnych skutków tych zmian. Projekty zagospodarowania miejskich przestrzeni publicznych w miastach GZM mogą wzmacniać odporność tych miast, pod warunkiem, że istotną składową przestrzeni publicznych będą powierzchnie biologicznie czynne. To one powinny zastępować wszędzie, gdzie tylko się da bruki, asfalt i beton. Realizowane w GZM projekty rewitalizacyjne często dotyczą uporządkowania zdegradowanych przestrzeni śródmiejskich – rynków, skwerów i placów miejskich. Niestety stale jeszcze pojawiają się rozwiązania, w których zastosowano wyłącznie materiały nieprzepuszczalne, co może się przyczynić do wzmocnienia negatywnych skutków zmian klimatu. W takich przypadkach zarówno intensywne opady jak i ekstremalnie wysoka temperatura intensyfikują zagrożenia będące pochodnymi zmian klimatu i obniżają walor użytkowy tych przestrzeni. Dlatego też projektanci powinni poszukiwać rozwiązań, które podniosą nie tylko walor estetyczny i użytkowy przestrzeni publicznych, ale również nie będą narażały mieszkańców na zagrożenia i dyskomfort. Katalog dostępnych rozwiązań adresowanych do przestrzeni publicznych jest dosyć zróżnicowany, zawiera

między innymi propozycje pól i ogrodów deszczowych, łąk miejskich, zielonych parkingów, ogrody wertykalne, zielone dachy, oczka i mikro zbiorniki wodne, itp. Ważną rolę w kształtowaniu odporności przestrzeni śródmiejskich na zmiany klimatu pełnią drzewa, które regulują temperaturę i wilgotność przez co mogą łagodzić uciążliwość fal upałów i przyczyniać się do ograniczania zasięgu miejskiej wyspy ciepła. Jest to wystarczający powód, dla którego zieleń wysoka powinna być obowiązkowym elementem projektów urbanistycznych. Również wprowadzenie wody w przestrzeń miejską może być czynnikiem nie tylko jej uatrakcyjnienia, ale również będzie przyczyniało się do regulacji temperatury i wilgotności w intensywnie zabudowanych obszarach śródmiejskich. Wszystkie te propozycje wpisują się w szerszy nurt kształtowania błękitno-zielonej infrastruktury.

Projekty i działania o charakterze systemowym, ponad gminnym stanowią ważne uzupełnienie projektów urbanistycznych wdrażanych w poszczególnych gminach Aglomeracji Górnośląskiej. Znaczna ich część jest realizowana w ramach większych programów np. tych związanych z inicjatywami europejskimi takimi jak INTERREG czy URBACT. Są wśród nich również projekty współfinansowane przez krajowe programy i instytucje np. przez NFOŚiGW.

### **Podsumowanie**

Instrumentarium planistyczne jest najbardziej dostępnym zbiorem procedur, przepisów i dokumentów, przy pomocy których mogą być realizowane działania ukierunkowane na adaptację do zmian klimatu. Szczególnie ważny jest właściwy dobór tych instrumentów w miastach o tak skomplikowanej strukturze przestrzennej i uwarunkowaniach rozwojowych, jakimi charakteryzuje się obszar centralny Górnośląsko-Zagłębiowskiej Metropolii. Jego tkanka miejska – intensywność zabudowy, wysoki udział terenów uszczelnionych, nasycenie infrastrukturą techniczną oraz problemy wynikające z przemysłowego dziedzictwa, wyznaczają kierunki polityki miejskiej. W polityce tej nie może zabraknąć działań zapobiegających negatywnym skutkom zmian klimatu. Silne powiązania funkcjonalne oraz koncentracja zabudowy i infrastruktury w przestrzeni kilkunastu, sąsiadujących bezpośrednio ze sobą miast narzuca konieczność synergii działań i spójność dokumentów planistycznych, a w niektórych przypadkach postuluje wypracowanie rozwiązań wspólnych, obejmujących cały obszar GZM. Potrzeba rozwiązań systemowych wymaga nie tylko zróżnicowanych i efektywnych instrumentów planistycznych, ale również postuluje wzmocnienie współpracy między miastami i integrowanie działań adaptacyjnych. Optymistycznym sygnałem jest wpisanie Ramowego studium uwarunkowań i kierunków zagospodarowania przestrzennego związku metropolitalnego do *Programu działań strategicznych Górnośląsko-Zagłębiowskiej Metropolii* [7]. Ten nowy instrument kształtowania i realizacji polityki przestrzennej w skali metropolitalnej, pozwoli na systemowe podejście nie tylko do zagadnień definiowania funkcji konkretnych obszarów, ale również na wypracowanie sposobu kształtowania odporności całego obszaru na zmiany klimatu.

# 13. INSTRUMENTY FINANSOWE WSPIERAJĄCE MIASTA W REALIZACJI DZIAŁAŃ ZWIĄZANYCH ZE ZMIANAMI KLIMATU

---

## **Streszczenie**

Miasta mogą skorzystać z różnych sposobów i instrumentów w walce ze zmianami klimatu. Jednym z nich jest likwidowanie szkód na bieżąco. Wydatki na takie działania są zazwyczaj w pierwszej kolejności pokrywane ze środków własnych miasta. W dalszej kolejności miasto sięga po fundusze zewnętrzne np. rezerwy celowe, dotacje, ubezpieczenia czy też wsparcie finansowe z Unii Europejskiej. Takie podejście jest skuteczne jedynie przy usuwaniu skutków ekstremalnych zjawisk pogodowych. Bardziej racjonalnym podejściem jest przygotowanie miasta na obserwowane i spodziewane skutki zmian klimatu, czyli konsekwentne i sukcesywne wdrażanie działań łagodzących i adaptacyjnych.

## Wprowadzenie

Miarą sukcesu w „walce” ze zmianami klimatu jest realizacja działań łagodzących (mitygacyjnych) i adaptacyjnych zapisanych w dokumentach strategicznych jakimi są np. miejskie plany adaptacji do zmian klimatu<sup>26</sup>. Działania mitygacyjne, związane są z likwidacją źródeł lub zmniejszeniem emisji gazów cieplarnianych do atmosfery. Mają one stabilizować koncentrację gazów cieplarnianych w atmosferze na bezpiecznym poziomie, bez antropogenicznej ingerencji w system klimatyczny [146]. Z kolei działania adaptacyjne, dostosowują miasto do aktualnych lub spodziewanych zmian klimatycznych i ich skutków. Istotą adaptacji jest nie tylko łagodzenie negatywnych skutków zmian klimatu, ale też wykorzystywanie szans jakie mogą stwarzać. Polegają one na przygotowaniu wrażliwych sektorów miejskich lub określonych fragmentów miasta, np. dzielnic, kwartałów do warunków klimatycznych, na każdym poziomie ich funkcjonowania [147].

Jednak często korzyści, jakich oczekujemy wraz z wdrożeniem działania, zderzają się z rzeczywistością w postaci kosztów. Jak, np. realizować działanie szacowane na kwotę 80 mln zł, kiedy roczny budżet miasta wynosi około 380 mln zł? Nawet po rozdzieleniu inwestycji na poszczególne etapy, koszt wdrażania nadal jest zbyt duży, żeby budżet miejski poradził sobie z takim obciążeniem. Aby skutecznie realizować zapisy w dokumentach strategicznych wsparciem dla miast są unijne, krajowe czy też regionalne instrumenty finansowe. Ponadto, istnieją również instrumenty o wymiarze ponad europejskim finansujące krajowe inwestycje np. Bank Światowy, Międzynarodowy Fundusz Walutowy czy też *Green Climate Fund*<sup>27</sup> – działający przy UNFCCC<sup>28</sup>.

**26** 44 polskie miasta we współpracy z Ministerstwem Środowiska w latach 2017-2019 brały udział w projekcie, którego celem było opracowanie Miejskich planów adaptacji do zmian klimatu do roku 2030 (MPA). Projekt był realizowany przez wiodące podmioty działające w sektorze ochrony środowiska – konsorcjum w składzie: Instytut Ochrony Środowiska - Państwowy Instytut Badawczy (lider), Instytut Meteorologii i Gospodarki Wodnej - Państwowy Instytut Badawczy, Instytut Ekologii Terenów Uprzemysłowionych oraz firmę konsultingowo-inżynierską Arcadis.

**27** Z ang. *Green Climate Fund (GCF)* – Zielony Fundusz Klimatyczny, mechanizm finansowy działający przy Ramowej Konwencji Narodów Zjednoczonych w sprawie zmian klimatu. Ma na celu wspomóc państwa rozwijające się realizacji działań łagodzących skutki zmian klimatu i adaptacyjnych. Siedzibą GCF jest Incheon, Korea Południowa.

**28** Z ang. *United Nations Framework Convention on Climate Change (UNFCCC)* – Ramowa Konwencja Narodów Zjednoczonych w sprawie zmian klimatu.



## **Zmiany Klimatu w kontekście polityki Unii Europejskiej i Organizacji Narodów Zjednoczonych Instrumenty finansowe UE**

Już od wielu lat pojęcie zmian klimatu jest obecne w polityce światowej i europejskiej. Pierwszym krokiem ukierunkowanym na zmiany klimatu jest *United Nations Framework Convention on Climate Change* (UNFCCC), którą podpisano w 1992 roku. Zgodnie z jej postanowieniami, państwa (strony) mają podjąć działania prowadzące do ograniczenia niebezpiecznej antropogenicznej ingerencji w system klimatyczny, emisji gazów cieplarnianych do atmosfery [148]. Negocjacje dotyczące mechanizmu umożliwiającego ograniczenie i redukcję tych gazów w sposób efektywny trwały do roku 1995. Dwa lata później przyjęto *Protokół z Kioto* [149]. Założeniem wynikającym z protokołu jest ograniczenie emisji gazów cieplarnianych przez kraje rozwinięte o przynajmniej 5% w latach 2008-2012 (tzw. okresie rozliczeniowym), w stosunku do roku bazowego 1990. Protokół z Kioto stał się pierwszym prawnie wiążącym instrumentem służącym redukcji emisji przez kraje rozwinięte. Rok przed wygaśnięciem okresu rozliczeniowego, czyli w 2011 roku, na konferencji COP17<sup>29</sup> w Durbanie (RPA) zdecydowano, że najlepszym rozwiązaniem będzie wprowadzenie nowego okresu rozliczeniowego do 2020 roku. Tak zwaną *Poprawkę Dauhańską* przyjęto w drodze konsensusu podczas szczytu klimatycznego w Katarze w Ad-Dausze 8 grudnia 2012 roku. Jej stronami jest obecnie 114 państw. Państwa, które ratyfikowały poprawkę, zobowiązały się do zmniejszenia emisji średnio o 18% poniżej poziomów z roku 1990, wypełniając tym samym lukę między końcem pierwszego okresu rozliczeniowego protokołu z Kioto, a początkiem nowego globalnego porozumienia w 2020 roku. UE zobowiązała się, że w tym okresie ograniczy emisje do poziomu o 20% niższego niż poziom z roku 1990 [150]. Przełom w rozmowach Stron nastąpił na konferencji w Paryżu (COP21). W grudniu 2015 roku zawarły one porozumienie dotyczące zasady ochrony klimatu tzw. *Porozumienie paryskie* do Ramowej konwencji Narodów Zjednoczonych. Porozumienie jest wyrazem dążeń do intensyfikacji globalnej odpowiedzi na zagrożenie związane ze zmianami klimatu [151]. Porozumienie paryskie stanowi nowe podejście do wdrażania Konwencji i obiera nowy długoterminowy cel jakim jest utrzymanie wzrostu średniej temperatury na świecie, znacznie niższego niż 2°C powyżej poziomu sprzed epoki przemysłowej oraz dążenie do tego, by ograniczyć wzrost do 1,5°C, co znacznie obniżyłoby to ryzyko i skutki zmiany klimatu [152]. Porozumienie zostało przyjęte w Nowym Jorku 22 kwietnia 2016 przez 175 Państw, a do tej pory podpisało je 185 Stron (wg. UNFCCC). Kolejnym etapem w „walce” ze zmianami klimatu było opracowanie mapy drogowej realizacji porozumienia

**29** Z ang. *Conference of Parties (COP)* – Konferencja Stron, jest najwyższym organem konwencji, uprawnionym do dokonywania przeglądów realizacji postanowień UNFCCC i związanych z konwencją instrumentów prawnych. Sesje zwyczajne Konferencji Stron zwoływane są co roku, w pierwszych dwóch tygodniach grudnia.

paryskiego na konferencji COP24 w grudniu 2018 roku w Katowicach. W dokumencie zaznaczono potrzebę zwiększenia ambicji w prowadzeniu polityki klimatycznej, tak aby zapewnić możliwie najwyższy stopień adaptacji do zmian klimatu i ograniczenia ich skutków. Podkreślono konieczność zwiększenia finansowania, dostępu do technologii i wsparcia przez kraje rozwinięte, tak aby zintensyfikować działania podejmowane przez kraje rozwijające się.

