

ANNA ŚWIERCZ

Wpływ cementowni Ożarów (Przedgórze Iłżeckie) na zmianę składu gatunkowego zbiorowisk borowych w latach 1993-2003

Effect of Ożarów cement plant (Przedgórze Iłżeckie) on the changes floristic composition of a pine forest in the period between 1993-2003

ABSTRACT

Świercz A. 2007. Wpływ cementowni Ożarów (Przedgórze Iłżeckie) na zmianę składu gatunkowego zbiorowisk borowych w latach 1993-2003. Sylwan 5: 52-59.

In the presented article there was an evaluation made to determine the impact of alkali anthropopressure on the compositions and construction of the forested complex. The basis for this analysis was a set of pictures taken in two time intervals around Ożarów cement plant. The dynamism of all changes in the biocenosis diversification in time was prepared with the use of basic diversification indicators: Shannon's, Simpson's, sustainability.

KEY WORDS

forest ecosystem , alkalic dust, Podzol soils

ADDRESSES

Anna Świercz – Samodzielny Zakład Ochrony i Kształtowania Środowiska; Akademia Świętokrzyska; ul. Świętokrzyska 15; 25-406 Kielce; e-mail: swierczag@poczta.onet.pl

Wstęp

Reakcje poszczególnych gatunków oraz przemiany roślinności dobrze odzwierciedlają zakres zmian siedliskowych w warunkach oddziaływania przemysłowego [Kaźmierczakowa 1988; Kurowski 1993; Miś 1995; Szwagrzyk 1996; Faliński 2001; Solon 2002]. Na Wyżynie Kieleckiej jednym z czynników działających modyfikująco, a w przeszłości wyraźnie destrukcyjnie, jest nadmierna depozycja pyłów cementowo-wapienniczych do gleb oraz przesuszenie siedlisk wywołane procesami obniżania się lustra wód gruntowych na skutek lejów depresyjnych powstających w kamieniołomach [Świercz 1997; Saarinen, Jantunen 2000]. Z wielu zjawisk przyrodniczych zachodzących w warunkach emisji alkalizujących wybrano analizę przekształceń w składzie florystycznym zbiorowisk borowych, które w konsekwencji doprowadziły do ukształtowania się specyficznego, antropogenicznie zależnego zbiorowiska roślinnego.

W niniejszej pracy przedstawiono niektóre aspekty wpływu cementowni Ożarów na roślinność świeżych borów sosnowych ze zw. *Dicrano-Pinion*.

Obszar i metody badań

Wyżyna Kielecka obfituje w kopaliny węglanowe. Eksploatowane są tu wapień dewońskie, górnourajskie, trzeciorzędowe (litotamniowe), stanowiące surowiec w doskonale rozwiniętym przemyśle wapienniczo-cementowym. Przemysł ten zaliczany do uciążliwych i wybitnie pyłotwórczych, odgrywa istotną rolę w kreacji nowych siedlisk umożliwiających ekspansję wielu gatunków roślin.

Badaniami florystycznymi i gleboznawczymi objęto zbiorowiska borowe przywiązane do gleb bielcowych znajdujące się w bezpośrednim sąsiedztwie Cementowni „Ożarów” (Przedgórze Iłżeckie). Podstawę analizy roślinności stanowiły zdjęcia fitosocjologiczne (łącznie 24, niezamieszczone w tekście ze względu na limit stron pracy) wykonane metodą Braun-Blanqueta [Pawłowski 1977] w dwu przedziałach czasowych (lata 1993 i 2003) na stanowiskach zlokalizowanych od 500 m do 2,5 km w kierunku północno-wschodnim od cementowni.

