

POLSKA AKADEMIA NAUK
INSTYTUT GEOGRAFII

PRACE GEOGRAFICZNE NR 95

MARIA WANDA KRAUJALIS

UDZIAŁ CIEPŁA
ZE SZTUCZNYCH ŹRÓDEŁ
W BILANSIE CIEPLNYM
NA OBSZARZE POLSKI

WROCŁAW · WARSZAWA · KRAKÓW · GDAŃSK
ZAKŁAD NARODOWY IMIENIA OSSOLIŃSKICH
WYDAWNICTWO POLSKIEJ AKADEMII NAUK

Tasmasem Recurentoni nej shumnej pracy
2.8.1972² prośbę o przyjęcie dedykacji autora

POLSKA AKADEMIA NAUK
INSTYTUT GEOGRAFII

Alhaujelis

PRACE GEOGRAFICZNE NR 95

ГЕОГРАФИЧЕСКИЕ ТРУДЫ

№ 95

МАРИЯ ВАНДА КРАУЯЛИС

УЧАСТИЕ ТЕПЛА ИЗ ИСКУССТВЕННЫХ ИСТОЧНИКОВ
В ТЕПЛОВОМ БАЛАНСЕ НА ТЕРРИТОРИИ ПОЛЬШИ

*

GEOGRAPHICAL STUDIES

№ 95

MARIA WANDA KRAUJALIS

THE SHARE OF HEAT FROM ARTIFICIAL SOURCES
IN THE HEAT BALANCE OF POLAND'S TERRITORY

POLSKA AKADEMIA NAUK
INSTYTUT GEOGRAFII

PRACE GEOGRAFICZNE NR 95

MARIA WANDA KRAUJALIS

UDZIAŁ CIEPŁA
ZE SZTUCZNYCH ŹRÓDEŁ
W BILANSIE CIEPLNYM
NA OBSZARZE POLSKI

WROCŁAW · WARSZAWA · KRAKÓW · GDAŃSK
ZAKŁAD NARODOWY IMIENIA OSSOLIŃSKICH
WYDAWNICTWO POLSKIEJ AKADEMII NAUK

1972

K o m i t e t R e d a k c y j n y

REDAKTOR NACZELNY: M. KIEŁCZEWSKA-ZALESKA
ZASTĘPCA REDAKTORA NACZELNEGO: K. DZIEWOŃSKI
CZŁONKOWIE: R. GALON, L. STARKEL
SEKRETARZ: I. STAŃCZAK

Według pracy doktorskiej
wykonanej pod kierunkiem
Prof. dr. Janusza Paszyńskiego

Redaktor Wydawnictwa Róża Wojtowska
Redaktor techniczny Lidia Samarin

Printed in Poland

Zakład Narodowy im. Ossolińskich — Wydawnictwo. Wrocław 1972.
Nakład: 750 + 130 egz. Objętość ark. wyd. 5,50, ark. druk. 4,75,
ark. A1 — 6. Papier ilustr. kl. III, 80 g, 70 × 100. Oddano do drukarni
29. IX 1971. Podpisano do druku 13 VI 1972. Druk ukńczono
w lipcu 1972. Wrocławska Drukarnia Naukowa. Zam. 824/71. F-10.
Cena zł 12,—

SPIS TREŚCI

1. Wprowadzenie	7
1.1. Rola ciepła sztucznego w kształtowaniu klimatu i miejsce omawianego problemu w systemie zagadnień związanych z klimatem miast	7
1.2. Cel pracy	11
1.3. Ogólna charakterystyka zastosowanej metody	11
1.4. Ogólne omówienie materiału	12
1.5. Uszeregowanie tematyczne zbioru danych podstawowych z wyjaśnieniem stosowanych pojęć	14
1.6. Ogólne omówienie sumy ciepła emitowanego ze sztucznych źródeł	17
1.7. Sposób oszacowania sum ciepła sztucznego według gałęzi gospodarki w ujęciu powiatowym	17
2. Struktura zużycia paliw w gospodarce ogólnokrajowej	23
3. Roczne sumy ciepła ze sztucznych źródeł i ich rozkład przestrzenny	26
3.1. Sumy ciepła z paliw zużywanych na cele produkcyjne	26
3.2. Sumy ciepła z paliw zużywanych na cele komunalno-bytowe	30
3.3. Sumy ciepła z paliw zużywanych na transport i komunikację	32
3.4. Sumy ciepła z paliw zużywanych łącznie na cele produkcyjne, komunalno-bytowe i komunikacyjno-transportowe	34
4. Stosunek ilości ciepła ze sztucznych źródeł do sum promieniowania całkowitego i efektywnego na obszarze Polski	40
4.1. Sumy globalne	40
4.2. Rozkład wartości wskaźników S/Q i S/E	41
5. Dynamika zmian w zużyciu paliw w przekroju wieloletnim	56
5.1. Dynamika zmian oparta na wielkościach zużytych surowców energetycznych	56
5.2. Dynamika zmian zużycia ważniejszych paliw pierwotnych według gałęzi gospodarki	57
5.3. Dynamika zmian zużycia ważniejszych paliw pierwotnych w ujęciu terytorialnym (wojewódzkim)	58
5.4. Przewidywana wielkość emisji ciepła	61
6. Podsumowanie wyników	65
Literatura	67
Резюме	71
Summary	73

1. WPROWADZENIE

Klimat w skali makroskopowej w odniesieniu do większych jednostek przestrzennych jest w głównej mierze uwarunkowany położeniem geograficznym, które implikuje warunki solarne, oraz ogólną cyrkulacją atmosferyczną, adwekcjami mas powietrza, ich jakością i częstotliwością.

Klimat warstwy przyziemnej może być kształtowany pod wpływem czynników lokalnych. Im natężenie tego wpływu jest większe, tym wyraźniejsze zróżnicowanie występuje w obrębie tej samej strefy makroklimatycznej.

Wśród czynników oddziałujących lokalnie na warunki klimatyczne jedne mogą mieć formę naturalną, jak ukształtowanie powierzchni, sieć wód, gleby i roślinność, inne — formę antropogeniczną, jak zabudowa podłoża i zmiana jego właściwości fizycznych, przekształcona rzeźba powierzchni, zmiana składu atmosfery wskutek wprowadzenia do niej nowych składników emitowanych w procesach spalania surowców energetycznych, itp.

Tak więc w strefach jednakowych warunków makroklimatycznych mogą różnicować się pewne obszary w zakresie klimatu lokalnego i mikroklimatu. Elementem różnicującym jest ilościowo i jakościowo odmienna struktura bilansu ciepła i wilgoci tych obszarów.

1.1. ROLA CIEPŁA SZTUCZNEGO W KSZTAŁTOWANIU KLIMATU I MIEJSCE OMAWIANEGO PROBLEMU W SYSTEMIE ZAGADNIEŃ ZWIĄZANYCH Z KLIMATEM MIAST

Człowiek, przystosowując środowisko przyrodnicze do swych celów, korzysta z jego naturalnych zasobów. Między innymi wyzwala energię pochodzenia słonecznego, magazynowaną w procesie fotosyntezy w ciągu milionów lat w postaci energii chemicznej zawartej w węglu kamiennym, ropie naftowej i gazie ziemnym, a także innych, młodszych surowcach energetycznych.

Energia chemiczna tkwiąca w paliwach zostaje zamieniona w ciepło podczas procesów spalania. Ciepło to bezpośrednio uchodzi do atmosfery przez promieniowanie lub przez konwekcję i turbulencję, bądź też jest akumulowane w podłożu.

Nie tylko bezpośredni proces spalania jest sztucznym źródłem ciepła. Również inne postacie energii w różnych procesach produkcyjnych w transporcie, w pracy

silników są w rezultacie w znacznym stopniu zamienione w ciepło, podobnie jak energia elektryczna.

W miarę postępu urbanizacji i industrializacji coraz większe ilości energii zawartej w ciałach palnych są uwalniane w ciągu krótkiego czasu i na stosunkowo małych przestrzeniach. Wyzwalanie energii cieplnej i towarzyszące temu zjawiska wywołują różnorakie skutki w środowisku geograficznym, które są tym wyraźniejsze, im większa jest koncentracja przestrzenna wyzwalanej energii.

Udoskonalenie form produkcji przemysłowej i związana z tym konieczność wymiany, transportu ludzi i przedmiotów przyczyniły się do powstania miast i sieci komunikacyjnej. W miarę narastania przestrzennego i intensyfikacji tych procesów coraz większym przeobrażeniom podlegają naturalne warunki bytowe. Najbardziej daje się to odczuć w dużych miastach i ośrodkach przemysłowych.

Jednym z najważniejszych przejawów odrębności klimatycznych miast, w stosunku do ich otoczenia, jest obok zmiany składu atmosfery i struktury pionowych i poziomych ruchów powietrza zmiana reżimu termicznego. Obserwuje się powszechnie wzrost temperatury w mieście, w porównaniu z sąsiednimi terenami [B-3, 4, 7, 12, 14, 16, 19, 21, 24, 29, 37, 46, 56], zmiany w jej przebiegu dobowym [B-3, 16, 31, 43], zmniejszenie dobowych, sezonowych i rocznych amplitud [B-30, 31] oraz zmiany w stratyfikacji termicznej [B-5, 28, 39, 55]. Wzrost temperatury powietrza w warstwie przyziemnej jest tym wyraźniejszy, im większy jest zasięg przestrzenny zwartej zabudowy, im bardziej zmienione jest podłoże atmosfery w porównaniu z warunkami naturalnymi.

Ogromnym ilościom wyzwalanej energii cieplnej towarzyszy emisja do atmosfery równie znacznych ilości zanieczyszczeń pyłowych i gazowych. Współdziałanie nakładających się czynników: emisji ciepła i zanieczyszczeń oraz zmiany charakteru podłoża — wpływa na przekształcanie warunków wymiany ciepła i wilgoci między podłożem a atmosferą; zatem emisja ciepła sztucznego jest jednym z trzech podstawowych czynników modyfikujących klimat zurbanizowanych obszarów.

Opracowania, które wykazują różnego typu odrębności klimatyczne warunków miejskich [B-1, 4, 5, 6, 7, 8, 10, 11, 12, 13, 15, 18, 23, 26, 28, 36, 37, 39, 43], analizują efekty działania człowieka w środowisku przyrodniczym. Przedmiotem ich badań są skutki procesów antropogenicznych w stale zmieniającym się środowisku. Zamierzeniem autorki było ocenić to zagadnienie od strony genetycznej poprzez analizę możliwości zmian struktury bilansu cieplnego. Działalność gospodarcza w zakresie energetyki, modyfikując warunki naturalnego obiegu ciepła na powierzchni ziemi, przekształca strukturę bilansu cieplnego, który jest z kolei bezpośrednim czynnikiem klimatotwórczym. Zmiany struktury bilansu są jednym z głównych powodów zmian klimatycznych.

