

**Dr Witold Lenart**

Uniwersyteckie Centrum Badań nad Środowiskiem Przyrodniczym  
i Zrównoważonym Rozwojem

Uniwersytet Warszawski

### **Zmiany klimatu w miastach a zagrożenie niską emisją**

Globalne ocieplenie, zdaniem większości badaczy, realizuje się silniej w wyższych szerokościach geograficznych oraz w miastach, co oznacza, że najpoważniejszych zmian, w tym oczywiście wzrostu temperatur powietrza, wód i gleby, spodziewać się należy w dużych miastach umiarkowanych i chłodnych stref klimatycznych. A więc przede wszystkim na półkuli północnej, w szczególności w północnej części Europy. Tak oto wyjaśniamy powód, dla którego śledzi się uważnie zmiany warunków mezoklimatycznych w miastach, gdzie i tak rozpoznano już dawno swoiste odrębności klimatyczne wywołane emisją sztucznego ciepła, obecnością miejskich aerozoli, zmienionym albedo i szorstkością, a także deformacją obiegu wody i zaburzeniami ruchu powietrza.

Miasta nadal pozostają obszarami o podwyższonych zagrożeniach aerosanitarnych, nawet tam, gdzie uporano się z dużymi punktowymi emitorami przemysłowymi i energetycznymi i skutecznie uspokojono zjawiska kongestyjne w transporcie (tzw. korki), powodujące lokalne zatężanie zanieczyszczeń motoryzacyjnych. Można wyrazić pogląd, że miasta zawsze pozostaną obszarami o większych niż tereny wiejskie uciążliwościach aerosanitarnych, gdyż są one przepełnione bezlikiem małych stacjonarnych i mobilnych emitorów wynikających z różnorodności zajęć bardzo licznych mieszkańców. Wystarczy porównać przeciętną gęstość zaludnienia w miastach europejskich z taką gęstością na obszarach pozamiejskich. Stosunek ten wynosi kilkaset do jednego (np. 5 tys. m/km<sup>2</sup> /mieszkańców na km<sup>2</sup>/ do 50 mk/km<sup>2</sup>). Przy takiej różnicy nie da się wyeliminować wszystkich drobnych źródeł emisji, a także usunąć tzw. emisję niezorganizowaną; powierzchniową i przestrzenną. W szczególności nie ma szans na pozbycie się wzmożonej obecności pyłów w miastach, a także przeróżnych produktów spalania, wreszcie substancji złoonych, nie tylko tych pospolitych znanych także ze wsi. Potężna jest także emisja wtórna pyłów, które, jak wiadomo, powstają także w wyniku konwersji substancji gazowych.

W tych uwarunkowaniach istotne staje się pytanie, czy globalne ocieplenie wpływa na zmianę warunków aerosanitarnych w miastach, i w jakim kierunku. Odpowiedź na nie padnie w końcu niniejszego tekstu, najpierw więcej najnowszych informacji o zanieczyszczeniu powietrza w miastach, szczególnie polskich.

Kwestie te obecnie reguluje unijna Dyrektywa CAFE. Nakłada ona obowiązek oceny jakości powietrza i zarządzania jakością powietrza w odniesieniu do SO<sub>2</sub>, NO<sub>2</sub> i NO<sub>x</sub>, PM 10, PM 2,5 (PM, Particulate Matter – pył zawieszony, o średnicy w μm), Pb, C<sub>6</sub>H<sub>6</sub>, CO, O<sub>3</sub> oraz określa kierunki działań, jakie należy podjąć w sytuacji przekroczenia określonych poziomów stężeń. CAFE konsoliduje przepisy dyrektywy 1996/62/WE oraz dyrektyw córek: 1999/30/WE, 2000/69/WE i 2002/3/WE. Nie obejmuje natomiast swoim zakresem zagadnień Dyrektywy 2004/107/WE w sprawie arsenu, kadmu, rtęci, niklu oraz WWA (wielopierścieniowe węglowodory aromatyczne).

Szczególnie istotne są tu wymagania dotyczące pyłu zawieszonego. Komisja Europejska orientuje się w powadze sytuacji w Europie i zakłada dalsze zaostrzenie wymagań pod tym względem. Poszerza zakres obowiązujących przepisów w zakresie systemu oceny i zarządzania jakością powietrza poprzez wprowadzenie nowych wymagań dla dotychczas nienormowanego pyłu drobnego PM 2,5, określając dla niego standard jakości powietrza (poziom dopuszczalny oraz pułap stężenia ekspozycji) oraz cel długoterminowy do 2020 roku.

Po roku 2010, kiedy powszechnie rejestrowano stan stężeń PM 10, obraz przedstawia się podobnie jak na załączonej mapce, gdzie zaznaczono przeciętne stężenia pyłu zawieszonego PM 10 obliczone z 75% najwyższych średnich dobowych. Wartości podano w mikrogramach w metrze sześciennym. Kolory kolejno oznaczają: niebieski: wartości poniżej 20 μg/m<sup>3</sup>; zielony 20-30 μg/m<sup>3</sup>; pomarańczowy 30-40 μg/m<sup>3</sup>; brązowy powyżej 40 μg/m<sup>3</sup>.



