
ZAOSTRZENIE ASTMY A JAKOŚĆ POWIETRZA W SĄSIEDZTWIE

RAPORT



EUROPEJSKIE
CENTRUM
CZYSTEGO
POWIETRZA

AUTORZY:

KLINIKA CHOROÓB WEWNĘTRZNYCH, INFEKCYJNYCH I ALERGOLOGICZNYCH -
WOJSKOWY INSTYTUT MEDYCZNY-PAŃSTWOWY INSTYTUT BADAWCZY

DOKTOR NAUK MEDYCZNYCH PIOTR DĄBROWIECKI

FUNDACJA EUROPEJSKIE CENTRUM CZYSTEGO POWIETRZA:

ŁUKASZ ADAMKIEWICZ, KATARZYNA MACIEJEWSKA, DOMINIKA MUCHA

WPROWADZANIE

Fundacja Europejskie Centrum Czystego Powietrza (ECAC) jako organizacja wspierająca systemową poprawę jakości powietrza, przedstawia **najnowsze wyniki analiz dotyczące ryzyka wystąpienia ataku astmy w trakcie epizodów smogowych**.

Epizod smogowy to występujące krótkookresowo wysokie stężenie zanieczyszczeń pyłowych i gazowych w powietrzu. Na potrzeby niniejszej analizy przyjęto, że warunkiem jego zaistnienia jest **przekroczenie** przez stężenie dobowe pyłu **PM_{2,5}** wartości **15 µg/m³**. Wartość ta została ustalona w oparciu o rekomendacje wydane przez Światową Organizację Zdrowia (WHO).

Ocena jakości powietrza w Polsce dokonywana jest na podstawie odczytów z lokalnych stacji monitoringu, co nie daje pełnego obrazu rozkładu przestrzennego zanieczyszczeń powietrza na terytorium miasta czy gminy. Jakość powietrza pomiędzy poszczególnymi częściami miasta (gminy) może się znacząco różnić (nawet kilku- lub kilkunastokrotnie), zwłaszcza w czasie występowania epizodów smogowych. Główną przyczyną tego stanu są tzw. **hot-spoty**, czyli miejsca o lokalnie podwyższonej emisji, która skutkuje **bardzo wysokimi stężeniami zanieczyszczeń**. Ich zasięg zależy od warunków meteorologicznych: jeśli są one sprzyjające epizodom smogowym (inwersja temperatury, niska prędkość wiatru i niska temperatura), to emisja z pojedynczego domu może wpłynąć na jakość powietrza w odległości nawet rzędu kilku kilometrów. Jednak przeciętnie zasięg takiego oddziaływania wynosi od kilkudziesięciu do kilkuset metrów. Reasumując, **hot-spot** to zatem niewielki obszar, gdzie emisja pochodząca z danego domu wywołuje złą jakość powietrza w **śledztwie**.

Z uwagi na ograniczenia pomiarów dokonywanych w stacjonarnych punktach monitoringu, w celu wiarygodnego i rzetelnego określania stanu jakości powietrza na wskazanym obszarze, stosowane mogą być dodatkowe metody pomiaru stężeń zanieczyszczeń. Jedną z metod są transekty (czyli pomiary mobilne), które prowadzone są z **niedużą i stabilną prędkością** (do 30 km/h) pojazdem wyposażonym w specjalistyczny sprzęt służący do mierzenia stężeń wybranych zanieczyszczeń. Przetestowana metodyka wymaga, aby próbnik był wystawiony na zewnątrz z dala od bezpośrednich emisji (rury wydechowej) z pojazdu wykonującego pomiary. Jednocześnie **trasa** musi zostać zaplanowana w taki sposób, aby była reprezentatywna dla **identyfikacji hot-spotów**.

Skuteczność tej metody została potwierdzona w ramach projektu realizowanego z Narodowym Centrum Badań i Rozwoju pn. "Zintegrowany system polityki i programów Ograniczenia Niskiej Emisji – ZONE" (2020-2022 r.).

