

Kazimierz Kłysik

**CHARAKTERYSTYKA POWIERZCHNI MIEJSKICH ŁODZI
Z KLIMATOLOGICZNEGO PUNKTU WIDZENIA**

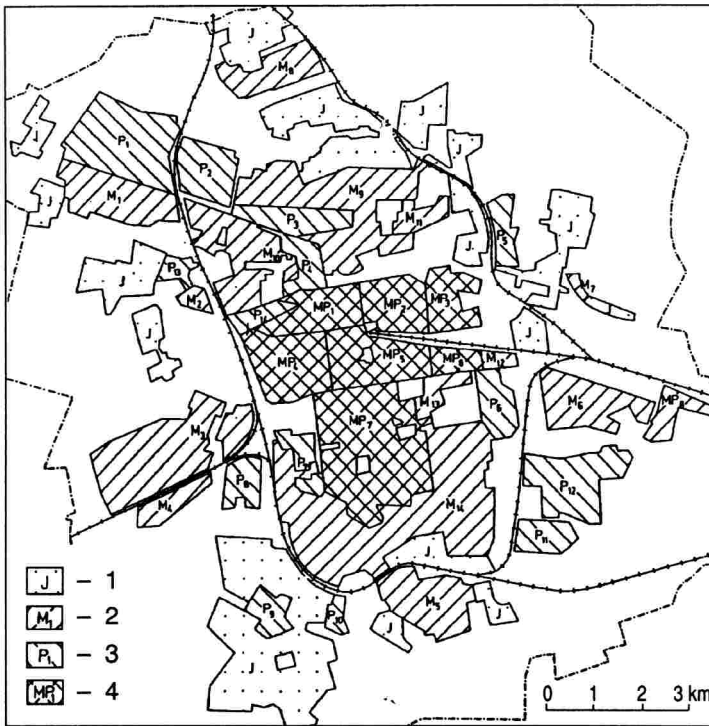
**THE CHARACTERISTIC OF URBAN AREA IN ŁÓDŹ
FROM CLIMATOLOGICAL POINT OF VIEW**

Problem kartowania klimatu obszarów miejskich jest niezmiernie złożony. Wynika on zarówno z wielkiej różnorodności przestrzennej występujących na obszarach zurbanizowanych typów klimatu lokalnego (mikroklimatów), jak i technicznych trudności ich opisu w świetle danych eksperymentalnych. W pracy podjęto próbę kartometrycznej charakterystyki powierzchni miasta z punktu widzenia tych jej cech, które odgrywają decydującą rolę w kształtowaniu specyficznych warunków klimatycznych. Określono udział powierzchni sztucznych ogółem, powierzchni dachów domów o różnych wysokościach, powierzchni zieleni wysokiej (drzew) i niskiej (trawniki, pola) oraz obliczono parametr szorstkości wg formuły Lettau (frontal area index) dla dwóch kierunków wiatru.

WSTĘP

Łódź jest drugim pod względem liczby mieszkańców miastem w Polsce (około 850 tys.). Jest położona na obszarze wyniesionym nad poziomem morza w granicach od 180 m n.p.m. w zachodniej części (Retkinia) do 235 m n.p.m. we wschodniej części (Widzew-Wschód). Ogólna powierzchnia w granicach administracyjnych miasta wynosi ponad 200 km², ale tylko około 80 km² stanowi powierzchnia zabudowana (rys. 1). Największa różnica wysokości terenu w obszarze intensywnie zabudowanym wynosi do 55 m, przy odległości 12 km pomiędzy terenami zabudowanymi położonymi najniżej i najwyżej. Różnice takie są tego samego rzędu co najwyższe bloki mieszkalne w centralnych rejonach miasta. Ogólnie teren jest lekko nachylony ku południowemu zachodowi, a małe dolinki powodują, że wysokości względne przeciętnie wynoszą około 10 m/km². Wysokość zabudowy przewyższa znacznie naturalne deniwelacje terenu. Tak więc z klimatologicznego punktu

Łódź



Rys. 1. Struktura przestrzenna zabudowy Łodzi

Typy zabudowy: 1 – jednorodzinna, 2 – mieszkaniowa, 3 – przemysłowa, 4 – mieszana

Fig. 1. The spatial structure of the building area in Łódź

Types of building: 1 – suburban residential areas, 2 – housing estates, 3 – industrial areas, 4 – mixed industrial and residential areas

widzenia teren Łodzi można uznać za mało urozmaicony pod względem hipsometrycznym, co jest cechą wyjątkowo korzystną dla badań klimatu lokalnego miasta na tle otoczenia. W dalszym sąsiedztwie obszaru zabudowanego, w kierunku północno-wschodnim, wysokości bezwzględne osiągnęły 270 m n.p.m.

