

| | | | |
|-----------------------------|----|---------|------|
| Prądnik. Prace Muz. Szafera | 20 | 135–144 | 2010 |
|-----------------------------|----|---------|------|

AGNIESZKA BĄBELEWSKA

Akademia im. Jana Długosza, Instytut Chemii, Ekologii i Biotechnologii
Zakład Ekologii i Ochrony Środowiska
Al. Armii Krajowej 13/15, 42–200 Częstochowa
a.babelewska@ajd.czyst.pl

STAN ZANIECZYSZCZENIA METALAMI CIĘŻKIMI I SIARKĄ OBSZARU PROJEKTOWANEGO JURAJSKIEGO PARKU NARODOWEGO

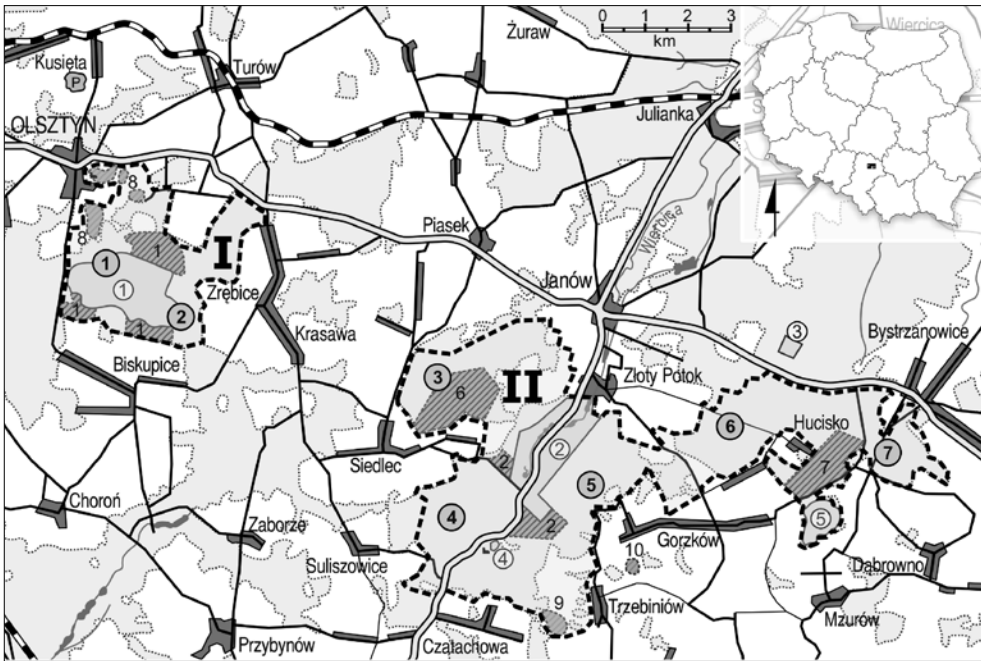
The impact of industrial emissions on heavy metal and sulphur contamination level within the area of the projected Jurassic National Park

Abstract: The aim of the studies was the assessment of heavy metal and sulphur contamination level within the area of two nature refuges constituting parts of the planned Jurassic National Park. Ecosystems of the future national park are significantly heavy-metal-laden and in this respect it can be categorized into the group of degraded parks. Emissions most severely affecting the park come from the located within its closest vicinity agglomerations of Częstochowa, Myszków and Zawiercie. Raising the conservation rank of this unique area to the strict protection category seems to be the only effective form of preservation of the already ecologically loaded area, which will also enable protecting it from the impact of other destructive factors, such as, e.g., devastating tourism.

Key words: Jurassic National Park, air pollution, heavy metals, sulphur, *Hypogymnia physodes* lichen

WSTĘP

Parki narodowe chronią obszary o szczególnie wysokich wartościach przyrodniczych, cennych z punktu widzenia nauki, kultury i wychowania. Na terenie Polski istnieją 23 parki narodowe, których łączna powierzchnia ochrony ścisłej stanowi zaledwie 1% terenu kraju. Ten niewielki odsetek obszarów ochrony ścisłej na terenie Polski w porównaniu do innych krajów w Europie i na świecie obejmuje najcenniejsze, unikatowe i niepowtarzalne ekosystemy naszego kraju, będące niewątpliwie jego wizytówką. Istnieje wyraźna potrzeba otoczenia ochroną ścisłą wielu jeszcze obszarów Polski nie tylko ze względu na ochronę cennych ekosystemów, ale także z uwagi na skuteczność ochrony tych niezwykłych obszarów przed napływem zanieczyszczeń ze strony rozwijających się gałęzi przemysłu, motoryzacji czy przed dewastacyjną turystyką. Taką funkcję mógłby podjąć Jurajski Park Narodowy (JPN; ryc. 1). Projekt parku obejmuje dwie małe ostoje: Olsztyńsko-Mirowską i Złotopotocką wyłonione na drodze wieloletnich kompromisów z większego