Śledztwo hot-spotów nie wpływa równomiernie i w takim samym stopniu na wszystkich mieszkańców. Utrzymująca się zła jakość powietrza ma znaczący wpływ na zdrowie ludzi, zwłaszcza tych należących do grup szczególnie narażonych. Istnieją dwie główne klasyfikacje grup szczególnie narażonych - według wieku i stanu zdrowia. W przypadku wieku do osób najbardziej **narażonych na zanieczyszczenie powietrza** należą **dzieci oraz seniorzy**. Ze względu na stan zdrowia mocniej odczuwają epizody smogowe **osoby przewlekłe chore**, w szczególności na schorzenia układu **oddechowego i sercowo-naczyniowego**. Co za tym idzie, **dzieci** z przewlekłymi chorobami układu oddechowego (jak np. **astma**) odczuwają **najsilniej negatywne skutki epizodów smogowych**. Z tego względu grupa ta objęta została niniejszą oceną skutków zdrowotnych.

Biorąc pod uwagę powyższe zagadnienia, ECAC przygotował autorski sposób oceny **zagrożeń epizodów smogowych**. Opierając się na wiedzy epidemiologicznej, łączy on informacje na temat narażenia na zanieczyszczenie powietrza uzyskane w wyniku prowadzonych **pomiarów transektowych** z wpływem na pogorszenie zdrowia wśród dzieci poprzez **zaostrenie objawów astmy**. Efektem przeprowadzonej analizy są informacje o natężeniu i rozkładzie przestrzennym negatywnych skutków epizodów smogowych (przedstawione w formie mapy).

WYNIKI

Długoterminowa ekspozycja na zanieczyszczenia powietrza, nawet przy stosunkowo niskich stężeniach zanieczyszczeń znacznie wpływa na zdrowie człowieka. Następstwem czego była próba zdefiniowania pojęcia „czyste powietrze”. W rekomendacjach przygotowanych przez WHO¹ występują oddzielne wartości graniczne dla "czystego powietrza" w ujęciu **krótko- i długoterminowym**, bowiem występowanie negatywnych skutków zdrowotnych zostało dowiedzione zarówno w związku z narażeniem na podwyższone stężenia pyłu PM_{2,5}² trwające od jednego do kilku dni (narażenie krótkoterminowe), jak i w dłuższej perspektywie czasowej, liczonej w latach (narażenie długoterminowe). WHO rekomenduje zatem, aby **stężenia średniodobowe nie przekraczały 15 µg/m³**, ale jednocześnie aby stężenie **średnioroczne nie przekroczyło 5 µg/m³**. Oznacza to, że stężenia w zakresie 5-15 µg/m³ są akceptowalne krótkoterminowo, tj. nie powinny powodować występowania nagłego pogorszenia stanu zdrowia. Jednak aby zapewnić długoterminową ochronę przed negatywnym wpływem zanieczyszczeń powietrza, stężenia PM_{2,5} powinny przez większość czasu pozostawać na poziomie na tyle niskim, by w efekcie średnia roczna wyniosła nie więcej niż 5 µg/m³. W niniejszym opracowaniu przedmiotem analiz były skutki krótkoterminowe, dla których graniczne stężenie PM_{2,5} wynosi 15 µg/m³.

Z przeprowadzonej przez ECAC analizy wynika, że w Nowym Targu podczas epizodów smogowych (jakie powszechnie odnotowywano w zimie 2022/2023) można spodziewać się wzrostu prawdopodobieństwa wystąpienia ryzyka ataku astmy o nawet 46% (patrz: Rysunek 1), w porównaniu do czystego powietrza. Przestrzenny rozkład zanieczyszczeń i związane z tym narażenie zdrowotne nie pokrywają powierzchni miasta w równomiernym stopniu. Na terenie miasta można wyodrębnić strefy o silnym i słabym oddziaływaniu.

