

Pomiar natężenia ruchu pojazdów na drodze Krośnica–Niedzica i jego wpływu na jakość powietrza na terenie Pienińskiego Parku Narodowego

Sampling of vehicle traffic on the road Krośnica–Niedzica and its effect on the air quality in Pieniny National Park

TOMASZ JURKIEWICZ¹, JANUSZ MICZYŃSKI², JANUSZ KOZAK²

¹ *Pieniński Park Narodowy, ul. Jagiellońska 107, 34-450 Krościenko n/D*

² *Katedra Meteorologii i Klimatologii Akademii Rolniczej w Krakowie, al. Mickiewicza 24-28, 30-059 Kraków*

Abstract. The goal of the study was to find out by sampling the intensity of motor traffic and SO₂ and NO₂ concentrations whether the traffic on the road Krośnica–Niedzica affects the quality of air in Pieniny National Park. The authors have also made an attempt at providing a spatial distribution pattern of NO₂ pollution in Polana Majerz glade which is traversed by the above-mentioned road.

WPROWADZENIE

Od początku swojego istnienia Pieniński Park Narodowy nieustannie znajdował się pod naporem najróżnorodniejszych oddziaływań, zagrażającym wartościom, dla których został powołany. W stosunkowo długiej, bo ponad 60-letniej historii istnienia Parku, najbardziej dramatycznym wydarzeniem, z punktu widzenia ochrony przyrody, było wybudowanie Zespołu Zbiorników Wodnych Czorsztyn–Niedzica i Sromowce Wyżne (ZZW). Nikt nie kwestionował przypuszczenia, że zbiorniki będą oddziaływały na przyrodę Parku. Różnice wśród fachowców dotyczyły tylko oceny skali tego oddziaływania, tak w sposobie bezpośrednim (np. zmiany klimatu czy stosunków wodnych) jak w sposobie pośrednim (np. przez gwałtowny napór budownictwa wzdłuż nowych dróg). Przed administracją Parku stoi

obecnie trudne zadanie jego ochrony przed skutkami tych zmian, a także wprowadzenia systemu monitoringowego, pozwalającego na obserwację zmian zachodzących w przyrodzie Pienińskiego Parku Narodowego.

Jednym z bardziej niekorzystnych skutków powstania zbiorników było wybudowanie nowej drogi z Krośnicy do Niedzicy. Zgodnie z przewidywaniami członków Rady Naukowej Pienińskiego Parku Narodowego, którzy opiniowali jej projekt, droga spowodowała rozdzielenie Parku na dwie części i poddała najmniej wówczas uczęszczaną część Pienin silnej antropopresji. Udostępnienie widoków dla masowej turystyki okupione zostało powstaniem sztucznej bariery trudnej do przekroczenia dla niektórych gatunków roślin i zwierząt.

Podstawowym zagrożeniem wynikającym z wybudowania drogi, poza udostępnieniem terenu dla

turystyki, było wprowadzenie w stosunkowo mało skażony teren ruchu samochodowego, którego natężenie w okresie letnim jest niezwykle uciążliwe. Emisja hałasu i zanieczyszczeń komunikacyjnych przyczynia się do degradacji przyrodniczej terenu położonego w bezpośrednim sąsiedztwie drogi. Obecnie jest to generalny trend charakterystyczny dla całej Polski. Zwiększająca się w ostatnich latach lawinowo liczba pojazdów spalinowych na drogach powoduje zwiększenie udziału zanieczyszczeń komunikacyjnych w bilansie źródeł zanieczyszczeń (Polska w latach 1996–99 należała do krajów o największej dynamice sprzedaży samochodów). Działania polegające na wprowadzaniu stref, w których obowiązuje zakaz poruszania się pojazdami spalinowymi oraz wprowadzenie katalizatorów spalin prawdopodobnie nie pozwoli w najbliższych latach rozwiązać tego problemu, lecz jedynie ograniczy skutki masowego kupowania samochodów.

CEL I ZAKRES PRACY

Celem pracy było określenie natężenia ruchu samochodowego odbywającego się drogą Krośnica–Niedzica oraz wysokości stężeń dwutlenku azotu oraz siarki w pobliżu drogi. Ponadto w pracy podjęto próbę określenia rozkładu przestrzennego zanieczyszczenia powietrza NO₂ na Polanie Majerz przeciętej drogą Krośnica–Niedzica. Analiza rozkładu przestrzennego tej substancji, miała pozwolić określić wpływ ruchu samochodowego odbywającego się drogą na jakość powietrza na Polanie Majerz i zasięg jego oddziaływania.

Mapę rozkładu sporządzono dla dwutlenku azotu, bowiem stanowi on jedno z podstawowych zanieczyszczeń pochodzenia komunikacyjnego. Do badań została wybrana Polana Majerz ze względu na to, iż jest to największy otwarty obszar na terenie Parku położony w pobliżu drogi publicznej. Równocześnie badania przeprowadzone w 1999 r. stanowią początek badań o charakterze monitoringowym analizujących zmiany w oddziaływaniu drogi. Kilkuletnie obserwacje powinny pozwolić na ocenę skuteczności zabiegów polegających na obsadzeniu obrzeży drogi pasem drzew i krzewów.