Ryc. 1. Projektowany Jurajski Park Narodowy (wg Olaczka 1995, 1997). I – ostoja Olsztyńsko-Mirowska; II – Ostoja Złotopotocka (Złotego Potoku); 1–7 – stanowiska badawcze; 5 – las; 6 – rezerwat leśny istniejący; 7 – rezerwat leśny projektowany; 8 – rezerwat stepowy projektowany; P – Góry Towarne – pomnik przyrody

Fig. 1. Projected Jurassic National Park (after Olaczek 1995, 1997): I – Olsztyńsko-Mirowska Refuge; II – Złotopotocka Refuge; 1–7 – research stations; 8 – planned steppe reserve; P – Towarne Hills – nature monument

areali i chroniące niezwykle cenne ekosystemy północnej Jury (Olaczek i in. 1995, 1997; Hereźniak 1996, 2004). Obydwie ostoje znajdują się w granicach Parku Krajobrazowego „Orlich Gniazd” leżącego w północnej części Wyżyny Krakowsko-Częstochowskiej w bliskim sąsiedztwie aglomeracji częstochowskiej. Ostoja Olsztyńsko-Mirowska leży zaledwie 10 km na południowy wschód od Częstochowy, zaś ostoja Złotopotocka około 30 km. Zanieczyszczenia emitowane z terenu Częstochowy transportowane są wprost nad obszar projektowanego JPN wraz z wiatrami wiejącymi głównie z zachodu i południowego zachodu.

Ziemia Częstochowska ma trzy parki krajobrazowe, jednakże Park Krajobrazowy „Orlich Gniazd” jest jej wizytówką, ze względu na walory estetyczne (krajobraz krasowy z licznymi wyniesieniami skalnymi, jaskiniami, wywierzykami), kulturowo-historyczne (ruiny zamków średniowiecznych i strażnic zbudowanych na urwistych jurajskich skałach) oraz przyrodnicze (różnorodne, zachowane w naturalnym stanie zbiorowiska roślinne z bogactwem chronionych taksonów). Powyższe walory klasyfikują ten obszar w czołówce najbardziej cennych przyrodniczo terenów kraju i uzasadniają starania objęcia choćby jego fragmentu, tj. dwóch proponowanych ostoi ochroną ścisłą i utworzenia Jurajskiego Parku Narodowego.

ŹRÓDŁA ZANIECZYSZCZENIA POWIETRZA DLA OBSZARÓW CHRONIONYCH ZIEMI CZĘSTOCHOWSKIEJ

Stan zanieczyszczenia powietrza atmosferycznego ziemi częstochowskiej jest wypadkową zanieczyszczeń pochodzących z emisji bliskiej oraz emisji dalekiej, napływającej głównie z województw ościennych, tj. województwa opolskiego, łódzkiego i w mniejszym stopniu województwa świętokrzyskiego. Powyższe regiony (poza województwem świętokrzyskim) zajmują czołowe miejsca w zestawieniach rocznej emisji gazów w Polsce.