Do wyrażenia stosunków ilościowych w zbiorowiskach, posłużono się średnim współczynnikiem pokrycia roślinności oraz stałości. Ocena warunków siedliskowych wykonano metodą bioindykacyjną [Zarzycki in. 2002], uwzględniając wartości wskaźnikowe gatunków roślin oraz metodami laboratoryjnymi powszechnie stosowanymi w gleboznawstwie. Na podstawie zdjęć fitosocjologicznych obliczono liczbę gatunków roślin naczyniowych i mszaków oraz określono wartości podstawowych wskaźników różnorodności gatunkowej [Roo-Zielińska, Solon 1994; Solon 2002]: wskaźnik Shannona-Weavera postaci $H = -\sum p_i \cdot \log_2 p_i$, wskaźnik Simpsona postaci $I = \sum (p_i)^2$, wskaźnik równomierności Shannona $H/H_{\max} = H/\log_2 n$, gdzie p_i oznacza udział i -tego gatunku w ogólnym pokryciu roślin naczyniowych runa, n oznacza ogólną liczbę gatunków w zdjęciu.

Wyniki i dyskusja

GLEBY. Teren badań obejmował obszar pokryty piaskami wodnolodowcowymi oraz wydmy, o głębokim zasięgu wód gruntowych. Drobno- i średnioziarniste piaski eoliczne luźne i słabogliniaste zalegają dość grubą warstwą na glinach zwałowych zlodowacenia środkowopolskiego. Budowa profilowa jednoznacznie wskazuje na gleby bielcowe właściwe oraz rdzawe bielcowe, które są reprezentatywne dla całego analizowanego obszaru. Właściwości chemiczne badanych gleb zostały silnie zmodyfikowane przez wieloletnią imisję pyłów alkalicznych. Stwierdzono: zmianę wartości pH w KCl gleb wahającą się od 6,4 do 8,3 jednostki w poziomach organicznych, wysoką zawartość CaCO_3 (do 19% w poziomie Ofh oraz do 1,2% w poziomie Bv), wyraźne obniżenie się kwasowości hydrolitycznej, glinu i wodoru wymiennego, wzrost wysycenia kompleksu sorpcyjnego kationami Ca^{2+} i Mg^{2+} w 80-90% (poziomy organiczne) oraz w 20-40% (poziomy mineralne), wzbogacenie poziomów organicznych próchnicznych w azot ogółem, wzrost zasolenia poziomów organicznych do 270 mg KCl/100g, znaczny wzrost troficzności siedlisk, przejawiający się wysokimi indeksami ITGL (>28) [Świercz 2005].

STOSUNKI WODNE. Na badanym obszarze wody wgłębne zalegają na głębokości kilkunastu, a nawet kilkudziesięciu metrów. Osuszanie terenu zapoczątkowane zostało w połowie lat siedemdziesiątych, kiedy to rozpoczęto odkrywkową eksploatację wapieni ze złoża „Gliniany-Duranów”. W analizowanych profilach gospodarka wodna ma charakter przemysłowy. Badane gleby należą do suchych, odznaczają się małą pojemnością polową, kapilarną i aktualną. Wzrost pojemności wodnej jest charakterystyczny tylko dla podpoziomów Ofh, a spowodowany został przez kumulację CaCO_3 odznaczającego się wybitnymi właściwościami higroskopijnymi [Świercz 1997].

CHARAKTERYSTYKA EMITOWANYCH PYŁÓW. Głównym źródłem emisji pierwotnej pyłów z Cementowni Ożarów są młyny oraz piece obrotowe [Walaszek, Radomski 2001], zaś wtórnej – drogi transportowe, silosy, pakownie oraz ciągi załadunkowe. Od lat dziewięćdziesiątych całkowity opad pyłów wykazuje tendencje malejące. W 1993 r. rzeczywisty opad pyłów na powierzchni badań wynosił 220-340 g/m², zaś w 2003 r. zmniejszył się do wartości 90-150 g/m². Imisja pyłu zawieszzonego wahała się w latach badań w przedziale 40-55 µg/m³, zaś w 2003 r. wynosiła

34-39 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Skład chemiczny emitowanych pyłów jest stosunkowo stały i zależy od składu chemicznego surowca używanego w produkcji. Opadające na powierzchnie badań pyły zawierają głównie: CaO – 46,64%, SiO₂ – 8,17%, Al₂O₃ – 2,64%, Fe₂O₃ – 1,21%, K₂O – 1,13%, MgO – 0,83%, Na₂O – 0,14%, MnO – 0,01% i silnie modyfikują właściwości gleb.