Unia Europejska i jej 28 państw członkowskich podpisały Ramową konwencję ONZ w sprawie zmian klimatu, protokół z Kioto, a także nowe paryskie porozumienie klimatyczne. UE konsekwentnie realizuje politykę adaptacyjną. Można zauważyć, że na przestrzeni ostatnich lat prace w tym zakresie stały się bardziej intensywnie, a ich efekt jest widoczny m.in. w postaci dokumentów strategicznych wyznaczających ramy dalszych działań. Kluczowymi dokumentami UE traktującymi o adaptacji do zmian klimatu jest *Biała Księga, Adaptacja do zmian klimatu: europejskie ramy działania* [153] oraz *Strategia Adaptacji Unii Europejskiej* [1]. Biała Księga została opublikowana w 2009 roku. Dokument został poświęcony wzmocnieniu zdolności adaptacyjnych w obliczu zmian klimatu dotyczących państwa UE. Komisja Europejska oceniła, że proces adaptacji do zmian klimatu już trwa, ale przebiega w sposób nieuporządkowany. Aby wzmocnić i usystematyzować działania w dokumencie określono ramy prowadzące do zmniejszenia wrażliwości państw UE na oddziaływanie zmian klimatu. W ślad za Białą Księgą powołano także zespół ds. oddziaływania i adaptacji (IASG), złożony z przedstawicieli państw członkowskich, zaangażowanych w tworzenie regionalnych programów adaptacyjnych.

W 2012 roku powstała internetowa europejska platforma przystosowania się do zmiany klimatu – Climate-ADAPT (<https://climate-adapt.eea.europa.eu>) – bazująca na współpracy Komisji Europejskiej i Europejskiej Agencji Środowiska. *Strategia Adaptacji Unii Europejskiej* stała się narzędziem wspierającym proces pogłębiania wiedzy i wymiany najlepszych praktyk dotyczących sposobów radzenia sobie ze zmianami klimatu. Dokument podkreśla, że działania adaptacyjne są powiązane i powinny być realizowane w ścisłej synergii i przy pełnej koordynacji z polityką zarządzania ryzykiem związanym z możliwością wystąpienia klęsk żywiołowych. Jej głównym celem jest zwiększenie gotowości i zdolności do reagowania na skutki zmian klimatu na szczeblu lokalnym, regionalnym, krajowym i opracowanie spójnego podejścia i poprawę koordynacji działań na obszarze całej Unii Europejskiej [1].

Polityka UE w zakresie zmian klimatu kształtuje budżet UE na działania adaptacyjne i łagodzące skutki zmian klimatu. W perspektywie finansowej UE na lata 2014-2020 działania związane ze zmianami klimatu wspierały programy: LIFE, Horyzont 2020, Interreg Europa Środkowa, Interreg Europa, Norweski Mechanizm Finansowy oraz Mechanizm Finansowy Europejskiego Obszaru Gospodarczego (Tabela 19).

W kontekście zmian klimatu wyjątkowym instrumentem UE jest **Program LIFE**, ponieważ jako jedyny bezpośrednio współfinansuje projekty z zakresu ochrony środowiska i klimatu. Jego głównym celem jest wspieranie procesu wdrażania wspólnotowego prawa ochrony środowiska, realizacja unijnej polityki w tym zakresie, a także identyfikacja

Tabela 19. Zestawienie instrumentów finansowych UE dostępnych w latach 2014-2027 wspierających adaptację, zapobieganie zmianom klimatu i usuwanie skutków klęsk żywiołowych

Program	Adaptacja / zapobieganie	Likwidacja szkód	Priorytety programów
<b>LIFE</b>	✓		<b>Podprogram na rzecz klimatu</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Ograniczenie wpływu człowieka na klimat</li> <li>Dostosowywanie się do skutków zmiany klimatu</li> <li>Zarządzanie i informacja w zakresie klimatu</li> </ul>
<b>Horyzont 2020</b>	✓		<ul style="list-style-type: none"> <li>Bezpieczna, czysta i efektywna energia</li> <li>Klimat, środowisko, efektywna gospodarka zasobami i surowcami</li> </ul>
<b>Horyzont Europa</b>	✓	✓	<ul style="list-style-type: none"> <li>Klimat, energia, mobilność</li> <li>Realizacja postanowień porozumienia paryskiego</li> </ul>
<b>Interreg Europa Środkowa</b>	✓		<ul style="list-style-type: none"> <li>Współpraca w zakresie strategii niskoemisyjnych</li> <li>Współpraca w zakresie zasobów naturalnych i kulturowych na rzecz trwałego wzrostu gospodarczego</li> </ul>
<b>Fundusze Norweskie i EOG</b>	✓		<ul style="list-style-type: none"> <li>Środowisko, energia i zmiany klimatu</li> </ul>
<b>rescEU</b>	✓	✓	<ul style="list-style-type: none"> <li>Mechanizm szybkiego reagowania</li> <li>Wspieranie działań na szczeblu krajowym w zakresie zapobiegania i gotowości</li> </ul>
<b>Instrument Sąsiedztwa oraz Współpracy Międzynarodowej i Rozwojowej (NDICI)</b>	✓	✓	<ul style="list-style-type: none"> <li>Wspieranie szans inwestycyjnych w dziedzinie technologii i energetyki ekologicznej</li> <li>Filar szybkiego reagowania</li> </ul>

Źródło: opracowanie własne, stan na 31.03. 2019.

i promocja nowych rozwiązań dla problemów dotyczących środowiska, w tym przyrody. W ramach tego instrumentu finansowane są projekty demonstracyjne, pilotażowe, projekty dotyczące najlepszych praktyk oraz informacyjne, dotyczące zwiększenia świadomości i rozpowszechniania informacji.

Zupełnie inną specyfikę ma **Program Horyzont 2020** największy, jak dotąd, program UE w zakresie badań naukowych i innowacji. W ramach priorytetów H2020 finansowane są projekty badawcze i innowacyjne, które uwzględniają m.in.: walkę ze zmianami klimatycznymi i przygotowanie do nich, ochronę środowiska, zrównoważone wykorzystanie surowców, stworzenie wszechstronnych i zrównoważonych systemów obserwacji

i zbierania informacji o środowisku, zrównoważony rozwój terenów miejskich, wymagający stosowania nowych, wydajnych i przyjaznych użytkownikowi technologii i usług (szczególnie w sektorach energetyki, transportu i technologii informacyjno-komunikacyjnych). Projekty realizowane w ramach H2020 wymagają międzynarodowego konsorcjum, a przeprowadzone badania w ramach projektu muszą mieć wymiar europejski.

Współpracy regionalnej dedykowany jest **Interreg**, który oferuje kilka programów, wspierających działania związane z klimatem, jednak nie wprost. Przykładem może być tutaj program **Interreg Europa Środkowa**, w którym kwestie klimatu „przemycane” są w priorytetach: *Współpraca w zakresie strategii niskoemisyjnych oraz Współpraca w zakresie zasobów naturalnych i kulturowych na rzecz trwałego wzrostu gospodarczego*. Program finansuje projekty wdrożeniowe (małe inwestycje, pilotażowe, plany działań, strategie, szkolenia). Program Interreg CE wspiera współpracę między jednostkami samorządu oraz jednostkami badawczymi i lokalnymi przedsiębiorcami.

Kolejnym z rodziny programów dedykowanych współpracy regionalnej jest **Interreg Europa**, którego celem jest wzmacnianie efektywności polityki spójności przez zachęcanie do wymiany doświadczeń między podmiotami regionalnymi. Program propaguje transfer dobrych praktyk.

Ciekawą ofertę finansowania stanowi program, którego w III edycji Polska jest największym beneficjentem. Mowa tu o **Norweskim Mechanizmie Finansowym oraz Mechanizmie Finansowym Europejskiego Obszaru Gospodarczego 2014-2021** (fundusze norweskie i fundusze EOG). Jest to bezzwrotna pomoc przyznawana przez Norwegię, Islandię i Liechtenstein nowym członkom UE przystępującym do Europejskiego Obszaru Gospodarczego. Polska otrzyma 809,3 mln EUR, z czego na priorytet *Środowisko, energia i zmiany klimatu* zaplanowano aż 140 mln EUR. W ramach współpracy dwustronnej z Norwegią, Islandią lub Liechtensteinem polskie jednostki będą mogły aplikować o bezzwrotne pożyczki już od 2019 roku.

Nowe Wieloletnie Ramy Finansowe Unii Europejskiej na lata 2021-2027 wyznaczają bardziej ambitny cel i uwzględniają kwestie klimatu we wszystkich programach UE. Komisja Europejska włącza działania na rzecz klimatu do wszystkich najważniejszych programów, zwłaszcza polityki spójności, rozwoju regionalnego, energii, transportu, badań naukowych i innowacji, wspólnej polityki rolnej, a także polityki rozwoju. Ogólnym celem jest przeznaczenie 25% wydatków z budżetu UE na realizację celów związanych z klimatem [154]. Już teraz wiadomo, że w nowym programie **LIFE** na lata 2021-2027 Komisja Europejska zamierza przeznaczyć 5,4 mld EUR na projekty wspierające ochronę środowiska i działania w dziedzinie klimatu. Oznacza to wzrost finansowania o 1,9 mld EUR. Dodatkowe działania Komisji Europejskiej zmierzają do zwiększenia budżetu na nowy system zwalczania klęsk żywiołowych, w ramach programu **rescEU**, do 1,4 mld EUR. Na działania związane ze zmianami klimatu Komisja Europejska zamierza przeznaczyć 35% budżetu programu ramowego na rzecz badań i innowacji **Horyzont Europa na lata 2021-2027**. W ramach programu realizowane będą strategiczne priorytety UE, takie, jak realizacja postanowień porozumienia paryskiego w sprawie zmian klimatu, czy też

poprawa jakości życia mieszkańców Unii Europejskiej. Na Priorytet *Climate, Energy and Mobility*<sup>30</sup> – przeznaczono 15 mld EUR. Priorytet *Adaptacja do zmian klimatu i zapobieganie ich skutkom* został także wprowadzony po raz pierwszy w Programie Interreg CE w eksperymentalnym konkursie na projekty, ogłoszonym w 2019 roku. W ten sposób Komisja Europejska zapowiada, że zmiany klimatu będą silniej zaznaczone w priorytetach programu dotyczącego współpracy regionalnej.

