
***Czyste powietrze dla
Europy - czyste
powietrze dla nas***





Czyste powietrze dla Europy - czyste powietrze dla nas

Publikacja została wydana przez Lokalną Grupę Działania – Przyjazne Mazowsze w partnerstwie z Nadleśnictwem Płońsk

WYDAWCY:

25^{lat} **Mazowsze**

Samorząd Województwa Mazowieckiego

ul. Jagiellońska 26, 03-719 Warszawa

tel. 22 59 79 100

www.mazovia.pl



Lokalna Grupa Działania – Przyjazne Mazowsze

ul. H. Sienkiewicza 11, 09-100 Płońsk

tel. 23 661-31-61

www.lgdpm.pl



Nadleśnictwo Płońsk



Nadleśnictwo Płońsk

ul. Spokojna 1, Szerominek

09-100 Płońsk

tel. 23 674 41 87

I. Andżelika Gackowska – Przyczyny i skutki zanieczyszczeń powietrza, sposoby walki ze zjawiskiem smogu	5
II. Marcin Flis – Rola lasów w walce o czyste powietrze oraz jego wpływ na kształtowanie klimatu lokalnego i globalnego	17
III. Henryk Kociel – Zieleń w miastach sposobem na poprawę jakości powietrza, wpływ różnych gatunków drzew na jakość powietrza w miastach	26
IV. Żaneta Tuchowska – Dbajmy o powietrze – edukacja i animacja lokalnej społeczności do walki ze smogiem – dobre praktyki	40

Szanowni Państwo,

Zachęcamy do zapoznania się z publikacją, która jest pokłosiem konferencji organizowanej we wrześniu 2023 roku, w ramach projektu „Czyste powietrze dla Europy” – czyste powietrze dla nas. Głównym zadaniem realizowanego przez nas projektu jest pokazanie problemu „złego powietrza”, popularyzacja wiedzy na temat konieczności dbania o jego jakość w bliższym i dalszym otoczeniu. Pamiętajmy, że czyste powietrze to podstawa wszelkiego życia na ziemi – oddychają nim ludzie, zwierzęta i rośliny! Niestety, w miarę rozwoju cywilizacji nasze powietrze znacznie straciło na swojej czystości. Światowa Organizacja Zdrowia wskazuje na zanieczyszczenie powietrza jako największe środowiskowe zagrożenie dla zdrowia społeczności. Przez zwiększoną emisję przemysłową, transport oraz palenie w domowych piecach i kotłach, poziom zanieczyszczenia w wielu dużych miastach znacznie przekracza wytyczne WHO dotyczące jakości powietrza. Szkodliwe dla człowieka gazy i pyły tworzą ryzyko wielu negatywnych skutków zdrowotnych. Nie da się ukryć, że Polska ma potężny problem z zanieczyszczeniami powietrza, a zmiany w prawie, działania w polityce oraz w mentalności ludzi postępują zdecydowanie za wolno. Mało z nas zdaje sobie sprawę z tego, jak groźna dla nas i dla środowiska jest tzw. „niska emisja” powodowana m.in. poprzez spalanie śmieci i złej jakości opału w domowych piecach. Powoduje to uwolnienie do powietrza setek trujących, toksycznych substancji, których systematyczne wdychanie może nawet doprowadzić do nowotworów układu oddechowego. W związku z tym bardzo ważnym zadaniem jest uświadamianie naszej społeczności i społeczności Mazowsza znaczenia wspólnej troski o czyste powietrze poprzez popularyzację wiedzy i dobrych praktyk w tym zakresie. Publikacja ma charakter edukacyjno-promocyjny, zawiera treści dotyczące sposobów ochrony powietrza w tym gospodarki niskoemisyjnej i rozwiązań przyczyniających się do redukcji emisji zanieczyszczeń oraz wpływu lasu na jakość powietrza. Mamy nadzieję, że realizowany przez nas projekt będzie wkładem do szerszych działań na rzecz zaspokojenia potrzeb społeczności lokalnej w zakresie troski o czyste powietrze, uświadamiania mieszkańców, dlaczego warto dbać o środowisko, w którym żyjemy i co każdy z nas może zrobić by je chronić.

*Realizatorzy projektu
Lokalna Grupa Działania - Przyjazne Mazowsze
Nadleśnictwo Płońsk*

„Zadanie publiczne pn. „Czyste powietrze dla Europy” – czyste powietrze dla nas” dofinansowane ze środków z budżetu Województwa Mazowieckiego”



I

Andżelika Gackowska

Przyczyny i skutki zanieczyszczeń powietrza, sposoby walki ze zjawiskiem smogu

WSTĘP

Atmosfera ziemską to jeden z podstawowych elementów umożliwiających życie człowieka. Jej jakość decyduje o naszej kondycji, samopoczuciu i zdrowiu. Skład atmosfery zmieniał się na przestrzeni miliardów lat w wyniku różnych procesów geologicznych i biologicznych. Powietrze składa się z około 78,08% azotu, 20,98% tlenu, 0,93% argonu, i 0,04% dwutlenku węgla oraz neonu, helu, metanu i kryptonu, których łączny udział wynosi mniej niż jedną setną procenta. Do pełnego obrazu atmosfery należy dodać, że zawiera ona również śladowe ilości innych gazów, aerozoli, pary wodnej i innych substancji, a udział ww. elementów może się lokalnie nieznacznie różnić w zależności od warunków geograficznych, sezonu i wpływu działalności ludzkiej, takiej jak emisja zanieczyszczeń powietrza czy gazów cieplarnianych. Główne komponenty powietrza, czyli tlen i azot są konieczne dla istnienia obecnej formy życia na ziemi. Tlen jest pobierany w trakcie oddychania organizmów, uczestniczy w procesach przemiany materii. Azot wchodzi w skład życiowo ważnych struktur organizmów: aminokwasów, białek, peptydów. Dobbowe zużycie powietrza przez człowieka waha się w zakresie 11-15 tysięcy litrów (Makhniashvili i Makles 2006).

ZANIECZYSZCZENIA POWIETRZA

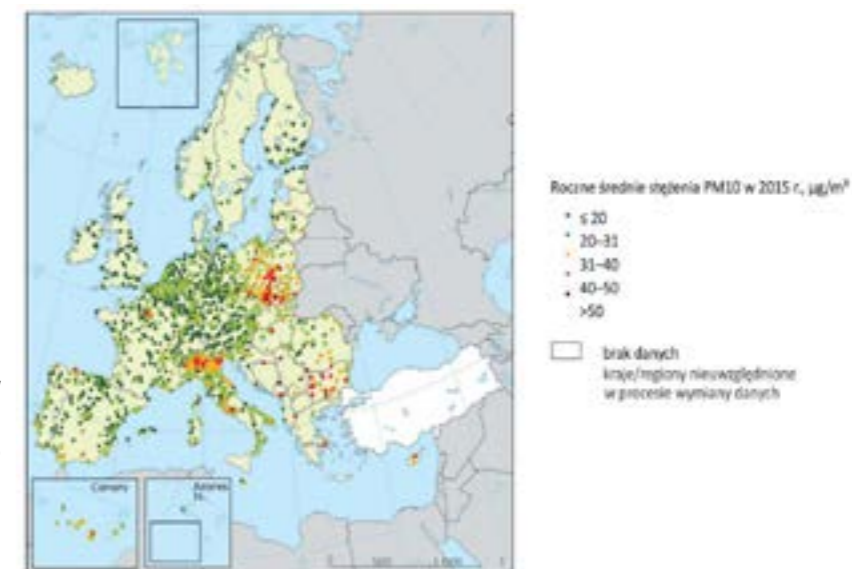
Zanieczyszczenie powietrza to zjawisko wynikające z obecności w nim gazów, cząsteczek i biomolekuł zaburzających ustaloną równowagę i powodujących szkodliwe skutki dla ekosystemu ziemskiego, a co za tym idzie – również dla człowieka. Zanieczyszczenia mogą pochodzić z naturalnych źródeł, takich jak popiół z erupcji wulkanów, pustylny pył, pyłki kwitnących roślin lub zostać wytworzone przez człowieka np. gazy powstające podczas spalania paliw kopalnych, emisje z pojazdów, emisje z rolnictwa czy przemysłu. Oprócz źródeł pochodzenia zanieczyszczeń możemy rozpatrywać również ich dalsze losy, co skutkuje podziałem na pierwotne i wtórne zanieczyszczenia powietrza. Zanieczyszczenia wtórne obejmują produkty zanieczyszczeń pierwotnych po przejściu przemian fizycznych lub chemicznych pod wpływem czynników środowiska, czego przykładem jest smog fotochemiczny. Istnieje również klasyfikacja zanieczyszczeń powietrza wskazująca na ich stan fizyczny, gdzie są rozróżniane na stałe frakcje takie jak pyły, zarodniki grzybów, roślin, pyłki roślin; oraz gazowe: m.in. związki siarki, azotu tlenki węgla, węglowodory czy ozon.

Ogólnie możemy wyróżnić główne źródła zanieczyszczeń w postaci: dymu z elektrowni na paliwa kopalne, pożarów powierzchniowych np. buszu, lasów, odpadów składowanych na wysypiskach i ich spalania, nawozów sztucznych i fabryk, pyłów ze źródeł naturalnych i budowlanych, gazów cieplarnianych z upraw, samochodów oraz spalin będących efektem używania paliw stałych (m.in. węgla i drewna) w domowych instalacjach (Chudy 2021).

Za zanieczyszczenie powietrza odpowiada szereg związków chemicznych, substancji i procesów. Jedną z głównych grup są zanieczyszczenia stałe, czyli różnorodne pyły. Mogą to być drobiny kurzu, piasku, kamieni, popiołu, sadzy, pyłki roślin, a nawet elementy pochodzące z eksploatacji pojazdów (starte ogumienie, tarcze i klocki hamulcowe). Na powierzchni tych cząsteczek mogą osiadać inne substancje (m.in. wielopierścieniowe węglowodory aromatyczne i metale ciężkie), które w konsekwencji przenikają do organizmu wraz z wdychanym powietrzem.

Pyły dzielimy ze względu na rozmiar cząsteczek. Najczęściej opisywane w przekazie medialnym to pył PM10 (frakcja pyłów o drobinach o średnicach poniżej 10 μm) oraz PM2,5 (frakcja pyłów drobnych o średnicach drobin poniżej 2,5 μm). Pomiędzy ww. frakcjami znajduje się pył o średnicach cząstek pomiędzy 2,5 μm i 10 μm (PM2,5–10 w literaturze określany również jako PMc).

W literaturze wyróżniany jest również pył o średnicach drobin poniżej 1,0 μm – PM 1 – to pył submikronowy oraz pył ultradrobny PM 0,1 – frakcja pyłu zawieszonego o średnicach cząstek poniżej 0,1 μm . Pył PM 10 z łatwością przenika do górnych dróg oddechowych i płuc, wywołując kaszel, duszności i zaostrzenie objawów alergicznych. Skutki zdrowotne mogą być poważniejsze, jeżeli na jego powierzchni zostaną zaabsorbowane inne, toksyczne substancje (Kostrz i Satora 2017). Drobiny pyłu PM 2,5 mogą przenikać do górnych dróg oddechowych i płuc oraz przez ściany naczyń krwionośnych. W związku z tym, że w skład pyłu PM 2,5 wchodzi również substancje toksyczne – m.in. związki metali ciężkich i lotne związki organiczne to skutki zdrowotne ekspozycji na to zanieczyszczenie są o wiele bardziej niebezpieczne dla zdrowia niż kontakt z pyłem PM 10. Warty zaznaczenia jest również fakt, że wraz ze spadkiem średnicy pyłów wydłuża się ich czas obecności w atmosferze oraz zwiększa szkodliwa możliwość przenikania do tkanek organizmów żywych, a kumulacja zanieczyszczeń w warstwie przyziemnej jest najczęściej powiązana z obecnością smogu. W Polsce sezonowość występowania zanieczyszczeń powietrza wynika głównie z koncentracji ozonu w ciepłej porze roku (kwiecień – wrzesień) i pyłu zawieszonego w porze chłodnej (październik – marzec). Zaistnieniu takich sytuacji sprzyjają niekorzystne warunki meteorologiczne (ryc.1).



Ryc. 1.
Wyniki pomiarów
średnich rocznych stężeń
pyłu PM10 za rok 2015
(źródło: EEA, dostęp:
26.08.2023).

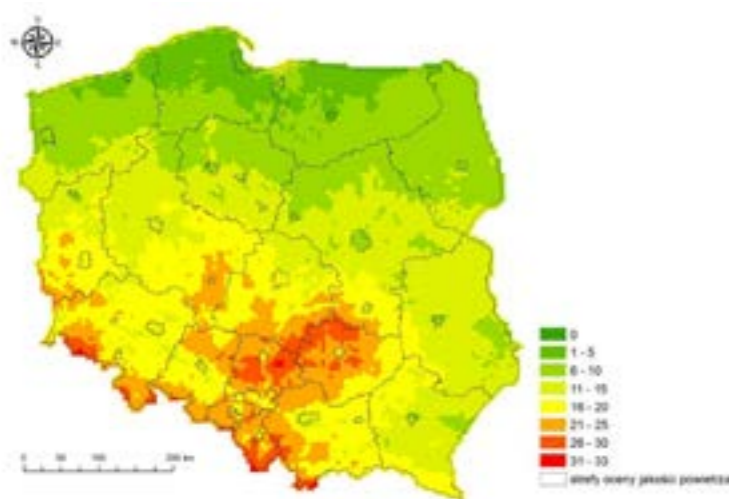
Kolejną grupą zanieczyszczeń atmosfery są gazy powstające głównie w wyniku spalania paliw kopalnych i w procesach przemysłowych (ryc.2). Należą tu głównie tlenki siarki i azotu, dwutlenek węgla. Tlenki siarki powstają w wyniku procesu spalania węgla kamiennego, podczas którego organiczne i nieorganiczne związki siarki rozkładają się i przechodzą do spalin. Głównym produktem spalania jest dwutlenku siarki (SO_2). Dwutlenek siarki należy do jednego z najbardziej niebezpiecznych zanieczyszczeń powietrza atmosferycznego. Jest bezbarwnym, silnie toksycznym gazem o duszącym zapachu. Wysokie stężenie SO_2 w powietrzu może doprowadzić do uszkodzenia dróg oddechowych, natomiast u roślin powoduje obumieranie liści. SO_3 reagując z parą wodną lub kroplami wody w chmurach tworzy kwas siarkowy (odpowiada za zjawisko tzw. „kwaśnych deszczy”), natomiast w połączeniu z pyłami tworzy siarczany. Oprócz zniszczeń powodowanych w świecie przyrody kwaśne opady uszkadzają infrastrukturę poprzez wzmożenie korozji metalowych elementów. Tlenki azotu mogą występować, jako zanieczyszczenia pierwotne powietrza oraz stanowią czynnik powodujący powstawanie zanieczyszczeń wtórnych, m.in. ozonu troposferycznego (O_3), azotanu nadtlenu acetylu (PAN), kwasu azotowego (HNO_3), które są jeszcze bardziej szkodliwe dla zdrowia ludzi i środowiska niż zanieczyszczenia pierwotne. Dwutlenek azotu (NO_2) powstaje w wyniku spalania substancji organicznych zawierających azot, obróbki elektrochemicznej metali oraz pracy silników diesla, przez co jest powszechny w naszym otoczeniu. Tlenki węgla, w tym dwutlenek węgla (CO_2) to bezbarwne, bezwonne i niedrażniące i jednocześnie toksyczne gazy. Zwłaszcza tlenek węgla jest niewykrywalny przez narządy zmysłów, a przez to zwany cichym zabójcą. Powstaje w naszym otoczeniu najczęściej w wyniku niecałkowitego spalania produktów zawierających węglowodory (np. gazy przemysłowe, węgiel, drewno). Zatrucie tlenkiem węgla stanowi jedną z najczęstszych przyczyn zatruć inhalacyjnych na świecie, a największa liczba zatruć obserwowana jest w okresie jesienno-zimowym. Zazwyczaj przyczyną zatruć jest przebywanie w pomieszczeniach ze źle działającą wentylacją oraz pożary. Toksyczność tlenku węgla związana jest z jego większym o około 200 razy powinowactwem do hemoglobiny, niż do tlenu, wskutek czego wypiera tlen z krwioobiegu. Dochodzi do niedotlenienia organizmu, zwolnienia, a następnie zahamowania procesów metabolicznych, akumulowania kwaśnych metabolitów, przyczyniających się do rozszerzenia tętnic mózgowych, a w konsekwencji przekrwienia mózgu.