Zbiorowiska leśne

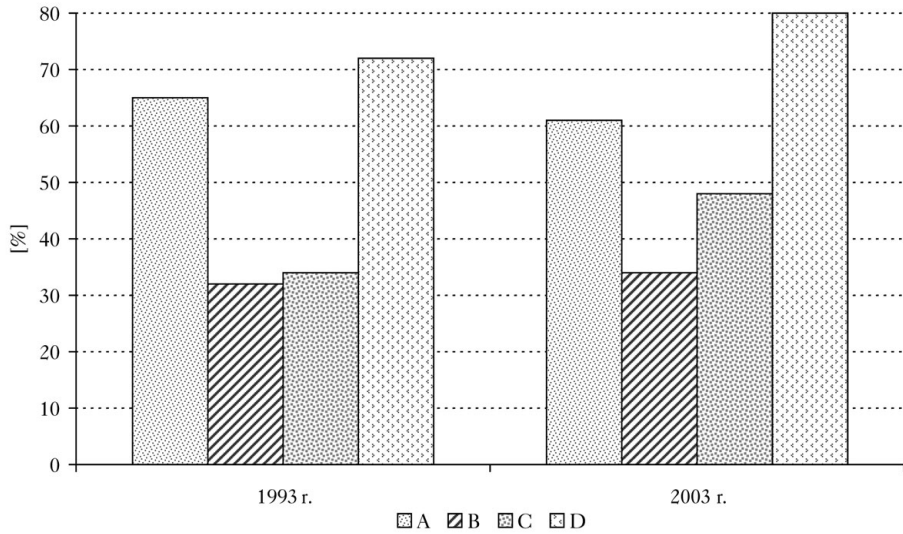
Wraz ze zmianami w glebach, wieloletnia emisja pyłów cementowo-wapienniczych wpłynęła na skład florystyczny egzystujących w zasięgu oddziaływania cementowni zbiorowisk leśnych. Zbiorowiska – o charakterze borowym zajmujące siedliska boru świeżego – zmieniły swoje pierwotne właściwości. W wyniku swoistej kreacji antropogenicznej (tj. trwającej 30 lat emisji pyłów cementowych do gleb) wykształciło się lokalnie nowe zbiorowisko leśne *Pinus-Epipactis*.

Podobne zbiorowiska występują także wokół Cementowni „Nowiny” w Sitkówiec Nowinach, „Lafarge Cement” w Małogoszczy, a także poza regionem świętokrzyskim, m.in. w pobliżu cementowni w Działoszynie [Świercz 2000, 2005]. Istnieją doniesienia o podobnych zbiorowiskach wykształconych na nieczynnych wapiennikach i w ich obrzeżach z południowej Finlandii [Saarinen, Jantunen 2000]. Omawiane zbiorowisko leśne odznacza się dominacją sosny w drzewostanie o dość luźnym zwarciu i słabym wzroście. Obfity podszyt reprezentowany jest przez: *Juniperus communis*, *Quercus robur*, *Sorbus aucuparia*, *Frangula alnus*, *Betula pendula*. W runie leśnym obficie występują: *Fragaria vesca*, *Festuca ovina*, *Hieracium pilosella*, *H. lachenalli*, *Solidago virgaurea*. Liczne są także: *Orthilia secunda*, *Agrostis capillaris*, *Viola reichenbachiana*. Wśród mszaków dominują: *Scleropodium purum*, *Hypnum cupressiforme*, *Thuidium tamariscinum*, *Pleurozium schreberi*. Do ciekawych gatunków zielnych, które osiągają w tym specyficznym zbiorowisku wysokie stopnie stałości, należą storczyki: *Epipactis helleborine* i *Epipactis atrorubens*. Inne, takie jak: *Goodyera repens* i *Platanthera bifolia*, występują sporadycznie. Obserwowane na tym terenie interesujące zjawisko wnikania gatunków storczyków do leśnych antropocenozy, znajduje potwierdzenie w publikacjach dotyczących apofityzacji niektórych z nich [Adamowski 1996, Hereźniak, Piegrzalski 1991; Hollingsworth, Dickson 1997; Gorchakovskii, Igosheva 2003].