### Instrumenty krajowe i lokalne

Realizacja polityki UE i stworzenie ram polityki adaptacyjnej w Polsce wymagają współfinansowania działań na poziomie krajowym i lokalnym. Naprzeciw potrzebom miast wychodzą krajowe i regionalne instrumenty finansowe (Tabela 20). W ramach **Programu Operacyjnego Infrastruktura i Środowisko** (POIiŚ) można prowadzić inwestycje związane z porządkowaniem gospodarki wodno-ściekowej w mieście. Dla przykładu w działaniu 2.1 *Adaptacja do zmian klimatu wraz z zabezpieczeniem i zwiększeniem odporności na klęski żywiołowe*, jednostki samorządu terytorialnego mogą np. sfinansować projekty dotyczących systemów gospodarowania wodami opadowymi na terenach miejskich.

Szeroki wachlarz działań wspiera **Narodowy Fundusz Ochrony Środowiska i Gospodarki Wodnej**. Oferta NFOŚiGW obejmuje działania adaptacyjne i łagodzące skutki zmian klimatu. Finansuje również usuwanie skutków awarii i zagrożeń środowiska oraz zakupy specjalistycznego sprzętu, niezbędnego do prowadzenia akcji ratowniczych oraz prognozowania, zapobiegania, ograniczania i usuwania skutków zagrożeń naturalnych. W ramach projektów realizować można działania inwestycyjne, organizacyjne oraz informacyjno-edukacyjne. NFOŚiGW oferuje pożyczki lub dofinansowania działań z zakresu uporządkowania gospodarki wodno-ściekowej, poprawy jakości powietrza, zahamowania spadku powierzchni terenów zieleni w miastach czy też wsparcie przedsięwzięć w zakresie niskoemisyjnej i zasobooszczędnej gospodarki. Inne możliwości dają regionalni operatorzy środków. W zależności od strategii województwa, np. w ramach **Regionalnego Programu Operacyjnego Województwa Śląskiego** na lata 2014-2020, można ubiegać się o dotację na poprawę funkcjonowania gospodarki wodno-ściekowej, niskoemisyjny transport miejski oraz efektywne oświetlenie, poprawę stanu środowiska miejskiego, infrastrukturę służby zdrowia czy też rewitalizację społeczną obszarów zdegradowanych i nadanie im nowych funkcji.

Naprzeciw lokalnym potrzebom gmin województwa, w tym miast Aglomeracji Górnośląskiej, wychodzi **Wojewódzki Fundusz Ochrony Środowiska i Gospodarki Wodnej w Katowicach**. Jako lokalny operator środków finansuje działania podnoszące świadomość ekologiczną oraz inwestycje m.in. z zakresu budowy lub modernizacji zbiorników

**30** Z ang. *Climate, Energy and Mobility* – Klimat Energia, Mobilność, priorytet należący do II Filara programu ramowego na rzecz badań i innowacji Horizon Europe - Global Challenges and Industrial Competitiveness.

Tabela 20. Zestawienie instrumentów finansowych krajowych i regionalnych wspierających adaptację, zapobieganie zmianom klimatu i usuwanie skutków klęsk żywiołowych

Źródło finansowania	Adaptacja / zapobieganie	Likwidacja szkód	Priorytety programów
<b>Program Operacyjny Infrastruktura i Środowisko</b>	✓	✓	<ul style="list-style-type: none"> <li>zmniejszenie emisyjności gospodarki</li> <li>ochrona środowiska, w tym adaptacja do zmian klimatu</li> <li>rozwój niskoemisyjnego transportu zbiorowego w miastach</li> <li>poprawa bezpieczeństwa energetycznego</li> <li>wzmocnienie strategicznej infrastruktury ochrony zdrowia</li> </ul>
<b>Narodowy Fundusz Ochrony Środowiska i Gospodarki Wodnej</b>	✓	✓	<p><b>Przeciwdziałanie zagrożeniom środowiska:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>dostosowanie do zmian klimatu,</li> <li>zapobieganie i likwidacja skutków nadzwyczajnych zagrożeń</li> </ul> <p><b>Ochrona atmosfery:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>poprawa jakości powietrza</li> <li>system zielonych inwestycji (GIS – Green Investment Scheme) – Bezemisyjny transport publiczny</li> <li>GEPAARD II – transport niskoemisyjny – Strategia rozwoju elektromobilności</li> </ul> <p><b>Wspieranie działalności monitoringu środowiska:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>monitoring środowiska</li> <li>służba hydrologiczno-meteorologiczna</li> </ul> <p><b>Ochrona i zrównoważone gospodarowanie zasobami wodnymi</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>gospodarka wodno-ściekowa w aglomeracjach</li> </ul>
<b>Regionalny Program Operacyjny Województwa Śląskiego na lata 2014–2020</b>	✓	✓	<p><b>Osie priorytetowe:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>efektywność energetyczna, odnawialne źródła energii i gospodarka niskoemisyjna</li> <li>ochrona środowiska i efektywne wykorzystanie zasobów</li> <li>transport</li> <li>rewitalizacja oraz infrastruktura społeczna i zdrowotna</li> </ul> <p><b>Pożyczka rewitalizacyjna</b></p>
<b>Wojewódzki Fundusz Ochrony Środowiska i Gospodarki Wodnej</b>	✓	✓	<ul style="list-style-type: none"> <li>program „Czyste Powietrze”</li> <li>ochrona atmosfery</li> <li>edukacja ekologiczna</li> <li>ochrona wód i gospodarka wodna</li> <li>różnorodność biologiczna</li> <li>zapobieganie awariom – doposażanie służb</li> <li>zarządzanie środowiskowe w regionie</li> </ul>

Źródło: opracowanie własne.

retencyjnych, urządzeń monitorujących, lub zwiększających bezpieczeństwo przeciwpowodziowe, doposażenie w sprzęt przeciwpowodziowy, usuwanie skutków powodzi oraz zapewnienie mieszkańcom dostępu do wody o jakości odpowiadającej normom wody do spożycia. Ze względu na stan jakości powietrza finansuje budowę lub zmianę systemów ogrzewania na bardziej efektywne ekologicznie i ekonomicznie, wdrażanie obszarowych programów ograniczenia niskiej emisji, termoizolację (ocieplanie) budynków, instalacje do produkcji paliw niskoemisyjnych lub biopaliw, zastosowanie odnawialnych lub alternatywnych źródeł energii. WFOŚiGW prowadzi również nabór wniosków z programu „Czyste Powietrze” dla właścicieli budynków jednorodzinnych. Program ma na celu poprawę efektywności energetycznej i zmniejszenie emisji pyłów i innych zanieczyszczeń do atmosfery.

Nowa perspektywa finansowa 2021-2027 zapowiada również większy nacisk na zmiany klimatu w odniesieniu do działań wspieranych przez Europejski Fundusz Rozwoju Regionalnego (EFRR) oraz Fundusz Spójności (FS). W pakiecie projektów rozporządzeń dot. polityki spójności na okres perspektywy finansowej 2021-2027, opublikowanym przez Komisję Europejską 29 maja 2018 roku zakłada się, że aż 30% całkowitej puli środków EFRR oraz 37% z puli środków FS, będzie przyczyniać się do realizacji celów klimatycznych [155]. Przekłada się to znacząco na przyszły Programu Operacyjnego Infrastruktura i Środowisko, którego ostateczny kształt poznamy po zakończeniu negocjacji budżetów perspektywy finansowej 2021-2027.

#### Dobra praktyka – „Góra Antonia”

Jednym z projektów zrealizowanych na obszarze Aglomeracji Górnośląskiej a współfinansowanych z programu Interreg CE był projekt LUMAT – *Wdrażanie zintegrowanego zarządzania środowiskiem w funkcjonalnych obszarach miejskich*<sup>31</sup>. W ramach tego przedsięwzięcia sfinansowano przekształcenie pocynkowej hałdy o powierzchni 6,5 ha zlokalizowanej w centrum Rudy Śląskiej. Koszt inwestycji wyniósł ponad 3,5 mln zł. Władze Rudy Śląskiej dobrze rozeznały możliwości finansowania tego przedsięwzięcia i podzieliły go na dwa etapy. Pierwszy finansowany z Programu Interreg CE, obejmował przygotowanie projektu inwestycji, prace ziemne, czyli przygotowanie podłoża<sup>32</sup> oraz zazielenienie hałdy. Drugi, wiązał się z jej zagospodarowaniem, przygotowaniem ścieżek, małej architektury i został sfinansowany ze środków POLiŚ i NFOŚiGW. W rezultacie otrzymano nowy teren rekreacyjny – element zielonej infrastruktury miasta. W wyniku konkursu ogłoszonego wśród mieszkańców miasta atrakcyjnie zagospodarowana hałda otrzymała nazwę „Góra Antonia”.

**31** <http://www.interreg-central.eu/Content.Node/LUMAT.html>.

**32** W projekcie LUMAT do przygotowania podłoża zastosowano metodę fitostabilizacji. Za dobór podłoża oraz gatunków roślin był odpowiedzialny zespół dr hab. Marty Pogrzeby z Instytutu Ekologii Terenów Uprzemysłowych.



Ten przykład pokazuje, że dzięki skutecznemu pozyskiwaniu środków, dobremu montażowi finansowemu i zarządzaniu, realizacja takich inwestycji może zakończyć się sukcesem.

Niezmiernie ważne jest również podejście samorządu Rudy Śląskiej do planowania działań, w którym na pierwszy plan wybija się łączenie ich celów. Proces przekształcenia hałdy pocynkowej w teren rekreacyjny, przyczynił się przede wszystkim do ograniczenia emisji zanieczyszczeń powietrza z wtórnego pylenia ze składowiska. Ma to olbrzymi wpływ na zdrowie. Przeobrażenie hałdy w zielony teren z bogatą infrastrukturą rekreacyjną zarówno dla dzieci, młodzieży, jak i dorosłych, wpłynęło na poprawę warunków życia mieszkańców. „Góra Antonia” stanowi również element systemu pieszo-rowerowego (Trakt Rudzki). Jednocześnie jest bardzo dobrym przykładem wykorzystania rozwiązań, które sprzyjają retencjonowaniu wody w podłożu m.in. ścieżek o nawierzchni strukturalnej, dużej powierzchni trawników i nowych nasadzeń czy takich, które ograniczają emisję CO<sub>2</sub>, jak oświetlenie typu led.

### **Podsumowanie**

W ostatnich latach coraz bardziej doświadczamy wpływu zmian klimatu na życie i zdrowie ludzi. Według Światowej Organizacji Meteorologicznej ostatnie 4 lata były najcieplejsze w historii pomiarów parametrów meteorologicznych [37]. Koszty gospodarcze od 1980 roku, spowodowane ekstremalnymi zjawiskami pogodowymi w Państwach Europejskich wyniosły ponad 360 mld EUR [156]. Znaczą część tych kosztów można by ograniczyć, gdyby zdołano wcześniej zapobiec szkodom, a społeczeństwo byłoby lepiej przygotowane na ekstremalne zjawiska pogodowe. Dlatego zarówno polityka UE, jak i krajowa kładzie coraz większy nacisk na działania zapobiegawcze i adaptacyjne. Świadczą o tym najnowsze Wieloletnie Ramy Finansowe, na podstawie których UE na działania przyczyniające się do realizacji celów dotyczących klimatu zamierza w latach 2021-2027 przeznaczyć 320 mld EUR. To o 114 mld EUR więcej niż w perspektywie finansowej 2014-2020. Ostateczne decyzje co do kierunków wsparcia oraz krajowych mechanizmów finansowania będą mogły zostać podjęte po zakończeniu negocjacji rozporządzeń unijnych dotyczących nowej perspektywy finansowej 2021-2027. Jednak w obliczu zagrożeń jakie obserwujemy, należy się spodziewać, że kwestie zmian klimatu coraz częściej będą miały odzwierciedlenie w priorytetach dyktowanych przez politykę światową czy europejską oraz tworzonych instrumentów finansowych. Jednostki samorządu terytorialnego wdrażając zapisy miejskich planów adaptacji lub innych dokumentów strategicznych powinny prowadzić stały monitoring instrumentów i szukać różnych możliwości finansowania działań inwestycyjnych, organizacyjno-planistycznych czy też informacyjno-edukacyjnych w kontekście mitygacji, adaptacji do zmian klimatu czy też likwidacji szkód. Nie należy zapominać, że planując pozyskiwanie środków zewnętrznych na inwestycje, trzeba rozważyć podział na etapy i finansowane z różnych portfeli. Ponadto należy rozpoznać możliwość przygotowania działań w taki sposób, aby realizowały równocześnie kilka celów zapisanych w dokumentach strategicznych miasta i regionu (aglomeracji).