Głównymi źródłami emisji zanieczyszczeń z terenu bliskiego miasta Częstochowa są w kolejności: motoryzacja (50%), przemysł i energetyka (30%) oraz paleniska domowe (20%) (PIOŚ Częstochowa 1996). Przez Częstochowę przebiega na kierunku północ-południe największy na tym terenie szlak komunikacyjny, mianowicie droga krajowa DK-1 (Cieszyn – Gdańsk) o bardzo dużym natężeniu ruchu. Od tej trasy w granicach miasta rozchodzą się promieniście mniejsze szlaki komunikacyjne o znaczeniu krajowym; są to drogi nr 46, 43, 91, 324, 483, 491 i 908. Stale wzrastająca liczba pojazdów w ruchu drogowym, a co za tym idzie stały dopływ do atmosfery produktów spalania tych paliw wyraźnie pogarsza warunki aerosanitarne miasta, szczególnie w okresie lata. Innymi źródłami zanieczyszczeń atmosfery na terenie Częstochowy są liczne obiekty przemysłowe zlokalizowane głównie w jej części środkowej i południowo-wschodniej. Zanieczyszczenie powietrza przez sektor przemysłowy i energetyczny dotyczy przede wszystkim emisji pyłów oraz tlenków: węgla, azotu i siarki. Spośród wielu emitorów zanieczyszczeń leżących na terenie miasta należy wymienić w kolejności największej emisji następujące zakłady przemysłowe: Huta Stali „Częstochowa”, Huta Szkła „Guardian”, trzy zakłady energetyczne i odlewnie żeliwa. Największym źródłem pyłów w rejonie Częstochowy jest Huta Stali „Częstochowa” produkująca ponad 65% blach grubych wytwarzanych w Polsce. Ważnym źródłem zanieczyszczenia atmosfery, szczególnie związkami siarki stanowi sektor bytowy. Spalanie paliw, np. węgla kamiennego dostarcza do atmosfery duże ilości siarki szczególnie w jesienno-zimowym okresie grzewczym.

RODZAJE ZANIECZYSZCZEŃ

Najczęściej występującymi zanieczyszczeniami powietrza są pyły, na powierzchniach których mogą osadzać się metale ciężkie oraz gazy, tj. dwutlenek siarki, tlenki azotu, tlenki węgla itp. Skład pyłów uzależniony jest od typu produktów wytwarzanych w zakładach przemysłowych, np. na pyłach z zakładów metalurgicznych transportowany jest głównie cynk (Zn) i żelazo (Fe), z kominów cementowni wydostają się pyły niosące, między innymi chrom (Cr) i żelazo (Fe). O stopniu szkodliwości pyłów w powietrzu decyduje nie tylko ich ilość, ale także wielkość ich cząstek oraz skład chemiczny i mineralogiczny. Do pyłów szczególnie niebezpiecznych należą te, które wiążą się z silnie toksycznymi dla organizmów żywych metalami ciężkimi: Cd, Hg, Pb, Cu, Zn, Cr i Sn. Metale ciężkie w naturalnych warunkach występują w niewielkich ilościach w tkankach organizmów żywych i jeśli nie przekraczają poziomu fizjologicznego zapotrzebowania wspomagają przebieg wielu procesów życiowych, np. oddychanie i fotosyntezę. Jednakże nawet niewielki wzrost ich stężeń może skutkować groźnymi dla organizmów zaburzeniami w ich rozwoju i wzroście – mogą one działać toksyczne.

Najbardziej rozpowszechnionymi pierwotnymi zanieczyszczeniami gazowymi atmosfery pochodzenia antropogenicznego są: tlenki siarki (głównie SO_2), tlenki azotu (NO i NO_2), a także tlenki węgla (CO i CO_2), węglowodory (C_nH_m) i amoniak (NH_3). Gazy te ulegają w atmosferze różnym przemianom, prowadzącym często do wytworzenia związków (zanieczyszczeń wtórnych) silniej toksycznych, niż zanieczyszczenia pierwotne. Najgorsza sytuacja pod względem obciążenia ładunkami siarki siarczanowej wniesionymi przez opady atmosferyczne dotyczy województw południowych, a w szczególności województwa śląskiego (IOŚ Warszawa 2003). Skład chemiczny opadów atmosferycznych odzwierciedla stan zanieczyszczenia atmosfery.

MATERIAŁ I METODY

Poziom zanieczyszczenia środowiska atmosferycznego jest możliwy do określenia zarówno za pomocą klasycznych metod fizyko-chemicznych (mierniki), a także za pomocą metod biologicznych (bioindykacja). Jednym z najczulszych bioindykatorów zmian zachodzących w środowisku są porosty, zwłaszcza grzyby zlichenizowane, gdyż rejestrują zmiany w poziomie zanieczyszczenia powietrza zarówno w czasie i miejscu (Godzik, Szarek-Łukaszewska 2005). Są wykorzystywane, między innymi do monitorowania skażeń przemysłowych na terenach objętych prawną ochroną (Kiszka, Grodzińska 2004; Kapusta i in. 2004; Sawicka-Kapusta i in. 2005). Z ich udziałem możliwe było także określenie wpływu na środowisko przyrodnicze zarówno pojedynczych ośrodków przemysłowych (Łysko, Marska 2002), jak również całych okręgów przemysłowych, województw i regionów (Białońska, Dayan 2005), czy nawet całych obszarów geograficznych (Śliwa 2000) i państw (Freitas i in. 1999).

