

## Inwentaryzacja źródeł emisji i szacunkowe określenie wielkości emisji zanieczyszczeń w gminach przyległych do Pienińskiego Parku Narodowego

### Wstęp

Procesy energetycznego spalania paliw są z jednej strony głównym sposobem pozyskiwania energii (85-95%), a z drugiej głównym źródłem antropogenicznej emisji zanieczyszczeń. Około 75-85% emisji NO<sub>2</sub> i SO<sub>2</sub>, 55-75% emisji CO, 55-80% emisji pyłów i 100% emisji CO<sub>2</sub> pochodzi z procesów spalania paliw [2]. Dlatego też należy dążyć do ograniczenia emisji przez zastosowanie nowoczesnych metod przerobu paliw kopalnych na energię, stosowanie energooszczędnych technologii, utrzymanie możliwie największej sprawności energetycznej maszyn i urządzeń wytwarzających lub przetwarzających energię. Ponadto należy zmierzać do zmniejszenia udziału węgla w energetyce na rzecz coraz większego pozyskiwania energii ze źródeł odnawialnych, a także stosowania paliw o jak najwyższej jakości, minimalizacji emisji szkodliwych substancji przez stosowanie urządzeń ochronnych jak i racjonalnego gospodarowania tymi paliwami. Tylko takie podejście przyniesie oczekiwane rezultaty w postaci znaczącego ograniczenia emisji trujących substancji do powietrza atmosferycznego, a w konsekwencji czystsze środowisko jak i zmniejszone straty ekonomiczne związane z wpływem owych zanieczyszczeń na całe otoczenie.

Szczególnie ważny jest problem tzw. "niskiej emisji", za którą jest odpowiedzialny głównie sektor bytowo-komunalny. Ocenia się, że sektor ten, obejmujący lokalne kotłownie i gospodarstwa indywidualne, zużywa od 18-24 mln ton/rok węgla w jego pierwotnej postaci, bardzo często niskiej jakości. Powoduje to emisję około 1950 tys. ton/rok zanieczyszczeń. Udział niskiej emisji w zanieczyszczeniu środowiska w Polsce ocenia się na około 40%, a w regionach gęsto zurbanizowanych osiąga aż 70% całkowitej emisji. Ogólnie ocenia się, że na 11 mln mieszkań w Polsce ponad 30% mieszkań w miastach oraz ponad 66% na wsi jest ogrzewanych indywidualnymi piecami węglowymi o przestarzałej konstrukcji, niskiej sprawności ekologicznej i energetycznej [2]. Przyczyną tak znaczącego udziału niskiej emisji w globalnym zanieczyszczeniu środowiska jest zarówno brak zorganizowanego rynku paliw stałych i urządzeń grzewczych, jak i brak należytych uregulowań prawnych w zakresie

wymagań ochrony środowiska w obszarze oddziaływania małej energetyki.

Do obszarów szczególnie narażonych na oddziaływanie niskiej emisji należy Pieniński Park Narodowy. Mimo, że Park nie leży w bezpośrednim sąsiedztwie wielkich aglomeracji przemysłowych, które w znaczący sposób zagrażałyby mu dewastacją, to jednak ta niska emisja spowodowana spalaniem węgla dla potrzeb grzewczych w indywidualnych gospodarstwach domowych nie pozostaje bez wpływu na unikatowe wartości przyrodnicze, jakie posiada. Toteż celowa była kompleksowa ocena i analiza wpływu poszczególnych miejscowości na zanieczyszczenie Parku, która dała obraz realnego zagrożenia, jakie niesie emisja zanieczyszczeń oraz pozwoliła na wyodrębnienie źródeł o szczególnie wysokim, niekorzystnym oddziaływaniu na Park.

### Cel i zakres badań

Celem badań było przeprowadzenie inwentaryzacji obiektów odpowiedzialnych za emisję szkodliwych substancji, takich jak: pyły, CO, SO<sub>2</sub>, NO<sub>2</sub>. Badaniami objęto sektor bytowo-komunalny odpowiedzialny za niską emisję. Sektor ten objął emitory powierzchniowe i punktowe zlokalizowane na obszarze gmin leżących w sąsiedztwie Pienińskiego Parku Narodowego (Nowy Targ (wsie: Dębno, Dursztyn, Knurów, Szlembark), Łapsze Niżne, Czorsztyn, Krościenko Szczawnica). Do emitorów powierzchniowych zaliczono źródła małe, najliczniejsze, do których należą indywidualne gospodarstwa domowe, w których jedynym urządzeniem grzewczym są pieco-kuchnie i piece kaflowe, natomiast do źródeł punktowych zaliczono większe, często odosobnione źródła rozpatrywane indywidualnie z uwagi na warunki eksploatacji, w których głównym urządzeniem grzewczym są kotły (a więc obiekty użyteczności publicznej, jak: szkoły, sanatoria, hotele, urzędy gmin itp.).

Łącznie objęto analizą 39 emitorów punktowych i 6191 emitorów powierzchniowych:

- 10 emitorów punktowych i 1654 powierzchniowych na terenie gminy Łapsze Niżne,
- 10 emitorów punktowych i 1433 powierzchniowych na terenie gminy Czorsztyn,

Dr hab. inż. J. Miczyński, prof. AR, mgr inż. M. Stolarczyk – Wydział Inżynierii Środowiska i Geodezji Akademii Rolniczej w Krakowie

- 13 emitorów punktowych i 1354 powierzchniowych na terenie gminy Szczawnica,
- 6 emitorów punktowych i 1507 powierzchniowych na terenie gminy Krościenko,
- 494 emitorów powierzchniowych na terenie części gminy Nowy Targ.

Dla wszystkich emitorów dokonano obliczeń wielkości emisji dwutlenku siarki, dwutlenku azotu, tlenku węgla i pyłu całkowitego, a także podjęto próbę oceny wpływu zinventaryzowanych źródeł emisji zanieczyszczeń na Pieniński Park Narodowy.