OPIS ODCINKA DROGI KROŚNICA –NIEDZICA NA TERENIE PIENIŃSKIEGO PARKU NARODOWEGO

Droga Krośnica–Niedzica jest zaliczona do kategorii dróg powiatowych. Łączy wschodnią część Podhala z regionem Nowego Sącza. Na terenie Parku kumuluje się tu ruch pojazdów zmierzających ze Sromowiec Niżnych, Sromowiec Wyżnych i Niedzicy do Krościenka i Nowego Sącza. Ruch lokalny, wynikający z przemieszczania się mieszkańców jest jednak niewielki, natomiast większość pojazdów stanowią samochody przewożące turystów. Na terenie Parku znajduje się odcinek drogi o długości 4 660 m. Nachylenia drogi nie przekraczają 10%. Najtrudniejszym do pokonania jest odcinek pomiędzy potokiem Głębokim a Polaną Majerz, o dużym spadku i z dwoma ostrymi zakrętami. Na odcinku jednego kilometra droga przecina tereny otwarte Polany Majerz, na pozostałym odcinku przebiega przez tereny leśne z niewielkimi, odkrytymi fragmentami

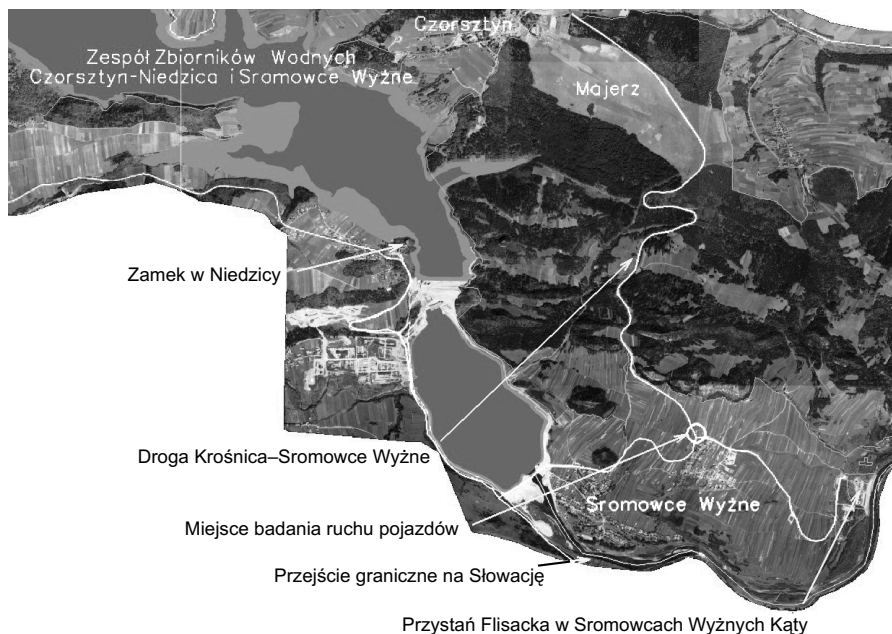
METODYKA I MATERIAŁY

Obserwacje natężenia ruchu pojazdów

Pomiary natężenia ruchu samochodów przeprowadzono na skrzyżowaniu dróg w rejonie Sromowiec Wyżnych Wygon (Ryc. 1). W tym miejscu możliwe było prowadzenie obserwacji nie tylko natężenia ruchu samochodów, ale i kierunków jego przemieszczania, bowiem droga Krośnica–Niedzica rozgałęzia się tutaj w kierunku przystani flisackiej oraz do Niedzicy. Obserwacje prowadzono w godzinach od 7⁰⁰ do 19⁰⁰ w ciągu 3 dni w okresie wakacyjnym, w których notuje się największe natężenie ruchu. Wybrano następujące dni:

- piątek 20.08.1999 r.
- sobotę 21.08.1999 r.
- wtorek 24.08.1999 r.

Taki wybór podyktowany był chęcią uchwycenia zmienności tygodniowej, w tym przede wszystkim wpływu ruchu weekendowego. Notowano liczbę samochodów cyklach godzinnych tak, aby przeanalizować dobową zmienność natężenia ruchu samochodów.



Ryc. 1. Schemat dróg w rejonie wykonywania badań.
Net of roads in the studied region.

Zapisywano liczbę samochodów w następującym układzie:

- 1) wyjeżdżające z Parku i zmierzające:
 - a) na przystań (z drogi nr 1 na drogę nr 3)
 - b) do Niedzicy (z drogi nr 1 na drogę nr 2)
- 2) wjeżdżające do Parku z kierunku:
 - a) Przystani (z drogi nr 3 na drogę nr 1)
 - b) Niedzicy (z drogi nr 2 na drogę nr 1).
- 3) pojazdy jeżdżące na trasie przystań flisacka – Niedzica.

Pod pojęciem kierunku „na przystań” rozumiana jest sumaryczna liczba pojazdów zmierzających zarówno na przystań flisacką jak i do Sromowiec Niżnych. Kierunek „do Niedzicy” oznacza sumę pojazdów jadących na zamek w Niedzicy, w kierunku Zapory Czorsztyńskiej, Niedzicy oraz do przejścia granicznego w Niedzicy.

Przejeżdżające pojazdy grupowano następująco:

- 1) samochody osobowe w tym mikrobusy do 10 miejsc,
- 2) ciężarowe,

- 3) ciężarowe z łódkami flisackimi,
- 4) autobusy wraz z mikrobusami mogącymi przewieźć powyżej 10 pasażerów.

Poza obserwacją liczby pojazdów wjeżdżających i wyjeżdżających z Parku, notowano liczbę samochodów przemieszczających się pomiędzy umownymi kierunkami „na przystań” i „do Niedzicy”. W tym przypadku podawano sumaryczną liczbę pojazdów.

Badania zanieczyszczeń powietrza

Teren badań

- Badania prowadzone w latach 1996–1999

Badania zawartości NO₂ i SO₂ metodami pasywnymi prowadzone są Pienińskim Parku Narodowym od lutego 1996 r. w sieci 29 punktów, z których 14 położonych jest na terenie PPN, a 15 w jego otoczeniu (Miczyński i in. 1998). Do analizy wpływu ruchu samochodowego możliwe jest wykorzystanie wyników z 6 punktów (Ryc. 2):



Ryc. 2. Rozmieszczenie punktów pomiarowych w rejonie drogi Krośnica–Niedzica.
 Distribution of sampling sites in the Krośnica–Niedzica road region.