Szczególne znaczenie w monitoringu czystości powietrza zajmują porosty epifityczne, które wszelkie substancje potrzebne do życia (np. wodę często zanieczyszczoną) czerpią wprost z atmosfery wchłaniając całą powierzchnią plechy. Do najczęściej używanych bioindykatorów porostowych, np. do oceny obciążenia środowiska metalami ciężkimi, należy *Hypogymnia physodes* (L.) Nyl. (ryc. 2; Carreras, Pignata 2002; Gombert i in. 2003) czy siarką (Boratynski 1983).



Ryc./Fig. 2. *Hypogymnia physodes* (L.) Nyl.

Hypogymnia physodes (L.) Nyl. (ryc. 2) jest najpospolitszym porostem listkowatym (grzybem zlichenizowanym) występującym na całym terenie Polski. O przydatności tego porostu do badań bioindykacyjnych decydują następujące czynniki: powszechność występowania, charakterystyczna budowa morfologiczna, pozwalająca na łatwe rozpoznanie jej w terenie oraz duża wrażliwość na wpływ czynników toksycznych, objawiająca się zmianami w budowie morfologicznej.

Materiał pobrano z 7 stanowisk badawczych z obszaru projektowanego JPN, z ostoi Olsztyńsko-Mirowskiej – 2 stanowiska i ostoi Złotopotockiej – 5 stanowisk. Plechy porostu zdjęto z kory pni od trzech do pięciu sąsiadujących ze sobą drzew sosny zwyczajnej *Pinus sylvestris* (L.) z wysokości około 1,30 m, w takiej ilości, aby po wysuszeniu w temperaturze 85°C uzyskać 2,5-gramowe naważki. Następnie materiał poddano mineralizacji w mieszaninie kwasów azotowego i nadchlorowego w stosunku 4:1. Analizy ilościowe zawartości metali: Pb, Cu, Cr, Mn, Ni, Zn, Fe wykonano techniką spektrofotometrii absorpcji atomowej na aparacie Varian-Techtron model 1000. Do analiz na zawartość siarki pobrano 0,05-gramowe naważki plech porostu. Materiał został zmineralizowany w piecu wysokotemperaturowym Behr 30 CS w strumieniu tlenu, a następnie kolorymetrycznie zmierzono ilość SO₂ powstałego w wyniku spopielenia każdej próbki. Otrzymane wyniki przeliczono na siarkę całkowitą. Wyniki opracowano przy użyciu programów: Excel, Corel 9 i Surfer.

WYNIKI

Poziom stężenia metali ciężkich i siarki zgromadzonych w plechach porostu epifitycznego *Hypogymnia physodes* w dwóch ostojach projektowanego JPN: Olsztyńsko-Mirowskiej (stanowiska nr 1 i 2) oraz Złotopotockiej (stanowiska nr 3–7) prezentuje tabela 1. Na wszystkich stanowiskach badawczych poziom stężenia siarki jest stosunkowo niski i nie obciąża badanych ekosystemów leśnych (ryc. 3). Spośród badanych metali ciężkich wysokie stężenia otrzymano w przypadku ołowiu na stanowiskach badawczych nr 2 i 4 oraz cynku i żelaza na stanowiskach 1 i 2 (tab. 1).

Tabela 1. Stężenia siarki [%] i metali ciężkich [$\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$] w plechach porostu *Hypogymnia physodes* (L.) Nyl. oraz sumaryczny indeks obciążenia metalami ciężkimi (S_j) na stanowiskach badawczych projektowanego Jurajskiego Parku Narodowego