Należy tu podkreślić, że przeprowadzone badania są jedynie próbą przybliżonego oszacowania wielkości emisji zanieczyszczeń powietrza atmosferycznego zarówno ze źródeł punktowych, jak i ze źródeł powierzchniowych. Dokładne określenie emisji w szczególności z sektora mieszkaniowego jest rzeczą w praktyce niemożliwą z uwagi na zbyt dużą ilość wielkości zmiennych w czasie, których dokładne ustalenie jest bardzo trudne i opiera się najczęściej na danych szacunkowych otrzymanych poprzez modelowanie matematyczne, analizy inżynierskie oraz ograniczone dane eksperymentalne (dane o rzeczywistym zużyciu paliwa, czasie pracy emitorów, ich sprawności, charakterystyce stosowanych paliw itd.). Także inne czynniki decydują o zmienności i czasowym rozkładzie emisji, czynniki niezależne od człowieka. Chodzi tu o warunki pogodowe, a w zasadzie o ich zmienność, które w znaczący sposób wpływają na ilość spalane go paliwa, czas trwania sezonu grzewczego, a w konsekwencji na zmniejszoną lub zwiększoną emisję zanieczyszczeń. Niezależnie jednak od dokładności obliczonej emisji, z uwagi na zastosowanie w niniejszym opracowaniu jednej metody dla wszystkich emitorów, proporcje w wielkości emisji pomiędzy poszczególnymi miejscowościami są zachowane, co pozwala na ukazanie skali zróżnicowania emisji i pewnych prawidłowości.

### Metodyka badań

Inwentaryzacja źródeł emisji zanieczyszczeń na obszarze gmin przyległych do PPN została przeprowadzona w latach 1999-2000. Na jej podstawie została obliczona szacunkowa wielkość rocznej emisji zanieczyszczeń zarówno dla źródeł powierzchniowych jak i punktowych.

Do określenia wielkości emisji ze źródeł powierzchniowych konieczne było posiadanie następujących informacji:

- liczba domów w poszczególnych miejscowościach danej gminy,
- średnie ilości spalane go rocznie paliwa przez jedno gospodarstwo,
- charakterystyki paliw stosowane go do celów grzewczych,
- wskaźniki emisji w zależności od parametrów stosowane go paliwa.

Informacje o liczbie budynków mieszkalnych w poszczególnych miejscowościach zebrano bezpośrednio z urzędów gminnych. Dane o ilości spalane go rocznie paliwa ustalono na podstawie ankiet przeprowadzonych z właścicielami indywidualnych gospodarstw we wszystkich 25 miejscowościach. Dało to podstawy do określenia przybliżone go przedziału wartości

spalane go paliwa rocznie. Tak, więc przyjęto za minimalną ilość spalane go paliwa 4 t/rok, a za maksymalną ilość 7.5 t/rok. Są to wartości, które najczęściej pojawiały się w odpowiedziach mieszkańców. W obliczeniach nie uwzględniono faktu, że niewielka część mieszkań jest ogrzewana wyłącznie drewnem, lub też węglem i częściowo drewnem. Ustalenie, jaki procent w stosunku do całości stanowią te budynki jest rzeczą praktycznie niemożliwą. Stąd też przyjęto, że wszystkie budynki są ogrzewane węglem i koksem.

Charakterystykę stosowane go paliwa określono na podstawie odpisów z tzw. certyfikatów paliwa, udostępnione go w składach opałowych zlokalizowane go na analizowanym obszarze. Umożliwiło to ustalenie średnich parametrów paliwa stosowane go do ogrzewania indywidualnych gospodarstw domowe go. W wyniku przeanalizowania charakterystyk sprzedane go opału (węgiel i koks), wynika, iż węgiel był dostarczany w większości z kopalń „Wujek”, „Wieczorek” i „Mysłowice”. Charakteryzował się on wartością opałową w granicach 28.5-30.5 MJ/kg, zawartością siarki najczęściej ok. 0.4-0.6% i zawartością popiołu ok. 2-4%. Koks charakteryzuje się nieco mniejszą wartością opałową i wyższą zawartością popiołu do 9%. Biorąc pod uwagę powyższe wielkości, do obliczeń przyjęto paliwo o średniej wartości opałowej 29.5 MJ/kg, średniej zawartości siarki ok. 0.5% i zawartości popiołu 3%.

Dokonanie oceny liczby budynków oraz charakterystyki stosowane go paliwa stanowiło podstawę do określenia wielkości emisji zanieczyszczeń ze źródeł powierzchniowe go z terenu gmin. Największa trudność polegała na przyjęciu odpowiednie go wskaźników emisji charakterystyczne go dla danego procesu spalania, które zależą od wielu różnye go czynników. Ich prawidłowe określenie dla poszczególne go zanieczyszczeń (pył, SO<sub>2</sub>, NO<sub>2</sub>) można ustalić jedynie analitycznie na podstawie wielu pomiarów emisji zanieczyszczeń z poszczególne go procesów spalania paliw. Dlatego też w celu przyjęcia najbardziej zbliżone go wskaźników emisji dla procesu spalania paliw stałych zachodzące go w piecach kaflowe go wykorzystano wskaźniki określone w przeprowadzonym programie badawczym, stanowiącym jedno z zadań Amerykańsko-Polskiego Programu Działań w Zakresie Likwidacji Niskiej Emisji w Krakowie. Badania te dotyczyły między innymi określenia wielkości emisji zanieczyszczeń oraz oszacowania możliwości zmniejszenia emisji z pieców domowe go. Dla potrzeb testowe go skonstruowano typowy piec kaflowy (ceramiczny) używany do ogrzewania mieszkań. Piec został zbudowany specjalnie do celów badawcze go w laboratorium Zakładu Maszyn i Urządzeń Energetyczne go AGH przez krakowskie go rzemieślników. Szczegółowa procedura pomiarów i wyniki badań jest przedstawiona w pierwszym raporcie z badań [1]. Z uwagi na to, że badania te zostały przeprowadzone w warunkach bardzo zbliżone go do rzeczywiste go przebiegu procesu spalania paliw w piecach kaflowe go, uzyskane wyniki odnośnie do wskaźników emisji (w zależności od charakterystyki spalane go paliw) są zdecydowanie bardziej wiarygodne niż ogólne wskaźniki MOSZNiL, stosowane do uiszczania opłat za emisję zanieczyszczeń.