Na bilans cieplny powierzchni ziemi składa się głównie wymiana ciepła drogą promieniowania (B), stanowiąca — traktowany często oddzielnie — bilans radiacyjny, wymiana ciepła poprzez parowanie lub kondensację pary wodnej (V) oraz

wymiana ciepła drogą konwekcji i turbulencji powietrza (L). Wzajemne relacje pomiędzy tymi komponentami tworzą strukturę bilansu ciepła. Ogólna postać bilansu ciepła na powierzchni ziemi jest następująca:

$$B = V + L + G,$$

gdzie, obok wymienionych wyżej składników, występuje wartość G , oznaczająca wymianę ciepła z podłożem przez przewodzenie. Wymienione składniki bilansu mogą być przedstawione w postaci różnic energii: strumieni ciepła dochodzącego do powierzchni ziemi i skierowanych odwrotnie, ku atmosferze.

Ciepło wyzwalane sztucznie jest dodatkową pozycją przychodową, wpływającą na każdy z tych strumieni; w rezultacie przekształca ono warunki konwekcji i turbulencji, wpływa na wielkość parowania, modyfikuje bilans radiacyjny. Znajdująca się nad miastem warstwa ogrzanego przez paleniska i najczęściej zanieczyszczonego powietrza podnosi wartość zwrotnego promieniowania cieplnego atmosfery, zmniejszając tym samym utratę ciepła przez wypromieniowywanie go z powierzchni ziemi, co daje się szczególnie wyraźnie zauważyć w obszarach wysoko uprzemysłowionych, np. w Górnośląskim Okręgu Przemysłowym [B- 32, 33]. Straty promieniowania słonecznego w rejonach przemysłowych, spowodowane znaczną absorpcją promieniowania przez zanieczyszczenia atmosferyczne, są w bilansie cieplnym rekompensowane zmniejszonym promieniowaniem efektywnym i bezpośrednim dopływem ciepła ze sztucznych źródeł.

Ciepło sztuczne może więc w warunkach miejskich odgrywać na tyle znaczną rolę, że wielu autorów, m. in. F. Steinhauser, wyróżniają je jako odrębną pozycję przychodową w równaniu bilansu. Bilans cieplny warstwy czynnej w mieście przybiera wówczas następującą postać:

$$B + S = V + L + G$$

gdzie:

B — oznacza bilans radiacyjny,

S — zysk ciepła otrzymywany na skutek ogrzewania domów, z działalności przemysłowej, ze środków transportu i komunikacji, tj. suma ciepła nazywana umownym terminem „ciepło sztuczne”, w odróżnieniu od naturalnych form ciepła, występujących na powierzchni ziemi bez ingerencji człowieka,

V — straty lub zyski ciepła przez parowanie i kondensację pary wodnej,

L — straty lub zyski ciepła z wymiany przez konwekcję i turbulencję powietrza pomiędzy podłożem a atmosferą,

G — dopływ ciepła lub pochłanianie przez powierzchnie domów, placów i ulic, które stanowią powierzchnię czynną w warunkach miejskich.

Przedmiotem badań autorki jest lewa strona powyższego równania: składowa S i stosunek jej wielkości do składników bilansu radiacyjnego w ujęciu przestrzennym.

Problemem oszacowania ilości ciepła sztucznego nikt się dotychczas w Polsce

nie zajmował. Z obcych publikacji na ten temat znane są opracowania dotyczące sztucznych źródeł ciepła w wybranym mieście: A. Garnett i W. Bach [B-20], opublikowane w „Monthly Weather Review” w 1965 r. i F. Probalda — w „Idö-jaras” w 1963 r. [B-42]. Ukazały się ponadto nieliczne opracowania, bądź notatki, zawierające ogólne sformułowania o roli wyzwanej energii cieplnej w kształtowaniu klimatu — m. in. O. A. Drozdowa [B-10] i M. I. Budyki [B-7, 10]. Budyko, a także inni autorzy radzieccy zajmują się tymi zagadnieniami w skali całego globu [B-8, 25, 27], dając własne oceny wielkości energii przetwarzanej w ciepło. Cechą wspólną wszystkich wymienionych wyżej prac jest oparcie oceny ilości sztucznie emitowanego ciepła na danych dotyczących zużycia paliw i ich wartości opałowej.

Prekursorami tej metody byli — cytowani przez A. Garnett we wstępie do jej pracy [B-20] — H. S. Eaton (1877) i W. Schmidt (1917). Pierwszy z nich obliczył, że ciepło wyzwane z 5 mln t węgla rąa powietrzu 188 km² metropolii Londynu jest wystarczające, by zmienić średnią temperaturę 30-metrowej warstwy powietrza o 1,2°C, drugi, oceniając ciepło sztuczne emitowane w zabudowanym obszarze Wiednia, szacował je na $\frac{1}{6}$ do $\frac{1}{4}$ promieniowania całkowitego (słonecznego). A. Garnett wspomina również, że dla Berlina oceniano ciepło sztuczne na ok. $\frac{1}{3}$ promieniowania słonecznego (nie podając autora).

Współczesne badania dotyczyły wielkości sztucznych źródeł ciepła w Budapeszcie [B-42] i Sheffield [B-20]. Roczna suma ciepła emitowanego w Sheffield, obliczona przez A. Garnett, wynosiła 14,6 kcal·cm⁻², co stanowiło ok. $\frac{1}{5}$ promieniowania całkowitego i ok. $\frac{1}{2}$ bilansu długofalowego (odpowiednika promieniowania efektywnego). F. Probald oceniał nie tylko sumy roczne dla Budapesztu, ale przeprowadził również porównanie sum miesięcznych, co dało bardzo interesujące wyniki. Łatwo różnice między ilością ciepła sztucznego a promieniowaniem całkowitym były znaczne, natomiast w okresie zimy wielkości te były bardzo do siebie zbliżone, równoważąc się w grudniu.

W niniejszej pracy przyjęto metodę, która kontynuuje podejście wspomnianych wyżej autorów; wprowadzono jednak dodatkowo wskaźnik przetwarzania zużytych surowców w ciepło, zależnie od charakteru procesu gospodarczego i technologii spalania. Poza tym opracowanie to różni się od cytowanych prac próbą przedstawienia przestrzennego zróżnicowania badanego zjawiska na obszarze całego kraju.

Jest to zagadnienie dość skomplikowane w porównaniu z oceną sum ogólnych. Odnosząc emisję ciepła do jednego punktu, jakim jest miasto na mapie kraju, lub do sum globalnych, ogólnokrajowych bądź nawet ogólnoswiatowych, uwzględnia się jako dane wyjściowe wszystkie surowce energetyczne, stanowiące „przychód” w bilansie energetycznym. Przy analizie rozkładu przestrzennego sztucznych źródeł ciepła i wielkości ich emisji dużą trudność sprawia ustalenie ilości surowców energetycznych, zużywanych w poszczególnych jednostkach przestrzennych, przy równoczesnym uwzględnianiu przepływów międzygałęziowych. Surowce pierwotne, jak węgiel kamienny i brunatny, gaz ziemny oraz ropa naftowa, są w koksowniach,

gazowniach, rafineriach, elektrowniach i elektrociepłowniach przetwarzane na wtórne nośniki energii, które w tzw. uszlachetnionej postaci (tj. w postaci koksu, brykietów, gazu miejskiego, energii elektrycznej i ciepłej wody) są źródłem ciepła w miejscach zużycia. Starano się uwzględnić te przepływy, jakkolwiek nie zawsze pozwalały na to posiadane materiały.

1.2. CEL PRACY

Celem pracy jest:

1) określenie ilości ciepła wyzwalanego sztucznie w procesach spalania na terenie naszego kraju w wyniku działalności gospodarczej, w obecnych warunkach ekonomicznych,

2) ocena stosunku pomiędzy powyższymi wielkościami a ilością ciepła naturalnego, którego źródłem jest słońce, a wtórnie także powierzchnia ziemi,

3) zbadanie rozkładu przestrzennego omawianych zjawisk,

4) zbadanie dynamiki zmian ilościowych emitowanego ciepła i próba prognozy w oparciu o perspektywiczne plany gospodarcze.

Realizacja każdego z powyższych zamierzeń wymaga odmiennego podejścia, a nawet nieco odmiennych metod. Szczegółowo zostaną one omówione w pkt. 1. 7 i pkt. 4 i 5.

1.3. OGÓLNA CHARAKTERYSTYKA ZASTOSOWANEJ METODY

Rozważano dwie metody, prowadzące do realizacji zamierzonego celu: pierwsza z nich polega na szczegółowym zbilansowaniu ciepła na stosunkowo niewielkich obszarach, o różnym stopniu zurbanizowania i uprzemysłowienia, wybranych drogą reprezentacji i umożliwiającących uogólnienie wniosków, druga ma charakter metody dedukcyjnej. Jej podstawą jest ogólna koncepcja teoretyczna, poparta informacjami o rodzaju i skali wielkości procesów gospodarczych, które powodują intensywne wyzwalanie energii cieplnej.

Zdecydowano się zastosować tę drugą metodę. Jej koncepcją teoretyczną jest założenie, że głównym źródłem ciepła sztucznego są procesy spalania surowców energetycznych i że prawie cała energia, zawarta w zużywanych paliwach, jest w rezultacie przemian przekształcona w ciepło, które uchodzi do atmosfery bądź jest akumulowane w podłożu (obie te pozycje potraktowano łącznie).

O tym, jaka część energii pozostaje w wykonanych produktach, w częściach nie spalonych (popioły, sadze), bądź też w związkach lotnych, decyduje rodzaj paliw, charakter procesów przetwarzania i sprawność termiczna stosowanych urządzeń. Cechy te zostaną bliżej omówione w pkt. 1. 5.

Informacje, które stanowiły punkt wyjścia do dalszych rozważań, dotyczyły:

1) określenia, ile zużytych paliw przypada na jednostkę czasu i powierzchni.

- 2) cech zużytych paliw, wyrażonych ich wartością opałową,
- 3) charakteru procesów, w których surowce energetyczne są przetwarzane w ciepło, wyrażających się określonym wskaźnikiem sprawności termicznej tego przetwarzania.

Przyporządkowanie informacjom z pkt. 1 odpowiednich danych z pkt. 2 i 3 umożliwiłoby wykonanie niezbędnych obliczeń i uzyskanie odpowiedzi na zasadnicze pytanie odnośnie do wielkości szukanych sum.

1.4. OGÓLNE OMÓWIENIE MATERIAŁU

Wielkość zużytych paliw podlega kontroli z gospodarczego punktu widzenia. Zatem niezbędne informacje, o których wspomniano wyżej, dotyczą sprawozdawczości gospodarczej w zakresie pokrycia krajowych potrzeb energetycznych. Są to materiały określające aktualne zużycie energii, a więc pośrednio i aktualną emisję ciepła, przez podstawowe działy gospodarki narodowej, i globalnie, przez cały kraj.

Działalność ekonomiczna w środowisku geograficznym ma określone ramy czasowe i przestrzenne. Dostępne materiały statystyczne odnoszą się do jednostek wyższego rzędu: jednostką czasową jest na ogół rok, terytorialną — obszar administracyjny; państwo, województwo, w rzadkich przypadkach — powiat. Powyższe jednostki stosuje się w niniejszej pracy, przyjmując dla oceny stanu aktualnego rok 1965. Przeprowadzony wówczas Spis przemysłowy GUS [A-32,33] umożliwił ujęcie wg powiatów przynajmniej niektórych z badanych wielkości.

Dla określenia dynamiki zmian uwzględniono porównawcze dane z okresu 1956-1968, a dla prognozy — założenia Komisji Planowania przy Radzie Ministrów na lata 1975-1985.

