

Analiza liczby czujników

oraz wyników pomiarów jakości powietrza w województwie lubelskim

Łukasz Sieduszewski – Koordynator regionalnego oddziału Instytutu Strategii 2050 Lubelskie

Rekomendacje ogólne:

Na podstawie przedstawionej analizy koordynator wojewódzki regionalnego oddziału Instytutu Strategii 2050 Lubelskie formułuje następujące rekomendacje:

- Natychmiastowe odejście od stosowania dopuszczanego przekroczenia w liczbie 35 dni w ciągu roku dla dobowej normy PM10.
- Przyjęcie w Polsce norm WHO z 2021 r. jako powszechnie obowiązujące.
- Rozpoczęcie prac nad przyjęciem norm WHO z 2021 r. na terenie Unii Europejskiej jako powszechnie obowiązujące.
- Odejście od błędnego założenia, iż przekroczenia norm imisji są w głównej mierze problemem aglomeracji miejskich. W związku z tym:
 - dodanie do stref monitoringu, osobno, każdego miasta powiatowego oraz każdego powiatu,
 - po rozbudowaniu systemu w sposób wystarczający, dodanie do stref pomiarów każdej gminy, która nie wchodzi w strefę aglomeracji pow. 250 tys. mieszkańców lub miasta pow. 100 tys. oraz nie jest miastem powiatowym.
- Koordynacja profesjonalnie zaprojektowanych, zbudowanych i zarządzanych sieci monitoringu powietrza (np. prowadzonych przez uczelnie, samorządy itp.), opartych o sprawdzonej jakości czujniki niskokosztowe, z sieciami instytucjonalnymi w celu poszerzenia bazy danych będącej podstawą oceny jakości powietrza w województwach (strefach) i dostarczania bieżącej informacji o stanie powietrza możliwie dużej liczbie obywateli.
- Powołanie przez województwa operatorów zbierania, a także upubliczniania danych dotyczących jakości powietrza, zgodnie z proponowanymi

schematem rozbudowy czujników jakości powietrza zawartym w ogólnych rekomendacjach.

- Zobowiązanie prezydentów miast, burmistrzów oraz wójtów do informowania o przekroczeniach norm powietrza (w odniesieniu do norm WHO z 2021 r.) na stronach internetowych ww. jednostek samorządu terytorialnego oraz w BIP.

1. Wnioski i rekomendacje

Wnioski

- Dla właściwej oceny stanu powietrza, pozyskania adekwatnej do sytuacji, bieżącej informacji dla obywateli oraz do ich edukacji niezbędna jest większa liczba stanowisk pomiarowych, szczególnie tych dostarczających aktualnych danych (dla zanieczyszczeń, dla których jest to możliwe).
- Dobre efekty przynosi współpraca samorządów z ośrodkami naukowymi i zaangażowanie różnego rodzaju źródeł finansowania (samorządowe, unijne, dużych firm, NFOŚ).
- Pomiaru brane pod uwagę w sporządzaniu ocen rocznych przez GIOŚ w strefach muszą obejmować również małe miejscowości, aby:
 - klasyfikacja stref odzwierciedlała stan faktyczny,
 - mieszkańcy tych miejscowości mieli wiedzę o stanie powietrza w ich okolicy.
- Niezbędne są intensywne działania edukacyjne, obejmujące zarówno mieszkańców, jak i samorządowców, aby wyniki pomiarów mogły stać się dla nich podstawą lokalnej oceny sytuacji i podjęcia koniecznych działań.

Rekomendacje dla województwa lubelskiego

- Dobrym modelem byłby system podobny do obowiązującego w latach 2004-2006, w którym strefę (prócz metropolii powyżej 250 tys. mieszkańców i miasta powyżej 100 tys. mieszkańców) stanowił powiat. Na terenie każdego powiatu zlokalizowane byłoby instytucjonalne stanowisko pomiarowe (którego wskazania brane są pod uwagę w sporządzaniu oceny rocznej, stałe lub mobilne) mierzące również metodą automatyczną (te zanieczyszczenia, dla których jest to możliwe).
- Prócz tego wszystkie gminy wchodzące w skład powiatu powinny zostać objęte siecią pomiarową opartą o czujniki niskokosztowe, mającą na celu zarówno bieżące informowanie mieszkańców i ich edukację, jak też uzupełniającą pomiary instytucjonalne o dane z obszarów, na których te pomiary nie będą dokonywane, oraz z dużej liczby punktów. Na podstawie tych pomiarów, prowadzonych w mikroskali, mogą być również opracowywane lokalne 2 lub 3-dniowe prognozy rozptyłu zanieczyszczeń.

- Taka sieć wymaga zaprojektowania, wyboru sprzętu i oprogramowania, instalacji oraz konfiguracji, niezbędne jest więc wyłonienie podmiotów mogących zrealizować te zadania.
- Pomiary z sieci niskokosztowych (które zgodnie z obecnymi przepisami nie mogą być wykorzystywane do sporządzania rocznych ocen jakości powietrza) powinny być uwzględniane przynajmniej w konstruowaniu lokalnych Programów Ochrony Powietrza, a także w określaniu lokalizacji punktów lub obszarów wymagających szczególnej kontroli stanu powietrza.
- Dla zapewnienia właściwego funkcjonowania takiego systemu pomiarowego niezbędny jest operator lub operatorzy obsługujący zbieranie, scalanie i publikowanie danych oraz sporządzania analiz i raportów, a także – w zakresie obsługi czujników niskokosztowych – zapewniający serwis techniczny.
- W celu informowania i edukacji społeczeństwa niezbędne jest stworzenie platformy internetowej, na której publikowane będą informacje na temat stanu powietrza, prognoz, zagrożeń, podejmowanych działań, a także materiały edukacyjne.

2. Wprowadzenie

Emisja do atmosfery zanieczyszczeń, będących konsekwencją działalności człowieka, wywołuje rosnące lawinowo negatywne i silnie powiązane ze sobą skutki w obszarach: klimatu, gospodarki i zdrowia ludności.

W ostatnim z wymienionych obszarów, leżącym w kompetencjach WHO, organizacja ta przedstawia wytyczne, będące podstawą ustalania norm dla poziomów stężenia pewnych szkodliwych dla ludzkiego zdrowia substancji w powietrzu. Do tego roku obowiązywały wytyczne WHO z 2005 r., ale 22 września 2021 przedstawiła ona nowe wytyczne związane z postępem badań naukowych, wykazujących coraz dobitniej zależność wielu chorób cywilizacyjnych (m.in. układu krążenia, neurologicznych, pulmonologicznych i alergologicznych oraz onkologicznych) od poziomu zanieczyszczenia środowiska, a w szczególności powietrza, którym oddychamy.

Najbardziej dotknięte są społeczeństwa krajów o niskim i średnim dochodzie, w których spala się paliwa kopalne w procesie produkcji energii elektrycznej i ciepła, a nawet wykorzystuje się paliwa stałe do przygotowywania posiłków.

Nowe wytyczne Światowej Organizacji Zdrowia dotyczące norm jakości powietrza zostały przygotowane dla 6 zanieczyszczeń: pyłu zawieszonego PM10 i PM2.5, dwutlenku azotu (NO₂), dwutlenku siarki (SO₂), ozonu (O₃) oraz tlenku węgla (CO).

Powyższe informacje, dostępne są na stronie internetowej projektu MAPPINGAIR/PL realizowanego m.in. przez Uniwersytet Wrocławski¹.

Norma Polska oraz unijna dopuszcza 35 dni przekroczeń dla 24-godzinnej wartości PM10, stąd do wyników przyjmuje się zazwyczaj 36. największy dobowy wynik w kolejności. Norma WHO dla PM10 nie dopuszcza takiej tolerancji. Główny sezon grzewczy to okres 5-miesięcy (około 150 dni), a więc norma w Polsce dopuszcza, iż w co 5. dzień może występować przekroczenie normy, i wciąż uznaje to za dobry stan jakości powietrza. Poniższe, hipotetyczne wyniki pomiarów jakości powietrza uznane byłby przez polską normę za spełniające wymogi, ponieważ 36. największa wartość mieści się w dopuszczalnym zakresie wartości. Strefa z takimi wynikami zostałaby zakwalifikowana jako klasa jakości A.

Poszczególne państwa prowadzą pomiary stężeń zanieczyszczeń powietrza (emisji), aby móc ocenić ich poziomy godzinowe, dobowe, roczne i porównać je z wyznaczonymi normami – czyli dokonać oceny jakości powietrza. W oparciu o pomiary i inne, uzupełniające metody np. modelowanie matematyczne i szacowanie, opracowywane są raporty. Dane pomiarowe (również udostępniane na bieżąco) i raporty powinny przedstawiać istniejącą sytuację i być podstawą nie tylko podjęcia stosownych działań w przyszłości, ale również szerokiego informowania i edukacji obywateli.

3. System monitoringu jakości powietrza w Polsce

Wojewódzkie programy monitoringu środowiska (WPMŚ) opracowane przez Regionalne Wydziały Monitoringu Środowiska (RWMŚ), określają system monitoringu jakości powietrza w danym województwie. System ten w głównej mierze opiera się na sieciach stacji pomiarowych. Kryteria lokalizacji stanowisk pomiarowych określają przepisy rozporządzenia Ministra Środowiska z dnia 11 grudnia 2020 r. w sprawie dokonywania oceny poziomów substancji

1

<https://mappingair.meteo.uni.wroc.pl/2021/09/nowe-wytyczne-swiatowej-organizacji-zdrowia-dotyczace-norm-jakosci-powietrza/>

w powietrzu, w szczególności zał. nr 2 i 3 (Dz.U. z 2020 r. poz. 2279)², a o ich rozmieszczeniu i programie pomiarowym decyduje GIOŚ. W celu uzyskania informacji m.in. o przestrzennym rozkładzie stężeń poszczególnych zanieczyszczeń pomiary mogą być uzupełniane o wyniki modelowania matematycznego rozprzestrzeniania się zanieczyszczeń.