Do określenia wielkości roczne go emisji ze źródeł powierzchniowe go zastosowano metodę wskaźnikową [5]. Jest to metoda

najbardziej przydatna oraz najczęściej wykorzystywana do oszacowania emisji, zarówno ze źródeł punktowych jak i źródeł powierzchniowych. Wskaźnik określa wielkość emisji na jednostkę określonej aktywności (np. spalania). Podawany jest zazwyczaj jako stała przy założeniu, że istnieje liniowa zależność pomiędzy emisją, a wielkością aktywności. Stosując wskaźnik emisji można określić ją według wzoru:

$$\text{Emisja } W = A \cdot WE, T/\text{rok},$$

gdzie:

A – aktywność, ilość zużytego paliwa, T/rok,

WE – wskaźnik emisji, kg/kg paliwa.

Jeżeli chodzi o aktywność źródła emisji, w tym przypadku ilości zużywanego rocznie paliwa w gospodarstwach domowych, to do obliczeń nie przyjęto średniej wartości zużywanego paliwa, lecz określono przedziały minimalnego i maksymalnego zużycia paliwa i dla tych przedziałów określono wielkość emisji. Przyjęcie tych przedziałów dało bardziej wiarygodne wyniki oszacowania jej rzeczywistej wielkości, niż przyjęcie do obliczeń tylko wartości średniego zużycia paliwa, która to wartość jest obarczona większym błędem niż błąd wynikający z ustalenia przedziałów.

Do określenia wielkości rocznej emisji ze źródeł punktowych posłużyły opracowane dla poszczególnych obiektów analizy uciążliwości kotłowni dla środowiska, w których to określono między innymi wielkość emisji zanieczyszczeń wprowadzanych do powietrza atmosferycznego z procesów spalania paliw w urządzeniach kotłowych. W określeniu emisji ze źródeł punktowych wzięto pod uwagę jedynie obiekty, dla których analiza zanieczyszczeń powietrza została wykonana i udostępniona do wglądu. Niestety duża liczba obiektów, szczególnie tych starszych gdzie istnieją stare, często wyeksploatowane kotłownie węglowe, nie posiada w ogóle żadnych analiz zanieczyszczeń, gdyż nie były one przeprowadzane (nie były wtedy wymagane). Wykonanie takiej analizy dokonuje się dopiero przy zmianie istniejącej kotłowni węglowej na nowoczesną olejową lub gazową.

Z powyższych względów emisja ze źródeł punktowych nie jest pełna i nie odzwierciedla całkowicie rzeczywistego stanu o emisji, a dane o wielkości emisji z tych źródeł przedstawiają w większości (poza Szczawnicą) emisję z nowoczesnych kotłów olejowych, stanowiących znacznie mniejsze zagrożenie dla środowiska niż kotłownie węglowe.

Podsumowując metodykę badań należy zaznaczyć, że zarówno w razie emisji punktowej i powierzchniowej jest określona wielkość emisji rocznej bez podania konkretnego roku, dla którego ta emisja została obliczona. Jest tak, ponieważ rozpatrując źródła punktowe mamy do czynienia z danymi o emisji zebranymi na podstawie wyżej wspomnianych „Analiz...”. Analizy te jednak nie były wykonane dla poszczególnych obiektów w tym samym roku, a w przedziale obejmującym lata 1992-1999. Tak więc podanie, że emisja dotyczy konkretnego roku byłoby błędem gdyż nie ma danych dla wszystkich kotłowni z jednego okresu (roku). Dlatego w tabeli i na dołączonej mapie została przedstawiona suma emisji w stosunku rocznym ze wszystkich kotłowni w danej miejscowości, dla których

dane pochodzą z różnych okresów. Przykładowo dla Szczawnicy dane zebrano dla 11 obiektów z czego dla 7 obiektów analizy rocznej emisji zostały wykonane w 1997 roku, dla 2 w 1994 roku, a dla pozostałych dwóch w 1992 i 1998 roku. Stąd wartość emisji dla Szczawnicy przedstawiona na mapie jest sumą tych 11 analiz z różnych lat w stosunku rocznym.

Obliczona emisja dla źródeł punktowych może być obarczona pewnym błędem z uwagi na dużą zmienność emisji z tych obiektów oraz na dokonywane różnego rodzaju modernizacje mające na celu usprawnienie systemów grzewczych w tych obiektach.

Również dla źródeł powierzchniowych nie określono roku, gdyż emisja z tych źródeł może być wiarygodna zarówno dla roku np. 1997 jak i 1999. Wynika to z faktu przyjęcia prostej metodyki obliczeniowej – iloczyn liczby gospodarstw, rocznego zużycia opału i wskaźnika emisji – daje roczną emisję zanieczyszczeń. A jak wiadomo liczba gospodarstw w okresie kilku lat nie ulega dużym zmianom, jak i ilość zużywanego opału z roku na rok mieści się w zbliżonych wielkościach.

Daje to podstawy do stwierdzenia, że obliczona tu emisja powierzchniowa była zbliżona zarówno w roku 1999 jak i dwa czy trzy lata wstecz.