Potrzebne informacje czerpano głównie ze statystyk GUS [A-13, 14, 15, 16, 32, 33, 35, 37], ze sprawozdań resortowych Ministerstwa Górnictwa i Energetyki [A-8] i nie publikowanych opracowań [A-28] tego Ministerstwa oraz Zakładu Badań i Ekspertyz Państwowego Inspektoratu Gospodarki Paliwowo-Energetycznej przy MGİE, a także ze sprawozdań Ministerstwa Komunikacji. Ponadto dysponowano danymi z opracowań Państwowej Rady d. s. Gospodarki Paliwowo-Energetycznej przy Radzie Ministrów [A-3, 11, 23], z opracowań Instytutu Energetyki [A-2, 10, 12, 26] i z publikacji Zjednoczenia Energetyki, placówek PAN (Instytutu Geografii PAN, Komitetu Zagospodarowania Przestrzennego PAN, Komitetu Elektryfikacji Polski PAN) i niektórych katedr wyższych uczelni. Ponieważ wiele informacji było niepełnych, niejednoznacznych bądź sprzecznych, uzupełniano je drogą bezpośrednich konsultacji, m. in. u prof. S. Andrzejewskiego, wówczas przewodniczącego Państwowej Rady d. s. Gospodarki Paliwowo-Energetycznej, prof. J. Kołodziejczyka z PW (Politechniki Warszawskiej) prof. M. Madeyskiego — dyrektora Instytutu Transportu, prof. Cz. Mejro z PW,

mgr. S. Nehringa z PW, dr. S. Minorskiego z Komitetu Nauki i Techniki, mgr. inż. J. Ordęgi — kierownika Zakładu Badań i Ekspertyz PIGPE, mgr. inż. J. Rosady — ówczesnego dyrektora Stołecznego Przedsiębiorstwa Energetyki Ciepłej, dr. J. Wagnera z Komisji Planowania i innych.

Tym wszystkim osobom, jak również nie wymienionym pracownikom urzędów i ministerstw, z których życzliwością się spotkałam, szukając niezbędnych materiałów i informacji, składam serdeczne podziękowanie.

Dla określenia ciepła pochodzenia naturalnego przyjęto wielkość całkowitego promieniowania słonecznego dochodzącego do powierzchni ziemi i promieniowanie efektywne, tj. wartość wypromieniowania cieplnego przez tę powierzchnię. Sumy promieniowania całkowitego i ich rozkładu na obszarze Polski uzyskano z pracy L. Kuczmarskiej i J. Paszyńskiego [B-34, 35] oraz z *Atlasu bilansu promieniowania* [B-2], opracowanego w Zakładzie Klimatologii Instytutu Geografii PAN; wartości promieniowania efektywnego obliczono przy pomocy wzoru J. Monteitha w oparciu o standardowe pomiary temperatury powietrza, prężności pary wodnej i zachmurzenia wykonywane na stacjach państwowej służby meteorologicznej [B-32, 33].

Główną trudnością przy zestawianiu materiałów wyjściowych, dotyczących ilości i charakterystyki paliw oraz sposobów ich wykorzystania, okazało się zróżnicowanie stopnia szczegółowości danych w trzech wyżej wymienionych grupach informacji.

W dostępnych materiałach statystycznych, które dotyczą pierwszej grupy informacji, jednostki czasu i przestrzeni są bardzo duże: rok, cały kraj lub województwa. Uniemożliwia to wykonanie mapy obrazującej rozkład przestrzenny, gdyż dane są zbyt zgeneralizowane. Bardziej zróżnicowana jest druga grupa, tj. cechy paliw, a różnorodność procesów spalania jest ogromna. Każdy piec domowy, przemysłowy czy palenisko kotłowni i ciepłowni miejskiej ma inną sprawność przetwarzania paliwa w ciepło. Należało więc przyjąć pewne zasady zwiększania stopnia szczegółowości jednych danych i uogólniania drugich. Trzeba było dane dotyczące ilości zużytych paliw sprowadzić do mniejszych jednostek powierzchni i uogólnić charakter procesów przetwarzania do pewnych podstawowych typów, cechujących się określonym wskaźnikiem termicznej sprawności przemiany paliwa w ciepło.

Kończąc część wstępną autorka chciałaby złożyć serdeczne podziękowanie Panu Profesorowi dr. Januszowi Paszyńskiemu, z którego inicjatywy został podjęty omawiany temat, za życzliwe wskazówki i uwagi w toku jego opracowywania.

1.5. USZEREGOWANIE TEMATYCZNE ZBIORU DANYCH PODSTAWOWYCH Z WYJAŚNIENIEM STOSOWANYCH POJĘĆ

Cechy i wskaźniki ogólne:

- $i_1 \dots 8$ — rodzaje paliw:
- 1 — węgiel kamienny,
 - 2 — węgiel brunatny,
 - 3 — koks,
 - 4 — torf,
 - 5 — drewno,
 - 6 — gaz,
 - 7 — paliwo ciekłe,
 - 8 — paliwo umowne o stałej wartości opałowej równej $7000 \text{ kcal} \cdot \text{kg}^{-1}$ (jednostka przeliczeniowa dla sprowadzenia wszystkich surowców energetycznych do jednostek porównywalnych),
- b_i — sprawność przetwarzania surowca energetycznego w ciepło, omówiona dalej i przedstawiona w tab. 1; wskaźnik ten przyjęto jako charakterystykę procesów gospodarczych, w których zachodzi emisja ciepła. Procesy te zebrano w następujące grupy podstawowe, do których zastosowano średnie wskaźniki sprawności termicznej:
- 1 — procesy produkcyjne (przemysł),
 - 2 — zaspokajanie potrzeb komunalno-bytowych ludności w zakresie energetyki (paleniska domowe i komunalne, elektrociepłownie),
 - 3 — usługi transportu i komunikacji,
- c_i — wartości opałowe (tab. 1) dla paliw stałych z wyjątkiem drewna oraz ciekłych w $\text{kcal} \cdot \text{kg}^{-1}$, dla drewna i gazów w $\text{kcal} \cdot \text{m}^{-3}$

Cechy i wskaźniki charakteryzujące województwa:

- $K_1 \dots 17$ — województwa (bez miast wydzielonych),
 $l_m(k)$ — liczba ludności miejskiej w województwie K , w tys.,
 $l_w(k)$ — liczba ludności wiejskiej w województwie w tys.

Cechy i wskaźniki charakterystyczne dla powiatu:

- $j_1 \dots 396$ — powiaty od 001 do 396, łącznie z miastami wydzielonymi,
 l_{mj} — liczba ludności miejskiej w powiecie j , w tys.,
 l_{wj} — liczba ludności wiejskiej w powiecie j , w tys.,
 $p_1 \dots 396$ — powierzchnie miast i powiatów, w km^2 ,
 $k_1(r) \dots 396$ — wskaźnik udziału powiatu j w zużyciu paliwa przez środki komunikacji PKS. .

Wartości zmienne:

x_i — ilości paliw i w kg lub m^3 , zużywanych w procesach gospodarczych,

a_j — poprawki wprowadzone celem weryfikacji danych wyjściowych, z uwagi na przepływy międzygałęziowe surowców energetycznych.

Sprawność termiczna z ekonomicznego i klimatologicznego punktu widzenia

Z uwagi na różnorodność procesów przemiany energii chemicznej paliwa w ciepło zgrupowano je wg podstawowych działów gospodarki, chociaż z klimatologicznego punktu widzenia nie ma znaczenia fakt, jakie dziedziny życia gospodarczego są sztucznymi źródłami emisji ciepłej. Jednak dla oszacowania emitowanych ilości ciepła informacje takie okazały się niezbędne.

Stosunek ilości energii wyzwolonej i zamienionej w ciepło do wielkości energii zawartej w zużywanych paliwach, wyrażony wskaźnikiem sprawności termicznej, jest bardzo różny. Sprawność przetwarzania energii chemicznej w ciepło jest zależna od rodzaju paliwa i od warunków spalania. Jest więc zróżnicowana nawet dla jednego rodzaju paliwa, w zależności od różnej technologii spalania i różnych rodzajów palenisk, od najbardziej prymitywnych pieców domowych do coraz bardziej wydajnych palenisk przemysłowych i elektrociepłowni.

Tabela 1. Cechy i wskaźniki dla paliw i procesów spalania przyjęte w ocenie emisji ciepła ze sztucznych źródeł w Polsce

Properties and indices of fuels and combustion processes, adopted as constants in estimates of heat emission from artificial heat sources in Poland

Wskaźnik	R o d z a j p a l i w a							
	1	2	3	4	5	6	7	8
Sprawność termiczna (b) paliw zużytych na cele:								
produkcyjne	0,95	0,95	0,95	0,95	0,95	1,0	1,0	—
komunalno-bytowe	—	—	—	—	—	—	—	—
a) odbiorcy wiejscy grupa A	—	—	—	—	—	—	—	0,80
b) odbiorcy wiejscy grupa B	—	—	—	—	—	—	—	0,70
c) odbiorcy miejscy grupa A	—	—	—	—	—	—	—	0,90
d) odbiorcy miejscy grupa B	—	—	—	—	—	—	—	0,80
transport i komunikację	0,90	—	0,90	—	—	—	1,0	—
Wartość opałowa (c) kcal/kg, kcal/ m^3 paliw zużytych na cele:								
produkcyjne	5262	2000	6500	2500	2000	4000	10000	7000
komunalno-bytowe	—	—	—	—	—	—	—	7000
transport i komunikację	6000	—	6500	—	—	—	10000	7000

Duże zróżnicowanie sprawności termicznej stosowanych urządzeń uniemożliwia przyjęcie rzeczywistych wskaźników dla paliw zużywanych w badanych jednostkach przestrzennych. Można jednak, na podstawie ogólnej znajomości warunków spalania surowców energetycznych w różnych procesach gospodarczych, przyjąć wskaźniki szacunkowe dla określonych grup tych procesów (tab. 1).