GIOŚ, zgodnie z przepisami ww. rozporządzenia, prowadzi pomiary stężeń dwutlenku siarki, dwutlenku azotu, tlenków azotu, benzenu, tlenku węgla, ozonu, pyłu zawieszonego PM10 i PM2,5 oraz pomiary ołowiu, arsenu, kadmu, niklu i benzo(a)pirenu w pyłe PM10. Na wybranych stacjach miejskich prowadzi się również pomiary składu pyłu PM10 pod kątem zawartości 6 wielopierścieniowych węglowodorów aromatycznych (WWA) (oprócz wcześniej wymienionego benzo(a)pirenu)³.

W latach 2007–2009 oceny jakości powietrza wykonywane były zgodnie z rozporządzeniem MŚ z dnia 6 marca 2008 r. (Dz. U. z 2008 r. Nr 52, poz. 310) w 170 strefach (w tym 12 aglomeracjach i 158 strefach niebędących aglomeracjami) w zakresie wszystkich zanieczyszczeń prócz ozonu, a w latach 2004–2006 – w podziale na 362 strefy w tym 13 aglomeracji dla wszystkich zanieczyszczeń (SO₂, NO₂, NO_x, CO, O₃, C₆H₆, pyłu PM10 oraz Pb w pyłe PM10) (strefą był powiat i aglomeracja).

Począwszy od [...] 2010 oceny wykonywane są w podziale na 46 stref dla wszystkich zanieczyszczeń zgodnie z poniższą ustawową definicją „strefy” (art. 87 ust 2 ustawy Prawo ochrony środowiska (Dz. U. z 2018 r. poz. 799, z późn. zm.), którą stanowi:

- 2.a.i.1. aglomeracja o liczbie mieszkańców większej niż 250 tysięcy;
- 2.a.i.2. miasto o liczbie mieszkańców powyżej 100 tysięcy;
- 2.a.i.3. pozostały obszar województwa, niewchodzący w skład miast powyżej 100 tysięcy mieszkańców oraz aglomeracji⁴.

Celem prowadzenia rocznych ocen jakości powietrza jest uzyskanie informacji o stężeniach zanieczyszczeń na obszarze poszczególnych stref, w zakresie umożliwiającym:

² <https://isap.sejm.gov.pl/isap.nsf/DocDetails.xsp?id=WDU20200002279>

³ https://powietrze.gios.gov.pl/pjp/content/measuring_air_assessment_measurings

⁴ https://powietrze.gios.gov.pl/pjp/content/measuring_air_assessment_measurings

- 2.a.i.3.a.i.1. Dokonanie klasyfikacji stref, według określonych kryteriów (poziom dopuszczalny substancji, poziom docelowy, poziom celu długoterminowego).
- 2.a.i.3.a.i.2. Uzyskanie informacji o przestrzennych rozkładach stężeń zanieczyszczeń na obszarze strefy.
- 2.a.i.3.a.i.3. Wskazanie prawdopodobnych przyczyn występowania ponadnormatywnych stężeń zanieczyszczeń w określonych rejonach⁵.

Informacje uzyskane podczas pomiarów, a następnie klasyfikacja stref stanowią podstawę do ewentualnych przyszłych działań, zarówno krótko-, jak i długofalowych. Klasyfikacji stref⁶ w rocznej ocenie jakości powietrza dokonuje się oddzielnie dla dwóch grup kryteriów: **określonych w celu ochrony zdrowia ludzi i w celu ochrony roślin.**

Wynik oceny i klasyfikacji strefy dla danego zanieczyszczenia zależy od stężeń tego zanieczyszczenia występujących (i mierzonych) na terenie strefy. Uzyskany wynik wymaga działań na rzecz poprawy jakości powietrza (jeśli odpowiednie kryteria nie są spełnione) lub na rzecz utrzymania tej jakości (jeżeli spełnia ona przyjęte standardy).

W zakresie kryterium ochrony zdrowia ludzi (dla zanieczyszczeń z wyjątkiem ozonu) ustalone są 2 klasy:

- **Klasa A** – poziom stężeń zanieczyszczenia nie przekracza poziomu dopuszczalnego/docelowego
- **Klasa C** – poziom stężeń zanieczyszczenia przekracza poziom dopuszczalny/docelowy. W strefach zaliczonych do klasy C wymagane jest prowadzenie działań w celu osiągnięcia poziomów dopuszczalnych lub docelowych substancji w powietrzu⁷.

Źródła zanieczyszczeń

Źródła zanieczyszczeń podlegają różnym podziałom – w zależności od wybranych kryteriów. Najogólniejszy podział ze względu na pochodzenie wyróżnia dwie grupy

⁵ Główny Inspektorat Ochrony Środowiska: Ocena jakości powietrza w strefach w Polsce za rok 2020: zbiorczy raport krajowy [...]. <https://powietrze.gios.gov.pl/pjp/maps/air/quality/type/R>

⁶ https://powietrze.gios.gov.pl/pjp/content/measuring_air_assessment_rating_info

⁷ Główny Inspektorat Ochrony Środowiska: Ocena jakości powietrza w strefach w Polsce za rok 2020: zbiorczy raport krajowy [...]. <https://powietrze.gios.gov.pl/pjp/maps/air/quality/type/R>

zanieczyszczeń – pochodzenia naturalnego i antropogenicznego, czyli związanego z działalnością człowieka.

Źródła antropogeniczne można też podzielić na różne kategorie w zależności od przyjętych kryteriów. Przyjmując np. podział wg sektorów gospodarki, wyróżniamy cztery podstawowe kategorie źródeł:

- **energetyczne** – procesy wydobywania (kopalnie, szyby wiertnicze) i spalania paliw,
- **przemysłowe** – przemysł ciężki (przeróbka ropy naftowej, hutnictwo, cementownie, przemysł chemii organicznej), metalurgiczny, produkcja i stosowanie rozpuszczalników, przemysł spożywczy, przemysł farmaceutyczny i inne,
- **komunikacyjne** – transport lądowy, powietrzny i wodny,
- **komunalno-bytowe** – paleniska domowe, kotłownie lokalne.

4. Metody oceny jakości powietrza

Metody oceny jakości powietrza określa wymienione już rozporządzenie. Metodami dokonywania oceny poziomów substancji w powietrzu są pomiary ciągłe, pomiary wskaźnikowe oraz metody szacowania, w tym modelowanie matematyczne transportu i przemian substancji w powietrzu.

Oceny poziomów substancji dokonuje się ze względu na ochronę zdrowia ludzi i ze względu na ochronę roślin. W ocenie ze względu na ochronę zdrowia ludzi uwzględnia się wyniki pomiarów ze stanowisk pomiarowych każdego typu (tła, komunikacyjnych i przemysłowych), funkcjonujących na stacjach miejskich, podmiejskich i pozamiejskich.

Inspekcja Ochrony Środowiska bada zawartość pyłu zawieszonego PM10 i PM2,5 w powietrzu, stosując dwie uzupełniające się metody:

- **metodę grawimetryczną (referencyjną)**, która jest uznana i stosowana na świecie jako najbardziej precyzyjna metoda pomiaru,
- **metodę automatyczną**, posiadającą wykazaną równoważność do metody referencyjnej.

Metoda grawimetryczna, zwana również metodą manualną.

W tej metodzie używa się tzw. poborników pyłowych, specjalnych urządzeń, do których zasysane jest powietrze atmosferyczne. Co dwa tygodnie do pobornika zakłada się 14 jednorazowych filtrów, które urządzenie zmienia automatycznie co 24 godziny, a następnie poddaje analizie w laboratorium i wylicza stężenia pyłów. Stężenia te podawane są w mikrogramach na metr sześcienny [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]. Filtry uzyskane z poborników pyłowych wykorzystywane są również do oznaczania metali ciężkich i wielopierścieniowych węglowodorów aromatycznych, w tym benzo(a)pirenu. Zaletą tej metody pomiarowej jest jej bardzo wysoka dokładność. Jej wadą jest czas potrzebny na uzyskanie wyników, który wynosi ok. 3 tygodni, a udostępnienie informacji wymaga od 1 do 1,5 miesiąca.

Metoda automatyczna, równoważna do referencyjnej

Do pomiarów wykonywanych w ramach Państwowego Monitoringu Środowiska stosuje się też mierniki automatyczne, które posiadają certyfikaty potwierdzające ich równoważność z metodą referencyjną. Mierniki te na bieżąco mierzą stężenia pyłu, co umożliwia pokazywanie wyników tych pomiarów w trybie on-line na portalach inspekcji ochrony środowiska (GIOŚ i WIOŚ) i w aplikacji GIOŚ „Jakość powietrza w Polsce”. Dane te są aktualizowane co godzinę i w celu porównania z poziomem dopuszczalnym, przeliczane na wartości średniodobowe. Zasady pomiaru pyłu zawieszonego w powietrzu można znaleźć na stronie GIOŚ w artykule pn. „Pomiary pyłu zawieszonego w powietrzu. Jak się to mierzy?”⁸.

Lokalizacja i liczba stacji pomiarowych

Kryteria lokalizacji punktów pomiarowych oraz ich minimalną liczbę stanowisk odpowiednio określa załącznik nr 3 i 4 do ww. Rozporządzenia.