Table 1. Levels of sulphur [%] and heavy metals [$\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$] in the thalli of the *Hypogymnia physodes* (L.) Nyl. lichen and the total index of heavy metal (S_j) loading at the research stations of the planned Jurassic National Park

| Nr stanowiska Station no. | Ostoje Refuge | Siarka Sulphur [%] | Metale ciężkie – Heavy metal [$\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$] | | | | | | | | S _j [$\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$] |
|---------------------------|---------------------|--------------------|--|-------|------|------|------|-------|-------|--------|--|
| | | | Cd | Pb | Cu | Cr | Ni | Mn | Zn | Fe | |
| 1 | Olsztyńsko-Mirowska | 0,186 | 1,37 | 32,52 | 8,64 | 3,31 | 1,11 | 51,95 | 124,9 | 1062,4 | 2,278 |
| 2 | Olsztyńsko-Mirowska | 0,197 | 1,20 | 40,34 | 8,83 | 4,24 | 1,37 | 42,98 | 132,7 | 1313,8 | 3,393 |
| 3 | Złotopotocka | 0,132 | 1,13 | 27,75 | 7,06 | 3,44 | 1,88 | 35,07 | 131,2 | 598,2 | 1,196 |
| 4 | Złotopotocka | 0,214 | 1,42 | 37,60 | 9,62 | 4,28 | 1,81 | 32,11 | 106,9 | 1225,6 | 3,328 |
| 5 | Złotopotocka | 0,236 | 0,88 | 23,27 | 7,11 | 3,69 | 1,54 | 51,72 | 118,5 | 686,4 | 0,953 |
| 6 | Złotopotocka | 0,156 | 1,66 | 28,23 | 6,48 | 2,45 | 1,36 | 63,48 | 84,2 | 801,1 | 1,453 |
| 7 | Złotopotocka | 0,229 | 1,12 | 19,95 | 7,12 | 2,66 | 1,36 | 49,01 | 118,0 | 728,0 | 0,413 |

W celu wskazania obszaru projektowanego parku narodowego najsilniej obciążonego metalami ciężkimi zastosowano sumaryczny indeks zanieczyszczenia metalami ciężkimi (S_j) dla ośmiu analizowanych metali ciężkich, według wzorów (Grodzińska 1978):

$$S_j = \sum_{i=1}^8 y_{ij}$$

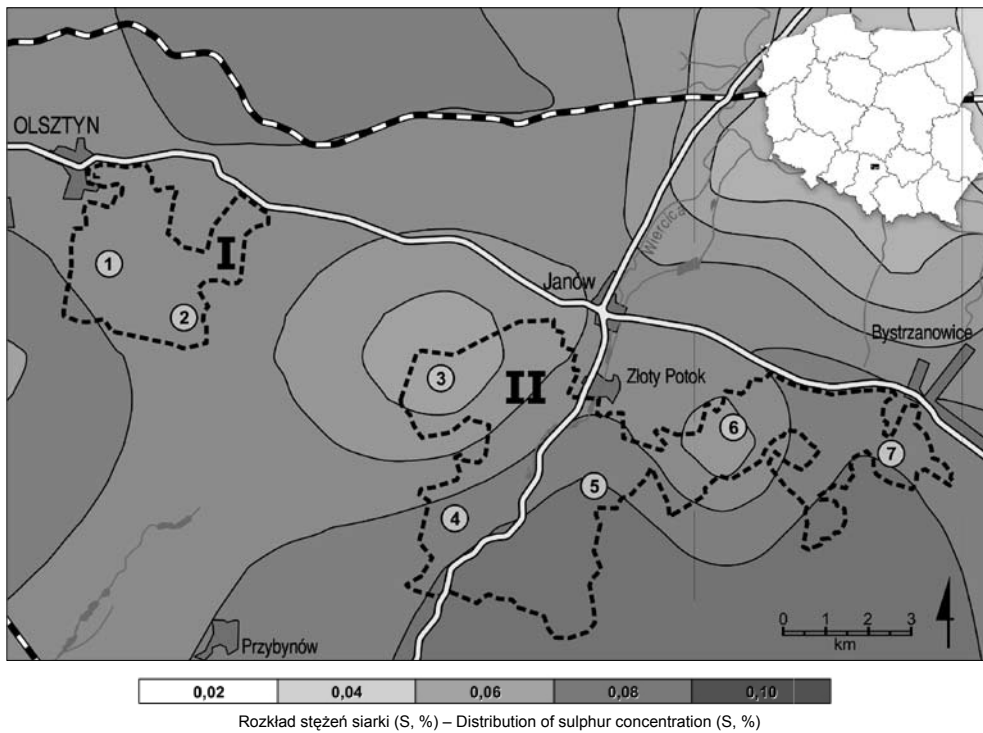
po uprzedniej standaryzacji danych według formuły:

$$y_{ij} = \frac{x_{ij} - \bar{x}_i}{\bar{x}_i}$$

y_{ij} – stężenie i – tego metalu ciężkiego w j – n-tym stanowisku,

\bar{x}_i – średnia zawartość i – tego metalu ciężkiego we wszystkich stanowiskach.