# 14. UWAGI KOŃCOWE

---

Zmiany klimatu i wynikające z nich zagrożenia to jedne z bardziej aktualnych wyzwań stojących przed władzami i mieszkańcami miast w świecie, Europie i w Polsce. Miasta mają wspólne cechy, które w znacznym stopniu definiują ich wrażliwość na zmiany klimatu. Zagrożenia wynikające z tych zmian są wzmacnianie przez strukturę przestrzenną i charakterystykę materiałową zabudowy oraz procesy związane z funkcjonowaniem organizmu miejskiego. Omówione w publikacji zagrożenia klimatyczne: ekstremalne temperatury, fale upałów, miejska wyspa ciepła, powodzie miejskie i porywisty wiatr to zjawiska występujące we większości ośrodków miejskich w Polsce. Również miasta Górnośląsko-Zagłębiowskiej Metropolii są narażone na takie zagrożenia. Czynnikiem wzmacniającym wrażliwość centralnego obszaru GZM jest jego wyjątkowa struktura przestrzenna, wieloelementowa mozaika terenów o różnych funkcjach, w tym także czynnych terenów produkcyjnych oraz terenów poprzemysłowych, powiązanych gęstą siecią infrastruktury technicznej. Obszar miejsko-przemysłowy GZM to skomplikowany organizm miejski znany pod nazwą Aglomeracji lub Konurbacji Górnośląskiej. Zamieszkuje ją ponad dwa miliony mieszkańców, co dodatkowo jest czynnikiem podnoszącym wrażliwość na skutki zmian klimatu. Zagrożenia środowiskowe, w tym te wynikające ze zmian klimatu, stawiają przed zarządzającymi tą przestrzenią szereg nowych wyzwań. Jej struktura przestrzenna – ciągła tkanka miejska z intensywną zabudową, sąsiadującą bezpośrednio z terenami przemysłowymi lub poprzemysłowymi – może zwielokrotnić zagrożenia klimatyczne. Tak jest w przypadku miejskiej wyspy ciepła, która na obszarze Aglomeracji Górnośląskiej nie występuje w formie jednostkowej, lecz tworzy duży archipelag MWC. Podobnie jest z zagrożeniami spowodowanymi przez opady deszczu i śniegu. Ponieważ infrastruktura techniczna metropolii tworzy gęstą sieć powiązań między miastami, stąd zagrożenie powodzią i podtopieniami może mieć charakter ponadlokalny, a w przypadkach ekstremalnych obejmować znaczną część całego obszaru zurbanizowanego.

Centralna część GZM, mimo wewnętrznych granic administracyjnych stanowiąca w rzeczywistości jeden obszar miejski, potrzebuje skoordynowanej polityki adaptacyjnej ukierunkowanej na zapobieganie zagrożeniom i systemową likwidację ich negatywnych skutków. Gospodarowanie przestrzenią miejską w świetle zmian klimatu wymaga współpracy administracji samorządowej wszystkich szczebli i współdziałania z administracją rządową, a także włączenia szerokiego grona interesariuszy. Z tego względu niezwykle ważnym jest przygotowanie zarówno władz, jak i mieszkańców do wspólnego budowania potencjału adaptacyjnego, służącego wzmocnieniu odporności całego obszaru.

Istotne jest również wykorzystanie szans jakie stwarza ciągła struktura przestrzenna Aglomeracji Górnośląskiej. Tereny zielone, lasy, doliny rzeczne, otwarte przestrzenie podmiejskie, a nawet niezagospodarowane nieużytki to cenny potencjał przyrodniczy stanowiący podstawę rozwoju błękitno-zielonej infrastruktury w tym odpowiedzialnego zarządzania usługami ekosystemowymi. Rozwój i systemowe kształtowanie błękitno-zielonej infrastruktury to ważny kierunek polityki adaptacyjnej GZM. Wpisane w niego działania i projekty wzmocnić mogą szereg istotnych dla obszaru i jego mieszkańców funkcji. Z jednej strony będą pełnić funkcje regulujące lokalny klimat – temperaturę i wilgotność powietrza, wzmacniać retencję wód opadowych i tym samym zabezpieczać przed powodzią oraz podtopieniami, z drugiej zaś wspomagać zachowanie bioróżnorodności, a także umożliwiać rekreację i wypoczynek mieszkańcom obszaru, co przyczyni się do lepszej jakości i komfortu życia w metropolii. Kierunek nawiązuje do historycznej już koncepcji Leśnego Pasa Ochronnego Górnośląskiego Okręgu Przemysłowego i wpisuje się w Program działań strategicznych GZM, obejmujących rozwój i kształtowanie metropolitalnej sieci zielonych przestrzeni publicznych, w tym dolin rzecznych, ogrodów botanicznych i parków [7].

Innym równie ważnym kierunkiem działań współtworzących politykę adaptacyjną jest zagospodarowanie miejskich terenów poprzemysłowych do nowych funkcji. Nieużytki oraz zdegradowane tereny i obiekty postindustrialne, licznie występujące na terenie centralnej części GZM, przyczyniają się także do wzmocnienia zagrożeń wynikających ze zmian klimatu. Prawie w stu procentach uszczelnione powierzchnie dawnych zakładów produkcyjnych, pylące przy silnym wietrze hałdy, liczne zbiorniki bezodpływowe to czynniki dodatkowe wzmacniające negatywne skutki zmian klimatu. Dlatego też systemowe podejście do przekształcania i zagospodarowania terenów poprzemysłowych i zdegradowanych powinno być realizowane w ramach metropolitalnej polityki adaptacji do zmian klimatu.

Miejsko-przemysłowy charakter obszaru wymaga również od środowisk zawodowych – planistów, urbanistów i architektów – szerszego spojrzenia na zagadnienia zmian klimatu. System planowania przestrzennego jest najbardziej odpowiedni do umiejscowienia w nim zagadnień adaptacji miast do zmian klimatu. Dysponuje najbardziej przystającym i elastycznym instrumentarium, które pozwala na wprowadzenie tej problematyki do dokumentów oraz praktyki planistycznej. Słabością obecnej miejskiej polityki przestrzennej jest brak uwzględnienia zmian klimatu wśród czynników definiujących wrażliwość miast obszaru na te zmiany. Kolejnym poważnym brakiem miejskiej polityki przestrzennej jest niska skuteczność egzekucji przepisów w zakresie gospodarowania przestrzenią i prawa budowlanego, w tym zapisów znajdujących się w miejskich dokumentach planistycznych, szczególnie w miejskich planach zagospodarowania przestrzennego. Sprzyja to znacznemu uszczelnieniu terenów, nieefektywnej gospodarce gruntami, osłabieniu i ubytkom w naturalnych ekosystemach oraz utrwała chaos i konflikty przestrzenne wynikające z nadmiernej presji na tereny niezabudowane.

Często temu towarzyszy niska świadomość wystąpienia negatywnych, powiązanych ze zmianami klimatu, a wynikających z polityki urbanizacyjnej i działań inwestycyjnych lub z zaniechania działań ochronnych i adaptacyjnych. Proponowany w Programie działań strategicznych GZM [7] kierunek pn. Kształtowanie ładu przestrzennego i zrównoważona zielona metropolia, i wpisane w niego Ramowe studium uwarunkowań i kierunków zagospodarowania przestrzennego związku metropolitalnego pozwala żywić nadzieję na systemowe podejście do adaptacji do zmian klimatu w również w kontekście zagospodarowania przestrzennego Górnośląsko-Zagłębiowskiej Metropolii.

Należy podkreślić rolę współpracy i zaangażowania wszystkich podmiotów w kreowanie metropolitalnej polityki adaptacyjnej. Gdyż tylko włączenie w ten proces szerokiego grona interesariuszy – władz samorządowych różnego szczebla, środowisk zawodowych nauki i gospodarki, stowarzyszeń i społecznych ruchów lokalnych, a przede wszystkim mieszkańców miast centralnego obszaru GZM – zapewni zrozumienie znaczenia adaptacji do zmian klimatu i akceptację realizowanych działań. Istotne jest również postrzeganie znaczenia adaptacji do zmian klimatu w szerszej perspektywie, w tym kształtowanie powiązań i relacji z obszarem zewnętrznym centralnej części GZM, zarówno z położonymi poza nim ośrodkami miejskimi jak i terenami miejsko-wiejskimi. Koordynacja i synergia działań umożliwi minimalizowanie negatywnych skutków ekonomicznych, społecznych i środowiskowych wynikających ze zmian klimatu oraz pozwoli na efektywne wydatkowanie środków przeznaczanych na działania i przedsięwzięcia adaptacyjne. Adaptacja do zmian klimatu może stworzyć nową perspektywę rozwoju GZM i uruchomić szereg dodatkowych inicjatyw stymulujących ten rozwój, a mieszkańcom zapewnić odpowiednie warunki i jakość życia.



## 15.

## BIBLIOGRAFIA

- 
- [1] Strategia UE w zakresie przystosowania się do zmiany klimatu. Komunikat Komisji do Parlamentu Europejskiego, Rady, Europejskiego Komitetu Ekonomiczno-Społecznego i Komitetu Regionów, COM (2013) 216 final, Bruksela.
  - [2] Strategiczny plan adaptacji dla sektorów i obszarów wrażliwych na zmiany klimatu do roku 2020 z perspektywą do roku 2030. Ministerstwo Środowiska, <<https://klimada.mos.gov.pl/wp-content/uploads/2013/11/SPA-2020.pdf>> [dostęp 18.02.2019].
  - [3] Krajowa Polityka Miejska 2023. Uchwała nr 198 Rady Ministrów z dnia 20 października 2015 r. w sprawie przyjęcia Krajowej Polityki Miejskiej, M.P. 2015, poz. 1235.
  - [4] Projekt „Opracowanie planów adaptacji do zmian klimatu w miastach powyżej 100 tys. Mieszkańców”, realizacja 2017-2019 na zlecenie Ministerstwa Środowiska. Wykonawcy: Instytut Ochrony Środowiska, Państwowy Instytut Badawczy, Instytut Meteorologii i Gospodarki Wodnej - Państwowy Instytut Badawczy, Instytut Ekologii Terenów Uprzemysłowionych, Arcadis, <<http://www.44mpa.pl/>> [dostęp 5.02.2016].
  - [5] Rozporządzenie Rady Ministrów z dnia 26 czerwca 2017 r. w sprawie utworzenia w województwie śląskim związku metropolitalnego pod nazwą „Górnośląsko-Zagłębiowska Metropolia”, Dz.U. 2017, poz. 1290.
  - [6] Ustawa z dnia 9 marca 2017 r. o związku metropolitalnym w województwie śląskim, Dz.U. 2017 poz. 730.
  - [7] Program działań strategicznych Górnośląsko-Zagłębiowskiej Metropolii do roku 2022, Załącznik nr 1 do Uchwały Nr XII/73/2018 Zgromadzenia Górnośląsko-Zagłębiowskiej Metropolii z dnia 30 listopada 2018 r. <<http://bip.metropoliagzm.pl/archiwum/uchwaly-zgromadzenia.html>> [dostęp 4.02.2019].
  - [8] Główny Urząd Statystyczny, Bank Danych Lokalnych, stan na 31 grudnia 2017, <<https://bdl.stat.gov.pl/BDL/start>> [dostęp 20.02.2019].
  - [9] Prognoza demograficzna na lata 2014-2050 dla województwa śląskiego, Urząd Statystyczny w Katowicach. Opracowanie: Pasek J., Włodarska R., Marks A., Śląski Ośrodek Badań Regionalnych, Katowice, 2015, <<https://katowice.stat.gov.pl/files/gfx/katowice/pl/defaultaktualnosci/1265/4/1/1/prognozademograficzna2015.pdf>> [dostęp 4.03.2019].
  - [10] Gorgoń J., *Od Karbonu do krajobrazu postindustrialnego – zapis zmian utrwalonych przez wizję artystyczną i analizę naukową*, [w:] Gorgoń, J. (red.), *Krajobraz zbudowany na węglu*. Instytut Ekologii Terenów Uprzemysłowionych, Katowice, 2008.
  - [11] Palumbo-Roe B., Banks V., Quigley S. i Klinck B., *Sensitivity of mine spoil heaps from an abandoned lead mine in Mid Wales (UK) to changes in pH of natural water system in the context of climate change*, [in:] Cidu, R. i Frau F. (Eds.), *IMWA Symposium: Water in Mining Environments*, 27th - 31st May 2007, Cagliari, Italy, 2007.