Na rycinie 1 przedstawiono zwarcie poszczególnych warstw omawianego zbiorowiska. W ciągu dziesięciu lat badań nieznacznie rozluźnił się drzewostan, wzrósł udział krzewów oraz wyraźnemu zwiększeniu uległo zwarcie warstwy mszystej.

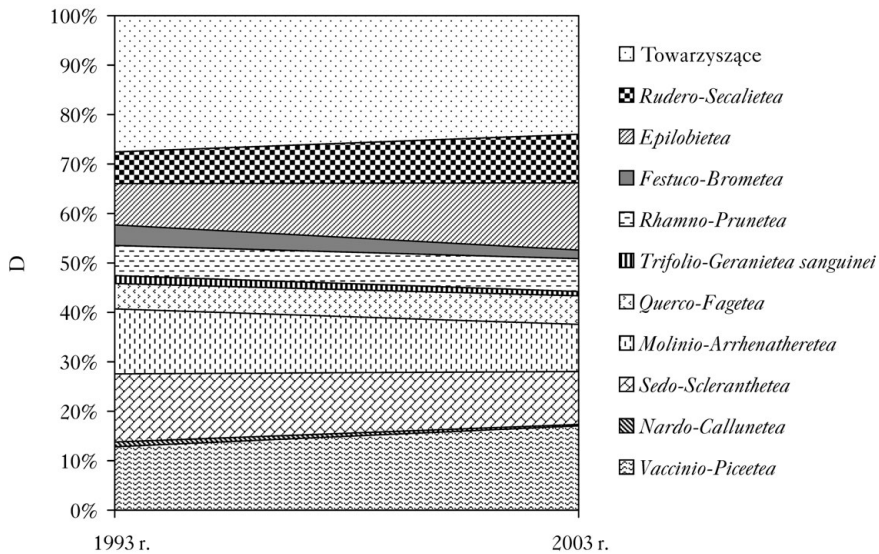
Średnia liczba gatunków w zdjęciu fitosocjologicznym była bardzo wysoka i wahała się od 60 w 1993 r. do 51 w 2003 r, podczas gdy w borach świeżych liczba ta nie przekracza zwykle 20-30 gatunków [Matuszkiewicz 2001]. Ogólna liczba gatunków zmieniła się w zakresie od 124 do 112 i spowodowana była wzrostem troficzności siedlisk. Nowe warunki glebowe umożliwiły egzystencję wielu gatunkom grądowym, murawowym, okrajkowym i synantropijnym o szerszych spektrach ekologicznych. Gatunki występujące w zdjęciach omawianych płatów należą do 10 klas fitosocjologicznych (ryc. 2), przy czym najliczniej reprezentowane są gatunki z klas: *Molinio-Arrhenatheretea*, *Vaccinio-Piceetea*, *Sedo-Scleranthetea*, *Epilobietea* oraz towarzyszące. W badanym czasie zauważalnie zmniejszyła się średnia liczebność gatunków z klasy: *Molinio-Arrhenatheretea*, *Sedo-Scleranthetea*, *Festuco-Brometea*, *Trifolio geranietea* oraz wrzosowiskowych *Nardo-Callunetea* (ryc. 3), wzrosła zaś gatunków z klasy *Vaccinio-Piceetea* (reakcja na zmniejszenie się zasadości siedlisk), porębowych oraz towarzyszących.

