

APLIKACYJNY CHARAKTER OPRACOWAŃ ZAKŁADU KLIMATOLOGII

Maria Kopacz-Lembowicz

Większość opracowań, które powstały w ciągu 50 lat w Zakładzie Klimatologii, może mieć charakter aplikacyjny. Koniecznym warunkiem do spełnienia tej roli musi być ocena klimatu według określonych, wypracowanych przez naukę kryteriów. Jeżeli realizujemy program badawczy, np. klimat miasta, to wówczas, jeżeli badania i opracowania, które na podstawie tych badań powstaną, dają nam możliwość rozpoznania cech klimatu tego środowiska, jego zróżnicowania oraz wyjaśniają przyczyny specyficznych cech klimatu miasta, które ujawniliśmy, będzie to opracowanie ogólnoklimatyczne. Jeżeli jednak wykazemy, stosując specjalne metody, jakie znaczenie ma ten specyficzny klimat dla mieszkańców miasta, dla zapewnienia, np. właściwego przewietrzania obszaru zabudowanego, czy też odbieranych przez człowieka wrażeń termicznych, to wówczas stanie się opracowaniem mającym charakter praktyczny. W takiej postaci stanie się podstawą wskazań dla urbanistów, co należy zmienić lub co zachować w układzie przestrzennym miasta, aby warunki klimatu odczuwalnego nie uległy pogorszeniu w procesie jego rozbudowy.

Podobnie jest z badaniem zmian klimatu. Rozpoznanie tych zmian i ich charakteru, to zadanie klimatologa. Jeżeli przetworzymy informację, np. o zmianie długości trwania okresu wegetacyjnego na wiedzę o tym, jak zmieniają się zasoby ciepła dla uprawy np. roślin okopowych, pastewnych czy zbóż na danym obszarze według wypracowanych kryteriów, ocenimy wówczas rolę tych zmian w plonowaniu. Możemy nawet prognozować plony, a idąc dalej, możemy utrzymać lub zmienić określony kierunek strategii gospodarczych w odniesieniu do rolnictwa, gdy stwierdzimy, że zmiany klimatu zmierzają w kierunku niekorzystnym.

Informacje o klimacie możemy więc wykorzystać w celach praktycznych tylko wówczas, gdy wiemy jak warunki klimatyczne wpływają na różne formy gospodarczej działalności człowieka lub na same organizmy żywe (rośliny, zwierzęta, organizm ludzki) i muszą być przygotowane w pewnej, szczególnej formie, muszą być przekształcone w parametry nadające się do wykorzystania gospodarczego.

Kryteria oceny klimatu powstają zazwyczaj w wyniku prac zespołów badawczych, skupiających specjalistów z wielu dziedzin. Zakład Klimatologii miał możliwość uczestniczyć w pracach kilku zespołów badawczych.

W zakresie klimatologii *urbanistycznej*, w latach 1976-1979 uczestniczyliśmy w realizacji programu rządowego PR-5 (Kompleksowy rozwój budownictwa mieszkaniowego) w zadaniu 02. 03. 6 – *Ekofizjograficzne podstawy kształtowania środowiska osiedla mieszkaniowego – eksperyment Białoleka Dworska*. W ciągu 3 lat podjęto wspólne badania geologiczne, geomorfologiczne, hydrologiczne, klimatyczne, gleboznawcze, fito- i zoocenotyczne na terenie planowanego osiedla mieszkaniowego Białoleka

Dworska. Na podstawie badań tych specjalistycznych opracowano mapy warunków przyrodniczych istniejących na obszarze przeznaczonym pod zabudowę i postawiono prognozy zmian, jakie będą zachodzić na terenie zabudowanym pod wpływem różnych wariantów rozwiązań urbanistyczno-architektonicznych. Umożliwiło to zaprojektowanie optymalnych warunków środowiska, poprzez właściwe zainwestowanie techniczne i urządzenie przyrodnicze obszarów osiedla.

Aby prognozować zmiany, jakie zajdą w środowisku pod wpływem zabudowy według przedstawionych projektów, wykorzystaliśmy całą wiedzę na temat klimatu miasta zgromadzoną w wyniku wieloletnich badań klimatu Warszawy, rozpoczętych na początku lat sześćdziesiątych ubiegłego wieku badaniami U. Kossowskiej (1961 – patrz Wykaz prac magisterskich). Oparto się na wynikach specjalnych badań, które Zakład Klimatologii prowadził w latach 1968-1969 dla Prezydium Rady Narodowej m. st. Warszawy, mających na celu określenie wpływu warunków pogodowych na rozprzestrzenianie się zanieczyszczeń powietrza na terenie Warszawy.

