

*Leszek Ośródka, Andrzej Kruczała*

**ROLA REGIONALNEGO SYSTEMU MONITORINGU POWIETRZA  
W GÓRNOŚLĄSKIM OKRĘGU PRZEMYSŁOWYM W POZNANIU  
KLIMATU LOKALNEGO AGLOMERACJI KATOWICKIEJ**

**THE IMPORTANCE OF REGIONAL SYSTEM OF AIR MONITORING  
IN UPPER SILESIA INDUSTRY REGION IN STUDIES OF LOCAL  
CLIMATE IN KATOWICE AGGLOMERATION**

W pracy przedyskutowano możliwość wykorzystania danych meteorologicznych uzyskanych z Regionalnego Systemu Monitoringu Powietrza w badaniach klimatu lokalnego. Omówiono wyniki badań nad przestrzenną zmiennością temperatury powietrza, wilgotnością względną i średnią prędkością wiatru nad obszarem Górnośląskiego Okręgu Przemysłowego.

**WSTĘP**

Na terenie Górnośląskiego Okręgu Przemysłowego funkcjonuje od maja 1993 r. Regionalny System Monitoringu Powietrza, na który składa się m. in. 16 automatycznych stacji meteorologicznych śledzących w sposób ciągły przebieg podstawowych elementów meteorologicznych.

Celem pracy było określenie przestrzennego zróżnicowania rozkładu elementów meteorologicznych uzyskanych ze stacji badania imisji zanieczyszczeń powietrza w warunkach silnie uprzemysłowanej i zurbanizowanej aglomeracji. Z wielu dotychczasowych badań wynika, że miasto i przemysł silnie oddziałują na modyfikację pola elementów meteorologicznych (K ł y s i k 1985; L a n d s - b e r g 1983; L a s k o w s k i 1987). Prowadzone jednak dotąd badania nad zmiennością rozkładu elementów meteorologicznych w miastach ograniczone były bądź do badań kampanijnych, bądź do stacjonarnych pomiarów meteorologicznych w kilku wybranych punktach miasta przy użyciu standardowych metod pomiarowych (stacje manualne). Istniejąca w GOP. sieć stacji meteorologicznych, działająca w punktach pomiaru imisji zanieczyszczeń, jest prawdopodobnie największą w Polsce automatyczną siecią pomiarów

warunków meteorologicznych w miastach. Rozpoznanie prawidłowości przestrzennego rozkładu elementów meteorologicznych przy ciągłym monitorowaniu tych warunków było zasadniczym celem pracy.

### MATERIAŁY ŹRÓDŁOWE

Pomiary warunków meteorologicznych w Regionalnym Systemie Monitoringu Powietrza w województwie katowickim są realizowane trzema drogami:

- poprzez sieć automatycznych stacji meteorologicznych funkcjonujących przy stacjach pomiaru imisji zanieczyszczeń (11 stacji),
- poprzez sieć automatycznych stacji pomiaru tła warunków meteorologicznych (pięć stacji),
- Centralną Stację Obserwacyjną w Katowicach-Muchowcu działającą jako stacja synoptyczna sieci państwowej wraz z sodarem dopplerowskim.

W niniejszej pracy przedstawiono próbę oceny zmienności warunków meteorologicznych na stacjach meteorologicznych funkcjonujących przy stacjach pomiaru imisji zanieczyszczeń.

Badanie zmienności przebiegu warunków meteorologicznych wykonano na całym dostępnym materiale obserwacyjnym, obejmującym okres kwiecień 1993 – wrzesień 1997.

