

# Elektrownia „Kozienice” a środowisko leśne

MAŁGORZATA FALENCKA-JABŁOŃSKA

*Natura zawsze okazuje się potężniejsza, niż wykształcenie.*

Wolter

**A**ntropopresja to proces, którego skutki są dalekosiężne a jego wpływ na ekosystemy o złożonej strukturze należy badać przez wiele lat. Chcąc skutecznie przeciwdziałać negatywnym następstwom intensywnej eksploatacji zasobów przyrody konieczne są kompleksowe, interdyscyplinarne analizy ekspertów wielu dziedzin nauki. Bezpośrednie lub pośrednie obserwacje wpływu szkodliwych zanieczyszczeń na roślinność ekosystemów leśnych i ich funkcjonowania w warunkach kumulacji emisji przemysłowych wprowadzone były od dawna. Już w XIX w. stwierdzono, że stopień zakwaszenia kompleksów leśnych, a w konsekwencji uszkodzenia drzewostanów zależą od częstości mgieł i mżawek oraz położenia i odległości od źródła zanieczyszczeń [1].

Pierwsze publikacje o szkodliwym wpływie emisji ukazały się w Anglii, gdzie sformułowano też pojęcie tzw. kwaśnego deszczu. Autor tego terminu na podstawie badań w latach 60. XIX wieku wykazał, że stężenie toksycznych związków w deszczu spada wykładniczo z wielkością i intensywnością opadów [2], [3].

W polskiej literaturze pierwsze wzmianki o szkodach leśnych wywołanych emisjami przemysłowymi pochodzą z okresu międzywojennego. Jednak zainteresowanie tą problematyką nastąpiło dopiero po II wojnie światowej, gdy zwiększyła się znacznie skala zagrożenia kompleksów leśnych.

Do rzadkości należą nawet dziś kompleksowe, wieloletnie, cykliczne badania zmian ekosystemów leśnych i ocena czynników biotycznych i abiotycznych środowiska, pozostających w zasięgu oddziaływania emisji przemysłowych.

Stąd też szczególne znaczenie mają wyniki ponad 36-letnich badań Zakładu Ekologii i Ochrony Środowiska (obecnie Ekologii Lasu i Łowiectwa) Instytutu Ba-

dawczego Leśnictwa, rozpoczęte od tzw. stanu zerowego, przed uruchomieniem Elektrowni „Kozienice”. Wieloaspektowe analizy zmian środowiska leśnego są prowadzone na stałych powierzchniach badawczych, trwale oznakowanych w terenie.

„Kozienice” to największa w Polsce elektrownia o łącznej mocy 2680 MW opalana węglem kamiennym.

Emisja  $SO_2$  i  $NO_x$  w ostatnich 20 latach w przeliczeniu na wyprodukowanie 1 MWh wykazuje tendencję spadkową, co pozostaje w bezpośrednim związku z wprowadzaniem przez Elektrownię nowoczesnych technologii redukujących emisje gazowe. I tak, emisja  $SO_2$  w 1988 r. wynosiła 10,9 kg, w 1998 r. 6,04 kg a w 2008 roku 2,76 kg. Porównanie tych danych świadczy o prawie czterokrotnej redukcji ditlenku siarki. Natomiast emisja  $NO_x$  w 1988 roku wynosiła 3,27 kg, w 1998 r. 2,46 kg, a w 2008 r. 1,85 kg. Wynika z tego, że w ciągu dwudziestolecia nastąpiła prawie dwukrotna redukcja emisji tlenków azotu w przeliczeniu na 1 MWh (rys.).