## Wyniki badań

Na podstawie przeprowadzonych w latach 1999-2000 badań i obliczeń dla źródeł powierzchniowych stwierdzono, że 70-90% budynków mieszkalnych na analizowanym obszarze jest wyposażonych w tradycyjne piece kaflowe opalane węglem lub koksem. Jedynie nikły procent użytkowników posiada nowego typu ogrzewanie olejowe, czy też stosuje drewno jako opał. Sytuacja ta powoduje, że największy wpływ na obszary Pienińskiego Parku Narodowego mają zanieczyszczenia powietrza pochodzące właśnie z niskiej emisji (indywidualne gospodarstwa i lokalne kotłownie).

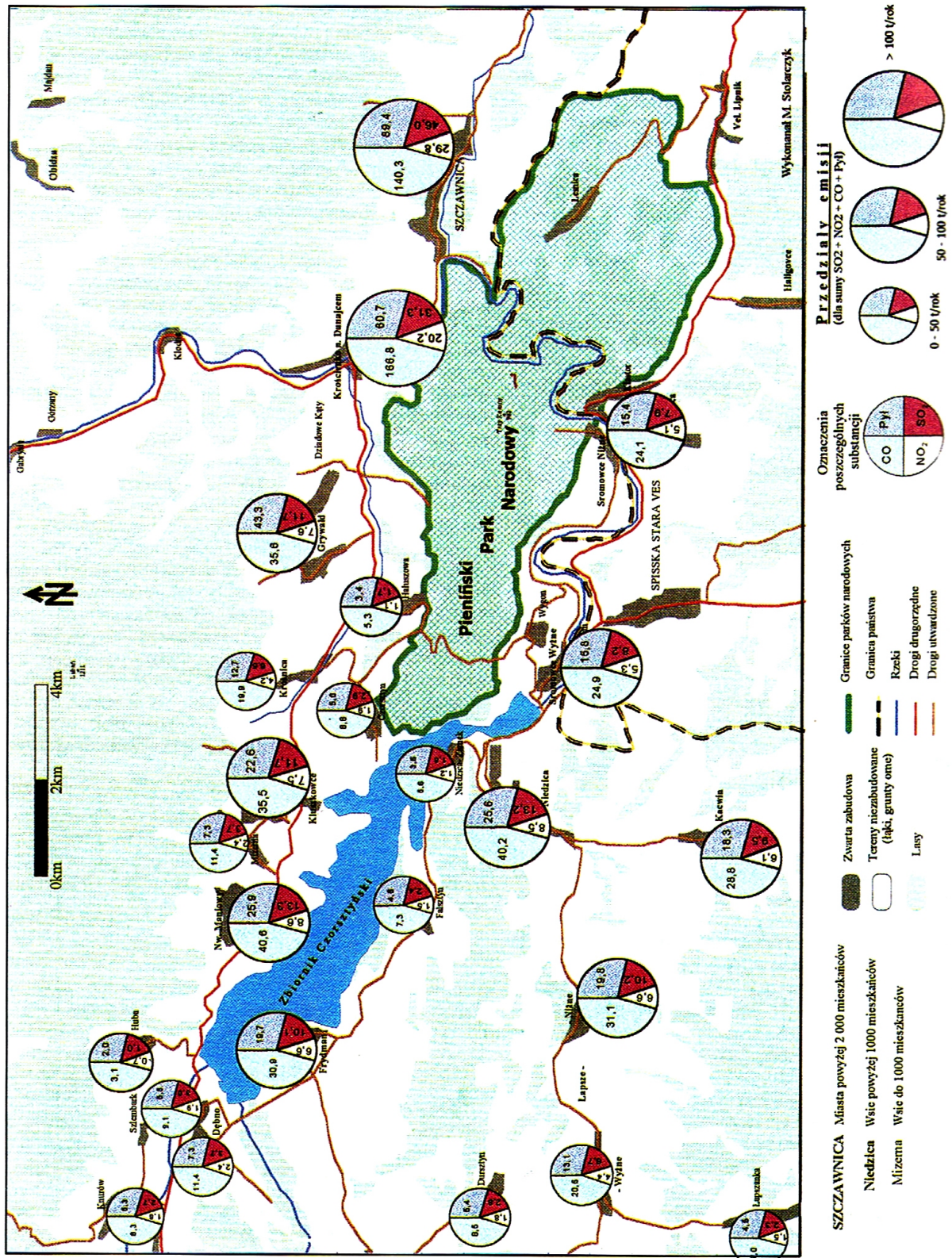
Największe natężenie emitowanych zanieczyszczeń przypada na sezon grzewczy trwający średnio 7 miesięcy od października do kwietnia. Emisja z tego okresu może stanowić nawet do 2/3 rocznej emisji zanieczyszczeń. Ponadto piece są najczęściej użytkowane w godzinach rannych i wieczornych, co powoduje wzrost natężenia emisji w tym czasie.