Wskaźnik przetwarzania w ciepło paliw zużywanych na cele komunalno-bytowe zróżnicowano terytorialnie, biorąc pod uwagę znacznie wyższy standard urządzeń w województwie gdańskim i szczecińskim, a ponadto zróżnicowanie w dwóch grupach odbiorców energii: ludności miejskiej i wiejskiej. W prymitywnych paleniskach wiejskich procent części niespalonych, pozostałych w postaci sadzy, popiołów i koksiku, a posiadających pewną wartość opałową, jest stosunkowo duży. Natomiast w miastach, szczególnie w dużych, przy znacznym udziale wydajnych termicznie elektrociepłowni i kotłowni komunalnych oraz centralnej sieci ciepłej, sprawność termiczna jest znacznie wyższa. Przyjęto zatem następujące wskaźniki:

Grupa A:	Warszawa	0,90	
	Kraków	0,90	
	Łódź	0,90	
	Poznań	0,90	
	Wrocław	0,90	
	woj. gdańskie	miasta — 0,90,	wsie — 0,80
Grupa B:	woj. szczecińskie	miasta — 0,90,	wsie — 0,80
	woj. rzeszowskie	miasta — 0,90,	wsie — 0,80
	pozostałe województwa	miasta — 0,80,	wsie — 0,70

Powyższe wskaźniki oraz te, które przyjęto dla przemysłu i transportu, różnią się zarówno co do wartości, jak i charakteru, od stosowanych w energetyce, gdzie pod terminem „sprawność termiczna” urządzeń rozumie się stosunek energii cieplnej użytecznej, wykorzystanej w procesie technologicznym, do wartości opałowej zużytego surowca energetycznego [A-21, 24]. Ciepło uchodzące bezproduktywnie w wodzie stosowanej do chłodzenia w procesach produkcyjnych i w parze wodnej (wyjawszy przypadki skojarzonej gospodarki cieplnej), w pyłach i gazach odlotowych oraz przez przewodzenie i promieniowanie ze ścian pieców i przewodów stanowi w rachunku ekonomicznym pozycję po stronie strat i zmniejsza energetyczną sprawność urządzeń [A-21, 36], natomiast w aspekcie warunków klimatycznych tego typu ekonomiczne straty energii są dodatkowym źródłem przychodu ciepła do atmosfery i podłoża. Dlatego wartości sprawności termicznej przyjmowane w energetyce [A-21, 23, 26, 28] są znacznie niższe od założonych w niniejszej pracy, gdzie używa się ich do określenia stosunku całkowitej emisji ciepła do wartości opałowej, niezależnie od tego, jaka część wyzwolonej energii spełnia funkcje użyteczne. Umowny termin „sprawność przemiany energii chemicznej paliwa w ciepło” lub w skrócie „sprawność termiczna” używany jest tu również w odniesieniu do całych grup procesów gospodarczych i traktowany jako ich charakterystyka (tab. 1).

1.6. OGÓLNE OMÓWIENIE SUMY CIEPŁA EMITOWANEGO ZE SZTUCZNYCH ŹRÓDEŁ

Ciepło sztuczne wyzwolone w procesach gospodarczych na obszarze całego kraju można określić jako sumę:

$$S = \sum_{j=1}^{396} \sum_{i=1}^7 (P_{ij} + L_{ij} + T_{ij}) \text{ kcal} \cdot \text{cm}^{-2} \cdot \text{rok}^{-1}, \quad (1)$$

gdzie:

P_{ij} — emisja ciepła w powiecie (mieście) j z paliwa i , zużywanego na cele przemysłowe,

L_{ji} — emisja ciepła w powiecie (mieście) j z paliwa i , zużywanego na cele komunalno-bytowe, w paliwie umownym i_8 , przy $i_{1...7} = 0$, (tab. 1),

T_{ij} — emisja ciepła w powiecie (mieście) j z paliwa i , zużywanego na transport i komunikację.

Gdyby posiadane materiały miały charakter jednolity, tj. gdyby dane z poszczególnych gałęzi gospodarki odnosiły się do takich samych jednostek przestrzennych i czasowych, wielkość ogólną emitowanego ciepła stanowiłaby suma iloczynów zużytych paliw, ich wartości opałowych i sprawności termicznych, co wyraziłoby się wzorem ogólnym:

$$S = \sum_{j=1}^{396} \sum_{i=1}^7 x_{ij} \cdot c_i \cdot b_{1...n}. \quad (2)$$

1.7. SPOSÓB OSZACOWANIA SUM CIEPŁA SZTUCZNEGO WEDŁUG GAŁĘZI GOSPODARKI W UJĘCIU POWIATOWYM

Z uwagi na niejednorodny materiał wyjściowy wzór (2) należało zmodyfikować dla wstępnych ujęć gałęziowych. Obliczenia te, wobec braku szczegółowych bilansów energetycznych dla powiatów, mają na celu określenie ilości zużywanych paliw.

W celu sprowadzenia danych dotyczących zużycia surowców energetycznych w poszczególnych działach gospodarki do jednostek przestrzennych tego samego rzędu należało posiadany materiał opracować tak, aby jego forma umożliwiła podstawienie odpowiednich wartości do powyższego wzoru. Wzór ten wyraża ogólną zasadę przeliczania paliwa na emitowane ciepło wówczas, gdy znany jest bilans surowców energetycznych, zużywanych na danej powierzchni. Zasada ta zachowana jest we wszystkich obliczeniach, prowadzących do uzyskania szukanych wielkości. Największą trudność sprawiało sporządzenie bilansów zużycia paliw w powiatach ze względu na różne ujęcia sprawozdawczości gospodarczej dla poszczególnych gałęzi gospodarki.

Bez oszacowania choćby bardzo przybliżonego tych bilansów ocena rozkładu przestrzennego byłaby niemożliwa. Dlatego nie rezygnując z przytoczonego ogólnego wzoru (2) należało stosować wiele sposobów pośrednich w odniesieniu do poszczególnych działów gospodarki. Trzeba więc było rozbudować schemat obliczeń dla gałęzi gospodarki określonej jako „potrzeby komunalno-bytowe ludności w zakresie energetyki”, dostosowując go do posiadanych informacji.

Również inny sposób pośredni zastosowano w obliczeniach dotyczących transportu i komunikacji, dla których wyjściowe dane podstawowe nie dotyczyły administracyjnych jednostek przestrzennych, lecz okręgowych dyrekcji PKP, bądź też całego kraju.

Emisja ciepła w wyniku zużycia paliw podczas procesów przemysłowych

Jedynie sposób określenia ciepła wytwarzanego w przemyśle (tj. około 40% sumy ogólnej) jest zgodny z przedstawionym powyżej schematem, gdyż wielkości zużytych surowców energetycznych wg danych *Spisu przemysłowego* odnosiły się do powiatów. Wymagały one jednak dodatkowej weryfikacji (poprawki a), gdyż ujmowały łącznie paliwa wykorzystywane dla celów energetycznych i surowcowych (nieenergetycznych).

Sumę ciepła pochodzenia przemysłowego w powiecie j można więc określić z wzoru:

$$p_{ij} = \sum_{i=1}^7 x_{ij} \cdot b_i \cdot c_i \text{ kcal} \cdot \text{rok}^{-1}, \quad (3)$$

gdzie: x_{ij} — ilość paliwa i (od 1 do 7), zużywanego w powiecie (mieście) j na cele przemysłowe,

$b_{i=1 \dots n}$ — sprawność termiczna paliwa i ,

$c_{i=1 \dots n}$ — wartość opałowa paliwa i .

Suma dla obszaru Polski wynosi:

$$P_{ij} = \sum_{j=1}^{396} p_{ij} = \sum_{j=1}^{396} \sum_{i=1}^7 x_{ij} \cdot b_i \cdot c_i \text{ kcal} \cdot \text{rok}^{-1}. \quad (4)$$

Emisja ciepła w wyniku zużycia paliw na cele komunalno-bytowe

Ilość zużytych paliw w podstawowych jednostkach przestrzennych (powiatach i miastach wydzielonych) określono na podstawie:

- 1) opracowań Instytutu Energetyki [A-2] zawierających wielkości surowców energetycznych wg województw przeliczone na jednostki paliwa umownego,
- 2) informacji uzyskanej w Instytucie Energetyki, z której wynika, że poza róż-

nicowaniem terytorialnym globalnych ilości paliw zużytych przez ludność występuje zróżnicowanie proporcji zużycia energii przez odbiorców wiejskich i miejskich. Wartość przeciętna tego stosunku dla obszaru Polski wynosi 0,6 [A-3].

W obliczeniach ilości zużytego paliwa w powiatach wprowadzono następujące oznaczenia:

- $x_{ij}^{(k)}$ — ilość paliwa i zużytego w powiecie j województwa k na cele komunalno-bytowe,
- N — liczba powiatów w województwie,
- L^k — globalna ilość paliwa zużytego w województwie k na cele komunalno-bytowe [A-2],
- c_i — wartość opałowa paliwa i ,
- b_m — sprawność termiczna dla miast (tab.1),
- b_w — sprawność termiczna dla wsi (tab. 1),
- l_{jw}^k — liczba ludności wiejskiej w powiecie j województwie k ,
- l_{jm}^k — liczba ludności miejskiej w powiecie j województwie k ,
- l_w^k — liczba ludności wiejskiej w województwie k ,
- l_m^k — liczba ludności miejskiej w województwie k .

Przyjęto, że na jednego mieszkańca wsi w każdym województwie przypada 0,6 ilości paliwa zużytego przez mieszkańca miasta w tym samym województwie [A-3].

Jeśli przez L^k oznaczymy ogólną ilość paliwa zużytego przez ludność w województwie k , a przez y zużycie paliwa przez jednego mieszkańca miasta, to zużycie ogólne paliwa przez całą ludność w województwie k określa wzór:

$$L^k = y \cdot 0,6 \cdot l_w^k + y \cdot l_m^k, \quad (5)$$

stąd

$$y = \frac{L^k}{0,6 \cdot l_w^k + l_m^k}. \quad (6)$$

Wielkość emisji ciepła z paliw zużywanych na cele komunalno-bytowe w powiecie j województwa k określono z równania:

$$L_{j,k} = \frac{L^k}{0,6 \cdot l_w^k + l_m^k} (0,6 \cdot l_j \cdot c_i \cdot b_w + c_i \cdot b_m) \text{ kcal} \cdot \text{rok}^{-1}. \quad (7)$$

Emisja ciepła w wyniku zużycia paliw
na transport i komunikację

Transport i komunikacja — trzeci co do wielkości producent ciepła w kraju — daje ok. 15% ogólnej sumy. Trudno jest zanalizować rozkład przestrzenny źródeł ciepła w tej dziedzinie gospodarki. Nie można jej pomijać w badanym problemie, a jednocześnie fizyczny charakter usług komunikacyjno-transportowych uniemożliwia w zasadzie ocenę rzeczywistych sum ciepła, emitowanych przez

środki komunikacyjne na terenie określonych jednostek przestrzennych. Ponieważ jednak jest to zbyt poważny składnik w ogólnym zużyciu energii (A-5, 19, 22, 24], aby go można było zaniedbać przy analizie emisji ciepła, spróbowano określić jego przybliżony rozkład terytorialny, wychodząc od większych jednostek, dla których są dane dotyczące zużycia paliw.

Na sumy ciepła ze środków transportu i komunikacji składa się ciepło emitowane przez sieć PKP, sieć PKS oraz państwowy, spółdzielczy i prywatny transport samochodowy.

W sprawozdawczości z zaopatrzenia techniczno-materiałowego transport i komunikacja kolejowa są podzielone na Dyrekcje Okręgowe Kolei Państwowych, obejmujące swym zasięgiem cały kraj. Przyjęto więc założenie upraszczające, że paliwa zużywane przez poszczególne DOKP są przetwarzane w ciepło, wg założonej sprawności termicznej, całkowicie w ich zasięgu terytorialnym. To znaczy, że ciepło emitowane z paliw zużytych przez DOKP zostało przypisane obszarowi danej dyrekcji. Choć rzeczywistość odbiega od takiego schematu, to w odniesieniu do całości sieci kolejowej odchylenia in plus i in minus nakładają się, a stopień dokładności obliczeń dla postawionego na wstępie celu wydaje się wystarczający.

Dodatkową trudność w analizie rozkładu przestrzennego stanowi fakt, że obszary podległe dyrekcjom PKP nie pokrywają się z podziałem administracyjnym, lecz są od niego niezależne. Wskutek tego niektóre powiaty zostały podzielone terytorialnie i należą do dwóch, a nawet trzech DOKP.