GŁÓWNE CECHY UKŁADU URBANISTYCZNEGO

Układ urbanistyczny miasta jest bardzo przejrzysty. Najstarszą częścią Łodzi jest rejon centralny o powierzchni około 15 km², gdzie budynki powstawały w większości na przełomie XIX i XX w., w okresie gwałtownego

rozwoju przemysłu włókienniczego. Generalnie można uznać, że zabudowa ma tutaj charakter mieszany, mieszkaniowo-przemysłowy z niewielkimi oazami zieleni parkowej, które niegdyś były parkami otaczającymi rezydencje fabrykantów. Ulice są w tym rejonie bardzo wąskie, zorientowane względem siebie prostopadle, a główną oś urbanistyczną miasta, przebiegającą z północy na południe, stanowi ulica Piotrkowska o długości 4 km i szerokości 20 m. Inne ulice w centrum miasta są podobne, przeważnie jeszcze węższe, i tworzą prawdziwe „kaniony” wśród monotonnej równiny dachów. Tylko kilkanaście budynków biurowych i mieszkalnych wyrasta ponad przeciętny poziom dachów (do wysokości 50–60 m).

Największą część powierzchni miasta zajmują obecnie nowe dzielnice bloków mieszkalnych, bardzo monottonnych w swej urbanistycznej i architektonicznej formie (typ obszarów M na rys. 1). Przeważają tutaj 5-kondygnacyjne budynki o wymiarach około 10×50 m i wysokości około 15 m. Często w niektórych kwartałach (dzielnicach nowych bloków) występują 12-kondygnacyjne „wieżowce” o wysokości około 35 m, usytuowane luźno względem siebie. W takich dzielnicach bloków mieszkalnych na 1 km^2 przypada często 20 tys. mieszkańców. W tych jednorodnych obszarach brak jest zakładów przemysłowych, biur i urzędów, a budynki usługowe (sklepy) stanowią bardzo nieznaczną część zabudowy tych rejonów miasta. Ogółem dzielnice mieszkaniowe, wybudowane w latach 1960–1990, zajmują prawie 30 km^2 powierzchni i są zlokalizowane głównie na obrzeżach miasta (Teofilów, Retkinia, Widzew, Radogoszcz, Chojny), często sąsiadując wprost z polami i łąkami. Stwarza to duży kontrast, jeśli chodzi o własności termiczne i aerodynamiczne podłoża atmosfery pomiędzy strefą zamieszką a terenami zabudowanymi i jest skutkiem słabo rozwiniętej strefy przedmieść z zabudową typu willowego (rezydencjonalnego).

Tereny zajęte przez domy jednorodzinne (typ zabudowy J na rys. 1) zajmują łącznie około 21 km^2 i są zgrupowane w kilku rejonach, głównie na peryferiach miasta. Jest to teren o małej intensywności zabudowy, domy położone są wśród zieleni ogrodów, a udział powierzchni sztucznych jest bardzo niewielki.

Wyróżniającym się typem zabudowy w urbanistycznej strukturze miasta są dzielnice przemysłowe (tereny oznaczone symbolem P na rys. 1). Są to specjalnie wydzielone tereny (Teofilów, Widzew, Dąbrowa), gdzie zlokalizowano wielkie zakłady produkcyjne, wybudowane w ostatnich 30 latach. Łącznie w całym mieście zajmują one powierzchnię ponad 14 km^2 .

Z punktu widzenia bilansu radiacyjnego i cieplnego obszarów miasta zasadnicze znaczenie posiadają właściwości fizyczne powierzchni czynnej. W warunkach miejskich są to z reguły powierzchnie sztuczne, wyróżniające się wartościami albedo, przewodnictwa cieplnego i pojemności cieplnej, stopniem uwilgotnienia itp. Trzeba przyjąć, że obszary parków miejskich, trawników i nieużytków zbliżone są własnościami do powierzchni zamiejskich, podobnych do naturalnych (paranaturalnych).

METODA CHARAKTERYSTYKI KARTOMETRYCZNEJ

Jedną z metod opisu zróżnicowania warunków klimatu lokalnego jest analiza czynników geograficznych decydujących o przebiegu procesów klimatotwórczych w określonych warunkach. Podjęta próba kartometrycznej charakterystyki powierzchni miejskich jest więc także sposobem na określenie przestrzennego zasięgu określonych typów topoklimatu, które zawdzięczają swe istnienie określonym własnościom powierzchni czynnej.