Rys. 1. Stężenie PM 10 w Europie w 2010 roku. Objasnienia w tekście.

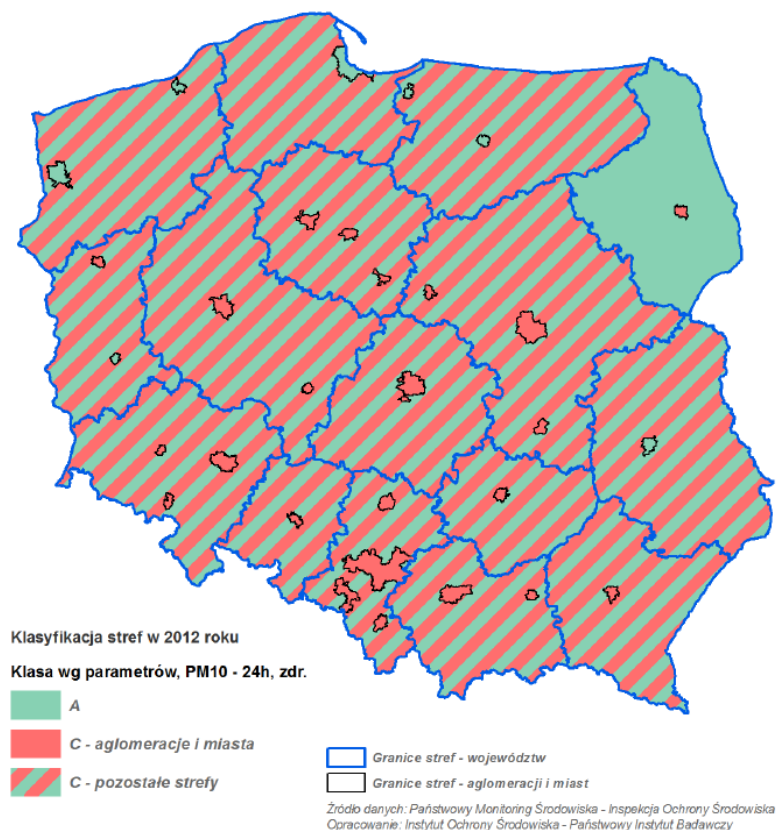
Tab. I. Analiza poziomów stężeń pyłu PM 10 w wybranych krajach Europy w 2011 roku

Kraj	Poziomy stężenie PM 10 w $\mu\text{g}/\text{m}^3$						
	15	20	30	40	50	60	60
Polska			8	9	8	5	
Czechy			9	7			
Włochy			9	0	7		
Portugalia			3	0			
Turcja					0	9	7
Europa (UE+)			8	6	1	0	

UE + Kraje członkowskie oraz Europa Zachodnia i Południowa

Mapka wskazuje, że w Polsce, a szczególnie w jej południowej części przekroczenia są powszechne. Dosadną ilustracją zagrożenia jest tabelaryczne porównanie liczby mieszkańców oddychających powietrzem o różnych poziomach stężenia PM 10 (tab. I). Dane pochodzą z 2011 roku, wyrażone są w procentach. Na liście jeszcze silniej zagrożonych krajów jest jeszcze Serbia i Bułgaria, co w żadnym przypadku nie może nas uspakajać. Kraje Zachodniej Europy wykazują znacznie lepszą sytuację, o czym świadczą wartości średnie dla całego regionu.

Przypomnijmy, że poziom dopuszczalny PM 10 dla stężenia średniodobowego wynosi  $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , może być przekraczany nie więcej niż 35 dni w ciągu roku. Poziom dopuszczalny dla stężenia średniorocznego wynosi  $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , a poziom alarmowy  $200 \mu\text{g}/\text{m}^3$ .



Rys. 2. Strefy POP (programów ochrony powietrza) w Polsce w 2012 roku. Objąsnienie w tekście.

Oceny jakości powietrza w Polsce dokonuje się oddzielnie w każdej tzw. strefie zakwalifikowanej do opracowania programów ochrony powietrza (POP). Istnieje 46 stref podzielonych na 3 rodzaje:

- Aglomeracja (powyżej 250 tys. mieszkańców) – 12 stref.
- Miasto powyżej 100 tys. mieszkańców – 18 stref.
- Pozostałe obszary – praktycznie województwa bez aglomeracji – 16 stref.

W zależności od substancji wartości dopuszczalne określa się dla różnych czasów uśrednienia: rok, doba, 8h, 1h.