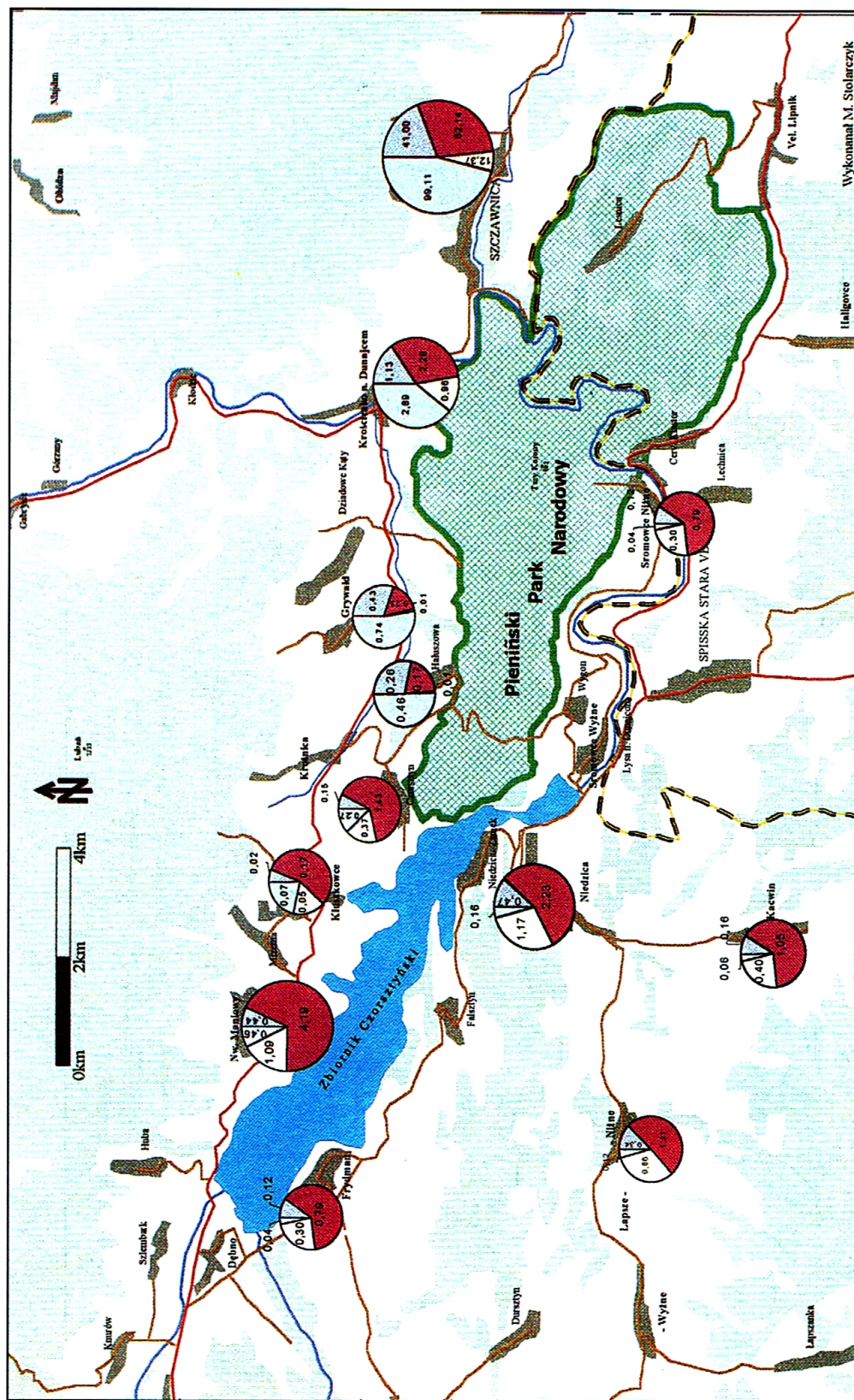
Obliczaną roczną emisję dla źródeł powierzchniowych przedstawia tabela 1.

Tab. 1. Wielkość rocznej emisji ze źródeł powierzchniowych

Rodzaj zanieczyszczenia	Emisja min. t/rok	Emisja max. t/rok	Emisja średnia. t/rok
Pył	437,2	819,6	628,4
Tlenek węgla	686,2	1286,4	986,3
Dwutlenek siarki	175,1	422,2	298,65
Dwutlenek azotu	145,7	273,2	209,45
<b>Suma</b>	<b>1444,2</b>	<b>2801,4</b>	<b>2122,8</b>

Tlenek węgla stanowił największy udział w emisji powierzchniowej, i wynosił aż 46%. Wynika to często ze złej obsługi pieca i niskiej sprawności procesu spalania w nim zachodzą-





**SZCZAWNICA** Miasta powyżej 2 000 mieszkańców  
**Niedźzica** Wsie powyżej 1000 mieszkańców  
**Mizerza** Wsie do 1000 mieszkańców

**Przedziały emisji**  
 (dla sumy SO<sub>2</sub> + NO<sub>2</sub> + CO + PVI)

**Oznaczenia**  
 poszczególnych  
 substancji

**Granicz parków narodowych**  
 Granica państwa  
 Rzeki  
 Drogi drugorzędne  
 Drogi utwardzone

**Zwarta zabudowa**  
 Tereny niezabudowane  
 (tłk. grunty ome)  
 Lasy

**Wykonanał M. Stolarczyk**

**Rys.3. ROCZNA EMISJA ZE ŹRÓDEŁ PUNKTOWYCH t/rok**

cego. Ponieważ spalanie w instalacjach małej mocy charakteryzuje się małą skutecznością, stąd też wielkość emisji CO może być znacznie wyższa niż innych zanieczyszczeń. Poza tym urządzenia te są często w złym stanie technicznym i nieodpowiednio eksploatowane przez użytkowników, co powoduje tzw. spalanie niezupełne i zwiększony wzrost emisji CO.

Rozpatrując procentowy udział poszczególnych zanieczyszczeń w bilansie całkowitym, można stwierdzić, że zanieczyszczenia pyłowe stanowią ok. 30% emisji, reszta to zanieczyszczenia gazowe.

Największa ilość emitowanych zanieczyszczeń ze źródeł powierzchniowych pochodzi ze Szczawnicy i Krościenka. Udział Szczawnicy w całkowitej emisji z analizowanego obszaru to 21%, a Krościenka 14%, co daje ponad 1/3 sumy emisji zanieczyszczeń ze wszystkich miejscowości. Związane jest to z faktem, że są to miejscowości największe spośród analizowanych, posiadające łącznie 2274 budynki mieszkalne, co stanowi 37% wszystkich domów na rozpatrywanym terenie.

Przestrzenną interpretację emisji zanieczyszczeń ze źródeł powierzchniowych stanowią dołączone mapy rocznej emisji zanieczyszczeń dla minimalnej (rys. 1) oraz maksymalnej (rys. 2) ilości spalanego paliwa. Mapy przedstawiają udział ilościowy poszczególnych substancji w wielkości emisji z każdej miejscowości. Ponadto każda miejscowość została sklasyfikowana ze względu na wielkość emisji sumarycznej do jednej z uprzednio przyjętych trzech klas wielkości emisji.