Większość gatunków w badanym zbiorowisku należy do sporadycznych (ryc. 4). W okresie badań zaobserwowano nieznaczną tendencję do wzrostu gatunków osiągających najwyższą klasę stałości oraz wyraźne zmniejszenie się liczby gatunków osiągających II i III klasę stałości.



Ryc. 1.

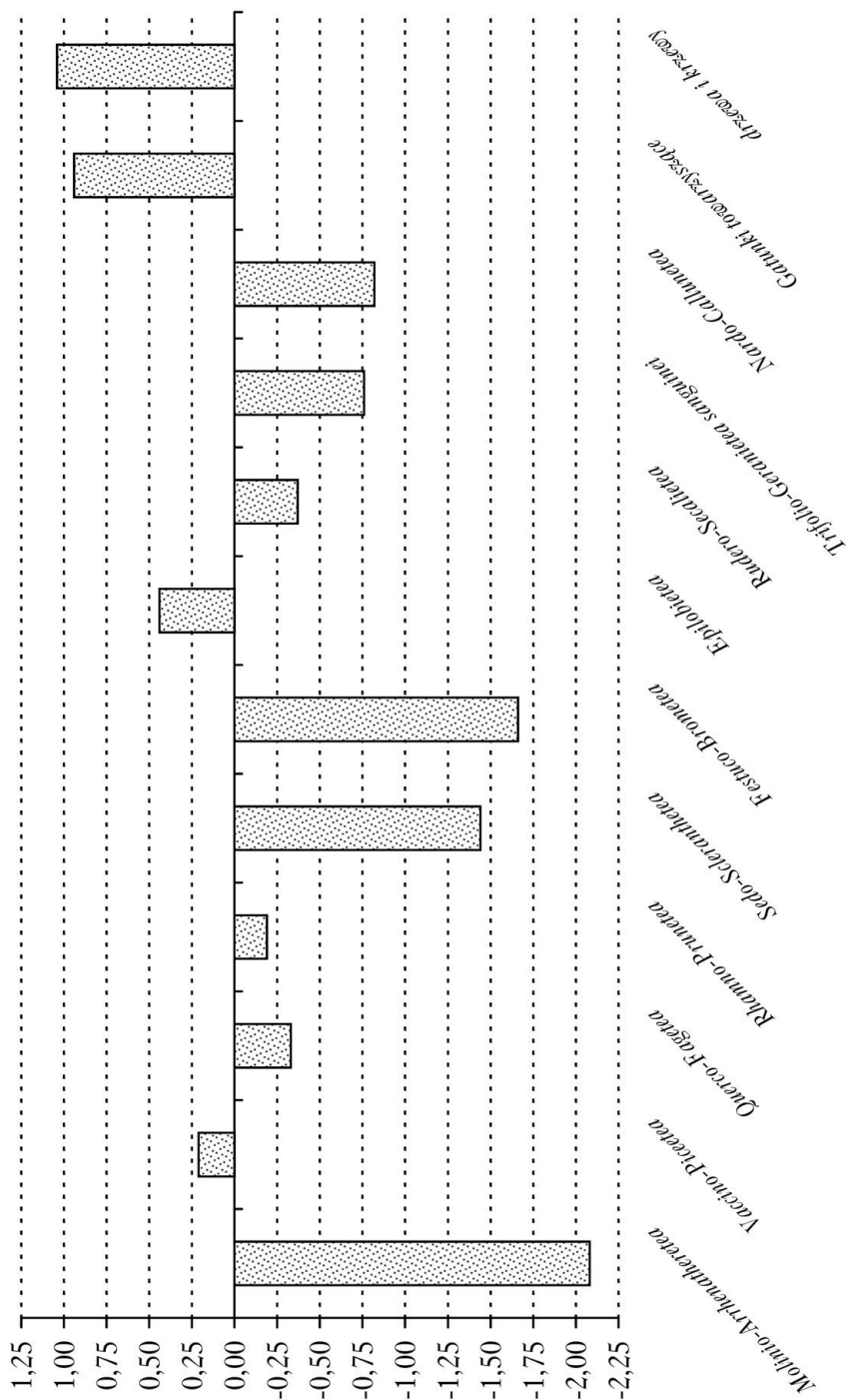
Zwarcie poszczególnych warstw zbiorowiska w latach 1993 i 2003 na stanowisku Ożarów
Complex layers tested community in 1993 and 2003 years at the stand of Ożarów



Ryc. 2.