Na przykładowej mapce (rys. 2) pokazano te części kraju, gdzie w 2012 roku strefy zostały zaklasyfikowane do kategorii C – przekraczanie norm lub A – dobry stan aerosanitarny. Warto zauważyć, że wśród wyróżnionych stref w aglomeracjach zadawalający stan stężeń pyłu PM 10 notowany jest jedynie w Lublinie, Szczecinie, Olsztynie, Elblągu, Trójmieście, Słupsku i w Zielonej Górze. Aglomeracje te wykazują najsłabsze mechanizmy tworzenia się wyspy ciepła i reagują w najsłabszym stopniu na efekty związane z globalnym ociepleniem. Z powyższego wynika, że w Polsce obserwowany jest utrzymujący się od wielu

lat niekorzystny stan jakości powietrza w większości stref (obszary przekroczeń), w odniesieniu do niektórych substancji w powietrzu – pyłu drobnego PM 10, PM 2,5 oraz B(a)P (benzo- $\alpha$ -piren). Z przeprowadzonych analiz stanu jakości powietrza wynika, że za aktualny zły stan jakości powietrza w Polsce odpowiada tzw. niska emisja, powodowana przez małą energetykę, paleniska indywidualne oraz stare komunalne źródła ciepła (kotłownie, ciepłownie) opalane przede wszystkim węglem a także małe, lokalne źródła energetyczne i transport.

Liczba i procentowy udział stref w kraju zakwalifikowanych do opracowania programów ochrony powietrza (POP) ze względu na ochronę zdrowia ludzi w Polsce w latach 2010-2013 przedstawione zostały w tabeli II.

Tab. II. Udział stref zakwalifikowanych do opracowania programów ochrony powietrza (POP), (objaśnienie w tekście).

<b>Rok</b>	<b>Stref w Polsce</b>	<b>%</b>	<b>PM 10</b>	<b>PM 2,5</b>	<b>CO</b>
2010	46	100	42	16	3
2011	46	100	42	21	1
2012	46	100	38	22	2
2013	46	100	40	23	2
2014 (prognoza)	46	100	bez zmian	wzrost	bez zmian

Ogromny wzrost procentowego udziału stref z przekroczeniami poziomu dopuszczalnego nastąpił w 2010 roku, jednak nie był rezultatem pogorszenia jakości powietrza, a konsekwencją wprowadzenia nowego układu stref, w którym w miejsce kilku mniejszych stref pojawiły się strefy o dużych obszarach. Klasa strefy jest określana na podstawie stężeń występujących w rejonach potencjalnie najbardziej zanieczyszczonych daną substancją.

Dominującą przyczyną przekroczeń były emisje związane z indywidualnym ogrzewaniem budynków (sektor bytowo-komunalny) – tzw. „niska emisja”, czyli emisja pochodząca ze spalania paliw w piecach, kotłach domowych i innych lokalnych paleniskach.

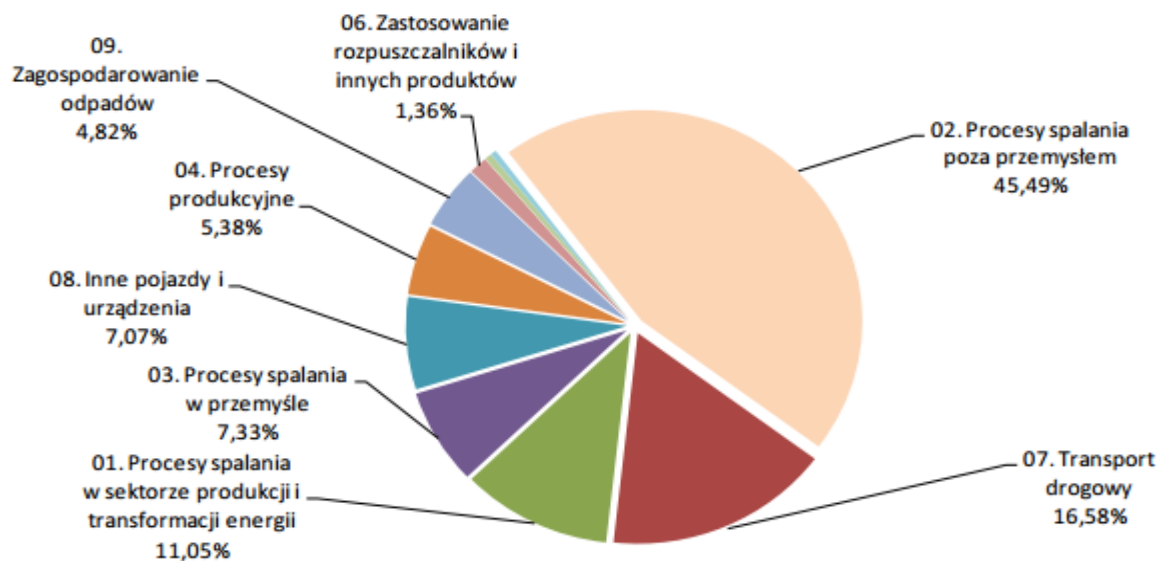
W przypadku kilku stref główną przyczyną przekroczeń było oddziaływanie emisji z transportu, co oznacza udział także takich zanieczyszczeń, jak CO i benzo- $\alpha$ -piren (B/a/P).