⁸ <https://powietrze.gios.gov.pl/pjp/content/show/1000919>

MINIMALNA LICZBA STAŁYCH STANOWISK POMIAROWYCH

1. Minimalna liczba stałych stanowisk pomiarowych do pomiarów poziomów benzenu, dwutlenku azotu, tlenków azotu, dwutlenku siarki, pyłu zawieszonego PM_{2,5}, pyłu zawieszonego PM₁₀ i tlenku węgla w powietrzu oraz ołowiu, arsenu, kadmu, niklu i benzo(a)pirenu w pyłe zawieszonym PM₁₀

Minimalna liczba stałych stanowisk pomiarowych wymagana na potrzeby oceny jakości powietrza ze względu na ochronę zdrowia ludzi pod kątem poziomów dopuszczalnych i docelowych oraz progów alarmowych, gdy pomiary stanowią jedyne źródło informacji o jakości powietrza

1) Monitoring wpływu rozproszonych źródeł emisji:

Liczba mieszkańców strefy (w tysiącach)	Minimalna liczba stałych stanowisk pomiarowych							
	poziom substancji w powietrzu przekracza górny próg oszacowania				poziom substancji w powietrzu znajduje się między górnym a dolnym progiem oszacowania			
	benzen, dwutlenek azotu, tlenki azotu, dwutlenek siarki, ołów, tlenek węgla	pył zawieszony (suma PM _{2,5} i PM ₁₀)	arsen, kadm, nikiel	benzo(a)piren	benzen, dwutlenek azotu, tlenki azotu, dwutlenek siarki, ołów, tlenek węgla	pył zawieszony (suma PM _{2,5} i PM ₁₀)	arsen, kadm, nikiel	benzo(a)piren
0-249	1	2	1	1	1	1	1	1
250-499	2	3	1	1	1	2	1	1
500-749	2	3	1	1	1	2	1	1
750-999	3	4	2	2	1	2	1	1
1000-1499	4	6	2	2	2	3	1	1
1500-1999	5	7	2	2	2	3	1	1
2000-2749	6	8	2	3	3	4	1	1
2750-3749	7	10	2	3	3	4	1	1
3750-4749	8	11	3	4	3	6	2	2
4750-5999	9	13	4	5	4	6	2	2
≥6000	10	15	5	5	4	7	2	2

Stanowiska pomiarowe w Polsce z podziałem na województwa

Stanowiska pomiarowe monitoringu jakości powietrza funkcjonujące w ramach PMŚ w 2021 r.

Diagram 1. Liczba stanowisk pomiarowych PMŚ w poszczególnych województwach w roku 2021.

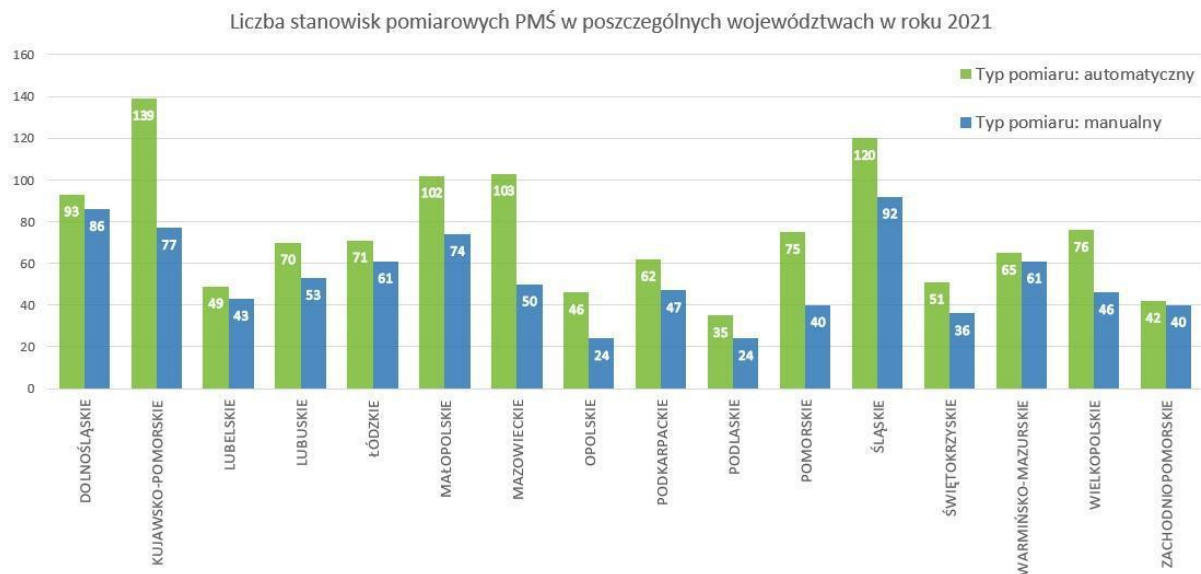
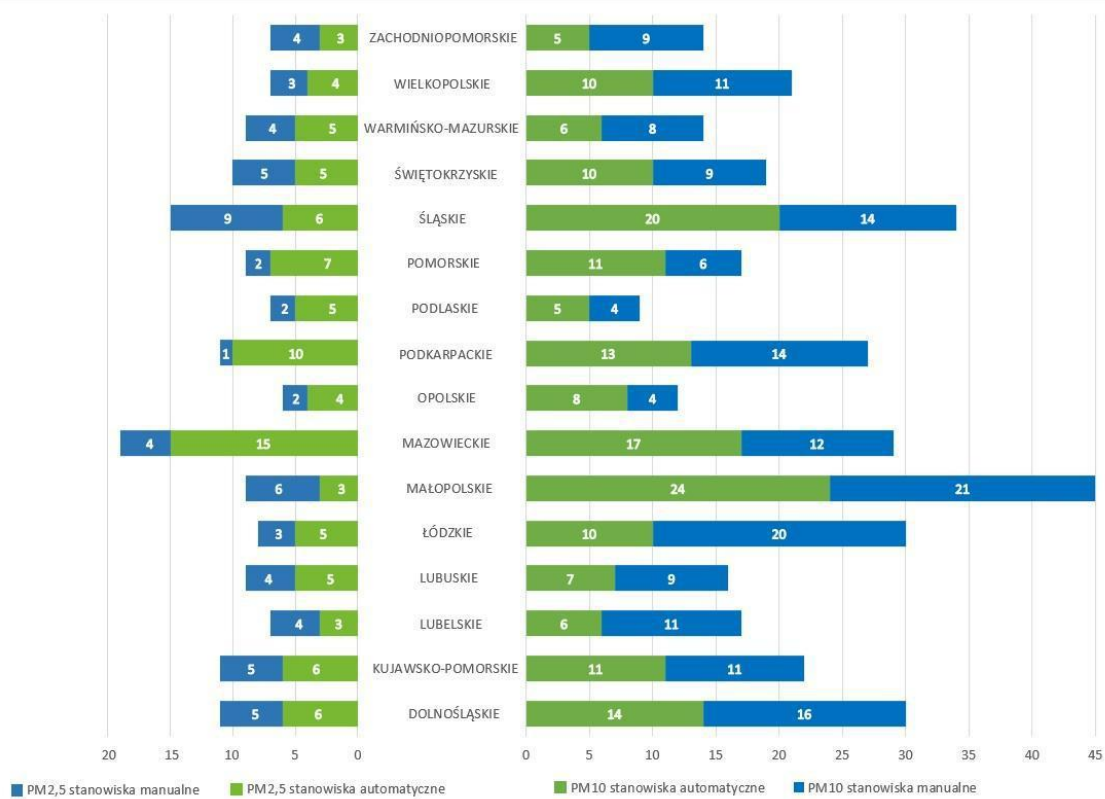


Diagram 2. Liczba stanowisk pomiarowych PM2.5 oraz PM10 w poszczególnych województwach w roku 2021.



Przedstawione diagramy prezentują nie tylko liczbę stanowisk pomiarowych w poszczególnych województwach, ale również liczbę stanowisk dwu typów (manualne i automatyczne) w każdym z nich. Analizując te ilustracje, zauważamy spore różnice w liczbie stanowisk w poszczególnych województwach.

Informacyjna funkcja monitoringu powietrza

Wszyscy stykamy się z doniesieniami o jakości powietrza w Polsce, znacznie odbiegającej od standardów europejskich. W interesie każdego obywatela jest zatem (a przynajmniej powinno być), aby informacja o stanie powietrza, którym oddycha, była jak najdokładniejsza i dotyczyła obszaru nie bardzo odległego od miejsca, w którym mieszka. Przynajmniej już rozporządzenie określa wprowadzie liczbę stanowisk pomiarowych, ale określa ją również jako minimalną. Praktyka jednak wykazuje, że zwykle większa liczba punktów pomiaru pozwala na lepszą, dokładniejszą ocenę objętego nim obszaru.

W interesie każdego obywatela jest również uzyskanie **bieżącej** informacji o stanie powietrza. Tylko aktualne informacje pozwolą podjąć decyzję np. o aktywności na świeżym powietrzu czy spacerze z małym dzieckiem albo o przebywaniu na zewnątrz osób starszych, osób z chorobami układu krążenia, alergicznymi czy pulmonologicznymi.

Z cytowanego wcześniej tekstu ze strony GIOŚ (Pomiary pyłu zawieszonego w powietrzu. Jak się to mierzy?) wprost wynika, że bieżące informacje pozyskuje się ze wskazań stanowisk pracujących **w sposób ciągły, metodą automatyczną**. Dane są udostępniane on-line i aktualizowane co 1 godzinę. Każdy zainteresowany może zatem mieć dostęp do w miarę aktualnej informacji.