Zmiana wartości systematycznej grup gatunków D zbiorowiskach w latach 1993 i 2003
Change of taxonomic value of species groups in the period between 1993-2003

Policzone wskaźniki ekologiczne Zarzyckiego [Zarzycki i in. 2002] oraz różnorodności wykazują nieznaczne fluktuacje (tab.). Wskaźnik różnorodności Shannona był bardzo wysoki i zmienił się w ciągu dziesięciu lat od średniej wartości 5,341 do 5,131. Wskaźnik Simpsona w badanym interwale czasowym praktycznie pozostał na tym samym poziomie, zaś równomierności nieznacznie wzrósł (od 0,9121 w 1993 r. do 0,922 w 2003 r.). Porównanie liczb ekolo-



Ryc. 3.

Zmiana (+/-) ilościowości gatunków w zbiorowiskach w latach 1993 i 2003
 Change (+/-) of abundance species changes in the period between 1993-2003



Ryc. 4.

Udział gatunków w poszczególnych klasach stałości (V-I) w latach 1993 i 2003

Number of species in individual constancy classes (V-I) in the period between 1993-2003

Tabela.

Zróżnicowanie wskaźników ekologicznych Zarzyckiego [Zarzycki i in. 2002] i różnorodności (Shannona, Simpsona, równomierności) w 1993 i 2003 r. w badanych zbiorowiskach

Diversification of ecological indicators of Zarzycki, Shannon, Simpson, sustainability in 1993 and 2002 year at the tested community

Wskaźnik	Zakres	1993 r.	2003 r.
Świetlny (L)	min.-maks.	3,60-4,15	3,62-4,00
	średnia	3,84	3,80
Termiczny (T)	min.-maks.	3,44-3,76	3,45-3,79
	średnia	3,54	3,65
Wilgotności (W)	min.-maks.	2,52-2,81	2,42-2,73
	średnia	2,82	2,69
Trofizmu (Tr)	min.-maks.	2,91-3,34	2,90-3,43
	średnia	3,32	3,10
Kwasowości (R)	min.-maks.	3,84-4,21	3,62-4,00
	średnia	3,97	3,51
Granulometryczny (D)	min.-maks.	3,32-3,61	3,42-3,73
	średnia	3,61	3,62
Zawartości materii ogranicznej (H)	min.-maks.	1,64-1,91	1,62-1,82
	średnia	1,80	1,74
Shannona H	min.-maks.	5,126-5,645	4,982-5,423
	średnia	5,341	5,132
Simpsona I	min.-maks.	0,039-0,044	0,041-0,042
	średnia	0,042	0,041
Równomierności H/Hmax	min.-maks.	0,923-0,942	0,906-0,940
	średnia	0,9121	

gicznych przypisanych gatunkom występujących w płatach na powierzchniach badań, wskazuje na kierunek zmian warunków edaficznych zachodzących pod wpływem czynników antropogenicznych (tab.). W ciągu dziesięciu lat badań wskaźniki ekologiczne roślin zielnych ulegały niewielkim wahaniom. Wzrósł nieznacznie wskaźnik roślin o wyższych wymaganiach termicznych, a pozostałe wskaźniki ekologiczne zmniejszyły swe wartości. O niewielkim wzroście gatunków acidofilnych reagujących pozytywnie na obniżenie się emisji pyłów cementowo-wapienniczych do gleb, świadczy obniżenie się o średnio 0,5 jednostki wskaźnika kwasowości.