- [12] Kondracki J., *Geografia regionalna Polski*, Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa, 2011.
- [13] CORINE Land Cover, 2012, < <https://land.copernicus.eu/pan-european/corine-land-cover/clc-2012> > [dostęp 5.02.2019].
- [14] Adamski R. i Ciołkosz A. *Uszczegółowienie bazy danych CORINE Land Cover Polski*, [w:] Przegląd Kartograficzny, Tom 38, nr 3: 226-232, 2006.
- [15] Pawlak A., *Mapa pokrycia terenu opracowana według propozycji czwartego poziomu legendy CORINE Land Cover a różnicowanie środowiska dla arkusza N-34-106-D*, [w:] Fotointerpretacja w geografii. Problemy telegeoinformacji. Warszawa, 1999.
- [16] Klimada, 2013, <<http://klimada.mos.gov.pl/blog/2013/04/15/transport/>> [dostęp 10.02.2016].
- [17] Rozporządzenie Rady Ministrów z dnia 19 maja w sprawie sieci autostrad i dróg ekspresowych, Dz. U. 2016 poz. 784.
- [18] Wykaz dróg krajowych zgodny z zarządzeniem Nr 73 Generalnego Dyrektora Dróg Krajowych i Autostrad z dnia 2 grudnia 2008 r., <[https://www.gddkia.gov.pl/userfiles/articles/s/siec-drog-krajowych-w-polsce\\_6848/wykaz%20drog%20tabel.pdf](https://www.gddkia.gov.pl/userfiles/articles/s/siec-drog-krajowych-w-polsce_6848/wykaz%20drog%20tabel.pdf)> [dostęp 5.02.2019].
- [19] Centralny Ośrodek Dokumentacji Geodezyjnej i Kartograficznej, Baza danych obiektów topograficznych BDOT 10k, 2011. Wykorzystano materiały z wojewódzkiego zasobu geodezyjnego i kartograficznego na podstawie Zezwolenia Nr 12/2013 Marszałka Województwa Śląskiego.
- [20] Polskie Linie Kolejowe, Mapa interaktywna linii kolejowych, 2019, <<http://mapa.plk-sa.pl/>> [dostęp 11.02.2016].
- [21] Plan Zagospodarowania Przestrzennego Województwa Śląskiego 2020+, Dz.U. Woj. Śl., 2016 poz. 4619.
- [22] Zmiana studium uwarunkowań i kierunków zagospodarowania przestrzennego miasta Będzina. Załącznik Nr 1 do Uchwały Nr IX/79/2011 Rady Miejskiej Będzina z dnia 18 kwietnia 2011 r.
- [23] Studium uwarunkowań i kierunków zagospodarowania przestrzennego miasta Jaworzno. Załącznik nr 1 do uchwały Nr IV/17/2015 Rady Miejskiej w Jaworznie z dnia 29 stycznia 2015 r.
- [24] Studium uwarunkowań i kierunków zagospodarowania przestrzennego miasta Dąbrowa Górnicza – II edycja. Załącznik Nr 12 do Uchwały Nr XXXIII/706/2017 Rady Miejskiej w Dąbrowie Górniczej z dnia 22 listopada 2017 r. w sprawie zmiany II edycji „Studium uwarunkowań i kierunków zagospodarowania przestrzennego miasta Dąbrowa Górnicza” zatwierdzonego uchwałą Nr XXIII/374/08 Rady Miejskiej w Dąbrowie Górniczej z dnia 30 stycznia 2008 r.
- [25] Aktualizacja projektu założeń do planu zaopatrzenia w ciepło, energię elektryczną i paliwo gazowe dla Miasta Mysłowice, 2015, <[http://www.myslowice.pl/data/notices/pzc\\_myslowice.pdf](http://www.myslowice.pl/data/notices/pzc_myslowice.pdf)> [dostęp 27.05.2019].

- [26] Projekt Szczegółowe wymagania, ograniczenia i priorytety dla potrzeb wdrażania planu gospodarowania wodami na obszarach dorzeczy w Polsce. ETAP I. Region wodny Małej Wisły. Wykonawca: MGGP, Kraków, 2010, <[http://www.gliwice.rzgw.gov.pl/images/foto/region\\_wodny/konsultacje\\_spol/Warunki\\_korzystania/Charakterystka/MW.pdf](http://www.gliwice.rzgw.gov.pl/images/foto/region_wodny/konsultacje_spol/Warunki_korzystania/Charakterystka/MW.pdf)> [dostęp 23.05.2019].
- [27] Romer E., *Klimat ziem polskich*. Encyklopedia Polska, I, Dział I, II, Kraków PAU, 1912.
- [28] Okołowicz W. i Martyn D., *Próba kompleksowej regionalizacji klimatu Polski*, Prace i Studia IG UW, III Polsko-Czeskie Seminarium Geograficzne: 1-22, 1968.
- [29] Kruczała A. (red) *Atlas klimatu województwa śląskiego*, Instytut Meteorologii i Gospodarki Wodnej, Katowice, 2000.
- [30] Dane publiczne IMGW-PIB, 2018, <<https://dane.imgw.pl/>> [dostęp 4.02.2019].
- [31] Program ochrony powietrza dla terenu województwa śląskiego mający na celu osiągnięcie poziomów dopuszczalnych substancji w powietrzu oraz pułapu stężenia ekspozycji, 2017. Załącznik nr 1 do Uchwały Sejmiku Województwa Śląskiego nr V/47/5/2017 z dnia 18 grudnia 2017 r.
- [32] Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 24 sierpnia 2012 r. w sprawie poziomów niektórych substancji w powietrzu, Dz.U. 2012, poz. 1031.
- [33] Ustawa z dnia 27 kwietnia 2001 r. Prawo ochrony środowiska, Dz.U. 2001 nr 62, poz. 627.
- [34] IPCC, *Climate Change 2007: Synthesis Report. Contribution of Working Groups I, II and III to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* [Core Writing Team, Pachauri, R.K and Reisinger, A. (eds.)]. IPCC, Geneva, Switzerland, 104 pp., 2007.
- [35] Satein H., *Chemical relationships between greenhouse gases and air pollutants in biomass energy production*, Oregon Toxics Alliance 7/28/09, 2009, <[https://www.beyondtoxics.org/wp-content/uploads/2011/11/OTA\\_Report-BiomassContributors\\_to\\_ClimateChange7-28-09.pdf](https://www.beyondtoxics.org/wp-content/uploads/2011/11/OTA_Report-BiomassContributors_to_ClimateChange7-28-09.pdf)> [dostęp 04.06.2019].
- [36] Ziemiański M., Ośródka L. (red.), *Zmiany klimatu a monitoring i prognozowanie stanu środowiska atmosferycznego*, Instytut Meteorologii i Gospodarki Wodnej – Państwowy Instytut Badawczy, Warszawa 2012.
- [37] World Meteorological Organization, Statement on the State of the Global Climate in 2018, no. 1233, Geneva, , 2019.
- [38] Obwieszczenie Ministra Środowiska z dnia 31 sierpnia 2017 r. w sprawie wysokości stawek opłat za korzystanie ze środowiska na rok 2018, Dz.U. 2017, poz. 875.
- [39] Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 8 czerwca 2018 r. w sprawie dokonywania oceny poziomów substancji w powietrzu, Dz.U. 2018, poz. 1119.
- [40] Wojewódzki Inspektorat Ochrony Środowiska w Katowicach, Bank danych pomiarowych 2019, <<http://powietrze.gios.gov.pl/pjp/current>> [dostęp 04.02.2019].
- [41] Inspekcja Ochrony Środowiska, Bank Danych Pomiarowych, 2019, <<http://powietrze.gios.gov.pl/pjp/home>> [dostęp 04.02.2019].
- [42] Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 14 sierpnia 2012 r. w sprawie krajowego celu redukcji narażenia, Dz.U. 2012, poz. 1030.

- [43] Hławiczka S., Cenowski M. i Fudała J., *Parametryzacja epizodów wysokich stężeń zanieczyszczeń powietrza na przykładzie pyłu PM10*, [w:] Powietrze atmosferyczne Jakość – Zagrożenia – Ochrona pod redakcją K. Gaja i J. Kuropki, Wrocław, 2016.
- [44] Program ochrony powietrza dla terenu województwa śląskiego mający na celu osiągnięcie poziomów dopuszczalnych substancji w powietrzu oraz pułapu stężenia ekspozycji, 2014. Załącznik nr 1 do Uchwały Sejmiku Województwa Śląskiego Nr IV/57/3/2014 z dnia 17 listopada 2014 roku.
- [45] Program „Czyste Powietrze”, 2018, NFOSIGW, <<http://nfosigw.gov.pl/czyste-powietrze/>> [dostęp 04.02.2019].
- [46] Uchwała nr V/36/1/2017 Sejmiku Województwa Śląskiego z dnia 7 kwietnia 2017 r. w sprawie wprowadzenia na obszarze województwa śląskiego ograniczeń w zakresie eksploatacji instalacji, w których następuje spalanie paliw, Dz.U. Woj. Śl., poz. 2624.
- [47] Ustawa z dnia 25 sierpnia 2006 r. o systemie monitorowania i kontrolowania jakości paliw, Dz.U. 2006 Nr 169 poz. 1200.
- [48] Rozporządzenie Ministra Energii z dnia 27 września 2018 r. w sprawie wymagań jakościowych dla paliw stałych, Dz.U. 2018, poz. 1890.
- [49] Polska Fundacja Ochrony Zasobów Wodnych, 2019, <<http://www.pfozw.org.pl/zrodlo-wiedzy/w-budowie-3/>> [dostęp 20.02.2019].
- [50] Mańkowska-Wróbel L., *Charakterystyka oraz ocena gospodarki wodno-ściekowej w województwie śląskim*, Studia Ekonomiczne. Zeszyty Naukowe Uniwersytetu Ekonomicznego w Katowicach, nr 232: 135-144, 2015.
- [51] Wagner I., Krauze K. i Zalewski M., *Błękitne aspekty zielonej infrastruktury*, [w:] Przyroda w mieście, praca zbiorowa pod redakcją T. Bergiera, J. Kronenberga, P. Lisickiego, Seria wydawnicza: Zrównoważony rozwój – Zastosowania, nr 4: 145-155, Fundacja Sendzimira, 2013.
- [52] Bergiera T., Kronenberga J., Wagner I. (red.) praca zbiorowa *Woda w mieście*, Seria wydawnicza: Zrównoważony Rozwój – Zastosowania, nr 5, Fundacja Sendzimira, 2014.
- [53] Burszta-Adamiak E., *Wody opadowe w miastach*, Rynek Instalacyjny, nr 5, 2012, <<http://www.rynekinstalacyjny.pl/artukul/id3379,wody-opadowe-w-miastach?p=4>> [dostęp 5.02.2019].
- [54] Program małej retencji dla Województwa Śląskiego – aktualizacja 2016 wraz z Prognozą oddziaływania na środowisko. Uchwała Zarząd Województwa Śląskiego nr 2390/155/V/2016 z dnia 24 listopada 2016 r.
- [55] Strategia Rozwoju Województwa Śląskiego ŚLĄSKIE 2020+, 2013. Uchwała Sejmiku Województwa Śląskiego Nr IV/38/2/2013 z dnia 1 lipca 2013 r.
- [56] Plan Zagospodarowania Przestrzennego Województwa Śląskiego 2020+, Dz.U. Woj. Śl. 2016 r., poz. 4619.
- [57] Kargul-Plewa D., Janeczko E. i Woźnicka M., *Retencja wodna w edukacji przyrodniczo-leśnej*, Studia i Materiały CEPL w Rogowie, R. 19, Zeszyt 50/1: 280-285, 2017.
- [58] Wojewódzki Inspektorat Ochrony Środowiska w Katowicach, *Klasyfikacja stanu ekologicznego, potencjału ekologicznego i stanu chemicznego oraz oceny stanu jednolitych części wód powierzchniowych rzecznych województwa śląskiego za 2017 rok*, 2018.