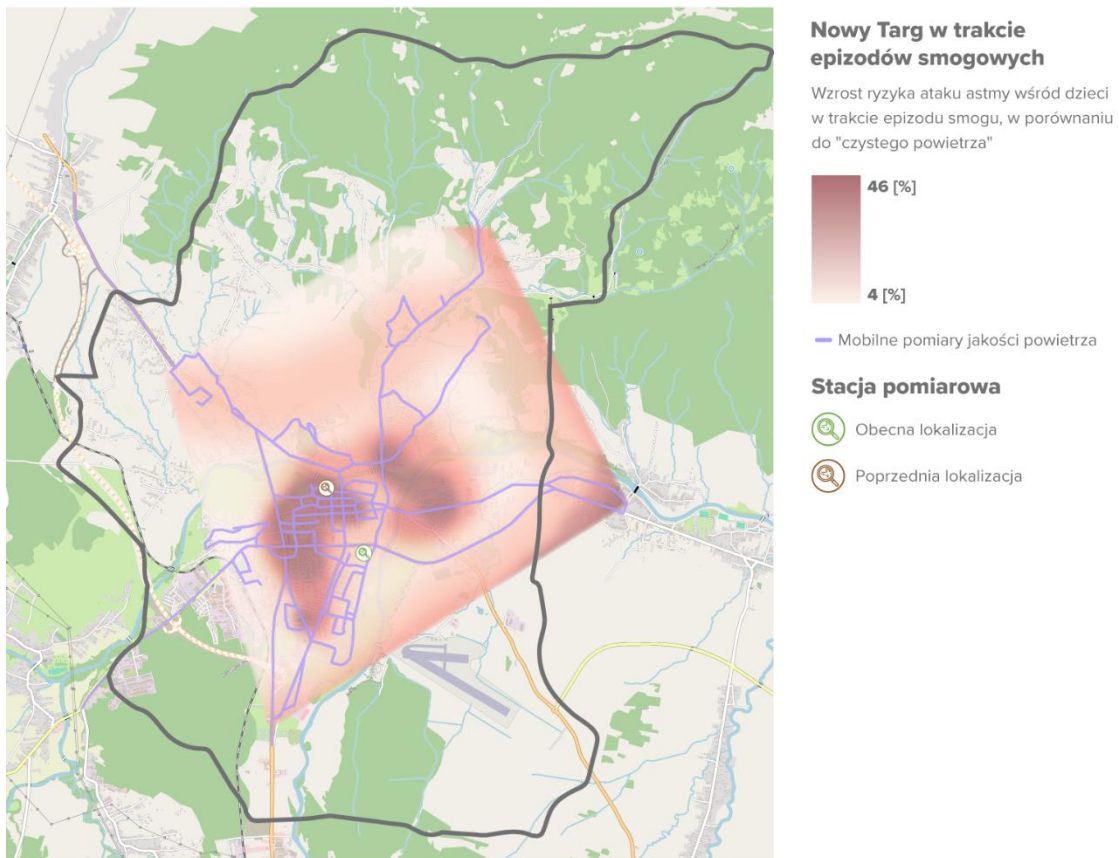
Gdyby w obszarach o najwyższym ryzyku ataku astmy wśród dzieci (46%) stężenia "smogowe" utrzymywały się przez tydzień, statystyczne dziecko chorujące na astmę z dużym prawdopodobieństwem miałoby w tym czasie przynajmniej **3 ataki**, lub **musiałoby skorzystać z pomocy leków/interwencji medycznej**, aby ich uniknąć.

¹ Streszczenie w języku polskim: <https://www.who.int/poland/pl/publications/i/item/9789240034433>, Pełna dokumentacja w języku angielskim: <https://www.who.int/publications/i/item/9789240034228>.

² Pył zawieszony PM_{2,5} uznaje się za znacznie bardziej szkodliwy niż PM₁₀ ze względu na większą zdolność przenikania do tkanek organizmu spowodowaną mniejszym rozmiarem cząstek. Dodatkowo, do oceny zaostrzeń astmy wymagane są stężenia dobowe pyłu PM_{2,5}.