O wystąpieniu przekroczeń poziomów normatywnych decydują: zły stan techniczny większości urządzeń wykorzystywanych do spalania, jakość stosowanych paliw (w tym również odpadów z gospodarstw domowych) w połączeniu z niekorzystnymi warunkami rozprzestrzeniania się substancji w powietrzu (inwersje temperatur itd.) oraz z występującymi w niektórych strefach niekorzystnymi warunkami topograficznymi (kotliny, doliny rzek, amfiteatralny schemat urbanistyczny).

Pył PM 10 składa się z cząstek zawieszonych w powietrzu, będących mieszaniną substancji organicznych i nieorganicznych. Może zawierać substancje toksyczne takie jak wielopierścieniowe węglowodory aromatyczne (np. benzo- $\alpha$ -piren), metale ciężkie oraz dioksyny i furany. Pył PM 10 zawiera cząstki o średnicy mniejszej niż 10 mikrometrów, które mogą docierać do górnych dróg oddechowych i płuc.

W perspektywie najbliższych lat wzrośnie zainteresowanie poziomem emisji pyłu drobniejszego, czyli PM 2,5. Należy zwrócić uwagę, że ten bardzo drobny pył (średnica równoważna poniżej 2,5  $\mu\text{m}$ ) można traktować jako substancję praktycznie przemieszczającą się wraz z lokalną cyrkulacją powietrza, gdyż opad grawitacyjny tego pyłu jest niezwykle powolny. Wobec tego wszelkie zmiany tej cyrkulacji generowane przez globalne ocieplenie będą bezpośrednio wpływały na rozkład stężeń. Warto przy tej okazji sprawdzić jak wygląda struktura źródeł emisji PM 2,5. Zauważyć należy, że prawie połowa tych źródeł to procesy spalania poza przemysłem.

### Udział największych sektorów w emisji PM<sub>2,5</sub> w roku 2012



Rys. 3. Struktura źródeł emisji PM 2,5 w Polsce.

Przytoczmy jeszcze najświeższe dane z 2013 roku. Na mapce zaznaczono te miasta, w których odnotowano przekroczenia dopuszczalnych poziomów PM 10. Przekroczenia wykazuje prawie sto miast, większość na południu kraju, z największym natężeniem na Śląsku. Oficjalne badania Państwowej Inspekcji Ochrony Środowiska dotyczyły 65 polskich miast. Zaledwie 6 z nich mieści się w normach. Norma dla pyłu zawieszonego to 50 mikrogramów na metr sześcienny. W Rybniku 8 grudnia 2013 roku to stężenie osiągnęło wynik 737  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ . W pierwszej dziesiątce najbardziej zanieczyszczonych, według Światowej Organizacji Zdrowia (WHO), polskich miast siedem to miasta województwa śląskiego: Rybnik, Zabrze, Katowice, Gliwice, Dąbrowa Górnicza, Bielsko-Biała i Bytom. O trzy oczka niżej, na trzynastym miejscu – także Częstochowa.

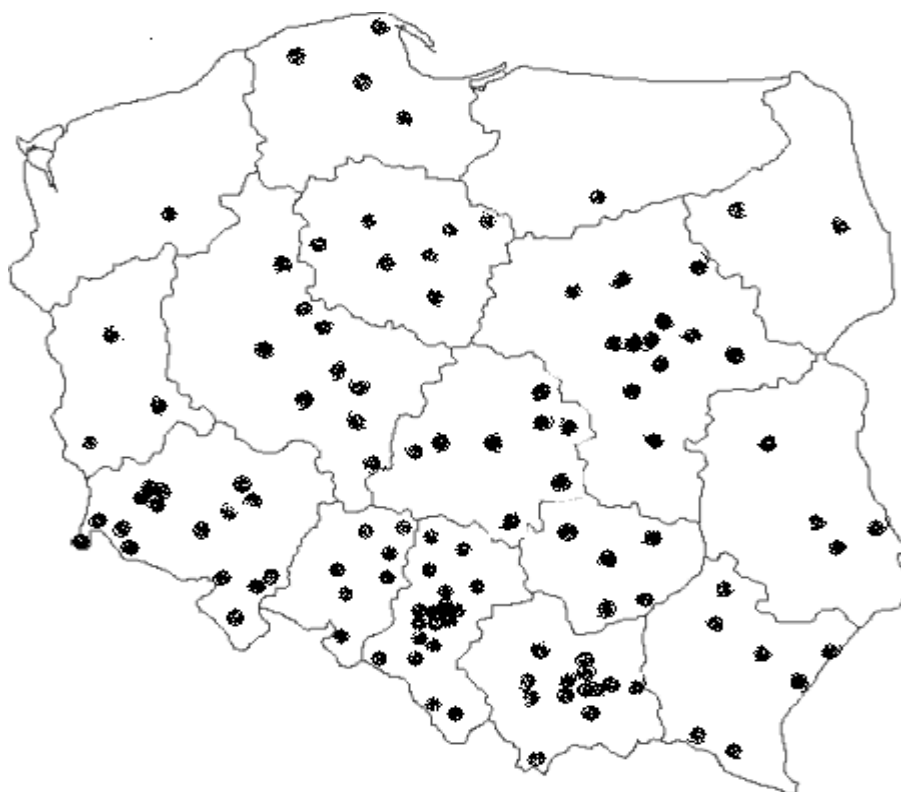
Dodajmy jeszcze, że miasta, gdzie występuje zagrożenie stężeniami CO i innych zanieczyszczeń pochodzenia paleniskowego w wysokości maksimum 8-godzinnych powyżej 4 000  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  przy normie dla CO 10 000  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  to znów aglomeracja Rybnicko-Jastrzębska oraz Górnośląska bez Gliwic, Bydgoska, Krakowska, Łódzka wraz z miastami satelitarnymi i Pabianicami, Kielecka, Rzeszowska, Trójmiejska, Białostocka, Gorzowska i Toruńska.

