

Piotr Struzik

**ZASTOSOWANIE INFORMACJI SATELITARNEJ AVHRR/NOAA
DO BADANIA ZJAWISKA MIEJSKIEJ WYSPY CIEPŁA**

**APPLICATION OF THE AVHRR/NOAA SATELLITE INFORMATION
FOR URBAN HEAT ISLAND INVESTIGATION**

Informacja AVHRR/NOAA jest doskonałym narzędziem monitoringu temperatury powierzchni z kilkugodzinnym odstępem czasowym. Opisano metodę określania temperatury powierzchni. Omówiono różne źródła błędów (kalibracja radiometrów, wpływ atmosfery i problem emisyjności) w pomiarach temperatury przez satelity. Zaprezentowano przykłady miejskiej wyspy ciepła.

WPROWADZENIE

Charakterystyczną cechą środowisk miejskich jest różnica pomiędzy przebiegiem dobowym temperatury dla terenów zurbanizowanych i otaczających je terenów podmiejskich. Analiza pomiarów meteorologicznych na terenach miejskich doprowadziła do wykrycia zjawiska wyspy ciepła dla miast o populacji już powyżej 10 000 mieszkańców. Szczególnie silny wpływ urbanizacji uwidacznia się w minimalnych dobowych temperaturach i znacznych różnicach pomiędzy temperaturą powierzchni ziemi i atmosfery. Do analizy klimatu środowisk miejskich szczególnie przydatne są techniki teledetekcyjne, zwłaszcza możliwość określania rozkładu temperatury powierzchni z danych satelitarnych.

Amerykańskie badania (Rao 1972; Matson i in. 1978; Roth i in. 1989) wskazują na zjawisko znacznej różnicy temperatury terenów silnie zurbanizowanych w stosunku do terenów podmiejskich w ciągu dnia i niewielką różnicę temperatury w nocy. Na terenach miejskich występuje tzw. wyspa ciepła. Dzienny rozkład temperatury powierzchni jest ściśle związany z użytkowaniem terenu. Powierzchnie pokryte betonem lub asfaltem – charakterystyczne dla terenów miejskich – szybko nagrzewają się w ciągu dnia i emitują zmagazynowane ciepło w okresie nocy. Obszary pokryte roślinnością, gdy

zasób wody w glebie jest wystarczający, uwalniają znaczną ilość ciepła wskutek zjawiska ewapotranspiracji. W okresie zimowym, gdy wegetacja nie występuje, różnica temperatury pomiędzy terenem miejskim i otaczającymi obszarami również występuje w związku z emisją ciepła z ogrzewanych od wewnątrz struktur miejskich (budynki, zakłady przemysłowe). Ponadto uwidacznia się silny wpływ antropogeniczny na stan pokrywy śnieżnej (odsnieżanie, zanieczyszczenie) na terenach miejskich, co prowadzi do większej absorpcji ciepła w miastach niż na pokrytych śniegiem obszarach wokół miast.

Odwrotne zjawisko występuje dla temperatury powietrza – największa różnica pomiędzy temperaturą powietrza terenu miejskiego i podmiejskiego jest obserwowana w nocy, podczas gdy największa różnica pomiędzy temperaturą powierzchni tych dwóch obszarów jest obserwowana w południe. Ograniczona ilość ciepła zmagazynowana w powierzchniowej warstwie gleby pokrytej roślinnością, w której zachodzi proces transpiracji, w porównaniu do skąpej wegetacji na terenach silnie zurbanizowanych, jest najprawdopodobniej główną przyczyną powstawania wyspy ciepła.

Korzystając z informacji satelitarnej AVHRR z amerykańskich satelitów orbitujących NOAA, możliwe jest określanie temperatury powierzchni z rozdzielczością około 1 km, kilka razy na dobę. Warunkiem jest bezchmurny stan atmosfery nad badanym terenem. Pomiar satelitarny stanowi uśrednienie temperatury dla każdego piksela o powierzchni około 100 ha, podczas gdy zróżnicowanie temperatury w promieniu kilku metrów może wynosić nawet do kilkunastu stopni. Naziemny pomiar rozkładu temperatury powierzchni praktycznie jest niemożliwy. Radiometr AVHRR posiada trzy kanały spektralne w podczerwieni (3,5–3,9 μm , 10,3–11,3 μm i 11,5–12,5 μm) pozwalające na eliminację wpływu atmosfery na określaną temperaturę powierzchni. Wykorzystanie danych satelitarnych AVHRR/NOAA z kanałów w świetle widzialnym i bliskiej podczerwieni do określania wskaźnika roślinności pozwala na identyfikację obszarów silnie zurbanizowanych związanych z centrami miast, gdzie wartości wskaźnika roślinności są bliskie zeru. Dla obszarów o luźniejszej zabudowie i terenów wokół miast wskaźnik roślinności przyjmuje znacznie większe wartości, pozwalając na wyznaczenie obszarów pokrytych gęstą zieloną wegetacją.

