

prof. dr hab. inż. Marian Kopczewski

Wydział Nauk o Bezpieczeństwie
Akademia Wojsk Lądowych imienia generała Tadeusza Kościuszki
ORCID: 0000-0002-0402-0477

Paweł Kałuża

Wydział Nauk o Bezpieczeństwie
Akademia Wojsk Lądowych imienia generała Tadeusza Kościuszki
ORCID: 0000-0001-8488-7531

dr hab. inż. Zbigniew Ciekankowski

Wydział Nauk Ekonomicznych
Państwowa Szkoła Wyższa im. Papieża Jana Pawła II
w Białej Podlaskiej
ORCID: 0000-0002-0549-894X

ZAGROŻENIA POWIETRZA ELEMENTEM BEZPIECZEŃSTWA W DOBIE ZAGROŻEŃ KORONAWIRUSA

AIR HAZARDS AS AN ELEMENT OF SAFETY IN THE DAY OF THE THREATS OF CORONAVIRUS

Streszczenie

Powietrze, od czasów istnienia rodzaju ludzkiego, postrzegane jest jako „surowiec” niezbędny, a wręcz konieczny do istnienia życia na Ziemi. Tak więc, ochrona powietrza nie jest już tylko problemem ograniczającym się do przypomnienia ogólnej zasady, że jest ono niezbędne i konieczne dla życia na Ziemi. Celem rozważań pracy jest analiza wdrażania podstaw prawnych i czynności podejmowanych w celu ochrony powietrza, w tym wpływających na jego jakość, ocenę stanu realizacji oraz prognozy na najbliższą przyszłość. Zasadniczy problem, jaki zamierza się rozwiązać w pracy, można wyrazić pytaniem: jakie procedury należy podejmować, aby wyeliminować zanieczyszczenia powietrza, mające bezpośredni wpływ na bezpieczeństwo w tym koronawirusem?

Słowa kluczowe: bezpieczeństwo, koronawirus, nauka, powietrze, zagrożenia

Abstract

Since the times of the existence of mankind, air has been perceived as a “raw material” necessary or even necessary for the existence of life on Earth. So preserving air is no longer just a problem to remind you of the general principle that it is indispensable and necessary to life on Earth. The aim of the study is to analyze the implementation of legal bases and actions taken to protect air, including those affecting its quality, assessment of the implementation status and forecasts for the near future. The fundamental problem that is intended to be solved at work can be expressed by the question: what procedures should be taken to eliminate air pollution having a direct impact on safety?

Keywords: security, coronavirus, science, air, threats

Wstęp

Ludzkość, w tym życie pojedynczej osoby, każdego dnia narażona jest na działanie potężnych i zarazem niszczących sił natury, którym towarzyszy nie mniej groźna, jak i świadoma działalność człowieka, siejąca śmierć i zniszczenie. O ile zagrożenia naturalne współtowarzyszą ludzkości od samego początku jej istnienia, o tyle zagrożenia antropogeniczne wraz z rozwojem postępu naukowo-technicznego, zmieniły swój wymiar i charakter¹. Zagrożenia militarne postrzegane niegdyś, jako największe niebezpieczeństwo, w dzisiejszych czasach tracą swoje pierwszoplanowe znaczenie na rzecz innych, stale eskalujących zagrożeń (zagrożenia polityczne, ekonomiczne, społeczne, czy ekologiczne). W grupie zagrożeń ekologicznych, mieści się degradacja powietrza.

Powietrze, od czasów istnienia rodzaju ludzkiego, postrzegane jest jako „surowiec” niezbędny, a wręcz konieczny do istnienia życia na Ziemi. Jego jakość wraz ze wzrostem gospodarczym, stale się pogarsza, co negatywnie wpływa na kształtowanie życia rodzaju ludzkiego i aktywności biologicznej. Ale nie tylko pogarszanie się jakości tego zasobu jest poważnym problemem, ponieważ coraz częściej spotyka się opinię, że problem ilościowy powietrza w związku ze zwolnieniem tempa procesów odtwarzania się niektórych jego składników, w dzisiejszych czasach jest również poważnym niebezpieczeństwem.

Tak więc, ochrona powietrza nie jest już tylko problemem ograniczającym się do przypominania ogólnej zasady, że jest ono niezbędne i konieczne dla życia na Ziemi. W tej kwestii konieczne jest nieustanne, efektywne i umiejętne działanie, oparte na edukacji, prawie, wiedzy i nauce, gdyż stale postępująca degradacja powietrza w tym również i problem ilościowy powietrza, stanowi zagrożenie nie tylko ekologiczne, lecz również przysparza wielu dylematów szeroko pojętym systemom bezpieczeństwa².

Celem rozważań pracy jest analiza wdrażania podstaw prawnych i czynności podejmowanych w celu ochrony powietrza, w tym wpływających na jego jakość, ocenę stanu realizacji oraz prognozy na najbliższą przyszłość. Zasadniczy problem, jaki zamierza się rozwiązać w pracy, można wyrazić pytaniem: jakie pro-

¹ R. Grocki, *Vademecum zagrożeń*, Dom Wydawniczy BELLONA, Warszawa 2003, s. 9.

² R. Paczuski, *Ochrona środowiska – zarys wykładu*, Oficyna Wydawnicza BRANTA, Bydgoszcz 2008, s. 9-10.

cedury należy podejmować, aby wyeliminować zanieczyszczenia powietrza, mające bezpośredni wpływ na bezpieczeństwo? Szczegółowy zakres pracy, możemy zaś wyrazić następującymi pytaniami: Za hipotezę pracy przyjęto, że właściwie realizowany proces ochrony powietrza, ograniczy, a nawet w pełni eliminuje zagrożenia bezpieczeństwa, powodowane zanieczyszczeniem powietrza w wyniku zamierzonej działalności ludzkiej. Zagadnienia te przeanalizowano w kontekście współczesnej sytuacji w Polsce i na świecie.

