

WPLYW ZANIECZYSZCZEŃ POWIETRZA NA STAN ZDROWIA

JUSTYNA STĘPŁOWSKA¹, GRZEGORZ NOWAK², BARTOSZ WANOT¹

¹Katedra Nauk o Zdrowiu i Fizjoterapii
Wydział Nauk o Zdrowiu
Uniwersytet Humanistyczno-Przyrodniczy
im. Jana Długosza w Częstochowie

²Ministerstwo Obrony Narodowej RP

Streszczenie

Zanieczyszczenia stanowią główne źródło chorób cywilizacyjnych. Wysoki poziom rozwoju przemysłu, jaki można zaobserwować w dzisiejszych czasach szkodzi nie tylko środowisku naturalnemu, ale również wpływa na zdrowie ludzi. Dorosły człowiek wdycha do swojego organizmu od 10 do 12 m³ powietrza w ciągu całej doby. Wiadomo więc, że oprócz tlenu, który jest niezbędny do życia, każdy człowiek wdycha także dużą ilość zanieczyszczeń. Stężenie tych zanieczyszczeń w dużej mierze zależy od wielkości ich emisji do atmosfery. Szacuje się, że w Europie dochodzi do ok. 600 tys. przedwczesnych zgonów, które są wynikiem narastającego smogu. Dlatego warto zapoznać się z tym, co dzieje się w organizmie człowieka po zetknięciu się ze szkodliwymi substancjami znajdującymi się we wdychanym powietrzu. Istnieje także wiele koncepcji walki ze smogiem. Wprawdzie społeczeństwo nie jest zdolne do całkowitego wyeliminowania go z otoczenia, ale możliwe jest włączenie się w różne akcje, które spowodują obniżenie poziomu zanieczyszczeń w powietrzu.

Słowa kluczowe: zanieczyszczenia powietrza, pył zawieszony, smog, transport.

Wstęp

Zdrowie stanowi najważniejszą wartość dla każdego człowieka, ponieważ posiadając je człowiek ma możliwość osiągnięcia lepszej jakości życia i rozwoju. Niestety trudno

utrzymać w pełni stan całkowitego zdrowia. Na organizm ma wpływ wielu czynników. Jednym z nich jest ludzka działalność, która przyczynia się do pogorszenia stanu środowiska, a co za tym idzie, również zdrowia społeczeństwa. Szczególnie ważnym zjawiskiem jakie można w ostatnich latach zaobserwować jest zjawisko smogu. Smog to mówiąc potocznie mgła zawierająca w sobie zanieczyszczenia powietrza atmosferycznego. Wszelkie działania zmierzające do tego aby obniżyć poziom zanieczyszczeń są uzasadnione, gdyż Polska jest jednym z państw, w których najczęściej odnotowywano przekroczenie norm jakości powietrza. Wśród państw europejskich znajduje się pod tym względem w czołówce [1].

Co ma wpływ na zanieczyszczenie powietrza?

Warto wspomnieć, że w XX wieku stężenie zanieczyszczeń powietrza było szczególnie duże na obszarach silnie uprzemysłowionych. Przykładem takiego obszaru był Górny Śląsk, który do dziś słynie z kopalń i hut [2, 3]. Zbadano, że węgiel kamienny wydobywany z kopalń wykorzystywany jest na dużą skalę w polskich gospodarstwach domowych, jako główne źródło wytwarzania ciepła. Wpływ na to jak szybko rośnie popularność tego paliwa ma łatwa dostępność surowca, a także jego dość niskie koszty. W roku 2018, w trosce o zdrowie rodaków, ze względu na stale wzrastające zużycia węgla kamiennego władze dały możliwość skorzystania z regulacji nastawionych przeciwko smogowi, która następnie została wprowadzona przez siedem województw (małopolskie, śląskie, opolskie, wielkopolskie, łódzkie, mazowieckie i dolnośląskie), jedno posiada jej projekt (województwo podkarpackie), a trzy pozostałe rozważają jej przyjęcie (województwo: lubuskie, świętokrzyskie i lubelskie). Uchwały antysmogowe łączy między innymi zakaz stosowania: węgla brunatnego, flotokoncentratów, mułów, niektórych mialów i mokrej biomasy [2].