Zgodnie z przyjętymi ogólnymi założeniami metodycznymi należało określić emisję ciepła w podstawowych jednostkach przestrzennych, tj. w powiatach.

Emisja ciepła z sieci kolejowej PKP

Ogólne zużycie paliw U w DOKP o numerze r oznaczono U^r . Emisja ciepła w r -tej DOKP ze wszystkich zużytych paliw $i_1...7$ wynosi:

$$U^r = \sum_{i=1}^7 x_i^r \cdot b_i \cdot c_i \text{ kcal} \cdot \text{rok}^{-1}, \quad (9)$$

gdzie:

- x_i^r — ilość paliw $x_1...7$ zużywanych w r -tej DOKP (niektóre x_i mogą przybierać wartość zerową, gdyż nie wszystkie rodzaje paliw są zużywane w każdej DOKP),
- $b_1...7$ — sprawność przetwarzania w ciepło w środkach transportu i komunikacji kolejowej dla poszczególnych rodzajów paliw (tab. 1),
- $c_1...7$ — wartość opałowa poszczególnych rodzajów paliw zużywanych przez PKP (tab. 1).

Wartości emisji ciepła na obszarach Dyrekcji Okręgowych Kolei Państwowych zestawiono w tab. 2.

Tabela 2. Ciepło sztuczne emitowane przez środki transportu PKP
w 1965 r. (w rozbiciu na DOKP)

Artificial heat emitted by railway locomotives

DOKP	kcal . 10 ⁶	%
Warszawa	7 628 955	14,77
Lublin	4 703 364	9,10
Kraków	3 570 434	6,91
Katowice	10 336 615	20,01
Gdańsk	8 443 104	16,34
Wrocław	4 807 746	11,24
Poznań	8 881 989	17,19
Szczecin	2 292 194	4,44
Sieć PKP razem	51 664 401	100,00

Ilość ciepła emitowana w powiecie (mieście) w r-tej DOKP wynosi:

$$U_j^r = \sum_{i=1}^7 x_i^r \cdot b_i \cdot c_i \cdot k_j^r \text{ kcal} \cdot \text{rok}^{-1}, \quad (9)$$

gdzie:

k_j^r — szacunkowy wskaźnik udziału powiatu j w zużyciu paliw r -tej DOKP. Wskaźnik ten oparto na liczbach pociągo-kilometrów na dobę dla pociągów pasażerskich w poszczególnych powiatach [A-20], obciążeniu w brutto-tono-kilometrach ważniejszych odcinków trakcji towarowej PKP [A-30] i na rozkładzie przestrzennym stacji rozrządowych. Dla powiatów, które terytorialnie należą do różnych DOKP, przyjęto oddzielne wskaźniki k_j dla każdej części powiatu w ramach poszczególnych DOKP.

Emisja ciepła w powiatach podzielonych między różne DOKP wyraża się więc wzorem:

$$U_j = \sum_{r=1}^{\text{VIII}} \sum_{i=1}^7 x_i^r \cdot b_i \cdot c_i \cdot k_j^r \text{ kcal} \cdot \text{rok}^{-1}. \quad (10)$$

Emisja ciepła ze środków transportu PKS

Przedsiębiorstwo „Państwowa Komunikacja Samochodowa” zużywa w skali globalnej 298 tys. ton paliw ciekłych. Wartość tę podzielono na powiaty proporcjonalnie do wskaźnika autobuso-kilometrów na dobę [A-20], oznaczonego w grupie wskaźników charakteryzujących powiaty literą s . Oznaczając przez s_j procentowy udział powiatu w zużyciu paliw możemy określić emisję ciepła z wzoru:

$$Z_i = x_i \cdot b_i \cdot c_i \cdot s_j \text{ kcal} \cdot \text{rok}^{-1}, \quad (11)$$

Państwowy, spółdzielczy i prywatny transport samochodowy

W tej pozycji zużycie paliw ciekłych wynosiło ogółem 1858 tys. ton. W celu otrzymania przybliżonych wartości dla powiatów podzielono powyższą sumę proporcjonalnie do liczby mieszkańców. Jest to znaczne uproszczenie zagadnienia. Dokonano również próby oszacowania odpowiednich wartości dla powiatów wg innych wskaźników, np. zarejestrowanych samochodów i ich przeciętnego przebiegu w określonych powiatach. Jednak ten sposób, ani bezpośrednia ocena wielkości zużycia paliw na transport samochodowy nie były możliwe do zrealizowania wobec braku danych, obejmujących wszystkie środki komunikacji samochodowej. Obowiązujące schematy sprawozdawczości i opracowania statystyczne nie pozwalają na dokładne określenie szukanych wartości. Przybliżenia i założenia upraszczające są tu nieuniknione.

Emisję ciepła dla powiatów z tych rodzajów transportu wyznaczono więc wg wskaźnika g_j , określającego udział liczby ludności j -tego powiatu w ogólnej liczbie ludności w Polsce. Zgodnie z tym założeniem zużycie paliw ciekłych w powiecie przez wymienioną grupę odbiorców wynosi $x_i \cdot g_j$, a emisja ciepła:

$$C_j = x_i \cdot g_j \cdot b_i \cdot c_i \text{ kcal} \cdot \text{rok}^{-1}. \quad (12)$$

Ogólna suma emisji ciepła z transportu i komunikacji wyraża się wzorem:

$$T_{ij} = \sum_{j=1}^{396} \sum_{r=1}^{\text{VIII}} \sum_{i=1}^7 x_i^r \cdot b_i \cdot c_i \cdot k_j + x_i \cdot s_j \cdot b_i \cdot c_i + x_i \cdot g_j \cdot b_i \cdot c_i \text{ kcal} \cdot \text{rok}^{-1}. \quad (13)$$

Wyniki obliczeń dla miast zestawiono w tab. 5, a rozkład przestrzenny przedstawiono na ryc. 3.

2. STRUKTURA ZUŻYCIA PALIW W GOSPODARCE OGÓLNOKRAJOWEJ

Ogólną strukturę zużycia paliw w Polsce w 1965 r. charakteryzują dane zawarte w tab. 3 i 4. Znajomość ogólnej struktury zużycia paliw wyznacza kierunek analizy ich zużycia w mniejszych jednostkach przestrzennych. Dlatego zarówno ocena udziału poszczególnych surowców energetycznych w ogólnym zużyciu paliw, jak i proporcje tego zużycia przez poszczególne gałęzie gospodarki mogą być wykorzystane w badaniach rozkładu przestrzennego sum emitowanego ciepła ze sztucznych źródeł.

Tabela 3. Udział podstawowych gałęzi gospodarki w ogólnym zużyciu surowców energetycznych w 1965 r.
(wg GUS)

The share of basic branch of economy in total consumption of energetical fuels in 1965

Dział gospodarki	Rodzaj paliwa				
	węgiel kamienny	węgiel brunatny	produkty naftowe	gaz ziemny mln m ³	inne paliwa*
	tys. ton %			%	tys. ton pu
Przemysł	67 177 67,8	16 086 88,0	1 238,7 25,0	1 550,5 87,6	540
Cele komunalno-bytowe	21 472 21,7	2 190 12,0	663,0 13,4	146,2 8,3	3 189
Komunikacja i transport	9 477 9,6	—	2 398,9 48,3	—	118
Inne	955 0,9	—	663,6 113,3	73,7 4,1	—
Razem	99 081 100,0	18 283 100,0	4 964,2 100,0	1 770,4 100,0	3 847

* Drewno opałowe, torf, brykiety, energia wodna w przeliczeniu na pu, tj. paliwo umowne o wartości opałowej 7000 kcal/kg.

Dominującym surowcem zabezpieczającym pokrycie krajowych potrzeb energetycznych jest węgiel kamienny energetyczny, który w 1965 r. stanowił 64,7% ogólnego zużycia paliw. Jakkolwiek w ostatnich latach jego udział nieco maleje, to jednak wielkość ta stawia Polskę w rzędzie najbardziej „węglowych” krajów

świata [A-24]. Łącznie z węglem brunatnym udział ten wynosi ponad 70%, co z klimatologicznego punktu widzenia nie jest korzystne z uwagi na dużą ilość zanieczyszczeń emitowanych do atmosfery podczas spalania tych surowców. Sprawność termiczna urządzeń spalania węgla jest przy tym znacznie niższa niż urządzeń wykorzystujących inne paliwa, toteż emisja zanieczyszczeń towarzyszących procesowi spalania węgla przewyższa znacznie ilość zanieczyszczeń powstałych np. przy użyciu gazu. Fakt ten ma duże znaczenie dla kształtowania warunków klimatycznych obszarów zurbanizowanych i uprzemysłowionych. Udział gazu w ogólnym bilansie energetycznym stopniowo wzrasta (patrz rozdz. 5), jednak procentowo wciąż jest niewielki. Zmiana struktury zużycia paliw w kierunku zwiększenia udziału gazu i zmniejszenia udziału węgla wpłynęłaby niewątpliwie na poprawę warunków klimatyczno-zdrowotnych w ośrodkach przemysłowych i dużych miastach.

Analizując rozkład przestrzenny emisji ciepła należy brać pod uwagę, obok paliw pierwotnych, również wtórne nośniki energii, które odgrywają dużą rolę w końcowym zużyciu paliwa. Do najważniejszych wtórnych surowców energetycznych należą koks, gaz koksowniczy i tzw. miejski oraz energia elektryczna.

W przeważającej części surowce te są zużywane w procesach produkcyjnych (ponad 75% koksu), jednak znaczne ilości są przeznaczone również na cele komunalno-bytowe (21% koksu), dlatego uwzględniono je w dalszej części opracowania, w obliczeniach wykonanych dla powiatów i miast wydzielonych. Ogólnosrajowe zużycie paliw na cele energetyczne w 1965 r. przy uwzględnieniu wtórnych surowców energetycznych ilustruje tab. 4.

Przedstawione w tab. 3 wartości świadczą o dużym znaczeniu palenisk domowych i komunalnych w ogólnym zużyciu paliw, a więc i w emisji ciepła sztucznego.

Tabela 4. Krajowe zużycie paliw na cele energetyczne w 1965 r.
(wg danych GUS) w przeliczeniu na kalorie

Total consumption of energetical fuels in 1965 (in Tcal)

Rodzaj paliw	Tcal	%
Węgiel kamienny energetyczny	434 765	64,7
Węgiel brunatny	36 458	5,4
Koks i półkoks	82 774	12,3
Paliwa ciekłe z ropy naftowej	36 320	5,4
Paliwa gazowe (w tym gaz ziemny i koksowniczy)	38 147	5,7
Paliwa odpadowe*	16 021	2,4
Inne paliwa**	27 310	4,1
Razem	671 795	100,0

* Łącznie z gazem wielkopieczowym.

** Drewno opałowe, torf, brykiety,

Ten fakt jest często niedostatecznie uwzględniany w badaniach geograficznych. Rola przemysłu w kształtowaniu struktury gospodarczej i warunków klimatycznych naturalnego środowiska przyrodniczego znana jest powszechnie, natomiast znaczenie potrzeb komunalno-bytowych, jako działu gospodarki narodowej modyfikującego klimat, wydaje się mniejsze i często niesłusznie bywa pomijane w rozważaniach.