Rodzaje zanieczyszczeń powietrza

Czym więc jest zatem powietrze? Powietrze jest to mieszanina gazów tworząca atmosferę ziemską. Najważniejsze pierwiastki wchodzące w skład powietrza to: azot, tlen i argon. Powietrze wypełniają także para wodna, wodór i dwutlenek węgla. W zależności od różnych czynników (klimat, stopień zurbanizowania) powietrze zawiera także inne pierwiastki oraz zanieczyszczenia. Ochrona środowiska definiuje powietrze jako gaz wypełniający troposferę, z wyłączeniem tego, który znajduje się wewnątrz budynków i miejsc pracy. Powietrze jest bezbarwne i bezwonne, nie posiada smaku i nie przewodzi prądu. Słabo rozpuszcza się w wodzie. Jego gęstość zależy od wielu czynników, m.in. od stopnia wilgotności, temperatury czy składu, w tym zanieczyszczeń. Powietrze ulega sprężaniu i rozprężaniu, a także skraplaniu. Bez zasilonego w tlen powietrza nie byłoby możliwe życie na Ziemi. W meteorologii używa się pojęcia masa powietrza, który odnosi się do obszaru troposfery dużej wielkości, charakteryzującego się pionowym uwarstwieniem termicznym oraz innymi cechami, których powietrze nabyło poprzez długotrwałe zaleganie nad danym typem terenu. Między poszczególnymi masami powietrza obecne są strefy przejściowe zwane frontami atmosferycznymi. Masy powietrza mają ważny udział w kształtowaniu klimatu. Wyróżniamy masy powietrza polarnego, arktycznego i zwrotnikowego, z podziałem na masy kontynentalne i morskie. Powietrze lądowe (kontynentalne) cechuje się niewielką zawartością wilgoci. Latem jest cieplejsze, a zimą chłodniejsze w porównaniu do powietrza morskiego wypełniającego tę samą strefę klimatyczną. Powietrze morskie z kolei zalega nad obszarem wód morskich i oceanicznych. Jest o wiele bardziej nasycone wilgocią niż powietrze kontynentalne tej samej strefy, latem jest też od niego chłodniejsze, a zimą cieplejsze.

Zagrożenie to może wywołać działalność człowieka (antropomorficzne) i czynniki naturalne (nieantropomorficzne). Definiowane jest jako *rodzaj zagrożenia, w wyniku którego może nastąpić niebezpieczeństwo dla istot żywych, na skutek zmiany środowiska naturalnego*³. Do zdarzeń tego typu możemy zaliczyć:

- niekontrolowaną eksploatację zasobów naturalnych (wyrąb lasów, nadmierne odłowy zwierząt, rabunkowe wydobywanie kopalin);
- masowe zanieczyszczanie wody, powietrza, gleby;

³ Ibidem, s. 89.

- brak gospodarki odpadami komunalnymi, przemysłowymi i nuklearnymi;
- stosowanie niebezpiecznych technologii przemysłowych prowadzących do zmian w atmosferze (likwidacja powłoki ozonowej, ocieplanie klimatu, wzrost emisji promieniowania ultrafioletowego);
- katastrofy naturalne i przemysłowe;
- naruszenie stosunków wodnych w środowisku (odwracanie biegu rzek, brak racjonalnej gospodarki leśnej) prowadzące do erozji gleb, osuwisk i pustynnienia terenów;
- chaotyczną urbanizację.

Po zapoznaniu się z głównymi źródłami zanieczyszczeń powietrza atmosferycznego, jesteśmy w stanie dokonać klasyfikacji emitowanych przez nie zanieczyszczeń. Tak więc, w zależności od stanu skupienia, zanieczyszczenia powietrza możemy sklasyfikować według trzech podstawowych grup: stałe, gazowe, ciekłe.

Zanieczyszczenia stałe, czyli pyły (pyłki) powstają w głównej mierze w wyniku niepełnego spalania paliw (popioły, sadze i dymy), w tym szczególnie kopalnianych, a także odpadów bytowo-gospodarczych i przemysłowych. Znaczna ich część tworzy się w wyniku rozdrabniania i kruszenia oraz ścierania się różnych ciał np. wspomnianych już opon samochodowych. W zależności od ich właściwości pyły dzielą się na:

- pochodzenia mineralnego (np. ditlenek krzemu – SiO_2);
- pochodzenia organicznego (np. pył siana);
- pochodzące z nierozpuszczalnych ciał stałych (np. szkła);
- ulęgające rozpuszczaniu w płynach ustrojowych;
- zawierające substancje promieniotwórcze⁴.

Od rodzaju wywołanego skutku (oddziaływania) na organizmy żywe, możemy je podzielić na pyły o działaniu zwłókniającym, alergizującym, drażniącym, toksycznym i promieniotwórczym. W wyniku rozpraszania i pochłaniania promieniowania słonecznego, przyczyniają się do ograniczenia widoczności i redukcji nasilenia promieniowania nadfioletowego (UV), co skutkuje wzrostem ilości bakterii występujących w powietrzu i obniżeniem intensywności procesu fotosyntezy. Oddziałując, zaś z urządzeniami technicznymi, powodują ich uszkodzenie, bądź szybsze zużycie i korozję, zwłaszcza przy dużej wilgotności powietrza⁵. Zanieczyszczenia gazowe, to zaś liczne substancje lotne. Ze względu na szczególną szkodliwość (uciążliwość) dla środowiska, głównie zalicza się do nich tlenki węgla, siarki, azotu i węglowodory.

Wyodrębnia się, także inne kryteria podziału aerozoli, a mianowicie ze względu na ich pochodzenie (antropogeniczne, naturalnie nieożywione, aerozole biologiczne) oraz ich skład i oddziaływanie chemiczne (działanie biochemiczne i toksyczne). Najczęściej jednak spotykanym podziałem jest podział według kryteriów higieniczno-zdrowotnych, „uwzględniające zdolność penetracji fazy rozproszonej w głąb dróg oddechowych człowieka”. Przyjmuje się, że zanieczyszczenia pyłowe

⁴ J. Strzałko, T. Mossor-Pietraszewska, *Kompendium wiedzy o ekologii*, PWN, Poznań 2019, s. 318-319.

⁵ Ibidem, s. 319-320.

o bardzo małym przekroju cząstek (frakcje o wartości mniejszej niż 5 mm – pył respirabilny), są najbardziej szkodliwe. Natomiast, w stosunku do mgieł przemysłowych, tu wielkość przekroju ich cząstek nie jest istotna, ponieważ w tym przypadku najistotniejsze znaczenie ma ich skład chemiczny – szkodliwość działania⁶.

Zatem, specyficznym rodzajem zanieczyszczenia powietrza jest smog atmosferyczny, czyli mgła składająca się ze stałych cząstek aerozoli i/lub ciekłych aerozoli. Nazwa ta pochodzi od scalenia dwóch słów „dym” (ang. smoke) i „mgła” (fog)⁷.

Smog występuje na terenach o dużej emisji zanieczyszczeń przy słabym ich rozprzestrzenianiu się oraz przy korzystnych warunkach atmosferycznych. Dochodzi wówczas do nadmiernego nasycenia powietrza licznymi zanieczyszczeniami i/lub pyłowymi, co niejednokrotnie prowadzi do bardzo poważnych zaburzeń stanu zdrowia ludzkiego, nie wykluczając w tym zgonów. W gronie obszernej gamy smogów, wyróżnia się dwa zasadnicze typy, a mianowicie: klasyczny (kwaśny), nazywany także smogiem typu londyńskiego oraz fotochemiczny (utleniający), określane mianem Los Angeles⁸.