Związki siarki oraz CO_2 i NO_x są głównymi składnikami smogu typu londyńskiego. Smog typu londyńskiego (smog zimowy, kwaśny) powstaje na skutek braku ruchu mas powietrza oraz dużej wilgotności przy jednoczesnym wysokim stężeniu dwutlenku siarki, dwutlenku węgla oraz pyłów pochodzących z niskiej emisji. Konsekwencją oddychania powietrzem w sytuacji występowania smogu londyńskiego są liczne choroby płuc, choroby układu krążenia oraz alergie.

Emisja substancji do powietrza	Polska (Mg/rok)	woj. mazowieckie (Mg/rok)	miejsce woj. w kraju	Udział procentowy (%)
pyłowych	31 827	2 582	2	8,1
gazowych (bez CO_2)	1 299 468	67 806	5	5,2

Ryc. 2. Dane dotyczące emisji pyłów i gazów w 2018 roku, Raport o stanie środowiska za lata 2016-2018, dotyczący poziomu podstawowych zanieczyszczeń w województwie mazowieckim (źródło: GIOŚ/PMŚ, dostęp: 26.08.2023).

Substancją o dwojakiej roli w atmosferze jest kolejny gaz – ozon (ryc. 3). Jego obecność w stratosferze chroni życie na Ziemi przed szkodliwym skutkami wpływu promieniowania UV, ale w przypadku zalegania tego gazu w dolnych warstwach atmosfery ujawnia się jego toksyczny wpływ na organizmy żywe. Ozon (O_3) to wysokoenergetyczna, alotropowa forma tlenu. Podwyższone stężenie ozonu występuje głównie dużych aglomeracjach miejskich, i wynika ze spalania paliw w silnikach samochodowych. Spaliny zawierają substancje będące prekursorami ozonu: węglowodory i tlenki azotu, które przy udziale ciepła i promieni słonecznych skutkują maksymalnym stężeniem ozonu w atmosferze, zwłaszcza w godzinach popołudniowych. Ozon, powstały w ośrodkach miejsko-przemysłowych może być przenoszony razem z ruchami powietrza na dalsze odległości. Ozon obecny w dolnych warstwach atmosfery zaburza procesy fotosyntezy i inne procesy biochemiczne w roślinach, a u ludzi powoduje choroby układu oddechowego.



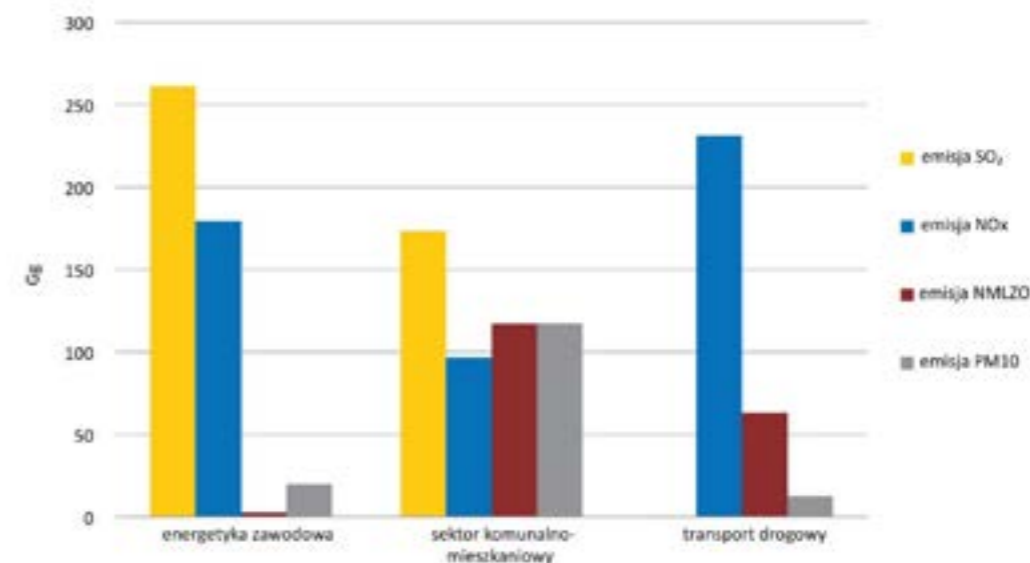
Ryc. 3. Średnia liczba dni z przekroczeniami 8-godzinnej średniej kroczącej poziomu docelowego stężenia ozonu ($120 \mu\text{g}/\text{m}^3$) z okresu 2015–2017 dla obszaru Polski; wyniki modelowania w rozdzielczości 5 km (źródło: GIOŚ/PMŚ, dostęp: 26.08.2023).

Oddzielną i liczną grupą zanieczyszczeń są wielopierścieniowe węglowodory aromatyczne, które powstają głównie w wyniku niecałkowitego spalania związków organicznych, np. drewna, śmieci czy paliw samochodowych, a także tworzyw sztucznych. Głównym przedstawicielem węglowodorów jest benzo(a)piren (BaP), który jest kumulowany w organizmie i został określony jako główny czynnik mutageny i kancerogeny (ryc.4).



Ryc. 4. Obszary przekroczeń poziomu docelowego dla benzo(a)pirenu w pyłe PM10 na podstawie rocznej oceny jakości powietrza za rok 2017 (ochrona zdrowia) (źródło: GIOŚ/PMŚ, dostęp: 26.08.2023).

Ostatnią główną grupą zanieczyszczeń są metale ciężkie takie jak ołów, rtęć, kadm. Wydzielane są do atmosfery przez przemysł, spalanie paliw kopalnych (ryc.5). Mogą kumulować się w organizmach, powodując jedne z najpoważniejszych problemów zdrowotnych. Związki te przenikają do organizmu człowieka przez skórę oraz mogą być wdychane, spożywane z produktami roślinnymi i zwierzęcymi. W zależności od stężeń mogą wywołać natychmiastowe ostre zatrucia lub powodować stany przewlekłe. Na stężenie kadmu i niklu w powietrzu w Polsce w największym stopniu wpływają procesy spalania w sektorze komunalnym i mieszkaniowym natomiast na zawartość Hg wpływają procesy spalania w sektorze produkcji i transformacji energii (Kostrz i Satora, 2017).



Ryc. 5. Struktura emisji głównych zanieczyszczeń w Polsce w roku 2016 w podziale na sektory gospodarki (źródło: GIOŚ/PMŚ, dostęp: 26.08.2023).

SMOG

Zjawisko smogu zostało opisane po raz pierwszy w 1905 roku. Brytyjski naukowiec Henry Des Voux w publikacji pt. „Fog and Smoke” opisał pojawienie nowego rodzaju mgły (Łabij-Reduta i in., 2019). Przez wiele lat temat występowania „smogu” w Polsce nie był szczególnie nagłaśniany. Jednakże w ostatnich latach, świadomość jakości powietrza okazuje się istotnym tematem, zwłaszcza w okresie jesienno-zimowym, gdy w skutek nałożenia się wielu źródeł zanieczyszczeń powietrza zjawisko to staje się wyraźnie odczuwane przez mieszkańców. Badania jednoznacznie wskazują, że źródłem smogu jest wyłącznie działalność człowieka, a jego wpływ na zdrowie niesie poważne negatywne skutki, w tym rozwój chorób układu oddechowego, krwionośnego, chorób onkologicznych, czym przyczynia się do wzrastającej śmiertelności (Milanowski 2018).

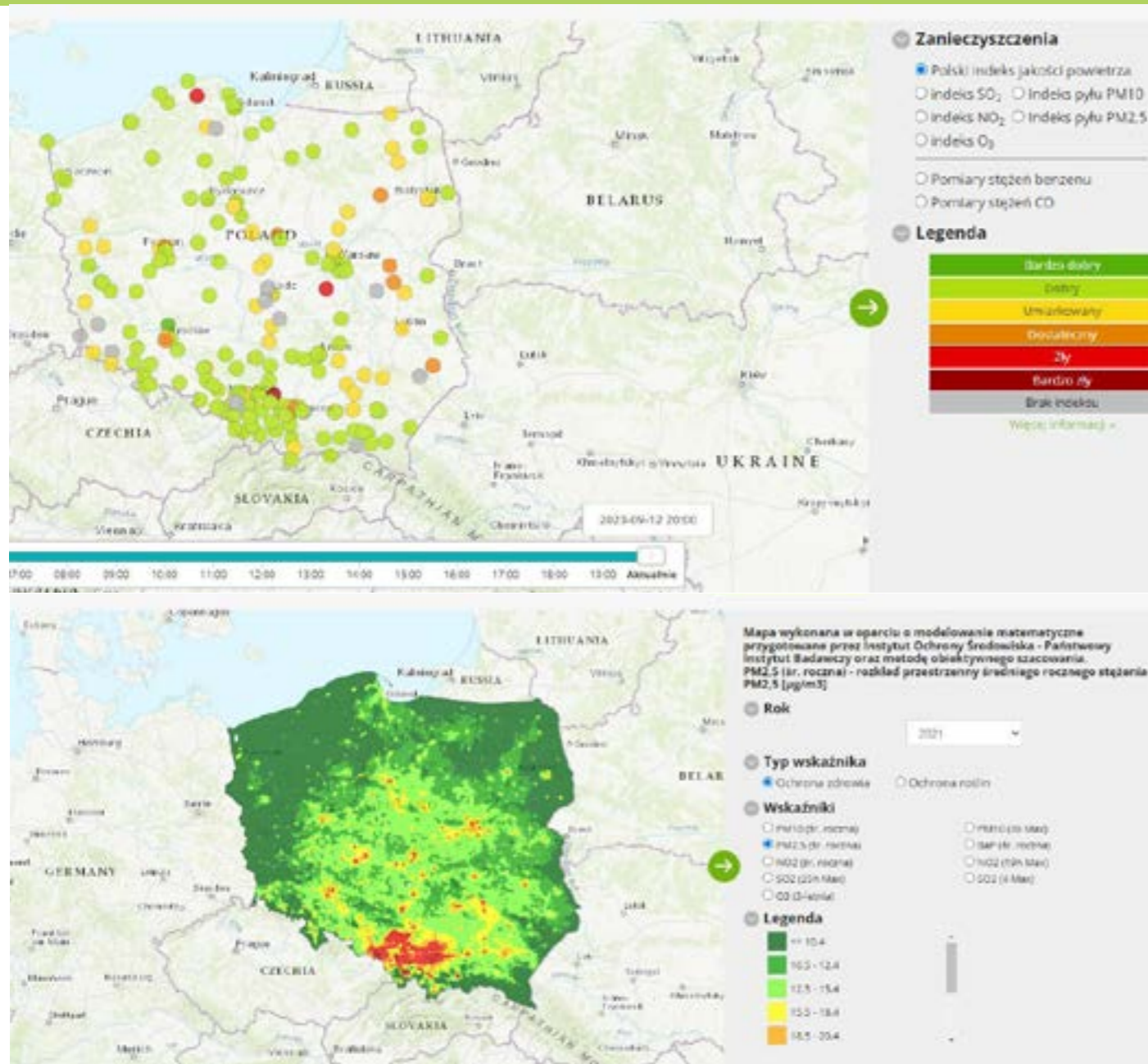
Na smog składają się pyły zawieszone, w tym azbest, popioły, sadza, tlenki węgla, azotu i siarki oraz związki chemiczne takie jak węglowodory, w tym benzo(a)piren, metale ciężkie, dioksyny, które mogą być emitowane przez elektrownie węglowe, fabryki przemysłowe, gospodarstwa domowe, a także ruch samochodowy. W warunkach miejskich istotne jest to, że ruch samochodowy generuje zanieczyszczenia powietrza nadwzposoby. Pierwszą możliwością związaną jest spalaniem paliwa, natomiast druga to emisja pozaspalinowa, w której szkodliwe związki są wytwarzane i uwalniane w efekcie ścierania się klocków hamulcowych oraz opon. Skutki tych procesów są również szkodliwe, gdyż klocki hamulcowe (wykonane z różnego rodzaju metali ciężkich), a także opony (wykonane między innymi z kauczuku, sadzy, dodatków chemicznych oraz krzemionki) podczas ścierania powodują powstawanie niebezpiecznych pyłów. Drobinę te, dopóki nie zostaną splukane z powierzchni ulic, są wielokrotnie wzbijane w powietrze w wyniku ruchu ulicznego i procesu to tzw. pylenia wtórnego, co dodatkowo potęguje ich szkodliwe działanie. Składają się one na obecność w powietrzu pyłów zawieszonych, głównie PM 2.5 oraz PM 10. Podsumowując - emisja spalinowa odpowiedzialna jest głównie za powstawanie tlenków azotu i tlenku węgla, a emisja poza spalinowa odpowiada za uwalnianie do środowiska pyłów zawieszonych (Wojtal 2018). Zjawisko smogu jest wypadkową specyfiki funkcjonowania aglomeracji miejskich w warunkach przekroczenia poziomu zanieczyszczeń oraz wystąpienia zjawisk meteorologicznych skutkujących kumulacją ww. substancji szkodliwych, oraz ukształtowania terenu. Wyróżniamy dwa główne rodzaje tego zjawiska. 1. Smog zimowy, nazywany również aerozolowym, kwaśnym lub londyńskim; spowodowany

głównie zanieczyszczeniem powietrza wskutek spalania węgla oraz drewna i odpadów w domowych piecach; i emisji dwutlenku siarki. W skład smogu zimowego wchodzi również: tlenki azotu, sadza oraz trudno opadające pyły. Takie zanieczyszczenie w połączeniu z mgłą spowodowało powstawanie zawieszonych w powietrzu pyłów, tlenków węgla i kropelek kwasu siarkowego, co miało miejsce w Londynie po raz pierwszy w połowie XIX w. Smog zimowy tworzy się głównie w okresie od listopada do stycznia, podczas inwersji temperatur i przy słabym ruchu powietrza, w umiarkowanej strefie klimatycznej. 2. Smog fotochemiczny, nazywany również smogiem typu Los Angeles. Zjawisko to powstaje przede wszystkim w miesiącach letnich, w strefach subtropikalnych; składa się on z tlenków węgla, tlenków azotu i węglowodorów; związki te ulegają późniejszym reakcjom fotochemicznym, w wyniku których powstają azotan nadtlenku acetylu (PAN), aldehydy oraz ozon. Ten typ smogu jest obecnie dość częsty latem w dużych miastach, a jego źródłem są m.in. spaliny samochodowe (Łabij-Reduta i in., 2019).

ZANIECZYSZCZENIA POWIETRZA A ZDROWIE I ŚRODOWISKO

Skutki wdychania zanieczyszczonego powietrza oraz długotrwała ekspozycja na pyły powodują szereg negatywnych skutków u ludzi - od nieznacznych zmian w układzie oddechowym po wpływ na długość życia, zwłaszcza u osób obciążonych innymi chorobami oraz o osłabionej odporności (ryc.6). Szkodliwe substancje obecne w dolnych warstwach atmosfery zwiększają ryzyko powstania chorób układu oddechowego, płuc, serca, a także raka płuc. Najmniejsze cząstki pyłów potrafią przenikać do pęcherzyków płucnych, a stamtąd dostają się do układu krążenia. Długoterminowe skutki narażenia społeczeństw na życie w zanieczyszczonym środowisku negatywnie odbijają się na ogólnym poziomie zdrowia i jakości życia. W całościowej ocenie skutków zanieczyszczenia powietrza nie można pomijać szkód w środowisku, uprawach rolnych, lasach oraz obiektach i budowlach.