3. ROCZNE SUMY CIEPŁA ZE SZTUCZNYCH ŹRÓDEŁ I ICH ROZKŁAD PRZESTRZENNY

3.1. SUMY CIEPŁA Z PALIW ZUŻYWANYCH NA CELE PRODUKCYJNE

Głównym producentem ciepła ze sztucznych źródeł jest przemysł. W wyniku procesów produkcyjnych uchodzi do atmosfery i podłoża ciepło stanowiące ponad 40% ilości emitowanej na powierzchni Polski. Wynika to z ogólnego bilansu energetycznego, a mapy emisji ciepła są wyrazem gospodarki energetycznej kraju. Zróżnicowanie przestrzenne emisji ciepła pochodzi ze zróżnicowania przestrzennego w zużyciu paliw. Wybijają się więc przede wszystkim te okręgi i ośrodki przemysłowe, w których energochłonne gałęzie przemysłu odgrywają główną rolę. Wytwarzaniu energii elektrycznej, produkcji koksu, procesom technologicznym w hutnictwie i ciężkiej metalurgii towarzyszy emisja znacznych ilości ciepła. Obszary o największej koncentracji emisji występują więc w południowo-zachodniej części Polski, gdzie też skoncentrowany jest największy potencjał gospodarczy, to jest w Górnośląsko-Krakowskiej aglomeracji przemysłowej [A-27]. Obejmuje ona siedem przylegających do siebie okręgów: Górnośląski Okręg Przemysłowy, Rybnicki, Bielski, Jaworznicko-Chrzanowski, Krakowski, Częstochowski i Opolski. Na obszarze tym w 1965 r. wyprodukowano ponad 5,3 mln t surówki żelaza, to jest ok. 93% produkcji krajowej, 8 mln t stali, to jest 85% ogólnej produkcji, 100% produkcji aluminium i ołowiu, 9,1 mln t koksu, to jest ok. 70% , i 20,5 mld kWh energii elektrycznej, co stanowiło blisko połowę produkcji krajowej.

Emisja ciepła jako funkcja tych procesów produkcyjnych koncentrowała się w obszarach, gdzie zlokalizowane były najbardziej energochłonne zakłady przemysłowe. Toteż w ośrodkach przemysłowych GOP osiągała ona wartości najwyższe — od $1000 \text{ kcal} \cdot 10^8 \cdot \text{rok}^{-1}$ w Gliwicach i Zabrze do $6000 \text{ kcal} \cdot 10^8 \cdot \text{rok}^{-1}$ w Świętochłowicach i Chorzowie (tab. 5). Bardzo duże wartości emisji występują także w rejonie Wałbrzycha i Turoszowa, gdzie powodują ją zakłady elektroenergetyczne i koksochemiczne.

Rozkład emisji ciepła z paliw zużytych na cele produkcyjne przedstawia ryc.1. Jest on w ogólnym zarysie zgodny ze strukturą przestrzenną przemysłu, a przede wszystkim ze stopniem koncentracji produkcji w energochłonnych gałę-

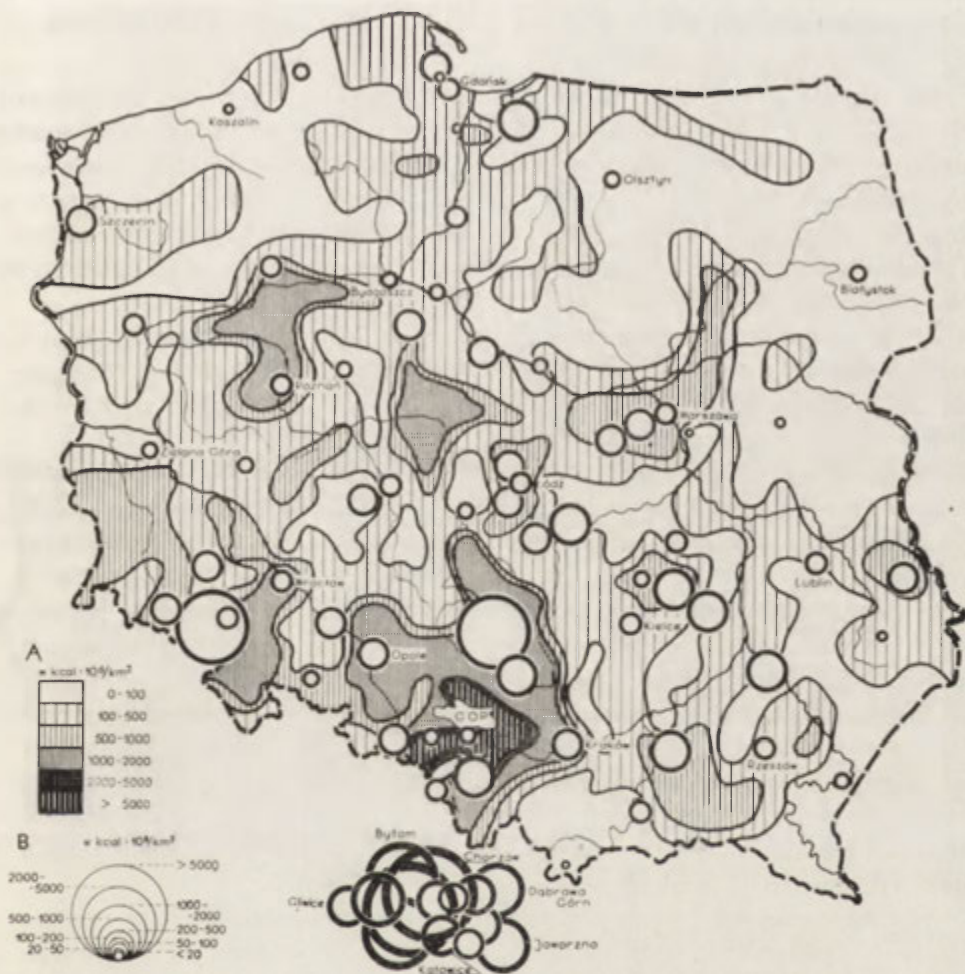
ziach. Należy jednak pamiętać, że uzyskany rozkład emisji jest zbieżny ze strukturą przestrzenną przemysłu ocenianą miarą zużycia energii. Nie można więc oczekiwać, że mógłby być w pełni zgodny ze znanym obrazem koncentracji procesów produkcyjnych [A-4, 16, 17, 18, 39], opartym o wskaźniki dotyczące liczby zatrudnionych.

abela 5. Sumy ciepła sztucznego emitowanego w miastach w 1965 r. w $\text{kcal} \cdot 10^8 \cdot \text{km}^{-2} \cdot \text{rok}^{-1}$
 przez podstawowych użytkowników energii

Annual values of the artificial heat S emitted in towns in 1965 in $\text{kcal} \cdot 10^8 \cdot \text{sq km} \cdot \text{y}^{-1}$

Lp.	Miasto	Powierzchnia w km^2	Użytkownicy energii			
			przemysł	odbiorcy komunalni	transport	ogółem
1	Będzin	14	756	186	54	997
2	Białystok	71	105	76	33	215
3	Bielsko-Biała	31	728	167	49	944
4	Brzeg	12	311	170	33	514
5	Bydgoszcz	116	40	131	35	206
6	Bytom	55	2628	216	67	2911
7	Chełm	36	440	43	12	495
8	Chorzów	33	5782	290	74	6146
9	Cieszyn	13	179	116	51	346
10	Czeladź	16	282	122	18	422
11	Częstochowa	92	2050	119	22	2210
12	Dąbrowa Górnicza	34	1525	111	41	1677
13	Elbląg	32	585	166	23	774
14	Gdańsk	155	112	131	39	282
15	Gdynia	73	464	143	73	681
16	Gliwice	91	1106	112	56	1275
17	Gniezno	28	93	105	58	256
18	Gorzów Wielkopolski	54	176	70	16	262
19	Grudziądz	44	126	96	15	237
20	Inowrocław	37	484	82	54	620
21	Jaworzno	75	1082	39	46	1167
22	Jelenia Góra	36	294	76	25	395
23	Kalisz	30	159	158	21	338
24	Katowice	100	591	178	49	818
25	Kielce	43	110	111	36	257
26	Koszalin	65	47	45	14	105
27	Kraków	230	617	146	22	785
28	Legnica	30	207	122	38	367
29	Leszno	19	95	103	103	302
30	Lublin	93	207	98	33	338
31	Łódź	214	117	185	42	344
32	Mysłowice	30	226	90	77	394
33	Nowy Sącz	23	112	79	25	216
34	Nysa	27	88	75	15	178
35	Olsztyn	41	64	103	31	198
36	Opole	53	434	104	17	555

Lp.	Miasto	Po- wierzchnia w km ²	Użytkownicy energii			
			przemysł	odbiorcy komunalni	transport	ogółem
37	Ostrowiec					
	Świętokrzyski	47	664	43	12	719
38	Ostrów Wielkopolski	29	293	99	71	463
39	Otwock	46	2	42	82	127
40	Pabianice	24	291	142	21	454
41	Piła	88	12	27	23	162
42	Piotrków Trybunalski	40	469	82	10	561
43	Płock	52	88	53	14	155
44	Poznań	220	186	126	36	348
45	Pruszków	19	241	104	16	361
46	Przemyśl	33	60	80	14	154
47	Racibórz	43	278	62	29	369
48	Radom	65	190	103	35	328
49	Ruda Śląska	77	2253	114	44	2411
50	Rybnik	40	102	59	31	192
51	Rzeszów	39	137	94	20	251
52	Siedlce	31	37	58	56	151
53	Siemianowice Śląskie	26	513	158	31	702
54	Skarżysko-Kamienna	43	97	40	27	164
55	Słupsk	43	75	76	21	172
56	Sopot	18	22	158	19	199
57	Sosnowiec	42	666	207	44	917
58	Stalowa Wola	53	873	26	12	911
59	Starachowice	19	715	96	24	835
60	Szczecin	287	351	67	16	434
61	Świdnica	20	138	114	25	278
62	Świętochłowice	13	5445	278	66	5789
63	Tarnów	72	659	52	16	727
64	Tczew	35	34	66	54	154
65	Tomaszów Mazowiecki	20	790	149	39	978
66	Toruń	93	58	73	25	156
67	Tychy	56	79	71	16	166
68	Wałbrzych	62	2982	103	27	3112
69	Warszawa	446	108	213	31	352
70	Włocławek	42	230	96	17	343
71	Wrocław	225	199	122	28	350
72	Zabrze	80	1100	154	40	1294
73	Zakopane	85	3	15	2	20
74	Zamość	29	43	47	9	99
75	Zawiercie	25	580	92	29	701
76	Zduńska Wola	15	59	105	26	190
77	Zgierz	30	266	76	13	355
78	Zielona Góra	55	81	64	15	160
79	Żyrardów	11	409	143	24	576



Ryc. 1. Emisja ciepła z paliw zużytych na cele produkcyjne w 1965 r.