1) z leśniczówki na Majerzu – odległość 500 m od drogi,

2) z rejonu Uroczyska Lasek (początek Polany Majerz) – odległość 5 m od drogi,

3) z tzw. Psiarki (końcówka Polany Majerz) – odległość 60 m od drogi,

4) ze szkółki PPN (na powierzchni prowadzonej wspólnie z Instytutem Ekologii Terenów Uprzemysłowionych z Katowic) – odległość 1000 m od drogi,

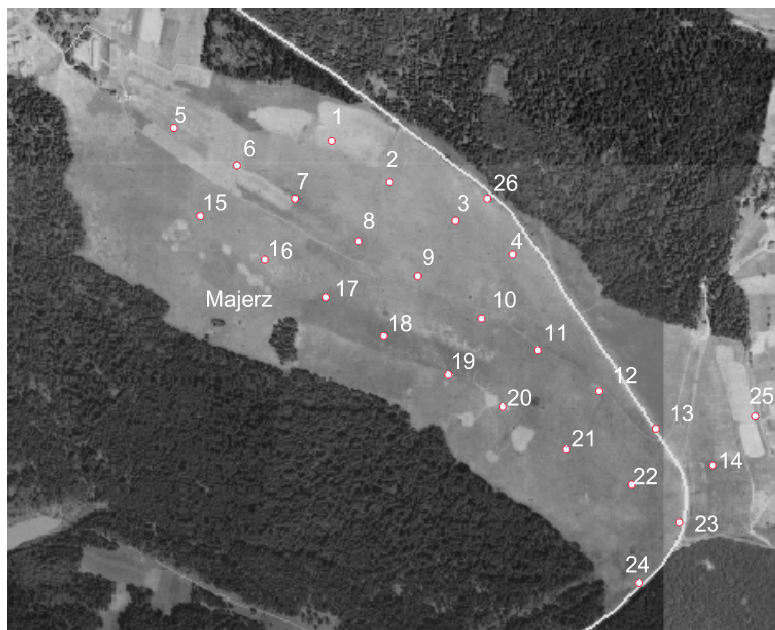
5) z rejonu parkingu w Sromowcach Wyżnych – odległość 5 m od drogi,

6) ze Sromowiec Wyżnych – odległość 100 m od drogi.

Badania prowadzone były w czasie dwóch miesięcznych ekspozycji w ciągu roku. Ze względu na osiągnięte niskie stężenia (Miczynski i in. 1998) postanowiono przesunąć badania z lipca na początek okresu zimowego (listopad), natomiast badania w okresie letnim prowadzić wyłącznie na terenie Polany Majerz dla oceny zanieczyszczeń komunikacyjnych, wynikających z ruchu samochodów drogą Krośnica–Niedzica.

- Badania prowadzone w sierpniu 1999 r.

Badania przeprowadzono w 27 punktach pomiarowych, rozmieszczonych w regularnej siatce 150×150 m na terenie Polany Majerz w grani-



Ryc. 3. Rozmieszczenie punktów pomiarowych na Majerzu.
Distribution of sampling sites on the Majerz.

cach Pienińskiego Parku Narodowego (Ryc. 3). Próbki eksponowane były od 31.07.1999 r. do 6.09.1999 r. Punkty rozmieszczono w trzech transektach, tak aby możliwa była analiza zależności wysokości stężeń zanieczyszczeń od odległości od drogi.

W każdym punkcie, na drewnianym słupku o wysokości 2 m, zamocowano na wysięgniku po 3 próbki. Obliczone dla każdego próbki wartości stężeń odbiegające od średniej więcej niż 20% (jak sugeruje norma) odrzucono w dalszej interpretacji.

Mapę rozkładu przestrzennego zanieczyszczenia powietrza NO_2 wykonano w programie Surfer, stosując do tworzenia izolinii interpolację liniową.

Metody

Do pomiarów wysokości stężeń dwutlenku siarki i azotu zastosowano metodę Amaya-Sugiura w modyfikacji D. Krochmala i L. Górskiego (Krochmal, Górski 1996). Próbki zostały dostarczone przez Politechnikę Krakowską. Oznaczenia wykonano wg PN-89 Z-04092/08 dotyczą-

cej oznaczania dwutlenku azotu w powietrzu atmosferycznym (emisja) metodą spektrofotometryczną z pasywnym pobieraniem próbek.