5. Monitoring powietrza – województwo lubelskie na tle innych województw

Zaprezentowane na poprzednich stronach diagramy mogą stanowić podstawę do określenia pozycji naszego województwa w stosunku do innych w zakresie liczby stanowisk pomiarowych. Po ich analizie dane przedstawiają się następująco:

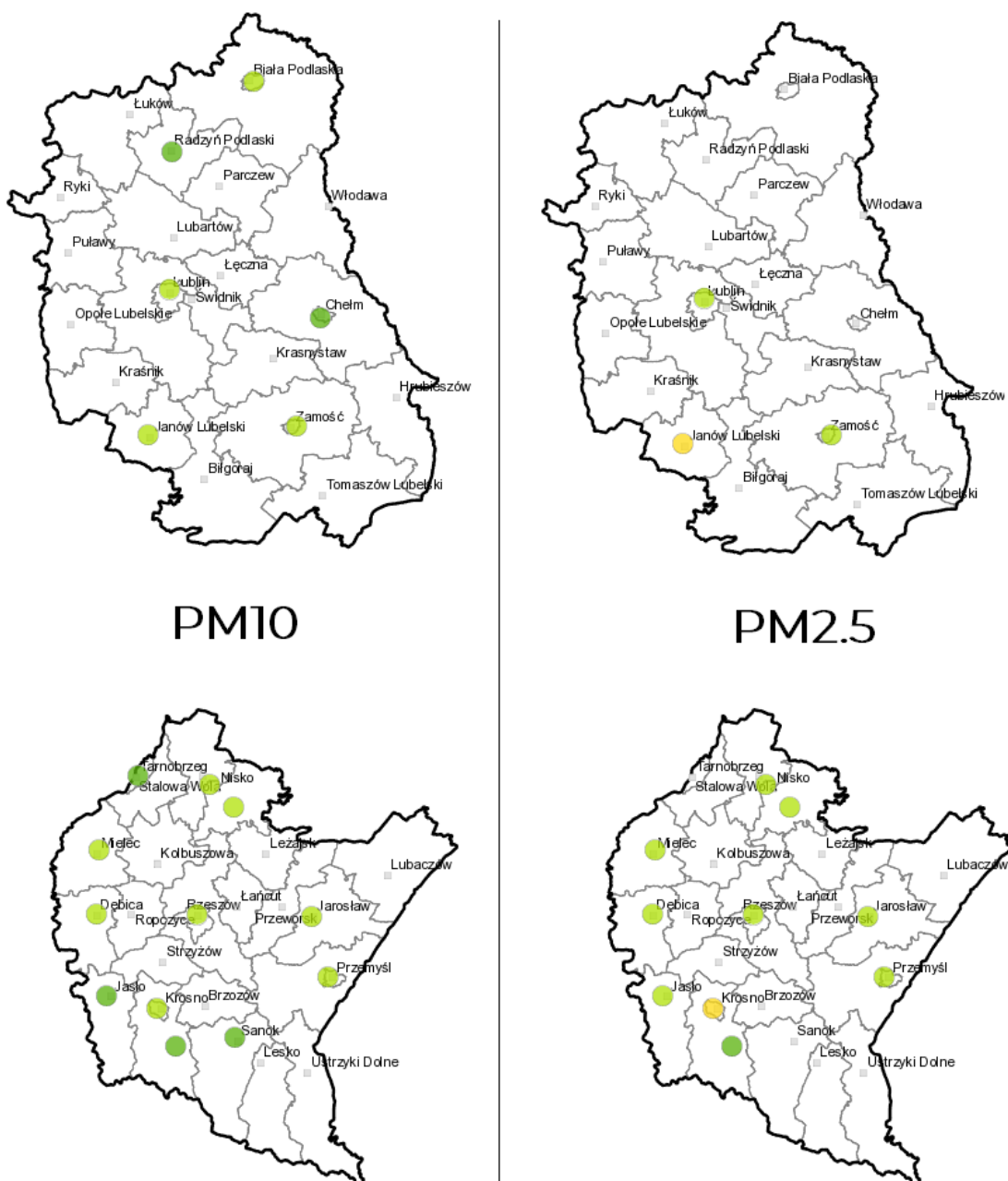
- pod względem liczby **wszystkich stanowisk** pomiarowych lubelskie znajduje się na 5. miejscu od końca (**92 stanowiska**). Dalsze miejsca zajmują: województwa: świętokrzyskie (87), zachodniopomorskie (82),

opolskie (70), podlaskie (59). Pierwsze miejsce zajmuje woj. kujawsko-pomorskie z **216 stanowiskami**.

- pod względem liczby **stanowisk mierzących metodą automatyczną** województwo lubelskie znajduje się na 4. miejscu od końca (**49 stanowisk**). Pierwsze – woj. kujawsko-pomorskie ma ich **139**.
- pod względem liczby **stanowisk mierzących stężenia** bardzo powszechnych w Polsce i bardzo szkodliwych z punktu widzenia zdrowia ludności zanieczyszczeń pyłowych **PM10** i **PM2,5**, województwo lubelskie znajduje się na 5. miejscu od końca (**24 stanowiska**). Pierwsze miejsce zajmuje woj. małopolskie (**54 stanowiska**).
- pod względem liczby **stanowisk mierzących stężenia PM10 i PM2,5**, a pracujących metodą automatyczną (a więc umożliwiającą pozyskiwanie aktualnej informacji), województwo lubelskie plasuje się na przedostatnim miejscu (**9 stanowisk**). Pierwsze, mazowieckie, ma ich **32**, a np. województwa pomorskie i kujawsko-pomorskie, podobne do woj. lubelskiego pod względem liczby mieszkańców, odpowiednio **18** i **17**.

Warto również zestawić województwo lubelskie z podkarpackim. Województwo to, o bardzo podobnej do lubelskiego populacji, mniejszym obszarze, położone też na tzw. ścianie wschodniej, ma aż **62** stanowiska automatyczne, w tym **23** do pomiaru PM10 i PM2,5. Lubelskie – **24** stanowiska automatyczne, w tym 9 stanowisk do pomiaru PM10 i PM2,5.

Rysunek 1. Stanowiska pomiarowe mierzące metodą automatyczną PM10 oraz PM2.5 dla województwa lubelskiego i podkarpackiego⁹.



Główne źródła zanieczyszczeń powietrza w województwie lubelskim

Roczne oceny stanu powietrza dla województwa lubelskiego i pozostałych, zamieszczone na stronach Głównego Inspektoratu Ochrony Środowiska, określają

⁹ <https://powietrze.gios.gov.pl/>

(w punkcie 6. Emisja zanieczyszczeń do powietrza na obszarze województwa), jako główną przyczynę zanieczyszczenia powietrza, emisję antropogeniczną pochodzącą z sektora komunalno-bytowego (emisja powierzchniowa), z komunikacji (emisja liniowa) oraz z działalności przemysłowej (emisja punktowa)¹⁰.

Głównym lokalnym źródłem zanieczyszczeń jest emisja z domów ogrzewanych indywidualnie oraz – na obszarach bezpośrednio sąsiadujących z drogami o znacznym natężeniu ruchu – komunikacja samochodowa, w związku z czym emisja związana z ruchem pojazdów w aglomeracjach i większych miastach ma duży udział w emisji całkowitej¹¹.

Przemysł zlokalizowany na obszarze województwa lubelskiego, głównie energetyka zawodowa, ze względu na dużą wysokość emitorów, w znacznym stopniu eksportuje zanieczyszczenia poza granice województwa. Zakłady przemysłowe o istotnej emisji niezorganizowanej lub emitowanej przez niskie kominy mogą również bezpośrednio wpływać na jakość powietrza w ich sąsiedztwie.

Na terenie województwa zakładami, które wprowadzają do powietrza największą ilość zanieczyszczeń są:

- Zakłady Azotowe „PUŁAWY” SA w Puławach,
- „Cemex” Polska Sp. z o.o. Zakład Cementownia Chełm,
- Miejskie Przedsiębiorstwo Energetyki Ciepłej Sp. z o.o. w Chełmie,
- „MEGATEM EC- LUBLIN” Sp. z o. o. w Lublinie,
- PGE Energia Ciepła S.A. Oddział Elektrociepłownia w Lublinie Wrotków¹².

¹⁰ Regionalny Wydział Monitoringu Środowiska w Lublinie: *Roczna ocena jakości powietrza w województwie lubelskim: raport wojewódzki za rok 2020*.

<https://powietrze.gios.gov.pl/pjp/rwms/publications/card/1448>

¹¹ Regionalny Wydział Monitoringu Środowiska w Lublinie: *Roczna ocena jakości powietrza w województwie lubelskim: raport wojewódzki za rok 2020*.

<https://powietrze.gios.gov.pl/pjp/rwms/publications/card/1448>

¹² Tamże.

6. Zanieczyszczenie powietrza pyłami PM10 i PM2,5 w woj. lubelskim w roku 2020 i wcześniejszych

W zakresie pomiarów zanieczyszczeń powietrza województwo lubelskie podzielone zostało na 2 strefy: Aglomerację Lubelską i strefę lubelską. Strefa lubelska obejmuje więc praktycznie całość województwa. Roczna ocena za 2020 wskazuje, iż obie strefy znalazły się w klasie A zarówno w zakresie pomiarów pyłu PM 10 (ze względu na dotrzymanie stężeń średnich rocznych i 24-godzinnych powietrza, co oznacza, że liczba dni ze stężeniami przekraczającymi normę była niższa niż 36) jak i PM 2,5 (ze względu na dotrzymanie stężeń średnich rocznych).