Obliczeń procentowego udziału różnych typów powierzchni miejskich dokonano na podstawie szczegółowych map (planów) miasta w skali 1 : 5000, a w niektórych rejonach 1 : 1000, a nawet 1 : 500. Określono udział powierzchni sztucznych z podziałem na asfalty, chodniki i jezdnie oraz powierzchnie dachów, gdzie powierzchnia wymiany ciepła z atmosferą jest wyniesiona znacznie ponad poziom gruntu. Te ostatnie obliczono w podziale na powierzchnie zajęte przez budynki ogółem, budynki wyższe od 10 m nad poziomem gruntu oraz budynki wyższe niż 20 m n.p.g. Wykonano również obliczenia kubatury budynków oraz średniej ich wysokości. Obszary nie zabudowane potraktowano jako tereny zieleni z podziałem na zieleń niską (trawniki, pola) i wysoką (parki i lasy).

Jako podstawową jednostkę odniesienia przyjęto regularną siatkę kwadratów o boku 0,5 km, a udział określonych typów powierzchni wyrażono w procentach powierzchni pola podstawowego.

Oceną wpływu zabudowy w skali całego miasta na charakter przepływu powietrza oraz intensywności wymiany pionowej nad obszarami zabudowanymi możliwa jest w oparciu o zaproponowaną przez Lettau (1969) formułę na obliczanie współczynnika szorstkości:

$$z_0 = 0,5 H s/S$$

gdzie:

- z_0 – parametr szorstkości,
- H – średnia wysokość przeszkody lub inaczej: efektywna wysokość przeszkody,
- s – pionowa powierzchnia danej pojedynczej przeszkody liczona prostopadle do kierunku wiatru,
- S – powierzchnia działki przypadająca na pojedynczy element pionowy (budynek).

W praktycznym obliczaniu potrzebnych wielkości przyjęto, że H jest średnią wysokością wszystkich budynków znajdujących się na terenie bilansowego kwadratu o boku 0,5 km, a więc o powierzchni 250 000 m². Obliczenia profilu powierzchni pionowych wykonano dla dwóch kierunków

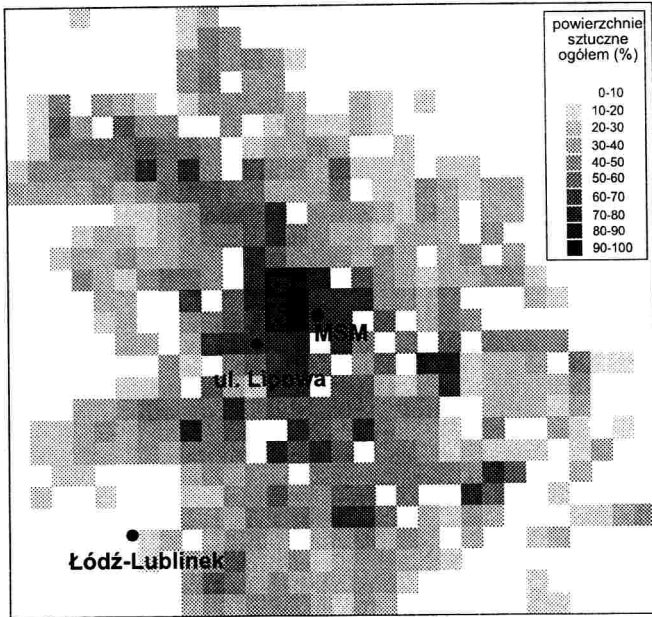
przepływu: zachód-wschód oraz północ-południe. Największe trudności w obliczeniach wystąpiły w centralnych rejonach miasta, gdzie gęstość zabudowy jest bardzo duża, a wyliczane wielkości, dotyczące zwłaszcza przylegających do siebie budynków rozmaicie usytuowanych względem stron świata, muszą z natury rzeczy zawierać pewien element szacunku. Najważniejszą zaletą jednakże tak wykonanych obliczeń kartometrycznych jest ich jednolitość – nawet jeśli obarczone są pewnym błędem (zakładanym zresztą w samej metodzie), to błąd ten jest systematyczny. Warunek ten zapewnia możliwość porównania tą metodą wielkości oporu aerodynamicznego, jaki różne formy zabudowy stawiają przepływającemu powietrzu. Ta metoda kartowania topoklimatycznego obszarów miejskich, jakkolwiek bardzo pracochłonna, daje podstawę do oceny intensywności wymiany poziomej i pionowej powietrza w różnych obszarach miasta i może być podstawą klasyfikacji typologicznej klimatów miejskich.