Szczegółowe oceny zmian środowiska leśnego prowadzone są na powierzchniach położonych na dominującym kierunku wiatrów (róża wiatrów 1970-2005) w różnej odległości od emitorów, czyli w trzech strefach zagrożenia oddziaływaniem emisji Elektrowni:

● III strefa – odległość 1,8-2,0 km od emitorów – Nadleśnictwo Kozienice, Leśnictwo Świerże Górne, oddz. 26 h – powierzchnia 1 – drzewostan w wieku 74 lata oraz oddz. 83 a – powierzchnia 3 – drzewostan w wieku 126 lat,

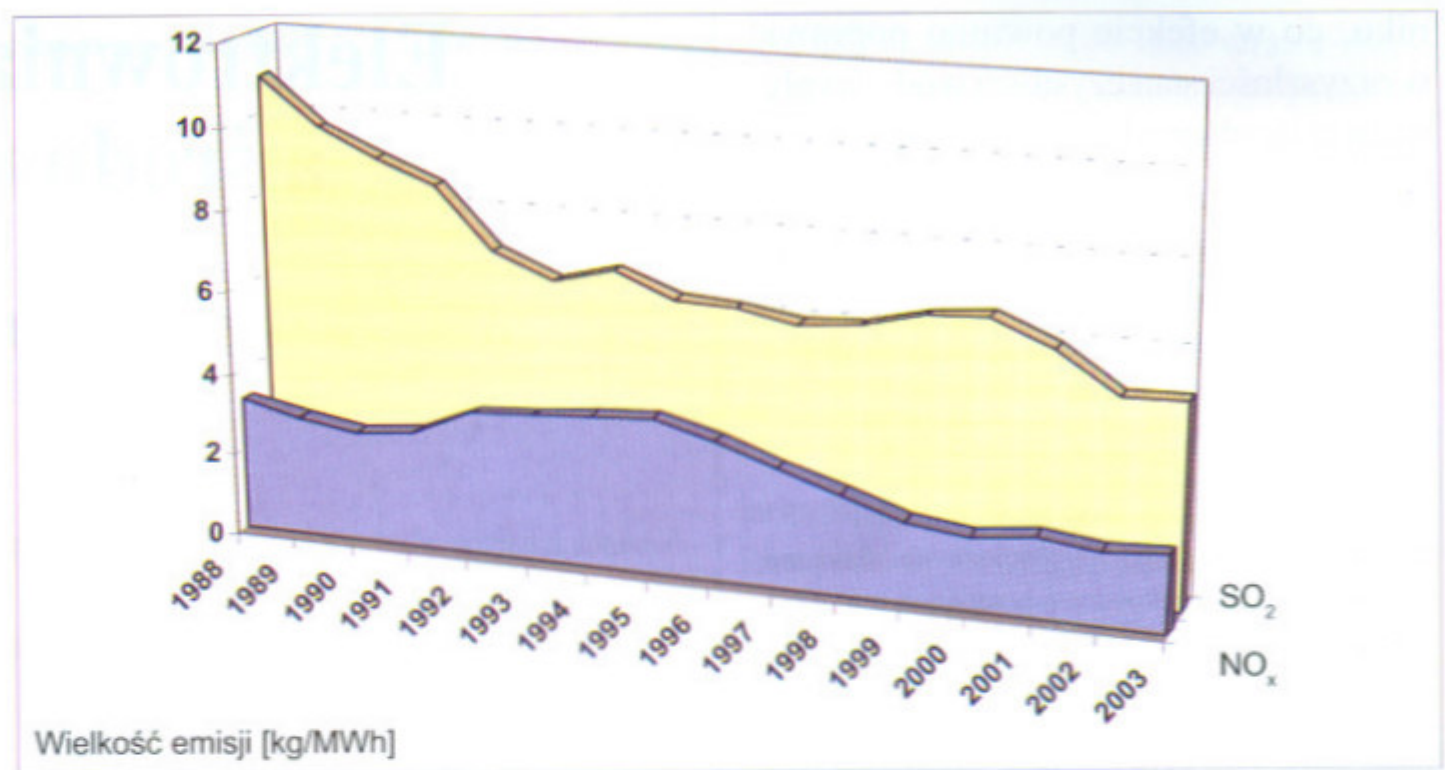
● II strefa – odległość 9-12 km od emitorów – Nadleśnictwo Garwolin, Leśnictwo Małamówka, oddz. 154 d – powierzchnia 23 – drzewostan w wieku 115 lat i oddz. 155 b – powierzchnia 24 – drzewostan w wieku 61 lat,