Wiedzę na temat zróżnicowania klimatu lokalnego wewnątrz organizmu miejskiego, ze szczególnym uwzględnieniem roli zieleni w tworzeniu kontrastów termicznych, dostarczyły badania, jakie Zakład Klimatologii prowadził w latach 1971-1975 na specjalnie założonej sieci posterunków meteorologicznych, jak i pomiary patrolowe przy użyciu przenośnej aparatury. Była to praca badawcza z zakresu problemu resortowego *Wpływ zieleni na kształtowanie środowiska miejskiego* zlecona Zakładowi Klimatologii przez Instytut Kształtowania Środowiska (główny zleceniodawca – Ministerstwo Administracji, Gospodarki Terenowej i Ochrony Środowiska).

Przeprowadzone badania dały podstawę do poznania nie tylko specyficznych cech klimatu Warszawy na tle otoczenia, ale również do rozpoznania zróżnicowania klimatu wewnątrz miasta w zależności od pory roku, pory dnia i sytuacji pogodowej. Badania te wzbogaciły wiedzę o klimacie Warszawy, ale z tego nie wypływały jeszcze praktyczne wnioski dla urbanistów, którzy projektując, np. tereny zabaw dla dzieci, oczekują od klimatologa wskazania najbardziej korzystnego miejsca. Tego typu oceny warunków klimatycznych odnośnie lokalizacji określonych obiektów, czy też układu zabudowy w osiedlach wymagają oparcia się na badaniach w innej skali. Podjęto więc badania w osiedlach mieszkaniowych o różnym układzie i wysokości zabudowy, na ulicach o różnej ekspozycji dosłonecznej i dowietrznej, na placach. Prowadzono krótkie serie obserwacyjne, głównie w ramach programowych ćwiczeń terenowych studentów naszego Wydziału. Ten typ badań stanowił podstawę wielu prac magisterskich. Do ciekawszych zagadnień, które udało się bliżej scharakteryzować na podstawie ujawnionego zróżnicowania klimatu lokalnego zaliczyć można te, które określają:

- rolę kontrastów oświetlenia (ekspozycji dosłonecznej i cienia) w zróżnicowaniu odczuwanych przez człowieka warunków cieplnych w osiedlach oraz w ulicznych kanionach,
- deformację pola wiatru pod wpływem zabudowy,
- tempo nagrzewania i wychładzania osiedli o zabudowie wysokiej, blokowej (Służew, Stawki) oraz niskiej willowej z dużym udziałem zieleni (Olimpijska),
- porównanie warunków odczucia termicznego (warunków biometeorologicznych) w osiedlach o różnym stopniu zazielenienia (stosunku powierzchni zielonej do sztucznej),

– czy też zjawisko przemieszczania się wyspy ciepła pod wpływem wiatru i cały szereg innych zagadnień.

Szczególne znaczenie miały badania specjalne w osiedlach mieszkaniowych o podobnym charakterze architektonicznym do projektowanego osiedla Białoleka Dworska (autorstwa arch. H. Skibniewskiej), tzn. w osiedlu Sady Żoliborskie i Szwoleżerów. Stanowiły bowiem podstawę weryfikacji modelu opływu zabudowy przez wiatr, jaki wykonano w tunelu aerodynamicznym w Zakładzie Aerodynamiki Politechniki Warszawskiej. Na podstawie wizualizacji opływu osiedli oraz fotograficznych obrazów przepływu można było dokonać opracowania mapy przewietrzania osiedla przy różnych kierunkach napływu powietrza. Różnice, jakie powstały między modelowym obrazem (tłem) a pomiarami w terenie, wskazywały na rolę, jaką w przewietrzaniu terenu zabudowanego odgrywają czynniki, których w modelu nie uwzględniono, takie jak zróżnicowanie termiczne, czy też wpływ zieleni. Tego typu obrazy przepływu powietrza zastosowano do różnych wersji projektowanej zabudowy osiedla Białoleka Dworska. Ujawniły się miejsca zbyt silnie przewietrzane (uciążliwe), w których poprawę warunków można osiągnąć poprzez zmianę układu zabudowy lub roślinne osłony przeciwwiatrowe, oraz miejsca zastoju powietrza, również niekorzystne ze względu na możliwość gromadzenia się tam zanieczyszczeń. Środkiem zaradczym w tym przypadku jest zwiększenie kontrastowości termicznej, wymuszającej lokalny ruch powietrza.

Współpracę w zespole badawczym, pracującym nad projektem osiedla Białoleka Dworska można ocenić jako twórczą, ponieważ wypracowano zasady oceny terenu przeznaczanego pod zabudowę (dotychczasowe metody były mało obiektywne). Ścisła współpraca z zespołem urbanistów dała możliwość stworzenia nowoczesnych podstaw przyrodniczych do właściwego projektowania osiedli mieszkaniowych z optymalnymi dla nich warunkami środowiskowymi i przy zachowaniu możliwie dobrze funkcjonującej przyrody w osiedlu i terenach przyległych. Przygotowano opracowanie dla projektantów w zrozumiałej dla nich postaci, służące jako podstawa rozwiązań techniczno-przestrzennych.