Najwyższe współczynniki S_j otrzymano na wszystkich stanowiskach ostoi Olsztyńsko-Mirowskiej (stanowisko 1 i 2) oraz na stanowisku nr 4 w ostoi Złotopotockiej (tab. 1, ryc. 4).

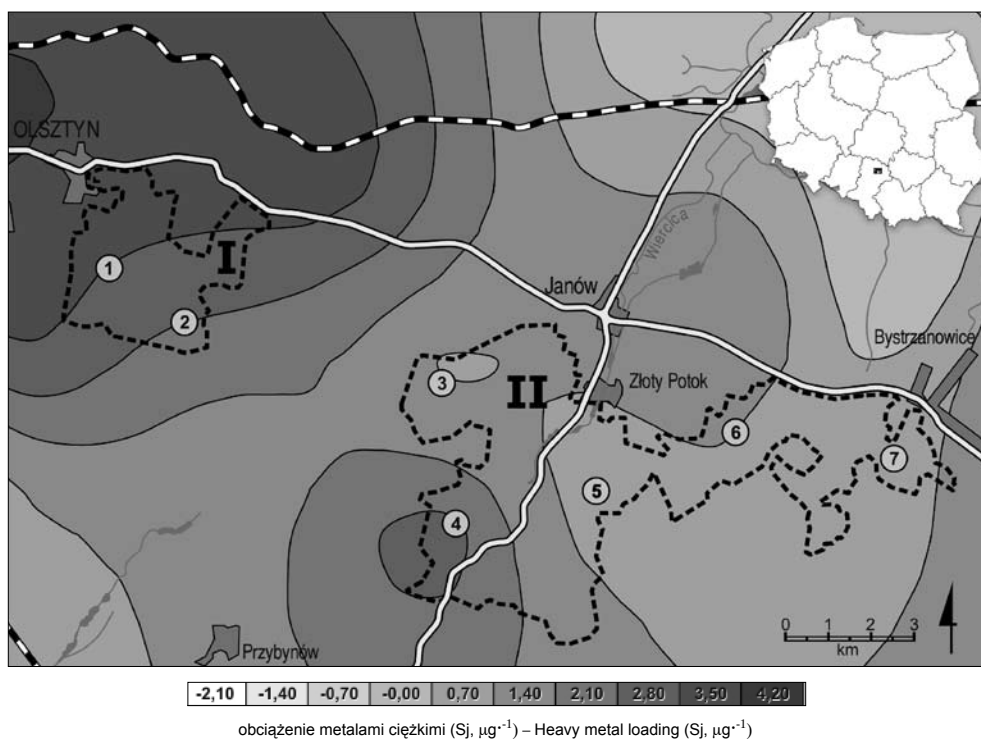


Ryc. 3. Rozkład stężeń siarki na terenie projektowanego Jurajskiego Parku Narodowego: I – Ostoja Olsztyńsko-Mirowska; II – Ostoja Złotopotocka (Złotego Potoku); 1–7 – stanowiska badawcze

Fig. 3. Distribution of sulphur concentrations in the planned Jurassic National Park: I – Olsztyńsko-Mirowska Refuge; II – Złotopotocka (Złotego Potoku) Refuge; 1–7 – research stations

PODSUMOWANIE

Szczególnie silnie obciążona metalami ciężkimi pozostaje ostoja Olsztyńsko-Mirowska, leżąca najbliżej aglomeracji częstochowskiej i jej emitorów (ryc. 3). Świadczą o tym wysokie wartości sumarycznych indeksów obciążenia metalami ciężkimi (S_j) uzyskane w stanowiskach tej ostoji w plechach *Hypogymnia physodes* (L.) Nyl. Wysokie wartości S_j otrzymane na poszczególnych stanowiskach projektowanego parku pozwalają zaklasyfikować ten przyszły obszar ochrony ścisłej do grupy parków narodowych o najwyższym stopniu zanieczyszczenia (zdegradowanych). Do takiej właśnie grupy parków został zaliczony Ojcowski Park Narodowy leżący na południu Jury w stosunku do projektowanego JPN w północnej jej części (Sawicka-Kapusta i in. 2005). Silnie obciążona metalami ciężkimi pozostaje także zachodnia i południowo-zachodnia część ostoji Złotopotockiej (stanowiska nr 4 i 3 – ryc. 4). Zanieczyszczenia napływające do ostoji Złotopotockiej pochodziły z aglomeracji blisko niej leżących (od strony południowej i południowo-zachodniej), tj.