Z przeprowadzonych badań wynika, że w strefie silnej emisji alkalicznej nastąpiło wyeliminowanie wielu gatunków roślin naczyniowych (np. z klasy *Nardo-Callunetea*) o wąskim spektrum ekologicznym. Ich miejsce zajmują inne, w tym ubikwistyczne oraz kalcylfilne. Do gatunków rozprzestrzeniających się należą *Festuca ovina*, *Thymus serpyllum*, *Fragaria vesca*, *Hieracium pilosella*, *Torilis japonica*. Niektóre z nich podawano w literaturze jako gatunki tolerancyjne w stosunku do różnorodnych zanieczyszczeń przemysłowych, a nawet wytwarzających rasy edaficzne [Folkesson, Kvillner 1983; Kaźmierczakowa 1988; Gorchakovskii, Igosheva 2003].

Podsumowanie i wnioski

Stwierdzono, że kierunkowo przebiegające procesy antropogeniczne silnie modyfikują skład i budowę zbiorowisk. Z badanych zbiorowisk leśnych ustąpiło wiele gatunków zaliczanych do borowych, ale ich miejsce zajęły gatunki łąkowe, łąkowe, okrajków leśnych i kserotermiczne wpływające znacząco na wzrost różnorodności.

W wyniku reakcji antropogenicznej spowodowanej emisją pyłów cementowo-wapienniczych na badanym terenie, wykształcił się lokalnie nowy typ zbiorowiska zastępczego borów o specyficznym składzie gatunkowym z dominującą sosną w drzewostanie i runem mszysto-zielnym wzbogaconym w licznie występujące storczyki jak *Epipactis helleborine* i *E. atrorubens*. Zmiana właściwości gleb pierwotnie kwaśnych w kierunku ich alkalizacji, stworzyła nowe warunki do egzystencji gatunkom siedlisk mezo- i eutroficznych, w tym także wielu cennym i podlegającym ochronie jak: *Goodyera repens*, *Plantanthera bifolia* czy *Anemone sylvestris*.

Obecnie mała emisja pyłów cementowo-wapienniczych do powierzchni gleby kształtująca się na poziomie 100-150 g/m²/rok sprzyja gatunkom bytującym w runie i zapewnia trwanie tym specyficznym zbiorowiskom leśnym.

Literatura

- Adamowski W. 1996. Apofityzm wybranych gatunków storczykowatych (*Orchidaceae*) i jego uwarunkowania ekologiczne. 1-86.
- Gorchakovskii P. L., Igosheva N. I. 2003. Monitoring of Orchid Populations in a Unique Area of Their Concentration in the Middle Urals. Russ. Journal of Ecol. 34 (6): 363-369.
- Faliński J. B. 2001. Interpretacja współczesnych przemian roślinności na podstawach teorii synantropizacji i teorii syndynamiki. Prace Geograf. IGPIZ PAN, 179: 31-53.
- Folkesson L., Kvillner E. 1983. Influence of copper and zinc pollution on forest vegetation. Department of Plant Ecology, Univ. of Lund. Lund.
- Hereźniak J., Piegrzalski K. 1991. Stanowiska rzadkich i chronionych gatunków roślin łąkowych na terenie Częstochowy. Chronimy Przyr. Ojcz. 47 (3): 79-84.
- Hollingsworth P. M., Dickson J. H. 1997. Genetic variation in rural and urban populations of *Epipactis helleborine* (L.) Crantz. (*Orchidaceae*) in Britain. Bot. Journal of the Linnean Soc. 123 (4): 321-331.
- Kaźmierczakowa R. 1988. Degradation of pine forest *Vaccinio myrtilli-Pinetum* vegetation under the influence of zinc and lead smelter. Studia Naturae, Ser. A. Nr 31. PWN, Warszawa-Kraków. 29-81.
- Kurowski J. K. 1993. Dynamika fitocenozy leśnych w rejonie kopalni odkrywkowej Bełchatów. Wyd. UŁ, Łódź.
- Matuszkiewicz J. M. 2001. Zespoły leśne Polski. WN PWN, Warszawa. 349.
- Miś R. [red.]. 1995. Wpływ długotrwałych zanieczyszczeń przemysłowych na środowisko leśne Niżu Polskiego. Fundacja Rozwoju SGGW, Warszawa-Poznań. 215.