Analizie poddano przebiegi i rozkłady następujących elementów meteorologicznych:

- temperatura powietrza,
- wilgotność względna powietrza,
- wiatr (prędkość i kierunek),

O rozmieszczeniu stacji meteorologicznych w GOP informuje tab. 1

Tabela 1

Rozmieszczenie stacji meteorologicznych poddanych analizie

Localization of analysed meteorological stations

Miejscowość	Warunki lokalne
Katowice	miasto
Chorzów	miasto
Bytom	miasto i tereny przemysłowe
Zabrze	miasto
Gliwice	miasto
Piekary Śląskie	teren pozamiejski
Będzin-Wojkowice	teren pozamiejski
Sosnowiec	teren miejski
Kuźnia Nieborowicka	teren pozamiejski
Sławków	teren pozamiejski

Dane meteorologiczne poddane zostały analizie statystycznej, w wyniku której wyznaczono charakterystyczne dla warunków GOP rozkłady czasowe i przestrzenne elementów meteorologicznych. W niniejszej pracy przedstawiono tylko syntezę wyników tych analiz.

### METODA PRACY

Badanie przestrzennej zmienności elementów meteorologicznych na niejednorodnym obszarze jest najczęściej oparte na stacji reperowej (położonej poza potencjalnym obszarem oddziaływania lokalnych czynników silnie modyfikujących klimat) i odnoszone do niej poprzez wyznaczanie odchyłeń poszczególnych wartości badanych elementów klimatu na badanych stacjach w odniesieniu do stacji reperowej. Podejście takie daje bardzo wyrazisty obraz wpływu czynników lokalnych na badane elementy meteorologiczne, jednak przy założeniu, że na stacji reperowej brak jest takich wpływów. Takiej pewności nie ma w przypadku stacji meteorologicznych położonych na terenie i obrzeżu GOP. Obok silnego oddziaływania czynników lokalnych obserwuje się też wyraźnie zaznaczony wpływ warunków mezoklimatycznych na przebieg elementów meteorologicznych na poszczególnych stacjach. W niniejszej pracy przedstawiono zatem faktyczne przebiegi elementów meteorologicznych na poszczególnych stacjach, nie decydując się na razie na wyznaczenie stacji reperowej. W sytuacjach, gdy odniesienie takie było potrzebne, dokonywano go do średnich wartości ze stacji Sławków i Kuźnia Nieborowska.

### WYNIKI BADAŃ

#### TEMPERATURA POWIETRZA

Jak już wspomniano, największym problemem badawczym w meteorologii miejskiej jest określenie stopnia modyfikacji warunków meteorologicznych pod wpływem urbanizacji i uprzemysłowienia. Spośród wielu elementów meteorologicznych podlegających modyfikacji temperatura powietrza jest najbardziej podatna (K ł y s i k 1985; L a n d s b e r g 1983; O ś r ó d k a 1992). W tej części pracy określono stopień modyfikacji warunków termicznych powietrza wewnątrz aglomeracji w stosunku do warunków termicznych tła. Za warunki termiczne tła uznano przebieg temperatur powietrza na stacjach położonych z dala od centrum aglomeracji, tj. w Kuźni Nieborowickiej

i Sławkowie. W celu sprawdzenia, w jakim stopniu warunki termiczne wewnątrz aglomeracji zmieniają się w stosunku do tła, badano m. in. przebieg różnic temperatur pomiędzy stacjami miejskimi i reprezentującymi warunki tła.

Analiza wyników badań doprowadziła do następujących wniosków:

1. Centrum aglomeracji jest silnie modyfikowane termicznie przez większość badanego okresu. Wyspa ciepła występuje tu permanentnie, czego objawem jest podniesienie się średnich dobowych temperatur powietrza o około  $1,3^{\circ}\text{C}$ .

2. Wyspa ciepła nad aglomeracją nie jest jednorodna i składa się z szeregu izolowanych wysepek o różnych natężeniach, ma zatem charakter wielokomórkowy.

3. Istnieje silnie wyrażona zależność natężenia wyspy ciepła od pory roku:

a) największe natężenie wyspy ciepła obserwuje się latem (średnia dobowa  $> 1,6^{\circ}\text{C}$ , maksymalna  $> 2^{\circ}\text{C}$ , minimalna  $> 2,5^{\circ}\text{C}$ );

b) najmniejsze zróżnicowanie natężenia wyspy ciepła obserwuje się w przejściowych porach roku.