Pomijając fakt, że zmierzone wartości stanowią wobec wytycznych WHO (nawet tych z roku 2005) ich przekroczenia, należałoby zadać pytanie, czy roczna ocena jest obiektywna, skoro – jak już wspomniano – Lubelszczyzna zajmuje jedno z ostatnich miejsc w liczbie stanowisk pomiarowych, będąc jednocześnie wcale nie najmniejszym i najmniej zaludnionym województwem. PM 10 mierzy się tu na 11 stanowiskach, w woj. podkarpackim na 16, w kujawsko-pomorskim na 17, a w dolnośląskim – na 22. W tamtych województwach, mających bardzo podobne średnie w zakresie stężeń, pojedyncze przypadki przekroczeń mają miejsce, czyli niedotrzymywanie stężeń się zdarza i to wcale nie w największych miastach. Wydaje się, że przy podziale na niewielką liczbę stref, o różnych warunkach geograficznych i społecznych (nie tylko między strefami, ale nawet w ich obrębie) i przy niewielkiej liczbie stanowisk pomiarowych, nie jest możliwa rzetelna ocena sytuacji. Dodatkowo stanowiska pomiarowe zlokalizowane są głównie w miastach, jakby zakładano, że tylko tam mogą wystąpić przekroczenia.

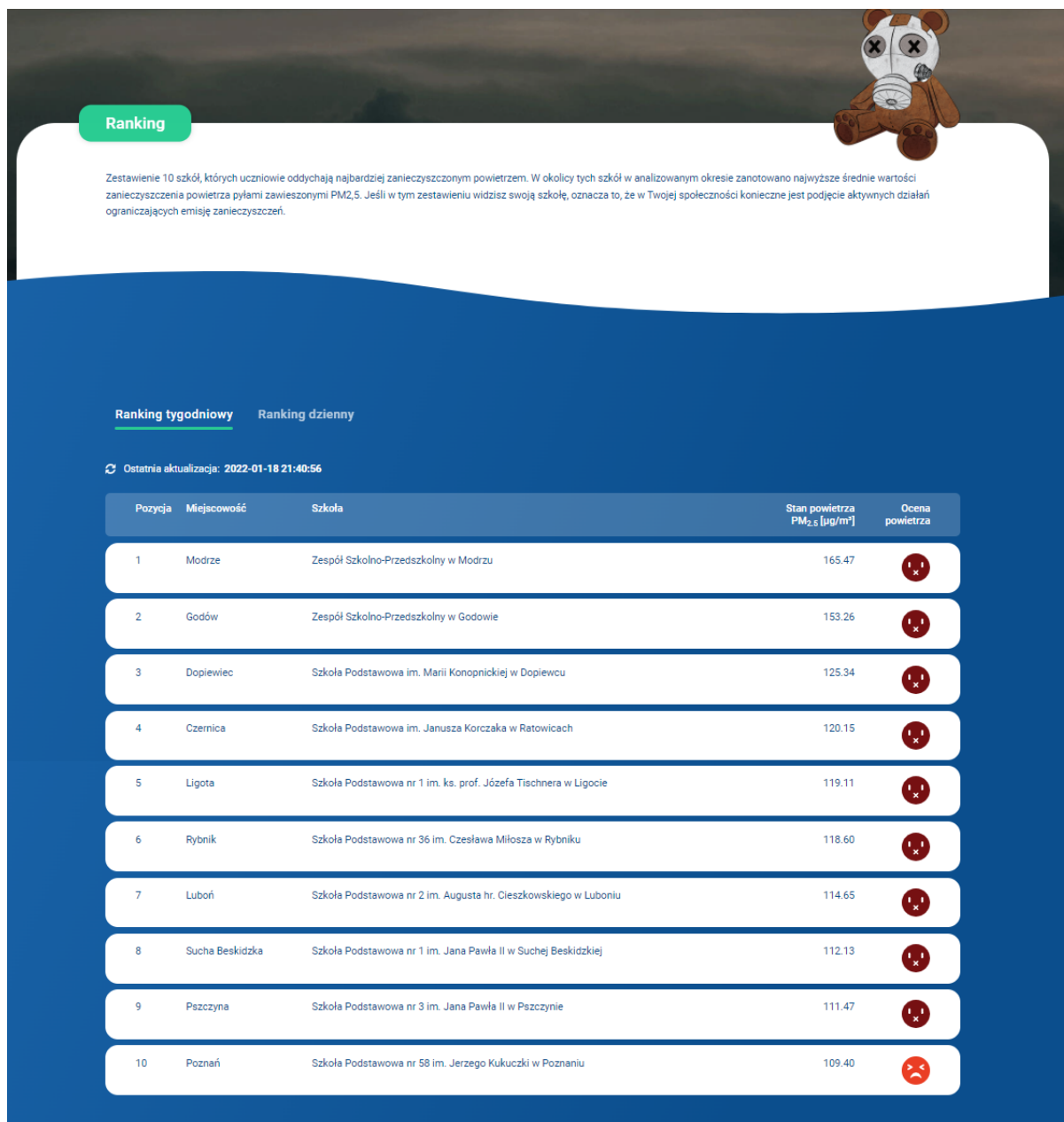
Raporty roczne GIOŚ od lat wskazują tymczasem, iż głównym źródłem zanieczyszczeń pyłowych są domy ogrzewane indywidualnie, które są typowym elementem zabudowy przede wszystkim w mniejszych miejscowościach, a takie stanowią lwią część obszarów zabudowanych Lubelszczyzny. Oczywiście w mniejszej populacji mniej jest domów stanowiących źródła emisji, ale nie ma to wpływu na fakt, że wszystkie one dymią, czego efektem są wysokie w tych miejscach stężenia pyłów – wystarczy przejechać zimą przez mniejsze miasta, miasteczka i wsie, żeby odczuć to zjawisko bardziej niż w Lublinie. Mieszkańcy tych miejscowości są zatem narażeni na oddychanie zanieczyszczonym powietrzem często bardziej niż ci z dużych aglomeracji.

Wysoki stopień zanieczyszczenia powietrza pyłami nie jest wyłącznie problemem aglomeracji. One dysponują bowiem miejską siecią ciepłowniczą i gazową,

a także prowadzą mniej lub bardziej intensywne, ale w miarę zorganizowane działania na rzecz ochrony powietrza. Znakomitym tego przykładem jest sytuacja Krakowa z 14 grudnia 2021 roku. Miasto, mimo ogromnej poprawy sytuacji związanej z konsekwentną realizacją ustawy antysmogowej i nakładami na wymianę kotłów, znalazło się tego dnia w rankingu najbardziej zanieczyszczonych miast świata. Przyczyną stał się napływ zanieczyszczeń z otaczających Kraków małych miejscowości, w których przestarzałe kotły dymią w najlepsze. Tzw. krakowski „obwarzanek” nie jest wyjątkiem – tak jest w prawie wszystkich małych miejscowościach w całej Polsce, gdyż tam dominuje indywidualna zabudowa i wykorzystywane są w szerokim zakresie paliwa stałe, często niskiej jakości. Ilustracją może być zamieszczony poniżej ranking tygodniowy projektu ESA¹³. Wyniki pomiarów z 18.01.2021 w zakładce Ranking wskazują, że konieczne jest prowadzenie pomiarów w małych miejscowościach. W „dziesiątce” lokalizacji zarówno w rankingu dziennym, jak i tygodniowym przeważają stanowiska pomiarowe w mniejszych i bardzo małych miejscowościach. Wartości stężeń bywają naprawdę wysokie, szczególnie jeśli weźmie się pod uwagę ranking tygodniowy.

¹³ ESA PRZYPIS.

Rysunek 2. Przykładowy raport tygodniowy ESA (dopuszczalna dzienna norma dla PM2.5 wg WHO z 2011 wynosi 5 µg/m³, norma Polska dopuszcza 20 µg/m³).



Jeśli chodzi o Lubelszczyznę, za przykład służyć może fakt, iż wśród miejscowości w naszym województwie, w których pomiary są wykonywane, w zakresie PM10 najwyższe stężenie średnioroczne, najwyższą liczbę dopuszczalnych dni ze stężeniem powyżej 50 µg/m³ i najwyższe 36-te stężenie dobowe (48 µg/m³, a więc bardzo bliskie górnemu progowi 50 µg/m³) odnotowano w 2020 r. w Białej Podlaskiej, a na drugim miejscu uplasował się Radzyń Podlaski. Pierwszy i trzeci parametr są również wyższe w Zamościu i Kraśniku. A jak jest w miejscowościach,

gdzie pomiarów się nie wykonuje? Jeśli zatem punktów pomiarowych byłoby więcej, więcej byłoby też „twardych” danych na temat faktycznej sytuacji (patrz Rysunek 1).

Oczywiście uzupełnieniem metod pomiarowych jest modelowanie matematyczne, ale do rzetelnej oceny sytuacji też powinno ono bazować na większej ilości danych. O ile np. źródła punktowe w rodzaju dużych zakładów przemysłowych emitują znaną, bo pomierzoną lub oszacowaną, ilość zanieczyszczeń, o tyle nie ma na razie w woj. lubelskim zinwentaryzowanych indywidualnych źródeł emisji, a nawet jak już zakończy się procedura ich inwentaryzacji, trudno będzie określić, co naprawdę jest spalane w piecach.

Następną kwestią jest poziom codziennej informacji o stanie powietrza dostępnej dla mieszkańców Lubelszczyzny. Mała, na tle innych województw, liczba automatycznych stanowisk pomiarowych, przekłada się na dostępność bieżących danych tylko dla niewielkiej liczby mieszkańców mogących odczytać rzeczywiste, w miarę aktualne wartości dla terenu niezbyt odległego od miejsca zamieszkania. Aglomeracja lubelska dysponuje np. jedną stacją pomiarową ze stanowiskami automatycznymi dla PM10 i PM2,5, a aglomeracja trójmiejska – aż ośmioma, w tym jedną komunikacyjną. Cztery z nich mierzą również stężenia najdrobniejszych pyłów – PM1.