Ochrona przed skutkami zanieczyszczenia powietrza na poziomie samodzielnych decyzji jednostki ludzkiej ogranicza się do ograniczenia w przebywaniu na otwartej przestrzeni w przypadku złego stanu powietrza, stosowania oczyszczaczy powietrza czy indywidualnych masek ochronnych na górne drogi oddechowe. Dodatkowo w zasięgu wpływu indywidualnych decyzji ludzi pozostaje również dbałość o otaczającą zielen, wybór źródła ogrzewania o najmniejszej emisji spalin lub całkowicie bezemisyjne oraz korzystanie z komunikacji zbiorowej (Milanowski 2018).



Ryc. 6. Przykładowe wskazania jakości powietrza – dobowe i roczne, dane dostępne w serwisie GIOŚ (źródło: GIOŚ/PMŚ, dostęp: 27.08.2023).

SPOSOBY WALKI Z ZANIECZYSZCZENIAMI POWIETRZA

Ze względu na globalny zasięg problemu zanieczyszczenia powietrza, skuteczność sposobów redukcji zjawiska zanieczyszczeń musi mieć zróżnicowany charakter i dotyczyć wszystkich aspektów powstawania tego zagrożenia. Dlatego w sferze prawnej pojawiają się odpowiednie regulacje o różnym stopniu ogólności – od dyrektyw Parlamentu Europejskiego, poprzez krajowe ustawy i rozporządzenia, po szczegółowe wytyczne dotyczące rozwiązań stosowanych w przemyśle, motoryzacji czy budownictwie (Lizak i in., 2019). Istotne są również akty prawa miejscowego takie jak uchwały antysmogowe i programy ochrony powietrza. Na Mazowszu dwa główne dokumenty mające doprowadzić do poprawy jakości powietrza to Uchwała antysmogowa i Program ochrony powietrza. Kolejnym kluczowym elementem, umożliwiającym wprowadzenie w życie rozwiązań korzystnych z punktu widzenia ochrony powietrza jest stałe podnoszenie świadomości społecznej w tym zakresie, czyli edukacja skierowana do wszystkich grup społecznych wraz z programami wsparcia termomodernizacji czy pozyskiwania energii ze źródeł odnawialnych. Ostatnim z grupy ogólnych środków zapobiegawczych jest spójny i ponadregionalny monitoring jakości powietrza oraz wspieranie badań naukowych dotyczących rozwoju technologii korzystnych z punktu widzenia troski o środowisko.

W dzisiejszych czasach rozwój cywilizacyjny postrzega się, jako konieczność podnoszenia poziomu życia społeczeństwa. Niestety brak zrównoważenia tego rozwoju sprawia, że jego skutki stają się również coraz bardziej uciążliwe, rośnie problem skali szkodliwych oddziaływań. W przypadku zanieczyszczenia powietrza głównymi problemami ostatnich lat są: efekt cieplarniany, kwaśne deszcze oraz smog (zwłaszcza na terenach mocno zurbanizowanych) (Kuchcik i Milewski, 2018). Aby skutecznie ograniczyć te destrukcyjne zjawiska, należy poprawnie rozpoznać rolę poszczególnych źródeł powstawania smogu oraz systematycznie wdrażać skuteczne środki zaradcze. Na poziomie lokalnym najważniejszą rolę w tym procesie ma zrównoważona urbanistyka, czyli projektowanie miast w sposób sprzyjający mniejszej emisji spalin, z lepszą infrastrukturą dla transportu publicznego i zachęcaniem do korzystania z rowerów czy chodzenia pieszo, co w połączeniu z kontrolą emisji spalin i poprawą sprawności energetycznej budownictwa przyniesie w przyszłości ograniczenie emisji zanieczyszczeń.

PODSUMOWANIE

Poziom zanieczyszczenia powietrza w Polsce utrzymuje się od początku XXI w. na podobnym, wysokim poziomie. Dzieje się tak, mimo że w innych krajach Unii Europejskiej średnia emisja podstawowych substancji zanieczyszczających powietrze stale maleje. Zmiana tego negatywnego trendu w naszym kraju jest sprawą najpilniejszą, ponieważ przesądzi o poprawie jakości życia w przyszłości. Wymaga intensywnej współpracy na poziomie lokalnym, regionalnym i globalnym.

BIBLIOGRAFIA

- Chudy A. (2021). *Rola elektromobilności w ograniczaniu emisji zanieczyszczeń powietrza i gazów cieplarnianych. Wybrane zagadnienia z zakresu ochrony i zagrożeń środowiska*, 13.
- Główny Inspektorat Ochrony Środowiska, 2020 r. *16 wojewódzkich raportów o stanie środowiska za lata 2016-2018 według ujednoliconego zestawu wskaźników. Raporty są dostępne do pobrania <https://www.gios.gov.pl/pl/stan-srodowiska/raporty-o-stanie-srodowiska>, dostęp: 26.08.2023.*
- Główny Inspektorat Ochrony Środowiska. *Portal Jakość Powietrza, wskazania indeksu jakości powietrza i indeksów poszczególnych zanieczyszczeń z ostatnich 24 godzin wraz z prognozami, oraz mapami z rozkładami rocznymi zanieczyszczeń.* <https://www.gios.gov.pl/pl/>, dostęp: 27.08.2023.
- Główny Inspektorat Ochrony Środowiska. *Raport o stanie środowiska w Polsce 2018 r.* <https://www.gios.gov.pl/pl/stan-srodowiska/raporty-o-stanie-srodowiska>, dostęp: 26.08.2023.
- Kostrz M., & Satora P. (2017). *Związki odpowiedzialne za zanieczyszczenie powietrza. Inżynieria Ekologiczna*, 18(6).
- Kuchcik M., Milewski P. (2018). *Zanieczyszczenie powietrza w Polsce–stan, przyczyny i skutki. Studia KPZK.*
- Lizak M., Moszczyńska N., Musmanow M. (2019). *Prawne instrumenty ochrony powietrza. Problematyka nauk przyrodniczych i technicznych–Tom 3*, 50.
- Łabij-Reduta B., Borawski J., & Naumnik B. (2019). *Uwaga! SMOG!. Varia Medica*, 3(1), 68-76.
- Makhniashvili I., Makles Z. (2006). *Smog w środowisku miejskim. Bezpieczeństwo Pracy: nauka i praktyka*, (7/8), 20-23.
- Milanowski J. (2018). *Czułość człowieka. ACADEMIA-magazyn Polskiej Akademii Nauk*, 10-13.
- Wojtal R. (2018). *Zanieczyszczenie powietrza w miastach w aspekcie ruchu samochodowego. Transport Miejski i Regionalny.*

II

Marcin Flis

**Rola lasów w walce
o czyste powietrze
oraz jego wpływ
na kształtowanie
klimatu lokalnego i globalnego**

WSTĘP

W dobie zmian klimatycznych zachodzących na naszych oczach należy pochylić się nad tematem czynników antropogenicznych wpływających na te zmiany. Coraz większe zapotrzebowanie energetyczne, wzrastające w zastraszającym tempie od początków epoki przemysłowej rozpoczętej w XVIII w. zapoczątkowało łańcuch zdarzeń w kierunku fatalnych w skutkach dla naszej planety zmian. Rozwój gospodarczy, eksploatacja paliw kopalnych oraz gwałtowny wzrost populacji przyczyniły się do tych zmian. Rosnąca od kilku dekad świadomość społeczna zapoczątkowała zmiany w kierunku zahamowania tych destrukcyjnych procesów. Kluczową rolę w tym procesie stanowią lasy. Zrównoważona gospodarka leśna, zarówno Polski jak i Europy, wpływa na kształtowanie się klimatu, poprzez naturalne procesy, którymi rządzi się świat roślin. Dzięki tym właśnie zdolnościom magazynowania węgla w tkankach drzewa odgrywają tak ważną rolę w walce ze zmianami klimatycznymi.

CZYM JEST LAS

Sprecyzowanie definicji lasu nie jest proste. Według prawa jest to grunt o powierzchni nie mniejszej niż 0,10 ha, pokryty roślinnością leśną lub przejściowo niej pozbawiony, przeznaczony do produkcji leśnej, rezerwy przrody, parki narodowe lub obszary wpisane do rejestru zabytków. Aby dobrze zrozumieć procesy zachodzące w lesie należy mieć świadomość jego złożoności. Las, jako układ biocenotyczny charakteryzuje się wielowarstwowością. Zbiorowisko drzew, krzewów oraz runa leśnego tworzy najbardziej zróżnicowany i najdłużej istniejący ekosystem lądowy – las (Drozd i Florek, 2000). Funkcje lasu można podzielić na produkcyjną oraz pozaprodukcyjną. Produkcyjna skupia się na procesie hodowli lasu, począwszy od pozyskania nasion, przez wykonywanie odnowień, po pozyskanie drewna. Do pozaprodukcyjnych funkcji lasu możemy zaliczyć:

1. ochronną (ekologiczną), las bezpośrednio wpływa na klimat – lokalny oraz globalny, hamuje postępowanie procesów erozyjnych gleby, reguluje obieg wody;
2. społeczną, rozwój turystyki na obszarach leśnych, pogłębianie świadomości społecznej poprzez edukację ekologiczną.

Lasy zajmują powierzchnię 37,7% wszystkich państw członkowskich Unii Europejskiej (UE), zajmując tym samym powierzchnię 158 822,9 tys. ha – dane za 2019 r. Niemniej jednak powierzchnia lasów UE to zaledwie 5% lesistości na świecie. Do państw członkowskich z największymi obszarami leśnymi należą: Szwecja, Finlandia, Hiszpania, Francja, Niemcy i Polska.

Na przestrzeni ubiegłego stulecia powierzchnia lasów Polski systematycznie wzrastała. Od 1946 r. do dziś lesistość wzrosła z poziomu 20,8 % do 30,9 % powierzchni kraju – dane z GUS za 2021 r. (Główny Urząd Statystyczny).

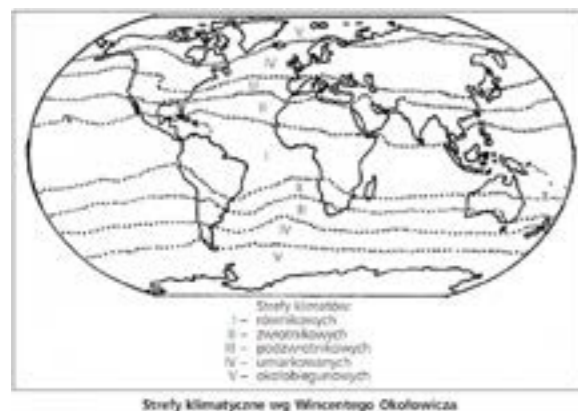
Państwo członkowskie UE-27	Lasy / obszary zalesione (w tys. ha, 2019 r.)	Udział lasów w całkowitej powierzchni (%) (2019 r.)	WDB/obszar leśny (EUR/ha) (2018 r.)	Własność lasów: % lasów państwowych (2015 r.)	Lasy i inne obszary zalesione na mieszkańca (w ha, 2015 r.)
Austria	3 885,6	46,4	274	25,8	0,47
Belgia	689,3	22,6	121	46,5	0,06
Bułgaria	3 880,0	35,2	68	87,9	0,53
Chorwacja	1 936,6	34,2	112	71,7	0,59
Cypr	172,7 (2015)	33,9	442	68,8	0,34
Czechy	2 675,3	33,9	442	76,6	0,25
Dania	627,5	14,6	557	23,7	0,12
Estonia	2 438,4	53,9	98	41,3	1,85
Finlandia	22 409,0	66,2	183	30,4	4,23
Francja	17 169,6	27,1	206	24,7	0,27
Niemcy	11 419,0	32	275	52	0,14
Grecja	3 901,8	29,5	14	77,5	0,59
Węgry	2 054,5	22,1	129	57,6	0,22
Irlandia	778	11,1	24	53,2	0,17
Włochy	9 512,3	31,5	208	33,6	0,19
Łotwa	3 406,9	52,8	163	52,3	1,72
Litwa	2 200,0	33,7	122	61,4	0,77
Luksemburg	88,7	34,3	400	47,1	0,16
Malta	0,4	1,5	0	—	—
Holandia	368,6	8,9	430	48,5	0,02
Polska	9 471,0	30,3	165	81,9	0,24
Portugalia	3 312,0	35,9	288	3	0,47
Rumunia	6 929,1	29,1	257	67	0,35
Słowacja	1 925,9	39,3	256	50,2	0,36
Słowenia	1 185,6	58,5	228	25,3	0,62
Hiszpania	18 567,9	36,7	54	29,2	0,59
Szwecja	27 980,0	63,8	110	24,3	3,18
UE-27	158 822,90	37,7	168	39,7 (UE-28)	0,36 (UE-28)

Tabela 1. Dane statystyczne dotyczące powierzchni lasów dla Unii Europejskiej, 2021 r.

Mówiąc o lesie należy mieć również świadomość, że lasy rosną także w przestrzeniach miejskich. Według danych statystycznych lasy miejskie oraz w obrębie miast zajmują 650 000 ha, co stanowi 7,45 % lesistości kraju (Młotkiewicz 2018). Największymi kompleksami leśnymi w przestrzeni miejskiej Europy są Lasy Miejskie w Olsztynie, które zajmują powierzchnię 1 415,87 ha oraz Las Łagiewnicki znajdujący się w obszarze administracyjnym miasta Łodzi zajmujący obszar 1205,45 ha. Lasy te w istotny sposób pomagają w zapobieganiu występowania zjawiska smogu. Ekosystemy leśne całego świata stanowią centrum bioróżnorodności. Lasy są niepodzielnym układem współzależności i powiązań, który podlega nieustającym zmianom indukowanym przez czynniki zewnętrzne jak i wewnętrzne. Ten układ mniej i bardziej widocznych zależności nieustannie wpływa na każdą ze swoich składowych (Jagodziński 2022). W czasach gwałtownej urbanizacji, przy zauważalnym procesie zanikania bioróżnorodności, wzmożonej emisji gazów cieplarnianych na lasy oddziałuje wiele negatywnych czynników – w tym zmiana klimatu.

ZMIANY KLIMATU

Klimat to ogół zjawisk pogodowych na danym obszarze, określane na podstawie wieloletnich obserwacji przebiegów stanów pogodowych z wykorzystaniem wyników pomiarów meteorologicznych (Woś 1993). Według prof. Wincentego Okołowicza wyróżniamy następujące strefy klimatów: równikową, zwrotnikową, podzwrotnikową, umiarkowaną oraz okołobiegunową (ryc.1.). Polska w całości leży w strefie klimatu umiarkowanego, ciepłego, przejściowego. Średnia roczna temperatura waha się pomiędzy 0 do 10°C, natomiast konkretnie w Polsce wynosi 6-8°C, a roczne opady wahają się w okolicach 700 mm.



Ryc. 1.

Strefy Klimatyczne wg Wincentego Okołowicza. (źródło: <https://tiny.pl/cdd2h>, dostęp: 25.08.2023).

Od wielu lat jesteśmy świadkami zmian klimatycznych w skali globalnej, niesie to za sobą daleko idące, negatywne skutki dla środowiska o charakterze destrukcyjnym. W ostatnim stuleciu doświadczamy wzrostu temperatury, co skutkuje zmianami w okresie wegetacyjnym roślin. Zmiany klimatu przyczyniają się do powiększania obszarów objętych suszami oraz do wydłużania czasu ich trwania. Zmniejszają się zasoby słodkich wód śródlądowych, jednocześnie wzrasta poziom mórz i oceanów. Wzrost średnich rocznych temperatur przyczynia się do wzrostu udziału gatunków roślin termofilnych, co prowadzi do zmian składów gatunkowych drzewostanów (Dyderski i in., 2018).

