



Wpływ zanieczyszczeń powietrza na zdrowie ludzi

Z raportu „Ambient Air Pollution Database 2016” [1] Światowej Organizacji Zdrowia (WHO) wynika, że aż 33 z 50 najbardziej zanieczyszczonych miast Unii Europejskiej znajduje się w Polsce, w tym 10 z nich leży w województwie śląskim. Inny raport WHO z 2015 r. „Economic cost of the health impact of air pollution in Europe” [2] wskazuje, że w 2010 roku zanieczyszczenia powietrza w Polsce przyczyniły się do śmierci 48 544 Polaków, co z kolei wygenerowało koszty w wysokości 101, 826 mld dolarów. Szacuje się, że zanieczyszczenie powietrza pyłem zawieszonym PM_{2,5} odpowiada za blisko 0,5 mln przedwczesnych zgonów w Europie (ponad 400 tys. w 28 krajach UE), w tym za blisko 80% zgonów spowodowanych chorobami układu oddechowego i rakiem płuc [4], [5], [6].

Jakość powietrza

Coroczne oceny jakości powietrza na terenie województwa śląskiego wykonywane przez Wojewódzki Inspektorat Ochrony Środowiska w Katowicach wskazują na bardzo zły stan jakości powietrza w województwie ze względu na przekroczenia poziomów dopuszczalnych pyłu PM₁₀, pyłu PM_{2,5} oraz poziomu docelowego benzo(a)pirenu. Liczba dni z przekrozoną normą dobową dla pyłu zawieszonego PM₁₀ wynosiła od 18 do 114 dni w 2016 roku w poszczególnych obszarach zabudowy mieszkaniowej województwa śląskiego, natomiast docelowe poziomy stężeń benzo(a)pirenu przekraczane były nawet 13-krotnie [6]. Dyrektywa Parlamentu Europejskiego i Rady 2008/50/WE (CAFE) zobowiązuje państwa członkowskie, aby stężenia dopuszczalne pyłu PM₁₀ były osiągnięte od 2005 r., pyłu PM_{2,5} od 2015 r., a bardziej restrykcyjne normy od 2020 r. [7] Ponadto zgodnie z Dyrektywą 2004/107/WE Parlamentu Europejskiego i Rady z dnia 15 grudnia 2004 r. w sprawie arsenu, kadmu, rtęci, niklu i wielopierścieniowych węglowodorów aromatycznych w otaczającym powietrzu wartość docelowa stężenia benzo(a)pirenu powinna być osiągnięta od 2013 r. [8] Określone tymi dyrektywami wartości oraz terminy ich osiągnięcia, transponuje do polskiego porządku prawnego rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 24 sierpnia 2012 r. w sprawie poziomów niektórych substancji w powietrzu (Dz. U z 2012 r. poz. 1031).

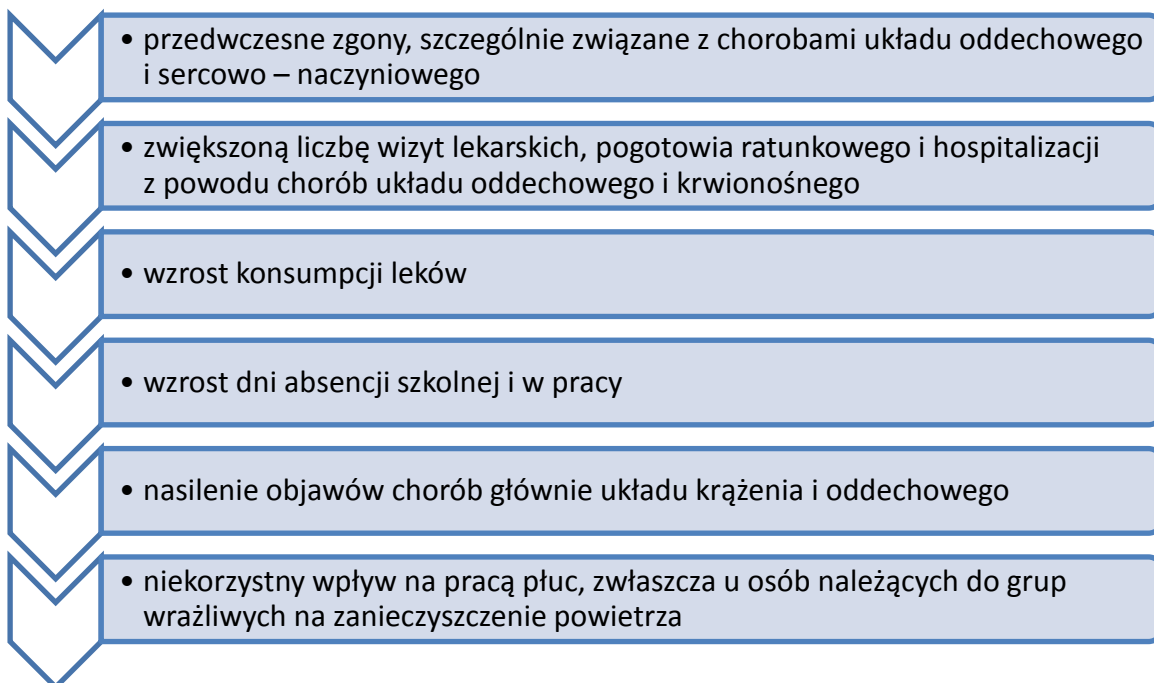
Wyniki ze stacji pomiarowych jakości powietrza Państwowego Monitoringu Środowiska wskazują na znacząco wyższe stężenia zanieczyszczeń w okresie od października do marca,

w porównaniu z pozostałą częścią roku. Analizy wielkości emisji wykonane w ramach Programu ochrony powietrza dla terenu województwa śląskiego z 2014 r. [9] wskazują, iż największy wpływ na jakość powietrza mają źródła powierzchniowe, obejmujące głównie indywidualne źródła spalania paliw stałych z sektora komunalno-bytowego oraz sektora usługowego. Źródła te powodują ponad 51% całkowitej emisji pyłu PM10, blisko 44% całkowitej emisji pyłu PM2,5 oraz 94% emisji benzo(a)pirenu. Tak duże udziały indywidualnych urządzeń grzewczych w całkowitej emisji do powietrza wynikają z użytkowania kotłów lub pieców węglowych o niskiej efektywności energetycznej, niespełniających żadnych norm emisyjnych oraz spalania w nich paliw o niskich parametrach jakościowych.