Poniżej zestawiono nazwy miast z przekroczeniami stężeń w porządku wojewódzkim. Są to przede wszystkim miasta średnie i małe. W przypadku aglomeracji oznaczać to może

przekroczenia w kilku dzielnicach. Analiza dotyczyła zarówno stężeń pyłu zawieszonego PM 10, jak i PM 2,5:

- Województwo zachodniopomorskie: Koszalin, Świdwin, Stargard Szczeciński, Sławno, Kalisz Pomorski, Łobez.
- Woj. lubuskie: Ślubice, Żagań, Strzelce Krajeńskie, Gubin.
- Woj. dolnośląskie: Wałbrzych, Jelenia Góra, Oleśnica, Świdnica, Kamienna Góra, Brzeg Dolny, Lubań.
- Woj. opolskie: Nysa, Kędzierzyn-Koźle, Brzeg, Namysłów, Kluczbork, Głubczyce.
- Woj. wielkopolskie: Kalisz, Ostrów Wielkopolski, Leszno, Gniezno, Krotoszyn, Kościan, Słupca, Wolsztyn.
- Woj. kujawsko-pomorskie: Włocławek, Inowrocław, Grudziądz, Chełmża, Wąbrzeźno, Lipno.
- Woj. pomorskie: Starogard Gdański, Słupsk, Malbork, Lębork, Człuchów.
- Woj. warmińsko-mazurskie: Ełk, Biskupiec, Kętrzyn, Działdowo, Morąg.
- Woj. mazowieckie: Radom, Siedlce, Węgrów, Sierpc, Mława, Sochaczew, Gostynin, Pułtusk, Garwolin.
- Woj. łódzkie: Sieradz, Skierniewice, Piotrków Trybunalski, Zduńska Wola, Kutno, Wieluń, Łowicz.
- Woj. śląskie: Bielsko-Biała, Częstochowa, Kłobuck, Racibórz.
- Woj. świętokrzyskie: Starachowice, Skarżysko-Kamienna, Jędrzejów, Końskie.
- Woj. małopolskie: Nowy Sącz, Chrzanów, Bochnia, Brzesko, Miechów, Wadowice, Nowy Targ.
- Woj. podkarpackie: Przemyśl, Krosno, Jarosław, Lubaczów, Sanok, Leżajsk, Przeworsk.
- Woj. lubelskie: Lublin, Chełm, Biała Podlaska, Ryki, Parczew, Zamość, Tomaszów Lubelski.
- Woj. podlaskie: Suwałki, Łomża, Zambrów, Bielsk Podlaski, Grajewo.





Rys. 4. Miasta z przekroczonymi normami PM 10 w 2013 roku.

Bardzo niepokojący stan zapylenia w Polsce ma także skutki formalne. W związku z zaistniałą sytuacją Komisja Europejska w 2009 r. wszczęła procedurę o naruszenie dopuszczalnych poziomów dla PM 10.

Miejsce NE w tyglu zagrożeń aerosanitarnych Polski można określić jako podstawowe, decydujące o ocenie warunków aerosanitarnych, trwałe, niepokojące, a nawet kompromitujące. Z drugiej strony jest ono lekceważone i groźne dla społeczeństwa ze względów zdrowotnych i ekonomicznych.

Długotrwała ekspozycja na zanieczyszczenia powietrza może powodować przewlekłą obturacyjną chorobę płuc (POChP), a także astmę oskrzelową, rozedmę płuc, przewlekłe zapalenie oskrzeli, niewydolność dróg oddechowych i inne schorzenia. Jest to szczególnie groźne dla dzieci, które wdychają więcej powietrza w przeliczeniu na masę ciała. Przedwczesna śmierć spowodowana może być nawet krótkoterminową ekspozycją na wysokie stężenia pyłów. Natomiast długoterminowa ekspozycja powoduje wzrost umieralności w grupie osób powyżej 30 roku życia na choroby układu oddechowego i naczyniowo–sercowego. Wzrost śmiertelności w grupie niemowląt (do roku życia) notowany jest w związku z krótko- i długoterminową ekspozycją.