Aby możliwa była realizacja takiego zadania niezbędne są dane satelitarne z satelitów meteorologicznych NOAA pozwalające zarówno na określanie temperatury powierzchni, jak i wskaźnika roślinności. W Oddziale Krakowskim Instytutu Meteorologii i Gospodarki Wodnej od 1986 r. są rejestrowane, a od 1988 r. – archiwizowane dane satelitarne NOAA. Aktualnie działająca stacja odbioru danych satelitarnych pozwala na automatyczną rejestrację wszystkich dostępnych transmisji z satelitów serii NOAA, w tym również transmisji nocnych. Automatyczne stacje pomiarowe zlokalizowane na

teren Aglomeracji Krakowskiej mogą być wykorzystane do określania temperatury powietrza w godzinach rejestracji danych satelitarnych. Obraz satelitarny z satelitów NOAA dostępny jest 6–8 razy na dobę i pokrywa pas o szerokości około 2200 km. Rozdzielczość około 1 km w punkcie podsatelitarnym i lepsza od 1,5 km dla 70% obrazu satelitarnego jest w zupełności wystarczająca do badania terenów miejskich o wielkości Krakowa czy też Aglomeracji Górnośląskiej.

Analiza zjawiska wyspy ciepła na terenach miejskich, zróżnicowania tego zjawiska zarówno w sensie przestrzennym, jak i czasowym (sezonowym), porównanie pomiarów naziemnych temperatury powietrza z satelitarnymi pomiarami temperatury powierzchni pozwoli na lepsze poznanie antropogenicznych wpływów na klimat miasta. Wyspa ciepła występująca w czasie sezonu wegetacyjnego obrazuje mikroklimat środowiska miejskiego przekształconego przez człowieka. Analiza wyspy ciepła w okresie zimowym pozwoli na określenie obszarów, gdzie wytwarzana jest i uwalnia się do atmosfery największa ilość energii cieplnej, co wiąże się również ze stratami energii grzewczej.

OPIS METODY

Aby umożliwić analizę zjawiska wyspy ciepła niezbędne jest wykonanie następujących zadań:

1. Detekcja obszarów zurbanizowanych poprzez analizę wskaźnika roślinności w sezonie wegetacyjnym (zróżnicowanie stopnia urbanizacji), poza sezonem wegetacyjnym lokalizacja geograficzna obszarów miejskich przy wykorzystaniu danych z sezonu wegetacyjnego.

2. Analiza temperatury powierzchni na podstawie danych satelitarnych z kanałów w podczerwieni, przejście z temperatury radiacyjnej na rzeczywistą poprzez analizę zależności współczynnika emisyjności od pokrycia terenu, korekcja atmosferyczna przez zastosowanie metody podwójnego okna.

3. Analiza zróżnicowania pomiędzy temperaturą powierzchni określaną z danych satelitarnych a temperaturą powietrza mierzoną metodą konwencjonalną i dobowej zmienności tej różnicy.

Efektym wymienionych powyżej zadań może być wyznaczenie zależności pomiędzy temperaturą powierzchni a wartością wskaźnika roślinności na terenach zurbanizowanych w porównaniu do terenów wokół miast, lokalizacja obszarów o największych anomaliach przebiegu dobowej temperatury. Ponadto możliwe jest powiązanie występowania zjawiska wyspy ciepła na terenie miejskim z sytuacją meteorologiczną i stanem atmosfery.