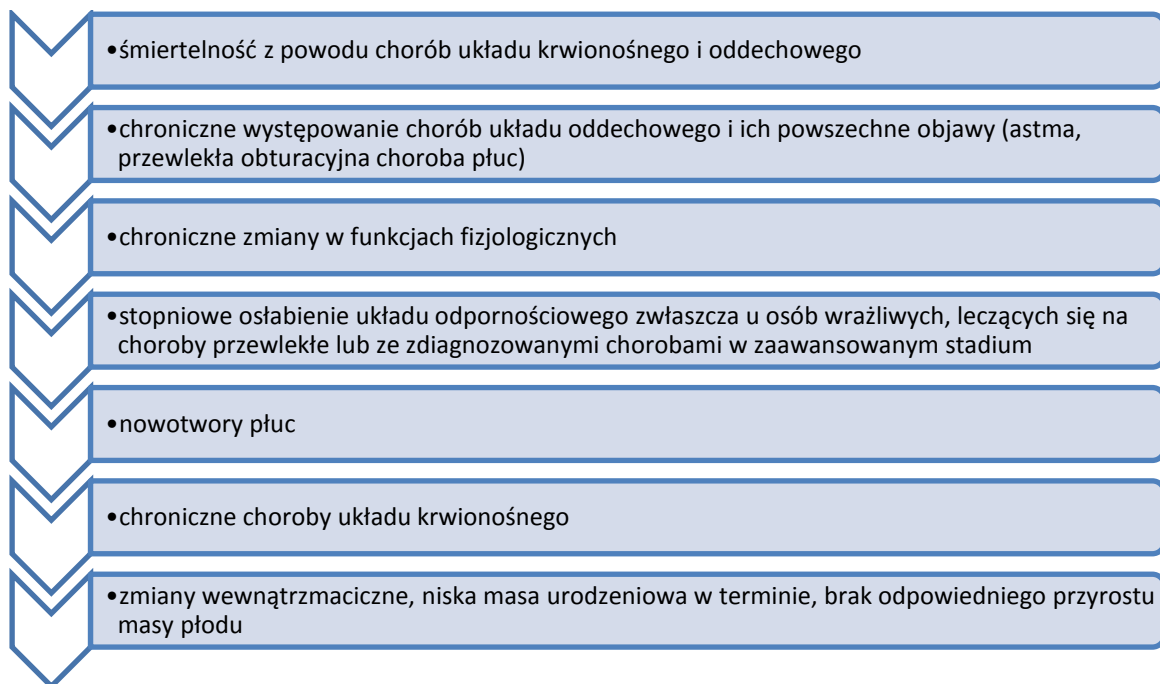
Narażenie na zanieczyszczenia powietrza

Wpływ zanieczyszczeń powietrza na zdrowie ludzi związany jest bezpośrednio z ekspozycją człowieka na te zanieczyszczenia, co pozwala na określanie skutków krótko – i długotrwałego narażenia na zanieczyszczenia powietrza.

Krótkoterminowe narażenie, czyli ekspozycja na wysokie stężenia w okresie od kilku godzin do kilku dni, powoduje ostrą reakcję organizmu najbardziej wrażliwych grup ludności, a skutki tego narażenia obejmują m.in.:

- 
- przedwczesne zgony, szczególnie związane z chorobami układu oddechowego i sercowo – naczyniowego
 - zwiększoną liczbę wizyt lekarskich, pogotowia ratunkowego i hospitalizacji z powodu chorób układu oddechowego i krwionośnego
 - wzrost konsumpcji leków
 - wzrost dni absencji szkolnej i w pracy
 - nasilenie objawów chorób głównie układu krążenia i oddechowego
 - niekorzystny wpływ na pracę płuc, zwłaszcza u osób należących do grup wrażliwych na zanieczyszczenie powietrza

Długotrwałe narażenie na zanieczyszczenia powietrza, czyli narażenie na relatywnie niewielkie poziomy zanieczyszczeń w okresie wielu lat, wiąże się z występowaniem skutków chorób przewlekłych. Mogą to być m. in. [10]:



Grupy narażenia

Grupami najbardziej narażonymi na zanieczyszczenia powietrza są dzieci, osoby starsze, osoby cierpiące z powodu przewlekłych chorób serca i układu oddechowego, osoby z cukrzycą, otyłością, kobiety w ciąży oraz osoby o niskim statusie społeczno-ekonomicznym.

Dzieci i niemowlęta są szczególnie narażone na zanieczyszczenie powietrza pyłem zawieszonym, ponieważ ich układ odpornościowy, oddechowy i ośrodkowy układ nerwowy nie są jeszcze w pełni rozwinięte. W stosunku do dorosłych, dzieci często spędzają więcej czasu na zewnątrz pomieszczeń, a ze względu na mniejszą pojemność płuc również częściej oddychają, przez co wdychają – znacznie większą niż dorośli – ilość powietrza w stosunku do masy ich ciała [5],[11].

Skutki zdrowotne zanieczyszczenia powietrza

Najczęstszymi chorobami kojarzonymi z zanieczyszczeniem powietrza są te związane z układem oddechowym, jednak jakość powietrza ma znacznie większy wpływ na zdrowie ludzkie niż mogłoby się to wydawać. Liczne badania naukowe potwierdzają wpływ zanieczyszczeń powietrza na zwiększoną zachorowalność na choroby układu oddechowego, ale także na choroby układu krążenia, przewlekłą obturacyjną chorobę płuc (POChP), zwiększają ryzyko zapadania na różnego rodzaju nowotwory, nie tylko związane z układem oddechowym, a także mają wpływ na układ nerwowy oraz zwiększoną umieralność, zwłaszcza osób znajdujących się w grupie narażenia.