4. Istnieje silna zależność natężenia wyspy ciepła od typu pogody:

a) w warunkach wyżu znajdującego się nad Polską Południową średnie natężenie wyspy ciepła dla temperatur średnich przekracza  $3^{\circ}\text{C}$ , a dla temperatur minimalnych sporadycznie nawet  $5^{\circ}\text{C}$ ;

b) w warunkach pogody charakteryzującej się dużą dynamiką zmian elementów meteorologicznych zmienność temperatury nabiera cech przypadkowości, a wyspa ciepła zanika.

5. Istnieje zależność pomiędzy natężeniem wyspy ciepła a prędkością wiatru mierzoną na stacjach tła:

a) generalnie wraz ze wzrostem prędkości wiatru maleje natężenie wyspy ciepła, przy czym wpływ ten jest również zależny od pory roku; można stwierdzić, że o ile dla zimy, wiosny i jesieni prędkość wiatru  $> 5,5$  m/s powoduje zacieranie różnic termicznych pomiędzy miastem a tłem, to dla lata próg ten jest znacznie wyższy, przy czym trudny do określenia ze względu na brak tak silnych wiatrów w tej porze roku.

#### WILGOTNOŚĆ WZGLĘDNA POWIETRZA

Zagadnienie dotyczące bilansu wilgoci na terenach zurbanizowanych i uprzemysłowionych nie jest tak dokładnie zbadane, jak stosunki termiczne. Jednak i w tym przypadku należy oczekiwać cech specyficznych, wynikających z wpływu działalności człowieka. Pokrycie powierzchni Ziemi materiałami trudno przepuszczalnymi: asfaltem, budynkami, a także odprowadzanie nadmiaru wilgoci przez system kanalizacji powoduje, że szybkość krążenia

wody jest tu większa niż w terenach naturalnych. Z drugiej strony, nagromadzenie procesów produkcyjnych powoduje, że do atmosfery dostaje się duża ilość pary wodnej. Bilans wodny miasta jest zatem wypadkową tych dwóch czynników. Ze względu na fakt, że czynniki antropogenne silniej modyfikują temperaturę powietrza niż wpływają na wilgotność, w konsekwencji nad miastami obserwuje się z reguły niższe wilgotności względne powietrza niż na terenie pozamiejskim (Laskowski 1987; Ośródka 1992).

Analiza wyników pomiarów wilgotności względnej przeprowadzona dla potrzeb niniejszej pracy doprowadziła do następujących wniosków:

1. Na stacjach „miejskich” obserwuje się z reguły nieco niższe wilgotności względne powietrza niż na terenie otwartym, przy czym różnice te są niewielkie i sporadycznie tylko przekraczają 4%.

2. Największe różnice wilgotności względnej są obserwowane dla stacji położonych w centrach miast (Sosnowiec i Zabrze).

3. Istnieje wyraźny roczny przebieg różnic wilgotności, który objawia się zmniejszaniem w miesiącach letnich.

4. Badanie wpływu prędkości wiatru na zmiany zróżnicowania wilgotności powietrza wykazuje, że:

a) brak jest wyraźnych zróżnicowań wilgotnościowych przy prędkościach wiatru  $< 0,5$  m/s;

b) przy prędkościach wiatru z zakresu 1,5–4,5 m/s obserwuje się największe natężenia „wysp wilgoci”;

c) ponowny zanik „wysp wilgoci” zachodzi przy prędkościach wiatru  $> 5,5$  m/s.

## WIATR

Badanie zmienności pola wiatru nad obszarem zabudowanym jest zagadnieniem złożonym. W niniejszej pracy ograniczono się jedynie do przedstawienia zmienności prędkości wiatru. Zmienność kierunku wiatru na poziomie wiatromierza jest bowiem w warunkach stacji miejskich silnie modyfikowana przez czynniki lokalne.