Najnowsze wyniki badań wskazują na możliwość korelacji między zanieczyszczeniami powietrza, a zaburzeniami rozwoju układu nerwowego, zaburzeniami poznawczymi, a nawet cukrzycą.

Z powodu zanieczyszczeń powietrza przedwcześnie umiera:

- 3,7 mln osób na świecie (powietrze wewnętrzne);
- 4,3 mln osób na świecie (powietrze atmosferyczne);
- 430 tys. osób w Europie Zachodniej i Centralnej (powietrze atmosferyczne).

Oceniono także relacje pomiędzy zanieczyszczeniami powietrza a zewnętrznymi kosztami zdrowotnymi w Polsce. W Polsce z powodu zanieczyszczeń powietrza co roku umiera przedwcześnie ok. 45 tys. osób (przyczyna co 10-go zgonu w Polsce), a społeczeństwo traci ok. 520 tys. potencjalnych lat życia. Straty w gospodarce szacowane są na 18,5 mln dni pracy.

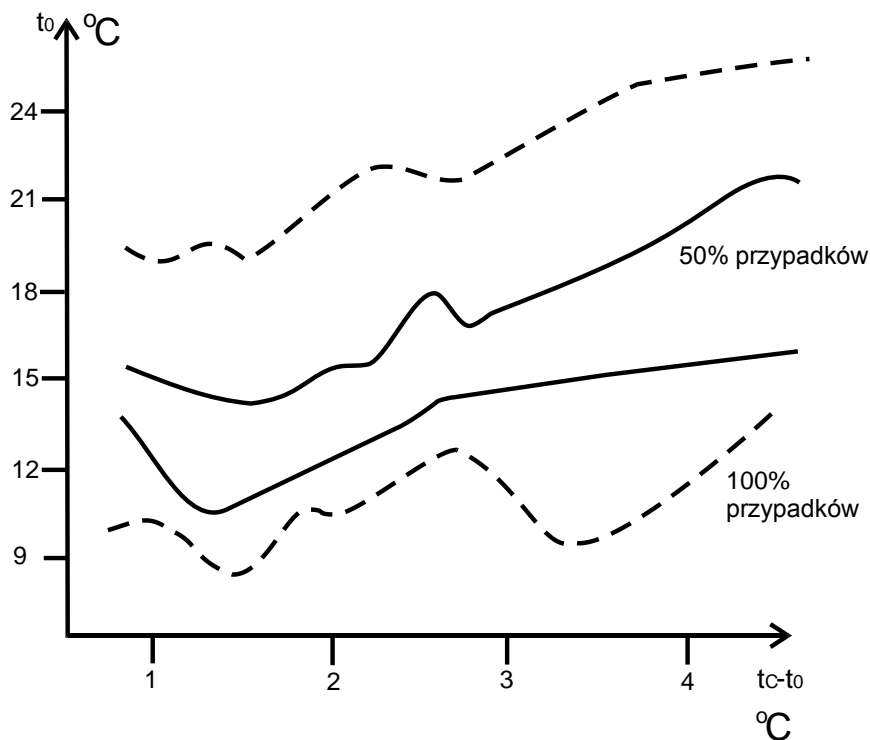
W sumie zewnętrzne koszty zdrowotne zanieczyszczeń powietrza w Polsce wynoszą według różnych badań od 39 do 118 mld euro rocznie. Przypominamy, że zasadniczym problemem jest tu niska emisja pyłu drobnego.

Liczne badania nie pozostawiają wątpliwości, że globalne ocieplenie prowadzi do wzmocnienia pozytywnych efektów temperaturowych w miastach w tempie szybszym niż na obszarach pozamiejskich. Dotyczy to także formowania się tzw. wyspy ciepła, która coraz częściej tworzy się nawet w niewielkich skupiskach osiedleńczych. Ponieważ na zamieszczonej w tym artykule liście miast zagrożonych niską emisją większość stanowią ośrodki średnie z dobrze wykształconym starym centrum, przytaczamy tu wyniki badań prowadzonych wiele lat temu w Sierpcu, który może być dobrym przykładem takiego miasta. Przedstawiono zależność różnic temperatur pomiędzy centrum i obszarem pozamiejskim od temperatury powietrza na stacji pozamiejskiej.