Układ oddechowy

Ogromny wpływ na układ oddechowy ma zarówno narażenie długoterminowe, jak i krótkoterminowe. Ekspozycja krótkotrwała prowadzi z reguły do nasilenia objawów już występujących chorób układu oddechowego. Osoby z grupy narażenia są szczególnie wrażliwe na wysokie stężenia zanieczyszczeń, które trwają przez stosunkowo krótki czas, co może objawiać się problemem z oddychaniem, dusznościami, kaszlem, katarrem, podrażnieniem oczu, nosa i gardła, zapaleniem zatok. Ekspozycja na zanieczyszczenia powietrza zaczyna się już na etapie życia płodowego [12], co w efekcie może prowadzić do rozwoju chorób układu oddechowego tj. astma oskrzelowa, przewlekła obturacyjna choroba płuc (POChP), a także wpływa na zwiększoną zapadalność na infekcje dróg oddechowych. W Polsce na astmę oskrzelową może chorować ok. 4 mln osób, które w przynajmniej połowie przypadków nie mają ustalonego rozpoznania przyczyny choroby w związku z czym nie może zostać podjęte ich skuteczne leczenie [13], [14], [15]. Podobnie sytuacja przedstawia się w przypadku POChP, na którą w Polsce choruje ok. 2 mln osób z czego aż 80% nie ma ustalonego prawidłowego rozpoznania [16]. Oszacowano również, że wzrost stężenia pyłu zawieszonego PM_{2,5} o 10 µg/m³ powoduje wzrost liczby hospitalizacji z powodu POChP o 0,9%, natomiast w przypadku osób po 75 roku życia efekt ten był 3-krotnie silniejszy (wzrost o 1,74%) niż w przypadku osób z przedziału wiekowego 65-74 lat [17]. Badania prowadzone w Danii wskazały na wzrost ryzyka zachorowalności na POChP wraz z ekspozycją na dwutlenek azotu. Szczególnie silny związek takiej ekspozycji zaobserwowano u osób chorujących na cukrzycę oraz u osób chorujących na astmę [18]. Ekspozycja długoterminowa na zanieczyszczenia powietrza może prowadzić do

zwiększonej podatności na infekcje dróg oddechowych, już przy niskich stężeniach tych zanieczyszczeń.

Układ sercowo – naczyniowy

Bardzo często zanieczyszczenia powietrza nie są kojarzone z chorobami układu sercowo – naczyniowego, co wynika z niskiej świadomości społecznej na temat szkodliwości i wpływu zanieczyszczeń powietrza na zdrowie ludzi. Najsilniejszy wpływ ekspozycji krótkotrwałej i długotrwałej widoczny jest u osób należących do grup narażenia [19], [20], [21], [22], [23]. Również u osób zdrowych obserwuje się reakcje na zanieczyszczenia powietrza, zwłaszcza w czasie trwania ekspozycji krótkotrwałej, które objawiają się przemijającymi bólami w klatce piersiowej czy uczuciem duszności.

Pierwsze związki zanieczyszczeń powietrza z funkcjonowaniem układu sercowo – naczyniowego zauważono w trakcie trwania tzw. Wielkiego Smogu Londyńskiego, który wystąpił w 1952 roku. Zaobserwowano wtedy wzrost umieralności z powodu chorób układu sercowo – naczyniowego [21], [24]. Obecnie uważa się, że narażenie na zanieczyszczenia powietrza nie tylko nasila objawy chorób układu sercowo – naczyniowego, ale także ma istotny wpływ na ich rozwój [21].

Mówiąc o wpływie zanieczyszczeń na układ sercowo – naczyniowy, szczególnie zanieczyszczeń pyłowych, należy zwrócić również uwagę na stopień toksyczności pyłu, za który odpowiada średnica cząstek pyłu [21]. Badania wykazały, że im mniejsza średnica aerodynamiczna cząstek pyłu, tym bardziej zwiększa się jego toksyczność. Z tego względu bardziej niebezpieczny dla zdrowia ludzi jest pył PM_{2,5}, gdyż jego cząsteczki z łatwością przedostają się przez pęcherzyki płucne do układu krążenia i razem z krwią prowadzone są do innych organów wewnętrznych, w tym również do mózgu, gdzie rozpoczyna się stan zapalny [21]; [25], [26]. Stan zapalny prowadzi do uszkodzenia śródbłonna oraz powstawania blaszek miażdżycowych [21], [25], [26]. Wtórnie uwalniane są również substancje obkurczające naczynia krwionośne, co może powodować podwyższenie ciśnienia tętniczego krwi u osób eksponowanych na zanieczyszczenia powietrza [27], [28]. Również badania przeprowadzone w Niemczech potwierdzają wpływ długotrwałej ekspozycji na pył zawieszony, przy czym wpływ ten był silniejszy u kobiet [29].

Długotrwałe narażenia na pyłowe zanieczyszczenia powietrza powoduje zwiększenie ryzyka udaru mózgu [30]. Badania wskazują również, że krótkoterminowy wzrost stężenia pyłu PM_{2,5} o 10µg/m³ powoduje wzrost ryzyka wystąpienia udaru mózgu aż o 11 % [31]. Amerykańskie badanie ESCAPE wykazało, że przy długoterminowej ekspozycji każdy wzrost stężenia pyłu PM_{2,5} o 5µg/m³ powoduje wzrost ryzyka wystąpienia zawału serca mięśniowego o 13%, natomiast wzrost stężenia rocznego PM₁₀ o 10µg/m³ zwiększa to ryzyko o 12% [32].

Badania, które najpełniej potwierdzają korelację pomiędzy wyższymi średniodobowymi stężeniami zanieczyszczeń powietrza a zwiększoną liczbą dobowych hospitalizacji z powodu nasilenia objawów chorób głównie układu oddechowego oraz sercowo-naczyniowego [33], [34],

[35] były prowadzone na terenie aglomeracji górnośląskiej przez Śląski Uniwersytet Medyczny w Katowicach (dotychczas niepublikowane). Dzięki porównaniu danych o wszystkich przyczynach hospitalizacji z lat 2006–2012, dostępne w Śląskiej Bazie Sercowo–Naczyniowej, z danymi Wojewódzkiego Inspektoratu Ochrony Środowiska w Katowicach o stanie jakości powietrza za wskazany przedział czasowy wskazują:

- zwiększone ryzyko wystąpienia zawału serca przy wyższych stężeniach tlenków azotu, i pyłu zawieszonego PM10,
- wyższe prawdopodobieństwo udaru mózgu przy wyższych stężeniach tlenków azotu, tlenku węgla i pyłu zawieszonego PM10,
- częstsze hospitalizacje z powodu zatorowości płucnej przy wyższych stężeniach tlenków azotu,
- częstsze hospitalizacje z powodu migotania przedsionków przy wyższych stężeniach tlenków azotu,
- zwiększoną liczbę wizyt w poradniach Podstawowej Opieki Zdrowotnej przy wyższych stężeniach tlenków azotu, pyłu zawieszonego PM10,
- powiązanie śmiertelności ogólnej z wyższymi stężeniami dwutlenku siarki, tlenków azotu, tlenku węgla, pyłów zawieszonych PM10 i PM2,5
- wyższą śmiertelność z przyczyn sercowo naczyniowych przy wyższych stężeniach dwutlenku siarki, tlenków azotu, pyłów zawieszonych PM10 i PM2,5.

Ponadto przeprowadzone badania wskazują na związek ogłoszenia alarmu smogowego z częstszym występowaniem udaru mózgu z 7-14-dniowym opóźnieniem oraz śmiertelnością sercowo-naczyniową i ogólną zarówno w dniu ogłoszenia jak i z opóźnieniem do 14 dni[36].