Ryc. 4. Obciążenie metalami ciężkimi projektowanego Jurajskiego Parku Narodowego: I – Ostoja Olsztyńsko-Mirowska; II – Ostoja Złotopotocka (Złotego Potoku); 1–7 – stanowiska badawcze

Fig. 4. Heavy metal loading in the planned Jurassic National Park: I – Olsztyńsko-Mirowska Refuge; II – Złotopotocka (Złotego Potoku) Refuge; 1–7 – research stations

myszkowskiej i zawierciańskiej. Miasto Częstochowa wyraźnie oddziałuje głównie na ostoję Olsztyńsko-Mirowską (ryc. 5). Analizy obciążenia stanowisk badawczych w tej ostoje metalami ciężkimi pozwalają wnioskować, iż największym zagrożeniem dla zbiorowisk leśnych przyszłego parku jest emisja pochodząca z huty „Częstochowa”. Powyższy zakład przemysłowy emituje największą ilość zanieczyszczeń, w tym także pyły i metale ciężkie spośród wszystkich emitorów na terenie aglomeracji częstochowskiej. Lokalizacja huty „Częstochowa” tuż przy wschodniej granicy administracyjnej miasta i jednocześnie najbliższej projektowanego parku oraz napływ zanieczyszczeń do niego z huty „Częstochowa” wraz z wiatrami (przewaga napływu z kierunków zachodniego i południowo-zachodniego) decydują o wysokim stopniu obciążenia metalami ciężkimi stanowisk badawczych projektowanego JPN. Emisja daleka, np. z województw ościennych posiada zapewne swój udział w obciążeniu ekosystemów projektowanego parku, jednakże jej wielkość i zasięg są trudne do jednoznacznego określenia. Można przypuszczać, iż największy wpływ z uwagi na kierunek dominujących wiatrów posiadają duże emitory zlokalizowane w województwie opolskim oraz w środkowej i południowej części województwa śląskiego. Obciążenie siarką przyszłego parku narodowego nie jest wysokie i podobne w poszczególnych punktach badawczych.



Ryc. 5. Ostoja Olsztyńsko-Mirowska; w głębi ruiny zamku w Olsztynie. Fot. J. Partyka

Fig. 5. Olsztyńsko-Mirowska Refuge; in the background the ruins of the castle in Olsztyn. Photo by J. Partyka

WNIOSKI

1. Projektowany Jurajski Park Narodowy jest bardzo silnie obciążony metalami ciężkimi (S₁) i należyć będzie w przyszłości do grupy parków narodowych zdegradowanych.
2. Najsilniej obciążona metalami ciężkimi (S₁) pozostaje cała ostoja Olsztyńsko-Mirowska, leżąca najbliżej aglomeracji częstochowskiej oraz stanowisko nr 4 w ostoi Złotopotockiej.
3. Obciążenie siarką projektowanego JPN nie jest wysokie i podobne w poszczególnych stanowiskach badawczych.
4. Głównymi źródłami zanieczyszczeń metalami ciężkimi obszaru projektowanego JPN są aglomeracje: częstochowska (z największym na jej terenie emitorem zanieczyszczeń – hutą „Częstochowa”), myszkowska i zawierciańska.
5. Utworzenie Jurajskiego Parku Narodowego pozwoli na zabezpieczenie osłabionego ekosystemu leśnego i tym samym będzie skuteczną drogą ochrony najcenniejszych ekosystemów północnej Jury.