- Pawłowski B. 1977. Skład i budowa zbiorowisk roślinnych oraz metody ich badania W: Szata roślinna Polski T. 1. PWN, Warszawa. 237-268.
- Roo-Zielińska E., Solon J. 1994. Roślinność jako wyraz procesów naturalnych i oddziaływań antropogenicznych. W: A. S. Kostrzewski, J. Solon [red.]. Studium geobotaniczno-krajobrazowe okolic Pińczowa, Zeszyty IG i PZ PAN. z.1-2, Warszawa. 151-170.
- Saarinen K., Jantunen J. 2000. *Epipactis atrorubens* as a newcomer in the limestone quarry in Lappeenranta, SE Finland. *Lutukka* 16 (3): 90-93.
- Solon J. 2002. Ocena różnorodności krajobrazu na podstawie analizy struktury przestrzennej roślinności. Zeszyty IGiPZ PAN nr 185, Warszawa. 231.
- Szwagrzyk J. 1996. Dynamika układów ekologicznych a wzorce naturalności. *Przegl. Przyr.* 7, 3-4: 29-40.
- Świercz A. 1997. Wpływ emisji alkalicznej na gleby i zbiorowiska roślinne borów sosnowych w „Białym Zagłębiu”. Cz. I. PAN-oddz. w Krakowie, KTN, Kielce. 205.
- Świercz A. 2000. Ocena wpływu alkalicznej depozycji na skład i strukturę zbiorowisk borowych ze zw. *Dicrano-Pinion* w Kieleckim Okręgu Eksploatacji Surowców Węglanowych. *Zesz. Naukowe Komitetu „Człowiek i Środowisko”*. Warszawa. 253-260.
- Świercz A. 2005. Analiza procesów glebowych i roślinnych w siedliskach zalkalizowanych regionu świętokrzyskiego. *Zesz. Naukowe Komitetu „Człowiek i Środowisko”*. Warszawa-Kielce. 1-215.
- Walaszek J., Radomski A. System ciągłego monitorowania stanu powietrza jako element zarządzania środowiskiem w Cementowni „Ożarów” S.A. *Bibl. Monit. Środowiska*, Kielce. 151-161.
- Zarzycki K., Trzcinińska-Tacik H., Różański W., Szeląg Z., Wołek J., Korzeniak U. 2002. Ekologiczne liczby wskaźnikowe roślin naczyniowych Polski. Vol. 2. Instytut Botaniki im. W. Szafera, Kraków. 185.

SUMMARY

Effect of Ożarów cement plant (Przedgórze Hłżeckie) on the changes floristic composition of a pine forest in the period between 1993-2003

The reaction of particular species and the plants' transformations reflect the state of changes in the industrial environment. In the presented article there was an evaluation made to determine the impact of alkali anthropopressure on the compositions and construction of the forested complex. The basis for this analysis was a set of pictures taken in two time intervals around Ożarów cement plant. To express the qualitative relations of plants there was an average covering and stability factor used. The evaluation of the settlement conditions was done by bio-indication method with indicative values of plants taken into account as well as methods commonly used in soil science. The dynamism of all changes in the biocenosis diversification in time was prepared with the use of basic diversification indicators: Shannon's, Simpson's, sustainability. Attention was paid to fixed species, expansively exceeding, receding and ephemerical. It has been stated that the anthropogenetic processes strongly modify the composition and construction of the forested complexes. The long lasting alkalisation influenced the impoverishment of native flora species and increase in the replacing flora species. As a result of anthropogenetic creation in the tested area there appeared a new type of forests with a specific composition and species arrangement with dominating pine trees and moss-herb undergrowth in which there are a lot of orchids such as *Epipactis helleborine* and *E. atrorubens*.