Przetworzenie wiedzy o klimacie w informację o skutkach działania procesów zachodzących w atmosferze na określony obiekt i wyrażenie tego w formie zrozumiałej dla działaczy gospodarczych, planistów jest więc podstawowym zadaniem klimatologii stosowanej. Ilustracją tej zasady może być również opracowanie dotyczące warunków przewietrzania aglomeracji warszawskiej (Kopacz-Lembowicz, 1991 – patrz *Wykaz rozpraw habilitacyjnych i doktorskich, pozycji książkowych, prac seryjnych i zleconych wykonanych w Zakładzie Klimatologii (1962-2001)*). Informacja o kierunkach i prędkości wiatru napływającego na obszar miasta została tu przetworzona w ocenę stopnia przewietrzania obszaru zabudowanego i możliwości wynoszenia zanieczyszczeń. Oparto się przy tym na, znanej z literatury i potwierdzonej badaniami na terenie Warszawy, regule, że wiatr napotykając na swej drodze bryłę miasta (ośrodką o większej szorstkości) ulega osłabieniu (poza nielicznymi miejscami, w których zaznacza się efekt tunelowy). W wyniku opływu napotkanej przeszkody i wyhamowaniu ruchu, do centralnych rejonów miasta napływa powietrze o mniejszej prędkości, średnio o 30%. Uwzględniając również drugą znaną zasadę, że wiatry o prędkości poniżej 3 m/s nie są w stanie zapewnić sprawnego usuwania zanieczyszczeń z obszaru zabudowanego (a więc prędkość napływającego do miasta powietrza nie powinna być mniejsza niż 5 m/s), oceniono, w jakim stopniu wnikające do centrum Warszawy powietrze może spełniać funkcję czynnika przewietrzającego.

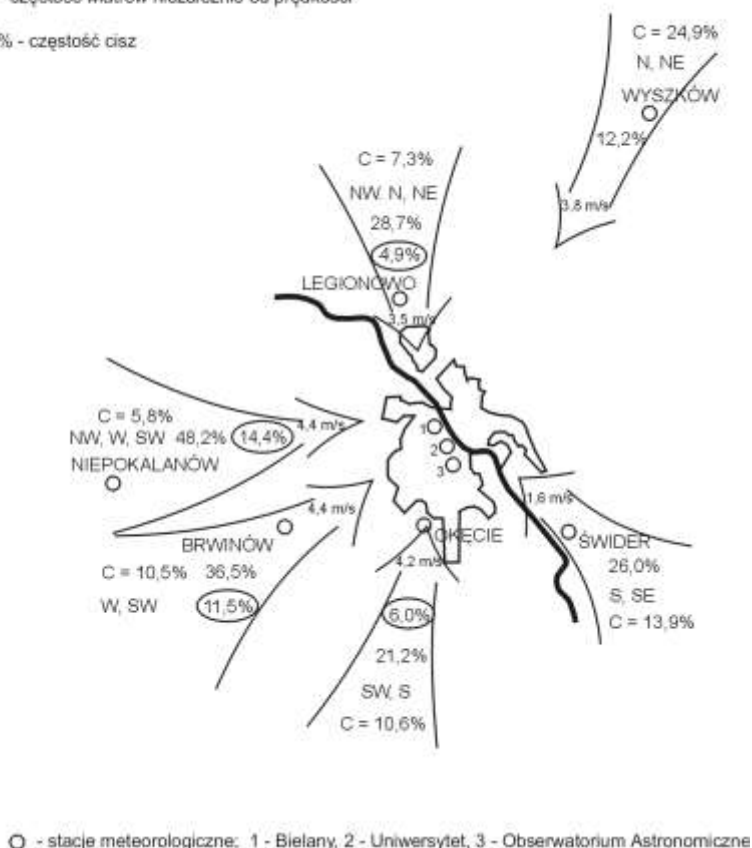
Warszawa, z racji swego położenia i ukształtowania terenu, jest otwarta na swobodny dopływ powietrza ze wszystkich kierunków (rys. 1).

4,2 m/s - średnia prędkość wiatru (napływu)

6,0% - częstość wiatrów >5 m/s

21,2% - częstość wiatrów niezależnie od prędkości

C = 10,6% - częstość cisz



Rys. 1. Schemat napływu powietrza nad Warszawę (1951-1960)
Scheme of wind flow over Warsaw (1951-1960)

Na rys. 1 przedstawiono charakterystyczne cechy dynamiczne powietrza napływającego nad Warszawę z różnych kierunków. Najczęściej napływające powietrze z sektora zachodniego (NW, W, SW), wyróżniające się na stacji Niepokalanów największą częstością (48,2%) i największą średnią prędkością (4,4 m/s), okazuje się „pożyteczne” (wiatry o prędkości 5 m/s i większej na otwartej przestrzeni) do wentylacji miasta tylko w 14,4% przypadków. Napływ powietrza z innych kierunków zapewnia Warszawie skuteczne przewietrzanie w jeszcze mniejszym stopniu.