Smog klasyczny (kwaśny) wyróżnia się bardzo dużą bytnością stężenia niespalonych cząstek sadzy oraz tlenku siarki (ze spalania węgla i/lub mazutu) w powietrzu przy jego bardzo dużej wilgotności. W powstałej w ten sposób mgłę, dochodzi do procesu utleniania się tlenku siarki na aerozol kwasu siarkowego. Wytworzona tą metodą kwaśna mgła w kolorze szarym poraża drogi oddechowe i zakłóca funkcjonowanie układu krążeniowo-oddechowego⁹, upośledza fotosyntezę i niszczy struktury aparatu asymilacyjnego roślin, jak również przyspiesza korozję konstrukcji metalowych. Warunki sprzyjające tworzeniu się smogu klasycznego (kwaśnego), istnieją w strefie klimatu umiarkowanego¹⁰.

Smog fotochemiczny (utleniający) powstaje w wyniku emisji do powietrza znacznych ilości gazów pochodzących ze spalania paliw ciekłych (benzyna, olej napędowy), w warunkach dużego promieniowania słonecznego. Dochodzi wówczas do wielu reakcji chemicznych i fotochemicznych, pomiędzy tlenkami azotu i węglowodorami, których efektem jest tworzenie się wysokotoksycznej mgły w kolorze żółtobrunatnym. Powstały w ten sposób smog jest szkodliwy dla ludzi, zwierząt i roślin, a także przyspiesza degradację gumy, czy syntetycznych tkanin. Najczęściej, smog fotochemiczny (utleniający) występuje w dużych aglomeracjach miejskich, podczas ciepłej bezwietrznej pogody, a problemy związane z jego występowaniem, są zjawiskiem postępującym na całym świecie¹¹.

⁶ Ibidem.

⁷ G. W. van Loon, S. J. Duffy, *Chemia środowiska*, Wydawnictwo Naukowe PWN S.A., Warszawa 2007, s. 83.

⁸ A. Kurnatowska, P. Kurnatowski, *Mykologia medyczna*, Edra Urban & Partner, Wrocław 2018, s. 15-16.

⁹ „Pod koniec 1952 roku w Londynie wystąpił groźny smog, trwający kilka tygodni, który spowodował śmierć ponad 4 000 osób, w większości przypadków w wyniku ostrej niewydolności układu oddechowego”. G. W. van Loon, S. J. Duffy, *Chemia..., op. cit.*, s. 83.

¹⁰ R. Olaczek, A. U. Warcholińska, *Ochrona środowiska i żywych zasobów przyrody*, wyd. UŁ, Łódź 2019, s. 381-382.

¹¹ G. W. van Loon, S. J. Duffy, *Chemia..., op. cit.*, s. 84-85.

Odrębnym, zaś rodzajem zanieczyszczeń powietrza, są pyły promieniotwórcze, powstałe w wyniku naziemnych eksplozji nuklearnych (próby jądrowe). Potężne wybuchy wynoszą pyły promieniotwórcze do atmosfery, tj. troposfery i stratosfery, gdzie w tych warstwach atmosfery pozostają przez wiele lat. „W pyłach tych znajduje się ponad 20 radioizotopów, między innymi stront-90 i cez-137, które długo są źródłem emisji promieniowania jonizującego o charakterze korpuskularnym i elektromagnetycznym, a także są źródłem neutronów”¹².

Podsumowując powyższe zagadnienie należy wskazać, że substancje uwalniane do atmosfery ziemskiej, zanieczyszczenia dzielą się jeszcze na:

- pierwotne – substancje zanieczyszczające atmosferę, bezpośrednio są uwalniane do niej przez źródła emisji;
- wtórne – substancje zanieczyszczające atmosferę, powstają w wyniku zachodzących w niej różnych, złożonych procesów fizycznych i chemicznych, z tym, że konsekwencje oddziaływania zanieczyszczeń wtórnych, są o wiele bardziej szkodliwe od tych spowodowanych zanieczyszczeniami pierwotnymi¹³.

Wpływ zanieczyszczeń powietrza na bezpieczeństwo

Powietrze, jako składnik całokształtu sfer środowiska jest koniecznym warunkiem w procesie kształtowania życia rodzaju ludzkiego i aktywności biologicznej na Ziemi. Jego ochrona jest niebywale ważnym zagadnieniem, gdyż egzystencja większości organizmów żywych, uzależniona jest od jego poziomu czystości. Emisja zanieczyszczeń do atmosfery, nie wliczając w to zmian jej właściwości, powoduje degradację innych obszarów środowiska, a w szczególności:

- wzrost zachorowalności ludzi;
- ubytek w roślinności, zwłaszcza w lasach;
- niszczenie świata zwierzęcego;
- zmniejszenie zdolności produkcyjnych gleb;
- zmiany klimatyczne w skali całej planety;
- straty w gospodarce (powodowane korozją wywołana przez kwaśne deszcze);
- zanieczyszczenie wód¹⁴.

Najpowszechniej zauważalnym następstwem zanieczyszczenia powietrza jest jego bezpośredni wpływ na stan zdrowia ludzkiego. Prowadzone prace badawcze na temat powyższego zagadnienia wskazują, że na terenach, gdzie wystąpiło przekroczenie dozwolonych norm stężeń substancji zanieczyszczających w powietrzu, częściej występują takie choroby jak zapalenie oskrzeli, rozedma płuc,

¹² A. Kurnatowska, P. Kurnatowski, *Mykologia...*, op. cit., s. 16.

¹³ J. Strzałko, T. Mossor-Pietraszewska, *Kompendium...*, op. cit., s. 315.

¹⁴ G. Dobrowolski, *Zrównoważony rozwój jako czynnik determinujący prawne podstawy zarządzania geologicznymi zasobami środowiska*, Agencja Reklamowa TOP, Katowice 2016, s. 15.

astma (wszelkiego rodzaju alergii), a także choroby nowotworowe (nowotwory płuc) oraz koronawirus¹⁵.

Takie działanie zanieczyszczeń powietrza na stan zdrowia ludzkiego, może przebiegać w dwóch cyklach, tj.:

- występowanie nagłych, krótkotrwałych, wysokich stężeń zanieczyszczeń na niewielkich obszarach (stan nie powodujący bezpośredniego zaistnienia chorób u ludzi, ale może negatywnie wpłynąć na wzrost śmiertelności osób starszych);
- występowanie stałych, niewielkich stężeń zanieczyszczeń na danym terenie (stan powodujący zachorowalność, zwłaszcza na choroby układu oddechowego, który proporcjonalnie do upływu czasu może stopniowo wzrastać)¹⁶.