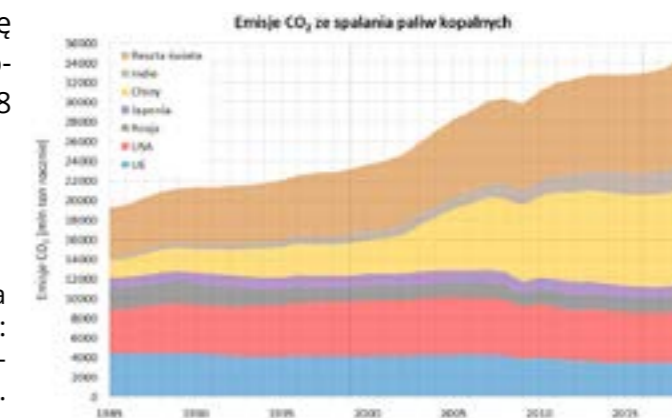
Zmiany klimatyczne tworzą łańcuch nierozzerwalnych, negatywnych oddziaływań niosąc za sobą tragiczne w skutkach, często nieodwracalne zmiany drzewostanów. Długie susze osłabiają vitalność oraz żywotność drzew, zwiększając ich podatność na negatywne działanie czynników biologicznych, takich jak szkodniki owadzie i patogeny, co skutkuje zamieraniem całych drzewostanów (Rawlik i in., 2021). Szczególnie wrażliwa w naszej strefie klimatycznej na zmianę stosunków wodnych jest brzoza brodawkowata *Betula pendula* sp. W ostatnich latach obserwuje się proces masowego zamierania – w szczególności starych drzew. W pierwszej fazie dochodzi do atrofii liści, następnie do powstawania suchoczubów, co finalnie skutkuje zamieraniem całych drzew.

OBIEG WĘGLA

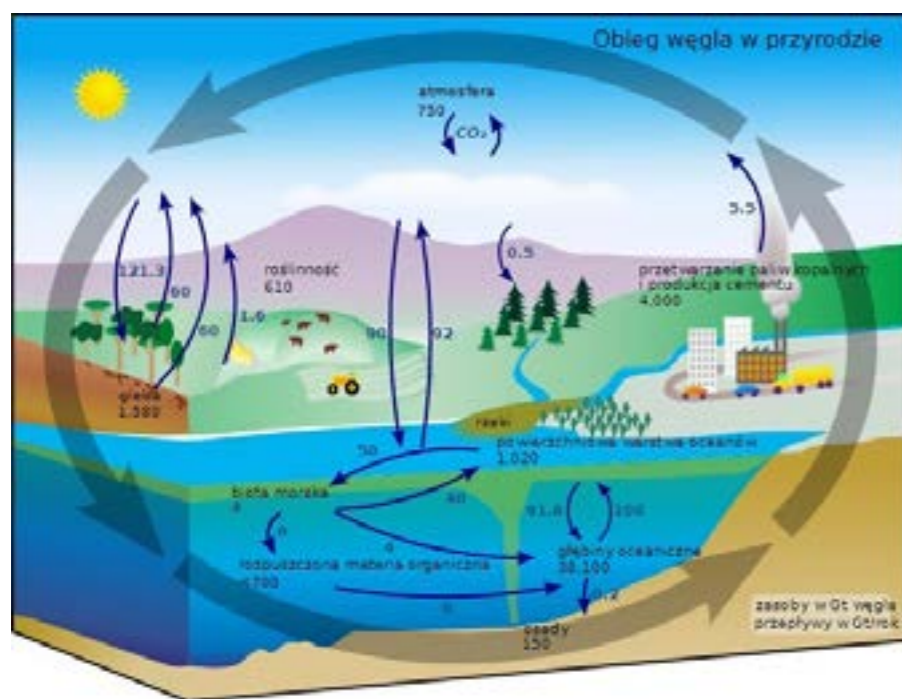
Decydujący wpływ na zmiany klimatyczne ma ciągle rosnąca emisja gazów cieplarnianych, a przede wszystkim dwutlenku węgla CO_2 oraz metanu CH_4 . Dwutlenek węgla oraz metan stanowią 93% emisji gazów cieplarnianych w Polsce. Poniższa ilustracja obrazuje skalę problemu emisji CO_2 na świecie (ryc. 2). Globalna emisja CO_2 za rok 2022 wynosiła 36,8 Gt CO_2 .

Ryc. 2.

Emisje CO_2 ze spalania paliw kopalnych. (źródło: <https://tiny.pl/cdd2b>, dostęp: 25.08.2023).



Cykl obiegu węgla w przyrodzie możemy podzielić na wolny i szybki (ryc.3). Wolny cykl węglowy rozpatrujemy w perspektywie geologicznej skali czasowej, natomiast szybki obejmuje procesy zachodzące na przestrzeni miesięcy czy lat (Popkiewicz i in., 2018). Głównym rezerwuarem węgla w przyrodzie są oceany. Zawierają one 40 000 GtC przyczyniając się do zakwaszania oraz ocieplania oceanów. Na lądach natomiast rozważany przez nas cykl obiegu węgla – szybki, opiera się o reakcję redoks – autotrofy, którymi są także drzewa. W procesie fotosyntezy tlenodorowej wykorzystują energię słoneczną oraz wodę przeprowadzając reakcję redoks, podczas której otrzymujemy produkty w postaci tlenu oraz węglowodanów. Tlen uwalniany jest do atmosfery a węglowodany służą jako materiał zapasowy oraz pokarm dla roślin (Weiner 2023). To właśnie ten proces jest podstawą do rozważania lasów jako czynnik mogący przeciwdziałać zmianom klimatycznym. Jeszcze do końca XIX w., do zaspokojenia potrzeb energetycznych wykorzystywano drewno z lasów. W porównaniu z wielkim skokiem w epoce przemysłowej zapotrzebowanie energetyczne było stanowczo mniejsze. Powierzchnia lasów była dużo większa, a proces odnawiania wyciętych lasów przebiegał w sposób naturalny.



Ryc. 3. Uproszczony schemat obiegu węgla w przyrodzie. (źródło: https://pl.wikipedia.org/wiki/Obieg_w%C4%99gla_w_przyrodzie, dostęp: 25.08.2023).

Według szacunków, gdybyśmy od dziś chcieli zaspokoić apotrzebowanie energetyczne w Polsce drewnem z lasów, to w 2027 roku wycięlibyśmy ostatnie drzewo (Popkiewicz 2014). Duży problem stanowi zaburzenie cyklu węglowego. Zaburzenie - w rozumieniu wprowadzania do atmosfery węgla pochodzącego ze spalania paliw kopalnych oraz wylesiania. Zjawisko to tworzy stałą, niezbilansowaną nadwyżkę stanowiącą ok. 5% emisji. Wzrasta przez to stężenie CO₂ w atmosferze. Średni roczny wzrost stężenia CO₂ w atmosferze pochodzącego z antropogenicznych emisji powinien wynosić 5,2 pmm na rok. Jednak obserwuje się wzrost o zaledwie połowę tej wartości. Świadczy to o istnieniu procesów, które niwelują około połowy emisji pochodzącej ze spalania paliw kopalnych.

ROLA LASÓW

Lasy na świecie są kluczowym magazynem węgla. Szacuje się, że zawierają 80% węgla zmagazynowanego w roślinach lądowych oraz 70% węgla związanego w glebie (Post, Emanuel i in., 1982). Biologiczna wymiana węgla jest różnicą węgla wyemitowanego z gleby oraz znajdującego się nad nią a węgla pobranego w procesie rozwoju roślin. Natomiast wymiana węgla netto jest to suma biologicznej wymiany węgla i ilości drewna pozyskanego. Jeśli wymiana węgla netto przyjmuje wartość ujemną to las pełni wtedy funkcję magazynu węgla i funkcję pochłaniacza węgla netto. Zdolność koncentracji węgla w drzewostanie, definiowana jest jako pochłanianie netto w tym czasie. Lasy naturalnie magazynują w sobie stałą ilość węgla, jednakże zjawiska, takie jak pożary czy sukcesja naturalna zmieniają te stosunki. Specyficznym procesem magazynowania węgla jest tworzenie się torfowisk. Proces beztlenowego rozkładu szczątków roślin oraz odkładanie go w postaci torfu jest zjawiskiem sekwestracji – usuwania węgla z obiegu. Zabiegi prowadzone w związku z gospodarowaniem drzewostanem oraz zmiany zachodzące w procesach zmian biologicznych w czasie definiują zdolność magazynowania węgla w drzewostanie. W procesie wycinki lasu, w krótkim czasie wprowadzamy do obiegu zmagazynowany węgiel – jako opał, meble, materiały konstrukcyjne, który uwalniany jest do atmosfery przez lata a nawet dekady. Dlatego tak ważna jest zbilansowana, zrównoważona gospodarka leśna, skupiona na racjonalnym odtwarzaniu lasu. Od momentu wykonania odnowień miną dekady zanim drzewa zwiążą węgiel równoważny zmagazynowanemu z wyciętych drzew.

ZAPOBIEGANIE ZMIANOM KLIMATYCZNYM

Pojęcie CDR – Carbon dioxide reduction, jest to proces antropogeniczny polegający na sekwestracji z atmosfery CO₂ i trwałym składowaniu, magazynowaniu go w rezerwuarach geologicznych, Łądowych, oceanicznych lub produktach. Proces zalesiania jest zabiegiem przenoszenia związanego w biomacie węgla z jednego magazynu do drugiego w obrębie szybkiego cyklu węglowego. Najważniejszą rolę w trwałym wycofywaniu CO₂ z obiegu są stare drzewostany. Pomimo, iż ich zdolność pochłaniania CO₂ i wbudowywania w komórki z wiekiem spada jednak ilość zmagazynowanego w nich węgla jest ogromna. W przypadku wycinki drzew, węgiel w nich zmagazynowany za jakiś czas wróci do obiegu, czy to wykorzystany jako opał – do kilku lat po wycinie, czy jako materiał budowlany – do kilku dekad. Nowo posadzone drzewa, co prawda mają większą zdolność pochłaniania CO₂, jednak w ogólnym rozrachunku – różnica węgla pochłanianego z nowych zalesień a węgiel uwolniony do obiegu w procesie wycinki przez dziesiątki, a nawet setki lat będzie przyjmowała wartość ujemną. Według raportów LULUCF Lasy w Polsce kompensują zaledwie ok. 10% emisji CO₂ pochodzącej ze spalania paliw kopalnych.

Komisja Europejska w ramach projektu „Fit for 55” w dążeniu do neutralności klimatycznej z założeniami do 2030 r. w 2021 r opracowała Nową strategię leśną UE 2030. Najistotniejszymi założeniami dla wszystkich krajów członkowskich są:

1. Wspieranie zrównoważonej biogospodarki leśnej na rzecz trwałych produktów drzewnych;
2. Zapewnienie zrównoważonego wykorzystania zasobów drewnopochodnych do produkcji bioenergii;
3. Promowanie biogospodarki opartej na nieдрzewnych produktach leśnych, w tym ekoturystyki;
4. Ochrona ostatnich zachowanych w UE lasów pierwotnych i starodrzewów;
5. Zapewnienie odbudowy lasów i wzmocnienie zrównoważonej gospodarki leśnej w celu zastosowania się do zmian klimatu i zwiększenia odporności lasów;
6. Ponowne zalesianie i zalesianie lasów o dużej różnorodności biologicznej.

WNIOSKI

Lasy są kluczowym elementem w walce ze zmieniającym się klimatem. Wzrost emisji gazów cieplarnianych związany ze zwiększającym się zapotrzebowaniem energetycznym i stałą kon-

sumpcją paliw kopalnych przyczynia się do zmian klimatycznych. Klimat w historii naszej planety zmieniał się niejednokrotnie, lecz te zmiany uwarunkowane były naturalnymi procesami bądź kataklizmami. W dzisiejszych czasach zmiany klimatu następują głównie z powodu czynników antropologicznych. Ludzkość od tysiącleci wykorzystywała drewno pozyskane z lasów. Rosnąca liczba ludności wraz ze wzrostem zapotrzebowania energetycznego w szczególności w epoce przemysłowej zintensyfikowała pozyskanie drewna wprowadzając tym samym w obieg węgiel pochodzący z drzew magazynujących go często setki lat. Rosnąca świadomość i odpowiedzialność społeczna, coraz bardziej przyczyniają się do wyhamowania zmian klimatycznych. Jednym z działań, które przyczynia się do zmniejszenia efektów tych zmian jest prowadzenie zrównoważonej polityki energetycznej, w tym gospodarki leśnej.

BIBLIOGRAFIA

- Drozd L., Florek M. (2000) *Leśnictwo* Wydawnictwo Akademii Rolniczej w Lublinie
- Dyderski M.K., Paź S., Frelich L.E., Jagodziński A.M. (2018). How much does climate change threaten European forest tree species distributions?. *Global change biology*, 24(3), 1150-1163.
<https://www.europarl.europa.eu/factsheets/pl/sheet/105/unia-europejska-i-obszary-lesne>
<https://www.lasy.gov.pl/pl>
- Jagodziński A.M. *Prognozowane problemy z utrzymaniem trwałości lasów wobec postępujących zmian klimatycznych*. Szabla K. *Leśnictwo przyszłości*. Polskie Towarzystwo Leśne, Stare Jabłonki Ss. 55-75
- Młotkiewicz D. (2018). *Lasy miejskie na obszarach skomunalizowanych*. *Problematyka prawno-organizacyjna*. *Studia Iuridica*, (78), 333-347.
- Okołowicz W. (1971). *Strefy klimatyczne świata*. Państwowe Przedsiębiorstwo Wydawnictw Kartograficznych.
- Popkiewicz M. (2012). *Świat na rozdrożu*. Sonia Draga Sp. z oo.
- Popkiewicz M., Kardaś A., Malinowski S. (2018). *Nauka o klimacie*. Sonia Draga Sp. z oo.
- Rawlik M., Kasprowicz M., Jagodziński A.M., Kaźmierowski C., Łukowiak R., Grzebisz W. (2021). *Tree species have a greater influence on species composition of the herb layer than soil texture on a forested post-mining area*. *Land Degradation and Development*, 32.
- Weiner J. (2008). *Życie i ewolucja biosfery: podręcznik ekologii ogólnej*. Wydawnictwo Naukowe PWN.
- Woś A. (1993). *Regiony klimatyczne Polski w świetle częstości występowania różnych typów pogody= Climatic regions of Poland in the light of the frequency of various weather types*. *Zeszyty Instytutu Geografii i Przestrzennego Zagospodarowania PAN*.

III

Henryk Kociel

Zieleń w miastach sposobem na poprawę jakości powietrza, wpływ różnych gatunków drzew na jakość powietrza w miastach

WSTĘP

Od wieków człowiek jest częścią przyrody, przekształca, dostosowuje i wykorzystuje naturę do swoich potrzeb i lepszego życia. Poprzez te działania przekształca otaczającą go przestrzeń. Wraz z rozwojem technologii, przemysłu czy urbanizacji ingerencja człowieka w środowisko znacząco i systematycznie wzrastała. Najbardziej zauważalnym okresem przemian przestrzeni miejskiej jest okres rozwoju przemysłu, a tym samym rozwoju miast. Wiek XIX był charakterystyczny dla przemian gospodarczych i rozwoju technologicznego. W tamtych czasach powstało wiele dużych fabryk, które zapoczątkowały falę migracji ludności ze wsi do miast. Głównym powodem masowych przesiedleń ludności była chęć znalezienia pracy i prowadzenia lepszego życia. Wraz z postępem uprzemysłowienia, w coraz gęściej zaludnionych i zabudowanych miastach zaczęło brakować przemysłanych i zaplanowanych układów urbanistycznych. Znaczna liczba procesów związanych z rozwojem miast spowodowała systematyczne zmniejszanie udziału terenów pokrytych roślinnością, zwłaszcza drzewami, w strukturach miejskich.