Wpływ przestarzałych pieców na stan zdrowia ludności

W niektórych miastach dopuszczalny poziom szkodliwych substancji występujących w powietrzu znacznie przekracza ustanowioną granicę. Wśród skutków tego zjawiska wyróżnia się przede wszystkim uszczerbek na zdrowiu społeczności polskiej. W Polsce występuje dość duża ilość, bo ponad 5 milionów domów, które są słabo ocieplane bądź nieocieplane w żaden sposób. Jeśli chodzi o zapewnienie ciepła w takich mieszkaniach, to są one często ocieplane przez piece, które są przestarzałe i nie spełniają odpowiednich kryteriów sprawności i ekologii. W takich to piecach spala się węgiel o bardzo niskiej jakości, a także

w wielu przypadkach palone są śmieci. Chociaż coraz częściej ludzie segregują odpady, to i tak część społeczeństwa traktuje je jako materiał opałowy i spala w piecach. To wszystko ma swoje konsekwencje, z których nie każdy zdaje sobie sprawę lub są one bagatelizowane. Do powietrza, którym oddychamy dostaje się podczas spalania odpadów wiele substancji rakotwórczych i mutagennych. Poprzez takie ogrzewanie budynków występuje zanieczyszczenie środowiska pyłem zawieszonym. Ogrzewanie domów jest głównym źródłem zanieczyszczeń powietrza metalami ciężkimi i związkami siarki. Substancje szkodliwe zawarte w powietrzu zagrażają zdrowiu i mogą być przyczyną wielu chorób [4, 5].

Choroby wywołane przez smog

Smog powoduje ogromne spustoszenie w ludzkim ciele między innymi wpływa na problemy z koncentracją, przyspiesza proces starzenia się układu nerwowego, jest jedną z przyczyn udarów mózgu, przyczynia się do problemów z oddychaniem, powoduje podrażnienie oczu, nosa, gardła, kaszel, bezpłodność, częste infekcje układu oddechowego. Przyczynia się również do powstania chorób takich jak astma, alergia czy rak płuc [6].

Polska w obliczu smogu

W Polsce coraz częściej zwraca się uwagę na problem jakim jest smog. Istnieje bardzo duże prawdopodobieństwo, że kiedyś występował on jeszcze z większym natężeniem niż obecnie. To właśnie zimą na przełomie roku 2016 i 2017 został dostrzeżony problem, jakim jest zanieczyszczone powietrze w wyniku występowania w nim mieszanin pyłów i gazów. Jednak smogu nie można całkowicie wyeliminować ze środowiska, ale można zmniejszyć ryzyko jego występowania, a także uzmysłowić ludziom jak skutecznie bronić się przed tym zjawiskiem [7]. Statystyki wskazują, że najwięcej miast o wysokim stopniu stężenia zanieczyszczeń, spośród całej Unii Europejskiej leży w Polsce. Spośród 50 najbardziej zanieczyszczonych miast w całej Europie aż 33 z nich znajduje się w Polsce. Zbadano, że poziom zanieczyszczeń ma duży wpływ na umieralność w krajach Unii Europejskiej. Rocznie na skutek zanieczyszczeń umiera 440 tys. osób w Europie, a jedna dziesiąta tej części dotyczy Polski. Można więc zauważyć, jak dużym problemem jest smog w Polsce. Dlatego wymaga się od ludności przeciwstawiania się temu problemowi w celu ochrony zdrowia, które jest najważniejszą wartością każdego człowieka. Zatem jak można walczyć ze smogiem? Otóż, stwierdzono, że poprzez unormowanie jakości paliw, ustalenie standardów pieców, likwidację

starych kotłów, w których pali się najtańszym węglem można zmniejszyć ryzyko postępowania szkodliwego zjawiskach atmosferycznego [8].