Ponadto, jak pokazały badania przeprowadzone w Pekinie na 74 671 dzieci urodzonych, jakość powietrza ma również wpływ na masę urodzeniową dziecka. Wzrost zagęszczenia powietrza, dwutlenkiem węgla (SO₂) o każde 100 mg/m³ powoduje spadek masy dziecka o 7,3 g. Natomiast, wzrost stężenia całkowitego pyłu w powietrzu o 100 mg/m³ powoduje spadek masy urodzeniowej dzieci o 6,9 g – przypomnijmy, że masa urodzeniowa dziecka jest ważnym wskaźnikiem określającym szanse jego przeżycia i ryzyko zachorowań¹⁷.

Najłatwiej do organizmu ludzkiego przedostają się zanieczyszczenia gazowe, w trakcie procesu oddychania. Człowiek zużywa 10 m³ powietrza na dobę, a jeśli to powietrze będzie zanieczyszczone to do jego organizmu (płuc) dostanie się określona ilość zanieczyszczeń. A więc układ oddechowy człowieka jest pierwszą i bezpośrednią „ofiara”, o ile zanieczyszczenia te posiadają właściwości dusząco-drażniące. W radykalnych przypadkach, codziennie do płuc człowieka, może trafić nawet kilkadziesiąt miligramów danej substancji, skąd poprzez układ krwionośny obejmuje ona cały organizm. Część z tych zanieczyszczeń wydzieli się wraz z parą respiracyjną na zewnątrz, a reszta zaatakują układ krwionośny, czy system nerwowy bądź inny organ wewnętrzny¹⁸.

Odmienny zaś jest proces przenikania do organizmu człowieka zanieczyszczeń w postaci cząsteczek stałych lub ciekłych. Przebiegać on może w następujący sposób:

- zanieczyszczenia większe, przekraczające średnicę 5 μm odkładają się w układzie oddechowym wskutek efektu bezwładności;
- zanieczyszczenia o wymiarach od 1 do 5 μm pozostają w układzie oddechowym wskutek zachodzącej w nim sedymentacji grawitacyjnej, a więc osiadania;
- zanieczyszczenia o wymiarach poniżej 1 μm rozprzestrzeniają się wskutek ruchów Browna (ruchów chaotycznych) w układzie oddechowym – odkładają się w tej części organizmu, gdzie zetkną się z jego ścianką. Natomiast,

¹⁵ Ibidem, s. 15-16.

¹⁶ Ibidem, s. 16.

¹⁷ M. Siemiński, *Środowiskowe zagrożenia zdrowia*, Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa 2001, s.71.

¹⁸ A. Jagusiewicz, *Powietrze...*, op. cit., s. 15-16.

cząsteczki poniżej 0,01 μm w całości są pochłaniane przez ciecz fizjologiczną i wydzielane z organizmu¹⁹.

Cząsteczki stałe na organizm człowieka, mogą oddziaływać mechanicznie, bądź biologicznie. Skutki oddziaływania mechanicznego, powodują jedynie dolegliwości dróg oddechowych, natomiast biologicznego mogą spowodować groźne powikłania chorobowe, w zależności od właściwości fizykochemicznych cząstek (rozpuszczalność, stopień toksyczności). Najdrobniejsze z nich wnikają bezpośrednio do układu krwionośnego, a następnie „oponowują” dowolny organ²⁰.

Tak więc, skala następstw jakie wywołuje zanieczyszczona atmosfera na organizm człowieka, rozciąga się od podrażnienia oczu, aż po śmierć²¹ – im łagodniejsze skutki wywołamy zanieczyszczając atmosferę, tym liczba zrządzeń takiego oddziaływania atmosfery będzie mniejsza. W skali całej planety najciekawszymi i zarysowującymi się przede wszystkim, są skutki zanieczyszczeń powietrza polegają na tzw. efekcie cieplarnianym i na niszczeniu warstwy ozonowej²². Coraz większa liczba faktów dowodzi, że obecnie został zapoczątkowany etap antropogenicznych zmian klimatycznych, który może doprowadzić do globalnego ocieplenia, tzw. efektu cieplarnianego wraz ze złożonymi konsekwencjami dla funkcjonowania atmosfery ziemskiej. Zasadniczą przyczyną, „szybkiego tempa” (rzędu kilkudziesięciu – kilkuset lat), globalnego ocieplenia jest wzrost funkcji ciepłochłonnych atmosfery, spowodowany nadmierną emisją, do atmosfery substancji, będących mocnymi absorbentami promieniowania długofalowego Ziemi. Substancje te, to tzw. gazy cieplarniane, do których głównie należą:

- dwutlenek węgla (około 50 – 55% udziału w efekcie cieplarnianym);
- metan (około 15 – 18% udziału w efekcie cieplarnianym);
- freony (około 14 – 17% udziału w efekcie cieplarnianym);
- ozon troposferyczny (około 12% udziału w efekcie cieplarnianym);
- podtlenek azotu (około 6% udziału w efekcie cieplarnianym)²³.

Rola poszczególnych gazów w tworzeniu efektu cieplarnianego jest funkcją wielkości emisji, właściwości radiacyjnych oraz długości ich przebywania w atmosferze²⁴.

Dwutlenek węgla, jako największy „udziałowiec” w tworzeniu efektu cieplarnianego, ma tę właściwość, że przepuszcza promieniowanie słoneczne w kierunku Ziemi, natomiast silnie pochłania to, które odbija się od jej powierzchni, zwłaszcza w zakresie długości fal charakterystycznych dla promieniowania podczerwonego. W efekcie dwutlenek węgla więzi ciepło, stając się niejako wtórnym grzejnikiem atmosfery. To właśnie, ten wtórny grzejnik atmosfery, odpowiedzialny jest głównie za wzrost globalnej temperatury o około 3 – 4°C do połowy obecnego stulecia. Na szczęście tylko 40% dwutlenku węgla emitowanego do atmosfery w niej pozostaje.

¹⁹ Ibidem, s. 97.

²⁰ A. Jagusiewicz, *Powietrze...*, op. cit., s. 97.

²¹ Ibidem, s. 97-100.

²² G. Dobrowolski, *Zrównoważony rozwój...*, op. cit., s. 17.

²³ R. Olaczek, A. U. Warcholińska, *Ochrona...*, op. cit., s. 396.

²⁴ A. Kurnatowska, P. Kurnatowski, *Mykologia...*, op. cit., s. 18.

staje, gdyż drugie tyle pochłania roślinność, a pozostałe 20% morza i oceany. Pamiętaj jednak należy, że „zielona” powierzchnia Ziemi pod ciosami postępu kurczy się z roku na rok, a także malej chłonność mórz i oceanów w wyniku zanieczyszczenia ich wód²⁵.