● I strefa – odległość 16-18 km od emitorów – Nadleśnictwo Garwolin, Leśnictwo Życzyn, oddz. 125 b – powierzchnia 21 – drzewostan w wieku 93 lata i oddz. 124 a – powierzchnia 22 – drzewostan w wieku 68 lat.



### Zróźnicowanie florystyczne oraz charakterystyka dendrometryczna badanych ekosystemów leśnych

W ostatnich latach badań wykazano zmiany florystyczne w składzie zbiorowisk borów świeżych, pozostających w zasięgu kumulacji imisji przemysłowych. W III strefie, czyli najbliższej emitorów Elektrowni, zbiorowiska borów sosnowych charakteryzuje, według sporządzonych list florystycznych niewielkie zróźnicowanie, gdyż liczba gatunków w zdjęciu fitosocjologicznym (jednostka podstawowa 100 m<sup>2</sup>) wynosiła 12-20 w młodszym drzewostanie. Zwraca też uwagę zwarta warstwa mchów, w której dominuje roślinka pospolita *Pleurozium schreberi*, a stopień jego pokrycia sięga 80-90%.



Aktualnie 60% pokrycia w warstwie runa stanowi borówka czarna *Vaccinium myrtillus*, odnotowano również udział siewek 10-20 cm: jarząb pospolity *Sorbus*

powierzchni tej z racji znacznego prześwietlenia obserwowane jest zadarnienie, powierzchniowo we fragmentach stanowiące nawet do 50%, gdzie dominuje śmiałek



W ostatnim pięcioleciu jeszcze wyraźniej niż w latach poprzednich uwidoczniło się wkraczanie do fitocenoz leśnych obcych gatunków roślin. Przykładem tego może być obecność na obrzeżach i przy drogach leśnych gatunków z innych typów zbiorowisk, jak np. ostrożeń lancetowaty *Cirsium vulgare* L. Scop., związany z łąkami, pastwiskami i roślinnością ruderalną. Jednocześnie zwiększa systematycznie udział w warstwie runa trzcinnik leśny *Calamagrostis arundinacea* L. Scop., zwłaszcza w miejscach o znacznym prześwietleniu.

*aucuparia* i brzoza brodawkowata *Betula verrucosa* oraz grab zwyczajny *Carpinus betulus*.

Ponadto stwierdzono też obecność pszenca leśnego *Melampyrum silvaticum* oraz pojawił się mech *Leucobryum glaucum*. Natomiast w starszym drzewostanie stwierdzono występowanie podrostu sosny zwyczajnej *Pinus sylvestris* (2 m), na którym wystąpiła jemiola pospolita *Viscum album* L., a w podszyciu – występowanie czeremchy amerykańskiej *Padus serotina* i kruszyny zwyczajnej *Frangula alnus*. Na

pogięty *Deschampsia flexuosa* oraz kostrzewa owcza *Festuca ovina*. Jednocześnie w warstwie runa stwierdzono występowanie jeżyny faldowanej *Rubus saxatilis*. Obecność tych gatunków świadczyć może o zakłóceniu struktury fitocenoz leśnych. Warunki te mogą stanowić barierę dla samoodnowienia drzew oraz rozwoju ich siewek. Ogólna liczba gatunków w zdjęciu fitosocjologicznym waha się w granicach 9-14, a dominuje borówka czarna stanowiąc do 20% udziału powierzchniowego. W porównaniu z danymi z 2005 r., istotnie wzrósł



też udział borówki brusznicy *Vaccinium vitis-idaea* oraz nalotu jarząbu pospolitego, jednak w większości ma on ślady zgryzania przez zwierzynę. W zagłębieniach terenu odnotowano tu zwiększenie, w porównaniu z poprzednim sezonem, udziału w runie paprotki zwyczajnej *Polypodium vulgare*.