Kanał 1 (0,58–0,68 μm) i kanał 2 (0,72–1,1 μm) radiometru AVHRR/NOAA pozwalają na detekcję obszarów pokrytych roślinnością

oraz śledzenie zmian czasowych i przestrzennych pokrywy roślinnej poprzez określanie wskaźnika roślinności:

$$NDVI = \frac{CH2 - CH1}{CH2 + CH1} \quad (1)$$

Pozwala to na identyfikację obszarów miejskich, szczególnie silnie zurbanizowanych i przemysłowych, gdzie roślinność zielona jest bardzo skąpa lub nie występuje. Rozmiar piksela wynoszący około 1 km w punkcie podsatelitarnym jest wystarczający do badania zjawiska wyspy ciepła. Szczególnie cenną zaletą tego systemu satelitarnego jest krótki czas repetycji, w ciągu doby rejestrujemy 5–7 obrazów satelitarnych obejmujących większą część Europy. Pozwala to na śledzenie cyklu dobowego temperatury, pod warunkiem bezchmurnej sytuacji nad badanym obszarem.

Podstawowymi problemami, jakie napotykamy przy korzystaniu z danych satelitarnych do określania temperatury powierzchni, są:

- kalibracja radiometru satelitarnego,
- wpływ atmosfery na pomiar temperatury powierzchni,
- wpływ współczynnika emisyjności powierzchni na pomiar.

Pierwsze dwa z wymienionych problemów były wielokrotnie poruszane w publikacjach naukowych dotyczących przede wszystkim detekcji temperatury powierzchni morza. Ostatni z wymienionych problemów szczególnie zaznacza się na obszarze lądu, gdzie współczynnik emisyjności dla różnych typów pokrycia terenu zmienia się od 0,86 do 0,98.

Problem kalibracji radiometru rozwiązywano w różny sposób dla kolejnych systemów satelitarnych NOAA. Podstawowymi danymi do określania zależności zmierzonych przez radiometr w kanałach w podczerwieni od radiacji docierającej do radiometru są dane kalibracyjne mierzone dla każdej linii skaningowej obrazu satelitarnego. Takie pomiary, jak radiacja zimnego kosmosu, radiacja i temperatura wewnętrznego wzorcowego ciała doskonale czarnego służą do wyznaczania zależności $N_T \sim X$ (radiacja $\sim$ zmierzona wartość).

$$N = G X + I \quad (2)$$

gdzie:

- N – radiacja,
- X – wartość zmierzona przez radiometr,
- G, I – współczynniki.

$$G = \frac{N_{sp} - N_{\bar{T}}}{\bar{X}_{sp} - \bar{X}_{\bar{T}}} \quad (3)$$

$$I = N_{sp} - G \cdot \bar{X}_{sp} \quad (4)$$

gdzie:

- N_{sp} – radiacja zimnego kosmosu,
- N_T – radiacja wewnętrznego źródła wzorcowego,
- $\bar{X}_{sp}, \bar{X}_T$ – średnie wartości zmierzone, gdy radiometr jest skierowany w kosmos i na źródło wzorcowe (odpowiednio).

Dla kompensacji nieliniowości radiometru stosowano dwie techniki: przyjmowanie temperatury zimnego kosmosu za różną od zera (NOAA 6, 14), bądź stosowanie tabel korekcyjnych interpolowanych dla konkretnej temperatury czujników satelity znanej z danych telemetrycznych (NOAA 7–11).

Prawo Plancka przedstawia relację pomiędzy temperaturą powierzchni a radiacją emitowaną w określonym zakresie promieniowania:

$$N(T) = \varepsilon \int_{v_i}^{v_n} \beta(v, T) \hat{\phi}(v) dv \quad (5)$$

gdzie:

- $N(T)$ – radiacja powierzchni o temperaturze T [$mW/(sr \cdot m^2 \cdot cm^{-1})$],
- ε – współczynnik emisyjności,
- $\beta(v_i, T)$ – funkcja Plancka,
- v – liczba falowa (cm^{-1}),
- $\hat{\phi}(v)$ – znormalizowana funkcja odpowiedzi radiometru.

W rzeczywistości potrzebujemy relacji odwrotnej: ze znanej wartości radiacji chcemy uzyskać temperaturę. W miejsce analitycznej metody do rozwiązania tego problemu stosuje się tablice $T \sim N(T)$ wygenerowane dla konkretnej funkcji odpowiedzi radiometru w poszczególnych kanałach.