Zachodzące procesy chemiczne w stratosferze, powodują wahania ilościowe ozonu w atmosferze, zależnie od pory roku i od miejsca. Fluktuacja ilościowa promieniowania ultrafioletowego, jakie dociera ze Słońca do powierzchni Ziemi, nie jest ich rzeczywistym odzwierciedleniem. Na wartość ilościowego promieniowania ma wpływ chociażby kąt ich padania na powierzchnię Ziemi (zmienny w zależności od pory roku), czy zachmurzenie (grubość powłoki chmur). Tak więc, najistotniejsza jest wartość stężenia ozonu w atmosferze, która w poszczególnych jej warstwach jest zróżnicowana. Stosunkowo wysokie stężenie ozonu jest na wysokości pomiędzy 18, a 40 km, natomiast najwyższe na poziomie 25 – 35 km i tą sferę zwiększonej wartości stężenia ozonu w stratosferze nazywamy ozonosferą. Na tej wysokości ukształtowało się maksimum występowania liczby fotonów, jak i zarówno liczby cząsteczek zdolnych na wchłanianie promieniowania ultrafioletowego (UV) Słońca. Zagrożeniem dla ozonosfery jest oczywiście ingerencja antropogeniczna, uruchamiająca katalityczne reakcje, niszczące ozon stratosferyczny, w wyniku wprowadzania do atmosfery tzw. katalizatorów w nadmiernej ilości. Najniebezpieczniejszym z nich są freony, czyli chlorofluorowęglowodory – pochodne fluorochlorowe metanu i etanu, a także gazy cieplarniane (wspomniane wcześniej – przyczyniające się głównie do powstawania efektu cieplarnianego). Katalizatory te nie aktywne chemiczne w troposferze, przenikają do stratosfery (ozonosfery), gdzie ulegają rozpadowi – uwalniają substancje o charakterze katalitycznym – niszcząc ozon w tej sferze. W latach siedemdziesiątych ubiegłego stulecia zauważono pierwsze zagrożenia ze strony chlorofluorowęglodorów, lecz dopiero na początku lat osiemdziesiątych prace badawcze dostarczyły niepokojących danych. Zaobserwowano nad biegunami, zwłaszcza południowym (Antarktyda) znaczne ubytki ozonu stratosferycznego (z poziomu 300 do poniżej 100 dobsonów – jednostka pomiaru warstwy ozonu w atmosferze Ziemi, zwłaszcza w stratosferze) i zjawisko to zostało nazwane dziurą ozonową²⁶.

Podobnie, jak trwałość tynków w dużych aglomeracjach miejskich w skutek zasiarczenia atmosfery, ocenia się trwałość wszelkiego rodzaju metali – zamiast przewidywanych kilkudziesięciu lat, sięga ona zaledwie kilku, bądź kilkunastu. Niezwykle podatne na korozję są stale węglowe, będące zarazem podstawowym materiałem konstrukcyjnym. Trwałości ich powłok ochronnych w wyniku oddziaływania dwutlenku siarki, skraca się również o około 20 – 30%²⁷.

Budownictwo to tylko jedna z „ofiar” tzw. kwaśnych deszczy (zakwaszenia atmosfery). Bez wątplenia, korozje materiałów budowlanych i konstrukcyjnych są najbardziej dotkliwą i powszechną stratą, jakie zanieczyszczenia powietrza powodują w środowisku sztucznym. Pamiętaj jednak należy, że zanieczyszczenia

²⁵ A. Jagusiewicz, *Powietrze...*, op. cit., s. 125-126.

²⁶ R. Olaczek, A. U. Warcholińska, *Ochrona...*, op. cit., s. 401.

²⁷ Ibidem, s. 132.

powietrza powodują, także straty w innych gałęziach przemysłu. Wcześniejшему zużyciu ulegają wszelkiego rodzaju mechanizmy maszyn i urządzeń, wykonanych w większości przypadków z metali bardziej wrażliwych na zanieczyszczenia powietrza, aniżeli stal węglowa. Jako ciekawostkę można tu podać, że tworzący się na izolatorach linii wysokiego napięcia elektrolit w trakcie kwaśnego deszczu powoduje dość znaczne „przecieki” energii elektrycznej²⁸.

Wypada także zasygnalizować, że warunki atmosferyczne, kształtowane po części zanieczyszczeniami powietrza, jak np. temperatura, mogą negatywnie wpływać na celność strzału z broni palnej. Skok temperatury powietrza o każde 10°C, tj. jej podwyższenie lub obniżenie, zmienia prędkość początkową pocisku o około 7 m/s. W temperaturze minusowej pocisk traci prędkość początkową szybciej, niż w temperaturze plusowej – zmienia się także siła przebicia pocisku²⁹. Temperatura powietrza, to nie jedyny element meteorologiczny, wpływający na celność strzału z broni palnej. Przystępując do strzelania, należy także uwzględnić opór powietrza, który uzależniony gęstością i ciśnieniem atmosferycznym, wywiera stały nacisk na lecący pocisk, powodując jego ciągły spadek energii – celność strzału i siłę przebicia pocisku³⁰.

Emisja zanieczyszczeń do powietrza oraz tak różnorodne, lecz zawsze ujemne ich oddziaływanie powoduje określone straty. Większość z nich jest trudno wymierna, gdyż niszczyją dzieła sztuki np. plastycznej (gobeliny, arras, freski itp.), obniżają się wartości rekreacyjne i krajobrazowe otaczającego nas środowiska naturalnego, lecz ich podziału można dokonać, opierając się na trzech różnych kryteriach. Według pierwszego z nich straty możemy podzielić z uwagi na zakres i związek ze środowiskiem, straty: powstające w samej atmosferze, wynikające z konieczności wykorzystywania zanieczyszczanego, a więc niepełnowartościowego środowiska atmosferycznego, wynikające z oddziaływania zanieczyszczonego powietrza³¹.

Zaś według drugiego z nich, straty możemy podzielić z uwagi na charakter, tj.: ekonomiczne, ogólnospołeczne³².

Ostatnim kryterium podziału, będzie podział strat z uwagi na praktyczne możliwości oceny: wymierne i niewymierne³³.

Ale w celu oceny poszczególnych rodzajów strat, bardziej właściwy wydaje się podział według prostszej klasyfikacji. Według niej wszystkie straty, niezależnie od ich związku ze środowiskiem, charakteru czy też stopnia wymierności, dzielą się na straty: bezpośrednie i pośrednie³⁴.

²⁸ A. Jagusiewicz, *Powietrze...*, op. cit., s. 132.

²⁹ A. Szyrkowiec, *Myśliwska broń palna. Zasady budowy i eksploatacji*, Wydawnictwo Ministerstwa Obrony Narodowej, Warszawa 1988, s. 68-69.

³⁰ T. Puchalski, *Broń śrutowa i technika strzelania*, Państwowe Wydawnictwo Rolnicze i Leśne, Warszawa 1978, s. 48.

