

Ewa Symonides

Analiza zagrożenia atmosfery

1. Wprowadzenie: czym jest atmosfera?

Atmosfera ziemska jest powłoką gazową otaczającą Ziemię i utrzymywaną przy jej powierzchni przez grawitację planety. Ogrzewa ona powierzchnię Ziemi, zmniejsza różnice temperatury między dniem i nocą, a ponadto pozwala na istnienie różnych organizmów, dostarczając im substancji niezbędnych do podtrzymania życia i chroniąc je przed promieniowaniem ultrafioletowym.

Całkowita masa atmosfery odpowiada jednej milionowej masy planety. Jest złożona z mieszaniny gazów, powszechnie zwanej powietrzem, której głównymi składnikami są: azot (78,084% objętości), tlen (20,946%), argon (0,934%), dwutlenek węgla (0,0385%). Ważnym składnikiem jest również para wodna, której zawartość przy powierzchni zwykle zmienia się w granicach 1-4%. Atmosfera Ziemi zawiera także śladowe ilości gazów szlachetnych (hel, neon, krypton i ksenon), a także metan, wodór, tlenek i podtlenek azotu, ozon i związki siarki. W znacznie mniejszej ilości w jej skład wchodzi m.in. radon, jod, amoniak i tzw. aerozole atmosferyczne, tj. pyły wulkaniczne i glebowe, mikro-organizmy, pyłki roślin oraz najrozmaitsze substancje powstałe w wyniku działalności gospodarczej człowieka, m.in. pyły przemysłowe i komunikacyjne.

Zmiany temperatury w przekroju pionowym, zmiany składu chemicznego i stopnia jonizacji cząsteczek atmosfery są podstawą wydzielenia warstw – sfer. troposfera (do ok. 12 km). Strefą leżącą nad powierzchnią Ziemi, najcieńszą i równocześnie najgęstsza, skupiającą ponad połowę powietrza atmosferycznego, jest troposfera. Nad zimnymi biegunami kończy się ona na wys. 8 km, natomiast nad równikiem sięga nawet 18 km. Poniżej 5 km n.p.m. znajduje się 50% masy całego atmosferycznego powietrza. W troposferze zachodzą wszystkie zjawiska pogodowe i cały obieg wody w przyrodzie, m.in. tu występuje para wodna, która skraplając się tworzy chmury. Warunki w troposferze, zwłaszcza

odpowiedni skład chemiczny, duże ciśnienie i gęstość powietrza, dostatecznie wysoka temperatura oraz uniemożliwienie dotarcia zabójczego dla żywych organizmów promieniowania jonizującego z kosmosu stwarza odpowiednie warunki do rozwoju życia.

Skład atmosfery ziemskiej ulegał w przeszłości istotnym zmianom. Początkowo składała się ona z wodoru i helu – najlżejszych frakcji pierwotnej materii Układu Słonecznego. Dość wcześnie pierwotna atmosfera uległa jednak rozproszeniu, a w jej miejsce pojawiły się gazy uwalniane z głębi uformowanej już skorupy ziemskiej: dwutlenek węgla, para wodna, amoniak i azot. Działalność człowieka od czasów rozwoju spowodowała stopniowy wzrost ilości dwutlenku węgla i metanu w atmosferze, a w dobie rewolucji przemysłowej i rozwoju cywilizacji ludzkiej, procesy te uległy gwałtownemu przyspieszeniu. 3–4 miliardy lat temu pojawiły się na Ziemi pierwsze bakterie. Ich gwałtowny rozwój, a później także innych organizmów, spowodował pojawienie się w atmosferze tlenu, którego ilość stopniowo wzrastała na skutek zachodzącej w organizmach roślinnych fotosyntezy. Dzięki temu procesowi malała ilość CO_2 , natomiast wzrastała ilość O_2 i azotu, który był uwalniany przez bakterie z amoniaku.

W potocznym języku synonimem „atmosfera” jest „powietrze”. W języku naukowym „powietrze” (łac. aër) jest definiowane jako mieszanina gazów i aerozoli składająca się na atmosferę ziemską i stosowane wyłącznie lub przede wszystkim w odniesieniu do tej części powłoki gazowej, której skład chemiczny jest wyrównany wskutek cyrkulacji gazów w troposferze. Niekiedy jednak bywa odnoszone także do innych sfer ziemskiej atmosfery, o różnym składzie chemicznym i odmiennych właściwościach fizycznych.