STRUKTURA POWIERZCHNI MIEJSKICH

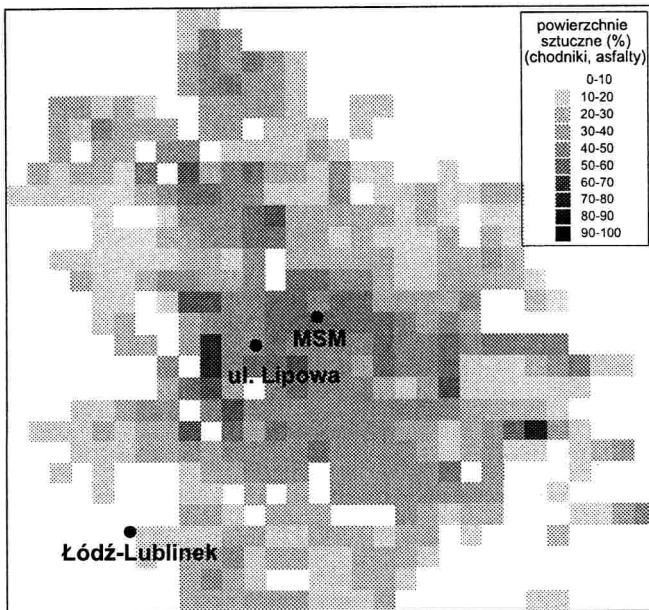
Ogólny udział procentowy wszystkich powierzchni sztucznych na terenie Łodzi jest bardzo zróżnicowany (rys. 2). Cała centralna część miasta obejmująca rejony starej zabudowy śródmiejskiej cechuje się udziałem powierzchni sztucznych ponad 50%, z tego ponad 5 km² charakteryzuje się udziałem ponad 75%, a 1 km² centrum nawet ponad 90%. Względnie mały jest procentowy udział powierzchni sztucznych na terenach peryferyjnych dzielnic mieszkaniowych o zabudowie typu blokowego. Mimo dużego zagęszczenia liczby mieszkańców, porównywalnego z terenami śródmiejskimi, powierzchni sztucznych jest tutaj nie więcej niż 30% (Retkinia, Widzew-Wschód) i tylko w dzielnicach gdzie dominują niskie 5-kondygnacyjne bloki (np. Teofilów A, B) – udział powierzchni sztucznych sięga 30–45%.

We wszystkich rejonach miasta większość powierzchni sztucznych to chodniki i asfalty, a więc tereny komunikacyjne. W 14 polach podstawowych zajmowane powierzchnie przekraczają 50% i są to z reguły tereny obejmujące wielkie węzły komunikacyjne, w tym kolejowe. Centralne tereny miasta w 30–45% pokryte są chodnikami i drogami asfaltowymi. Na obszarze nowych dzielnic mieszkaniowych ponad połowa, często ponad 60–70% wszystkich powierzchni sztucznych, to tereny ulic, chodników i parkingów (rys. 3).

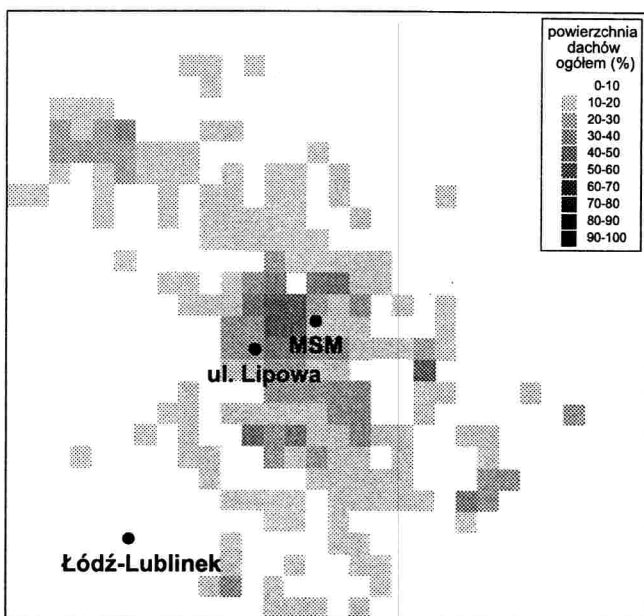
Powierzchnie dachów, które są różnicą pomiędzy procentowym udziałem powierzchni sztucznych ogółem i powierzchnią chodników i ulic, największy udział mają w centrum miasta; na powierzchni 1 km² udział dachów wynosi aż 41–46% ogólnej powierzchni (rys. 4).