Użytecznych warunków dla wymiany zanieczyszczonego powietrza w Warszawie jest więc mało. Wydaje się, że wiatr (zewnętrzny system wentylacyjny) spełnia swoją funkcję w sposób wystarczający jedynie w chłodnej porze roku. W lecie wymiana powietrza w śródmiejskich rejonach miasta jest zbyt słaba. Zapewniają ją głównie napływy powietrza z sektora zachodniego.

Wskazuje to na potrzebę ułatwienia dostępu powietrza z obszarów pozamiejskich do centrum miasta poprzez zachowanie, a nawet tworzenie nowych, niezabudowanych pasm nawietrzających (z luźną zielenią wysoką) oraz szerokich tras komunikacyjnych. Wskazuje to również na potrzebę ożywienia lokalnej cyrkulacji wewnątrz organizmu miejskiego. W lecie, w okresach pogody wyżowej, szczególnie w godzinach wieczornych, jedynym czynnikiem zapewniającym wymianę powietrza i wynoszenie zanieczyszczeń będzie pozioma i pionowa wymiana powietrza.

W ciągu dnia proces pionowej wymiany powietrza warunkuje czynnik termiczny. Różny stopień nagrzewania się sąsiadujących ze sobą powierzchni czynnych wyzwała pionowy ruch i w konsekwencji lokalny przepływ między powierzchniami o znacznych kontrastach termicznych. Intensywność takiej wymiany jest tym większa, im bardziej zróżnicowana jest temperatura. Typowym układem kontrastowym w miastach jest zespół terenów zabudowanych sąsiadujących z terenami zieleni. Różnice w nagrzewaniu się tych powierzchni przy określonych warunkach pogodowych (intensywne promieniowanie, cisza lub słaby wiatr) mogą dochodzić do kilkunastu stopni. Najczęściej w miastach obserwuje się kontrasty termiczne rzędu kilku stopni.

Unoszący się nad miastem prąd ciepłego powietrza powoduje zasysanie. Tor prądu wstępującego jest więc rodzajem „kamina” wynoszącego zanieczyszczenia ponad zabudowę. Rozstaw, gęstość tych „kaminów”, jak również pola powierzchni kontrastowych, można regulować w zależności od potrzeb, wynikających głównie z położenia miasta.

Prądy konwekcyjne są podstawowym czynnikiem samooczyszczania powietrza w ciągu dnia przy pogodzie bezwietrznej lub słabych ruchach powietrza. Wiatry o umiarkowanej prędkości współczesniczą w tym procesie, natomiast silniejsze, o prędkości przekraczającej 7 m/s, przejmują tę funkcję.

W nocy, przy pogodzie bezwietrznej i pogodnym niebie, jedynym czynnikiem zapewniającym wymianę powietrza w mieście są grawitacyjne spływy powietrza w kierunku wszelkich obniżek terenu oraz tzw. nocna bryza miejska, która powstaje w wyniku powiększających się kontrastów termicznych między powoli wychładzającym się terenem zabudowanym i szybko stygnącym terenem podmiejskim. Dochodzi wówczas do powstania prądów powietrznych, skierowanych dołem ku wnętrzu miasta, w miejsce unoszącego się ku górze nagrzanego powietrza nad centrum.

Procesy pionowej i poziomej wymiany powietrza można intensyfikować lub osłabiać w poszczególnych rejonach miasta, stosownie do zamierzonego celu, jakim jest skuteczna wentylacja.

Przykłady opracowań przetwarzających wiedzę o klimacie dla określonego odbiorcy można znaleźć w opracowaniach z innych działów klimatologii stosowanej: bioklimatologii, klimatologii transportu, agroklimatologii.

Dużym zainteresowaniem studentów cieszyły się zagadnienia dotyczące związków, jakie zachodzą między organizmem człowieka (jego zdrowiem, warunkami pracy i wypoczynku) a środowiskiem atmosferycznym, czyli zagadnienia wchodzące w zakres zainteresowań **biometeorologii i bioklimatologii**.

Wpływ warunków atmosferycznych na organizm człowieka zaznacza się w różnych skalach przestrzennych i czasowych. Możemy się o tym przekonać podróżując – zmieniając strefy klimatyczne, przystosowując się do sezonowych i dobowych zmian warunków pogodowych, a nawet dostosowując się szybciej lub wolniej do gwałtownych zmian

pogody z dnia na dzień. W każdym jednak przypadku wpływ warunków atmosferycznych będzie dotyczył natężenia oraz zmienności warunków atmosferycznych, które docierają do nas i w takiej postaci stanowią bodźce dla organizmu. Do określonego zakresu zmian bodźców atmosferycznych jesteśmy zdolni się adaptować. Jeżeli jednak bodziec jest zbyt silny lub długotrwały, może dojść do zniesienia adaptacji, dochodzi wówczas do zaburzeń czynności ustroju i występowania chorób.