Nowotwory

Potwierdzeniem wpływu zanieczyszczeń powietrza na możliwość wystąpienia nowotworów jest komunikat Międzynarodowej Agencji Badań nad Rakiem (International Agency for Research on Cancer; IARC), która zakwalifikowała zanieczyszczenia powietrza zewnętrznego i osobno pył zawieszony jako czynnik rakotwórczy dla ludzi. Wskazano również, że zanieczyszczenia powietrza mogą zwiększać ryzyko wystąpienia raka pęcherza moczowego. Analizy IARC wykazały wzrost ryzyka zachorowania na raka płuc wraz ze wzrostem poziomów ekspozycji na pyły i zanieczyszczenia powietrza [37].

Podsumowanie dużych badań kohortowych z USA, Europy Zachodniej oraz Japonii wskazuje, że wskaźnik ryzyka wynosi 1,09 na $10\mu\text{g}/\text{m}^3$ co oznacza, że zapadalność na raka płuc zwiększa się o 9 % wraz ze wzrostem długookresowego narażenia na $\text{PM}_{2,5}$ o każde $10\mu\text{g}/\text{m}^3$ [38]. W Polsce długotrwałe narażenie na $\text{PM}_{2,5}$ to $20\text{-}30\ \mu\text{g}/\text{m}^3$, a na południu kraju może wynosić ponad $40\ \mu\text{g}/\text{m}^3$ [39], co oznacza że w miejscowościach o największych stężeniach zanieczyszczeń pyłowych powietrza ryzyko zapadalności na raka płuc może wynosić 20-40%.

Badania prowadzone w wybranych miejscowościach i powiatach województwa śląskiego również wskazują zależność pomiędzy zwiększoną zapadalnością na nowotwory płuc (szczególnie w grupie mężczyzn) [41], a wzrastającymi stężeniami benzo(a)pirenu i pyłu zawieszonego w powietrzu.

Podwyższone narażenie na tlenki azotu w powietrzu (pochodzące głównie ze źródeł komunikacyjnych) związane się natomiast w podwyższonym ryzykiem występowania nowotworów mózgu, i raka szyjki macicy u kobiet [42], a ekspozycja kobiet w ciąży na tlenki azotu powoduje zwiększone ryzyko wystąpienia nowotworów u ich dzieci w okresie wczesnego dzieciństwa [43]

Przemawiające do wyobraźni jest przeliczenie ilości wdychanego z powietrzem benzo(a)pirenu na równoważną liczbę papierosów, którą musiałaby wypalić osoba dorosła o przeciętnej aktywności fizycznej, by dostarczyć do organizmu taką samą ilość tej substancji. W zależności od miejscowości i uwzględnianego roku, równoważnik ten może wynosić od kilkuset do nawet 3 tysięcy papierosów rocznie! [40]

Ekspozycja prenatalna

Zanieczyszczenia powietrza mają również ogromny wpływ na zdrowie dzieci, szczególnie zaś wpływają na spowolnienie rozwoju płodu, ryzyko przedwczesnego porodu oraz wielu konsekwencji zdrowotnych w dorosłym życiu (m. in.: choroby układu nerwowego, alergie, astma, cukrzyca) oraz toksyczny wpływ pyłu w okresie prenatalnym oraz okołoporodowym. Długoletnie badania prowadzone w Krakowie [12] na populacji kilkuset ciężarnych kobiet narażonych na ekspozycję $\text{PM}_{2,5}$ powyżej $35\ \mu\text{g}/\text{m}^3$ i WWA wykazują, że zanieczyszczenie powietrza wpływa na niską masę urodzeniową dzieci, mniejszy obwód głowy, mniejszą długością ciała co ma odzwierciedlenie ze słabiej wykształconą sprawnością i funkcjonowaniem różnych układów. W dalszym etapie życia u dzieci z niską masą urodzeniową częściej występowały wczesne objawy rozwoju astmy (świszczący oddech). Po przeprowadzeniu ponownego badania dzieci w piątym roku ich życia stwierdzono niższe wartości całkowitej objętości wydechowej płuc o ok. 100 ml. (może świadczyć o gorszym wykształceniu płuc), zwiększona podatność na nawracające zapalenie oskrzeli i zapalenie płuc zarówno u dzieci astmatycznych, jak i tych u których astmy nie stwierdzono, uszkodzenia układu nerwowego – zaburzenia rozwoju psychomotorycznego, (porównywalnie 3,8 punktów mniej w skali ilorazu inteligencji) [12]. Wpływ zanieczyszczeń

powietrza na wcześniactwo potwierdziły badania prowadzone w Chinach i USA [44], [45], a niską wagę urodzeniową badania europejskie [46], [47], [48]. Podobne badania prowadzone w Nowym Yorku potwierdziły negatywny wpływ ekspozycji matki na WWA w okresie ciąży na rozwój psychomotoryczny dziecka. Podobnie jak w badaniach krakowskich, dzieci z Nowego Yorku wykazywały podobny deficyt ilorazu inteligencji [49]. Różnicę między tymi badaniami stanowiły stężenia WWA na jakie były eksponowane kobiety w czasie ciąży. W Nowym Yorku były one dziesięciokrotnie niższe niż w Krakowie [51]. Ponadto stwierdzono związek pomiędzy narażeniem matek na WWA, a zwiększoną nadpobudliwością u dzieci [52], [53], oraz trudnościami w kontroli emocji i gorszymi kompetencjami społecznymi [54]. Narażenie kobiet w ciąży na wyższe poziomy wielopierścieniowych węglowodorów aromatycznych (WWA powyżej $25\text{ng}/\text{m}^3$) było związane z częstszym występowaniem u niemowląt objawów chorobowych świadczących o zapaleniu górnych i dolnych dróg oddechowych [12]. Inne badania przeprowadzone w USA wskazały natomiast, że narażenie ciężarnych kobiet na pył $\text{PM}_{2,5}$ w czasie drugiego i trzeciego trymestru ciąży wiązało się z podwyższeniem ryzyka wewnątrzmacicznego obumarcia płodu aż o 42% [55].

Zanieczyszczenia powietrza mają również wpływ na płodność, zarówno u kobiet jak i mężczyzn. Podwyższone narażenie na zanieczyszczenia powietrza PM_{10} , $\text{PM}_{2,5}$, dwutlenkiem siarki, tlenkiem węgla oraz tlenkami azotu przekładało się u badanych mężczyzn na większy procent plemników o nieprawidłowej budowie, co wykazano w badaniach prowadzonych w Łodzi. Z kolei wyższe stężenia wszystkich zanieczyszczeń poza SO_2 w miejscu zamieszkania były związane z niższym poziomem testosteronu [56]. W przypadku kobiet wykazano z kolei, że nawet krótkotrwałe narażenie kobiet, u których stosuje się metodę zapłodnienia *in vitro*, na wysokie stężenia pyłu zawieszonego znacząco zmniejsza szanse powodzenia takiego zabiegu [57].