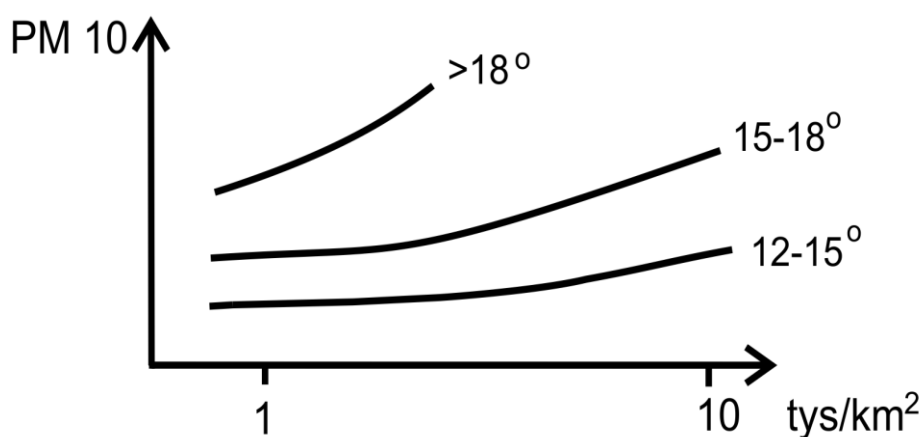
Obraz jest łatwy do interpretacji. Ocieplenie prowadzi do nasilania się różnic pomiędzy miastem a obszarami pozamiejskimi, nawet w miastach o niewielkich rozmiarach. Oczywiście tendencje takie są bardzo wyraźne w dużych miastach. W Krakowie na przykład od lat 50-tych notuje się wzrost różnic pomiędzy temperaturą w centrum miasta i poza nim o 0,10-0,15°C na dekadę. Podobnie jest w Warszawie, przy czym stolica nie jest tu dobrym przykładem, gdyż istotnym czynnikiem przyspieszającym generowanie wyspy ciepła jest szybka rozbudowa miasta.

Obecność wyspy (lub raczej wysp ciepła w obrębie aglomeracji) powoduje wzmocnienie dośrodkowej cyrkulacji powietrza przy powierzchni ziemi, a więc zatężania zanieczyszczeń. Dodatkowo pyły mogą pogłębiać pojawianie się szkodliwych aerosanitarne sytuacji

inwersyjnych oraz warunków stratyfikacji stałej. Powyższe, a także inne obserwacje dotyczące deformacji mezocykluacji powietrza w mieście w warunkach wyspy ciepła pozwalają na zaprezentowanie schematycznego rysunku zależności pomiędzy gęstością zamieszkania, a poziomem PM 10 i temperaturą powietrza.