Problem wpływu atmosfery jest bardzo ważny, ponieważ nieuwzględnienie jego prowadzi do błędów wynoszących od dziesiątych części stopnia dla zimnej i suchej atmosfery nawet do $2-3^\circ$ dla atmosfery cieplej i wilgotnej. Zasadniczym czynnikiem wpływającym na pomiar satelitarne jest absorpcja promieniowania emitowanego z powierzchni ziemi oraz promieniowanie cieplne samej atmosfery silnie zależne od zawartości pary wodnej. Korekcję tego zjawiska uzyskujemy stosując metodę podwójnego okna (split-window), korzystając z pomiarów w dwóch lub trzech kanałach spektralnych ($10,3-11,3 \mu m$ i $11,5-12,5 \mu m$, w nocy również $3,5-3,8 \mu m$) radiometru AVHRR/NOAA. Pozwala to na uzyskanie dokładności rzędu $0,2-0,5^\circ$ dla pomiaru temperatury powierzchni wody. Spośród wielu zależności $T_s(T_4, T_5)$ najlepszą dokładność dla Morza Bałtyckiego wykazała zależność:

$$T_s = T_4 + 2,702 \cdot (T_4 - T_5) - 0,582 \quad (6)$$

stosujemy ją również dla powierzchni lądu.

Najwięcej trudności sprawia problem emisyjności powierzchni. O ile dla powierzchni morza współczynnik emisyjności jest bliski jedności i możemy powierzchnię traktować jak ciało doskonale czarne (dla kątów skanowania radiometru mniejszych od 30°), o tyle dla powierzchni lądu zaniedbanie tego problemu prowadzi do zaniżania zmierzonych wartości temperatury o $2-5^\circ$ dla powierzchni o niskim współczynniku emisyjności. Współczynniki emisyjności wybranych typów pokrycia terenu przedstawiono poniżej:

piasek	– 0,85
goła gleba	– 0,93
trawa	– 0,95
gęsta roślinność	– 0,97
woda	– 0,98

Szczególnego znaczenia nabiera ten problem w przypadku badania miejskiej wyspy ciepła. Biorąc pod uwagę często niewielkie różnice temperatury pomiędzy terenem zurbanizowanym a otaczającymi go terenami zielonymi, często porównywalne z błędem metody, widzimy konieczność zastosowania korekcji tego efektu. Różnica pomiędzy temperaturą określoną dla rzeczywistych współczynników emisyjności a temperaturą ciała doskonale czarnego ($\varepsilon = 1$) obliczona metodą podwójnego okna wyraża się wzorem (Becker 1987):

$$T - T(\varepsilon = 1) \cong 50(1 - \bar{\varepsilon}) / \bar{\varepsilon} - 300(\varepsilon_1 - \varepsilon_2) / \bar{\varepsilon} \quad (7)$$

gdzie:

- $\varepsilon_1, \varepsilon_2$ – współczynniki emisyjności dla kanału 4 i 5 radiometru AVHRR,
- $\bar{\varepsilon}$ – średni współczynnik emisyjności dla dwóch kanałów.

Niestety, na ogół nie mamy do dyspozycji precyzyjnych pomiarów współczynnika emisyjności (do drugiego miejsca po przecinku) w poszczególnych kanałach spektralnych. Przybliżone wartości średniego współczynnika emisyjności możemy ocenić na podstawie wskaźnika roślinności określanego z danych satelitarnych. Przykładem może być metoda (Van de Griend i in. 1993), gdzie zależność $\varepsilon \sim \text{NDVI}$ można przedstawić w formie analitycznej:

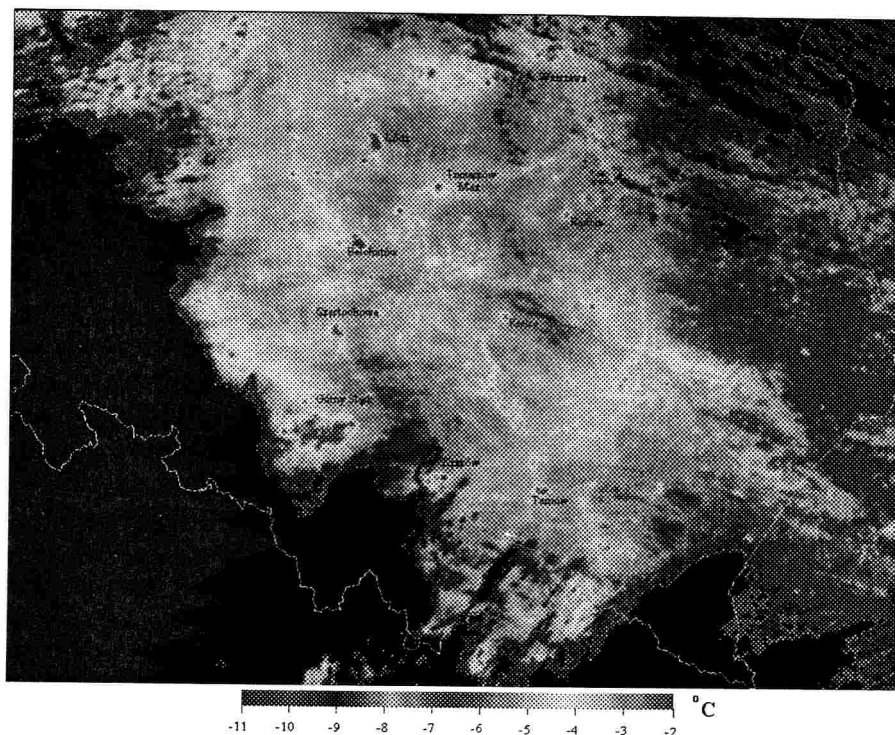
$$\begin{aligned} \varepsilon &= 1,0 && \text{dla } \text{NDVI} < 0,05 \\ \varepsilon &= 0,03 \cdot \ln(\text{NDVI}) + 1,01 && \text{dla } \text{NDVI} \geq 0,05 \end{aligned} \quad (8)$$

O ile dla transmisji dziennych możemy bezpośrednio dla każdego piksela stosować korekcję temperatury wg wzoru (7), przyjmując $\varepsilon_1 = \varepsilon_2$, o tyle dla transmisji nocnych, gdy brak jest oświetlenia słonecznego, musimy stosować wartości NDVI określone w porze dziennej. Ze względu na zmienność zachmurzenia często niezbędne jest zastosowanie kompozycji wartości NDVI z najbliższych dni. W takim przypadku niezwykle istotna jest dokładność

dowiązania geograficznego pikseli obrazów satelitarnych. Osobnym problemem są zbiorniki wodne, dla których współczynnik emisyjności przyjmujemy za równy 1,0. Wskaźnik roślinności dla wody ma wartości ujemne, w związku z tym piksele obejmujące częściowo obszar wody, częściowo lądu mają wartość wskaźnika roślinności bliską zeru. To zawyża ich temperatury poprzez błędnie przyjęty niski współczynnik emisyjności. Może też powodować konturowanie zbiorników wodnych linią o nieco wyższej temperaturze.

UZYSKANE REZULTATY

Opisana powyżej metoda posłużyła do badania zjawiska wyspy ciepła na obszarze Polski i dla wybranych miast Europy znajdujących się w zasięgu odbioru transmisji satelitarnych NOAA w IMGW w Krakowie. Na rys. 1 przedstawiono rozkład temperatury na części obszaru Polski w dniu 12 marca 1996 r. o godz. 8.12 GMT. Na bezchmurnej części obrazu wyraźnie



Rys. 1. Temperatura powierzchni – 12 marca 1996 r., godz. 8.12 GMT

Fig. 1. Surface temperature – 12 March 1996, 8.12 GMT

widoczne są miejskie wyspy ciepła związane z terenami zurbanizowanymi lub przemysłowymi. Uwidacznia się największa wyspa ciepła w Polsce obejmująca obszar Górnego Śląska oraz mniejsze wyspy ciepła związane z takimi miastami jak Częstochowa, Tarnów itp. Dobrze widoczny jest rejon Bełchatowa, gdzie wytwarzane jest około 30% energii elektrycznej w Polsce. Różnice pomiędzy temperaturą w centrach miast i terenami nieurbanizowanymi sięgają 3–4°. Powyższy obraz został opracowany przy założeniu jednakowego współczynnika emisyjności dla całego obrazu (ze względu na okres zimy).