Bodźcem może być jeden z działających na organizm czynników meteorologicznych (np. ciśnienie atmosferyczne, promieniowanie ultrafioletowe, zanieczyszczenie powietrza), bądź cały zespół czynników, np. łączne działanie temperatury, wilgotności powietrza i wiatru (ujęte we wskaźnik zwany temperaturą efektywną), który określa zdolność chłodzącą powietrza i w takiej postaci staje się dla organizmu bodźcem, który może okazać się korzystny (odbierany przez nas jako komfort termiczny) lub obciążający. Zbyt intensywne oddawanie ciepła powoduje odczucie chłodu, a zbyt mała wymiana ciepła z otoczeniem wywołuje odczucie gorąca (przegrzanie organizmu).

Badając reakcje organizmu na stres zimna lub gorąca oraz jego zdolności adaptacyjne ustalono skale odczuwalności cieplnej, pozwalające na określenie przedziałów wartości różnych wskaźników biometeorologicznych zapewniających człowiekowi odczucie komfortu lub dyskomfortu termicznego. Na ich podstawie można dokonać oceny klimatu dowolnego miejsca lub regionu pod kątem oddziaływania biologicznego.

Tego rodzaju oceny były podstawą opracowania warunków bioklimatycznych znacznej części uzdrowisk polskich i miejscowości wypoczynkowych, które w ramach prac magisterskich lub doktorskich wykonano w Zakładzie Klimatologii.

Analiza częstości występowania określonych odczuć termicznych (gorąco, ciepło, komfort, chłodno, zimno) oraz ich zmienności w ciągu doby lub z dnia na dzień pozwala na wydobycie zalet klimatu, jak też określenie jego niekorzystnych cech, pozwala również na ocenę bodźcowości warunków klimatycznych, ich pobudzającego (np. w klimacie górskim) lub oszczędzającego (klimat nizinny) charakteru. Wskazuje też możliwości wykorzystania czynników atmosferycznych w celach leczniczych i profilaktycznych (ocena warunków klimatoterapii). Można też wskazać pory roku, w których najkorzystniej przebiegać będzie proces leczenia w danym uzdrowisku. Wprawdzie obecnie nie „leczy się” już klimatem, ale zrozumiałe jest, że leczenie w sprzyjających warunkach klimatycznych może zwiększyć efektywność innych środków terapeutycznych.

Punktem wyjścia do oceny warunków bioklimatycznych może też być pogoda, wynikająca z sytuacji synoptycznej (pogoda wyżowa, pogoda frontu chłodnego, ciepłego itp. (klasyfikacje genetyczne) lub też określana na podstawie kompleksu elementów meteorologicznych, tworzących określony typ pogody (np. ciepła słoneczna, pochmurna, deszczowa itp. według klasyfikacji Fiodorowa-Czubukowa – klasyfikacja morfologiczna). Klasyfikacje pogody tworzone na podstawie tego, jak ją postrzegamy, są przydatne do oceny obszarów przeznaczonych do wypoczynku i turystyki. Klasyfikacje genetyczne stosuje się w opracowaniach z zakresu klimatofizjologii i klimatopatologii, kiedy poszukuje się przyczyn istotnego nasilenia objawów chorobowych, związanych z sytuacjami atmosferycznymi, które określamy jako meteorotropowe.

Tego rodzaju opracowania powstały w wyniku 9-letniej współpracy Zakładu Klimatologii (W. Okołowicz, M. Kopacz) z lekarzami (W. Czarniecki – I klinika chorób Wewnętrznych Akademii Medycznej w Warszawie, E. Grzędziński – Zakład Medycyny Sportowej INKF w Warszawie, J. Gajewski – Sanatorium „Pomorzanka” w Ciechocinku).

Celem tych badań było wykazanie, jaki jest wpływ zmian warunków atmosferycznych na wybrane objawy subiektywne i obiektywne u ludzi cierpiących na różne schorzenia układu krążenia (nadciśnienie tętnicze, dusznica bolesna). Reakcje chorych analizowano nie tylko w dniach z zaburzeniami atmosferycznymi, lecz także z wyprzedzeniem 1, 2, 3-dniowym w stosunku do wyraźnych zmian pogody, uwzględniając tym samym, znaną powszechnie przeczulliwość zmian pogody, obserwowaną u bardzo wielu ludzi (M. Kopacz i inni, 1969, 1972, 1973, 1977 – patrz Wykaz publikacji M. Kopacz-Lembowicz).

Klasyfikację genetyczną zastosowano również w pracy magisterskiej M. Śmietanki (1995.) badając wpływ warunków atmosferycznych na wypadki drogowe w Radomiu.