- [59] Mapa obszarów zagrożonych podtopieniami, 2003-2006. Dane pochodzące z zasobu Państwowej Służby Hydrogeologicznej (PIG-PIB).
- [60] Centralny Ośrodek Dokumentacji Geodezyjnej i Kartograficznej, Topograficzna Baza Danych, Mapa Hydrograficzna Polski w skali 1:50 000, 2011. Wykorzystano materiały z wojewódzkiego zasobu geodezyjnego i kartograficznego na podstawie Zezwolenia Nr 16/2013 Marszałka Województwa Śląskiego.
- [61] Główny Urząd Statystyczny, Bank Danych Lokalnych, stan na 31 grudnia 2010 roku, <<https://bdl.stat.gov.pl/BDL/start>> [dostęp 15.02.2019].
- [62] Główny Urząd Statystyczny, Bank Danych Lokalnych, stan na 31 grudnia 2011 roku, <<https://bdl.stat.gov.pl/BDL/start>> [dostęp 15.02.2019].
- [63] Główny Urząd Statystyczny, Bank Danych Lokalnych, stan na 31 grudnia 2012 roku, <<https://bdl.stat.gov.pl/BDL/start>> [dostęp 15.02.2019].
- [64] Główny Urząd Statystyczny, Bank Danych Lokalnych, stan na 31 grudnia 2013 roku, <<https://bdl.stat.gov.pl/BDL/start>> [dostęp 15.02.2019].
- [65] Główny Urząd Statystyczny, Bank Danych Lokalnych, stan na 31 grudnia 2014 roku, <<https://bdl.stat.gov.pl/BDL/start>> [dostęp 15.02.2019].
- [66] Główny Urząd Statystyczny, Bank Danych Lokalnych, stan na 31 grudnia 2015 roku, <<https://bdl.stat.gov.pl/BDL/start>> [dostęp 15.02.2019].
- [67] Główny Urząd Statystyczny, Bank Danych Lokalnych, stan na 31 grudnia 2016 roku, <<https://bdl.stat.gov.pl/BDL/start>> [dostęp 15.02.2019].
- [68] Górnośląskie Przedsiębiorstwo Wodociągów. *Skąd się bierze woda w kranie, czyli jak działa Zakład Uzdatniania Wody w Goczałkowicach*, <<https://www.gpw.katowice.pl/akademii-wody.php>> [dostęp 20.02.2019].
- [69] Batóg B. i Batóg J. *Statystyczna analiza długookresowych tendencji zużycia wody w polskich miastach w sektorze gospodarstw domowych*, Zarządzanie i Finanse /Journal of Management and Finance, Vol. 11, 2013.
- [70] Environmental Science Published for Everybody Round the Earth, Educational Network on Climate, 2004, <[http://klimat.czn.uj.edu.pl/enid/3\\_Susza\\_w\\_basenie\\_Morza\\_r\\_dziennego/-\\_Typy\\_susz\\_465.html](http://klimat.czn.uj.edu.pl/enid/3_Susza_w_basenie_Morza_r_dziennego/-_Typy_susz_465.html)> [dostęp 12.02.2019].
- [71] Ozga-Zielińska M. i Brzeziński J., *Hydrologia stosowana*, wyd. II, Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa, 1994.
- [72] Opracowanie projektu Planu przeciwdziałania skutkom suszy w regionie wodnym Dolnej Wisły wraz ze wskazaniem obszarów najbardziej narażonych na jej skutki. Na zlecenie Dyrektora Regionalnego Zarządu Gospodarki Wodnej w Gdańsku w ramach umowy 28/2014 zawartej dnia 15.05.2014 r. Praca zbiorowa, pod kierunkiem K. Sowińskiej.
- [73] Aktualizacja Krajowego programu oczyszczania ścieków komunalnych, 2017. Dokument zatwierdzony przez Radę Ministrów w dniu 31.07.2017 r.
- [74] Krajowy program oczyszczania ścieków komunalnych, 2003. Dokument zatwierdzony przez Radę Ministrów w dniu 16.12.2003 r.

- [75] Technical Report EU Commission, 2011. *Report on best practices for limiting soil sealing and mitigating its effects - Raport z najlepszych praktyk w zakresie minimalizowania zasklepienia gleby oraz ograniczania efektów zasklepienia*, <<http://ec.europa.eu/environment/archives/soil/pdf/sealing/Soil%20sealing%20-%20Final%20Report.pdf>> [dostęp 18.02.2019].
- [76] *Ecosystems and human well-being: Synthesis, Millenium Ecosystem Assessment*, Washington, 2005, <<http://www.millenniumassessment.org/documents/document.356.aspx.pdf>> [dostęp 18.02.2019].
- [77] Ecosystem services in the city, Natural capital TEEB, DE, 2017.
- [78] Kunert A. i Błażejczyk K., *Zróźnicowanie temperatury powietrza w skali lokalnej w różnych typach krajobrazu Polski*, Przegląd Geograficzny, 83, 1: 69-90, 2011.
- [79] Błażejczyk K., Kuchcik M., Milewski P., Dudek W., Kręcisz B., Błażejczyk A., Szmyd J., Degórska B. i Pałczyński C., *Miejska wyspa ciepła w Warszawie*, Instytut Geografii i Przestrzennego Zagospodarowania Kraju PAN, Wydawnictwo Akademickie SEDNO, Warszawa, 2014.
- [80] Bokwa A., Hajto M.J., Walawender J.P. i Szymanowski M., *Influence of diversified relief on the urban heat island in the city of Kraków, Poland*, Theoretical and Applied Climatology 122 (1): 365-382, 2015.
- [81] US EPA, *Reducing Urban Heat Islands: Compendium of Strategies Urban Heat Island Basics*, 2008, <<https://climate-adapt.eea.europa.eu/metadata/publications/reducing-urban-heat-islands-compendium-of-strategies-urban-heat-island-basics/11239351>>, [dostęp 03.03.2019].
- [82] Fudała J., Nádudvari Á., Bronder J. i Fudała M., *Application of satellite images analysis to assess the variability of the surface thermal heat island distribution in urban areas*, E3S Web of Conferences, Vol. 28, 01011, Air Protection in Theory and Practice: 80-88, 2018.
- [83] Shapiro S.S. i Wilk M.B., *Analysis of variance test for normality (complete samples)*, Biometrika 52: 591-611, 1965. Online version implemented by Simon Dittami (2009), <<http://sdittami.altervista.org/shapirotest/ShapiroTest.html>>, [dostęp 03.03.2019].
- [84] CORINE Land Cover, 2018, <<https://land.copernicus.eu/pan-european/corine-land-cover/clc2018>> [dostęp 5.02.2019].
- [85] Dane populacyjne miasta Bytomia, 2016. Urząd Miasta Bytom, <<http://sitplan.um.bytom.pl/iuip/mapa.php>> [dostęp 5.02.2019].
- [86] Dane populacyjne miasta Katowice, 2016. Urząd Miasta Katowice, 2016.
- [87] Zarządzenie nr 1927/2017 Prezydenta Miasta Siemianowice Śląskie z dnia 30 stycznia 2017 r. w sprawie Budżetu Obywatelskiego na rok 2018, UM Siemianowice.
- [88] Błażejczyk K., Błażejczyk A. i Baranowski J., *Wieloletnia zmienność niektórych chorób klimatozależnych w Polsce i jej związek z warunkami klimatycznymi*, Prace i Studia Geograficzne Tom 56: 37-65, 2014.
- [89] Wild C.P. i Kleinjans J., *Children and increased susceptibility to environmental carcinogens: evidence or empathy?*, Cancer Epidemiology Biomarkers and Prevention, 12: 1389-1394, 2003.

- [90] Holland N., Fucic A., Merlo D.F., Sram R. i Kirsch-Volders M., *Micronuclei in neonates and children: effects of environmental, genetic, demographic and disease variables*, Mutagenesis, Vol. 26: 51-56, 2011.
- [91] Główny Urząd Statystyczny, Informacja o sytuacji osób starszych na podstawie badań Głównego Urzędu Statystycznego, 2018, <<https://stat.gov.pl/obszary-tematyczne/osoby-starsze/osoby-starsze/informacja-o-sytuacji-osob-starszych-na-podstawie-badan-glownego-urzedu-statystycznego,1,2.html>> [dostęp 02.03.2019].
- [92] Główny Urząd Statystyczny, Bank Danych Lokalnych, stan na 31 grudnia 2018 roku, <<https://bdl.stat.gov.pl/BDL/start>> [dostęp 07.06.2019].
- [93] Kundzewicz Z.W. i Matczak P., *Zagrożenia naturalnymi zdarzeniami ekstremalnymi*, Nauka 4: 77-86, 2010.
- [94] Karaczun Z. (red.), *Wpływ zmian klimatu na zdrowie*. Polski Klub Ekologiczny Okręg Mazowiecki, Warszawa, 2018.
- [95] Romanowicz R.J., Nachlik E., Januchta-Szostak A., Starkel L., Knudzewicz Z.W., Byczkowski A., Kowalczak, P., Żelaziński J., Radczuk L., Kowalik P. i Szamałek K., *Zagrożenia związane z nadmiarem wody*, Nauka 1: 123-148, 2014.
- [96] Stanke C., Kerac M., Prudhomme C., Medlock J. i Murray V., *Health effects of drought: A systematic review of the evidence*, PLoS Currents 5: 5, 2013.
- [97] D'Amato G., Holgate T.H., Pawankar R., Ledford D.K., Cecchi L., Al-Ahmad M. i in., *Meteorological conditions, climate change, new emerging factors, and asthma and related allergic disorders*. A statement of the World Allergy Organization, World Allergy Organization Journal, Vol. 8, 25: 1-52, 2015.
- [98] Komenda Główna Państwowej Straży Pożarnej, Statystyki zdarzeń Systemu Wspomagania Decyzji Państwowej Straży Pożarnej za lata 2015-2018. Otwarte dane, <<https://dane.gov.pl/institution/22>> [dostęp 05.06.2019].
- [99] Degórska B., *Wrażliwość i adaptacja dużych miast do zmian klimatu w kontekście wzrostu temperatury powietrza*, Biuletyn Komitetu Przestrzennego Zagospodarowania Kraju PAN, Rocznik 2014, numer 254: 27-46, 2014.
- [100] Błażejczyk K., Baranowski J. i Błażejczyk A., *Wpływ klimatu na stan zdrowia w Polsce: stan aktualny oraz prognoza do 2100 roku*, Wydawnictwo Akademickie SEDNO, Warszawa, 2015.
- [101] Gawlik R., *Przewidywany wzrost występowania chorób alergicznych spowodowany zmianami klimatycznymi*, Polish Journal of Allergology Vol. 2: 145-149, 2015.
- [102] Błaszczak A., Karolewska-Szalbierz J., Jenerowicz D. i Czarnecka-Operacz M., *Działanie promieniowania ultrafioletowego – aktualna wiedza w aspekcie dermatologicznym i alergologicznym*, Polish Journal of Allergology, Vol. 2, 1: 21-27, 2015.
- [103] Pacholczyk M., Czernicki J. i Ferenc, T., *Wpływ słonecznego promieniowania ultrafioletowego (UV) na powstawanie raków skóry*, Medycyna Pracy, Vol. 67(2): 255-266, 2016.
- [104] Krajowy Rejestr Nowotworów, <<http://onkologia.org.pl/raporty/>> [dostęp 5.02.2019].
- [105] Nidzgorska-Lencewicz J., Mąkosza A., *Specyficzne cechy klimatu miasta w aspekcie zdrowia człowieka*. Kosmos 65(4): 637-345, 2016.