RODZAJE I CHARAKTERYSTYKA ZIELENI MIEJSKIEJ

Aktualnie w miastach, gdzie beton, szkło i stal często dominują krajobraz, znaczenie zieleni staje się coraz większe. Pozytywem jest narastająca świadomość ekologiczna, społeczna i ekonomiczna w związku z korzyściami, których dostarczają tereny zieleni. Zieleń miejska obejmuje różnorodne formy, które mają na celu poprawę estetyki, zdrowia ludzi i jakości środowiska. Najbardziej charakterystyczną formą terenów zieleni w miastach są parki i ogrody publiczne. Są to duże obszary przeznaczone do rekreacji, odpoczynku i spotkań społecznych. Dobrze znane są także skwery i place, które często znajdują się w sercu miasta lub przy głównych ulicach. Niektóre z nich niestety posiadają znikomą ilość roślinności. Następną formą są alejki i bulwary. Są to pasy zieleni z drzewami, krzewami lub kwiatami, zazwyczaj przy ciągach komunikacyjnych. Inną, jeszcze mało powszechną formą zieleni w Polsce, są zielone dachy. To technika polegająca na sadzeniu lub stawianiu w donicach roślin na dachach budynków. Zielone ściany, również mają podobne zastosowanie. Różnią się tym, że porastają ściany. W miastach coraz częściej pojawiają się skwery i ścieżki edukacyjne. Są to przestrzenie, mające na celu edukowanie społeczności na temat roślinności, ekosystemów i zrównoważonego stylu życia. Ronda i wyspy zieleni to tereny na skrzyżowaniach ulic, które zostały obsadzone roślinnością w celu poprawy estetyki

i redukcji zanieczyszczeń, przede wszystkim pochodzących z transportu. W tym celu tworzy się również aleje drzew, które także dostarczają cienia. Wspomniana została tylko część rodzajów zieleni miejskiej. W rzeczywistości istnieje wiele innych innowacyjnych podejść i rozwiązań, które mogą być stosowane w różnych obszarach miejskich w zależności od potrzeb i celów. Zieleni jest integralną częścią współczesnych metropolii. Zgodnie z podziałem według Pokorskiego i Siwca (1998), tereny zieleni w mieście podzielone zostały na pięć głównych kategorii i podkategorie zgodne z pełnionymi funkcjami. Są nimi:

- tereny zieleni otwarte do wypoczynku biernego i czynnego: parki ludowe, spacerowo-wypoczynkowe, zieleńce, bulwary i promenady;
- tereny zieleni specjalnego przeznaczenia, w tym: zieleń towarzysząca komunikacji, pasy zieleni izolacyjnej, ogrody dydaktyczne, pracownicze ogrody działkowe, cmentarze, parki i ogrody zabytkowe;
- tereny zieleni towarzyszące różnym obiektom: obiektom usług kulturalno-społecznych, zieleń towarzysząca zabudowie osiedlowej i indywidualnej, obiektom usługowo-handlowym i przemysłowym, obiektom usług gospodarczych bądź technicznych;
- tereny gospodarki ogrodniczej, rolnej i leśnej: gospodarstwa ogrodnicze oraz szkółki drzew i krzewów ozdobnych, gospodarstwa produkcyjne, rolniczo-hodowlane lub lasy produkcyjne;
- tereny zieleni wypoczynkowo-wycieczkowe i turystyczne: bazy i ośrodki wypoczynkowe łądowe, przyleśne i przywodne oraz lasy komunalne (Pokorski i Siwiec, 1998).

Zgodnie z wyżej wspomnianym podziałem każdy z wymienionych rodzajów zieleni spełnia określone zadania w przestrzeni miejskiej. Bardzo ważne jest przemyślane i funkcjonalne rozplanowanie przestrzeni w mieście oraz dostosowanie do liczby mieszkańców danego miasta (Chojcka 2014).

CHARAKTERYSTYKA FUNKCJI ZIELENI MIEJSKIEJ

Zieleni miejska odgrywa kluczową rolę w kształtowaniu atrakcyjności i jakości życia w miastach. Charakteryzuje się różnorodnością funkcji i korzyści, które wnosi do środowiska miejskiego. Obecnie można przyjąć, że najważniejsze funkcje terenów zieleni w przestrzeni pu-

blicznej to: rekreacyjno-wypoczynkowa, ekologiczno-ochronna, zdrowotna, estetyczna oraz dydaktyczna (Chojcka 2014) (ryc.1). Pierwsza wyżej wspomniana funkcja polega na umożliwieniu ludziom wypoczynku czynnego i biernego. Te tereny to przestrzeń służąca aktywności fizycznej, spędzaniu czasu na świeżym powietrzu i nawiązywaniu kontaktów społecznych. Funkcja rekreacyjna i wypoczynkowa jest niezmiernie ważna, dla jakości życia mieszkańców.



Ryc.1. Warszawska zieleni miejska. (źródło: <https://swiatzieleni.pl/zielen-miejaska>, dostęp: 20.08.2023)

Funkcja estetyczna natomiast odnosi się do aspektu wizualnego. Stanowi przeciwwagę dla szarej infrastruktury i może poprawiać wygląd miasta. Dodatkowo może podnosić walory krajobrazowe i rangę ważnych miejsc, czy budynków w mieście.

Funkcja dydaktyczna polega na wykorzystaniu terenów, takich jak parki, ogrody publiczne i placówki edukacyjne do celów edukacyjnych i informacyjnych. Zazwyczaj tereny takie zawierają tablice informacyjne, opisy roślin i ich zastosowań, co stanowi cenne źródło edukacji przyrodniczej. Przestrzeń ta może być miejscem organizowania warsztatów i wykładów przyrodniczych. Wspiera edukację przyrodniczą, zachęca do eksploracji natury i może przyczynić się do większej troski o środowisko naturalne.

Funkcja zdrowotna polega na pozytywnym wpływie przestrzeni z roślinnością na zdrowie fizyczne i psychiczne mieszkańców. Tereny zieleni zachęcają mieszkańców do aktywności fizycznej. Kontakt z naturą ma wpływ na redukcję stresu i poprawę samopoczucia.

Obcowanie z naturą może przyczynić się do poprawy ogólnej równowagi psychicznej. Dodatkowo rośliny absorbują dwutlenek węgla i inne zanieczyszczenia powietrza, a jednocześnie uwalniają tlen.

Funkcja ekologiczno-ochronna polega na wykorzystywaniu roślinności w miastach do ochrony środowiska naturalnego, zachowania bioróżnorodności oraz poprawy jakości ekosystemów miejskich. Ma to na celu zmniejszenie negatywnego wpływu urbanizacji na przyrodę. Przykładowo, zwiększenie liczby roślinności w miastach przyczynia się do utrzymania populacji roślin i zwierząt. Roślinność w miastach pomaga również w zatrzymywaniu wód opadowych, co zmniejsza ryzyko powodzi i erozji gleby. Roślinność może ochładzać otoczenie poprzez transpirację. W miastach może to pomóc w redukcji efektu wyspy ciepła, czyli zjawiska, w którym obszary miejskie są znacznie cieplejsze niż okoliczne obszary wiejskie.

Warto podkreślić, że różne miejsca mogą mieć swoje unikalne przeznaczenie związane z zielenią miejską, dlatego też planowanie i zarządzanie nią powinno uwzględniać konkretne potrzeby danej społeczności (Chojecka 2014).

CZŁOWIEK A JAKOŚĆ POWIETRZA W MIASTACH

XXI wiek charakteryzuje się dużą liczbą ludności mieszkającej w zespołach miejskich. Faktem jest, że im miasto jest większe, tym warunki dla zdrowia człowieka są mniej korzystne. W miastach na całym świecie dynamiczny rozwój wielu sektorów gospodarki sprawił, że jakość powietrza staje się coraz większym i bardziej istotnym problemem. Zanieczyszczenia mają negatywny wpływ na zdrowie ludzi oraz ekosystemy miejskie, przejawiają się przede wszystkim, jako skażenie powietrza atmosferycznego. To zjawisko wywołane jest dużą koncentracją przemysłu, transportu oraz często również instalacjami ogrzewania.

Jednymi z głównych zanieczyszczeń w miastach spowodowanymi ogrzewaniem mieszkań i transportem są zanieczyszczenia mikropyłowe. Aerozol ziarnisty składa się z cząstek stałych lub ciekłych, zawieszonych w powietrzu atmosferycznym, posiadających średnicę mniejszą niż 10 μm . Cząstki te występują np. w kurzu, dymie oraz sadzy i często zawierają substancje mutagenne i kancerogenne, są toksyczne (Sadowiec i Gawroński 2013). Wzrost stężenia pyłów zawieszonych w atmosferze powoduje ograniczoną widoczność oraz pogarsza jakość powietrza. Natomiast dużo gorszym skutkiem jest zmniejszenie ilości promieniowania słonecznego, które dociera do powierzchni Ziemi.

W wyniku tego stwierdza się pogorszenie zdrowia ludzi, spadek plonów oraz ostatecznie negatywny wpływ na klimat. Pyły najdrobniejsze, inaczej respirabilne, są uznawane za najbardziej szkodliwe. Potrafią wnikać głęboko do przewodu oddechowego i nie mogą zostać usunięte z organizmu (Pastuszka 2007).

Aby monitorować jakość powietrza i chronić ludzi przed skutkami zanieczyszczeń, wiele krajów opracowuje standardy jakości powietrza oraz podejmuje działania mające na celu ograniczenie emisji zanieczyszczeń. Wprowadza się ograniczenia emisji z przemysłu, transportu i innych źródeł, promuje się energię odnawialną oraz zachęca ludzi do korzystania z transportu publicznego lub środków transportu niskoemisyjnego. Ważne jest, aby każdy z nas podejmował świadome decyzje mające na celu ochronę jakości powietrza. Tutaj przede wszystkim duże znaczenie może mieć zieleni. Cenne są szczególnie skupiska drzew i krzewów rosnące poza terenami leśnymi, które znacznie zwiększają odporność środowiska na oddziaływanie niekorzystnych czynników.

ZIELEŃ MIEJSKA JAKO SPOSÓB NA POPRAWĘ JAKOŚCI POWIETRZA

Zieleni miejska odgrywa kluczową rolę w poprawie jakości powietrza w obszarach miejskich. Drzewa, krzewy i mniejsza roślinność rosnąca w mieście korzystnie wpływa na środowisko miejskie i zdrowie ludzi. Jednym z podstawowych sposobów radzenia sobie z problemem dotyczącym jakości powietrza jest zwiększenie ilości miejskiej zieleni (ryc. 2). Proces fotosyntezy, w trakcie którego rośliny absorbują dwutlenek węgla (CO_2) i wytwarzają tlen, to jedno z głównych źródeł naturalnego oczyszczania powietrza. Roślinność z gleby potrafi pobierać metale ciężkie i związki organiczne, natomiast z atmosfery nie tylko gazy, jak NO_x , CO_2 i O_3 , ale również pyły zawieszane (Gawroński 2009).

Mechanizmy te pozwalają na obniżenie stężenia szkodliwych substancji w powietrzu, co przyczynia się do poprawy jakości powietrza. Ważne jest odpowiednie zaplanowanie i udział roślinności na terenie miast. Powinno zakładać się tereny zieleni w różnorodnej formie, na przykład parki i ogrody miejskie, zieleni przydrożna, zieleni towarzysząca, pnącza i ogrody wertykalne, zielone dachy, czy nawet zadbać o zieleni na cmentarzach. Istnieje wiele sposobów na skuteczne i zarazem interesujące wprowadzenie zieleni do obszarów miejskich.



Ryc.2.
Obecność drzew w strukturach miejskich: ul. Reymonta na Zatorzu, Olsztyn (po lewej), Plac Słowiański Bytom (po prawej). (źródło: <https://tiny.pl/cddth>, <https://tiny.pl/cddtm>, dostęp: 20.08.2023).

Zielone dachy, to rodzaj dachów na których uprawiana jest roślinność. Zazwyczaj sadi się w nich trawy, byliny czy rośliny niskorosnące, a w przypadku bardziej rozbudowanych systemów, nawet krzewy i drzewa. Istnieją dwa główne rodzaje zielonych dachów ze względu na rodzaj zastosowanej zieleni. Są to dachy intensywne i ekstensywne. Pierwszy z nich jest użytkowany zazwyczaj całorocznie. Tworzy lepszy efekt wizualny niż dach ekstensywny, lecz ze względu na wysoką roślinność, na efekty musimy poczekać zdecydowanie dłużej. Zadaniem tego typu zielonego dachu jest przypominać tradycyjny ogród. Zastosowanie często znajdują na budynkach i garażach. Drugim rodzajem są dachy ekstensywne. Nie są one przeznaczone do użytkowania oraz mają ograniczone walory estetyczne. Dachy te nie wymagają dużej ingerencji w konstrukcję budynku. Roślinność projektowana musi wykazywać się płytkim systemem korzeniowym oraz małymi wymaganiami pielęgnacyjnymi. Najczęściej zastosowanie znajdują rośliny z gatunku Sedum. Podstawową funkcją dachu ekstensywnego jest funkcja przyrodnicza (Drozd 2015). Drugim sposobem na wprowadzenie większej ilości zieleni do miast jest stosowanie ogrodów wertykalnych i pnączy. Znane są one jako ogrody pionowe lub żywe ściany. Jest to nowatorski sposób aranżacji przestrzeni zielonych, szczególnie w obszarach miejskich, gdzie brakuje wolnej przestrzeni. Stosuje się je na fasadach budynków, ścianach, wiatkach śmietnikowych lub na wielu innych konstrukcjach. Zielona ściana charakteryzuje się dużą bioróżnorodnością, ponieważ możemy na niej posadzić nie tylko byliny, ale także mniejsze krzewy. Dzięki temu tworzymy barwne kompozycje, opierające się nie tylko na kwiatach, ale również na liściach. Co więcej ogrody wertykalne wpływają na efektywność energetyczną budynków. Roślinność zatrzymuje ciepło, dzięki czemu budynki się nie wychładzają. Do-

datkowo w miastach, gdzie źródła zanieczyszczeń powietrza są liczne, rośliny mogą pełnić rolę naturalnych filtrów powietrza. Liście roślin wychwytyją cząsteczki, oczyszczając tym samym powietrze wokół. Rośliny o dużych, gęstych liściach oraz owłosieniu są szczególnie skuteczne w tej roli, ponieważ mogą zatrzymać większą ilość pyłów i cząsteczek z powietrza. W celu zminimalizowania zanieczyszczeń oraz ich pochłaniania ważne jest w planowaniu terenów zieleni zastosowanie się do zasady od niższej roślinności do wyższej. Taka zasada zwiększa powierzchnię chłonną oraz zabezpiecza przed wywiewaniem zanieczyszczeń na inne obszary w mieście. Ostateczny wpływ roślin na efekt kanionu ulicznego zależy od różnych czynników, takich jak rodzaj roślin, ich umiejscowienie, sposób pielęgnacji i projekt przestrzeni miejskiej. Wielu planistów urbanistycznych stara się uwzględniać te aspekty przy projektowaniu miast, aby stworzyć harmonijne i przyjemne środowisko dla mieszkańców.

Nie powinno się zapominać o doborze i zastosowaniu odpowiednich gatunków roślin, które będą pochłaniały zanieczyszczenia. Ważne jest proponowanie przede wszystkim roślin odpornych na zanieczyszczenia, które będą bez problemów radziły sobie w środowisku miejskim. Należy również uwzględnić lokalne warunki klimatyczne i glebowe. Zieleń ta powinna posiadać odpowiednio dużą powierzchnię chłonną, a przy okazji stanowić istotny element estetyczny architektury miejskiej.

OBECNOŚĆ DRZEW W STRUKTURACH MIEJSKICH

Współczesne miasta stanowią niezwykle złożone ekosystemy, gdzie harmonijne współistnienie ludzi, fauny i flory staje się coraz ważniejszym wyzwaniem. Drzewa odgrywają kluczową rolę, wpływając nie tylko na estetykę przestrzeni miejskiej, lecz także na jakość życia mieszkańców oraz środowiska. Od wieków obecność drzew w mieście jest integralną częścią, jednak w dzisiejszych czasach ich znaczenie jest jeszcze bardziej istotne.

Drzewa z jednej strony są oazą zieleni, poprawiając jakość powietrza poprzez absorpcję dwutlenku węgla i produkcję tlenu. Z drugiej strony, pełnią kluczową rolę w regulacji mikroklimatu, przeciwdziałając efektom miejskiej wyspy ciepła oraz chroniąc przed ekstremalnymi warunkami atmosferycznymi. Poprzez poprawę estetyki miejskich przestrzeni, drzewa przyczyniają się do podniesienia jakości życia mieszkańców, wpływając korzystnie na ich zdrowie psychiczne i fizyczne. Tworząc przyjazne środowisko,

sprzyjają integracji społeczności oraz wytwarzaniu więzi międzyludzkich. Przykładowo z Japonii wywodzi się dendroterapia i sylwoterapia, które są leczniczymi terapiami medycyny alternatywnej, bazującymi na wytwarzanych przez drzewa fitoncydach, obcowaniu i spacerami wśród drzew (ryc.3). Połączone to jest z prawidłowym oddychaniem (Orczewska 2023).