Prace dotyczące oceny warunków bioklimatycznych odnosi się głównie do warunków zewnętrznych. Człowiek jednak przeważającą część doby spędza w pomieszczeniach. Celowe wydaje się więc prowadzenie tego rodzaju badań, szczególnie w salach szpitalnych. Oceny warunków odczucia termicznego w salach chorych dokonano na podstawie serii specjalnych pomiarów w kilku obiektach: I Klinice Chorób Wewnętrznych AM w Warszawie, w Sanatorium „Pomorzanka” w Ciechocinku (M. Kopacz i inni, 1973, 1989 – patrz Wykaz publikacji M. Kopacz-Lembowicz) oraz Ośrodka Rehabilitacji „Przy Źródle” w Konstancinie (A. Jędryszczak, 1977, S. Stuczyk, 1977 – patrz Wykaz prac magisterskich).

W ostatnich 15 latach najwięcej uwagi w opracowaniach bioklimatycznych poświęciliśmy ocenie zmian jakości bodźców atmosferycznych wynikających z przekształceń środowiska, głównie w miastach i konsekwencji, jakie z tych zmian wynikają dla mieszkańców miast.

Zasadniczą cechą wyróżniającą środowisko zurbanizowane od naturalnego jest zwiększone zanieczyszczenie powietrza przez pyły, dymy oraz toksyczne zanieczyszczenia gazowe. Szkodliwe działanie zanieczyszczeń może mieć charakter bezpośredni; dotyczy wówczas głównie narządu oddechowego, a następnie skóry, oczu, układu krążenia i systemu nerwowego. Może więc wykazywać działanie mechaniczne, chemiczne i alergiczne. Może również działać pośrednio. W wyniku znacznego zanieczyszczenia powietrza zmniejsza się przezroczystość atmosfery, a w konsekwencji osłabiony zostaje dopływ promieniowania słonecznego do powierzchni Ziemi (nawet o 30% w stosunku do terenów położonych poza miastem). Największemu osłabieniu podlega biologicznie cenne promieniowanie UV. Zmniejsza się jego działanie bakteriobójcze, prowadząc do pogorszenia stanu higienicznego powietrza.

Zapylenie i zadymienie powietrza w miejskim środowisku wpływa również na zmianę właściwości elektrycznych atmosfery – zwiększenie koncentracji dużych jonów z dodatnim ładunkiem. Oznacza to również pogorszenie właściwości biometeorologicznych i higienicznych powietrza.

Bioklimatyczny aspekt zanieczyszczenia powietrza wyraża się też w tendencji do częstego występowania mgieł, poprzez które zwiększa się możliwość infekcji chorobowych, gdyż drobnoustroje w wilgotnym, zanieczyszczonym powietrzu żyją dłużej.

Tego rodzaju zmiany właściwości bioklimatycznych atmosfery w miastach mogą przybierać różną intensywność, a tym samym, w różnym stopniu, stanowić zagrożenie dla zdrowia mieszkańców.

W określonych sytuacjach pogodowych może dojść do znacznego wzrostu poziomu zanieczyszczeń. W Warszawie (przeważają tu zanieczyszczenia związane z rozwojem

motoryzacji, a więc tlenek węgla, tlenki azotu oraz zanieczyszczenia wtórne – ozon oraz pyły) wzrost stężenia zanieczyszczeń powietrza wywołany jest najczęściej przez warstwy inwersyjne, zarówno przygruntowe, jak i w swobodnej atmosferze. Z badań przeprowadzonych przez M. Kuchcik (*Wpływ warunków aerosanitarnych i biometeorologicznych na zgony mieszkańców Warszawy*) wynika, że najbardziej niekorzystne warunki aerosanitarnie w Warszawie zależą najbardziej od inwersji z podstawą wysokości 1-500 m n.p.g., czyli tzw. inwersji średnich (powstających najczęściej w półroczu chłodnym). Prowadzą one do wzrostu stężenia zanieczyszczeń, np. tlenkiem węgla (o 50% w stosunku do średniego rocznego stężenia), dwutlenkiem węgla (o 39%) i pyłu zawieszonoego (o 13%). Takie sytuacje znajdują odbicie w liczbie zgonów mieszkańców Warszawy. Wskazują na to istotne statystycznie wartości współczynnika determinacji, jak i średnia liczba zgonów. Średnio w roku – jak podaje autorka opracowania – 22% wariacji liczby zgonów z powodu chorób układu krążenia wyjaśnić można zmianami zanieczyszczeń powietrza (28% w półroczu chłodnym i 21% w ciepłym). Zanieczyszczenia powietrza wyjaśniają też 23% wariacji ogólnej liczby zgonów w półroczu ciepłym. Ogólnie największy wpływ na liczbę zgonów w ciągu całego roku mają tlenek węgla i ozon, zwłaszcza w przypadkach chorób układu krążenia.