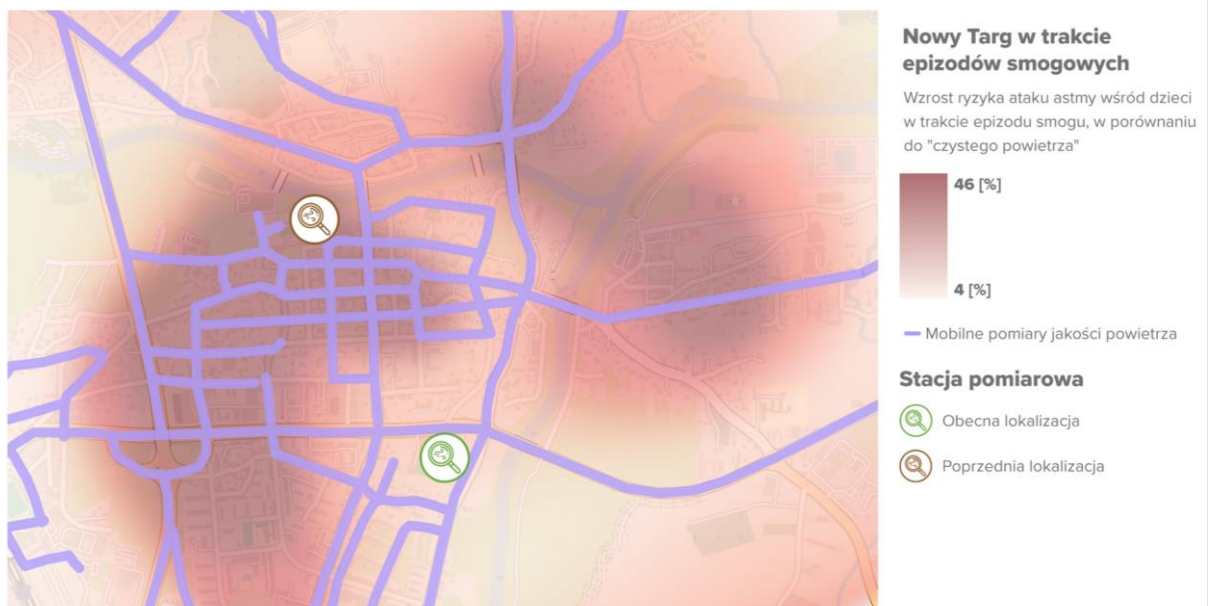
RYSUNEK 1

Wzrost ryzyka ataku astmy wśród dzieci podczas epizodu smogowego



RYSUNEK 2

Wzrost ryzyka ataku astmy wśród dzieci podczas epizodu smogowego (mapa w przybliżeniu)



REKOMENDACJE

Działaniami, które pozwalają na osiągnięcie „czystego powietrza” na danym obszarze i umożliwiają skuteczną redukcję występujących epizodów smogowych są:

Wprowadzenie i skuteczne wdrożenie uchwał antysmogowych

Uchwały antysmogowe likwidują źródła ciepła o największej emisyjności. Efektem pełnego wdrożenia uchwał będzie redukcja tzw. hot-spotów (miejsc z największą intensywnością emisji). Istotna poprawa jakości powietrza odnotowywana jest dzięki wymianie urządzeń grzewczych niespełniających wymagań emisyjnych (np. kotłów niespełniających wymagań ekoprojekt/ 5 klasy).

Uregulowanie kwestii dotyczących korzystania z kominków

W czasie epizodu smogowego powinien być przestrzegany zakaz korzystania z kominków opalanych drewnem w celu rekreacyjnym. Są to źródła zanieczyszczeń powietrza, które mają podobną emisyjność do urządzeń grzewczych na węgiel. Dużym zagrożeniem jest nieodpowiednio przygotowane drewno do opalania (np. niesezonowane), ponieważ charakteryzuje się ono bardzo wysoką emisyjnością.

Zintensyfikowanie kontroli służb podczas epizodów smogowych

Uprawnionymi jednostkami do kontroli przestrzegania uchwał antysmogowych (jakości paliwa, kotłów) oraz ustawy o utrzymaniu czystości i porządku w gminach (nielegalne spalanie odpadów) są: straże gminne lub miejskie oraz urzędnicy. W momencie pojawienia się uwarunkowań meteorologicznych zwiększających możliwość wystąpienia epizodów smogowych powinny być podejmowane częstsze działania interwencyjne, aby zmniejszyć emisje w przypadku pojawienia się nielegalnych źródeł i paliw.

Powołanie funkcjonariuszy publicznych do realizacji czynności kontrolnych

Zwiększenie liczby funkcjonariuszy straży gminnej (lub w przypadku braku straży gminnej, podjęcie działań zmierzających do utworzenia tego typu jednostki organizacyjnej) w celu prowadzenia systematycznych kontroli przestrzegania uchwał antysmogowych oraz ustawy o utrzymaniu czystości i porządku w gminach.

Ponadto, wprowadzenie rozwiązań na szczeblu krajowym, które umożliwiłyby wsparcie gmin bez straży gminnych. Możliwe rozwiązania to powołanie tzw. straży międzygminnej (jeden strażnik obsługujący kilka gmin) lub współpraca z policją (urzędnik kontroluje wraz policjantem).