Ryc.3. Medycyna alternatywna: dendroterapia i sylwoterapia. (źródło: <https://tiny.pl/cdd7k>, <https://tiny.pl/cdd7s>, dostęp: 18.08.2023).

Dodatkowo drzewa tworzą barierę ochronną przed hałasem. Gęste liście i gałęzie mogą działać jako naturalne bariery akustyczne, zmniejszając hałas pochodzący z ruchu ulicznego i innych źródeł. Innym ważnym aspektem jest zwiększanie bioróżnorodności. Drzewa w miastach tworzą ekosystemy, które stanowią schronienie dla różnorodnych gatunków roślin i zwierząt. Niestety, utrzymanie i właściwe zarządzanie drzewami w mieście stanowi wyzwanie, szczególnie w obliczu zmian klimatycznych, zanieczyszczenia środowiska i ograniczonej przestrzeni. Konieczne jest znalezienie równowagi między potrzebami urbanistycznymi a ochroną przyrody. Pamiętajmy, że na starsze, duże i atrakcyjne drzewa czeka się przez wiele lat, a strata ich w niektórych miejscach może być nieodwracalna (Szczepanowska 2007).



DRZEWIA SPOSOBEM NA OGRANICZENIE ZANIECZYSZCZENIA W MIASTACH

Na wstępie warto wspomnieć, że procentowy udział pokrycia koronami drzew w strukturze miast jest wskaźnikiem stanu zdrowia ekosystemów miejskich (Szczepanowska 2007). Przykładowo według badań Molla (1987) przeprowadzonych w amerykańskich miastach, średnie pokrycie koronami drzew wynosi niewiele ponad 30% i dąży do podwojenia tej liczby. W miastach ogólne zróżnicowanie pokrycia koronami wygląda następująco: od około 15% w centrum, 25% w otoczeniu ciągów komunikacyjnych, do 50% i więcej na terenach osiedlowych.

Aktualnie w strukturach miejskich, drzewa zaczynamy bardziej doceniać i postrzegać, jako naturalne filtry powietrza (Sadowiec i Gawroński 2013). Wychwytyują one znaczne ilości py-

łów i niechcianych gazów. Ruchy powietrza są hamowane przez koronę, a następnie zawarte w nich zanieczyszczenia osadzają się na nadziemnych częściach drzew. Największy udział w procesie pochłaniania zanieczyszczeń mają duże drzewa z liśćmi o znacznej powierzchni. Również istotne jest to, że liście charakteryzują się odmiennymi stopniami lepkości oraz porowatości blaszek (Orczewska 2023). Korony drzew, które znajdują się na wysokościach 5-15 metrów są uznawane za skuteczny filtr. Według badań, roślinność jest w stanie zatrzymać około 3,6 razy więcej pyłu niż gładkie powierzchnie (Zimny 2005). Badania związane z biomonitoringiem zanieczyszczeń środowiska wykazały, że ołów osadza się na powierzchni liści. Drzewa rosnące w dalszej odległości od ruchliwej ulicy, w liściach i pędach posiadały mniejszą zawartość ołowiu niż te znajdujące się w bliskiej odległości od źródła zanieczyszczenia (Rączka i Gawroński 2004). Podczas okresu wegetacji zanieczyszczenia pod koronami maleją o 20-40%, a w okresie bezlistnym spadają o 13-18% (Czerwieniec i Lewińska 1996). Co więcej, na 3-krotne zmniejszenie stężenia pyłów ma wpływ rozbudowana struktura pozioma i pionowa roślinności (Dubel 2000). Jeśli między osiedlami a zakładami przemysłowymi istnieje bariera roślinna o długości 180 m, to zapylenie końcowe obniży się o 75% (Nowak 1985). Dodatkowo warto wiedzieć, że drzewa poza niwelowaniem zanieczyszczeń są w stanie wytworzyć substancje lotne (fitoncydy), pozytywnie wpływające na organizm człowieka. Wytwarzane są one przez roślinę w jej kwiatach i nasionach, liściach oraz korzeniach. Cząstki te mają działanie bakterioobójcze, pierwotniakobójcze oraz grzybobójcze. Aby fitoncydy mogły wśród nas aktywnie działać, ważna jest ich obecność. W tym celu starajmy się spędzać czas w otoczeniu m.in. sosny, dębów, orzechów oraz brzoź (Orczewska 2023).

FITOREMEDIACJA – CO TO TAKIEGO?

Fitoremediacja jest stosowaniem roślinności w celu usuwania zanieczyszczeń środowiska lub uczynienia ich nieszkodliwymi (Salt i in. 1998). Nazwa pochodzi od greckiego „phyto”, oznaczającego roślinę oraz łacińskiego „remediare”, czyli naprawiać. Proces fitoremediacji jest biologiczną technologią skupioną na usuwaniu metali ciężkich i zanieczyszczeń organicznych, także z gleby (Rosselli i in. 2003). Początki lat 80. XX wieku charakteryzują się pierwszymi wdrożeniami technik fitoremediacji. Zaczęto doceniać rolę roślinności w procesie oczyszczania powietrza wielkich struktur miejskich.

Mechanizm ten zaczyna się od pobrania zanieczyszczeń ze środowiska. Rośliny pobierają toksyczne substancje, a następnie kumulują je w swoich tkankach. Późniejszym etapem jest ich detoksykacja (Grobela i in. 2010). Aby fitoremediacja była skuteczna ważny jest odpowiedni dobór roślinności, która posiada różny potencjał podczas procesu oczyszczania środowiska. Zieleń o rozległym systemie korzeniowym, bioakumulacji oraz wysokiej odporności tkankowej na stężenie toksycznych metali, a także małej atrakcyjności dla zwierząt jest wykorzystywana podczas skażenia gleb metalami ciężkimi (Thangavel i Subhuram 2004). Drzewa są również skutecznymi fitoremediantami. Oczyszczają powietrze z zanieczyszczeń mikropyłowych. Po przeprowadzonych badaniach Sadowca i Gawrońskiego (2013), stwierdzono, że niektóre z gatunków lip bardzo dobrze sobie radzą w pobliżu jezdni. Starsze lipy posiadają dużą powierzchnię liściową, pochłaniającą zanieczyszczenia, gdyż wytwarzają duże i gęste korony. Najlepszym pochłaniaczem zanieczyszczeń okazała się lipa drobnolistna, która z powodzeniem może być sadzona w miastach. Równie skutecznymi akumulatorami pyłów jest lipa warszawska oraz holenderska w odmianie ‘Pallida’. Jeśli chodzi o lipy japońską, srebrzystą ‘Brabant’ i szerokolistną to wykazują się one małą akumulacją mikrocząstek.

WPŁYW RÓŻNYCH GATUNKÓW DRZEW NA JAKOŚĆ POWIETRZA W MIASTACH

Dzięki fotosyntezie rośliny odżywiają się i są w stanie produkować tlen. W ciągu 10 lat drzewo jest w stanie wytworzyć tyle tlenu, ile człowiek zużywa w ciągu 20 lat swojego życia (Czerwieniec i Lewińska 1996). Poczynając od gatunków liściastych buk, który ma 100 lat i powierzchnię liści sięgającą 1700-2700 m², może wyprodukować ponad 1700 g tlenu. Aby uzyskać tę samą ilość tlenu, należałoby posadzić 1700-2700 młodych buków o powierzchni asymilacyjnej 1m² (Orczewska 2023). Według Zimnego (2005), buk pobiera 2,5 kg CO₂, wytwarzając przy tym 1,7 kg tlenu. Natomiast świerki produkują ok. 0,81 kg tlenu (Czerwieniec i Lewińska 1996). 60-letnia sosna może zaspokoić potrzeby tlenowe trzech osób, produkując wystarczająco dużo tlenu w ciągu doby (Orczewska 2023).

Proces fotosyntezy związany jest także z pochłanianiem dwutlenku węgla. Od warunków siedliskowych, cech gatunkowych i odmianowych zależy skuteczność roślin drzewiastych w oczyszczaniu środowiska. Drzewa liściaste są odporniejsze na zanieczysz-

czenia niż drzewa iglaste. Dzięki temu, że liście są zrzucane sezonowo, możliwe jest pozbycie się niektórych zanieczyszczeń (Kłosińska 2009).

Według badań Popka (2005), najwyższą zdolnością akumulacji mikropyłów charakteryzuje się brzoza brodawkowata (*Betula pendula* Roth). Na tej liście znajdują się również jesion pensylwański (*Fraxinus pennsylvanica* Marsh.), jarząb szwedzki (*Sorbus intermedia* Ehrh.) oraz klon polny (*Acer campestre* L.). Natomiast najniższymi zdolnościami wykazuje się wierzba żałobna (*Salix × sepulcralis* ‚Chrysocoma’) i robinia akacjaowa ‚Frisia’ (*Robinia pseudoacacia* ‚Frisia’). Według Preciado (2006) gatunki drzew z wysokimi zdolnościami w wychwytywaniu pyłów to także m.in. jesion wyniosły (*Fraxinus excelsior* L.), klon pospolity (*Acer platanoides* L.), klon jawor (*Acer pseudoplatanus* L.), grusza polna (*Pyrus pyraeaster* L.), jarząb pospolity (*Sorbus aucuparia* L.) i wiele innych (Popek 2013).



BIBLIOGRAFIA

- Chojecka A. (2014). *Znaczenie terenów zielonych w przestrzeni publicznej oraz ich wpływ na jakość życia miejskiego*, Uniwersytet Śląski, Katowice.
- Czerwiec M., Lewińska, J. (1996). *Zieleń w mieście*, Instytut Gospodarki Przestrzennej i Komunalnej, Warszawa.
- Dubel K. (2000). *Uwarunkowania przyrodnicze w planowaniu przestrzennym*, Wydawnictwo Ekonomia i Środowisko, Białystok.
- Gawroński S.W. (2009). *Fitoremediacja – rośliny jako narzędzia w oczyszczaniu powietrza na terenach zurbanizowanych*.
- Grobelak A. Kacprzak M. Fijałkowski K. (2010). *Fitoremediacja – niedoceniony potencjał roślin w oczyszczaniu środowiska*, *Journal of Ecology and Health* 14.
- Kłosińska T. (2009). *Sosna zwyczajna (Pinus sylvestris L.) jako bioindykator i fitoremediator skażeń przemysłowych*.
- Moll G. (1987). *The State of our Urban Forests*, *American Forests*, Mai-June: 1-4.
- Nowak C. (1985). *Zieleń w zakładzie pracy, domu, osiedlu mieszkaniowym*, Instytut Wydawnictw Związków Zawodowych, Warszawa.
- Orczewska A. (2023). *Dlaczego nie należy wycinać drzew tylko chronić je za wszelką cenę?*, Fundacja Rozwoju Demokracji Lokalnej im. Jerzego Regulskiego, Warszawa.
- Pastuszka J. S. (2007). *Wpływ aerozoli ziarnistych na jakość powietrza*, *Metody identyfikacji i oceny*, *Ekoprofit*, Nr 86.
- Pokorski J. Siwiec A. (1998). *Kształtowanie terenów zieleni*, Warszawa, Wydawnictwo Szkolne i Pedagogiczne.
- Popek R. (2012). *Ocena zdolności wybranych gatunków drzew i krzewów w fitoremediacji mikropyłów z powietrza w terenie zurbanizowanym*, Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie Wydział Ogrodnictwa i Architektury Krajobrazu, Warszawa.
- Preciado H., Li L.Y. (2006). *Evaluation of metal loadings and bioavailability in air, water and soil along two highways of British Columbia, Canada*. *Water, Air, and Soil Pollution*.
- Rączka M. Gawroński S.W. (2004). *Ocena przydatności do fitoremediacji wybranych gatunków drzew i krzewów ozdobnych z rodziny motylkowych*, Wydawnictwo Akademii Rolniczej im. Augusta Cieszkowskiego w Poznaniu.
- Rosselli W. Keller C. Boschi K. (2003). *Phytoextraction capacity of trees growing on a metal contaminated soil*, *Plant and Soil*, Vol. 256.
- Sadowiec K.J., Gawroński S.W. (2013) *Przydatność wybranych gatunków lip (tilia sp.) do fitoremediacji powietrza z zanieczyszczeń pyłowych*, Instytut Technologiczno-Przyrodniczy w Falentach, Zakład Biologii Środowiska i Higienizacji Wsi, Raszyn.
- Salt D.E., Smith R.D. Raskin I. (1998). *Phytoremediation*, *Annual Review of Plant Physiology and Plant Molecular Biology*, Vol. 49.
- Szczepanowska H.B. (2007). *Ekologiczne, społeczne i ekonomiczne korzyści z drzew na terenach zurbanizowanych*, *Człowiek i Środowisko*, Instytut Gospodarki Przestrzennej i Mieszkalnictwa, Wa-wa.
- Thangavel P., Subhuram C. V. (2004). *Phytoextraction – Role of hyper accumulators in metal contaminated soils*, *Proceedings of the Indian National Science Academy*.
- Zimny H. (2005). *Ekologia miasta*, Agencja Reklamowo-Wydawnicza Arkadiusz Grzegorzczak, Warszawa.

IV

Żaneta Tuchowska

Dbajmy o powietrze – edukacja i animacja lokalnej społeczności do walki ze smogiem – dobre praktyki

WSTĘP

Smog stanowi poważny problem środowiskowy, który dotyka ludzi na całym świecie. Jest szczególnie aktywny w okresie grzewczym, kiedy to pojawiają się komunikaty o przekroczonych normach jakości powietrza. Smog to złożona mieszanina substancji zanieczyszczających, które mogą powodować problemy z oddychaniem, choroby serca i inne problemy zdrowotne. W sposób negatywny wpływa zarówno na zdrowie, jak i środowisko. W walce z tym szkodliwym zjawiskiem kluczową rolę poza rządami i liderami branż mogą również odegrać jednostki. Edukacja ekologiczna w znacznym stopniu może pomóc w podniesieniu świadomości władarzy i mieszkańców oraz skłonić ich do podejmowania różnorodnych działań mających na celu zmniejszenie emisji zanieczyszczeń powietrza. Priorytetem jest, aby ludzie już od najmłodszych lat mieli świadomość skali problemu oraz by wiedzieli, w jaki sposób ich codzienne wybory i zachowania mogą wpływać na jakość powietrza a w rezultacie życia. Mimo wzrostu poziomu wiedzy, znaczna część społeczeństwa nadal nie ma świadomości (lub posiada wiedzę w okrojonym zakresie) jak powstaje smog oraz w jaki sposób go redukować. Stąd tak istotne są inicjatywy budujące świadomość społeczeństwa. Edukacja i animacja społeczności to dwa znaczące narzędzia, które mogą pomóc w podnoszeniu świadomości i mobilizowaniu społeczności lokalnych do tworzenia bardziej zrównoważonej przyszłości. W niniejszym artykule poruszono znaczenie edukacji i animacji społeczności w walce ze smogiem oraz przedstawiono dobre praktyki skutecznego wdrażania tych strategii.