A — w powiatach, B — w miastach wydzielonych

Heat emission from fuel used by industry production, in 1965

A — in poviats, B — in urban poviats

Dlatego też zasięg poszczególnych izarytm określających wielkości emisji może w pewnych przypadkach wydać się co najmniej podejrzany, jako niezgodny z oczekiwanym. Rozbieżność między uzyskanymi wynikami, ich obrazem graficznym i dotychczasowym stanem wiedzy na temat koncentracji przemysłu w Polsce może wynikać również z doboru jednostek przyjętych w opracowaniu. Uzyskane wartości są miarą względną, odnoszącą się do powierzchni. Takie ujęcie wydawało się słuszniejsze z metodycznego punktu widzenia i umożliwiało zrealizowanie głównego celu pracy, to jest porównania emisji ciepła sztucznego z wielkością promieniowania słonecznego dochodzącego do tej samej powierzchni.

3.2. SUMY CIEPŁA Z PALIW ZUŻYWANYCH NA CELE KOMUNALNO-BYTOWE

Zużycie paliw na cele komunalno-bytowe wynosiło w 1965 r. 36% ogólnokrajowego zużycia. Udział tej gałęzi gospodarki w emisji ciepła wynosi jednak nieco mniej niż 36%, z uwagi na mniejszą wydajność cieplną palenisk domowych w porównaniu z przemysłowymi. Emisja z tego źródła zajmuje więc drugie miejsce po przemyśle. Jej rozkład przestrzenny i czasowy jest uwarunkowany wieloma czynnikami i określenie go jest bardziej złożone niż w przypadku przemysłu, gdzie emisja ciepła jest niemal w prostej zależności od rozmiarów produkcji.

Globalna wielkość rocznych sum emisji ciepła z palenisk domowych i komunalnych oraz ich rozkład przestrzenny są w pierwszym rzędzie zależne od rozmieszczenia ludności. Zgodnie z tym mapa rozmieszczenia emisji ciepła z tego źródła spełnia powyższy warunek.

Według danych GUS z dnia 31 XII 1964 (Rocznik Statystyczny 1967) prawie połowa ludności mieszkała w sześciu województwach: katowickim oraz pięciu tych, w których znajdują się miasta wydzielone (Kraków, Łódź, Poznań, Warszawa, Wrocław). Obok nich większe skupienie ludności przedstawiało województwo bydgoskie; słabiej zaludnione były województwa północno-wschodnie i północno-zachodnie oraz województwo opolskie. Ten stan był pierwszym warunkiem rozmieszczenia emisji ciepła z palenisk domowych i komunalnych.

Z kolei przy dużej koncentracji ludności, na przykład w nowocześnie zagospodarowanych miastach, wykorzystanie energii paliw jest bardziej ekonomiczne niż w gospodarce rozproszonej. Do pewnego poziomu urbanizacji obserwuje się wyższy wskaźnik zużycia energii, a więc i emisji ciepła, następnie zmniejszenie stopnia wzrostu spowodowane zastosowaniem centralnych sieci ciepłowniczych oraz wydajniejszych urządzeń ogrzewniczych i kuchennych.

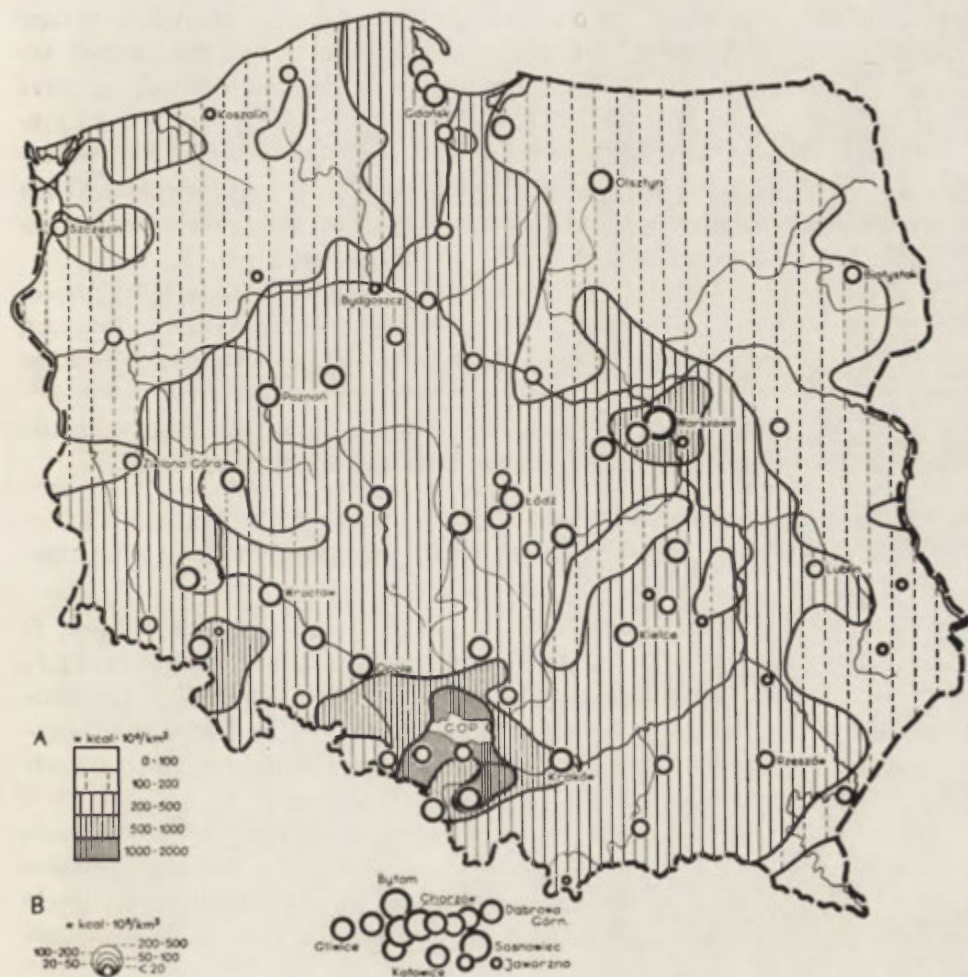
Wykorzystanie paliw przez konsumentów zbiorowych, szczególnie w zakresie ogrzewania pomieszczeń oraz przygotowania posiłków w punktach zbiorowego żywienia — zakładach gastronomicznych, stołówkach szkolnych i pracowniczych, podnosi wskaźnik efektywności zużywania środków opałow, obniżając wartości średnie zużywanych paliw, przypadające na jednostkę powierzchni. Przejawia się to w otrzymanych z obliczeń wartościach dla największych miast: Warszawy, Łodzi, Wrocławia, Krakowa i Poznania, w których średnia emisja ciepła z powierzchni 1 km² jest dużo mniejsza niż w większości miast przemysłowych GOP lub okręgu łódzkiego.

Mniejsza sprawność stosowanych urządzeń kuchennych i ogrzewczych w miastach pozbawionych centralnej sieci ciepłowniczej sprawia, że zapotrzebowanie na paliwo jest w nich znaczne i tym większe, im większa jest koncentracja ludności. Przy stosunkowo niewielkiej powierzchni tych miast stopień zagęszczenia ludności jest tak duży, że wpływa na wielkość uzyskanych wyników.

Zróźnicowanie klimatu na obszarze Polski mogłoby nasuwać przypuszczenie, że roczne zużycie energii na cele komunalno-bytowe powinno być również zróż-

nicowane terytorialnie w zależności od warunków naturalnych. Różnice klimatyczne między północno-wschodnią częścią Polski a jej obszarami zachodnimi, południowymi i terenami nadmorskimi są znaczne. Przejawiają się one m. in. w długości pór roku, określonymi progami temperatury powietrza, długotrwałymi okresami chłodu w regionach północno-wschodnich i krótszymi, łagodniejszymi zimami w części południowo-zachodniej.

Można by sądzić, że pokrycie potrzeb energetycznych ludności, obejmując ogrzewanie pomieszczeń, jest zgodne w ogólnym rozkładzie z czasem trwania i in-



Ryc. 2. Emisja ciepła z paliw zużytych na cele komunalno-bytowe w 1965 r.

A — w powiatach, B — w miastach wydzielonych

Heat emission from fuel used by communal and home needs in 1965

A — in poviats, B — in urban poviats

tensywnością chłódów pory zimowej. Jednak dane dotyczące zużycia paliw w paleniskach domowych i komunalnych nie potwierdzają tego przypuszczenia. Rozkład przestrzenny sum rocznego zużycia paliw na cele komunalno-bytowe nie jest funkcją warunków klimatycznych, lecz poziomu materialno-bytowego ludności, to jest stopy życiowej odbiorców energii.

Zróznicowanie terytorialne zużycia paliw przypadającego na jednego mieszkańca jest więc spowodowane zupełnie innymi przyczynami, niż można było oczekiwać. Jest uwarunkowane z jednej strony podziałem dochodu narodowego i stopą życiową, z drugiej — stopniem centralizacji urządzeń ciepłowniczych i poziomu technicznego urządzeń stosowanych do przetwarzania surowców energetycznych w ciepło. Analizując zatem rozkład przestrzenny pokrycia potrzeb komunalno-bytowych w zakresie energetyki nie można pominąć rozkładu poziomu stopy życiowej w Polsce. Zobrazował go S. Leszczycki [A-17] przy pomocy syntetycznego wskaźnika, którego średnia krajowa odpowiada wartości 300. Wskaźnik ten waha się od 211 w województwie białostockim do 400 w katowickim. Ośiem województw cechuje poziom powyżej średniej: gdańskie, warszawskie i województwa położone wzdłuż zachodniej i południowo-zachodniej granicy.

Rozkład emisji ciepła (ryc. 2) jest więc wynikiem nałożenia się wyżej przytoczonych elementów: gęstości zaludnienia, poziomu życia oraz standardu urządzeń ogrzewczych w podstawowych grupach odbiorców energii — mieszkańców miast i wsi.

W rezultacie część północno-wschodnią kraju cechują najniższe wskaźniki i najmniejsze zużycie energii mimo niewątpliwie największych potrzeb.

3.3. SUMY CIEPŁA Z PALIW ZUŻYWANYCH NA TRANSPORT I KOMUNIKACJĘ

Emisja ciepła ze środków transportu i komunikacji na obszarze Polski (ryc. 3) odzwierciedla znaczenie głównych arterii w ruchu pasażerskim i towarowym PKP, stacji rozrządowych i węzłów komunikacyjnych oraz rolę komunikacji samochodowej PKS. Jest ona szczególnie wyraźna w obszarach o niższym stopniu uprzemysłowienia ze stosunkowo dużymi ośrodkami koncentracji zatrudnienia w zawodach pozarolniczych. Przykładem może tu być powiat bocheński.

Natomiast nie znajdują odbicia na mapie emisji ciepła sumy niskie w wartościach bezwzględnych, które jednak w ogólnogospodarczym poziomie powiatu mogą odgrywać niejednokrotnie znaczną rolę. Odnosi się to do obszarów, w których na pierwszy plan pod względem emisji ciepła wysuwają się inne gałęzie gospodarki, chociaż ich waga jest względna.

Tak więc obok wielu obszarów, w których dominującym źródłem ciepła są paleniska domowe i ewentualnie komunalne, są powiaty, gdzie w emisji ciepła przeważają środki transportu i komunikacji. Ma to miejsce w powiatach: radomskim, garwolińskim, łukowskim, puławskim i lubelskim, białopodlaskim, mław-



Ryc. 3. Emisja ciepła z paliw zużytych na transport i komunikację w 1965 r.