Zmiana cech fizycznych powietrza w terenach zurbanizowanych przejawia się również w odczuwalnych warunkach termicznych poprzez zmianę intensywności bodźców termicznych odbieranych przez organizm ludzki. Zimą, wiosną i jesienią oznacza to złagodzenie warunków odczuwalnych, natomiast latem może powodować warunki termiczne uciążliwe dla człowieka. Uciążliwość polega na nieprawidłowej wymianie ciepła między organizmem ludzkim a środowiskiem atmosferycznym. W wyniku zbyt małej zdolności chłodzącej powietrza organizm zmuszony jest do uruchomienia mechanizmów termoregulacyjnych, zapewniających stałość wewnętrznej temperatury. Odbywa się to jednak kosztem obniżonej sprawności organizmu w wyniku zmian czynnościowych ze strony różnych narządów i układów, takich jak: zmiany czynności serca, zmiany rozmieszczenia krwi w ustroju, odwodnienie i utrata soli mineralnych, zmiany czynności ośrodkowego układu nerwowego itp.

W centrum Warszawy tego rodzaju niekorzystne stany pojawiają się przeciętnie w ciągu 20% dni letnich, podczas gdy poza miastem dwukrotnie rzadziej.

W zimie, dzięki wyższej temperaturze powietrza w mieście, przy dodatkowo osłabionym wietrze, warunki odczuwalne, określane wartością temperatury efektywnej, są znacznie łagodniejsze, co oznacza, że straty ciepła z organizmu ludzkiego poprzez konwekcje i promieniowanie są znacznie mniejsze, niż w terenie niezabudowanym. W centrum Warszawy udział stanów odczucia termicznego „zimno” (według skali odczuwalności M. Baranowskiej) jest o połowę mniejszy, niż poza granicami miasta i stany te są mniej trwałe (utrzymują się przez mniejszą liczbę kolejnych dni); według prac magisterskich M. Szulc-Bomby (1991) i B. Mosakowskiej, (1992).

Tak więc człowiek w warunkach miejskich poddany jest działaniu bodźców atmosferycznych innej jakości, niż na terenach niezabudowanych.

Znajomość specyfiki środowiska miejskiego i jego oddziaływania na mieszkańców miasta pozwala na wypracowanie sposobów optymalizacji warunków bioklimatycznych, zwłaszcza w ciepłej porze roku, kiedy kontakt z zewnętrznymi warunkami atmosferycznymi jest szczególnie ścisły.

Można to w pewnym stopniu osiągnąć (poza zabiegami ściśle technicznymi, zmierzającymi do zmniejszenia emisji zanieczyszczeń) poprzez wykorzystywanie naturalnych procesów zachodzących w przyziemnej warstwie powietrza w obrębie terenów zabudowanych.

Przy podejmowaniu zabiegów mających na celu złagodzenie niekorzystnych cech klimatu i podniesienie jego walorów bioklimatycznych doniosłą rolę spełnia zielenie miejska. Obok wspomnianego wyżej oddziaływania, jako elementu przestrzennego w układzie kontrastowych terenów termicznych ożywiających pionową wymianę powietrza, zielenie jest również filtrem dla różnego rodzaju zanieczyszczeń oraz producentem tlenu i fitoncydów. Przyczynia się również do poprawy warunków odczuwalnych, głównie w ciepłej porze roku, chroniąc człowieka przed intensywnym promieniowaniem słonecznym czy też promieniowaniem energii cieplnej z nagranych ścian budynków. W osiedlach mieszkaniowych, parkach za pomocą zieleni można tworzyć obszary zarówno o żywym ruchu powietrza (najefektywniejszy czynnik ochładzający), jak i zaciszne, zapewniające mieszkańcom miasta korzystne warunki wypoczynku na powietrzu w czasie chłodniejszych, wietrznych dni, kiedy to wiatr powoduje nadmierne wychładzanie organizmu.

Poprawę warunków termiczno-wilgotnościowych można również osiągnąć stosując inne środki, takie jak budowanie zbiorników wodnych, fontann, osłon przeciwsłonecznych itp.

Stosunkowo mały jest udział opracowań z zakresu klimatologii transportu. W tym dziale gospodarki (transport morski, lotniczy, lądowy) informację o klimacie wykorzystuje się w dwojaki sposób. Po pierwsze, w działalności operacyjnej, funkcjonującą jako obsługa meteorologiczna lotnictwa, żeglugi, transportu lądowego, podstawą której jest prognoza pogody. Drugi sposób wykorzystania wiedzy o warunkach atmosferycznych to charakterystyka groźnych zjawisk atmosferycznych i ich wpływ na samoloty, okręty i inne środki transportu. To jest już pole działania klimatologów.

Najgroźniejszymi meteorologicznymi przeszkodami nawigacyjnymi są: zmniejszona widzialność, silne wiatry, burze itp. Każdy rodzaj transportu narażony jest jednak na działanie specyficznych zjawisk. Dla lotnictwa najgroźniejsze są obszary silnej turbulencji, czy też oblodzenie, transport morski zagrożony bywa najczęściej przez silne falowanie, cyklony tropikalne, pływające góry lodowe, a transport drogowy najczęściej utrudniany jest przez obfite opady śniegu, oblodzenie nawierzchni dróg, czy też ograniczoną widzialność.