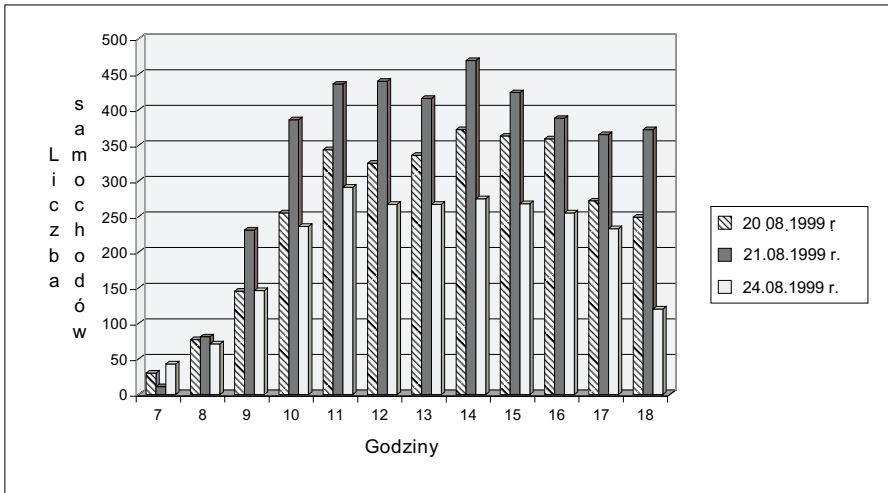
WYNIKI

Natężenia ruchu pojazdów

Badania ruchu pojazdów prowadzono w dniach 20, 21 i 24.08.1999 r. w godzinach od 7⁰⁰ do 19⁰⁰. Wyraźnie zaznacza się zależność natężenia ruchu pojazdów od pory dnia. W okresie między 7⁰⁰ a 8⁰⁰ przez skrzyżowanie przejeżdża od 2 do 8 pojazdów, w tym brak jest aut ciężarowych. Stosunkowo niewielki ruch utrzymuje się do godz. 9⁰⁰ (Ryc. 4).

Od godziny 10⁰⁰ do 19⁰⁰ ruch utrzymuje się na bardzo wysokim poziomie. Nawet późno wieczorem (między 18⁰⁰ a 19⁰⁰) notowano od 120 do 372 pojazdów. Pierwsza kulminacyjna fala pojazdów przemieszcza się pomiędzy 11⁰⁰ a 12⁰⁰, gdy w ciągu godziny przejeżdża od 363 do 561 pojazdów (w dniu 21.08.1999 r. – sobota).

Wystąpienie pierwszego szczytu o tej godzinie spowodowane było bardzo dużym ruchem pojaz-



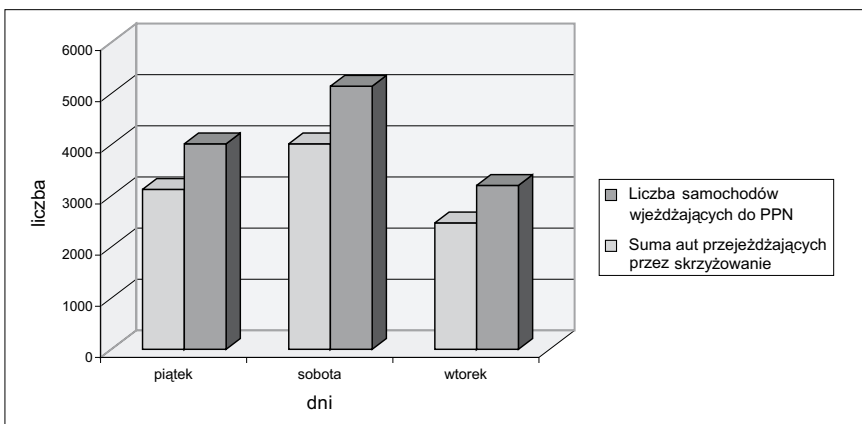
Ryc. 4. Liczba samochodów przejeżdżających przez skrzyżowanie drogi Krośnica–Niedzica w godzinach od 7⁰⁰ do 19⁰⁰.
Number of cars crossed intersection Krośnica–Niedzica between 7⁰⁰ – 19⁰⁰.

dów w kierunku Niedzicy (maksimum godzinowe). Druga kulminacja przypadała na godzinę pomiędzy 14⁰⁰ a 15⁰⁰, kiedy przez skrzyżowanie przejeżdżało od 275 do 469 pojazdów. Wystąpienie tej kulminacji spowodowane było przejazdem dużej liczby samochodów z przystani i z Niedzicy. Na tę godzinę (lub następną) przypadało dobowe maksimum powrotu aut z przystani i Niedzicy. Ruch samochodów zależy w dużym stopniu od pory roku. Największe nasilenie przypada na

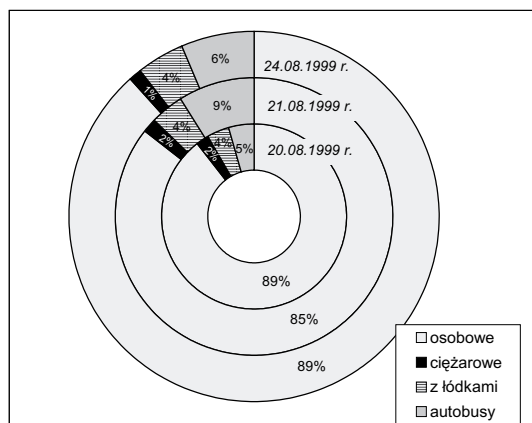
okres lipiec i sierpień, kiedy w rejon Pienin przybývają masowo turyści.

Natężenie ruchu samochodów wykazuje również zmienność w zależności od dni tygodnia (Ryc. 5). Największa liczba aut przejeżdża przez skrzyżowanie w sobotę, kiedy zanotowano aż 4 019 pojazdów. W piątek było ich prawie 1 000 mniej (3 127), a we wtorek niemal o połowę mniej (2 474).

Jeśli do tej liczby (około 2 500 do 4 000 pojaz-



Ryc. 5. Liczba pojazdów przejeżdżających przez skrzyżowanie w Sromowcach Wyżnych Wygon.
Number of cars crossed intersection at Sromowce Wyżne.



Ryc. 6. Procentowy udział wyróżnionych typów pojazdów przejeżdżających przez skrzyżowanie w Sromowcach Wyżnych na drodze Krośnica–Niedzica.

Contribution (%) distinguished car types crossed intersection at Sromowce Wyżne.

dów) dodać jeszcze od 700 do 1 100 pojazdów nie wjeżdżających do Parku, ale przejeżdżających przez skrzyżowanie z Niedzicy na przystań lub z powrotem, to okazuje się, że średnio w ciągu godziny przejechało w okolicach Parku od około 250 do 450 aut. Oznacza to, że średnio co 8 do 15 sekund przez skrzyżowanie przejeżdżał pojazd.