Wpływ pyłu zawieszonego na stan zdrowia

Pył zawieszony, który stanowi główną przyczynę smogu, w znacznym stopniu wpływa na stan zdrowia. Pył zawieszony, który przedostaje się do dróg oddechowych wchodzi w reakcję mając przy tym wpływ na ich struktury. Rozpatrując ten problem, począwszy od górnych dróg oddechowych, pył wpływa głównie na struktury znajdujące się w obrębie szyi. Ma to negatywne skutki, gdyż może prowadzić do rozwoju takich chorób jak nowotwory, w szczególności występujący nowotwór krtani. Zbadano, że pył zawieszony zawiera w sobie czynnik rakotwórczy. Potwierdzenie obecności tego czynnika można znaleźć w badaniach, które zostały przeprowadzone na populacji mieszkającej w Europie Centralnej. Główną przyczyną powstania tego zagrażającego ludzkiemu zdrowiu pyłu jest ogrzewanie domów węglem. W ten sposób do środowiska atmosferycznego przedostaje się pył zawieszony. Oprócz tego, że może on powodować zachorowanie na nowotwór krtani to, także wpływa na rozwój nowotworu płuc [6].

Światowa Organizacja Zdrowia przyjmuje, że każde skażenie powietrza przez szkodliwe substancje, należy do zanieczyszczeń powietrza. Nie ma tutaj znaczenia jaką postać fizyczną ma ta substancja, lecz to jak ona oddziałuje na zdrowie. Do głównych źródeł smogu zaliczane są działalności przemysłowe, a także szczególnie w dużych miastach - emisja spalin spowodowana komunikacją. Na zanieczyszczenia pyłowe duży wpływ ma przemysł paliwowo-energetyczny, jak również metalurgiczny. Pyły to najczęstsza przyczyna zanieczyszczeń w Polsce. Warto więc przybliżyć jakie jest ich pochodzenie i jakie pyły można wyróżnić. Jeśli chodzi o pochodzenie pyłów, to powstają one między innymi z gleby. Wówczas mówi się o pochodzeniu pyłu z gleby, a także pyle wulkanicznym i biologicznym. Ponadto zalicza się do tej grupy sole mineralne, które również mają pochodzenie naturalne, pierwotne. Pyły neutralne wtórne to siarczany, które swoje pochodzenie zawdzięczają gazom biogennym. Do wtórnych zalicza się również siarczany pochodzące z wulkanów oraz organiczne związki lotne i azotany. W dalszej części, jeśli chodzi o pochodzenie, to wyróżnia się pyły antropogeniczne pierwotne powstałe z pyłu, z przemysłu, jak również sadze. Istnieją też pyły antropogeniczne wtórne. Do tych z kolei należą azotany, siarczany, związki lotne i pyły po spalaniu biomasy. Jeśli chodzi o klasyfikację pyłów to wyróżnia się: TSP, PM10 i PM2,5. Pierwszy z wymienionych jest całkowitym pyłem zawieszonym, natomiast PM10 to

drobny pył zawierający cząsteczki siarki, metali ciężkich, toksycznych dioksyn i wielopierścieniowych węglowodorów. Z kolei PM 2,5 zaliczany jest do bardzo drobnych pyłów. Zawiera on również cząsteczki siarki, metali ciężkich, toksycznych dioksyn i wielopierścieniowych węglowodorów jak również węglowodory aromatyczne i alergeny. Dalej można rozpatrywać podział ze względu na oddziaływanie pyłów na organizm ludzki. Klasyfikacja zakłada występowanie pyłów:

- drażniących – nie są one głównym powodem zachorowań, jednak zawierają w sobie związki wapnia, magnezu, węgla, żelaza, gipsu co przyczynia się do przenoszenia bakterii chorobotwórczych;
- uczulających – są one powodem zachorowań na: gorączkę włókninowa, chroniczny katar, dychawica oskrzelowa, powodują one uczulenia;
- pylicotwórczych – zbadano, że są one odpowiedzialne za wystąpienie uszkodzeń anatomicznych, a także za powstanie pylicy płuc;
- toksycznych – po tym jak zostaną wchłonięte przez organizm zostają zaabsorbowane przez krew, co może powodować niebezpieczne dla życia zatrucia organizmu, przez pierwiastki takie jak kadm, rtęć, ołów. Cząsteczki pyłów łączą się razem z różnymi związkami chemicznymi. Głównie z siarką, dioksynami, metalami ciężkimi, węglowodorami aromatycznymi i różnymi alergenami. Pył jest lekki, co sprawia, że unosi się on bez problemu w powietrzu i wnika z łatwością do pęcherzyków płucnych, a następnie przedostają się do krwi i jest przenoszony do tkanek [9].