KILKA SŁÓW O SMOGU

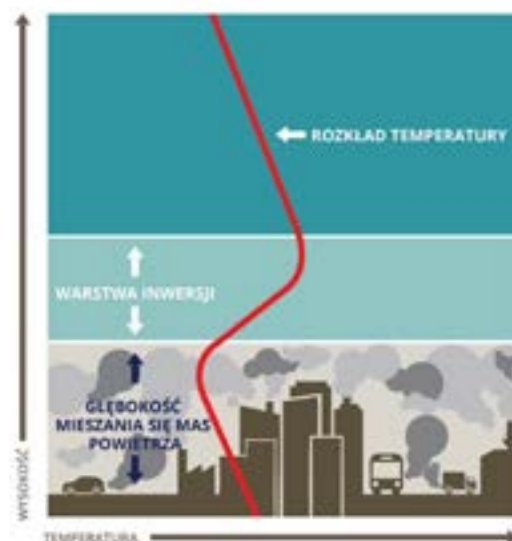
Określenie „smog” jest wynikiem fuzji angielskich słów: smoke (dym) i fog (mgła) (ryc.1.). Jest skażeniem powietrza, któremu sprzyjają niekorzystne warunki atmosferyczne. Nie jest zanieczyszczeniem „samym w sobie”, lecz efektem zanieczyszczenia atmosfery najróżniejszymi substancjami. Pod tym pojęciem kryje się powietrze zawie-



Ryc.1.
Warszawski smog, 4.10.2015,
fot. Kołakowski 2015.
(źródło: <https://tinyurl.com/2p974sjh>, dostęp:
26.08.2023).

rające duże stężenia różnego typu toksycznych gazów i pyłów. Kolokwialnie smogiem nazywa się rodzaj chmury, która unosi się nad miastem czy wsią zwłaszcza w okresie jesiennym i zimowym (Morawski 2017).

Smog występuje na obszarach w których przemysł jest skoncentrowany. Tworzy się także w miejscach, gdzie natężenie transportu jest wyjątkowo duże, a spaliny oraz pył nie są samodzielnym usuwane poprzez prawidłowo projektowanie ulice czy ciągi przewietrzania. Kumulacji zanieczyszczeń sprzyja także bezwietrzna pogoda nazywana bezruchem atmosfery oraz duża wilgotność powietrza (Siemiński 2001). Zjawisko inwersji termicznej także wpływa na wzrost zanieczyszczeń w powietrzu (ryc.2). Charakteryzuje się ono wzrostem temperatury wraz z wysokością. Zjawisko to jest najpowszechniejsze w mroźne, bezchmurne i bezwietrzne noce, kiedy to przy powierzchni gruntu utrzymuje się niższa temperatura aniżeli kilkadziesiąt lub kilkaset metrów nad nim. Skutkiem tego jest fakt, iż chłodniejsze powietrze przy gruncie nie ma możliwości ruchu w górę, ponieważ jest hamowane przez ciepłe powietrze znajdujące się w górnych partiach (Petrucci 1989). W chwili, gdy tłumione w dolnych partiach powietrze zawiera

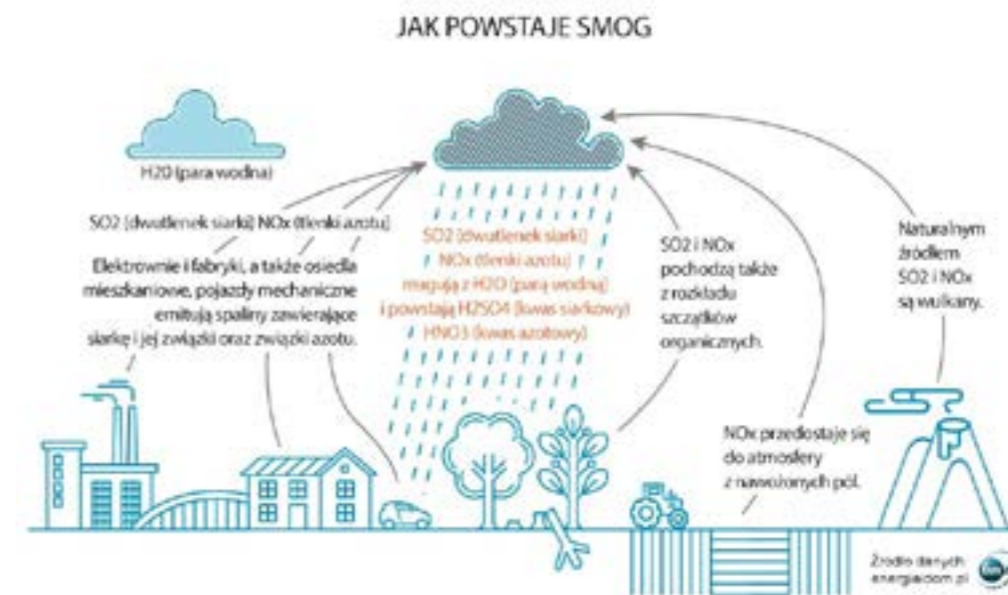


zanieczyszczenia, są one w niej kumulowane. Najgorszy wpływ inwersji termicznej zauważalny jest w przypadku zanieczyszczeń pochodzących z tzw. niskiej emisji, czyli emisji z domowych, niskich kominów. Emisje przemysłowe, za sprawą wysokich kominów transportują zanieczyszczenia nad warstwę inwersyjną i rozprzodkują je na rozległe tereny.

Ryc. 2. Inwersja termiczna. (źródło: <https://tinyurl.com/45zw2npj>, dostęp: 26.08.2023).

W składzie niskiej emisji znajduje się wiele związków, które różnią się od siebie w zależności od tego, z jakiego pochodzą paliwa i w jaki sposób przebiegał proces ich spalania. Zazwyczaj do

atmosfery trafiają: dwutlenek węgla (CO_2), tlenek węgla (CO), dwutlenek siarki (SO_2), tlenki azotu (NOX), wielopierścieniowe węglowodory aromatyczne (WWA), a także metale ciężkie (ołów, arsen, nikiel, kadm) i pyły zawieszane PM10 (Particulate matter PM10 – frakcja pyłu zawieszonego o średnicy cząstek 10 μm i mniejszej), PM2,5 (Particulate matter PM2,5 – frakcja pyłu zawieszonego o średnicy cząstek poniżej 2,5 μm), które stanowią największe zagrożenie dla zdrowia (Zakrzewski 1995) (ryc. 3).



Ryc. 3.

Jak powstaje smog. (źródło: <https://tinyurl.com/mrxb3dhy>, dostęp: 26.08.2023).

Ze względu na skład chemiczny, miejsce występowania i warunki tworzenia wyróżnić można dwa rodzaje smogu: typu londyńskiego (klasyczny, kwaśny) oraz typu Los Angeles (fotochemiczny). Smog typu londyńskiego najczęściej pojawia się na terenach umiarkowanej strefy klimatycznej, gdzie zazwyczaj od listopada do marca trwa sezon grzewczy. Potocznie nazywany smogiem zimowym, jest duszący i gryzący. Powstaje ze spalania złej jakości węgla, drewna i odpadów w starych piecach. Zawiera tlenek siarki, tlenki azotu i węgla oraz sadzę a także pyły PM2,5 i PM10. Smog typu Los Angeles (letni) można zaobserwować w suche, upalne dni (od maja

do września), kiedy przy wzmożonym natężeniu ruchu ulicznego spaliny pod wpływem światła i w obecności innych zanieczyszczeń, jak tlenek węgla czy lotne związki organiczne wchodzi w silną reakcję chemiczną. Efektem są powstające utleniacze, m.in. szkodliwy dla zdrowia ozon (Wielgosiński i Czerwińska, 2020).

SMOG W POLSCE

Jakość powietrza w Polsce na tle Europy jest zła, o czym świadczą liczne raporty, zestawienia i mapy smogowe. W rankingu krajów i obszarów o najgorszej jakości powietrza Polska znalazła się w na 62. miejscu. Zawartość PM_{2,5} w przeliczeniu na roczną średnią dla Polski szacowała się na poziomie 16,3 µg/m³, co ponad trzykrotnie przewyższa normy WHO. Warszawa z wynikiem 15,3 µg/m³ znalazła się na 60. miejscu w rankingu najbardziej zanieczyszczonych stolic. W skali Europy Polska znalazła się na 11. miejscu. Pomimo tego, ocena jakości powietrza za rok 2022 wykazała poprawę w porównaniu z rokiem 2021. Stężenia większości zanieczyszczeń były niższe niż w roku 2021, a obszary przekroczeń mniejsze (dane z raportu stworzonego na zlecenie Światowej Organizacji Zdrowia WHO 2022; IQAir, dostęp: 23.08.2023).

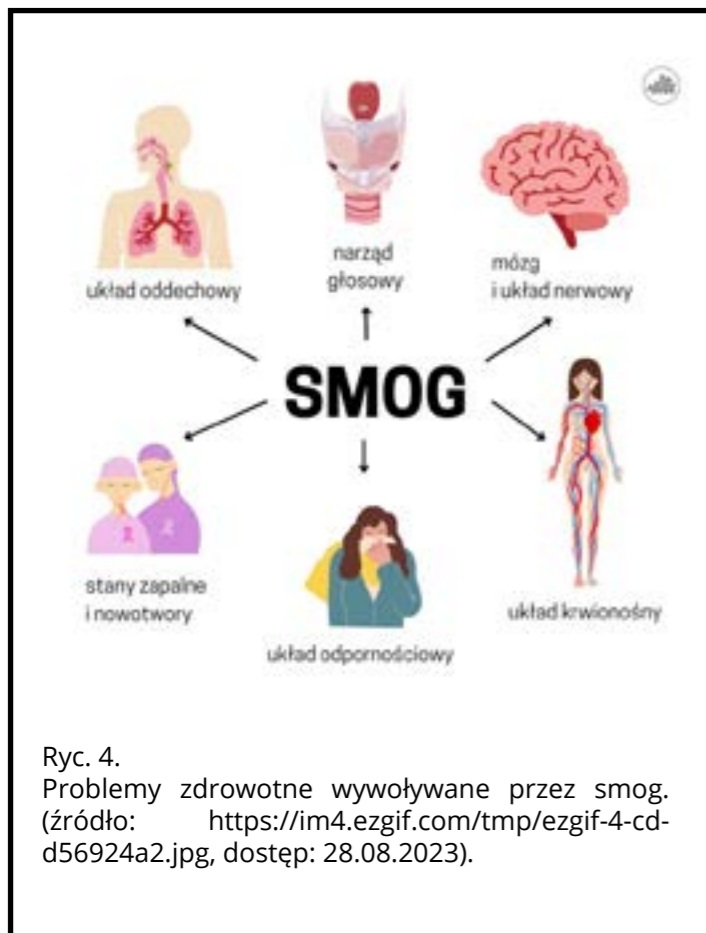
Raport Głównego Urzędu Statystycznego (GUS) o Ochronie Środowiska z 2022 roku porusza kwestię emisji pyłu zawieszonego na terytorium Polski. Jak donosi, w 2020 na terytorium Polski emisja całkowitego pyłu zawieszonego (TSP) utrzymała się na poziomie emisji z roku 2019 i wynosiła 449 tys. ton. Źródłem największej ilości pyłu zawieszonego są niezmiennie gospodarstwa domowe (ok. 53% całkowitej emisji), przemysł (ok. 18%), rolnictwo (ok. 11%) i transport drogowy (ok. 4%).

W celach statystycznych na bazie danych z minionych 3 lat, obliczono krajowy wskaźnik średniego narażenia na pył PM_{2,5}, który wyniósł 17 µg/m³. Parametr, podobnie jak w roku 2019, odnotował spadek. Nie przekroczył pułapu stężenia ekspozycji, 20 µg/m³. Rok 2021 był pierwszym, kiedy został osiągnięty krajowy cel redukcji narażenia oscylujący na poziomie 18 µg/m³. W roku 2020, w czołówce najwyższej wartości wskaźnika średniego narażenia na pył PM_{2,5} była: Aglomeracja Krakowska (24 µg/m³), Aglomeracjach Górnośląska i Łódzka (23 µg/m³) oraz Aglomeracja Rybnicko-Jastrzębskiej (22 µg/m³). Natomiast najniższe średnie wartości odnotowano dla Zielonej Góry (11 µg/m³), Aglomeracji Bydgoskiej (12 µg/m³), a także Gorzowa Wiel-

kopolskiego i Aglomeracji Szczecińskiej (14 µg/m³). Polska niezmiennie mieści się w niechlubnej czołówce państw Unii Europejskiej pod względem narażenia mieszkańców miast na powietrze zanieczyszczone pyłem PM_{2,5} i PM₁₀. W Europie jest niewiele państw, w których sytuacja byłaby jeszcze gorsza (Bułgaria, Bośnia i Hercegowina) (GUS 2022).

WPŁYW SMOGU NA ZDROWIE I ŚRODOWISKO

Zły stan środowiska naturalnego np. za sprawą zanieczyszczeń powietrza przekłada się bezpośrednio, w sposób negatywny, na stan zdrowia ludzi. Jak podaje Europejska Agencja Środowiska w roku 2020, narażenie na stężenie drobnych cząstek stałych przekraczające poziom określony w wytycznych Światowej Organizacji Zdrowia z 2021 r. przyczyniło się do 238 tys. przedwczesnych zgonów w Unii Europejskiej a także zwiększyło zachorowalność na wiele chorób wymagających wzmożonych nakładów finansowych (Europe's air quality status, 2022). Szczególnie groźny jest drobny pył zawieszony - PM_{2,5}, mogący się przedostać do płuc i układu krwionośnego. Wyniki raportu „Jakość powietrza na świecie w 2022”, wskazują na fakt, że na problemy zdrowotne wynikające z tego rodzaju zanieczyszczeń, może być narażona większość populacji ludzkiej (Mazurek 2018). Wg Brook i in. (2017) warto zwrócić uwagę na negatywny wpływ smogu, jaki dotyczy głównie dzieci oraz osób z chorobami współistniejącymi. Jak dowiodły krakowskie badania, matki narażone na zwiększoną ekspozycję na smog rodzą dzieci, mogące mieć problemy rozwojowe w starszym wieku. Efektem działania smogu na płód są częstsze zachorowania oraz infekcje górnych i dolnych dróg oddechowych u dzieci. Długotrwała ekspozycja na PM_{2,5} a także spaliny samochodowe może prowadzić do rozwoju astmy, jak donoszą badania naukowe prowadzone już od 2011 r (Kelly i in., 2015). Jak podaje Międzynarodowa Agencja Badań nad Rakiem zanieczyszczenia powietrza, jak np. pył zawieszony czy spaliny to substancje o potwierdzonym działaniu rakotwórczym (IARC 2012). Jak podaje Brook i in. ostatnie badania dowiodły, że wzrost stężenia PM_{2,5} w powietrzu przekłada się na wzmożone ryzyko choroby niedokrwiennej serca, insulinooporności i cukrzycy typu 2. Pyły unoszone w powietrzu, dostają się do organizmu i naczyń krwionośnych, powodując powstanie przewlekłego stanu zapalnego, a w efekcie do szybkiego rozwoju miażdżycy oraz uszkodzeń narządów wewnętrznych (Adar i in., 2013) (ryc.4).