Układ nerwowy

Częściowo wpływ zanieczyszczeń powietrza na układ nerwowy został omówiony powyżej, głównie ich wpływ na nienarodzone dzieci i ich dalsze funkcjonowanie w całym okresie życia.

W ostatnich latach pojawiły się prace wskazujące na wpływ zanieczyszczeń powietrza na rozwój chorób ze spektrum autyzmu. Początkowo uważano, że wpływ czynników środowiskowych jest niewielki, natomiast coraz większa liczba wyników badań wskazuje na ich istotny wpływ [58], [59], [60] w trakcie ekspozycji prenatalnej i postnatalnej [59], [60], [61], [62], [63]. Badania prowadzone w Kalifornii [60] wykazały związek występowania autyzmu u dzieci, a ekspozycją matki w trakcie ciąży i dziecka w pierwszym roku jego życia na dwutlenek azotu oraz pył zawieszony PM_{10} i $\text{PM}_{2,5}$. W przypadku narażenia na $\text{PM}_{2,5}$ związek ten był znacznie silniejszy niż w przypadku pyłu PM_{10} [60]. Natomiast badania europejskie w ramach projektu ESCAPE nie wykazały takiego związku zarówno dla pyłu zawieszonego, jak i tlenków azotu [64]. Badania prowadzone w Meksyku na grupie dzieci wykazały, że zanieczyszczenia powietrza wpływają na zmiany anatomiczne mózgu o charakterze patologicznym w obszarze kory przedczołowej. Badane dzieci

wypadały gorzej w testach psychometrycznych, w stosunku do grupy kontrolnej, a także wykazywały zauważalne opóźnienie w rozwoju umysłowym, właściwym dla ich wieku metrykalnego [65], [66], [67]. Ponadto badania wykazują związek zanieczyszczeń powietrza, głównie drobnej frakcji pyłu, a upośledzeniem funkcji poznawczych, pamięci oraz inteligencji werbalnej i niewerbalnej dzieci i młodzieży [68]. Wykazano również związek ze spadkiem samopoczucia u osób dorosłych, wzrostem agresji, nasileniem objawów depresyjnych [69], [70].

Zanieczyszczenia powietrza są bardzo niebezpieczne dla osób starszych ze względu na naturalny proces starzenia się organizmu oraz długotrwałą ekspozycję na pył zawieszony. Badania naukowe wykazują, że podwyższona długotrwała ekspozycja na pył zawieszony może nasilać starzenie się układu nerwowego, a w konsekwencji pogłębiać upośledzenie zdolności poznawczych oraz sprawności umysłowej, a co w dalszej konsekwencji wpływa na jakość ich życia poprzez utratę samodzielności, czy zwiększoną częstotliwością hospitalizacji [71], [72], [73].

Śmiertelność

Najnowsze dane wskazują, że w Polsce w 2012 roku liczba zgonów z powodu ostrych chorób dolnych dróg oddechowych wynosiła 12, przewlekłej obturacyjnej choroby płuc (POChP) – 483, raka płuc – 5 731, choroby niedokrwiennej serca – 11 987; udaru – 8 376, co w sumie daje 26 589 zgonów, do których mogły przyczynić się zanieczyszczeniami powietrza. Ponadto w 2012 roku liczba utraconych lat życia z powodu ostrych chorób dolnych dróg oddechowych wynosi 1 089 lat, POChP – 8 840 lat, raka płuc – 144 742 lata, choroby niedokrwiennej serca – 247 551 lat, udaru – 157 769 lat, co łącznie daje 559 991 straconych lat życia. Dodatkowo oszacowano lata życia skorygowane o niepełnosprawność, których liczba z powodu ostrych chorób dolnych dróg oddechowych wynosiła -1 264 lata, POChP – 14 825 lat, rak płuc – 145 980 lat, choroba niedokrwienności serca – 249 921 lat, udar – 160 893 lata, co razem daje 572 883 lata życia skorygowanych o niepełnosprawność.[39]. Według analiz Światowej Organizacji Zdrowia nawet niewielka ($0,5 \mu\text{g}/\text{m}^3$) redukcja stężenia drobnego pyłu $\text{PM}_{2,5}$ w województwie śląskim spowoduje zysk prawie 11 miesięcy życia każdego mieszkańca regionu w narażeniu długoterminowym, natomiast redukcja stężenia $\text{PM}_{2,5}$ do poziomu zalecanego przez WHO ($10 \mu\text{g}/\text{m}^3$) pozwoliłaby zyskać nawet do 5,5 lat życia dla każdego mieszkańca [74]. Ponadto obserwuje się duże zróżnicowanie przestrzenne w skutkach zdrowotnych powodowanych zanieczyszczeniem powietrza pyłem zawieszonym pomiędzy poszczególnymi krajami Europy. Podobna zależność jest widoczna również wewnątrz poszczególnych państw. Odzwierciedlają to uzyskane wyniki oceny zdrowotnej (dla roku 2014) wpływu pyłu $\text{PM}_{2,5}$ przeprowadzonej dla aglomeracji i miast powyżej 100 tys. mieszkańców w Polsce. Najwyższe wartości współczynnika zgonów (powyżej 200 osób na 100 tys. mieszkańców) obserwuje się dla aglomeracji Górnośląskiej i Łódzkiej oraz w Częstochowie [5].