Skutki ekspozycji krótkoterminowej i długoterminowej na zanieczyszczenia powietrza

Skutki krótkotrwałego wystawienia organizmu na zanieczyszczenia powietrza:

- wystąpienie objawów chorób podostrych i ostrych (świszczący oddech, kaszel, wzmożone wydzielanie płwociny, infekcje dróg oddechowych);
- wzrost liczby hospitalizacji z powodu chorób układu oddechowego i krążenia;
- absencja w szkole;
- absencja w pracy;
- wzrost użycia lekarstw na schorzenia kardiologiczne i oddechowe;
- obniżony poziom aktywności dziennej.

Skutki długotrwałego wystawienia organizmu na zanieczyszczenia powietrza:

- wzrost poziomu śmiertelności z powodu chorób układów krążenia i oddechowego;

- wzrost występowanie chorób takich jak: POCHP (przewlekła obturacyjna choroba płuc), astma, przewlekłe zmiany w obrębie dróg oddechowych, nowotwory płuc;
- chroniczne zmiany w fizjologicznych funkcjach organizmu;
- zaburzenia rozwoju płodu (spowolniony rozwój płodu, niska masa urodzeniowa) [6].

Wpływ ukształtowania terenu na częstsze występowanie smogu

O jakości powietrza decydują przemiany chemiczne oraz fizyczne, jak również czas rozprzestrzeniania się zanieczyszczeń w atmosferze. Można zauważyć, że nie tylko ilość zanieczyszczeń jaka przedostaje się do atmosfery w wyniku ich emisji ma wpływ na środowisko. Wykazano również, że zmienność stężeń zanieczyszczeń w powietrzu zależy w dużej mierze od pogody. Warto zwrócić uwagę, że kluczowe znaczenie ma także ukształtowanie terenu. Szczególnie w dolinach, czy też kotlinach, gdzie występują mniejsze ruchy powietrza wskaźniki zanieczyszczeń są istotnie wyższe. Idealnym przykładem takiego terenu jest Kraków, gdzie występuje dość duże stężenie zanieczyszczeń [10].

Białe Zagłębie to obszar położony w województwie świętokrzyskim. Słynie on też z licznych atrakcji turystycznych. Miejsce to przyciąga co roku wielu ludzi. Jednak wraz z powstaniem na terenie Białego Zagłębia zakładów cementowo-wapienniczych obniżył się znacznie poziom czystości powietrza. To właśnie powstałe zakłady są głównym powodem emisji pyłów do otoczenia. Poziom tych pyłów znacznie przekroczył ustanowione normy. Oprócz tego na sytuację z pogarszającymi się stale warunkami powietrza, zawierającego w sobie szkodliwe związki wpłynął napływ mas powietrza z południowo-zachodniego sektora. Zatem uwarunkowania geograficzne, także przyczyniły się do tego, że występują tam duże ilości szkodliwych pyłów [11].

Rodzaje smogu

Wyróżnia się dwa rodzaje zanieczyszczeń takich jak smog. Do pierwszego rodzaju należy smog londyński, zwany inaczej kwaśnym albo czarnym. Ten rodzaj zanieczyszczeń występuje w warunkach zimowych i tworzą go zanieczyszczenia, które zostały wyemitowane przez człowieka, czyli pyły oraz dwutlenek siarki. Drugim rodzajem zanieczyszczeń jest smog fotochemiczny, nazywany również kalifornijskim, wtórnym lub utleniającym letnim. Występuje on w ciepłych porach roku, czyli wiosną i latem. W smogu tym występuje mieszanin wielu substancji, które to z kolei powstają w atmosferze na skutek przemian substancji wyemitowanych pierwotnie. Warto wspomnieć, że zarówno smog fotochemiczny,

jak i londyński zależą od słabego wiatru i pogody antycyklonowej. W przypadku smogu fotochemicznego ważną rolę odgrywa temperatura, a także poziom nasłonecznienia. Obszary najbardziej narażone na smog fotochemiczny to miasta leżące w głębokich dolinach. Wtedy też na takich obszarach, gdzie dodatkowo dno dolin jest znacznie wyniesione nad poziom morza występuje zwiększona ilość promieniowania UV, które może prowadzić do nowotworów skóry, a także innych chorób. Przykładem takich miast w Polsce, gdzie występuje ten rodzaj smogu są: Warszawa, Kraków, a także miasta Górnego Śląska. Jednak w Polsce intensywność smogu tego rodzaju jak wynika z badań, jest znacznie mniejsza, niż w mieście takim jak na przykład Meksyk [12-14].