7. Działania na rzecz pełniejszej i aktualnej informacji o stanie powietrza

Zasadność wymienionych wyżej zastrzeżeń potwierdzać mogą działania samorządów, organizacji i instytucji naukowych, które na swoim terenie opracowują i wdrażają programy zmierzające do poszerzania sieci monitoringu w przekonaniu, że jest to potrzebne w celu poprawy stanu powietrza. Realizacja tych programów odbywa się różnymi drogami, ale przyświecające im cele są takie same: pozyskiwanie informacji z możliwie wielu różnych lokalizacji, co pozwala na lepszą i wiarygodniejszą ocenę stanu faktycznego i określenia przyszłych zadań, dostarczenie mieszkańcom (lub turystom) informacji bieżących, a zarazem jak najbliższych względem miejsc ich pobytu, tworzenie prognoz oraz – co jest mocno podkreślane – edukacja społeczeństwa.

Ten ostatni cel jest niezwykle ważny. Pomiary zanieczyszczeń nie są sztuką dla sztuki – mają służyć rozpoznaniu sytuacji i jej zmianie, gdy jest niekorzystna – a w Polsce, ze względu na źródła energetyczne, taka jest. Zmiany jednak zależą

zarówno od instytucji, jak i od pojedynczych obywateli, a dokładniej od stopnia ich świadomości na temat tego, czy zagrożenie zdrowia dotyczy ich osobiście. O tym, że wiedza o stanie powietrza, również wśród samorządowców, wpływa na działania mieszkańców na rzecz poprawy sytuacji, świadczy np. liczba wniosków o dofinansowanie w ramach programu „Czyste powietrze” złożonych w gminach¹⁴. W rankingu ogólnopolskim, w każdym z 3 kwartałów 2021, w pierwszej setce gmin mieściła się tylko jedna z naszego województwa. Niedoścignionym rekordzistą jest województwo śląskie (w 3. kwartale 52 gminy w pierwszej setce). Większość województw ma w niej wprawdzie jednocyfrową liczbę gmin, więcej jednak niż jedną, a np. z województw kujawsko-pomorskiego i wielkopolskiego jest ich po 9)¹⁵.

8. „Dobre praktyki” w zakresie monitoringu jakości powietrza

Przykładami „dobrych praktyk” w zakresie rozbudowy sieci monitoringu, mogą być działania na terenie trzech województw: pomorskiego, dolnośląskiego i kujawsko-pomorskiego.

W województwie pomorskim, a właściwie w obszarze Trójmiasta, został w latach 2019-2020 zrealizowany projekt „Rozbudowa monitoringu atmosfery w aglomeracji trójmiejskiej”. Sieć monitoringu działała tam z inicjatywy samorządów 3 miast już od połowy lat 90-tych w oparciu o projekt opracowany przez zespół naukowców z Politechniki Gdańskiej. Jej ostatnia rozbudowa i modernizacja została dofinansowana z funduszy unijnych (84,95%) oraz współfinansowana przez samorzady Gdańska, Gdyni, Sopotu oraz Wojewódzki Fundusz Ochrony Środowiska i Gospodarki Wodnej w Gdańsku. Informacja na stronie airpomerania.pl wskazuje cele tej inwestycji: Rozbudowana sieć pozwoli monitorować jakość powietrza w trybie on-line oraz informować na bieżąco mieszkańców na większym obszarze aglomeracji trójmiejskiej. Szczególnie istotne będzie monitorowanie jednoczesne pyłu drobnego PM_{2,5} i PM₁₀ w 5 lokalizacjach i powstanie pierwszej stacji komunikacyjnej w województwie pomorskim. Dzięki rozbudowie wzrośnie liczba stacji mierzących pył PM_{2,5} z 2 na 9 stacji (7 stacji automatycznych i 2 poborniki manualne) w aglomeracji, mierzących pył drobny. Liczne raporty WHO i badania wskazują na znaczący wpływ pyłu zawieszzonego, w tym zwłaszcza pyłu drobnego na zdrowie ludzi, dlatego tak istotne jest objęcie

¹⁴ <https://www.dziennikwschodni.pl/ekologia/kto-chce-czystego-powietrza,n,1000299218.html>

¹⁵ <https://polskialarmsmogowy.pl/ranking>

monitoringiem jak największego obszaru i na bieżąco informowanie mieszkańców o jakości powietrza¹⁶.

„Operatorem” sieci jest, od początku jej istnienia, Fundacja ARMAAG, którą kieruje Zarząd złożony z przedstawicieli zainteresowanych gmin. Prace Zarządu nadzoruje Rada Nadzorcza, w skład której wchodzi obok przedstawicieli gmin przedstawiciele WIOŚ, PWIS i Wydziału Ochrony Środowiska Urzędu Wojewódzkiego¹⁷. Zadania ARMAAGU obejmują: prowadzenie monitoringu atmosfery w stacjach pomiarowych zgodnie z wymaganiami Państwowego Monitoringu Środowiska, obsługę mierników pyłu, przygotowanie i upowszechnianie informacji o stanie powietrza atmosferycznego (np. na stronie internetowej, panelach informacyjnych, mediach społecznościowych), zarządzanie informacją o jakości powietrza w oparciu o dane pochodzące z pomiarów i modelowania, edukację ekologiczną w mediach społecznościowych dot. zanieczyszczeń i ochrony powietrza atmosferycznego¹⁸.

Mieszkańcy mogą czerpać informacje z dwóch stron internetowych: armaag.pl i airpomerania.pl.

W przypadku aglomeracji trójmiejskiej rozbudowa dotyczy sieci stacjonarnych. Mówiąc o zaletach tego typu stacji, należy wskazać m.in., iż – stanowiąc sieci instytucjonalne – zapewniają dane wysokiej jakości ze względu na wysokiej klasy sprzęt, regularną kalibrację i konserwację, stały nadzór merytoryczny jakości danych oraz zgodność ze standardami i normami, co umożliwia porównywanie danych z różnych stacji, możliwość wykorzystania danych do oceny krótko- i długoterminowej oraz modelowania jakości powietrza w skali regionalnej. Do wad należy zaliczyć przede wszystkim wysoki koszt sprzętu i utrzymania, co powoduje duże rozproszenie stacji (w opinii wielu mieszkańców liczba stacji jest zatem niewystarczająca), brak możliwości bezpośredniego wnioskowania z pozyskanych danych o przestrzennym zróżnicowaniu pola zanieczyszczeń w mikroskali (zwłaszcza w obszarach zróżnicowanych przestrzennie, jak tereny miejskie, górskie czy podgórskie), prezentowanie danych z opóźnieniem nawet w wypadku pomiarów automatycznych – informacja ze stron GIOŚ jest dostępna po upływie 1-2, co w dynamicznie zmieniających się warunkach daje zbyt małą rozdzielczość¹⁹.

¹⁶ <https://airpomerania.pl/o-projekcie/index.html>

¹⁷ <https://armaag.gda.pl/fundacja/historia.htm>

¹⁸ <https://armaag.gda.pl/zadania2021.html>

¹⁹ <https://www.facebook.com/events/2929479267279800>

Od kilku lat trwają zatem, ze strony osób i organizacji zainteresowanych poprawą sytuacji, poszukiwania rozwiązań, które byłyby tańsze, a jednocześnie dawały jak największej liczbie mieszkańców dostęp do aktualnych danych.

Przykładem tego typu rozwiązania jest sieć składająca się z 40 stanowisk pomiarowych, zlokalizowanych w obszarze aglomeracji wrocławskiej (25) oraz w obszarze aglomeracji bydgoskiej (15), uruchomiona we wrześniu 2021. Realizatorzy projektu wykorzystują również mobilne stanowisko pomiarowe (samochód elektryczny z zainstalowanymi czujnikami) do obserwacji źródeł zanieczyszczeń na trasie przejazdu²⁰. Sieć powstała w ramach Projektu LIFE-MAPPINGAIR/PL jako wspólne dzieło zespołów z Zakładu Klimatologii i Ochrony Atmosfery Uniwersytetu Wrocławskiego, Wrocławskiego Centrum Sieciowo-Superkomputerowego Politechniki Wrocławskiej oraz Urzędu Miasta Bydgoszcz, a sfinansowana w ramach instrumentu finansowego UE LIFE oraz dotacji Narodowego Funduszu Ochrony Środowiska i Gospodarki Wodnej²¹.

Sieć została zbudowana przy użyciu tzw. czujników niskokosztowych. W cytowanym już tekście ze strony GIOŚ Jak to się mierzy? czujniki niskokosztowe określane są jako urządzenia mało wiarygodne i zawodne, mogące wprowadzać swoimi pomiarami w błąd. Tak rzeczywiście było, ale rozwój technologii i miniaturyzacja urządzeń z jednej strony, a potrzeba szerszego dostępu do informacji z drugiej, sprawiły, że firmy i naukowcy w ciągu ostatnich kilku lat opracowywali coraz sprawniejsze urządzenia oraz procedury, zmierzające do minimalizowania ograniczeń. Jest to proces podobny do tego, w wyniku, którego potężne maszyny obliczeniowe zostały „uzupełnione” o komputery osobiste, laptopy i smartfony.