Rys. 2. Procentowy udział powierzchni sztucznych na obszarze Łodzi (dachy, chodniki, asfalty)
 Fig. 2. The percentage of artificial surfaces on the area of Łódź (roofs, pavements, roads, asphalt)

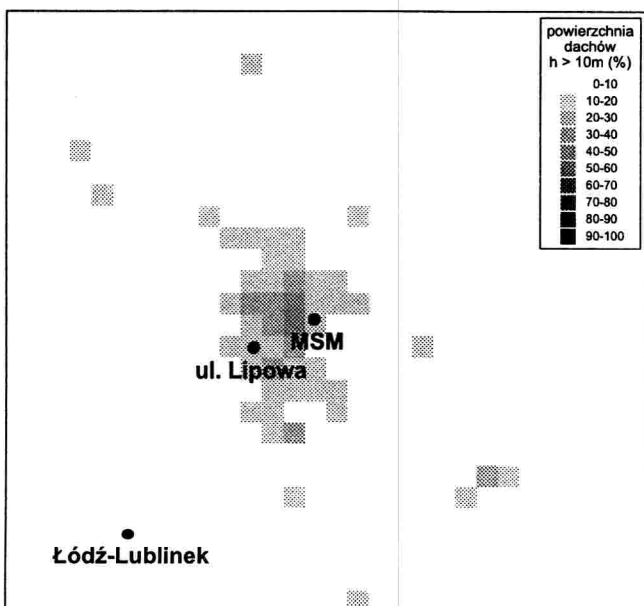


Rys. 3. Procentowy udział powierzchni sztucznych na poziomie gruntu
 Fig. 3. The percentage of artificial surfaces on the ground level



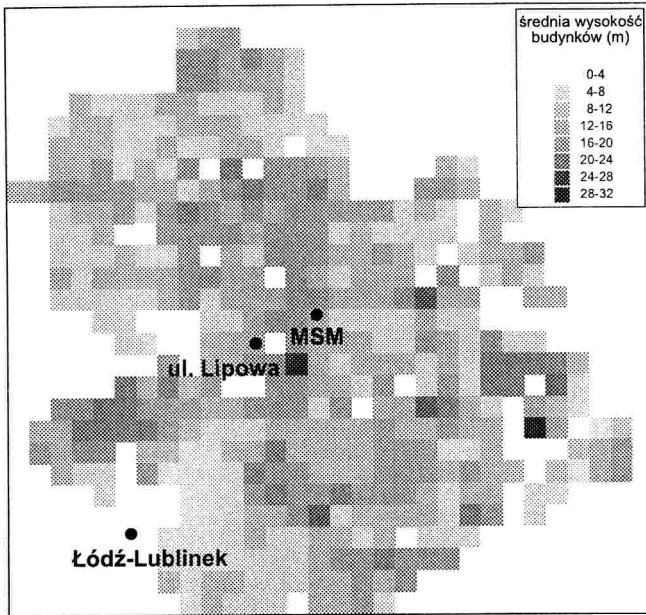
Rys. 4. Procentowy udział powierzchni dachów na obszarze Łodzi

Fig. 4. The percentage of roof's surface at the area of Łódź



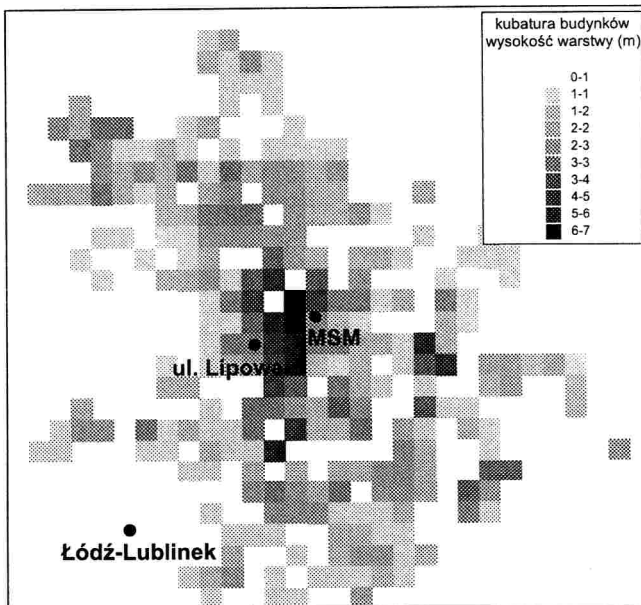
Rys. 5. Procentowy udział powierzchni dachów budynków o wysokości powyżej 10 m nad poziomem gruntu