- [106] European Environment Agency, *Air quality in Europe – 2018 report*, no 12/2018, <<https://www.eea.europa.eu/publications/air-quality-in-europe-2018>> [dostęp 5.02.2019].
- [107] Błaszczuk E. i Mielżyńska-Švach D., *Polycyclic aromatic hydrocarbons and PAH-related DNA adducts*, *Journal of Applied Genetics*, 58: 321-330, 2017.
- [108] Krzyżanowski M., *Wpływ zanieczyszczenia powietrza pyłami na układ krążenia i oddychania*, *Lekarz Wojskowy* 1: 17-22, 2016.
- [109] IARC, *Outdoor air pollution*, Volume 109, IARC Monographs on the evaluation of carcinogenic risks to humans. Lyon, France 2016, <<https://monographs.iarc.fr/wp-content/uploads/2018/06/mono109.pdf>> [dostęp: 05.06.2019].
- [110] Kowalska M., Zejda J.E., *Związek stężenia drobnego pyłu PM<sub>2,5</sub> zawartego w powietrzu atmosferycznym podczas epizodu smogowego z dobowymi zaostreniami chorób układu oddechowego w populacji województwa śląskiego*, *Medycyna Pracy* 69(5): 523-530, 2018.
- [111] Kowalska M., Skrzypek M., Danso F., Kasznia-Kocot J., *Relative risk of total and cardiovascular mortality in the elderly ad related to short-term increases of PM<sub>2.5</sub> concentrations in ambient air*. *Pol. J. Environ. Stud.* 21(5): 1279-1285, 2012.
- [112] Kowalska M., *Relationship between quality of ambient air and respiratory diseases in Polish population*. *WIT Trans. Ecol. Environ.* 207: 195-202, 2016.
- [113] Kapka L., Zemła B.F., Kozłowska A., Olewińska E., Pawlas N., *Jakość powietrza atmosferycznego a zapadalność na nowotwory płuc w wybranych miejscowościach i powiatach województwa śląskiego*, *Przegląd Epidemiologiczny*, T. 63, Nr 3: 437-442, 2009.
- [114] Abelson A. i Stieb D.M., *Health effects of outdoor air pollution. Approach to counseling patients using the Air Quality Health Index*, *Canadian Family Physician*, Vol. 57: 881-887, 2011.
- [115] Willak-Janc E. i Balińska-Miśkiewicz W., *Wpływ zanieczyszczenia powietrza ozonem na układ oddechowy u dzieci*, *Pediatra Polska*, 87: 386-391, 2012.
- [116] Paradowska-Stankiewicz I. i Chreścijańska I., *Borelioza z Lyme w Polsce w 2015 roku*, *Przegląd Epidemiologiczny* 71(4): 513-517, 2017.
- [117] Kiewra D., *Ocena wektorowej roli kleszczy Ixodes ricinus L. 1758 (Acari, Ixodidae) w transmisji krętków Borrelia burgdorferi s.l. na terenie Polski, ze szczególnym uwzględnieniem Dolnego Śląska*. Wrocław, 2014.
- [118] Główny Inspektorat Sanitarny, *Stan sanitarny kraju w roku 2016*, Warszawa 2017, <[https://stansanitarny.gis.gov.pl/stan\\_sanitarny\\_kraju\\_za\\_rok\\_2016.pdf](https://stansanitarny.gis.gov.pl/stan_sanitarny_kraju_za_rok_2016.pdf)> [dostęp: 18.02.2019].
- [119] Narodowy Instytut Zdrowia Publicznego – Państwowy Zakład Higieny, *Meldunki o zakażeniach na choroby zakaźne, zakażeniach i zatruciach w Polsce*, <[http://www.wold.pzh.gov.pl/oldpage/epimeld/index\\_p.html](http://www.wold.pzh.gov.pl/oldpage/epimeld/index_p.html)> [dostęp 04.06.2019].
- [120] Główny Inspektorat Sanitarny, *Stan sanitarny kraju w roku 2017*, Warszawa 2018, <[https://gis.gov.pl/wp-content/uploads/2018/09/CA%c5%81O%c5%9a%c4%86\\_\\_STAN\\_SANITARNY\\_KRAJU\\_\\_2017.pdf](https://gis.gov.pl/wp-content/uploads/2018/09/CA%c5%81O%c5%9a%c4%86__STAN_SANITARNY_KRAJU__2017.pdf)> [dostęp 03.06.2019].

- [121] Wojewódzka Stacja Sanitarно-Epidemiologiczna w Katowicach, Ocena stanu sanitarnego wojewódzka śląskiego, 2017, <<http://www.wsse.katowice.pl/container/newsletter/Stan%20sanitarно-epidemiczny%20woj.%20slaskiego%20za%20rok%202017.pdf>> [dostęp 13.02.2019].
- [122] Dopieralska P. i Krukowski H., *Wpływ zmian klimatycznych na występowanie wybranych chorób zakaźnych*, Medycyna Ogólna i Nauki o Zdrowiu, Vol. 23(2): 152-157, 2017.
- [123] Granberg M. i Glover L., *Climate change adaptation policy and practice: The Swedish experience*, Paper presented at the annual XXI Nordic Municipal Research Conference (NORKOM), Oslo University, Norway, 22-24 of November, 2012.
- [124] Matczak P., *Adaptacja do zmian klimatu*, KOSMOS, Problemy Nauk Biologicznych, 57 (3-4): 281-292, 2008.
- [125] Hoppe T., van den Berg M.M. i Coenen F.H.J.M., *Reflections on the uptake of climate change policies by local governments: Facing the challenges of mitigation and adaptation*, Energy, Sustainability and Society, 4 (8): 1-16, 2014.
- [126] Kirby A., *Urban adaptation to climate change: geographers and wicked problems*, Boletín de la Asociación de Geógrafos Españoles, 79, 2735: 1-17, 2018, <<http://dx.doi.org/10.21138/bage.2735>> [dostęp 02.03.2019].
- [127] Rittel H.W.J., Webber, M.M., *Dilemmas in a General Theory of Planning*, Policy Sciences, Vol. 4, No. 2: 155-169, 1973.
- [128] Ministerstwo Środowiska, *Podręcznik adaptacji dla miast, wytyczne do przygotowania Miejskiego Planu Adaptacji do zmian klimatu*, 2014.
- [129] Centrum Badań Opinii Społecznej, *Polacy wobec zmian klimatu*, Komunikat z badań nr 158/2018, <[https://www.cbos.pl/SPISKOM.POL/2018/K\\_158\\_18.PDF](https://www.cbos.pl/SPISKOM.POL/2018/K_158_18.PDF)> [dostęp 5.02.2019].
- [130] Kalinowska A., *Edukacja mieszkańców miast w kierunku adaptacji do zmian klimatu*, artykuł na podstawie referatu, wygłoszonego na konferencji Miasto Idealne – Miasto Zrównoważone Planowanie przestrzenne terenów zurbanizowanych i jego wpływ na ograniczenie skutków zmian klimatu, Warszawa, 24 października 2014.
- [131] Ministerstwo Środowiska, *Jednotematyczne badania świadomości ekologicznej mieszkańców Polski – adaptacja do zmian klimatu*, 2018, Raport z badania, <[https://www.gov.pl/documents/1379842/1381036/Raport\\_graficzny\\_adaptacja\\_do\\_zmian\\_klimatu.pdf.pdf/150558e1-7d29-830b-d494-104b59d17f65](https://www.gov.pl/documents/1379842/1381036/Raport_graficzny_adaptacja_do_zmian_klimatu.pdf.pdf/150558e1-7d29-830b-d494-104b59d17f65)>, [dostęp 04.02.2019].
- [132] Lorek A., *Społeczna percepcja zmian klimatycznych w Polsce*, Ekonomia i Środowisko 2: 132-145, 2008.
- [133] Adamek A., Ziernicka-Wojtaszek A., *Świadomość ekologiczna mieszkańców aglomeracji górnośląskiej*, Rocznik Ochrony Środowiska 20: 1640-1655, 2018.
- [134] Legutko-Kobus P., *Adaptacja do zmian klimatu jako wyzwanie polityki rozwoju miast w kontekście krajowym i europejskim*, Komitet Przestrzennego Zagospodarowania Kraju Polskiej Akademii Nauk, Zeszyt 268: 83-97, 2017.
- [135] Górnośląski Związek Metropolitalny, *Raport o stanie Górnośląsko-Zagłębiowskiej Metropolii „Silesia” pełnia życia*, 2009, <<http://docplayer.pl/838944-Raport-o-stanie-gor-no-slasko-zaglebiowskiej-metropolii-silesia.html>>, [dostęp 04.03.2019].