Podobnie, jak sieci instytucjonalne, sieci czujników niskokosztowych mają zalety i wady. Do zalet zaliczyć należy: mniejszy koszt i dobrą dostępność czujników, łatwy serwis, relatywnie tanią budowę gęstej sieci pomiarowej, możliwość miniaturyzacji urządzeń i ich instalacji na różnych platformach, w tym mobilnych (samochody o napędzie elektrycznym, drony), co pozwala na przeprowadzanie pomiarów „na trasie” jakiegoś obszaru, a zatem uzyskania dużej ilości danych (wejście w obszar BIG DATA), a także dostęp do danych w czasie rzeczywistym (1 sek.) w Internecie oraz urządzeniach mobilnych. Taka sieć

²⁰ <https://mappingair.meteo.uni.wroc.pl/2021/11/pomiary-we-wroclawiu-wyniki-z-24-11-2021/>

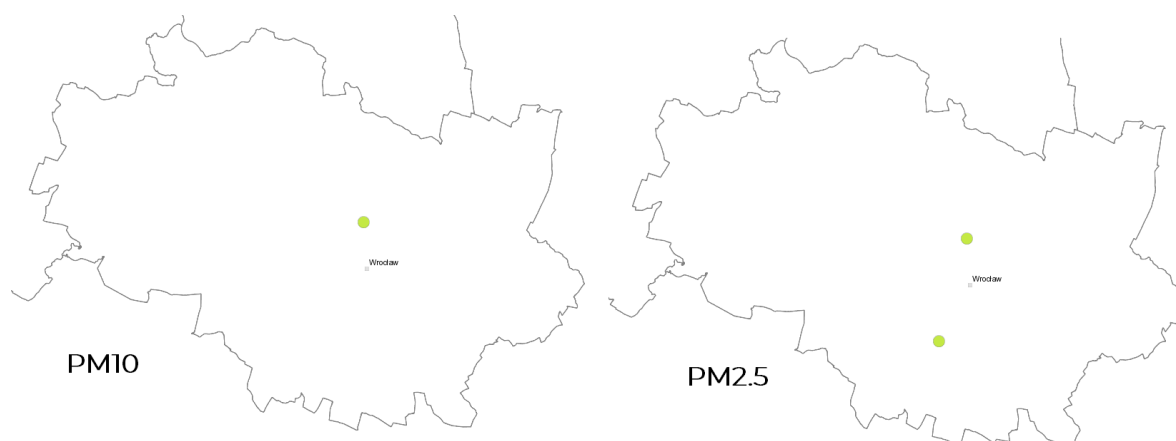
²¹ <https://mappingair.meteo.uni.wroc.pl/o-projekcie/>

umożliwia również wnioskowanie z pozyskanych danych o przestrzennym zróżnicowaniu pola zanieczyszczeń w mikroskali²².

Jako wady, z których część może jednak zostać znacznie skorygowana przez odpowiednie procedury zakupowe i eksploatacyjne, wskazać należy m.in.: wynikające z niskiej ceny czujnika kompromisy konstrukcyjne kosztem jakości danych, a z masowej produkcji – mniej staranne wykonanie, gorsze przystosowanie do pracy w trybie ciągłym, mniejszą odporność na wpływ czynników zewnętrznych czy zagrożenia dla jakości i poprawności danych związane z niewłaściwą lokalizacją, działaniem lub eksploatacją²³.

Wnioski, jakie płyną jednak z prób i badań z zastosowaniem takich czujników, a także z obserwacji w coraz szerszym ich wykorzystaniu, wskazują, że przy wyborze urządzeń nie z „najniższej półki”, właściwym rozmieszczeniu, nadzorze i kalibracji oraz wprowadzeniu współczynników korekcyjnych w opracowaniu pomiarów, takie sieci mogą stanowić źródło poprawnych i aktualnych danych z dużej ilości punktów dużego obszaru, zaspokajając zapotrzebowanie na informację o stanie powietrza w miejscu zamieszkania, a także odgrywać rolę edukacyjną.

Rysunek 3. Stanowiska pomiarowe sieci instytucjonalnej mierzące metodą automatyczną PM10 oraz PM2.5 dla Wrocławia²⁴.

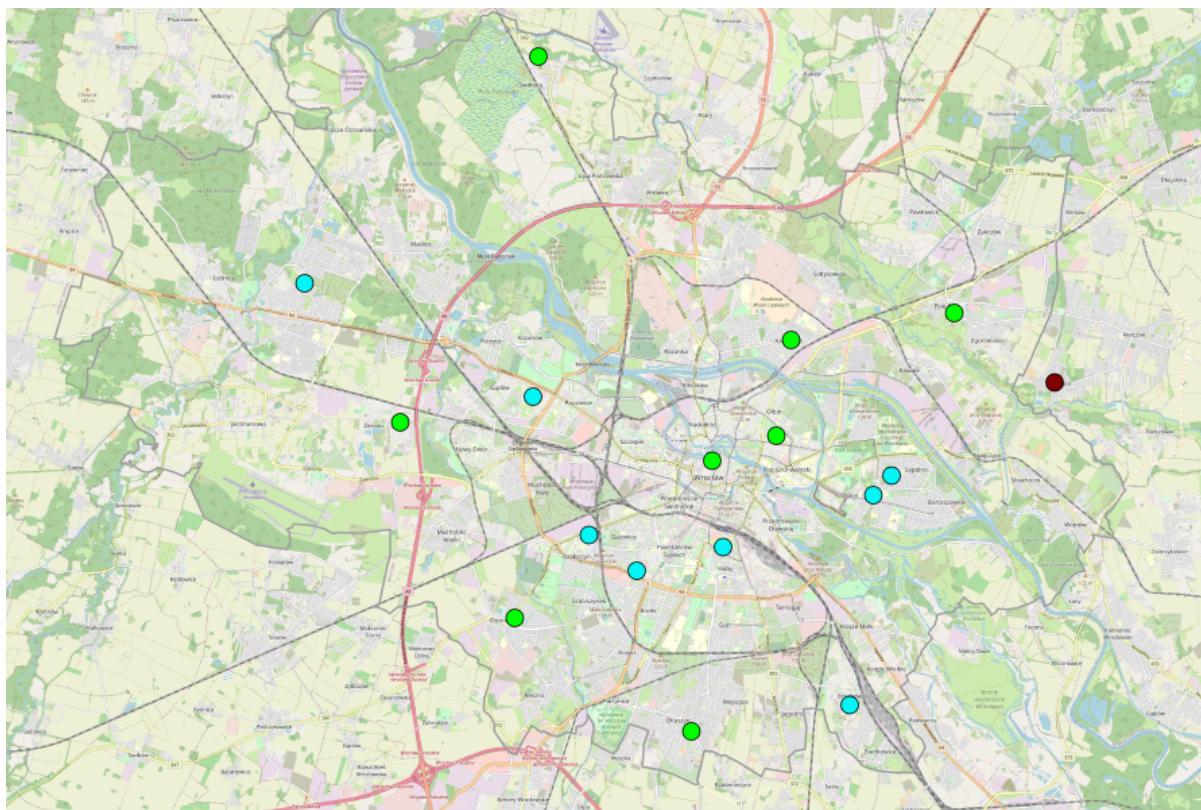


²² <https://www.facebook.com/events/2929479267279800>

²³ Tamże.

²⁴ <https://powietrze.gios.gov.pl/>

Rysunek 4. Stanowiska pomiarowe sieci LIFE-MAPPINGAIR/PL mierzące metodą automatyczną PM10 oraz PM2.5 dla Wrocławia²⁵.



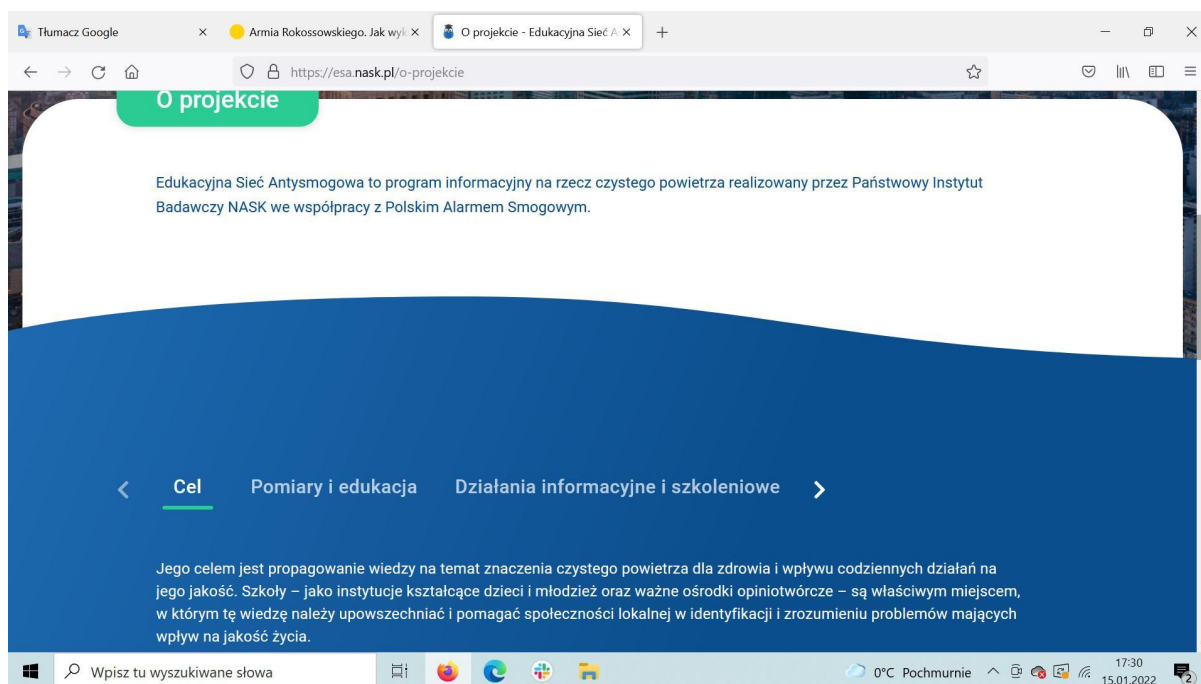
Od jakiegoś czasu czujniki niskokosztowe, a nawet niewielkie ich sieci, kupowane i instalowane są przez świadome zagrożeń grupy mieszkańców i niektóre samorządy z terenów, na których nie funkcjonuje (lub tylko w niewielkim zakresie) sieć instytucjonalna. Co więcej, są firmy, projektujące i realizujące duże sieci, oferujące instalację stanowisk pomiarowych, zbieranie, przetwarzanie, analizę i publikację danych on-line (również przez aplikacje) oraz opracowujące i udostępniające raporty. Co najmniej jedna z firm stworzyła swoją sieć ogólnopolską.