Fig. 5. The percentage of roof's surface on buildings over 10 m high



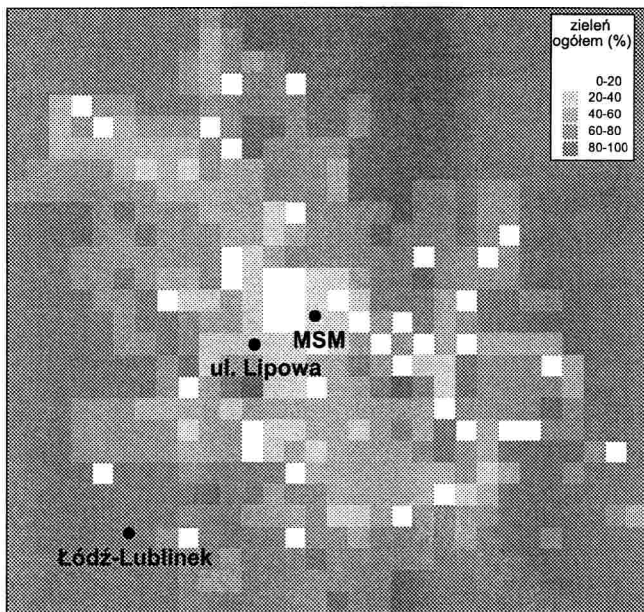
Rys. 6. Średnia wysokość budynków na obszarze Łodzi

Fig. 6. The average height of buildings in Łódź



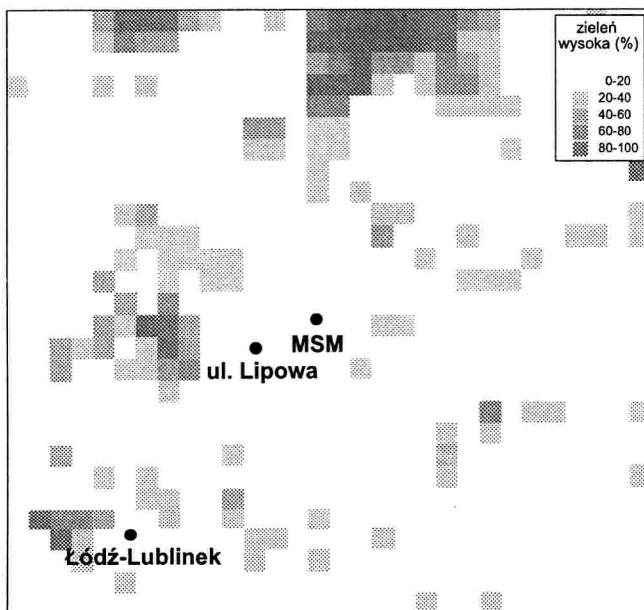
Rys. 7. Kubatura budynków na obszarze Łodzi wyrażona w postaci średniej grubości warstwy budynków (w cm) w poszczególnych polach podstawowych

Fig. 7. Cubature of buildings of the area of Łódź expressed by average depth of "building's layer" in particular basic square



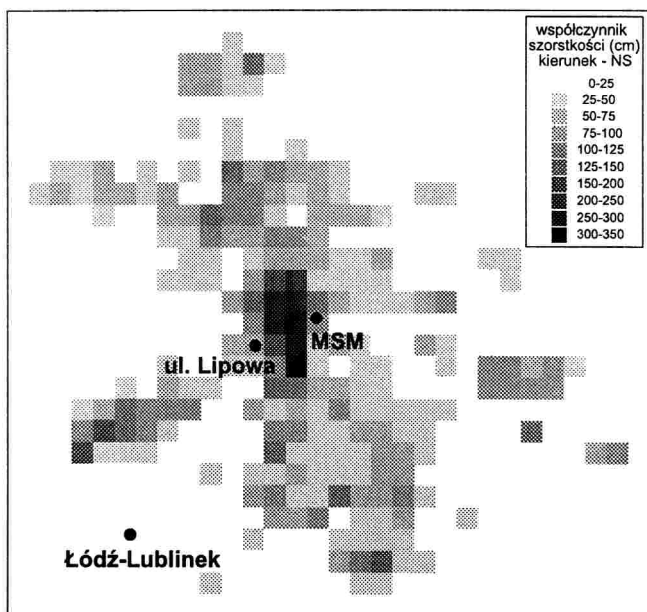
Rys. 8. Procentowy udział terenów pokrytych roślinnością na obszarze Łodzi (parki, lasy, trawniki, pola, nieużytki)