Lokalizacja stacji pomiarowej w referencyjnym miejscu

Stacje pomiarowe powinny być lokowane w miejscach, gdzie pomiary oddawałyby rzeczywisty poziom zanieczyszczeń, na jaki narażeni są ludzie. W mieście Nowy Targ stacja pomiarowa Głównego Inspektoratu Ochrony Środowiska zmieniła lokalizację pod koniec 2022 roku. Obecna lokalizacja wskazuje znacząco niższe stężenia zanieczyszczeń niż poprzednia, z powodu oddalenia od hot-spotów. Konsekwencją tego jest brak możliwości oceny rzeczywistego stanu jakości powietrza, a co za tym idzie oceny skuteczności działań antysmogowych.

Przestrzeganie obowiązkowych kontroli kominarskich i czyszczenie przewodów kominowych

Regularne przeglądy kominarskie i czyszczenie przewodów kominowych mogą zapewnić nie tylko bezpieczne użytkowanie, ale również i prawidłowe funkcjonowanie urządzeń grzewczych (kotłów) i ogrzewaczy pomieszczeń (kominków). Kontrole prowadzone przez kominarzy pozwolą zmniejszyć ryzyko samozapłonu w kominie oraz zatruć użytkowników budynku.

Realizacja wytycznych Światowej Organizacji Zdrowia

Celem długoterminowym powinno być osiągnięcie wytycznych Światowej Organizacji Zdrowia w zakresie:

- » dotrzymania rekomendowanego **średniodobowego stężenia** pyłu $PM_{2,5}$ (**poniżej 15 $\mu g/m^3$**),
- » dotrzymania rekomendowanego **stężenia średniorocznego $PM_{2,5}$** (**poniżej 5 $\mu g/m^3$**).

Obecne uregulowania prawne obowiązujące w Polsce i w całej Unii Europejskiej nie nakładają norm dobowych dla pyłu $PM_{2,5}$ (wprowadzony jest tylko poziom dopuszczalny dla średniej rocznej, wynoszący 20 $\mu g/m^3$). Jednakże rewizja Dyrektywy w sprawie jakości powietrza atmosferycznego (Dyrektywa 2008/50/WE) najprawdopodobniej wprowadzi normę dla stężeń dobowych. W chwili obecnej trwają konsultacje projektowanych zmian uregulowań, w tym zapisów dotyczących oczekiwanych poziomów pyłu $PM_{2,5}$.

METODYKA

Pomiary mobilne

Aby zbadać jakość powietrza w sąsiedztwie (czyli w bezpośrednim otoczeniu poszczególnych domów czy osiedli) sam pomiar w jednej lokalizacji w danej miejscowości (np. na stacji monitoringu jakości powietrza Głównego Inspektoratu Ochrony Środowiska - GIOŚ) nie jest wystarczający. Dlatego podczas epizodu smogowego sprawdzono stężenia PM_{10} w kilku miejscach, aby rzeczywiście odzwierciedlić stężenie zanieczyszczeń w danej lokalizacji.

W tym celu przeprowadzono tzw. pomiary mobilne, gdzie skalibrowany pyłomierz (DustTrak 8530) rejestrujący stężenia pyłu PM_{10} co sekundę, przewożony był po całym mieście.

Pomiary wykonano w ciągu czterech dni, w których odnotowano epizody smogowe.

W związku z tym, że dostępne były wyłącznie pomiary stężenia pyłu PM_{10} (a do oceny zaostrzeń astmy wymagane są stężenia dobowe pyłu $PM_{2,5}$) dokonano ich konwersji na $PM_{2,5}$ w następujący sposób. Skorzystano z danych najbliższej stacji GIOŚ mierzącej dwie frakcje, która znajduje się w Zakopanem. Podczas wysokich stężeń tj. epizodów smogowych udział pyłu $PM_{2,5}$ w pyłe PM_{10} wynosił ponad 90%. Mając na uwadze, że analizuje się wpływ epizodów smogowych, przyjęto współczynnik konwersji wynoszący 90%.