Rozpatrując emisję ze źródeł punktowych wyraźnie widać, że Szczawnica znajduje się także na pierwszym miejscu w wielkości emisji (97% udziału spośród wszystkich miejscowości), co przedstawia tabela 2.

Tab. 2. Wielkość rocznej emisji ze źródeł punktowych

Rodzaj zanieczyszczenia	Szczawnica, t/rok	Pozostałe 11 miejscowości, t/rok	Łącznie, t/rok
Pył	41,00	3,64	44,64
Tlenek węgla	99,11	5,31	104,42
Dwutlenek siarki	62,14	14,69	76,83
Dwutlenek azotu	12,37	5,52	17,89
Suma	214,62	29,16	243,78

Bezpośrednią tego przyczyną jest specyficzny charakter miasta. Jako miasto o statusie uzdrowiska posiada bardzo dużą liczbę ośrodków leczniczo-rekreacyjno-turystycznych, (łącznie ok. 5) w większości przypadków posiadających przestarzałe kotły węglowe o niskiej sprawności energetycznej. Ujawnia to pewien paradoks – Szczawnica miastem o statusie uzdrowiska i Szczawnica miastem o największej emisji zanieczyszczeń w tym rejonie. Warto w tym miejscu podkreślić, że wielkość emisji zanieczyszczeń z ośrodków sanatoryjnych, hotelowych może cechować bardzo duża zmienność w czasie. Wynika z tego, że potrzeby grzewcze są bezpośrednio uzależnione od liczby kuracjuszy i wczasowiczów odwiedzających takie obiekty, a tutaj można mówić o pewnym deficycie w ostatnich latach. Inną ważną sprawą dotyczącą Szczawnicy jest uruchomienie w roku 2000 nowoczesnej kotłowni gazowej mającej ogrzewać w ciepło wszystkie obiekty należące do PPU-

Szczawnica, a to powinno w najbliższej przyszłości spowodować znaczne obniżenie wielkości emisji w samym mieście.

Najwyższa wartość emisji zarówno ze źródeł punktowych jak i powierzchniowych Szczawnicy, stawia tę miejscowość w rzędzie najbardziej zanieczyszczonych i jednocześnie zanieczyszczających spośród wszystkich objętych analizą. Szczawnica (87%) i Krościenko (3%) dają łącznie 90% emisji z całego badanego obszaru.

Wizualna interpretacja przestrzennego rozkładu wielkości rocznej emisji dla źródeł punktowych została także przedstawiona w formie mapy na rysunku 3.

Analizując udział poszczególnych substancji zanieczyszczających w emisji widać, że zarówno dla źródeł powierzchniowych i punktowych przeważa tlenek węgla – 46% dla powierzchniowych i 43% dla punktowych, następnie pył – 29% i 18%, dwutlenek siarki – 15% i 32% i tlenek azotu 10% i 7%.

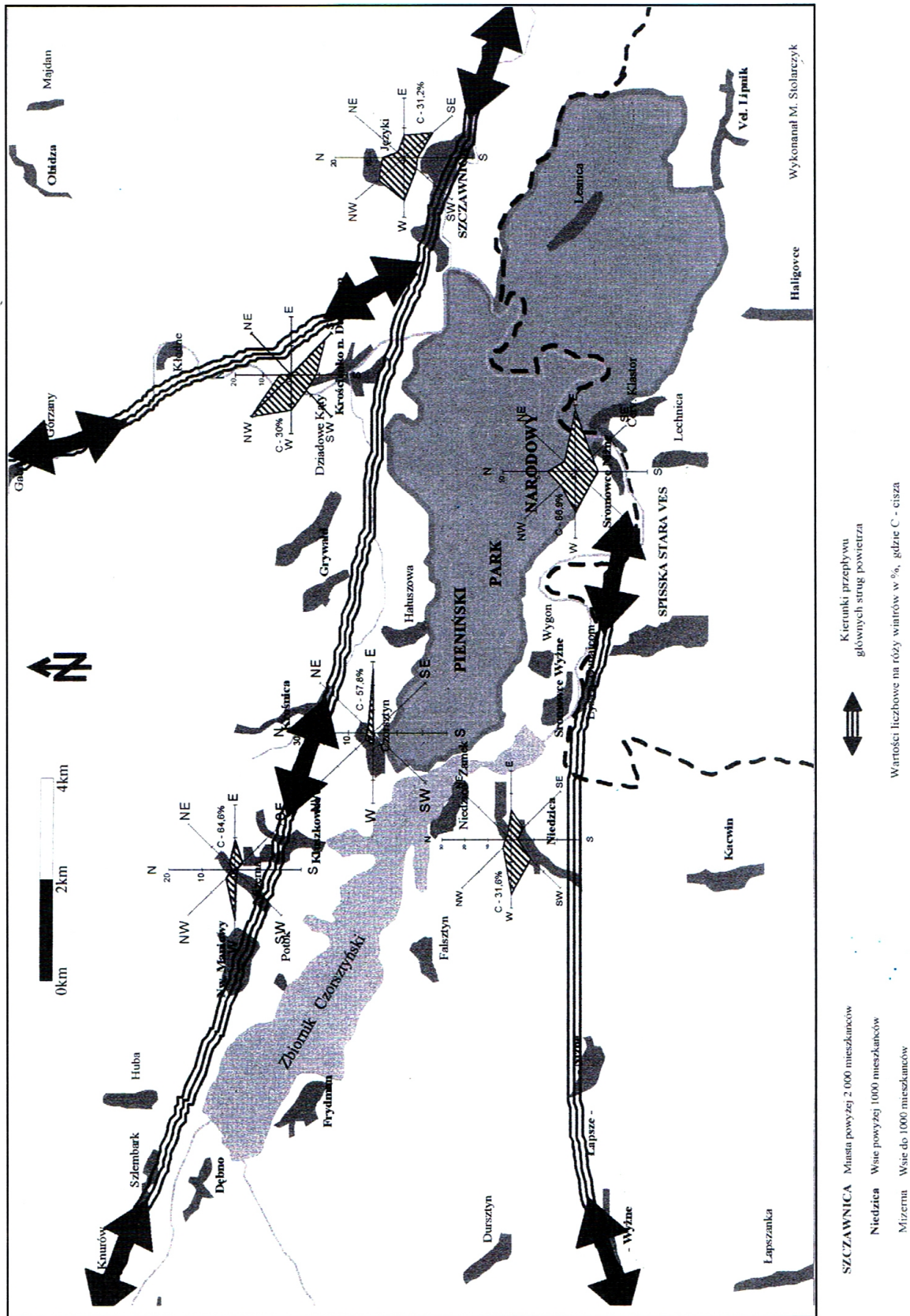
Podjęto również próbę określenia wielkości wpływu oszacowanej uprzednio emisji zanieczyszczeń z poszczególnych miejscowości na Pieniński Park Narodowy. W tym celu w oparciu o: wieloletni rozkład przeważających kierunków wiatrów, specyficzną rzeźbę terenu badanego obszaru jak i publikacje dotyczące zanieczyszczenia powietrza w obszarach górskich [4] wyznaczono kanały przepływu uprzywilejowanych strug powietrza, stanowiących bezpośredni kierunek makroprzepływu powietrza w tym rejonie. Wyznaczono trzy główne kanały (rys. 4):