Fig. 8. The percentage of green area in Łódź (parks, forests, wastelands, fields)



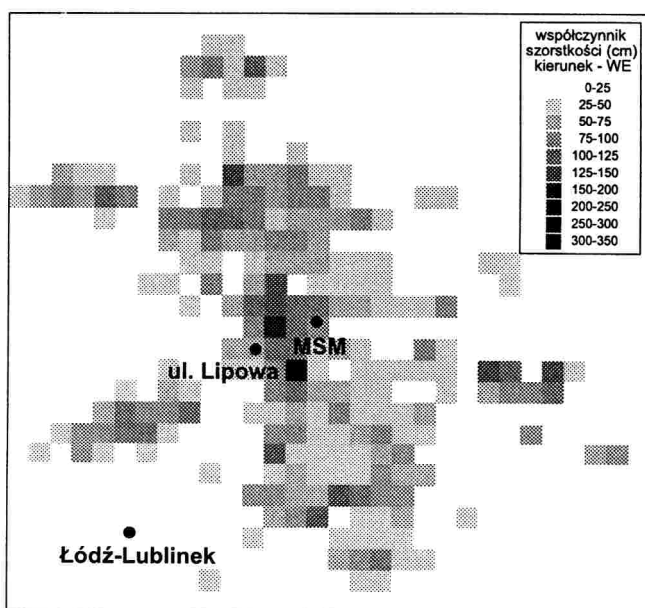
Rys. 9. Procentowy udział powierzchni zajętej przez zielenń wysoką (parki, lasy)

Fig. 9. The percentage of high green area (parks, forests)



Rys. 10. Współczynnik szorstkości terenu wg formuły Lettau'a dla kierunku N-S

Fig. 10. Roughness parameter according to Lettau's formula in N-S direction



Rys. 11. Współczynnik szorstkości terenu wg formuły Lettau'a dla kierunku W-E

Fig. 11. Roughness parameter according to Lettau's formula in W-E direction

Zdecydowana większość terenów miasta w obrębie kolei obwodowej cechuje się powierzchnią dachów w granicach 10–20%. Nieoczekiwany jest obraz nowych dzielnic mieszkaniowych, zwłaszcza tych z przewagą wysokich budynków 11-kondygnacyjnych. W wielu polach podstawowych wielkości te nie przekraczają 10%, a w nielicznych 13%. Tereny w dzielnicach przemysłowych dzięki istnieniu wielkich hal produkcyjnych mają ogólną powierzchnię dachów bardzo znaczną, nawet do 20–25% (Teofilów przemysłowy). W centrum miasta oraz w nowych dzielnicach mieszkaniowych większość domów ma wysokość przekraczającą 10 m nad gruntem (rys. 5). W centrum miasta nawet w granicach 25–35% ogólnej powierzchni to domy o wysokości ponad 10 m. Jednak budynków o wysokości ponad 20 m jest w całym mieście bardzo niewiele, w centrum tylko 2,5 km powierzchni ma 5–8% terenu zajęte przez wysokie budynki (rys. 6). Istotnie wyróżniają się tutaj w skali miasta nowe dzielnice mieszkaniowe (Retkinia, Widzew-Wschód, Stefana, Dąbrowa), gdzie udział budynków wysokich ponad 20 m jest rzędu 2–3%. Ogólnie nasuwa się wniosek, że Łódź jest miastem niskich domów, z małą liczbą wieżowców. Średnia wysokość budynków tylko w rejonie łódzkiego Manhattanu przekracza 25 m, na przeważającym obszarze miasta, w tym także w rejonach centralnych, waha się w granicach 10–12 m (rys. 6).

Ogólna kubatura budynków, przedstawiona na rys. 7 w postaci współczynnika intensywności zabudowy, tj. grubości warstwy budynków, przy założeniu, że pole podstawowe jest zabudowane równomiernie, wskazuje, że tylko centralne obszary przekraczają wskaźnik 5 m (max 6,6 m). Na pozostałym obszarze wartości wskaźnika wahają się w granicach 1–2 m, włączając w to także nowe dzielnice mieszkaniowe. Jest charakterystyczne, że nawet tereny zabudowy jednorodzinnej mają wskaźnik kubaturowy względnie duży, co wynika z faktu, że w większości są to tereny zabudowy intensywnej, szeregowej, a w mniejszym stopniu zabudowy rezydencjonalnej (budynki wolnostojące).