Jak trują samochody?

Coraz częściej zarówno na polskich drogach, jak i w innych krajach, można zaobserwować problem związany z zatłoczeniem ulic. W porównaniu z poprzednimi latami liczba samochodów stale wzrasta. Jak wiadomo pojazdy ułatwiają przemieszczanie się do miejsc docelowych w szybszym tempie, co znacznie ułatwia życie. Jednak ma to też negatywne skutki. Coraz częściej mówi się o zanieczyszczeniach komunikacyjnych. Statystyki wskazują, że stanowią one od 75% do 80% skażeń całkowitych. Dlatego to właśnie transport jest jednym z głównych czynników odpowiedzialnych za wydzielanie zanieczyszczeń do atmosfery. Mieszkańcy dużych aglomeracji, gdzie natężenie ruchu jest wysokie są najbardziej narażeni na wdychanie szkodliwych zanieczyszczeń zawartych w powietrzu. Warto podkreślić, że emisja pyłów do powietrza wpływa nie tylko na zdrowie, ale na całe środowisko naturalne. Przemieszczanie się cząstek szkodliwego pyłu na wielu terytoriach ma pośredni oraz bezpośredni wpływ na kształtowanie się klimatu globalnego i regionalnego. Duża część populacji Unii Europejskiej jest narażona na znacznie wyższe niż zakładają normy stężenie PM, czyli cząstek stałych występujących w środowisku. Są one najbardziej niebezpieczne dla zdrowia, gdyż przenikają do najbardziej wrażliwych części układu oddechowego. Można, więc stwierdzić, że ruch na drogach wpływa znacząco na emisję tlenków azotu i tlenku węgla, natomiast udział w emisji PM10 i PM2.5 może wynosić jak stwierdzono 10%-15%. Z racji tak dużego problemu jakim są samochody i to jaki mają wpływ na stan zdrowia i stan środowiska, system prawny stara się z tym walczyć. Niestety ma to niewielki wpływ na poprawę jakości powietrza. Pomimo wprowadzonych norm dotyczących ograniczenia emisji szkodliwych dla ludzkiego zdrowia substancji chemicznych, które występują w spalinach, problem dalej występuje. Jest to efektem tego, że regulacje

dotyczą tylko pojazdów nowych, a przecież na polskich drogach i nie tylko znajduje się wiele samochodów starych, których normy nie obejmują. Dlatego też pomimo walki z emisją spalin, które wpływają na powstanie smogu limit substancji chemicznych jaki przedostaje się do otoczenia jest znacznie przekroczony, co skutkuje pogorszeniem stanu zdrowia. Zanieczyszczenie powietrza spalinami samochodowymi jest najbardziej powszechne. To ta aktywność wykonywana przez społeczeństwo ma znaczący wpływ na środowisko i zdrowie ludzkie [15-17].

Podsumowanie

W roku 2017 została przedstawiona koncepcja darmowych przejazdów transportem publicznym w Krakowie w czasie, kiedy występuje największe zanieczyszczenie powietrza. Pozytywnym skutkiem tego planu jest spadek tłoku w systemie drogowym, co ma też wpływ na środowisko, ponieważ mniej spalin wydzielanych jest do otoczenia [18].

Koncepcją, która również wpływa na poprawę środowiska, jest wprowadzenie korytarzy przewietrzających, czyli wolnych przestrzeni zieleni, które stanowią bardzo ważny element miast, przez co powietrze może dopływać z zewnątrz i oczyszczać centra miast ze szkodliwych pyłów. Wyniki poziomu zanieczyszczeń powietrza w korytarzach porównywano z miejscami znajdującymi się wewnątrz aglomeracji. Badania te zostały wykonane na 18 stanowiskach w 4 korytarzach przewietrzających, a także w centralnej części Krakowa. Po wykonaniu badań stwierdzono, że korytarze przewietrzające spełniają swoją rolę, a poziom zanieczyszczeń jest mniejszy niż w głównych częściach miasta [19].