W ramach charakterystyki dendrometrycznej drzewostanów sosnowych wykonano pomiar pierśnicy 100 losowo wybranych drzew. Średnie wartości tej cechy wyniosły odpowiednio dla młodszego drzewostanu 24,5 cm, a dla starszego 34,2 cm.

Z kolei w II strefie, czyli 9-12 km od emitorów, w młodszym drzewostanie stwierdzono obecność kęp jałowca pospolitego *Juniperus communis*, przeważnie o wysokości 0,7-1,0 m oraz nalotu świerka pospolitego *Picea excelsa* i brzozy brodawkowatej. Wcześniej podsadzany był tu dąb czerwony zdecydowanie i systematycznie rozprzestrzenia się, a na powierzchni utworzyły się liczne grupy jego siewek. Podobnie jak w I strefie, warstwa mchów tworzy znaczne zwarcie a dominujący *Pleurozium schreberi* ma często w pojedynczym zdjęciu fitosocjologicznym udział 90% w pokryciu powierzchni podstawowej.

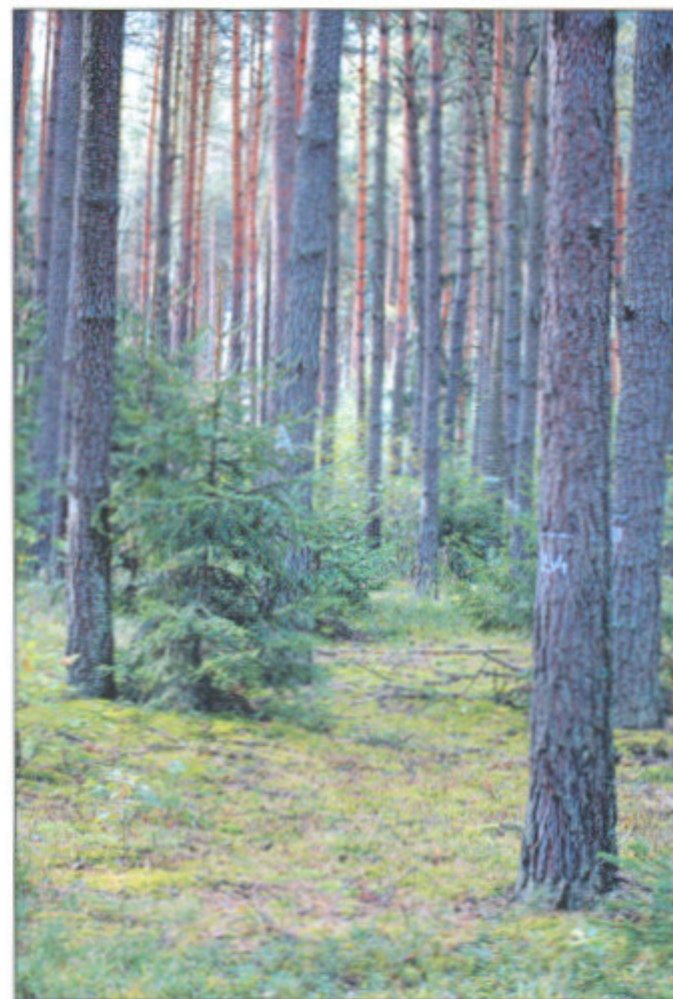
Liczba gatunków w przeliczeniu na jednostkę podstawową kształtuje się w granicach 13-18, a wśród nich znacznym udziałem powierzchniowym wyróżnia się wrzos zwyczajny *Calluna vulgaris* oraz pszeniec leśny.