Pomimo dobrze zdefiniowanych skutków zdrowotnych jakie niosą za sobą zanieczyszczenia powietrza, co potwierdzają przytoczone dowody naukowe, Polska ma najbardziej liberalne przepisy w zakresie poziomów informowania społeczeństwa o ryzyku przekroczenia poziomu alarmowego dla pyłu zawieszonego. Konieczność informowanie społeczeństwa o ryzyku wystąpienia sytuacji smogowej w większości państw europejskich następuje już w przypadku osiągnięcia stężeń poniżej 100 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (Włochy 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, Finlandia 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, Węgry i Szwajcaria 75 $\mu\text{g}/\text{m}^3$). Jedynie w Słowacji (100 $\mu\text{g}/\text{m}^3$) oraz w Wielkiej Brytanii (101 $\mu\text{g}/\text{m}^3$) poziomy te są nieznacznie wyższe. Wysokie wartości poziomów informowania o złej jakości powietrza stwarzają dodatkowe obciążenie dla zdrowia mieszkańców Polski i województwa śląskiego, gdyż informacja ta jest przekazywana zbyt późno [75]. Analizy Światowej Organizacji Zdrowia wskazują, że dotrzymanie obowiązujących w Europie norm nie gwarantuje w wystarczający sposób ochrony zdrowia ludzi. Ocena populacyjna na obszarach miejskich z uwzględnieniem zalecanych przez WHO poziomów dla Europy pokazuje, że odsetek ludności Europy narażonej na krótkookresowe stężenia pyłu PM10 powyżej zalecanych poziomów wynosi ponad 60%, zaś w przypadku długookresowego narażenia na pył PM2,5 – powyżej 90%. Niemniej jednak konieczne jest podjęcie wszelkich niezbędnych działań, które pozwolą na maksymalne ograniczenie ekspozycji ludzi na przekraczane stężenia zanieczyszczeń powietrza.

Bibliografia

1. WHO, 2016: „Ambient Air Pollution Database 2016”
2. WHO, 2015: „Economic cost of the health impact of air pollution in Europe”
3. WHO, 2014, Burden of disease from Ambient Air Pollution for 2012 – Summary of results, World Health Organization (http://www.who.int/phe/health_topics/outdoorair/databases/AAP_BoD_results_March2014.pdf)
4. EEA, 2014: Air quality In Europe – 2014 report, European Enviroment Agency, EEA Report No 5/2014
5. Juda – Rezler K., Toczko B., i In. 2016: Pyły drobne w atmosferze. Kompedium wiedzy o zanieczyszczeniu powietrza pyłem zawieszonym w Polsce, Inspekcja Ochrony Środowiska, Biblioteka Monitoringu Środowiska, Warszawa
6. Inspekcja Ochrony Środowiska, 2017, Piętnasta roczna ocena jakości powietrza w województwie śląskim, obejmująca 2016 roku, Wojewódzki Inspektorat Ochrony Środowiska w Katowicach, Katowice
7. Dyrektywa Parlamentu Europejskiego i Rady 2008/50/WE z dnia 21 maja 2008 r. w sprawie jakości powietrza i czystszej powietrza dla Europy
8. Dyrektywą 2004/107/WE Parlamentu Europejskiego i Rady z dnia 15 grudnia 2004 r. w sprawie arsenu, kadmu, rtęci, niklu i wielopierścieniowych węglowodorów aromatycznych w otaczającym powietrzu
9. Program ochrony powietrza dla terenu województwa śląskiego mający na celu osiągnięcie poziomów dopuszczalnych substancji w powietrzu oraz pułapu stężenia ekspozycji przyjęty przez Sejmik Województwa Śląskiego uchwałą nr IV/57/3/2014 z dnia 17 listopada 2014 roku
10. Śląski Państwowy Inspektor Sanitarny, Prezentacja pn. Smog – skutki zdrowotne
11. WHO, 2005. Effects of air pollution on children’s health and development - a review of the evidence. World Health Organization, Regional Office for Europe, Copenhagen.
12. Jędrzychowski W., Majewska R., Mróz E., Flak E., Kiełtyka A., Oddziaływanie zanieczyszczeń powietrza drobnym pyłem zawieszonym i wielopierścieniowymi węglowodorami aromatycznymi w okresie prenatalnym na zdrowie dziecka. Badania w Krakowie, Katedra Epidemiologii i Medycyny Zapobiegawczej UJ CM oraz Fundacja Zdrowie i Środowisko (http://powietrze.malopolska.pl/wp/wp-content/uploads/Zanieczyszczenia_powietrza_w_Krakowie_a_zdrowie_dzieci.pdf)
13. Samoliński, B., 2008: Epidemiologia alergii i astmy w Polsce – doniesienie wstępne badania ECAP. *Terapia* 4. 208 (2008):127-131
14. Samoliński B., Bodzenta-Łukaszyk A., Szpak A., Emeryk A., Komorowski J., Tomaszewska A., Lusawa A., Lipiec A., E2009: Epidemiologia astmy w Polsce według programu ECAP. *Terapia* 2009; 3(222):13-16
15. Dąbrowiecki P., Mucha D., Gayer A., Badyda A. J., 2016: Dni spirometrii jako element edukacji w zakresie przyczyn, przebiegu oraz skutków astmy oskrzelowej oraz przewlekłej obturacyjnej choroby płuc. *Lek Wojskowy*, 2016, 1, 46-51 (https://issuu.com/medycynapraktyczna/docs/_lw_2016_01)
16. Śliwiński, P. Górecka D., Jassem E., Pierzchała W., 2014: Zalecenia Polskiego Towarzystwa Chorób Płuc dotyczące rozpoznawania i leczenia przewlekłej obturacyjnej choroby płuc (https://journals.viamedica.pl/advances_in_respiratory_medicine/article/viewFile/PiAP.2014.0030/26838)
17. Dominici F., et al., 2006: Fine particulate air pollution and hospital admission for cardiovascular and respiratory diseases. *Jama* 295.10 (2006): 1127-1134 (<http://jama.jamanetwork.com/article.aspx?articleid=202503>)
18. Andersen Z. J., et al., 2011: Chronic obstructive pulmonary disease and long-term exposure to traffic-related air pollution: a cohort study. *American journal of respiratory and critical care medicine* 183.4(2011):455-461 (<http://www.atsjournals.org/doi/abs/10.1164/rccm.201006-0937OC#.V08XInpb9TA>)
19. Brook R., 2010: Particulate matter air pollution and cardiovascular disease an update to the scientific statement from the American Heart Association. *Circulation* 121.21 (2010): 2331-2378 (<http://circ.ahajournals.org/content/121/21/2331.full>)