³¹ A. Jagusiewicz, *Powietrze...*, op. cit., s. 132-133.

³² Ibidem.

³³ Ibidem.

³⁴ Ibidem, s. 136.

Straty bezpośrednio to emisja do powietrza cennych, stanowiących niejednokrotnie produkt finalny, materiałów i surowców. Zaliczyć do nich chociażby można tlenki metali kolorowych, klinkier cementowy, czy nawozy azotowe, których straty wyemitowania do atmosfery stosunkowo łatwo można określić. Nieporównywalnie zaś, zróżnicowane są straty pośrednie z uwagi na ich wymierną ocenę, gdyż zbyt wiele jest czynników, które należy jednocześnie brać pod uwagę lub też takich, które po prostu utrudniają taką ocenę. Głównie do takich strat zaliczymy:

- wydatki na leczenie schorzeń powstałych u ludzi i zwierząt;
- spadek wydajności pracy w skutek zwiększonej absencji chorobowej pracowników w rejonach o podwyższonym stężeniu zanieczyszczenia atmosfery;
- zmniejszone plonowanie roślin w gospodarce rolnej i leśnej;
- przeredzenie się rybostanu w zniszczonych tzw. kwaśnymi deszczami ekosystemach wodnych;
- wzrost zużycia energii elektrycznej na oświetlenie;
- ograniczenia w cywilnym transporcie lotniczym i samochodowym, jako konsekwencja złej widoczności;
- ograniczenia w wojskowym systemie obronnym, wykorzystującym przestrzeń powietrzną w celach militarnych, jako konsekwencja również złej widoczności;
- obniżenie walorów krajobrazowych środowiska naturalnego, wyrażające się spadkiem ruchu turystycznego;
- przedwczesna korozja metali i materiałów budowlanych i związana z nią wcześniejsza wymiana części zamiennych, renowacja powłok ochronnych, a także remontów;
- wzrost kosztów utrzymania mieszkańców na obszarach o zwiększonym natężeniu zanieczyszczeń powietrza, wynikający między innymi z konieczności częstszego czyszczenia odzieży oraz szybszego jej zużywania się, a także poszukiwanie odległych miejsc wypoczynku³⁵.

Kolokwialnie rzecz ujmując, podobnie jak straty zanieczyszczeń powietrza atmosferycznego, również i skutki tych zanieczyszczeń, możemy sklasyfikować według obszarów, tj.: biologiczne, termiczne, ekonomiczne, estetyczne³⁶.

Oczywiści nie są to wszystkie straty i skutki nadmiernej emisji substancji zanieczyszczających do powietrza, ale trzeba zaznaczyć, że można dopatrzeć się między nimi efektu reakcji łańcuchowej³⁷, tj. wpływ zanieczyszczeń powietrza atmosferycznego na inne dziedziny bezpieczeństwa ekologicznego, czy nawet inne rodzaje bezpieczeństwa, jak bezpieczeństwo polityczne, militarne, ekonomiczne, społeczne.

Pamiętać jednak należy, że szkody powodowane zanieczyszczeniem powietrza atmosferycznego niszczą nie tylko środowisko rodzinne kraju, ale także

³⁵ A. Jagusiewicz, *Powietrze...*, op. cit., s. 136-137.

³⁶ J. Strzałko, T. Mossor-Pietraszewska, *Kompendium...*, op. cit., s. 328.

³⁷ G. Dobrowolski, *Zrównoważony rozwój...*, op. cit., s. 18.

są przenoszone ponad granicami na terytoria innych państw³⁸ – solidarnie z tym, co charakteryzuje globalizację, czyli wydarzenia w jednym geograficznym i w jednym wymiarze mogą mieć głębokie konsekwencje w innym miejscu geograficznym i w innym wymiarze³⁹.

Kończąc rozważania na temat zanieczyszczeń powietrza warto przytoczyć słowa profesor Wacława Brzezińskiego, który pisał: „Możemy bowiem regulować stopień i jakość zanieczyszczenia wód w czasie i przestrzeni, możemy odprowadzać ścieki na dalekie odległości, bądź przejściowo magazynować, możemy poddawać je procesom oczyszczającym, możemy wyłączać wodę od takiego, czy innego użytkownika, możemy przesyłać wodę na znaczne odległości. (...) Natomiast nie odgradzimy z pełną skutecznością techniczną części atmosfery, w której ma żyć człowiek, od źródeł zanieczyszczenia, nie będziemy regulowali dostawy powietrza (...) nie będziemy zalecali ludziom, aby nie oddychali powietrzem skażonym⁴⁰, powietrzem które jest nosicielem różnych zarazków w tym koronawirusa.

Koronawirus w powietrzu?

WHO przyznała, że nie można wykluczyć transmisji powietrznej koronawirusa poprzez unoszące się w powietrzu drobne aerozole. Część badaczy uważa, że mogą być one roznoszone przez osobę zakażoną podczas rozmowy, a nie tylko na skutek kaszlu lub kichania, szczególnie w zatłoczonych pomieszczeniach. Specjaliści przekonują, że koronawirus SARS-CoV-2 może się rozprzestrzeniać drogą powietrzną, w mikroskopijnych aerozolech, nawet na większą odległość niż się przypuszcza i przez wiele godzin. Twierdzą, że wskazuje na to wiele obserwacji. Dlatego Światowa Organizacja Zdrowia (WHO) ostrzega, że patogen ten – podobnie jak inne wirusy, np. grypy lub przeziębienia - przenoszony jest drogą kropelkową, głównie wtedy, gdy zakażona osoba kaszle i kicha. Z wydzieliny dróg oddechowych na zewnątrz wydalone są wtedy większe i mniejsze krople zawierające drobnoustroje. Eksperci WHO przyznali jednak, że nie można wykluczyć transmisji powietrznej koronawirusa, czyli poprzez unoszące się w powietrzu drobne aerozole. Mogą być one roznoszone przez osobę zakażoną podczas rozmowy, a nie tylko na skutek kaszlu lub kichania, szczególnie w słabo wentylowanych i zatłoczonych pomieszczeniach zamkniętych. Specjaliści zwracają uwagę, że w miejscach publicznych powinny obowiązywać zaostrzone środki ochrony przez zakażeniem, dotyczące głównie bardziej rygorystycznego używania masek ochronnych, a nie tylko częstego mycia rąk. Chodzi głównie o pomieszczenia zamknięte, takie jak bary, restauracje, szkoły i biura, w których są duże skupiska ludzi i jest słaba wentylacja. Badanie: aerozole doskonałym medium dla koronawirusa Powietrze trans-

³⁸ R. Zięba, *Instytucjonalizacja bezpieczeństwa europejskiego: koncepcje – struktury – funkcjonowanie*, Wydawnictwo Naukowe SCHOLAR, Warszawa 1999, s. 106-107.