Obserwacja wyników pomiarów na stanowiskach GIOŚ i zlokalizowanych w ich okolicy stanowiskach „niskokosztowych” wskazuje na zgodność danych. Widać więc, że w związku z rozwojem technologii można zbudować, z wykorzystaniem dobrej jakości czujników niskokosztowych, oprogramowania i zarządzania, naprawdę profesjonalną sieć monitoringu, służącą zarówno do informowania, jak do zbierania i analizowania danych oraz tworzenia raportów. Przykładem może

²⁵ <https://airquality.uni.wroc.pl/map>

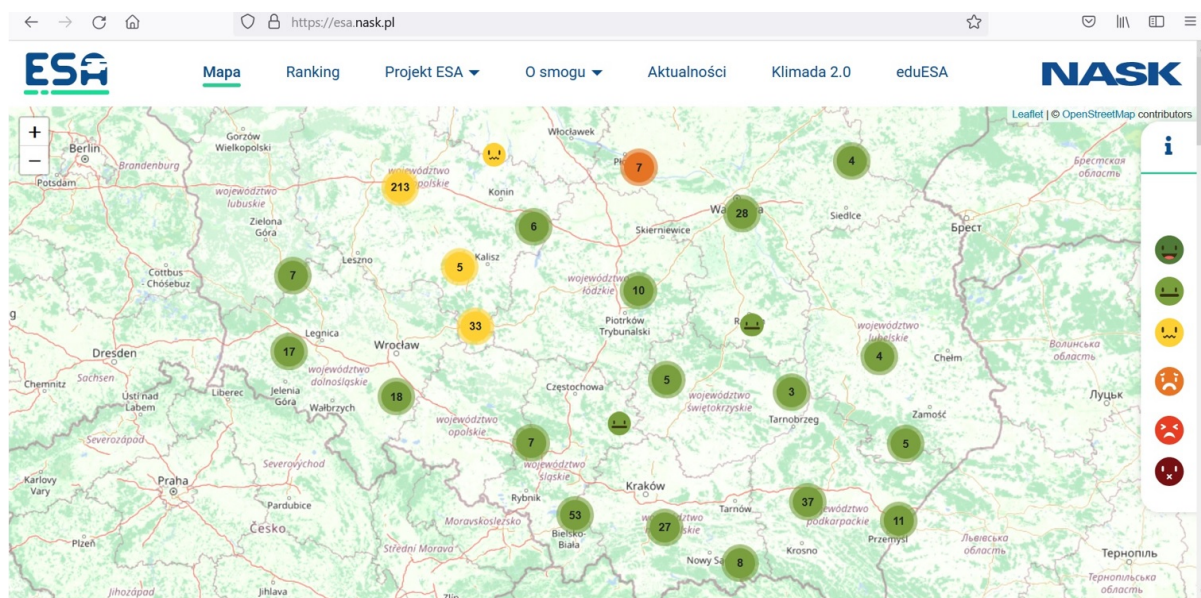
być także Edukacyjna Sieć Antysmogowa (ESA)²⁶, stworzona w ramach projektu Państwowego Instytutu Badawczego Naukowej Akademickiej Sieci Komputerowej (NASK) realizowanego we współpracy z Polskim Alarmem Smogowym, przeznaczona dla szkół i mająca charakter ogólnopolski.

Projekt ESA jest projektem przeznaczonym dla szkół na terenie całej Polski, które w jego ramach wyposażane są w urządzenia mierzące poziom zanieczyszczeń nie tylko na zewnątrz, ale również wewnątrz budynków. Wyniki pomiarów prezentowane są na wyświetlaczach w obiekcie oraz on-line (na mapie Polski). Sporządzane są również rankingi (raporty) tygodniowe i dzienne. Projekt jest przykładem, iż można stworzyć nawet ogólnopolską sieć czujników tzw. niskokosztowych z systemem zbierania, analizy i publikowania informacji.



²⁶ <https://esa.nask.pl>

Rysunek 5. Liczba szkół w południowo-środkowej części Polski włączonych do sieci ESA²⁷.



Problem w tym, że zgodnie z istniejącymi obecnie przepisami prawnymi pomiary z takich sieci nie mogą być uwzględniane w oficjalnych rocznych ocenach jakości powietrza w strefach. Mimo więc istnienia większej ilości danych niż te pochodzące ze stosunkowo nielicznych stanowisk pomiarowych działających w sieci instytucjonalnej, nie mogą one służyć ocenie faktycznej sytuacji w oficjalnych dokumentach i działaniach. Mogą mieć jedynie charakter „nieoficjalny” – informacyjny i edukacyjny.

Omówione dotychczas przykłady wskazują, że:

- **instytucje, organizacje i obywatele, mający świadomość zagrożeń** związanych z zanieczyszczeniem powietrza z niskiej emisji, **intensyfikują wysiłki na rzecz:**
 - **jak najlepszego rozeznania stanu faktycznego na interesującym ich obszarze** (zwiększenie liczby punktów pomiarowych i analiza wyników pomiarów jako podstawowy warunek diagnozy),
 - **poprawy tego stanu** (zmniejszanie liczby źródeł niskiej emisji),
 - **edukacji mieszkańców** (jako podstawy efektywności tych działań);
- **sposobami na pozyskanie rzetelnej informacji** mogą być:

²⁷ Tamże.

- **modernizacja i rozbudowa sieci instytucjonalnych** (kosztownych, ale zapewniających najwyższą jakość pomiarów, które wykorzystywane są do rocznych ocen jakości powietrza – Trójmiasto),
- **budowa sieci czujników niskokosztowych** (tańszych, nie dających aż tak wysokiej jakości pomiarów, ale umożliwiających pokrycie dużego obszaru i – przy spełnieniu kilku warunków – dostarczających informacji użytecznych zarówno dla dokonania analiz jak i dla codziennej informacji mieszkańców – Wrocław, Bydgoszcz);
- **efekty w postaci obszerniejszej, szybciej dostępnej informacji o stanie powietrza, wzrostu świadomości mieszkańców i większej liczby wymienianych kotłów** osiągnane są przez:
 - **zaangażowanie samorządów we współpracy z instytucjami naukowymi** w poszukiwanie rozwiązań (technicznych, finansowych),
 - **edukację** oraz promowanie konieczności i możliwości wymiany źródeł ogrzewania.

W tekście zawarte zostały osobiste poglądy autora, w ramach publikacji przygotowanej dla Instytutu Strategii 2050

Analiza obywatelska, sporządzona przez ekspertów współpracujących z regionalnym Instytutem Strategii 2050 w oparciu o następujące źródła:

Dokumenty

Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 11 grudnia 2020 r. w sprawie dokonywania oceny poziomów substancji w powietrzu (Dz.U. z 2020 r. poz. 2279).
<https://isap.sejm.gov.pl/isap.nsf/DocDetails.xsp?id=WDU20200002279>

Główny Inspektorat Ochrony Środowiska: Ocena jakości powietrza w strefach w Polsce za rok 2020: zbiorczy raport krajowy z rocznej oceny jakości powietrza [...].
<https://powietrze.gios.gov.pl/pjp/maps/air/quality/type/R>

Regionalny Wydział Monitoringu Środowiska w Lublinie: Roczna ocena jakości powietrza w województwie lubelskim: raport wojewódzki za rok 2020.
<https://powietrze.gios.gov.pl/pjp/rwms/publications/card/1448>

Regionalny Wydział Monitoringu Środowiska we Wrocławiu: Roczna ocena jakości powietrza w województwie dolnośląskim: raport wojewódzki za rok 2020.
<https://powietrze.gios.gov.pl/pjp/rwms/publications/card/1422>

Regionalny Wydział Monitoringu Środowiska w Bydgoszczy: Roczna ocena jakości powietrza w województwie kujawsko-pomorskim: raport wojewódzki za rok 2020.
<https://powietrze.gios.gov.pl/pjp/rwms/publications/card/1444>

Regionalny Wydział Monitoringu Środowiska w Rzeszowie: Roczna ocena jakości powietrza w województwie podkarpackim: raport wojewódzki za rok 2020.
<https://powietrze.gios.gov.pl/pjp/rwms/publications/card/1423>

Regionalny Wydział Monitoringu Środowiska w Gdańsku Roczna ocena jakości powietrza w województwie pomorskim: raport wojewódzki za rok 2020.
<https://powietrze.gios.gov.pl/pjp/rwms/publications/card/1446>

Wykład on-line

<https://www.facebook.com/events/2929479267279800>

Portale internetowe

<https://powietrze.gios.gov.pl>

<https://armaag.gda.pl/>

<https://airpomerania.pl>

<https://mappingair.meteo.uni.wroc.pl>

<https://www.dziennikwschodni.pl/ekologia/kto-chce-czystego-powietrza,n,1000299218.html>