Dominującą rolę w ruchu aut odgrywały samochody osobowe (Ryc. 6). Na tą klasę samochodów przypadało, w zależności od dnia, 85–89% ogólnej liczby aut. Drugą grupę pod względem liczebności stanowiły autobusy i mikrobusy mogące przewieźć powyżej 10 osób. Na tą grupę przypadało 5–6% ruchu. Natomiast auta ciężarowe stanowiły niewielki odsetek wszystkich pojazdów (6%), z czego 4% to auta przewożące łodzie flisackie. Największa liczba aut z łodziami przejeżdżała przez skrzyżowanie w godzinach od 14⁰⁰ do 15⁰⁰.

Zanieczyszczenie powietrza w latach 1996–99

Analizie poddano cztery serie pomiarowe wykonane w okresie zimowym: ekspozycję w lutym 1996, 1997, 1998 r. i listopadzie 1998 r. oraz trzy ekspozycje przeprowadzone w okresie letnim: lipcu 1996, 1997 r. i sierpniu 1999 r.

Stężenia dwutlenku azotu

Wyniki badań zgrupowano oddzielnie dla okresów zimowych i letnich ze względu na różne źródła zanieczyszczeń w tych okresach (Tab. 1). W okresie zimowym stężenia NO₂ osiągały wartości od 6,0 do 15,0 µg/m³. Natomiast w okresie letnim stężenia nie przekraczały 7,0 µg/m³.

Tabela 1. Stężenia NO₂ w latach 1996–1999 w stanowiskach pomiarowych (1–6) zlokalizowanych w otoczeniu drogi Krośnica–Niedzica.

Concentration of NO₂ in the years 1996–1999 in sampling sites (1–6) at the Krośnica–Niedzica road region.

Okres pomiaru Sampling time	Numer punktu i poziomy stężenie [µg/m ³] Point number and concentration [µg/m ³]					
	1	2	3	4	5	6
Zima/Winter						
Luty 1996	7,0	8,0	7,0	6,0		6,0
Luty 1997	10,0	7,0	8,0	9,0		10,0
Luty 1998	15,0	13,0	11,0	13,0		13,0
Listopad 1998	16,0	16,0	13,0	11,0	14,0	16,0
Lato/Summer						
Lipiec 1996	6,0	7,0	6,0	4,0		6,0
Lipiec 1997	6,0	5,0	6,0	4,0		7,0
Sierpień 1999		7,0				

Wyraźnie zauważalny jest trend wzrostowy zanieczyszczenia powietrza w okresie zimowym. O ile w lutym 1996 r. stężenia oscylowały wokół $7,0 \mu\text{g}/\text{m}^3$, to w lutym 1998 osiągały one wartości prawie dwukrotnie wyższe od 11,0 do $15,0 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Również w listopadzie 1998 r. stężenia NO_2 były zbliżone do stężeń z lutego 1998 r.

W okresie letnim nie zauważono takiego trendu. Stężenia w poszczególnych punktach utrzymywały się na podobnym poziomie i nie przekraczały $7,0 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Widać jednak zależność wysokości stężenia dwutlenku azotu od odległości od drogi. Punkt nr 4, zlokalizowany w okolicach szkółki PPN, w odległości około 1 000 m miał stężenia o około 50% niższe niż w punktach zlokalizowanych w pobliżu drogi.

Stężenia dwutlenku siarki

Analogicznie jak w przypadku dwutlenku azotu dane pogrupowano w zależności od pory roku w której wykonywano badania (Tab. 2). W przypadku zanieczyszczenia powietrza SO_2 , którego źródłem jest przede wszystkim spalany w piecach węgiel, zależność wysokości stężenia od pory roku jest bardzo silna zwłaszcza w roku 1996 r. W roku 1996 stężenia osiągały wartości ekstremalne, maksimum $42,0 \mu\text{g}/\text{m}^3$ w lutym i minimum w lipcu $1,0 \mu\text{g}/\text{m}^3$. W pozostałych okresach

stężenia w zimie były dwukrotnie wyższe od stężeń notowanych w lecie.

W zimie stężenia SO_2 wykazywały również pewną regularność (z wyjątkiem roku 1996). W poszczególnych punktach pomiarowych wartości stężeń były we wszystkich latach podobne poza 1996 r. Odbiega od tej zasady rok 1996, prawdopodobnie ze względu na bardzo ostrą zimą. Najwyższe stężenia dla poszczególnych okresów badawczych notowano w punkcie zlokalizowanym w terenie otwartym (Polana Majerz).

Zanieczyszczenia powietrza w rejonie Polany Majerz

Badania przeprowadzono w sierpniu 1999 r. w 27 stanowiskach rozmieszczonych regularnie na Polanie Majerz. Szczególnie odczuwalny jest brak danych z punktów 1, 2 i 3 zlokalizowanych w odległości 50–100 m od drogi. Ze względu na brak wyników dla niektórych stanowisk pomiarowych (w 9 próbniki uległo zniszczeniu) utrudniona jest ich interpretacja. Pozostałe punkty pozwalają jednak ocenić rozkład przestrzenny zanieczyszczeń. Prawie na całej Polanie Majerz występowały stężenia na poziomie $4 \mu\text{g}/\text{m}^3$ na miesiąc. Jedynie na stanowisku położonym na najwyższym punkcie na Polanie (punkt nr 10) stężenia utrzymywały się na poziomie $3 \mu\text{g}/\text{m}^3$ co

Tabela II. Stężenia SO_2 w latach 1996–1999 w stanowiskach pomiarowych (1–6) zlokalizowanych w otoczeniu drogi Krośnica–Niedzica.