20. Forastiere F., Agabiti N., 2013: Assessing the link between air pollution and heart failure. *The Lancet* 382.9897 (2013): 1008-1010 (<http://www.thelancet.com/journals/lancet/article/PIIS0140-6736%2813%2961167-8/fulltext?rss%3Dyes>)
21. Newby D. E. 2014: Expert position paper on air pollution and cardiovascular disease. *European heart journal* 36 (2014): 83–93 (<http://eurheartj.oxfordjournals.org/content/early/2014/12/08/eurheartj.ehu458>)
22. Krzyżanowski M., 2016: Wpływ zanieczyszczenia powietrza pyłami na układ krążenia i oddychania. *Lek Wojskowy*, 2016, 1, 17-22 (https://issuu.com/medycynapraktyczna/docs/_lw_2016_01)
23. Wojdat M., Stańczyk A., Gielerak G., 2016: Zanieczyszczenia powietrza a choroby układu sercowo-naczyniowego - niedoceniany problem. *Lek Wojskowy*, 2016, 1, 10-16 (https://issuu.com/medycynapraktyczna/docs/_lw_2016_01)
24. Logan, W. P. D., 1953: Mortality in the London fog incident, 1952. *The Lancet* 261.6755 (1953): 336-338. (<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0140673653910125>)
25. Bollati et al. 2014: Susceptibility to particle health effects, miRNA and exosomes: rationale and study protocol of the SPHERE study. *BMC public health* 14.1 (2014): 1 (<https://bmcpublichealth.biomedcentral.com/articles/10.1186/1471-2458-14-1137>)
26. Du et al. 2016: Air particulate matter and cardiovascular disease: the epidemiological, biomedical and clinical evidence. *Journal of thoracic disease* 8.1 (2016): E8. (<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4740122/>)
27. Urch et al. 2005: Acute blood pressure responses in healthy adults during controlled air pollution exposures. *Environmental health perspectives* (2005): 1052-1055 (http://www.jstor.org/stable/3436364?seq=1#page_scan_tab_contents)
28. Byeong-Jae et al., 2014: Air pollution exposure and cardiovascular disease. *Toxicological research* 30.2 (2014): 71-75 (<http://www.dbpia.co.kr/Journal/ArticleDetail/NODE02428734>)
29. Fuks et al. 2010: Long-term Urban Background Particulate Air Pollution Increases Arterial Blood Pressure. *Am J Respir Crit Care Med* 181 (2010): 1712. (http://www.atsjournals.org/doi/abs/10.1164/ajrccm-conference.2010.181.1_MeetingAbstracts.A1712)
30. Stafoggia et al., 2014: Long-term exposure to ambient air pollution and incidence of cerebrovascular events: results from 11 European cohorts within the ESCAPE project. *Environmental health perspectives* 122.9 (2014): 919-925 (<http://dspace.library.uu.nl/handle/1874/305027>)
31. Shah et al., 2015: Short term exposure to air pollution and stroke: systematic review and meta-analysis. *bmj* 350 (2015) (<http://www.bmj.com/content/350/bmj.h1295>)
32. Cesaroni et al., 2014: Long term exposure to ambient air pollution and incidence of acute coronary events: prospective cohort study and meta-analysis in 11 European cohorts from the ESCAPE Project. *Bmj* 348 (2014): f7412. (<http://www.bmj.com/content/348/bmj.f7412>)
33. Kowalska M., Zejda E.J., Ośródko L., Chwirut A., Kondk P., 2008: Dzienna liczba hospitalizacji z powodu chorób układu krążenia i oddechowego a zanieczyszczenie powietrza w Zabrze, w latach 2001 – 2005, *Probl Hig Epidemiol*, 89(1):41-46 (<http://www.phie.pl/pdf/phe-2008/phe-2008-1-041.pdf>)
34. Dzubanek G., Marchwińska – Wyrwał E., Piekut A., Rusin M., Hajok I., 2014: Zanieczyszczenia powietrza jako istotny modyfikowalny czynnik ryzyka zdrowotnego, *Hygeia Public Health*, 49 (1): 75-80 (<http://www.h-ph.pl/pdf/hyg-2014/hyg-2014-1-075.pdf>)
35. WHO, 2006a. Air quality guidelines for particulate matter, ozone, nitrogen dioxide and sulfur dioxide. Global update 2005. Summary of risk assessment, World Health Organization, Geneva
36. Cieślak A., 2016: Związek pomiędzy zanieczyszczeniem powietrza i częstością występowania ostrych schorzeń sercowo – naczyniowych oraz śmiertelnością mieszkańców aglomeracji górnośląskiej. Tezy do wszczęcia przewodu na stopień doktora nauk medycznych, III Katedra i Oddział Kliniczny Kardiologii Wydziału Lekarskiego z Oddziałem Lekarsko – Dentystycznym w Zabrzu Śląskiego Uniwersytetu Medycznego w Katowicach - niepublikowane
37. Komunikat Międzynarodowej Agencji Badań nad Rakiem, WHO, z dnia 17 października 2013 roku, nr 221 (https://www.iarc.fr/en/media-centre/iarcnews/pdf/pr221_E.pdf)

38. Hamra et al. 2014: Outdoor Particulate Matter Exposure and Lung Cancer: A Systematic Review and Meta-Analysis, *Environ Health Perspect* 122.9 (2014): 906–911
(www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4154221/http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/24911630)
39. WHO, 2016: World Health Organization. Ambient air pollution: A global assessment of exposure and burden of disease (<http://www.who.int/phe/publications/air-pollution-global-assessment/en/>)
40. Jędrak J., Konduracka E., Badyda A. J., Dąbrowiecki P., 2016; Wpływ zanieczyszczeń powietrza na zdrowie, *Krakowski Alarm Smogowy*
41. Kapka L., Zemła B. F., Kozłowska A., Olewińska E., Pawlas N., 2009: Jakość powietrza atmosferycznego a zapadalność na nowotwory płuc w wybranych miejscowościach i powiatach województwa śląskiego, *Przegląd Epidemiologiczny*, 2009, T. 63, Nr 3, str. 437 - 442
42. Raaschou-Nielsen et al. 2011: Air pollution from traffic and cancer incidence: a Danish cohort study. *Environmental Health* 10.1 (2011): 1 (<http://ehjournal.biomedcentral.com/articles/10.1186/1476-069X-10-67>)
43. Ghosh et al. 2013: Prenatal exposure to traffic-related air pollution and risk of early childhood cancers. *American journal of epidemiology* 178.8 (2013): 1233-9 (<http://aje.oxfordjournals.org/content/early/2013/08/28/aje.kwt129.short>)
44. Zhao et al. 2014: Ambient air pollutant PM 10 and risk of preterm birth in Lanzhou, China. *Environment international* 76 (2015): 71-77 (<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/25553395>)
45. DeFranco et al. 2016: Exposure to airborne particulate matter during pregnancy is associated with preterm birth: a population-based cohort study. *Environmental Health* 15.1 (2016): 1
(<https://ehjournal.biomedcentral.com/articles/10.1186/s12940-016-0094-3>)
46. Dadvand et al. 2013: Maternal Exposure to Particulate Air Pollution and Term Birth Weight: A Multi-Country Evaluation of Effect and Heterogeneity. *Environ Health Perspect* 121.3 (2013): 367–373
(<http://ehp.niehs.nih.gov/1205575>)
47. Pedersen et al. 2013: Ambient air pollution and low birth weight: a European cohort study (ESCAPE). *The Lancet Respiratory medicine* 1.9 (2013): 695-704. (<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2213260013701929>)
48. Fleischer et al. 2014: Outdoor air pollution, preterm birth, and low birth weight: analysis of the world health organization global survey on maternal and perinatal health. (2014). *Environ Health Perspect* 122.4 (2014): 425–430.
(<http://ehp.niehs.nih.gov/1306837/>)
49. Perera et al. 2009: Prenatal airborne polycyclic aromatic hydrocarbon exposure and child IQ at age 5 years. *Pediatrics* 124.2 (2009): e195-e202. (<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/19620194>)
50. Choi et al. 2006: International studies of prenatal exposure to polycyclic aromatic hydrocarbons and fetal growth. *Environmental health perspectives* (2006): 1744-1750. (<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/17107862>)
51. Perera et al. 2012: Prenatal polycyclic aromatic hydrocarbon (PAH) exposure and child behavior at age 6-7 years. *Environmental health perspectives* 120.6 (2012): 921. (<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/22440811>)
52. Perera et al. 2014: Early-life exposure to polycyclic aromatic hydrocarbons and ADHD behavior problems. *PloS one* 9.11 (2014): e111670. (<http://journals.plos.org/plosone/article?id=10.1371/journal.pone.0111670>)
53. Margolis et al. 2016: Longitudinal effects of prenatal exposure to air pollutants on self-regulatory capacities and social competence. *Journal of Child Psychology and Psychiatry* (2016).
(<http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/jcpp.12548/full>)
54. DeFranco et al. 2015: Air pollution and stillbirth risk: exposure to airborne particulate matter during pregnancy is associated with fetal death. *PloS one* 10.3 (2015): (<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4368103/>)
55. Radwan et al. 2016: Exposure to ambient air pollution-does it affect semen quality and the level of reproductive hormones?. *Annals of human biology* 43.1 (2016): 50-56.
(<http://www.tandfonline.com/doi/abs/10.3109/03014460.2015.1013986>)
(<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC2556931/>)
56. Perin et al. 2010: Effects of exposure to high levels of particulate air pollution during the follicular phase of the conception cycle on pregnancy outcome in couples undergoing in vitro fertilization and embryo transfer. *Fertility and sterility* 93.1 (2010): 301-303. (<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/19631320>)