2. Zagrożenia atmosfery – zanieczyszczenia powietrza

Wśród zagrożeń atmosfery, na które wpływ ma człowiek, na pierwszym miejscu trzeba wyróżnić zanieczyszczenia powietrza, czyli zawarte w nim substancje lotne, stałe i ciekłe nie będące jego pierwotnymi składnikami, a także te substancje naturalnie występujące w powietrzu, których ilość znacznie odbiega od normalnej. Zanieczyszczenia atmosfery (powietrza) można podzielić na dwie grupy:

- zanieczyszczenia pochodzenia naturalnego (pyły i gazy wulkaniczne, sól morską, piasek z wydm lub pustyni);
- zanieczyszczenia antropogeniczne, emitowane do atmosfery głównie w postaci pyłów i gazów. W Polsce są to głównie:

- zanieczyszczenia powstające w wyniku spalania paliw, • zanieczyszczenia generowane przez przemysł, elektrownie, cementownie
- pyłki siarki i azotu, tlenku i dwutlenku węgla, powstające w procesach produkcyjnych, wydzielane przez samochody, samoloty i domowe paleniska,
- rozproszone źródła sektora komunalno-bytowego,
- zanieczyszczenia spowodowane chemizacją rolnictwa i leśnictwa,
- zanieczyszczenia radioaktywne.

Najczęściej atmosferę zanieczyszczają: związki siarki – dwutlenek siarki (SO_2), trójtlenek siarki (SO_3) i siarkowodór (H_2S), fluor (F) i jego pochodne, chlor (Cl), tlenki i kwasy azotowe (NO_x , HNO_3), dwutlenki węgla (CO_2) i tlenek węgla (CO).

Głównym zanieczyszczeniem atmosfery jest dwutlenek siarki – bezbarwny, toksyczny gaz o charakterystycznym duszącym zapachu, produkt spalania ropy, węgla i benzyny. Jego źródłem są silniki spalinowe, elektrociepłownie i elektrownie ciepłowne. Reaguje z tlenem, dając trójtlenek siarki. W wyniku reakcji z wodą powstaje rozcieńczony kwas siarkowy (H_2SO_4). Tak powstają kwaśne opady, które niszczą porosty i rośliny, a negatywnie wpływają na wszystkie inne organizmy żywe, w tym na ludzi. Silniki samochodowe, elektrownie i wszystkie branże przemysłu wykorzystujące obróbkę wysoko termiczną są także głównym źródłem związków azotu, wśród których najgroźniejszy jest bezbarwny i bez-zapachowy tlenek azotu oraz brunatny, duszący dwutlenek azotu. W obecności pary dochodzi do ich utleniania do pięciotlenku (N_2O_5), z którego wytwarza się kwas azotowy, będący składnikiem kwaśnych opadów. Co więcej, źródłem zanieczyszczenia atmosfery tlenkiem węgla, powstającym w wyniku niekom-pletnego spalania węgla i jego związków, są także wszystkie rodzaje transportu lądowego, wodnego i powietrznego, a ponadto – paleniska domowe, energetyka, elektrociepłownie, przemysł chemiczny, hutniczy i rafineryjny oraz kopalnie. Ten toksyczny gaz, łatwo rozchodzący się w powietrzu, bezbarwny, bezwonny i bez smakowy, stanowi poważne zagrożenie dla żywych organizmów.

Powietrze atmosferyczne jest ośrodkiem rozprzestrzeniania wszystkich emitowanych zanieczyszczeń. Smuga zanieczyszczeń opuszczająca emitora początkowo unosi się ku górze, po czym kieruje się w stronę aktualnie wiejącego wiatru i rozprzestrzenia w płaszczyźnie poziomej. W miarę oddalania się od źródeł emisji zasięg smugi jest coraz szerszy, jednocześnie zmniejsza się stężenie zawartych w niej gazów i pyłów. W pewnym oddaleniu od emitora smuga dociera do powierzchni terenu i od tego miejsca zaczyna się obszar jego zanieczyszczenia.