- 1) kanał 1 wzdłuż drogi Nowy Targ – Szczawnica – Muszyna z kierunkiem przepływu powietrza wschód-zachód i na odwrót,
- 2) kanał 2 wzdłuż drogi Trybsz – Stromowce Wyżne o kierunku przepływu powietrza jak poprzednio,
- 3) kanał 3 wzdłuż głównej doliny Dunajca z kierunkiem przepływu powietrza północ-południe i na odwrót.

Można przyjąć, że 11 miejscowości leży wzdłuż kanału pierwszego znajdującego się po północnej stronie Pienińskiego Parku Narodowego. Przeważającym kierunkiem wiatru dla tego pasa jest wiatr zachodni, a także, rzadziej, wiatr wschodni. Udział tych miejscowości w emisji z całego obszaru wynosi 28% co stanowi nieco ponad 1/4 wielkości emisji całkowitej. Zanieczyszczenia są przenoszone głównie w kierunku zachodnim i oddziałują w większości na północny fragment Parku zlokalizowany wzdłuż drogi Nowy Targ – Szczawnica i nie docierają w jego głąb.

Wzdłuż drugiego głównego kanału jest zlokalizowanych 6 miejscowości znajdujących się po południowej stronie Parku. Przeważającymi tu kierunkami wiatrów są także wiatry zachodnie oraz w mniejszym stopniu południowo-zachodnie. Udział tych miejscowości w emisji z całego obszaru wynosi 20%. Napływ zanieczyszczeń z tych miejscowości zgodnie z kierunkiem przeważających wiatrów powoduje, że największe stężenia zanieczyszczeń występują w samych miejscowościach oraz w zachodniej i południowej części Parku, nie docierając jednak w jego głębsze rejony.

Wzdłuż trzeciego kanału znajdują się dwie miejscowości po wschodniej części Parku. Są to Krościenko oraz Szczawnica,



Rys.4. CZĘSTOTLIWOŚĆ KIERUNKÓW WIATRÓW W % ORAZ GŁÓWNE KANAŁY UPZYWILEJOWANYCH STRUG POWIETRZA

a więc dwa największe powierzchniowe emitory zanieczyszczeń na całym obszarze. Ich udział w emisji zanieczyszczeń wynosi aż 40%. Można by się spodziewać, że tak duża emisja zanieczyszczeń powinna mieć destrukcyjny wpływ na Park. Z uwagi jednak na fakt, że przeważającymi wiatrami dla Krościenka są północno-zachodni oraz południowo-wschodni (kanał 3 zgodnie z usytuowaniem doliny Dunajca), a w mniejszym stopniu wschodni i południowy, natomiast dla Szczawnicy zachodni, północno-zachodni, południowo-wschodni (kanał 3 zgodnie z usytuowaniem doliny Grajcar-ka). Zakładając przepływ emitowanych przez te miejscowości zanieczyszczeń zgodnie z kierunkiem powyższych wiatrów należy sądzić, że wywierają one niewielki wpływ na Park. Natomiast częstotliwość występowania w tych miejscowościach wiatrów północnych i północno-wschodnich, które transportowałyby emitowane zanieczyszczenia bezpośrednio na obszar Parku jest bardzo mała, co w rezultacie nie stwarza poważniejszego zagrożenia Parku poza małym obszarem jego północno-wschodniej części. Ma to potwierdzenie w rozkładzie imisji [3].

### Podsumowanie i wnioski

Oceniając zagadnienie emisji zanieczyszczeń na rozpatrywanym terenie należałoby skłaniać się ku stwierdzeniu, że emisja ze źródeł powierzchniowych będzie jeszcze przez długi czas stanowiła największe zagrożenie dla środowiska na obszarach pozamiejskich. Brak odpowiedniej polityki ekologicznej i ulg podatkowych (przy jednocześnie wysokich cenach innych nośników energii jak gaz i prąd) zachęcających do wymiany przestarzałych, nieraz kilkudziesięcioletnich domowych pieców węglowych na nowsze źródła uzyskiwania ciepła, powoduje, że piece te mogą funkcjonować jeszcze na tych obszarach przez następnych wiele lat, a ich pogarszający się z biegiem czasu stan techniczny na pewno nie pozostanie bez wpływu na ilość emitowanych zanieczyszczeń. Znacznie lepsza sytuacja cechuje źródła punktowe. Widoczne są przynajmniej pozytywne działania władz gminnych, zmierzające do modernizacji starych kotłowni węglowych i zastąpieniu ich nowoczesnymi w pełni zautomatyzowanymi kotłami olejowymi czy gazowymi, jak to ma miejsce w przypadku choćby Szczawnicy w obiektach należących do Państwowego Przedsiębiorstwa Uzdrawiskowego – Szczawnica. Należy oczekiwać, że w miarę upływu czasu poziom emitowanych z tych obiektów zanieczyszczeń ulegnie znacznemu obniżeniu.