Układ warunków atmosferycznych sprzyjających wystąpieniu każdej z wymienionej przeszkód komunikacyjnych powoduje ograniczenia lub nawet przerwy w pracy portów lotniczych, czy morskich, zwiększa ryzyko transportu, wydłuża czas podróży, powoduje więc wymierne zwiększenie jej kosztów.

Zadaniem klimatologów jest opracowanie dla określonych obszarów prawdopodobieństwa pojawiania się groźnych zjawisk o różnym natężeniu – takich, które wywierają istotny wpływ na poszczególne środki transportu. Opracowanie powinno też wskazywać na przyczyny powstawania określonych przeszkód komunikacyjnych w badanym obszarze.

Tego rodzaju informacje istotne są dla planistów (lokalizacja portów, przebieg dróg, wydzielenie okresów, w których koszty transportu będą najmniejsze itp.). Dają też podstawę technikom do tworzenia nowych rozwiązań zmniejszających utrudnienia transportu czy też zmniejszających rozmiary strat oraz wyposażenie środków transportu w specjalne

urządzenia (radary, urządzenia przeciwooblodzeniowe, specjalne opony, zastosowanie pługów śnieżnych, urządzenia ochronne przeciw zaspom śnieżnym itp.).

Prace magisterskie o takiej tematyce, które wykonano w Zakładzie Klimatologii, powstały z inicjatywy studentów, wynikały bowiem z indywidualnych zainteresowań. Obejmowały charakterystykę niebezpiecznych dla żeglugi zjawisk w portach, środkowej części wybrzeża Bałtyku oraz w rejonie Zatoki Gdańskiej i Zalewu Szczecińskiego (M. Holec, 1965; Z. Dziadziuszko, 1974; W. Menel, 1980; E. Konysz, 1986; S. Rorbach, 1998).

Ocenę warunków klimatycznych portu lotniczego Warszawa Okęcie znaleźć można w pracach magisterskich J. Ososa (1963) i K. Buczyńskiego (1990).

Z dziedziny *agroklimatologii* (nauki o wpływie klimatu na organizmy roślinne) wykonano dwie prace, których celem było wykazanie wpływu warunków pogodowych na plonowanie roślin okopowych. Jedną z nich to praca doktorska K. Borowicza (1972) oraz praca magisterska W. Jakimiuk-Olszewskiej (1988).

Wykonane w Zakładzie Klimatologii prace z zakresu klimatologii stosowanej miały w przeważającej części charakter odtwórczy, opierały się bowiem na wypracowanych wcześniej normach i wskaźnikach, znanych z literatury. Zadaniem autorów takich opracowań było poznanie istoty wpływu warunków klimatycznych na dany obiekt i – posługując się tą wiedzą – dokonanie prawidłowego doboru wskaźników pozwalających na ocenę klimatu, na wykazanie jego walorów i cech niekorzystnych lub zagrożeń ze strony warunków atmosferycznych. Po takiej ocenie, należało wskazać sposób złagodzenia uciążliwości oraz intensyfikacji cech korzystnych.

Część opracowań miała twórczy charakter, przyczyniający się do stworzenia lub rozwoju nowych metod badań, mających na celu wykorzystanie wiedzy o klimacie w różnych dziedzinach działalności człowieka. Ten typ badań możliwy jest do realizacji przede wszystkim w zespołach badawczych, grupujących specjalistów wielu dziedzin nauki. Taki kierunek prac badawczych zalecany jest w Światowym Programie Klimatycznym.

Wśród działaczy gospodarczych zwiększa się coraz bardziej świadomość korzyści wynikających z zastosowania informacji o pogodzie /klimacie/ zarówno w działaniach operacyjnych, jak i podejmowaniu decyzji o strategii gospodarczej. Wyrazić należy żal, że nie dzieje się tak w Polsce.

Maria Kopacz-Lembowicz

THE APPLIED CHARACTER OF THE ELABORATES OF THE DEPARTMENT OF CLIMATOLOGY

SUMMARY

The paper presents the achievements of the Department of Climatology in the domain of applied climatology, that is – the elaborates, which are being prepared in a special form and can be made use of in various fields of human economic activity. They concern mainly town planning, various chapters of transport, as well as the health care in the spas, and tourism.

The manner of transforming information on climate into the parameters allowing for the assessment of climate and for the expression of this assessment in the form comprehensible for the business agents and planners, who can use it as one of the bases in selection of the optimum strategy or action, is presented.

A number of instances is given of the assessment of climate and the use made of such information on climate in order, first of all, to demonstrate the hazard resulting from the atmospheric conditions, and to show the advantageous features, climatic assets, which are beneficial for the development of a definite economic activity. Climate assessment provides also the basis for a better use of the climatic assets through indication of the methods of alleviating the hazard from the side of the atmospheric conditions, as well as preservation or amplification of the advantageous features of climate.