57. Lyall et al. 2014: Maternal lifestyle and environmental risk factors for autism spectrum disorders. *International journal of epidemiology* 43.2 (2014): 443-464. (<https://ije.oxfordjournals.org/content/43/2/443.full>)
58. Raz et al. 2015: Autism spectrum disorder and particulate matter air pollution before, during, and after pregnancy: a nested case-control analysis within the Nurses' Health Study II cohort. (2015). (<https://dash.harvard.edu/handle/1/14351096>)
59. Volk et al. 2013: Traffic-related air pollution, particulate matter, and autism. *JAMA psychiatry* 70.1 (2013): 71-77. (<http://archpsyc.jamanetwork.com/article.aspx?articleid=1393589&referrer=Baker>)
60. Kalkbrenner et al. 2015: Particulate matter exposure, prenatal and postnatal windows of susceptibility, and autism spectrum disorders. *Epidemiology* 26.1 (2015): 30-42. (http://journals.lww.com/epidem/Abstract/2015/01000/Particulate_Matter_Exposure,_Prenatal_and.7.aspx)
61. Roberts et al. 2013: Perinatal air pollutant exposures and autism spectrum disorder in the children of Nurses' Health Study II participants. (2013). (<https://dash.harvard.edu/handle/1/11855721>)
62. Weisskopf et al. 2015: Air Pollution and Autism Spectrum Disorders: Causal or Confounded?. *Current Environmental Health Reports* 2.4 (2015): 430-439. (<http://link.springer.com/article/10.1007/s40572-015-0073-9>)
63. Guxens et al. 2015: Air Pollution Exposure during Pregnancy and Childhood Autistic Traits in Four European Population-Based Cohort Studies: The ESCAPE Project. (2015) (<http://repositori.upf.edu/bitstream/handle/10230/25545/guxens-ehp-airp.pdf?sequence=1>)
64. Calderón-Garcidueñas et al. 2002: Air pollution and brain damage. *Toxicologic pathology* 30.3 (2002): 373-389 (<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/12051555>)
65. Calderón-Garcidueñas et al. 2007: Pediatric respiratory and systemic effects of chronic air pollution exposure: nose, lung, heart, and brain pathology. *Toxicologic Pathology* 35.1 (2007): 154-162 (<http://tpx.sagepub.com/content/35/1/154.short>)
66. Calderón-Garcidueñas et al. 2008: Air pollution, cognitive deficits and brain abnormalities: a pilot study with children and dogs. *Brain and cognition* 68.2 (2008): 117-127. (<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/18550243>)
67. Suglia et al. 2008: Association of black carbon with cognition among children in a prospective birth cohort study. *Am J Epidemiol* 167.3 (2008):280-6. (<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/18006900>)
68. Szyszkowicz et al. 2009: Air pollution and daily emergency department visits for depression. *International journal of occupational medicine and environmental health* 22.4 (2009): 355-362 (<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/20197262>)
69. Szyszkowicz et al. 2010: Air pollution and emergency department visits for suicide attempts in Vancouver, Canada. *Environmental health insights* 4 (2010): 79. (<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC2978939/>)
70. Power et al. 2011: Traffic-related air pollution and cognitive function in a cohort of older men. *Environmental health perspectives* 119.5 (2011): 682. (<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3094421/>)
71. Weuve et al. 2012: Exposure to particulate air pollution and cognitive decline in older women. *Archives of internal medicine* 172.3 (2012): 219-227. (<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/22332151>)
72. Wilker et al. 2015: Long-term exposure to fine particulate matter, residential proximity to major roads and measures of brain structure. *Stroke* 46.5 (2015): 1161-1166. (<http://stroke.ahajournals.org/content/46/5/1161.short>)
73. Korczyńska A., Kowalska M., 2014: Zróżnicowanie przeciętnego dalszego trwania życia w wybranych podregionach województwa śląskiego a jakość powietrza atmosferycznego w latach 2008 – 2012, *Medycyna Środowiskowa – Environmental Medicine*, Vol. 17, No. 4, 47 – 53
74. Cembrzyńska J., Krakowiak E., Brewczyński P.Z., 2015: Sezonowa zmienność stężenia pyłu zawieszonego oraz jakości powietrza na terenie miasta Sosnowiec, *Medycyna Środowiskowa – Environmental Medicine* 2015, Vol. 18, No. 4, 27 - 35