PIŚMIENNICTWO

- Białońska D., Dayan F. E. 2005. *Chemistry of the lichens Hypogymnia physodes transplanted to an industrial region*. “Journal of Chemical Ecology”, **31**, 12: 2975–2991.
- Boratynski J. 1983. *Bioindykacja skażenia związkami siarki okolic elektrowni węglowej „Adamów” koło Turku*, [w:] *Bioindykacja skażeń przemysłowych i rolniczych*. Wyd. Komisja Nauk o Ziemi, s. 157–169.
- Carreras H. A., Pignata M. L. 2002. *Biomonitoring of heavy metals and air quality in Cordoba City, Argentina, using transplanted lichens*. “Environmental Pollution”, **117**: 77–87.
- Freitas M. C., Reis M. A., Alves L.C., Wolterbeek H. Th. 1999. *Distribution in Portugal of some pollutants in the lichen Parmelia sulcata*. “Environmental Pollution”, **106**: 229–235.
- Godzik B., Szarek-Łukaszewska G. 2005. *Plants as a bioindicators in environmental studies*. „Chemia i Inżynieria Ekologiczna”, **12**, 7: 677–693.
- Gombert S., Asta J., Seaward M. R. D. 2003. *Correlation between the nitrogen concentration of two epiphytic lichens and the traffic density in an urban area*. “Environmental Pollution”, **123**: 281–290.
- Grodzińska K. 1978. *Mosses as bioindicators of heavy metal pollution in polish national parks*. “Water, Air, and Soil Pollution”, **9**: 83–97.
- Hereźniak J. 1996. *Tworzymy Jurajski Park Narodowy*, wyd. Wydział Ochrony Środowiska U.W. Częstochowa, s. 1–32.
- Hereźniak J. 2004. *Z Jurajskim Parkiem do Unii Europejskiej*, wyd. Częstochowskie Towarzystwo Naukowe. Częstochowa, s. 1–48.
- Inspekcja Ochrony Środowiska. 2003. *Raport stan środowiska w Polsce w latach 1996–2001*. Biblioteka Monitoringu Środowiska. Warszawa.
- Kapusta P., Szarek-Łukaszewska G., Kiszka J. 2004. *Spatial analysis of lichen species richness in a disturbed ecosystem (Niepołomice Forest, S Poland)*. “The Lichenologist”, **36**, 3–4: 249–260.

Kiszka J., Grodzińska K. 2004. *Lichen flora and air pollution in the Niepołomice Forest (S Poland) in 1960 – 2000*. "Biologia", (Bratislava), **59**, 1: 25–37.

Łysko A., Marska B. 2002. *Zmiany lichenoflory wokół Zakładów Chemicznych „Police” S.A. w okresie wielolecia 1982–1999* [w:] *Reakcje biologiczne drzew na zanieczyszczenia przemysłowe*, red. R. Siwicki, wyd. Instytut Dendrologii PAN. Kórnik, s. 259–265.

Olaczek R., Hereźniak J., Kolan W. 1995 i 1997 (mnskr.) *Jurajski Park Narodowy. Dokumentacja naukowa do projektu utworzenia parku narodowego*. Urząd Wojewódzki w Częstochowie, Zarząd ZJPK w woj. częstochowskim, wyd. UŁ. Łódź – Częstochowa.

PIOŚ. 1996. *Informacja o stanie środowiska przyrodniczego województwa częstochowskiego w latach 1991–1995*, wyd. Biblioteka Monitoringu Środowiska. Częstochowa.

Sawicka-Kapusta K., Zakrzewska M., Gdula-Argasińska J., Stochmal M. 2005. *Zanieczyszczenie metalami i SO₂ parków narodowych. Ocena narażenia środowiska obszarów chronionych*, wyd. Centrum Doskonałości Unii Europejskiej IBAES, Instytut Nauk o Środowisku UJ. Kraków, s. 1–110.

Sliwa L. 2000. *Lichenoindykacja zmian środowiska naturalnego Beskidu Sądeckiego*. „Ochrona Przyrody”, **57**: 41–49.

SUMMARY

The most unique and environmentally precious forest areas of the Częstochowa region are located east of Częstochowa city in the borders of “Orle Gniazda” Landscape Park. These areas are the nature refuges (Olsztyńsko-Mirowska and Złotopotocka) within the projected Jurassic National Park (Fig. 1). The projected park area is significantly loaded with heavy metals (S₁) and in the future it will be one of the degraded national parks, similarly to the Ojców National Park (Grodzińska 1980, Sawicka-Kapusta and others 2005). The whole area of Olsztyńsko-Mirowska nature refuge, which is the nearest refuge to the Częstochowa agglomeration, and the station number 4 of the Złotopotocka refuge (Fig. 3) are the most loaded with heavy metals (S₁) areas. The main heavy metal pollution sources influencing the area of projected Jurassic National Park are the Częstochowa, Myszków and Zawiercie agglomerations. The nature refuges are not heavily loaded with sulphur and sulphur concentration is similar in all research stations (Fig. 2). Creation of the Jurassic National Park will be the only effective way to protect the most valuable ecosystems of the northern Jura.