3. Stan i zagrożenia atmosfery na terenie Muzeum Pałacu Króla Jana III w Wilanowie

Monitoring składu chemicznego i zapylenia powietrza oraz monitoring mikrobiologiczny powietrza, zlecone przez dyrekcję Muzeum Pałacu Króla Jana III w Wilanowie, w ramach których wykonano pomiary w 27 lokalizacjach oraz pomiary CO, NO₂, SO₂, O₃, LZO w 15 lokalizacjach na terenach otaczających Muzeum Pałacu Króla Jana III w Wilanowie, wykazały:

- **bardzo wysokie stężenia dwutlenku azotu we wszystkich punktach pomiarowych, w niektórych nawet niebezpieczne. Według norm są to stężenia przekraczające poziom dopuszczalny, a w jednym punkcie – poziom alarmowy;**
 - stężenie dwutlenku węgla poniżej stężeń progowych (30 000 µg/m³) opisanych w Rozporządzeniu Ministra z 2010 r.;
- **znaczne przekroczenie dopuszczalnego poziomu dwutlenku siarki w kilku punktach pomiarowych, w niektórych pozostałych punktach – przekroczenie poziomu alarmowego, wynoszącego 500 µg/m³**
 - stężenie ozonu nie przekraczające przyjętych dopuszczalnych norm (poniżej 120µg/m³);
 - brak obecności stężenia tlenu węgla powyżej poziomu detekcji urządzenia;
 - stężenie lotnych związków organicznych (LZO) nie przekraczające w żadnym z badanych punktów przyjętych dopuszczalnych norm, wynoszące poniżej 1000 µg/m³;
 - **przekroczenie stężenia pyłów w powietrzu w okresie wiosennym;**
 - **obecność „zanieczyszczeń” mikrobiologicznych w powietrzu wokół Muzeum Pałacu Króla Jana III:** bakterii gram-dodatnich (*Pseudomonas fluorescens*), bakterii gram-ujemnych, czyli promieniowców (*Actinomyces*) oraz grzybów (*Aspergillus* spp. i *Penicillium* spp). Ich ilość nie przekraczała jednak dopuszczalnych norm (3000-5000 cfu – powietrze czyste; 5000-10000 – zanieczyszczenia mykologiczne mogące oddziaływać negatywnie na człowieka; >10 0000 – zanieczyszczenia zagrażające zdrowiu ludzkiemu);

Coraz powszechniej jako groźne zanieczyszczenie atmosfery traktuje się hałas. Zgodnie z definicją hałasem są wszystkie niepożądane, nieprzyjemne, dokuczliwe i szkodliwe drgania mechaniczne ośrodka sprężystego, działające za pośrednictwem powietrza na organ słuchu i inne zmysły. Zależnie od częstotliwości drgań wyróżnia się:

- hałas infradźwiękowy – niesłyszalny, ale odczuwalny. Częstotliwość drgań jest niższa od 20 Hz;
- hałas słyszalny – częstotliwość 20-20000 Hz;
- hałas ultradźwiękowy - hałas niesłyszalny, o częstotliwości > 20 000 Hz.

Źródła hałasu mogą być pojedyncze (środki komunikacji) lub zgrupowane (dworce, lotniska, obiekty sportowe, przemysłowe). W sytuacji kompleksu pałacowo-ogrodowego Wilanowa w grę wchodzi pojedyncze źródła hałasu, wytwarzane przez najrozmaitsze pojazdy drogowe.

Środki komunikacji drogowej, wytwarzające dźwięki na poziomach od 75 do 95 dB, przedstawiają się to następująco:

- pojazdy jednośladowe: 79-87 dB,
- ciężarówki: 83-93 dB,
- autobusy: 85-92 dB,
- samochody osobowe: 75-84 dB,
- maszyny drogowe: 75-85 dB,
- wozy oczyszczania miasta 77-95 dB.

Dopuszczalne poziomy hałasu, określone dla środowiska przepisami prawnymi, to 45-60 dB. Poziomy te są jednak nagminnie ignorowane i coraz bardziej znacznie przekraczane, głównie w związku ze wzrostem natężenia ruchu drogowego.