³⁹ K. Żukrowska, M. Grącik, *Bezpieczeństwo międzynarodowe. Teoria i praktyka*, SGH, Warszawa 2006, s. 76 - 77.

⁴⁰ G. Dobrowolski, *Zrównoważony rozwój...*, op. cit., s. 18-19.

mituje koronawirusa przeprowadzone przez naukowców z University of Florida, pokazuje, że koronawirus występujący w powietrzu może być zaraźliwy. Nie jest nawet konieczne rozpylanie wirusa w postaci aerozolu. Jak dotychczas nie było jasne, ile wirusów faktycznie znajduje się w powietrzu i czy ta droga transmisji jest szczególnie niebezpieczna. Chociaż badanie nie dostarcza ostatecznych dowodów na to, że zakażenia drogą powietrzną są powszechne - to naukowcy od dawna podejrzewali, że ta ścieżka transmisji może być wyjaśnieniem występujących masowych zakażeń. Krótco po wybuchu pandemii koronawirusa naukowcy wyrażali złowieszcze przypuszczenie co do nowego wirusa. Patogen nie tylko roznosi się poprzez bezpośredni kontakt i infekcję kropelkową, ale może również unosić się na większe odległości w powietrzu. Jak dotychczas nie było jednak jasne, jak dużo wirusów może faktycznie znajdować się w maleńkich, zawieszonych w powietrzu, cząstkach - a także czy występujące stężenia są wystarczające, aby stwarzać realne niebezpieczeństwo. Naukowcy z University of Florida wykazali, że stężenie wirusa w aerozolach jest rzeczywiście wysokie i potencjalnie zaraźliwe. Zgodnie z przeprowadzonym badaniem, które nie zostało jeszcze ostatecznie potwierdzone, zawieszona w powietrzu cząstka mogą zawierać poziom wirusa niebezpieczny dla człowieka. Ustalili oni, że powietrze w odległości od dwóch do pięciu metrów od osób zakażonych zawiera żywego koronawirusa. Badanie przeprowadzono za pomocą próbników powietrza, które pobierały powietrze w odległości od dwóch do pięciu metrów od przyjętych do szpitala osób z koronawirusem. Pomimo dużej odległości od pacjentów COVID-19, wirus Sars-CoV-2 wykryto w próbkach powietrza. Sekwencja genomu była identyczna jak w próbkach pobranych bezpośrednio od pacjenta. Nie mogły więc pochodzić od innych osób cierpiących na COVID-19.

Fakt, że naukowcom udało się wyizolować żywego wirusa z powietrza, potwierdza podejrzenie, że w ten sposób możliwe są infekcje. Wciąż nie ma jednak ostatecznych dowodów naukowych na to, że nawet pojedyncze cząsteczki wirusa wystarczają, aby spowodować infekcję u zdrowego człowieka. Bowiem naukowcy od dawna uważali, że transmisja wirusa za pośrednictwem cząsteczek powietrza jest jedynym wyjaśnieniem zjawisk szybkiego rozprzestrzeniania się wirusa. Aerozole zawierające wirusy sprawiły na przykład, iż podczas próby chóru w Berlinie 60 z 80 członków chóru zostało zarażonych pomimo stosunkowo dużej odległości od siebie, zdecydowanie większej niż zalecane 2 m. Najnowsze badanie z Japonii pokazuje, że wysoka wilgotność powietrza w pomieszczeniach (90 proc.) skutecznie ogranicza rozprzestrzenianie się koronawirusa. Badanie poparte komputerową symulacją przeprowadzone przez zespół badaczy pokazało, że wysoka wilgotność powietrza w pomieszczeniach znacznie wpływa na możliwość rozprzestrzeniania się koronawirusa w drobkach wody, które wydostają się z ust podczas kasłania. Płynie z tego wniosek, że utrzymanie wysokiej wilgotności (90 proc.) w zamkniętych pomieszczeniach może znacznie ograniczyć możliwość zakażenia koronawirusem nowych osób. Wnioski zespołu z Japonii pokrywają się z wcześniejszym badaniem naukowców z Indii i Niemiec. Zauważyli oni, że w warunkach wysokiej wilgotności powietrza kropelki zawierające koronawirusa „rosną” szybciej, przez co stają się cięższe i szybciej opadają na powierzchnię lub podłogę. Krótszy czas

unoszenia się w powietrzu wirusowych kropelek zmniejsza możliwość wniknięcia ich do organizmu innych osób podczas naturalnego oddychania. Dlatego należy zauważyć, że wysoka wilgotność powietrza w pomieszczeniach zmniejsza jedynie ryzyko infekcji drogą kropelkową. Ryzyko przeniesienia go z rąk do organizmu (gdy osoba dotyka twarzy brudnymi rękami) pozostaje taka sama. Przy okazji tych samych badań naukowcy zwrócili uwagę na wpływ klimatyzacji na rozprzestrzenianie się koronawirusa. Jak można było przewidzieć, okazało się, że działająca klimatyzacja lub zwykły nawiew sprzyjają rozprzestrzenianiu się kropelek z wirusem, bo wprowadzają je w ruch. Dlatego przebywając długi czas w pomieszczeniu lepiej, aby powietrze pozostawało nieruchome. Klimatyzacja i jej filtry są natomiast skuteczne w oczyszczaniu powietrza, dlatego warto ją uruchomić przed wejściem, a następnie wyłączyć, jeśli w pomieszczeniu jest więcej niż jedna osoba.

Podsumowanie

Przedstawienie w niniejszej pracy zagrożeń i ochrony powietrza wykazało, iż ludzkość z dnia na dzień narażona jest w dużym stopniu na działanie niszczących sił natury, którym towarzyszy nie mniej groźna, jak i świadoma działalność człowieka poprzez takie zagrożenia, jak: zagrożenie militarne, polityczne, ekonomiczne, społeczne oraz ekologiczne.

Przedstawienie aktów prawnych odnoszących się do ochrony powietrza daje zarys wskazanych regulacji w tej kwestii. Akty te oprócz wartości ekologicznych mają również bardzo duże znaczenie polityczne. Polityka ekologiczna we współczesnym świecie jest bardzo istotną gałęzią działań podejmowanych w celu ochrony powietrza. Czynności podejmowane w celu ochrony powietrza wynikają z treści umów międzynarodowych. Wpływają one na istotę delegacji prawa wspólnotowego Unii Europejskiej, jak i zarazem prawa wewnętrznego poszczególnych państw.