Dzięki wzajemnej współpracy i zaprzestaniu przechodzenia obojętnie obok problemu jakim jest smog można wygrać walkę z zanieczyszczeniami, jakie są obecne w środowisku. Potrzeba jest jedynie dobra koncepcja i gotowość do pracy w celu ulepszenia warunków środowiska naturalnego. Państwo polskie także nie stoi obojętnie wobec tego problemu. Stale uchwalane są akty normatywne: ustawy, rozporządzenia, uchwały antysmogowe, które mają regulować standardy urządzeń grzewczych, a także paliw stałych. Jest to więc bardzo duży postęp, jednak jeszcze nie na tyle, by wyeliminować smog całkowicie z otoczenia. Jak wiadomo, ludzi biednych często nie stać na energooszczędne piece, które w dużej mierze rozwiązałyby problem smogu. Często palą oni najtańszym węglem, aby tylko zapewnić sobie byt. Takim ludziom żyjącym w najniższych warstwach społecznych potrzebna jest pomoc i wsparcie, a nie karanie mandatami [20].

Kolejnym programem polskiego rządu w roku 2018 roku była walka z toksynami zawieszonymi w powietrzu poprzez rozwój ekologicznego transportu miejskiego. Autobusy elektryczne mają coraz więcej swoich zwolenników. Dlatego coraz częściej inwestuje się w tego rodzaju transporty miejskie, które są bez emisyjne. Autobusy elektryczne można zaobserwować już w Krakowie, Warszawie, Ostrołęce i Inowrocławiu. Kładzie się zatem coraz większy nacisk na ekologię w komunikacji [21].

Ekologiczna produkcja energii elektrycznej wpływa na znaczną poprawę warunków atmosferycznych. W Zielonej Górze w wyniku inwestycji, jakie zostały tam przeprowadzone, zastąpiono paliwo stałe, czyli węgiel kamienny paliwem gazowym, które z kolei przyjmuje się, że jest bardziej przyjazne dla środowiska. Oprócz tego elektrociepłownia, powstała w Zielonej Górze charakteryzuje się obniżeniem emisji zanieczyszczeń powietrza, poprzez wykorzystanie paliwa ze źródeł pochodzenia lokalnego [22].

Kolejna koncepcja jaką można wyróżnić w celu poprawy czystości powietrza to instalacje termiczne przetworzonych odpadów komunalnych. Przykładowo wyrzucając opakowanie po zużytych produkcie do pojemników na śmieci zostaje on później przerobiony w produkcji na innego rodzaju produkt. Taki proces wpływa na poprawę środowiska, ponieważ nadmiar śmieci to problem z jakim boryka się świat, a nowoczesnym sposobom walki z rosnącą liczbą odpadów, chronimy środowisko oraz ludzi przed szkodliwymi substancjami wydobywającymi się do powietrza [23].

W Polsce organizowane są debaty, w trakcie których omawianych jest wiele programów, które mają na celu ograniczenie ilość smogu poprzez takie kwestie, jak:

- budowa w gminach własnych programów antysmogowych, w tym prowadzenie kampanii na rzecz czystego powietrza i odnawialnych źródeł energii,
- edukacja społeczeństwa – oddolne działania odnoszą największe pozytywne skutki (najlepszym przykładem są działające i stale powstające nowe alarmy smogowe),
- promocja dobrych praktyk, walka z przyzwoleniem społecznym na spalanie śmieci,
- inwestycje w czyste ogrzewanie, najlepiej w odnawialne źródła energii (OZE), na przykład pompy ciepła, kotły na pellet lub gaz,
- termoizolacja budynków, aby w ten sposób zmniejszyć zapotrzebowanie na ciepło (mniej zużytego paliwa oznacza mniej zanieczyszczeń),
- używanie ekologicznych środków transportu (zakaz poruszania się w centrach miast samochodów spalinowych),

- budowa i przebudowa infrastruktury służącej do produkcji i dystrybucji energii pochodzącej z różnych źródeł odnawialnych, takich jak: biomasa, geotermia, słońce, woda, wiatr, w tym również instalacji kogeneracyjnych [24].