Powszechnie wiadomo, że wzrost parametru szorstkości podłoża powoduje zmniejszenie prędkości wiatru. Zjawisko takie jest szczególnie dobrze widoczne w warunkach stacji miejskich (Landsberg 1983).

Porównanie zmian prędkości wiatru na stacjach miejskich i stacjach tła doprowadziło do następujących wniosków:

1. Największe osłabienie prędkości wiatru (dochodzące maksymalnie do 20%) obserwuje się na stacjach meteorologicznych reprezentujących silnie

zabudowane centra miast o niezbyt wysokiej, ale zwartej zabudowie (Katowice, Bytom).

2. W przebiegu rocznym większe osłabienie prędkości wiatru obserwowane jest latem niż zimą.

3. W rozbięciu na klasy prędkości wiatru – największemu osłabieniu (do 20%) podlegają wiatry o prędkości 2–4 m/s (obserwowane na stacji tła), wiatr silniejszy występuje rzadziej (około 10%).

## PODSUMOWANIE

Liczna literatura przedmiotu, m. in. (Landsberg 1983), przedstawia kompleksowe, ilościowe oceny wpływu miast i terenów uprzemysłowionych na zmienność warunków meteorologicznych wewnątrz aglomeracji. Wynikiem prezentowanych wyżej wyników jest propozycja oceny wpływu aglomeracji GOP na niektóre elementy klimatu zestawione w tab. 2.

Tabela 2

Porównanie charakterystyki przeciętnych warunków klimatycznych miast w odniesieniu do otaczających je obszarów nie zabudowanych wg Landsberga (1983) i dla miast GOP

Comparison of characteristics of mean climatic conditions of cities in relation to surrounding country areas according to Landsberg (1983) and for GOP cities

Element meteorologiczny	Okres/charakterystyka	Różnica miasto-wieś	
		wg Landsberga	GOP
Temperatura powietrza	średnio w roku minimalna w zimie maksymalna w lecie	> 0,5–3,0°C > 1,0–2,0°C > 1,0–3,0°C	> 1,2–1,5°C > 2,0°C > 2,5°C
Inwersja temperatury		> 60%	nie badano
Wilgotność względna powietrza	średnio w roku średnio w zimie średnio w lecie	< 6% < 2% < 8%	< 4% < 6% < 3%
Prędkość wiatru	średnio w roku maksymalna w porywach liczba dni z ciszą	< 20–30% < 10–20% > 5–20%	< 15–20% nie badano > 5–20%
Opady atmosferyczne	suma roczna liczba dni > = 3 mm	> 5–10% > 10%	bez zmian* > 15%*

\* Wyniki pochodzą z pracy: A. Barczyk i in. 1989.

\* Results from A. Barczyk et al. 1989.

## LITERATURA

- Barczyk A. i in., 1989, *Wpływ działalności człowieka na zmiany warunków opadowych GOP*, Katowice (maszynopis w IMGW)
- Kłysik K., 1985, *Wpływ struktury termiczno-wilgotnościowej przyziemnych warstw powietrza na klimat lokalny w wybranych warunkach terenowych*, Acta Geogr. Lodz. nr 49, s. 119
- Landsberg H. E., 1983, *Klimat goroda*, Gidromietieoizdat, Leningrad
- Laskowski L., 1987, *Wybrane zagadnienia fizyki miasta*, CIOB, Warszawa
- Ośródkka L., 1992, *Zróżnicowanie klimatu GOP na przykładzie warunków termicznych*, Kraków (maszynopis pracy doktorskiej. Wyd. BNZ UJ)

Instytut Meteorologii i Gospodarki Wodnej  
Oddział w Katowicach

## SUMMARY

In the paper the possibility of investigation the meteorological data, collected at the Automatic Regional System of Air Quality Monitoring, in local climate research has been discussed. The results of investigation the spatial variability of air temperature, relative humidity and wind speed over the area of GOP (Upper Silesia Industry Region) have been reported.