Na rys. 2 przedstawiono obraz satelitarny temperatury powierzchni rejonu Warszawy z 11 sierpnia 1997 r. (godz. 6.51 GMT) obliczoną na dwa sposoby. Rozkład temperatury po lewej obliczono przyjmując dla całego obszaru jednakowy współczynnik emisyjności równy 0,97. Dla obrazu po prawej stronie współczynnik emisyjności każdego piksela jest uzależniony od wartości wskaźnika roślinności NDVI tego piksela. Zastosowano formułę opisaną w tekście. Wyraźnie zarysowana jest wyspa ciepła dla obszaru miejskiego. Druga metoda wzmacnia kontrast pomiędzy terenami o skąpej roślinności a pokrytymi gęstą roślinnością.

WNIOSKI

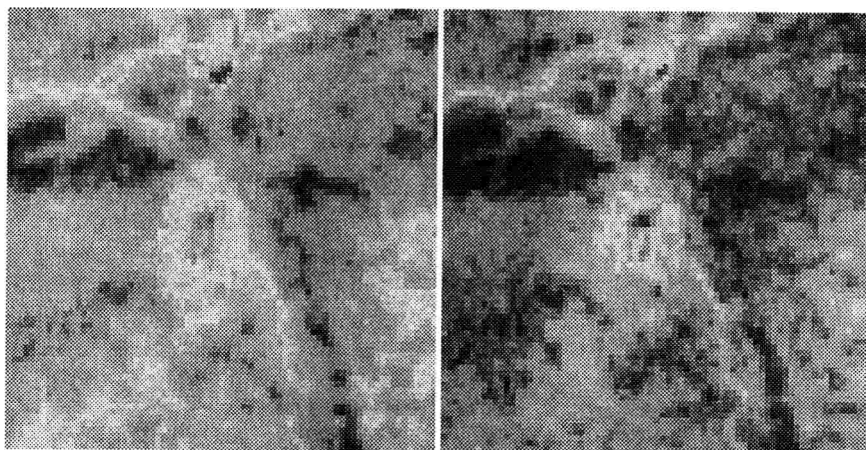
Teledetekcja satelitarna jest bardzo dobrym narzędziem do monitorowania zmienności czasowej i przestrzennej temperatury powierzchni. Szczególnie satelity NOAA stanowią rozsądny kompromis pomiędzy rozdzielczością i czasem repetycji obrazu satelitarnego. Pozwala to na monitorowanie miejskich wysp ciepła na obszarze Europy, a w szczególności Polski w cyklu dobowym i długoterminowym.

Technika teledetekcyjna oprócz wielu zalet posiada również ograniczenia, z których musimy sobie zdawać sprawę stosując ją w badaniach naukowych. Do podstawowych problemów związanych z monitorowaniem miejskich wysp ciepła należą:

- precyzyjna kalibracja radiometru satelity,
- korekcja atmosferyczna,
- uwzględnienie emisyjności powierzchni zależnej od rodzaju pokrycia terenu,
- precyzyjna korekcja geometryczna obrazów pozwalająca na porównywanie poszczególnych scen,
- zachmurzenie stanowiące podstawowe ograniczenie wszystkich metod optycznych.

W chwili obecnej największym źródłem błędów jest nieprecyzyjna informacja o współczynniku emisyjności poszczególnych pikseli obrazu satelitarnego.

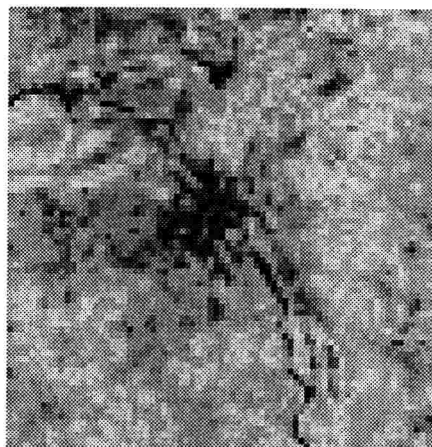
a)

temperatura powierzchni
współczynnik emisyjności = 0,97temperatura powierzchni
współczynnik emisyjności zależny od NDVI

14

23

b)



wskaźnik roślinności NDVI



0.0

0.5

Rys. 2. Obraz satelitarny temperatury powierzchni w rejonie Warszawy 11 sierpnia 1997 r. (godz. 6.51 GMT) obliczona na dwa sposoby (a) oraz wskaźnik roślinności NDVI tego samego obszaru (b)