Concentration of SO_2 in the years 1996–1999 in sampling sites (1–6) at the Krośnica–Niedzica road region.

Okres pomiaru Sampling time	Numer punktu i poziomy stężenie [$\mu\text{g}/\text{m}^3$] Point number and concentration [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]					
	1	2	3	4	5	6
Zima/ Winter						
Luty 1996	40,0	42,0	35,0	29,0		30,0
Luty 1997	18,0	27,0	11,0	13,0		15,0
Luty 1998	15,0	16,0	13,0	11,0		14,0
Listopad 1998	17,0	17,0	11,0	21,0	13,0	13,0
Lato/ Summer						
Lipiec 1996	1,0	1,0	1,0	1,0		1,0
Lipiec 1997	8,0	2,0	3,0	9,0		4,0
Sierpień 1999		8,0				

Tabela III. Stężenia NO₂ i SO₂ w stanowiskach położonych na Polanie Majerz.
Concentration of NO₂ and SO₂ on positions on Polana Majerz.

Nr punktu Point number	Odległość Range [m]	Średnie stężenie NO ₂ Average NO ₂ concentration [μg/m ³]	Średnie stężenie SO ₂ Average SO ₂ concentration [μg/m ³]
4	50	4	10
6	280	4	7
7	260	4	13
8	255	4	7
9	230	4	8
10	190	3	8
11	120	4	8
13	5	5	8
14	50	5	10
17	400	4	8
18	380	4	10
19	300	4	8
20	255	4	6
21	190	4	9
22	110	4	8
24	5	6	6
26	5	7	8

prawdopodobnie wynika z dobrego przewietrzania tego punktu.

Natomiast w pobliżu drogi występowały stężenia na poziomie 7 μg/m³, czyli o prawie 100% wyższe niż na pozostałym obszarze (Tab. 3). Największa koncentracja zanieczyszczeń występowała w okolicach skrzyżowania z drogą na Hałuszową (punkt nr 26). Jest to miejsce, gdzie kończy się najbardziej stromy podjazd na odcinku drogi Krośnica–Niedzica przebiegającym przez Park, osłonięte przed wiatrem i wygodne tym samym dla zmotoryzowanych turystów, którzy zatrzymują się tutaj by podziwiać panoramę Tatr.

Zależność pomiędzy odległością od drogi a stężeniem NO₂ jest bardzo wyraźna (Ryc. 7).

Dla terenu Polany Majerz wykonano mapę rozkładu zanieczyszczeń powietrza NO₂ (Ryc. 8). Mapę sporządzono w programie Surfer stosując do interpolacji izolinii metodę krygingu

Rozkład stężeń SO₂ nie wykazywał zależności przestrzennej. Często punkty, w których stwierdzono wysokie stężenia sąsiadowały z punktami o niższych stężeniach. Stężenia NO₂ i SO₂ na Polanie Majerz nie można odnieść wprost do normy, ponieważ nie uwzględnia ona średnich miesięcznych.

WNIOSKI

Wyniki przeprowadzonych badań pozwalają na sformułowanie następujących wniosków:

1) droga Krośnica–Niedzica stanowi szlak umożliwiający migrację turystów w tereny dotychczas prawie nie zwiedzane,

2) droga stanowi barierę dzielącą Park na dwie części, co powoduje izolację osobników niektórych gatunków,

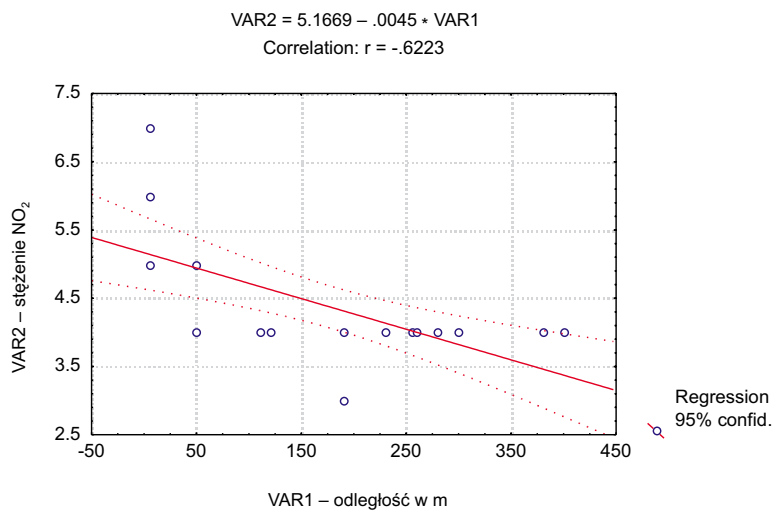
3) wrywkowe badania ruchu pojazdów wykazały, że największe natężenie przejazdów w Parku przypadło na 21.08.1999 r. (sobotę), kiedy w ciągu całego dnia przez Park przejechało łącznie 4 019 samochodów. W tym samym dniu pomiędzy 14⁰¹ a 15⁰⁰ przez Park przejechało aż 469 samochodów,

4) natężenie ruchu w ciągu dnia ruchu utrzymuje się na bardzo wysokim poziomie w godzinach od 10⁰¹ do 19⁰⁰, kiedy liczba pojazdów przejeżdżających przez Park oscyluje koło 400 w ciągu godziny,