Agregacja wyników

Podczas analizy przestrzennej stworzono siatkę 100 na 100 metrów, aby zagregować (uśrednić) wynik w celu uzyskania lepszej reprezentatywności danych. Wybrano taki rozmiar siatki, ponieważ bezpośrednio i najszybsze oddziaływanie zanieczyszczeń wydostających się z komina typowego domu występuje w zasięgu do 100 metrów. Nie znaczy to, że dym z kominów nie ma oddziaływania w dalszej odległości, jednak takie podejście pozwala na identyfikację hot-spotów. Zatem, jeśli w konkretnym kwadracie 100 na 100 metrów obserwowane były wysokie stężenia podczas pomiarów mobilnych, dowodzi to, że w tym miejscu znajduje się (lub znajdują) źródło(a) znacząco pogarszające lokalną jakość powietrza.

W celu uzyskania wyników reprezentatywnych przestrzennie dla okresu zimy 2022/2023 w czasie wybranych epizodów smogowych dokonano integracji ww. pomiarów mobilnych z danymi pochodzącymi ze stacjonarnych pomiarów na stacji GIOŚ (z uwzględnieniem zmiany lokalizacji stacji). Aby uzyskać przestrzenne odwzorowanie stężeń, obliczono stosunki wartości pomiarów mobilnych w danym oczku siatki (100 na 100 metrów) do stężeń obserwowanych na stacji GIOŚ. Zgodnie z założeniami standardowych analiz statystycznych określono minimalną wielkość próby na poziomie 30, co oznacza że do dalszych analiz wybrano wyłącznie te kwadraty siatki, dla których istniało co najmniej 30 rekordów (pomiarów mobilnych).

Interpolacja wyników

Oczka siatki z wystarczającą liczbą pomiarów posłużyły jako punkty do interpolacji przestrzennej stężeń z wykorzystaniem metody TIN (Triangulated Irregular Network). Interpolacja to operacja matematyczna pozwalająca oszacować jakie są (prawdopodobne) wartości w obszarach leżących pomiędzy punktami, dla których dostępne są dane pomiarowe. W rezultacie, dla obszarów które nie znajdowały się na trasie przejazdów auta, albo nie było wystarczającej ilości pomiarów, model wyliczył brakujące stężenia.

Wzrost ryzyka

Dla określenia wzrostu ryzyka ataków astmy skorzystano z najnowszej meta-analizy (systematyczny przegląd literatury umożliwiający określenie „przeciętnych” wartości w danym obszarze badań)

skutków zanieczyszczeń powietrza na zaostrzenia astmy wśród dzieci³. Na tej podstawie przyjęto wskaźnik ilorazu ryzyka (Odds Risk – OR) wynoszący dla $PM_{2,5}$ 1,022 (CI: 1,000–1,045) na każde $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ wzrostu stężeń. Wskaźnik ilorazu ryzyka określa o ile (procentowo) wzrośnie ryzyko wystąpienia danego skutku zdrowotnego w przypadku wzrostu stężenia $PM_{2,5}$ o określoną liczbę jednostek, w porównaniu do założonego poziomu odniesienia (np. całkowitego braku zanieczyszczenia – stężenie równe 0, lub pewnej niezerowej wartości progowej stężeń). W tym przypadku jako poziom odniesienia wybrano rekomendowaną przez WHO wartość stężenia średniodobowego wynoszącą $15 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Przyjęto zatem, że jeśli w danej lokalizacji interpolowane stężenie dobowe było mniejsze niż $15 \mu\text{g}/\text{m}^3$, ryzyko wynosi 0. Samą wartość wskaźnika OR dla ataku astmy (1.022 na każde $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$) należy rozumieć następująco: każde $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ pyłu $PM_{2,5}$ ponad stężeniem odniesienia ($15 \mu\text{g}/\text{m}^3$) to o 2,2% większe ryzyko ataku astmy w każdym dniu z epizodem smogowym!

Ograniczenia

Pomiary mobilne ze względu na swój charakter pokazują stężenia chwilowe, zatem nie stanowią tak dobrej reprezentacji czasowej jak stacje monitoringu GIOŚ. Z drugiej strony, stacje monitoringu GIOŚ nie pokazują np. wpływu poszczególnych hot-spotów na lokalną jakość powietrza, a co za tym idzie nie są reprezentatywne dla występujących na terenie miasta hot-spotów.

³ Orellano P, Quaranta N, Reynoso J, Balbi B, Vasquez J (2017) Effect of outdoor air pollution on asthma exacerbations in children and adults: Systematic review and multilevel meta-analysis. PLoS ONE 12(3): e0174050. <https://doi.org/>