Tereny pokryte roślinnością (rys. 8) największy udział mają na terenach podmiejskich, w rejonach budownictwa jednorodzinnego (60–70%). Najbardziej zainwestowane obszary mają wskaźnik niższy niż 40%, a centralne rejon miasta (2 km²) nawet niższy niż 20%. W dwóch polach podstawowych tereny zieleni zajmują powierzchnię poniżej 10% (5,2–9,6%). Są to głównie trawniki i skwery, a także parcele nie zabudowane. Zielenń wysoka (rys. 9) skoncentrowana jest na terenach nielicznych parków śródmiejskich oraz cmentarzy.

Współczynnik szorstkości obliczony dla kierunku N–S (rys. 10) przyjmuje wartości do 293 cm w rejonie wysokościowej zabudowy mieszkaniowej w centralnym rejonie miasta; 4 km² powierzchni centralnej charakteryzuje się wartościami powyżej 100 cm. Duże wartości współczynnika są charak-

terystyczne dla nowych dzielnic mieszkaniowych, zwłaszcza Retkinia i Widzew, tj. tych dzielnic, które składają się z dużej liczby budynków 11-kondygnacyjnych, usytuowanych równolegle względem siebie i prostopadle do badanego kierunku. Ponieważ na osiedlach mieszkaniowych w Łodzi układ równoległych bloków jest bardzo popularny, różnice wartości współczynnika szorstkości dla kierunków N-S oraz W-E (rys. 11) są niekiedy znaczne. Bardzo dobrym przykładem jest tutaj osiedle Widzew-Wschód. Dla kierunku W-E współczynnik szorstkości przyjmuje wartości maksymalnie do 145 cm, podczas gdy dla kierunku N-S zaledwie 97 cm (w pojedynczym polu podstawowym). W odpowiednich polach podstawowych różnice dodatnie lub ujemne przyjmują wartości: +57, +32, +4, +53, -25, -10, +19, +41 cm itp. Również duże różnice w poszczególnych polach podstawowych zaznaczają się w centralnych rejonach miasta, na co wpływ może mieć układ podwojek o wyraźnie ukierunkowanej orientacji wynikającej z kształtu parceli i w konsekwencji układu architektonicznego centralnych kwartałów miasta.

WNIOSKI

Najważniejszą cechą zabudowy Łodzi jest zróżnicowanie fizjonomiczne miasta wynikające z jego historycznego rozwoju. Zwartość i monotonia zabudowy dużych centralnych rejonów miasta, zarówno pod względem wysokościowym, jak i szerokości oraz układu ulic, jest reliktem urbanistycznym rzadko już występującym w innych miastach Polski. Sprzyja to jednakże badaniom klimatologicznym wpływu zabudowy miejskiej na warunki wymiany ciepła tych dużych, względnie jednorodnych powierzchni sztucznych. Inną cechą charakterystyczną Łodzi jest występowanie na obrzeżach miasta dużych dzielnic mieszkaniowych z zabudową typu blokowego, często o podwyższonej wysokości. Graniczą one często wprost z polami uprawnymi, a brak typowej w starszych miastach strefy przedmieść stwarza warunki do kształtowania się odrębnych ognisk wyspy ciepła i dużych poziomych kontrastów termicznych. Z tego powodu można sądzić, że kartometryczna analiza własności podłoża w warunkach łódzkich może być dobrą podstawą do wydzielenia zasięgu przestrzennego określonych typów klimatu lokalnego miasta.

Praca została wykonana w ramach grantu Komitetu Badań Naukowych nr 6P04E 036 08.

LITERATURA

- Lettau H., 1969, *Note on Aerodynamic Roughness-Parameter Estimation on the Basis of Roughness-Element Description*, J. Appl. Meteor., Vol. 8, s. 828-832
- Liszewski S., 1977, *Tereny miejskie a struktura przestrzenna Łodzi*, Acta Univ. Lodz., s. 181

Zakład Meteorologii i Klimatologii
Uniwersytetu Łódzkiego

SUMMARY

The climatic researches on urban areas are very complicated. It is caused not only by a great spatial differentiation of local microclimates but by technical difficulties concerning the adequate way of describing them in compliance with experimental data as well. In this work, it has been made an attempt to characterize the urban surface with regard to all the features which determinate formation of individual climatic conditions. The percentage of artificial surface in general, surface of the roofs on buildings of different heights, the green area both trees (as high green surface) and lawns and fields (as low green surface) has been estimated. Besides, the roughness parameter, according to Lettau's formula (frontal area index) has been calculated for two different wind's directions (N, W).