Zanieczyszczenie powietrza ma negatywny wpływ zarówno na ekosystemy lądowe, jak i wodne. Przyczynia się do degradacji środowiska i zmniejszenia różnorodności biologicznej. Ozon (O_3) w górnej warstwie atmosfery absorbuje szkodliwe promieniowanie UV, natomiast w warstwie przyziemnej stanowi zanieczyszczenie powietrza. Szkodzi uprawom rolnym, lasom i roślinom, poprzez ograniczenie tempa ich wzrostu i spadek plonów. O_3 przedostając się do liści spowalnia proces fotosyntezy, a tym samym bezpośrednio hamuje wzrost roślin, przy jednoczesnym zwiększeniu podatności na szkodniki i choroby. W rezultacie wysoki poziom ozonu w warstwie przyziemnej może być odpowiedzialny za utratę bioróżnorodności gatunkowej. Tlenki azotu, najczęściej występujące w powietrzu tlenek i dwutlenek azotu, stanowią grupę nieorganicznych związków chemicznych. Do zasadniczych źródeł emisji dwutlenku azotu należą: transport drogowy (spaliny samochodowe), energetyka zawodowa oraz lokalne systemy grzewcze. Tlenki azotu i amoniak (NH_3) osadzają się na lądzie a także w zbiornikach wodnych, przyczyniając się to eutrofizacji, w efekcie której nadmiar składników odżywczych powoduje zakwity glonów przy równoczesnej, ograniczonej dostępności tlenu. Na użytkach zielonych, przekroczenie norm azotu może skutkować osłabieniem puli gatunków, wzrostem gatunków azotolubnych czy zmianą w strukturze i działaniu całego ekosystemu. Źródłem SO_2 w dużej mierze są paliwa kopalne. Ma to miejsce w momencie, kiedy to nie wykonuje się zabiegów odsiarczania. Osadzanie się SO_2 , NO_x i NH_3 przyczynia się do przekształceń

def emisji dwutlenku azotu należą: transport drogowy (spaliny samochodowe), energetyka zawodowa oraz lokalne systemy grzewcze. Tlenki azotu i amoniak (NH_3) osadzają się na lądzie a także w zbiornikach wodnych, przyczyniając się to eutrofizacji, w efekcie której nadmiar składników odżywczych powoduje zakwity glonów przy równoczesnej, ograniczonej dostępności tlenu. Na użytkach zielonych, przekroczenie norm azotu może skutkować osłabieniem puli gatunków, wzrostem gatunków azotolubnych czy zmianą w strukturze i działaniu całego ekosystemu. Źródłem SO_2 w dużej mierze są paliwa kopalne. Ma to miejsce w momencie, kiedy to nie wykonuje się zabiegów odsiarczania. Osadzanie się SO_2 , NO_x i NH_3 przyczynia się do przekształceń

w składzie chemicznym gleb oraz zbiorników wodnych: jezior, rzek i mórz. Zjawisko to obejmuje uwalnianie toksycznych metali i utratę składników odżywczych, w efekcie także prowadzi do zubożenia ekosystemów i bioróżnorodności (Stepnowski i in., 2010; Maciołek 2006; Juda-Rezler 2000).



ANIMACJA I PODNOSZENIE ŚWIADOMOŚCI SPOŁECZEŃSTWA

Animacja lokalna to nazwa społecznie pozytywnego zjawiska, jakim jest pobudzanie mieszkańców do działania na rzecz ogólnego dobra wspólnego. Jej celem jest ożywienie podstawowego potencjału każdej społeczności, jakim są ludzie, ponieważ dbając o rzecz wspólnoty, mogą w sposób racjonalny wykorzystać zasoby lokalne, którymi dysponują: przyrodę, instytucje czy infrastrukturę. Ideą jest by im i następnym pokoleniom żyło się lepiej, co wzmacnia poczucie więzi - przynależności do wspólnoty i miejsca. Metoda animacji społeczności lokalnych odnosi się do teorii noblistki, profesor Elinor Ostrom. Na podstawie obserwacji wybranych wspólnot dowiodła, że społeczności lokalne mają duży wpływ na otoczenie i dobra wspólne (Olson i Szymański, 2012). Równoległe z działaniem lokalnej społeczności stale powinien podnosić się poziom edukacji. Minione lata przyniosły znaczny postęp w zakresie podejmowanych w walce ze smogiem działań. Przyczyniła się do tego szeroko pojęta edukacja ekologiczna w zakresie ochrony powietrza. Podnoszenie świadomości społecznej w zakresie wpływu jednostki na

czystość powietrza jest nieodzownym elementem, koniecznym do osiągnięcia pożądaných efektów. Pojęcie „zanieczyszczenia powietrza” jest często poruszane przez mass media, przez co przekształciło się w debatę publiczną. Edukacja ekologiczna jest bardzo ważna, ponieważ opracowania donoszą, że znaczący wpływ na jakość powietrza, ma tzw. niska emisja, a nie jak dawniej, mylnie, powszechnie uważano przemysł. Oznacza to, że to mieszkańcy spalając nieodpowiednie paliwa czy śmieci w swoich piecach przyczyniają się do powstawania zanieczyszczeń powietrza, które potem sami wdychają (Kozłowska 2021).

DOBRE PRAKTYKI W WALCE ZE SMOGIEM

W perspektywie minionych lat w walce ze smogiem powstało wiele inicjatyw. Na uwagę zasługuje Program „Nasze Powietrze”, którego patronem jest Krakowski Alarm Smogowy, przy wsparciu finansowym Clear Air Fund. Doczekał się on już VI edycji. Działania zwrócone są na pomoc lokalnym społecznościom w trosce o czyste powietrze, m.in. uwrażliwienie przedstawicieli lokalnych władz na problem czystości powietrza i możliwych do zastosowania rozwiązań mogących realnie wpłynąć na poprawę jakości powietrza przy jednoczesnym zwróceniu uwagi na konsekwencje zdrowotne wynikające z oddychania skażonym powietrzem. Celem było także wzmocnienie więzi lokalnej i wartości jednostki w walce o czyste powietrze; działania informacyjne rozpowszechniające aktualne normy, przepisy czy powinności wynikające z obowiązujących przepisów prawa czy propagowanie wiedzy odnośnie źródeł dotacji wspierających walkę o czyste powietrze. Efektem VI edycji programu są różnorodne działania, ukierunkowane na potrzeby beneficjentów w celu poprawy ich warunków bytowych, jak np. geotermia, filmy edukacyjne czy spoty reklamowe. Minimalna kwota dotacji wynosiła 3000 zł, maksymalna – 17 000 zł.

W ramach programu „Nasze Powietrze” w Centrum Rozwoju Inicjatyw Społecznych CRIS powstała inicjatywa: „Badanie ekspozycji na zanieczyszczenie powietrza w zależności od wysiłku fizycznego człowieka”. Edukacyjny projekt, któremu przyświecała idea przekazu treści dotyczących jakości powietrza w okresie zimowym oraz jego wpływu na zdrowie skierowano do mieszkańców Rybnika i pobliskich miejscowości. Odbiorcą docelowo były osoby dorosłe uprawiające sport na świeżym powietrzu. W ramach tej inicjatywy zlecono przeprowadzenie badań ilości zanieczyszczeń, jakie pochłania mieszkańiec Rybnika i okolic. Wyniki przedstawiono w postaci broszury oraz spotkań z mieszkańcami. Powyższe przyczyniło się do wzrostu wiedzy

i świadomości mieszkańców ziemi rybnickiej w temacie stanu powietrza, którym oddychają. Fundacja 360! przy współpracy z Centrum Rozwoju Inicjatyw Społecznych CRIS z Rybnika oraz władzami lokalnymi zrealizowała działanie polegające na podniesieniu świadomości społeczeństwa a także władz w tematyce krytycznie niskiej jakości powietrza, a w szczególności na podkreśleniu znaczenia przydomowych kotłów oraz słabej jakości paliw. Do działania włączono mieszkańców Subregionu Zachodniego, składającego się z sześciu powiatów: raciborskiego, rybnickiego, wodzisławskiego, Jastrzębia Zdroju, Rybnika i Żor. Wymiernym efektem projektu jest powstałe biuro prasowe, monitoring stanu powietrza, opracowania o charakterze edukacyjno-informacyjnym oraz utworzenie punktu konsultacyjnego.

W ramach kampanii społecznej „Termomodernizacja najlepszy sposób na smog” organizowanej przez Zarząd Zieleni m.st. Warszawy przy współudziale Politechniki Warszawskiej i Termo Organiki zaproszono mieszkańców stolicy, studentów, młodzież oraz przedszkolaków do posadzenia 50 szt. drzew na warszawskiej Woli. W akcji uczestniczyła aktorka Omenaa Mensah, która przyciągnęła do akcji uwagę ludzi. Zieleń to jeden z elementów poprawiających jakość powietrza w stolicy, a sadzenie drzew wspomaga walkę ze smogiem będąc równocześnie odpowiedzią na aktualne potrzeby społeczeństwa, narażonego na oddychanie zanieczyszczonym powietrzem.

Kolejnym przykładem partycypacji społecznej, jest akcja mieszkańców Podhala „Nie kopcę, chcę odetchnąć”. Głównym założeniem była zmiana sposobu myślenia odnośnie konieczności dbania o czystość powietrza. Inicjatywa #PodhaleBezSmogu bazowała na podłożu psychologicznym, ponieważ wśród Podhalan ciężko zmienić utarte na przestrzeni lat zwyczaje. W związku z tym zaplanowano spotkania w miejscach ogólnodostępnych, publicznych, kampanię internetową, stworzono gadżety promocyjne.

Fundacja Napraw Sobie Miasto Chcę #czystepowietrze w Katowicach zorganizowała wydarzenia artystyczne w plenerze, co miało na celu podniesienie świadomości mieszkańców w tematyce ochrony i dbałości o powietrze. Artyści śpiewali, tańczyli i malowali na rzecz czystego powietrza. Przeprowadzono także debaty oksfordzkie, w czasie trwania których uczniowie szkół: III LO Mickiewicza i I ZSO im. Kopernika, IV LO im. Maczka i X LO im. Paderewskiego, prowadzili wymianę poglądów, co miało zwiększyć zakres wiedzy o smogu.

Projekt „Śmieci do kosza – NIE do pieca” stworzony przez Stowarzyszenie na rzecz Rozwoju Gminy Gołcza opierał się z kolei na wykładach i konkursie graficznym na temat ochrony powietrza. Skierowany był do dzieci ze szkół podstawowych. Nagrodzone prace zostały ikoną kampanii. Oznakowano nimi m.in. kosze na śmieci czy w miejscach publicznych wykorzystano jako plakaty, które znalazły swoje miejsce w przestrzeni publicznej.

W ramach działania Fundacji Planeta powstał biuletyn antysmogowy, który rozesłano za pośrednictwem Poczty Polskiej. Inicjatywę podjęli mieszkańcy gmin: Kalwaria-Zebrzydowska, Stryszów i Lanckorona. Celem był, jak w przypadku wyżej opisanych, wzrost świadomości społeczeństwa w kontekście źródeł zanieczyszczenia powietrza oraz skutków jakie niesie za sobą życie w smogu. Projekt zakładał aktywizację osób starszych, wykluczonych cyfrowo.

Ciekawą inicjatywą jest także stworzona przez Tatrzańską Izbę Gospodarczą ECO ZAKOPANE, skierowana do hotelarzy - Ekologiczna Certyfikacja Obiektów. Projekt zakładał wprowadzenie nowego produktu - certyfikatu EKOObiekt. Miałyby to wyróżnić obiekty przyjazne środowisku i tym samym odznaczyć na tle konkurencji (<https://powietrze....>, dostęp 29.08.2023).

Liczne szkoły także prowadzą różnego rodzaju kampanie. Przykładem jest chociażby Publiczne Gimnazjum im. hm Michała Stefana Lisowskiego w Czemiernikach, gdzie wyniki ankiety wiedzy na temat czystości powietrza nie były zadowalające. W związku z tym, uczniowie postanowili zwiększyć świadomość ekologiczną i przygotowali szereg spotkań informacyjnych a także grę terenową (<https://globalna....>, dostęp 29.08.2023).

PODSUMOWANIE

Smog jest ważnym problemem środowiskowym, dotyczącym każdego, dlatego wymaga działań równoległe na wielu płaszczyznach. Mimo, iż walka ze smogiem nieustannie trwa, należy wciąż dążyć do zwiększania świadomości ludzi na temat tego negatywnego zjawiska. Zarówno edukacja, jak i animacja społeczna znacznie przyczyniają się do poprawy stanu wiedzy, aczkolwiek w celu osiągnięcia jak najlepszych efektów konieczna jest współpraca z lokalnymi



władzami i organizacjami. Za sprawą wspólnej pracy społeczność lokalna jest w stanie opracować i wdrożyć rozwiązania antysmogowe, wpłynąć na poprawę stanu zdrowia i dobrostanu społeczności. Aktywne zaangażowanie lokalnej społeczności w poprawę czystości powietrza jest konieczne, ponieważ nawet jednostka ma ogromny wpływ na jakość powietrza. Ochrona powietrza jest ważna dla zdrowia i komfortu życia obecnych, jak i przyszłych pokoleń.

BIBLIOGRAFIA

- Adar SD., Sheppard L., Vedal S., et al. (2013). Fine particulate air pollution and the progression of carotid intima-media thickness: a prospective cohort study from the multi-ethnic study of atherosclerosis and air pollution. *PLoS Med.* 2013; 10(4): e1001430, doi: 10.1371/journal.pmed.1001430, indexed in Pubmed: 23637576.
- Brook RD, Xu X, Bard RL, et al. (2013). Reduced metabolic insulin sensitivity following sub-acute exposures to low levels of ambient fine particulate matter air pollution. *Sci Total Environ.* 2013; 448: 66–71, doi: 10.1016/j.scitotenv.2012.07.034, indexed in Pubmed: 22901427.
- Brook RD., Newby DE., Rajagopalan S. (2017). The global threat of outdoor ambient air pollution to cardiovascular health: time for intervention. *JAMA Cardiol.* 2017; 2(4): 353–354, doi: 10.1001/jamacardio.2017.0032, indexed in Pubmed: 28241232.
- Europe's air quality status 2022, 2022, European Environment Agency, <https://www.eea.europa.eu/themes/air/urban-air-quality>, dostęp: 23.07.2023.
- GUS (2022). Ochrona środowiska 2022. *Studia i Analizy Statystyczne*, Warszawa. https://globalna.ceo.org.pl/wp-content/uploads/sites/4/2021/10/dobre_praktyki_wiez_oddech.pdf, dostęp 29.08.2023.
- <https://powietrze.malopolska.pl/wp-content/uploads/2018/03/Raport-z-konkurs%C3%B3w-NGO.pdf>, dostęp 29.08.2023.
- <https://www.iqair.com/world-air-quality>, dostęp: 23.07.2023.
- IARC. (2012). A Review of Human Carcinogens. *Chemical Agents and Related Occupations: Bezno(a)pyrene*. IARC Monographs on the Evaluation of Carcinogenic Risks to Humans 110F: 111- 138.
- Juda-Rezler K. (2000). *Oddziaływanie zanieczyszczeń powietrza na środowisko*, Oficyna Wydawnicza Politechniki Warszawskiej, Warszawa.
- Kelly FJ., Fussell JC. (2015). Air pollution and public health: emerging hazards and improved understanding of risk. *Environ Geochem Health* 37, 631–649 (2015). <https://doi.org/10.1007/s10653-015-9720-1>.
- Kozłowska A. (2021). Edukacja ekologiczna w polskiej podstawie programowej. *Rocznik Pedagogiczny*, 44(1), 123-150.
- Maciołek H. (red. nauk.). (2006). *Środowisko przyrodnicze a zdrowie człowieka*. Naukowe Wydawnictwo Piotrkowskie przy Filii Akademii Świętokrzyskiej, Piotrków Trybunalski.
- Mazurek H. (2018). *Smog — zagrożenie dla zdrowia czy moda na ekologię?* ITEM Publishing Sp. z o.o. Sp. k., Warszawa.
- Morawski, M. (2017). *Smog w Polsce: szkodliwe stereotypy, niska wiedza i podwójne standardy*. *Przegląd Techniczny: Gazeta Inżynierska*.
- Olson M., Szymański S. (2012). *Logika działania zbiorowego: dobra publiczne i teoria grup*. Wydawnictwo Naukowe Scholar.
- Petrucci R.H. (1989). *General Chemistry*. III Ed. W.H. Freeman Co. New York.
- Siemiński M. (2001). *Środowiskowe zagrożenia zdrowia*. Wyd. Naukowe PWN. Warszawa.
- Stepnowski P., Synak E., Szafranek B., Kaczyński Z. (2010). *Monitoring i analityka zanieczyszczeń w środowisku*. Uniwersytet Gdański, Gdańsk.
- WHO. (2022). *Ambient (outdoor) air pollution.*, dostęp: 23.07.2023.
- Wielgoński G., Czerwińska, J. (2020). Smog episodes in Poland. *Atmosphere*, 11(3), 277.
- Zakrzewski S.F. (1995). *Podstawy toksykologii Środowiska*. Wyd. Naukowe PWN. Warszawa.



25^{lat} Mazowsze



Nadleśnictwo Płońsk

100^{LAT}
1924-2024
Lasów Państwowych

Mazowsze >> dla organizacji pozarządowych >

„Zadanie publiczne pn. „Czyste powietrze dla Europy” – czyste powietrze dla nas”
dofinansowane ze środków z budżetu Województwa Mazowieckiego”