Fig. 2. Satellite picture of surface temperature in Warsaw neighbourhood on 11 August 1997 (6.51 GMT) calculated by two methods (a) and vegetation indices for the same area (b)

Piksele o wielkości 1–1,5 km nie są powierzchniami jednorodnymi, a nawet gdyby były, to bezpośredni pomiar współczynnika emisyjności nie jest prosty zarówno metodą teledetekcyjną, jak i na powierzchni ziemi. Zaprezentowana technika wykorzystania wskaźnika roślinności NDVI określanego z danych satelitarnych, do oceny współczynnika emisyjności powinna wpłynąć pozytywnie na dokładność metody.

LITERATURA

- Alados-Arboleadas L. A., Olmo Reyes F. H., Pozo Vazques D., 1995, *A Comparison of Land Surface Temperature Algorithms*, [w:] *Proc. The Meteorological Satellite Data Users' Conf.*, 4–8 Sept. 1995, Winchester, UK, s. 223–230
- Baranski L., Borelowski J., Struzik P., 1987, *Registration and Processing of Satellite HRPT Transmission*, Sci. Bull. St. Staszic Academy of Mining and Metalurgy, No 100, Geodesy, Bulletin, Vol. 94, Kraków, Poland, 193 ss.
- Baranski L., Struzik P., 1988, *Interactive System for Registration and Processing of Digital Satellite Data Using IBM PC/AT Computer*, [w:] *International Archives of Photogrammetry and Remote Sensing*, Vol. 27, B2. Com. II, XVI Congress ISPRS, Kyoto, Japan, July 1–10
- Becker F., 1987, *The Impact of Spectral Emmissivity on the Measurement of Land Surface Temperature From a Satellite*, Int. J. Remote Sensing, Vol. 8, No 10, s. 1509–1522
- Dalu G., 1985, *Emittance Effect on the Remotely Sensed Sea Surface Temperature*, Int. J. Remote Sensing, Vol. 6, No 5, s. 733–740
- Dedieu G., 1993, *Derivation of Geophysical Parameters From AVHRR Data*, [w:] *Advances in the Use of AVHRR Data for Land Application*, Ispra 22–26 Nov. 1993
- Ferencz Cs., Tarcsai G., Lichtenberger J., 1993, *Correction of Atmospheric Effects of Satellite Remote Sensing Data (Landsat MSS- NOAA AVHRR) for Surface Canopy Investigation*, Int. J. Remote Sensing, Vol. 14, No 18, s. 3417–3431
- Gallo K. P., McNab A. L., Karl T. R., Brown J. F., Hood J. J., Tarpley J. D., 1993, *The Use of Vegetation Index for Assessment of the Urban Heat Island Effect*, Int. J. Remote Sensing, Vol. 14, No 11, s. 2223–2230
- Jankowiak L., Kmiecik P., Struzik P., 1989, *Processing of Satellite Data in Order to Visualise the State of the Earth Surface and of the Atmosphere*, Film Nauk., No 2, Katowice, Poland, s. 26
- Lauritson L., Nelson G. I., 1979, 1985, 1990, *Data Extraction and Calibration of TIROS-N/NOAA Radiometers*, NOAA Technical Memorandum NESS 107, Washington D.C.
- Matson M., McClain E. P., McGinnis D. F., Pritchard J. A., 1978, *Satellite Detection of Urban Heat Island*, Monthly Weather Rev., Vol. 106, s. 1725–1734
- Struzik P., 1992, *Application of AVHRR/NOAA Satellite Information for Monitoring of River Basins Surface Parameters*, [w:] *Proc. of Int. Conf. Operational Hydrology*, Wola Zreczycka, 21–22.09.1992, s. 65–74
- Van de Griend A. A., Owe M., 1993, *On the Relationship Between Thermal Emmissivity and the Normalized Difference Vegetation Index for Natural Surfaces*, Int. J. Remote Sensing, Vol. 14, No 6, s. 1119–1131

SUMMARY

The AVHRR/NOAA information is an excellent tool for surface temperature monitoring with a few hours time step. The method of surface temperature determination was described. The different sources of errors (calibration of radiometers, atmospheric correction and emissivity problem) in temperature measurement by satellites were discussed. The examples of urban heat island were presented.