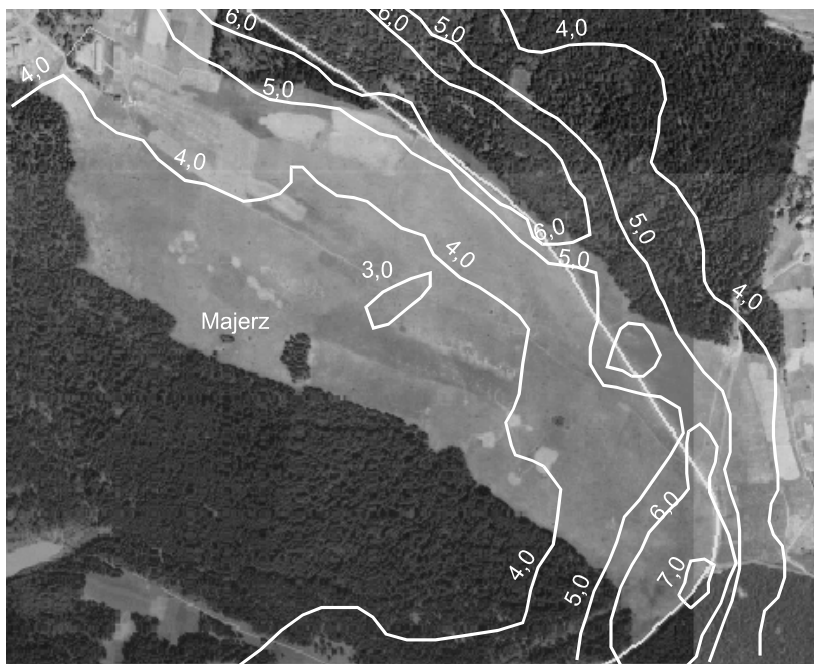
5) pierwsze maksimum ruchu występuje pomiędzy 11⁰⁰ a 12⁰⁰ i wynika z dużej ilości aut zmierzających do Niedzicy (maksimum dzienne pojazdów w kierunku Niedzicy) a drugie maksimum natężenia ruchu pojazdów przypada na godzinę między 14⁰⁰ a 15⁰⁰, kiedy występuje dobowe maksimum powrotu pojazdów z Przystani i Niedzicy,

6) ruch na drodze Krośnica–Sromowce Wyżne ma charakter sezonowy. Maksimum osiąga w miesiącach letnich, kiedy drogą odbywa się tranzyt w kierunku przystani flisackiej i zamku w Niedzicy (dodatkową atrakcją jest zaporą w Czorsztynie) oraz do przejścia granicznego na Słowację,

7) zdecydowana większość pojazdów przejeżdżających przez Park to samochody osobowe (85–89%). Wśród pozostałych pojazdów najwię-



Ryc. 7. Zależność pomiędzy odległością punktu pomiarowego od drogi a stężeniem NO_2 .
Relationship between distance sampling site form road and NO_2 concentration.



Ryc. 8. Mapa rozkładu stężeń NO_2 na Polanie Majerz w sierpniu 1999 r.
Spatial distribution of NO_2 concentration on the Polana Majerz in August 1999.

cej jest autobusów (5–9%), natomiast samochody przewożące łodzie flisackie stanowią zaledwie 4% pojazdów,

8) droga Niedzica–Sromowce Wygon–przystan flisacka stanowi doskonałą obwodnicę, która odsunęła ruch z centrum Sromowiec Wyżnych.

Około 20% wszystkich pojazdów przejeżdżających przez skrzyżowanie stanowią pojazdy kierujące się z Niedzicy na przystań flisacką. Taka zmiana układu drogowego spowodowała jednocześnie przesunięcie około 1 000 pojazdów dziennie w pobliże granic Parku. Także ukształtowanie terenu, a tym samym nachylenia drogi, wymuszają pokonanie dość stromego podjazdu a następnie zjazdu (duża emisja zanieczyszczeń podczas pokonywania wzniesień), w miejsce starej drogi, prawie pozbawionej spadków,

9) poprawił się stan techniczny pojazdów przewożących łodzie flisackie oraz autobusów przewożących turystów i flisaków. Zgodnie z oświadczeniem kierowców wynika to z akcji przeprowadzonych kilkakrotnie przez policję. W latach ubiegłych pojazdy te mimo iż stanowiły zaledwie około 15% samochodów, ale dostarczały olbrzymią porcję zanieczyszczeń,

10) utrzymujący się od kilku lat trend wzrostowy liczby turystów zwiedzających Zamki oraz korzystających z Przystani, wskazuje, iż wzrastać będzie również liczba samochodów,

11) badania poziomu zanieczyszczenia powietrza NO_2 na Majerzu wskazuje na to, iż poziom zanieczyszczeń zależy od odległości od drogi: maksymalne wartości stężeń NO_2 ($7 \mu\text{g}/\text{m}^3$) osiągane są tuż przy drodze, natomiast już w odległości 50 m maleją one o około 40% do wysokości $4 \mu\text{g}/\text{m}^3$, najniższe wartości stężeń NO_2 ($3 \mu\text{g}/\text{m}^3$) osiągane są w pobliżu najwyższego, a zarazem najbardziej oddalonego od dróg punktu na Majerzu,

12) stężenia SO_2 są niewysokie i nie przekraczają $13 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

ZALECENIA OCHRONNE

Dla zminimalizowania skutków wywołanych budową drogi Krośnica–Niedzica proponuje się:

1) wprowadzić ograniczenie prędkości poruszania się pojazdów samochodowych na terenie Parku,

2) wprowadzenie zakazu zatrzymywania poza miejscami wyznaczonymi dla uniknięcia zaśmiania i eutrofizacji rejonu drogi,

3) usprawnienie komunikacji zbiorowej, która mogłaby dowozić turystów na przystań flisacką

w Kątach. Należałoby to połączyć z dobrą informacją rozmieszczoną przy drogach dojazdowych,

4) uruchomienie promu łączącego zamki w Niedzicy i Czorsztynie, aby wyeliminować niepotrzebne przemieszczanie się turystów na tej trasie,

5) doprowadzić do powstania naturalnej bariery ochronnej wzdłuż drogi, składającej się z pasa drzew i krzewów, które zapobiegłyby rozprzestrzenianiu się zanieczyszczeń,

6) dążyć do utrzymania godzin otwarcia i charakteru przejścia granicznego Niedzica–Lysa, by nie dopuścić do zwiększenia ruchu drogowego, w tym zwłaszcza w okresie nocy (obecnie w nocy ruch na tej drodze praktycznie zamiera),

7) dla ochrony płazów oraz drobnej fauny należałoby przebudować istniejące przepusty oraz ewentualnie wybudować nowe.