- [136] Witczak-Roszkowska D., *Kapitał społeczny polskich regionów*, Prace naukowe Uniwersytetu Ekonomicznego we Wrocławiu, Ekonomia nr 449: 686-698, 2016.
- [137] Rozporządzenie Ministra Edukacji Narodowej z dnia 14 lutego 2017 r. w sprawie podstawy programowej wychowania przedszkolnego oraz podstawy programowej kształcenia ogólnego dla szkoły podstawowej, w tym dla uczniów z niepełnosprawnością intelektualną w stopniu umiarkowanym lub znacznym, kształcenia ogólnego dla branżowej szkoły I stopnia, kształcenia ogólnego dla szkoły specjalnej przysposabiającej do pracy oraz kształcenia ogólnego dla szkoły policealnej, Dz.U. z 2017 r., poz. 356.
- [138] Pietrzyk-Kaszyńska A., *Narzędzia internetowe jako sposób na dialog z mieszkańcami i współzarządzanie zielenią w mieście*, [w:] Międzysektorowa współpraca na rzecz zieleńi w mieście, praca zbiorowa pod redakcją T. Bergiera i J. Kronenberga, Seria wydawnicza Zrównoważony rozwój – zastosowania, 6/2018: 105-113, Fundacja Sendzimira, 2018.
- [139] Instytut Ekologii Terenów Uprzemysłowionych, *Ekspertyza Ocena wrażliwości terenów miejskich na możliwe zagrożenia wynikające ze zmian klimatu*, na zlecenie Ministerstwa Środowiska, Praca zbiorowa, cz. I. pod kierunkiem J. Gorgoń, 2014.
- [140] Kanclerz J., Murat-Błażejewska S., Dragon K., Birk S., *Wpływ urbanizacji w strefie podmiejskiej na stosunki wodne w zlewniach małych cieków*, Inżynieria Ekologiczna, 46: 94-99, 2016.
- [141] Ustawa z dnia 26 kwietnia 2007r.o zarządzaniu kryzysowym, Dz.U. Nr 89, poz. 590.
- [142] Koncepcja Przestrzennego Zagospodarowania Kraju 2030, Uchwała nr 239 Rady Ministrów z dnia 13 grudnia 2011 w sprawie przyjęcia Koncepcji Przestrzennego Zagospodarowania Kraju 2030, M.P. 2012, poz. 252.
- [143] Ustawa z dnia 9 października 2015 r. o rewitalizacji, Dz.U. 2015, poz.1777.
- [144] Ustawa z dnia 24 kwietnia 2015 r. o zmianie niektórych ustaw w związku ze wzmocnieniem narzędzi ochrony krajobrazu, Dz.U. 2015, poz.774.
- [145] Ustawa z dnia 27 marca 2003 o planowaniu i zagospodarowaniu przestrzennym, Dz.U. 2018, poz. 1945.
- [146] Edenhofer O. i in. (red.), *Mitigation of Climate Change. Contribution of Working Group III to the Fifth Assessment. Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*, Intergovernmental Panel on Climate Change. New York: Cambridge, 2014.
- [147] Field Ch.B., i in. (red.), *Impacts, Adaptation, and Vulnerability Contribution of Working Group II to the Fifth Assessment. Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*, Intergovernmental Panel on Climate Change. New York: Cambridge, 2014.
- [148] United Nations Framework Convention on Climate Change, United Nations 1992. Ratified 1994.
- [149] Kyoto Protocol to the United Nations Framework Convention on Climate Change, 1998. Ratified 2005, <<https://unfccc.int/resource/docs/convkp/kpeng.pdf>> [dostęp 04.02.2019].

- [150] Council of the European Union, COUNCIL DECISION on the conclusion, on behalf of the European Union, of the Doha Amendment to the Kyoto Protocol to the United Nations Framework Convention on Climate Change and the joint fulfilment of commitments thereunder, 2015. 10400/5/14 REV 5.
- [151] Sobieraj K., *Wpływ porozumienia paryskiego na zmianę polityki klimatyczno-energetycznej Unii Europejskiej i unijnych regulacji prawnych w tym zakresie*, Ruch prawniczy, ekonomiczny i socjologiczny, Zeszyt 4: 177-178, 2017.
- [152] United Nations Framework Convention on Climate Change. Paris Agreement, 2015. Ratified 2016.
- [153] Commission of the European Communities, *White Paper. Adapting to climate change: Towards a European framework for action*, COM (2009)147/4, Brussels.
- [154] European Commission – Press release: EU budget: Commission proposes to increase funding to support the environment and climate action, 2018, Brussels, <[http://europa.eu/rapid/press-release\\_IP-18-4002\\_en.htm](http://europa.eu/rapid/press-release_IP-18-4002_en.htm)> [dostęp 04.02.2019].
- [155] Regulation of the European Parliament and of the Council on the European Regional Development Fund and on the Cohesion Fund, Commission of the European Communities. COM (2018)372 final, Brussels.
- [156] Wzmocnienie unijnego zarządzania klęskami żywiołowymi: rescEU solidarność i odpowiedzialność, Komunikat Komisji do Parlamentu Europejskiego, Rady i Komitetu Regionów, COM (2017)773 final, Bruksela.

# STRESZCZENIE

---

Zmiany klimatu i wynikające z nich zagrożenia są jednym z najbardziej aktualnych wyzwań stojących przed władzami miast i ich mieszkańcami, na świecie, w Europie, a także w Polsce. Miasta charakteryzują się wspólnymi cechami, które w dużej mierze definiują ich wrażliwość na te zmiany. Zagrożenia wynikające ze zmian klimatu są wzmacniane przez strukturę przestrzenną i funkcje właściwe dla organizmu miejskiego.

Adaptacja do skutków zmian klimatu ma na celu przygotowanie zarówno środowiska naturalnego miasta, gospodarki i społeczeństwa do nowych wyzwań globalnych. Obejmuje szeroki zakres strategii i działań mających na celu zmniejszenie wpływu zagrożeń klimatycznych, ograniczania strat i kosztów szkód wynikających z tych zmian, ale także proponuje wykorzystanie szans i nowych możliwości.

Podobnie jak w wielu innych państwach europejskich rząd Polski jest zaangażowany w prowadzenie odpowiedzialnej polityki adaptacyjnej. W 2013 roku Rada Ministrów przyjęła Strategiczny Plan Adaptacyjny dla sektorów i obszarów wrażliwych na zmiany klimatyczne do 2020 roku z perspektywą do 2030 roku. Natomiast w 2015 przyjęto Krajową Politykę Miejską 2023, która w swej treści zawiera również odniesienia do kwestii zmian klimatu w polskich miastach. Działania te są istotne ze względu na fakt, że około 23,3 mln Polaków mieszka obecnie w miastach, co stanowi ponad 61% ogółu ludności kraju. W odpowiedzi na potrzebę stworzenia koncepcji miejskiej polityki adaptacji do zmian klimatu, Ministerstwo Środowiska opracowało Miejskie Plany Adaptacyjne dla największych polskich miast.

W projekcie wzięły udział czterdzieści cztery miasta, w tym dwanaście miast położonych w centralnej części Metropolii GZM. Są to: Bytom, Chorzów, Czeladź, Dąbrowa Górnicza, Gliwice, Katowice, Mysłowice, Ruda Śląska, Siemianowice Śląskie, Sosnowiec, Tychy i Zabrze. Planem objęto również Jaworzno nie należące administracyjnie do GZM. Opracowanie planów adaptacji dla tych miast pozwoliło na wykorzystanie wcześniejszych wyników badań oraz opracowanie analiz przeprowadzonych dla Aglomeracji Górnośląskiej, a także umożliwiło sformułowanie nowych kierunków, inicjatyw i działań mających na celu wzmocnienie potencjału adaptacyjnego tych miast. Publikacja omawia obszar 16 miast położonych w Aglomeracji Górnośląskiej, w tym 13 miast uczestniczących w projekcie 44MPA oraz dodatkowo Będzin, Piekary Śląskie i Świętochłowice.

W pierwszej części przedstawiono diagnozę tego obszaru w tym podstawowe warunki wpływające na jego reagowanie na zagrożenia klimatyczne. Omówiono główne zagrożenia wynikające ze zmian klimatu oraz będące pochodnymi jego struktury przestrzennej: zabudowy i infrastruktury. Przedstawiono również skalę zagrożeń zdrowotnych odzwierciedlających profil demograficzny obszaru oraz warunki środowiskowe kształtujące jakość życia na terenach o charakterze miejsko-przemysłowym.



Kierunki i sposoby wzmocnienia odporności obszaru poprzez działania systemowe, mające na celu ograniczenie negatywnych skutków zmian klimatu oraz stymulujące budowanie potencjału adaptacyjnego, istotnego zarówno dla poszczególnych miast, jak i całej Aglomeracji przedstawiono w drugiej części.

Omówiono również instrumenty pozwalające na kształtowanie odporności całego obszaru z uwzględnieniem jego uwarunkowań administracyjnych oraz przedstawiono możliwości użycia instrumentów planistycznych i mechanizmów finansowych.

Aglomeracja Górnośląska pokrywająca się dziś w znacznym procencie z centralną częścią Górnośląsko-Zagłębiowskiej Metropolii, pomimo wewnętrznych granic administracyjnych stanowi w rzeczywistości jeden silnie zurbanizowany obszar. Wymaga on skoordynowanej polityki adaptacyjnej, mającej na celu zapobieganie zagrożeniom związanym ze zmianami klimatu oraz pozwalającej na systemowe ograniczanie ich negatywnych skutków. Zarządzanie przestrzenią miejską w kontekście zmian klimatycznych wymagać będzie efektywnej współpracy między organami administracji wszystkich szczebli, a także zaangażowania szerokiego grona interesariuszy.

# SUMMARY

---

Climate change and the resulting threats are one of the most current challenges faced by the local authorities and citizens in the world, Europe as well as in Poland. Cities have common features that largely define their sensitivity to climate change. Threats resulting from these changes are reinforced by the spatial structure and by the functions of the urban organism. Adaptation aims to prepare the environment, economy and society to changing climatic conditions. It covers a wide range of strategies and actions aimed at reducing the impact of climate threats, losses and costs of such damages, but also taking advantage of the newly emerging possibilities related to climate change.

In Poland in 2013, the Council of Ministers adopted the Strategic Adaptation Plan for Sectors and Areas Sensitive to Climate Change until 2020 with a perspective to 2030. In 2015, the National Urban Policy 2023 was adopted, which also includes references to the issue of climate change in Polish cities. These documents define the framework for shaping urban policy and preparing cities for the effects of climate change. About 23.3 million people live in Polish cities, which constitutes over 61% of the total population of the country. In response to the need of creating the concept of urban policy of adaptation to climate change, the Ministry of the Environment developed the Urban Adaptation Plans for largest Polish cities. Forty-four cities participated in the project, including thirteen cities situated in the central part of the Metropolis GZM area: Bytom, Chorzów, Czeladź, Dąbrowa Górnicza, Gliwice, Katowice, Mysłowice, Ruda Śląska, Siemianowice Śląskie, Sosnowiec, Tychy, Zabrze and Jaworzno<sup>33</sup>. Taking into account the climatic conditions and development background of the cities, an Adaptation Plan to Climate Change was developed for each of them, in which the challenges related to these changes were reflected. The development of adaptation plans for these cities allowed for the use of earlier research results, the development of analyses conducted for the Upper Silesian Conurbation, and initiated new directions and activities aimed at strengthening the adaptive potential of GZM cities. The publication discusses an area of 16 cities located in the Upper Silesia Agglomeration, 13 cities participating in the 44MPA project and additionally Będzin, Piekary Śląskie and Świętochłowice.

A diagnosis of the central part of Metropolis GZM area, including the basic conditions affecting the response to climate threats, is presented in the first part. The main threats resulting from climate change and derived from the method of shaping the spatial

---

**33** Jaworzno does not belong to GZM, but it is one of the cities forming the spatial structure of the Upper Silesian Agglomeration and, for this reason it has been included in the publication (status for June 2019).

structure: buildings and infrastructure are discussed. The scale of health threats resulting from the demographic profile of the area and environmental living conditions in the urban-industrial area is also presented. Directions and ways to strengthen the resilience of the area through systemic actions aimed at reducing the negative effects of climate change and building the adaptive potential of both individual cities and the entire conurbation are presented in the second part. Instruments allowing the shaping of resilience of the area from the administrative and organizational level are discussed, as well as using planning instruments and financial mechanisms.

Central part of Metropolis GZM area, despite the internal administrative borders constituting in fact one urban area, requires a coordinated adaptation policy aimed at preventing threats and systemically minimizing their negative effects. The management of urban space in the context of climate change requires strong cooperation among administration entities at all levels, as well as the involvement of a wide range of stakeholders.