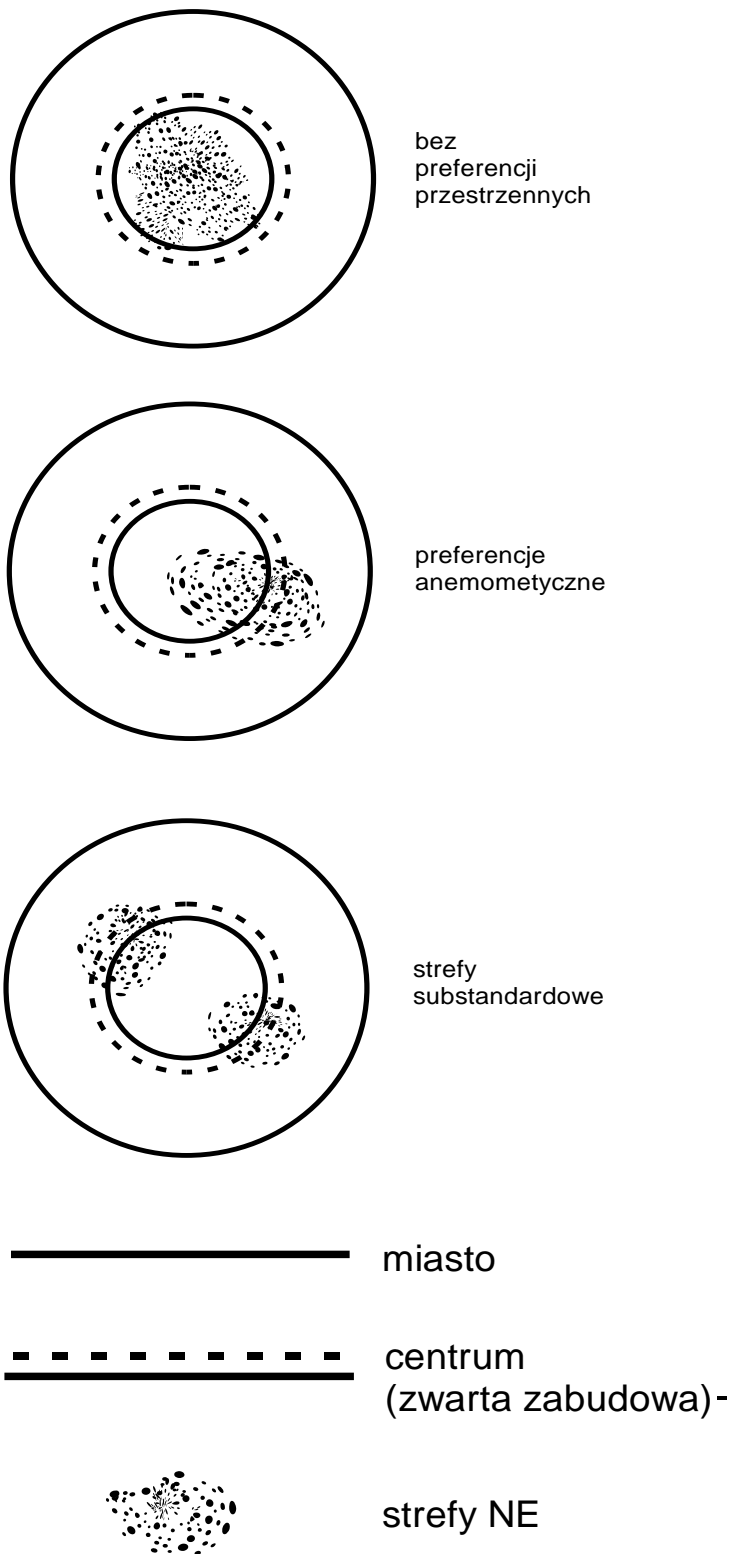


Rys. 5. Zależność różnicy temperatur powietrza pomiędzy centrum ( $t_c$ ) Sierpca i obszarem pozamiejskim ( $t_o$ ) a temperaturą powietrza obszaru pozamiejskiego ( $t_o$ ). Poziom 150 cm nad gruntem, pora letnia, badania w latach 1974-76.



Rys. 6. Espektatywny kształt zależności pomiędzy poziomem NE (liczonym stężeniami PM 10), gęstością zaludnienia (tys. mk/km<sup>2</sup>) oraz temperaturą powietrza w miastach bez

centralnych systemów ogrzewania. Miasto o rozproszonych źródłach ciepła i o strukturze nie uwarunkowanej topograficznie.



Rys. 7. Koincydencje stref urbanistycznych oraz niskiej emisji (NE). Miasto o rozproszonych źródłach ciepła i o strukturze nie uwarunkowanej topograficznie.

Analizując strukturę przestrzenną polskich miast, w których odnotowuje się wysokie stężenia zanieczyszczeń wywołanych niską emisją, można nakreślić charakterystyczne cechy tej struktury.

Poziomy gradient termiczny insolacyjny w okresie letnim jest bardzo wysoki, wyższy niż w miastach położonych w niższych szerokościach geograficznych. Sprzyja to wyodrębnianiu się cyrkulacji cyklonalnej w obrębie zabudowy. Wyspa ciepła na tle fizjografii miasta najczęściej pojawia się jako „archipelag”, co umożliwia powstawanie swoistych plam podwyższonych koncentracji zanieczyszczeń w „siodłach” pomiędzy wyspami (rys. 7). Typowa dla polskich miast aktywizacja przedmieść zdecydowanie pogłębia mezocyrkulację „zamykając” całe centrum lub wyraźnie wyodrębnione strefy substandardowej zabudowy i infrastruktury. Powstaje „dolina śródmiejska”, tak dobrze opisywana w Krakowie i innych miastach południa Polski. Aerosanitarne skutki jej powstawania w warunkach globalnego ocieplenia są niepokojąco niekorzystne. Sprzyja temu degradacja starej zabudowy w enklawach śródmieścia oraz powstający często „ring wzmożonego transportu”.

Odrębnymi procesami sprzyjającymi pogłębianiu się zagrożeń NE w warunkach globalnego ocieplenia jest kwestia dostępu do lepszego i gorszego paliwa, problem kosztów ogrzewania oraz rozpowszechnianie się tradycji „podgrzewania” pomieszczeń poprzez lokalne spalanie. Wreszcie sprzyjają temu patologie gospodarki odpadami. Zjawiska te mają oczywiście wymiar regionalny. W Polsce południowej trwa dostęp do taniego opału, w Polsce Wschodniej z Mazowszem – palenie byle czego, Polska Zachodnia to zwykle niekorzystne warunki urbanistyczne ukształtowane dwa stulecia temu.

Kolejnym wyzwaniem badawczym jest sporządzenie zaleceń dotyczących klimatycznej melioracji warunków aerosanitarnych w miastach polskich. Działania takie powinny być prowadzone równoległe do usuwania źródeł NE. Zasadą powinno być urbanistyczne burzenie trwałych elementów mezocyrkulacji, hierarchizacja korytarzy przewietrzania, budowa stref quasikomfortu klimatycznego na terenach otwartych i wreszcie tworzenie rejonów zabudowy o celach klimatyzacyjnych.

To wielkie wyzwanie dla wciąż nieobecnej urbanistyki klimatycznej.

**Artykuł powstał na podstawie referatu, wygłoszonego podczas konferencji:**

**MIASTO IDEALNE – MIASTO ZRÓWNOWAŻONE**  
**Planowanie przestrzenne terenów zurbanizowanych i jego wpływ na ograniczenie**  
**skutków zmian klimatu**

**Warszawa, 24 października 2014 r.**



**Niniejszy materiał został opublikowany dzięki dofinansowaniu Narodowego Funduszu Ochrony Środowiska i Gospodarki Wodnej. Za jego treść odpowiada wyłącznie Uniwersytet Warszawski.**