Rozwiązania, które obejmują jakość powietrza, normy emisyjne, wymagania jakości produktów, a także ochronę warstwy ozonowej i ochronę klimatu, zauważalne będą przez kilka najbliższych lat. Mają na względzie ochronę zdrowia ludzkiego i środowiska, jako całości. Założenia te powinny uwzględnić odpowiednie normy, wytyczne i programy wynikające z regulacji prawno-międzynarodowych, które wymagają skutecznego, umiejętnego i nieustannego działania, opartego na prawie, wiedzy i nauce. Uzyskane rezultaty w wyniku przyjętych rozwiązań i mechanizmów, staną się materiałem naukowym dla późniejszych „projektów” podejmowanych w celu ochrony powietrza.

Z uwagi na brak dotarcia do literatury rozpatrującej zagadnienie problemów ilościowych powietrza, czy też z powodu „luki” w publikacjach na ten temat, nie zdołano w pełni zaprezentować problemu powietrza oraz podejmowanych w związku z tym procedur, eliminujących ten dylemat. Współpracę międzynarodową w aspekcie ochrony powietrza można rozpatrywać na płaszczyźnie koordynacji i wymiany informacji, natomiast samą istotę dbałości o stan czystości

i jakości powietrza, należy przypisać nie tylko władzom publicznym, lecz uznać za naszą wspólną sprawę.

Szereg przedsięwzięć wpływających na poprawę poziomu czystości i jakości powietrza wiąże się z ogromnym nakładem finansowym i dużym zaangażowaniem osobowym, co w czasie obecnej „kondycji” finansowej gospodarki światowej, w tym także poszczególnych państw jest nie lada wyzwaniem dla władz publicznych, zarówno systemu administracji rządowej jak i samorządowej.

Tak więc, czystość i jakość powietrza w najbliższym czasie będzie się wahała na obecnym poziomie, aczkolwiek nie można wykluczyć, że ulegnie poprawie. Istnieje jednak prawdopodobieństwo, że na rzecz innych priorytetów gospodarki światowej, czy gospodarek poszczególnych państw, może ulec pogorszeniu. Rozwiązując problem badawczy, należy stwierdzić, że przyjęta hipoteza, w wyniku przeanalizowania zasadniczych aktów prawnych i wynikających z nich procedur, podejmowanych w celu ochrony powietrza, w stosunku do antropogenicznych źródeł zanieczyszczeń powietrza, znalazła swoje potwierdzenie. Nowym zjawiskiem zagrożeń powietrza stają się zarazki, a w tym koronawirus – „niewidzialny zabójca”.

Literatura:

1. Dobrowolski G., *Zrównoważony rozwój jako czynnik determinujący prawne podstawy zarządzania geologicznymi zasobami środowiska*, Agencja Reklamowa TOP, Katowice 2016.
2. Gizicki W., *Polityczne uwarunkowania bezpieczeństwa europejskiego*, Wydawnictwo Adam Marszałek, Toruń 2008.
3. Górski M., *Prawo ochrony środowiska*, Oficyna Wydawnicza Wolters Kluwer Polska Sp. z o. o., Warszawa 2009.
4. Grocki R., *Vademecum zagrożeń*, Dom Wydawniczy BELLONA, Warszawa 2003.
5. Gubrynowicz A., *Ochrona powietrza w świetle prawa międzynarodowego*, Wydawnictwo LIBER, Warszawa 2005.
6. Iribarne J. V., Cho H.-R., *Fizyka atmosfery*, Państwowe Wydawnictwo Naukowe, Warszawa 1988.
7. Jagusiewicz A., *Powietrze – człowiek – środowisko*, Ludowa Spółdzielnia Wydawnicza, Warszawa 1981.
8. Kenig-Witkowska M. M., *Prawo środowiska Unii Europejskiej – Zagadnienia Systemowe*, Wydawnictwo Prawnicze Lexis Nexis, Warszawa 2005.
9. Kurnatowska A., Kurnatowski P., *Mykologia medyczna*, Edra Urban & Partner, Wrocław 2018.
10. Olaczek R., Warcholińska A. U., *Ochrona środowiska i żywych zasobów przyrody*, wyd. UŁ, Łódź 2019.
11. Paczuski R., *Ochrona środowiska – zarys wykładu*, Oficyna Wydawnicza BRANTA, Bydgoszcz 2008.
12. Pietraś M., *Bezpieczeństwo ekologiczne w Europie*, Wydawnictwo Uniwersytetu Marii Curie-Skłodowskiej, Lublin 1996.
13. Siemiński M., *Środowiskowe zagrożenia zdrowia*, Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa 2001.

14. Strzałko J., Mossor-Pietraszewska T., *Kompendium wiedzy o ekologii*, PWN, Poznań 2019.
15. Szyrkowiec A., *Myśliwska broń palna. Zasady budowy i eksploatacji*, Wydawnictwo Ministerstwa Obrony Narodowej, Warszawa 1988.
16. Tkaczyński J. W., *Prawo i polityka ochrony środowiska naturalnego Unii Europejskiej*, Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa 2009.
17. Van Loon G. W., Duffy S. J., *Chemia środowiska*, Wydawnictwo Naukowe PWN S. A., Warszawa 2007.
18. Wierzbowski B., Rakoczy B., *Podstawy prawa ochrony środowiska*, Wydawnictwo Prawnicze Lexis Nexis – Wydanie II, Warszawa 2005.
19. Zimny H., *Czym naprawdę oddychamy*, Krajowa Agencja Wydawnicza, Warszawa 1988.
20. Żukrowska K., Grącik M., *Bezpieczeństwo międzynarodowe. Teoria i praktyka*, SGH, Warszawa 2006.

Źródła prawa:

21. *Konstytucja Rzeczypospolitej Polskiej z dnia 2 kwietnia 1997 roku*; (Dz. U. z 1997 r., Nr 78, poz. 483 z późn. zm.).
22. *Konwencja w sprawie transgranicznego zanieczyszczenia powietrza na dalekie odległości, sporządzona w Genewie dnia 13 listopada 1979 roku*; (Dz. U. z 1985 r., Nr 60, poz. 311 z późn. zm.).
23. *Protokół z Kioto do konwencji Narodów Zjednoczonych w sprawie zmian klimatu, sporządzony w Kioto dnia 11 grudnia 1997 roku*; (Dz. U. z 2002 r., Nr 144, poz. 1207).
24. *Dyrektywa Rady 1988/609/EWG z dnia 24 listopada 1988 roku w sprawie ograniczenia emisji niektórych zanieczyszczeń do powietrza z dużych obiektów energetycznego spalania*;
25. *Dyrektywa Rady 1999/30/WE z dnia 22 kwietnia 1999 roku odnosząca się do wartości dopuszczalnych dla dwutlenku siarki, dwutlenku azotu i tlenków azotu oraz pyłu i ołowiu w otaczającym powietrzu*; (Dz. Urz. WE L 163 z 29.06.1999, str. 41).