LITERATURA

- Hess M. 1981. Wpływ Rożnowskiego Zbiornika Wodnego na mikroklimat. — *Rocznik Sądecki*, **21**.
- Hydroprojekt. 1995. Instrukcja gospodarki wodnej w warunkach normalnych. — Warszawa.
- Kleczkowski A. 1992. Głos do raportu czorsztyńskiego. — *Aura*.
- Krochmal D., Górski L. 1996. Opracowanie metody oznaczenia dwutlenku azotu w powietrzu atmosferycznym z użyciem pasywnego pobierania próbek. — *Chem. Inż. Ekol.* **3.2**.
- Krochmal D., Kalina A. Zastosowanie metody z pasywnym pobieraniem próbek do pomiaru zanieczyszczenia powietrza atmosferycznego przez NO_2 i SO_2 na terenie całej Polski. — *Chem. Inż. Ekol.* **3.3**: 319–324.
- Lewińska J. 1974. Wpływ Karpackich zbiorników wodnych na klimat lokalny na przykładzie kaskady górnego Sanu. — *Prace IMGW*, **3**.
- Miczyński J., Kozak J., Jurkiewicz T. 1998. Przestrzenny rozkład stężeń dwutlenku siarki i azotu w rejonie Pienińskiego Parku Narodowego. — *Pien. Przyr. Czł.*, **5**: 143–155.
- Miczyński J., Wojkowski J., Jurkiewicz T. 1998. Kwasowość opadów atmosferycznych w Pienińskim Parku Narodowym — Pieniny, przyroda i człowiek. **5**: 137–143
- Niemirowski M. 1982. Położenie i ukształtowanie Pienin. [W:] Zarzycki K. (red.), *Przyroda Pienin w obliczu zmian*. — *Studia Nat.*, Ser. B – *Wyd. Pop.-Nauk.*, **30**: 17–31.
- Raport w sprawie budowy ZZW Czorsztyń–Niedzica i Sromowce Wyżne. W-wa, 1992 (maszynopis).

Romeyko-Hurko K. 1984. Spór o zapórę. [W:] P. Dąbrowski. *Ochrona przyrody w pienińskim pasie skałkowym*. — Oddział Akademicki PTTK, Kraków, ss. 93–123.

Smólski S. 1982. Historia ochrony przyrody w Pieninach i jej zadania w obliczu nadchodzących zmian. [W:] Zarzycki K. (red.), *Przyroda Pienin w obliczu zmian*. — *Studia Nat.*, Ser. B – *Wyd. Pop.-Nauk.*, **30**: 475–485.

Zasady projektowania elementów sieci monitoringu zanieczyszczenia atmosfery. 1991. — PIOŚ, Biblioteka Monitoringu Środowiska.

Zarzycki K. (red.) 1982. *Przyroda Pienin w obliczu zmian*. — *Studia Nat.*, Ser. B – *Wyd. Pop.-Nauk.*, **30**.

SUMMARY

The construction of the Krośnica–Niedzica road, built together with the Czorsztyn–Niedzica and Sromowce Wyzne Complex of Water Reservoirs, separated the Pieniny Mountains into two parts. This study is aimed at assessing the level of vehicle traffic on this road and its effect on the Park's air quality. The amount of traffic was measured on August 20, 1999 (Friday), August 21, 1999 (Saturday), and August 24, 1999 (Tuesday). As a result of measurements it was found that there are two rush hours during the day, between 11:00 a.m. and noon (large numbers of vehicles passing to Niedzica) and between 2:00 p.m. and 3:00 p.m. when the maximum numbers of cars go back from the rafting station and Niedzica. The highest traffic level occurred on August 21, 1999 (Saturday) when during the day a total of 4,019 vehicles passed through the Park. On the same day as many as 469 vehicles passed

through the Park between 2:00 p.m. and 3:00 p.m. Moreover, it was determined that the majority of vehicles crossing the Park are personal vehicles (85% to 89%). The remainder are buses (5% to 9%). Vehicles transporting rafts constituted only 4% of the total. About 20% of vehicles passing through the road crossing in Sromowce Wyzne were going from Niedzica to the rafting station or in the opposite direction. This creates an additional source of pollution in the Park's neighborhood as the traffic has been moved from an old road that goes along the Dunajec river valley into a newly constructed bypass.

Passive samplers (for NO₂ and SO₂ concentrations) were installed in August 1999 in 27 points in Polana Majerz glade in the grid of 150 m × 150 m to examine the effect of vehicle traffic on air quality.

Air pollution sampling demonstrated that the maximum concentrations of NO₂ (7 µg/m³) occur in the immediate neighborhood of the road and decreased at a distance of 50 m from the road by about 40% (4 µg/m³). On the other hand, the lowest concentration values of NO₂ (3 µg/m³) occurred at the highest and the most distant point located in the Polana Majerz glade.

A ferry pass between Niedzica and Czorsztyn castles would eliminate part of the vehicles from traffic and limit the negative effects of vehicle traffic. Limiting the permissible loads and speed of vehicles by introducing appropriate road signs in cooperation with the Powiatowy Zarząd Drog Regional Road Board is crucial to mitigating the negative effects of vehicle traffic.