Bibliografia

1. Treder M. Smog zagrożeniem bezpieczeństwa zdrowotnego w Polsce. Akademia Marynarki Wojennej w Gdyni, 2017
2. Stala-Szlugaj, K. Uchwały antysmogowe w Polsce a ich oddziaływanie na zużycie węgla kamiennego w gospodarstwach domowych. Instytut Gospodarki Surowcami Mineralnymi i Energią PAN, Kraków, 2018
3. Kuchcik M., Milewski P. Zanieczyszczenie powietrza w Polsce – stan, przyczyny i skutki. Instytut Geografii i Przestrzennego Zagospodarowania im. St. Leszczyńskiego PAN, Warszawa, 2018
4. Jagiełło S. Co możemy zrobić w trosce o czyste powietrze? Wyższa Szkoła Zarządzania i Przedsiębiorczości, Wałbrzych, 2017
5. Rozporządzenie Ministra Rozwoju i Finansów z dnia 1 sierpnia 2017 r. w sprawie wymagań dla kotłów na paliwo stałe, Dz.U. z 2017 r., poz. 1690
6. Krzeszowski J. Pył zawieszony, właściwości oraz znaczenie epidemiologiczne ekspozycji krótko i długotrwałej dla chorób układu oddechowego i krążenia. Wrocław, 2018
7. Żylicz T. Smog nasz powszedni. Uniwersytet Warszawski, 2017
8. Cyganik R. Energia z węgla- Polska bez smogu, 2018
9. Borowski G., Malec A. Zagrożenia pyłowe oraz monitoring powietrza atmosferycznego. Polskie Towarzystwo Inżynierii Ekologicznej, 2016
10. Nidzgorska-Lancewicz J. Specyficzne cechy klimatu miasta w aspekcie zdrowia człowieka. Szczecin, 2016
11. Kozłowski R., Jarzyna K., Józwiak M., Szwed M. Wpływ przemysłu cementowo wapienniczego na właściwości fizyczno-chemiczne i chemiczne pokrywy śnieżnej na terenie „Białego Zagłębia” w lutym 2012 roku. Monitoring środowiska przyrodniczego, 2012
12. Makhniashvili, I.; Makles, Z. Smog w środowisku miejskim. Bezpieczeństwo Pracy: nauka i praktyka, 2006, 7/8: 20-23.

13. Petryk A. Wpływ zanieczyszczenia powietrza na stan zdrowia mieszkańców a funkcjonalność miasta Krakowa, 2018
14. Lotko W., Lisowski A., Łodygowski K. koncepcja zastosowania dodatku węglowodorów syntetycznych do paliw celem ograniczenia emisji wybranych toksycznych składników spalin w aglomeracji wrocławskiej. Autobusy: technika, eksploatacja, systemy transportowe, 2016, 17.
15. Idzior M., Czaplński E., Smolec R., Następstwa ograniczeń prawnych i kontroli emisji spalin w stacjach diagnostycznych na zanieczyszczenie środowiska przez transport samochodowy. Instytut Silników Spalinowych i Transportu, 2016
16. Wojtał R. Zanieczyszczenie powietrza w miastach w aspekcie ruchu samochodowego. Kraków, 2018
17. Kopta T. Jak trują nas samochody. Stowarzyszenie Inżynierów i Techników Komunikacji, 2015
18. Aleksandrowicz J. koncepcja bezpłatnych przejazdów liniami krakowskiej Szybkiej Kolei Aglomeracyjnej w czasie przekroczonych norm zanieczyszczenia powietrza, Politechnika Krakowska, Wydział Inżynierii Lądowej, Kraków, 2017
19. Grzyb J. Bakteriologiczne zanieczyszczenia powietrza w korytarzach przewietrzających Krakowa. Uniwersytet Rolniczy, Kraków, 2016
20. Ruszkowski J. Wspierajmy termomodernizację domów. Polska Zielona Sieć, 2018
21. Maciejczyk A. Autobusy komunikacji miejskiej o napędzie elektrycznym w Polsce. Politechnika Łódzka, 2015
22. Adamczyk J., Dzikuć M., Zarębska J. Implementacja oceny cyklu życia w wyznaczaniu kosztów zewnętrznych funkcjonowania elektrociepłowni konwencjonalnej w Polsce – studium przypadku. 2015
23. Gołek-Schild J. Instalacje termiczne przetwarzanie odpadów komunalnych w Polsce źródło energii o znaczeniu środowiskowym. 2018
24. Łukaszczyk Z. Węgiel tak, smog nie – świadomość i odpowiedzialność. Politechnika Śląska, 2018