Wstępna analiza akustyczna, zmierzająca do oceny hałasu środowiskowego wykazała, że głównym źródłem wpływającym na klimat akustyczny na terenie zespołu pałacowo-parkowego Wilanowa jest komunikacja samochodowa związana z ulicami Przyczółkowskiej oraz Vogla. Niestety, obciążenie otoczenia zespołu pałacowo-parkowego prawdopodobnie będzie rosło w miarę postępu realizacji planowanych inwestycji, co stwarza realne zagrożenie dla przyrody parku.

Badania wykazały, że hałas wywiera ujemny wpływ na dziko żyjące zwierzęta, zwłaszcza na ptaki, choć także np. na owady. Powoduje m.in. obniżenie przyrostu masy ciała,

zakłócenie rozrodu, może powodować obumieranie ptasich legów. Zakłóca m.in. zachowanie zwierząt, które zapylają kwiaty roślin i rozprzestrzeniają nasiona.

Z badań przeprowadzonych przez ornitologów (Wiącek i in. 2014) wynika, że hałas drogowy zakłóca komunikację dźwiękową ptaków, co jest szkodliwe zwłaszcza w okresie formowania się par i wczesnej inkubacji jaj. Autorzy podkreślają, że główną funkcją śpiewu ptaków jest wysyłanie sygnału rywalom do terytorium o jego zajęciu oraz zwabienie partnera. Zjawisko zakłócania komunikacji głosowej pomiędzy osobnikami przez hałas drogowy, wywołuje tzw. „maskowanie” ważnych sygnałów biologicznych, przy czym najbardziej wrażliwymi na wpływ hałasu drogowego są gatunki ptaków wydające dźwięki o niskim paśmie częstotliwości ze względu na skuteczność ich maskowania przez hałas charakteryzujący się podobnym spektrum częstotliwości. Skutkiem działania hałasu drogowego są zmiany w natężeniu a nawet częstotliwości śpiewu ptaków. W większości badań zaobserwowano ponadto spadek liczebności populacji i spadek bogactwa gatunkowego awifauny w sąsiedztwie szlaków komunikacyjnych.

X
X X

Reasumując, stan atmosfery w otoczeniu pałacu w Wilanowie jest obecnie, z nielicznymi wyjątkami (zanieczyszczenia tlenkami azotu i siarki), dość dobry. Ze względu na postępującą urbanizację terenu w otoczeniu zespołu pałacowo-parkowego i planowany rozwój infrastruktury (np. nowe parkingi) , powinno się monitorować poziom zanieczyszczeń powietrza, z hałasem włącznie, zwłaszcza w okresie wiosny, lata i jesieni.

Literatura i dokumenty

Badyta A.J. 2006. *Analiza i ocena efektów oddziaływania wybranych uciążliwości ruchu drogowego na środowisko miejskie w Warszawie*. Politechnika Warszawska. Warszawa (rozpr. dokt.).

Europejska Agencja Środowiska (European Environment Agency – EEA). 2014. Raport – *Jakość powietrza w Europie 2013*.

Europejska Agencja Środowiska (European Environment Agency – EEA). 2004. *EEA Briefing 3/2004 - Transport a ochrona środowiska w Europie*.

Polska Norma. *Ochrona czystości powietrza. Badania mikrobiologiczne. Oznaczanie liczby bakterii powietrza atmosferycznym*. PN--89/Z-04111/02.

Polska Norma. *Ochrona czystości powietrza. Badania mikrobiologiczne. Oznaczanie liczby grzybów mikroskopowych w powietrzu atmosferycznym*. PN-89/Z-04111/03.

Pieter Tans P. 2009. *Trends in Atmospheric Carbon Dioxide – Mauna Loa (ang.)*. National Oceanic and Atmospheric Administration.

Prentice C. 2008. *SRES scenarios and their implications for future CO2 concentration*. W: *Climate Change 2001: The Scientific Basis. Contribution of Working Group I to the Third Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*.

Rybka E. 1970. *Astronomia ogólna*. Wyd. IV. PWN. Warszawa.

Wiącek J., Polak M., Kucharczyk M., Zgorzałek S. 2014. *Wpływ hałasu drogowego na ptaki*. *Budownictwo i Architektura* 13(1) (2014) 75-86