Wpływ emisji zanieczyszczeń z poszczególnych miejscowości na Pieniński Park Narodowy jest zróżnicowany, można stwierdzić, że do miejscowości mogących wpływać na zanieczyszczenie Parku należą wszystkie zlokalizowane po jego wschodniej stronie, wzdłuż drogi Trybsz – Sromowce Niżne, a więc Niedzica, Sromowce Wyżne i Niżne jak i Łapsze Niżne i Wyżne. Natomiast miejscowości zlokalizowane wzdłuż drogi Nowy Targ – Szczawnica z uwagi na położenie nad Parkiem i przeważające kierunki wiatrów zachodnich, nie wpływają w znaczący sposób na jego zanieczyszczenie. Również dwa największe emitory zanieczyszczeń jak Szczawnica i Krościenko, mimo bezpośredniego sąsiedztwa z Parkiem w niewielkim stopniu

mu zagrażają z uwagi na przeważające kierunki wiatrów zgodnie z główną doliną rzeki Dunajec i Grajcar-ka.

Przeprowadzone badania pozwalają na wysunięcie następujących wniosków.

- 1) W badanym terenie procentowy udział emisji substancji pyłowych stanowił globalnie ok. 30%, natomiast substancje gazowe stanowiły ok. 70%.
- 2) Emisja ze źródeł powierzchniowych w okresie grzewczym stanowiła przeważającą część emisji rocznej (nawet do 2/3).
- 3) Z substancji gazowych tlenek węgla stanowił prawie połowę sumarycznej emisji substancji gazowych w rozpatrywanym terenie, co w znacznej mierze wynika z nie najlepszego stanu technicznego urządzeń grzewczych i często ich nieprawidłowej obsługi.
- 4) Ze wszystkich rozpatrywanych miejscowości Szczawnica emituje najwięcej substancji pyłowych i gazowych zarówno w emisji punktowej (87%) jak i powierzchniowej (21%).
- 5) Większość budynków mieszkalnych na analizowanym obszarze posiada przestarzałe o niskiej sprawności energetycznej ceramiczne piece węglowe.
- 6) Ze względu na duże koszty wymiany pieców węglowych na inny system ogrzewania przy jednocześnie drogich innych nośnikach energii (gaz, olej), piece węglowe będą jeszcze przez wiele lat funkcjonowały na omawianym obszarze.
- 7) Emisja zanieczyszczeń ze źródeł punktowych ulega stopniowej redukcji w wyniku działań gmin zmierzających do zastąpienia mało efektywnych, przestarzałych kotłów węglowych na nowoczesne, ekologiczne kotły olejowe i gazowe.
- 8) W ostatnich latach nastąpiło zmniejszenie emisji zanieczyszczeń z obiektów sanatoryjnych i hotelowych na skutek zmniejszenia się liczby kuracjuszy i wczasowiczów odwiedzających te ośrodki, a więc i zmniejszenie potrzeb grzewczych.
- 9) Należałoby wprowadzić odpowiednią politykę ekologiczną umożliwiającą wprowadzenie ulg i preferencyjnych kredytów dla osób decydujących się na wymianę przestarzałego systemu grzewczego na nowoczesne i nie zagrażające środowisku.
- 10) Do miejscowości mogących wpływać na zanieczyszczenie Parku należą wszystkie zlokalizowane po jego zachodniej stronie, wzdłuż drogi Trybsz-Sromowce Niżne, a więc Niedzica, Sromowce Wyżne i Niżne oraz Łapsze Wyżne i Niżne.
- 11) Miejscowości zlokalizowane wzdłuż drogi Nowy Targ-Szczawnica z uwagi na położenie nad Parkiem i przeważające kierunki wiatrów zachodnich, nie wpływają w znaczący sposób na jego zanieczyszczenie.
- 12) Dwa największe emitory zanieczyszczeń jak Szczawnica i Krościenko, mimo bezpośredniego sąsiedztwa z Parkiem w niewielkim stopniu mu zagrażają z uwagi na przeważające kierunki wiatrów występujące zgodnie z główną doliną rzeki Dunajec i jej dopływu Grajcar-ka.
- 13) Przeprowadzone badania przestrzennego rozkładu zanieczyszczeń powietrza w imisji w rejonie PPN [3] potwier-



dzają fakt, że zanieczyszczenia emitowane z miejscowości zlokalizowanych w jego otoczeniu nie docierają w głąb Parku, a jedynie koncentrują się na jego obrzeżach.

#### LITERATURA

- [1] Butcher T., Pierce B. i in.: "Krakow Clean Fossil Fuels and Energy Efficiency Programme", Phase I Report. US Department of Energy, June 1995
  - [2] Materiały IV Konferencji Naukowo-Technicznej "Spalanie węgla" Ustroń – Zawodzie, 24 – 26 marca 1999
  - [3] Miczyński J. i in.: „Przestrzenny rozkład Stężeń  $\text{SO}_2$  i  $\text{NO}_2$  w PPN”, *Pieniny-Przyroda i Człowiek*, nr 6, 1998
  - [4] Miczyński J.: „Zanieczyszczenie powietrza atmosferycznego w wał górskich”, *Zesz. Nauk. AR w Krakowie*, Rozprawa habilitacyjna Kraków 1990
  - [5] Radović U.: "Zanieczyszczenie atmosfery. Źródła oraz metodyki wania wielkości emisji zanieczyszczeń", Centrum Informatyki Eki, Warszawa 1997
-