W starszym drzewostanie natomiast występują skupiska po kilkanaście osobników wysokości ok. 1-1,5 m sosny zwyczajnej, a także niższych 30-40 cm, u których widoczne są ślady zgryzania przez zwierzynę. Ponadto pojedynczo występują osobniki o wysokości ok. 2 m brzozy brodawkowatej i jałowca pospolitego.

Warstwa mchów charakteryzuje się znacznym zwarciem 70-80%, gdzie obok *Pleurozium schreberi*, około 10% udziału powierzchniowego ma *Leucobryum glaucum*, który w porównaniu z danymi z 2005 roku systematycznie zwiększa areal występowania. Liczba gatunków w przeliczeniu na jednostkę podstawową jest tu mniejsza aniżeli w młodszym drzewostanie i wynosi 9-14.

W ramach charakterystyki dendrometrycznej drzewostanów sosnowych wykonano pomiar pierśnicy 100 losowo wybranych drzew średnie wartości tej cechy wyniosły odpowiednio dla młodszego drzewostanu 18,4 cm a dla starszego 26,4 cm.

W III strefie, położonej najdalej od emitorów, w młodszym drzewostanie od-



notowano występowanie kęp jałowca pospolitego o wysokości ok. 50 cm oraz 30-50 cm dębu czerwonego zgryzanego przez zwierzynę. Stwierdzono też obecność pojedynczych osobników leszczyny pospolitej *Corylus avellana* oraz jarząbu pospolitego, o wysokości 1-1,5 m. Zwraca tu uwagę występowanie paproci orlicy pospolitej – *Pteridium aquilinum*, której udział powierzchniowy w pojedynczym zdjęciu fitosocjologicznym wynosi 10%. Liczba gatunków w pojedynczym zdjęciu wynosi 9-15. Powierzchnia charakteryzuje się znacznym stopniem zadarnienia, głównie tworzy je kostrzewa owcza i śmiełek pogięty, a spotyka się tu również pojedyncze małe kępki trzcinnika pospolitego. W ogólnej liczbie drzew ok. 0,8% to posusz.

W starszym drzewostanie natomiast warstwa runa charakteryzuje się niewiel-

kim stopniem zwarcia 30-50%, a dominują: borówka czarna, kostrzewa owcza, a we fragmentach zaznacza swój udział również orlica pospolita. W zbiorowisku tym występują pojedyncze osobniki brzozy brodawkowatej 1,5-2,5 m, a nalot 20-40 cm dębu i buka pospolitego *Fagus sylvatica*, ma widoczne ślady zgryzania przez zwierzynę. Liczba gatunków w pojedynczym zdjęciu waha się w podobnych granicach, jak w młodszym drzewostanie.

W ramach charakterystyki dendrometrycznej drzewostanów sosnowych wykonano pomiar pierśnicy 100 losowo wybranych drzew, średnie wartości tej cechy wyniosły odpowiednio dla młodszego drzewostanu 18,0 cm a dla starszego 29,0 cm.

Zróznicowanie florystyczne borów sosnowych rosnących w zasięgu oddziaływania emisji przemysłowych oceniane od 36 lat, wskazuje niezależnie od zachodzącej sukcesji na zakłócenia struktury wewnętrznej zbiorowisk. Jednocześnie istotnym czynnikiem jest tu również penetracja ludzi, która sprzyja synantropizacji zbiorowisk leśnych i wnikaniu obcych gatunków roślin. Często procesy te nie są uwarunkowane odległością od źródeł emisji, ale złożoną reakcją, zależną również od czynników abiotycznych oraz mozaiką mikrosiedlisk. □

*Ciąg dalszy w następnym numerze.*

#### Literatura:

- [1] P. Stockhardt 1871. Sogenannte unsichtbare Beschädigung, Bot. Zntbl. 80: 50-56.
- [2] R.A. Smith 1872. Air und rein. The beginnings of chemical climatology, London.
- [3] J. Schroeder, C. Reuss 1883. Beschädigung der Vegetation durch Rauch und die Oberharzer Huttenrauchschaden, Verlag, Paul Parey, Berlin.