A — w powiatach, B — w miastach wydzielonych

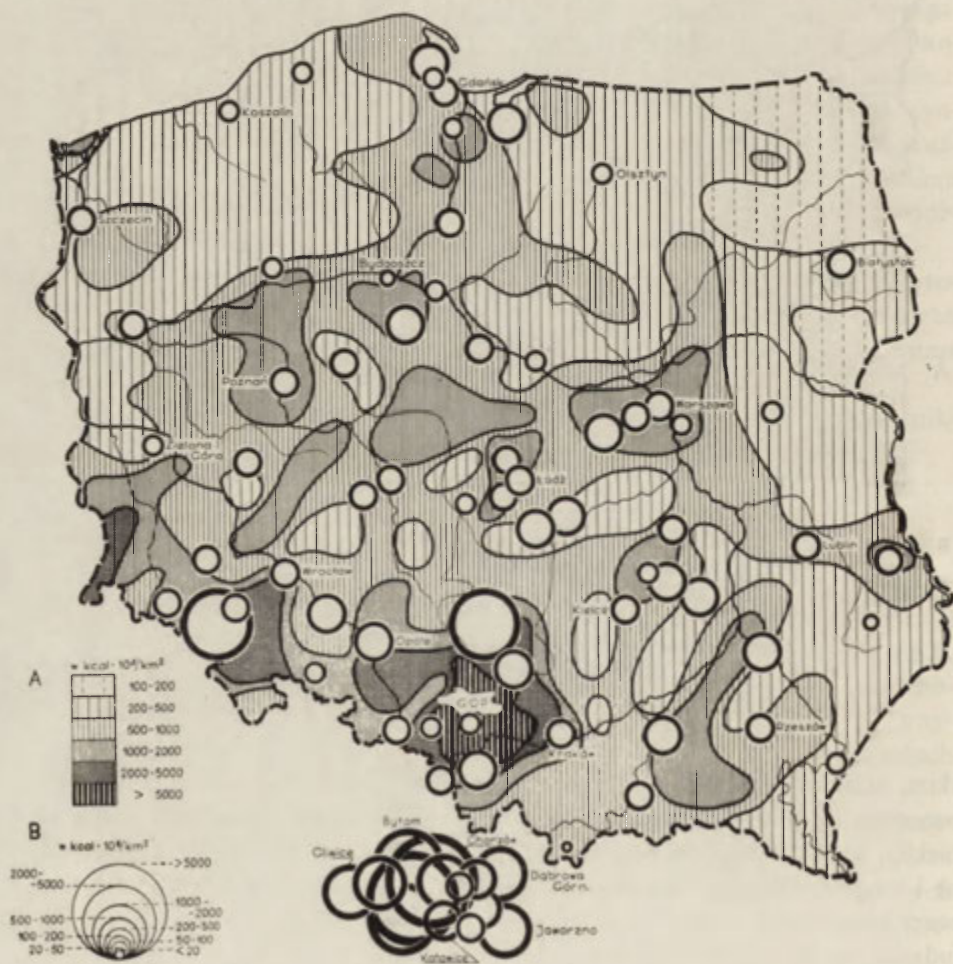
Heat emission from fuel used by means of transport and communication, in 1965

A — in poviats, B — in urban poviats

skim, działdowskim, iławskim, bydgoskim, kluczborskim, oleśnickim, lublinieckim, pszczyńskim, gliwickim i w znacznej części województwa zielonogórskiego (ślubickim, krośnieńskim, sulechowskim), gdzie odgrywają rolę węzły komunikacyjne i stacje rozrządowe, jak również w powiecie białostockim, gdzie zużycie paliw przez komunikację autobusową PKS jest stosunkowo duże, a zużycie paliw przez ludność, według ocen urzędowych, niewielkie. (Być może, że ta ostatnia pozycja jest zaniżona w stosunku do rzeczywistego zużycia. Ma to miejsce w wielu przypadkach, między innymi na terenach leśnych i torfowych zamieszkałych przez ludność wiejską, gdzie uzyskane indywidualnie środki opałów pozostają często poza sprawozdawczością gospodarczą).

3.4. SUMY CIEPŁA Z PALIW ŻYŻYWANYCH ŁĄCZNIE NA CELE PRODUKCYJNE, KOMUNALNO-BYTOWE I KOMUNIKACYJNO-TRANSPORTOWE

Na rycinie 4 przedstawiono ogólną emisję ciepła sztucznego na powierzchni Polski. Podobnie jak ryc. 1 obrazuje strukturę przestrzenną przemysłu ocenianą według kryterium zużycia energii, tak rozkład sumarycznej emisji jest odbiciem zróżnicowania przestrzennego procesów gospodarczych ocenianych według tego samego kryterium. Emisja ciepła do otoczenia jest funkcją zużycia surowców ener-



Ryc. 4. Emisja ciepła ze sztucznych źródeł w Polsce w 1965 r.

A — w powiatach, B — w miastach wydzielonych

Heat emission from artificial sources in Poland, in 1965

A — in poviats, B — in urban poviats

getycznych na powierzchni jednostek podstawowych. Zużycie energii jest wprost proporcjonalne do rozwoju gospodarczego: im wyższy jest poziom uprzemysłowienia i urbanizacji, im wyższy standard życia, tym wyższe wskaźniki zużywanej energii cechują dany obszar. Można więc przy ich zastosowaniu scharakteryzować w sposób prosty poziom zagospodarowania wybranych jednostek terytorialnych, otrzymując w rezultacie, przy dostatecznej ich liczbie, dość reprezentatywny obraz dla całego kraju. Tak więc wielkość emisji ciepła mając sens fizyczny jest równocześnie porównywalna z syntetycznymi wskaźnikami, jakie przyjmuje się niejednokrotnie dla zobrazowania przestrzennej struktury gospodarczej. Rozkład sum emisji ciepła wydaje się dość zgodny z koncentracją procesów gospodarczych, przedstawioną przez S. Leszczyckiego [A-17] i Z. Wysockiego [A-39], chociaż autorzy opierali ją na różnych elementach.

Na mapie emisji ciepła (ryc. 4) rysuje się wyraźnie „blok centralny” z wyższymi wartościami, rosnącymi od północy ku południo-zachodowi, z niskimi wartościami na peryferiach Polski i najniższymi w części północno-wschodniej. Odpowiada to ogólnemu rozmieszczeniu wskaźnika gospodarki narodowej w 1965 r., podanemu przez S. Leszczyckiego [A-17].

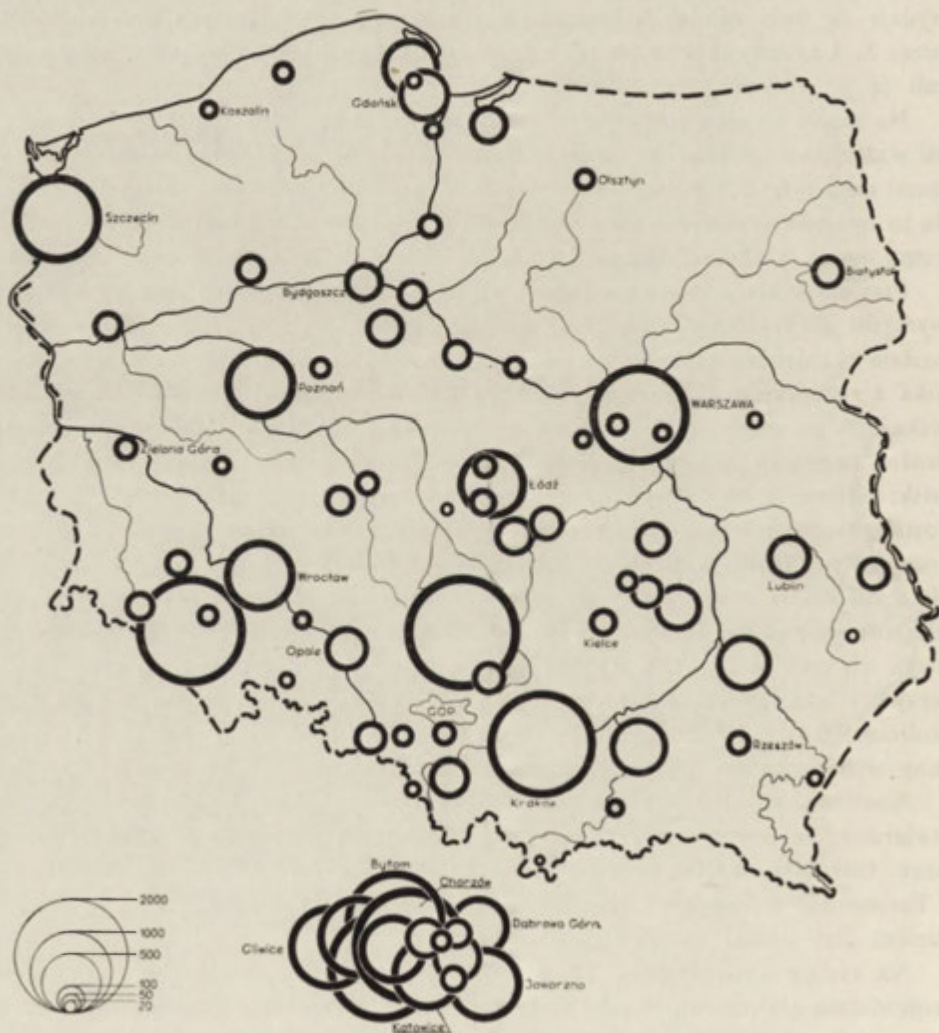
Przyjęta skala odniesienia (powiaty) zbliża bardziej rozkład emisji ciepła do wyników Z. Wysockiego [A-39]. Struktura terytorialna zagospodarowania Polski została przedstawiona przez niego przy pomocy izekonom, których przebieg wynika z rozmieszczenia wartości pięciowymiarowej zmiennej RIMPT, zawierającej wskaźniki gospodarcze. Porównując mapę Wysockiego z rozkładem emisji ciepła można zauważyć podobieństwo obrazu koncentracji przedstawianych na nich zjawisk; odnosi się to szczególnie do obszarów, gdzie dominuje przemysł. Na pozostałych terenach występują różnice spowodowane wprowadzonym przez Z. Wysockiego wskaźnikiem struktury społeczno-agrarnej (R) i intensywności rolnictwa (I). Zjawiska te mają minimalny wpływ na bilans energetyczny, natomiast wyraźnie różnicują pewne obszary na mapie zagospodarowania kraju, tym bardziej że waga ich cech w układzie RIMPT jest znaczna. Zapewne dlatego obszary peryferyjne i leżące poza blokiem centralnym, wyznaczonym na mapie emisji ciepła izoliniami $500 \text{ kcal} \cdot 10^6 \cdot \text{km}^{-2}$, dzielą się na mapie Wysockiego na typy C₁ i D, a tereny wchodzące do części centralnej — na B i C₂.

Analizując rozkład wartości emisji ciepła przewyższającej średnią Polski można stwierdzić, że dotyczy ona stosunkowo niewielkich powierzchni: głównie miast oraz Górnośląsko-Krakowskiej aglomeracji przemysłowej, rejonu Wałbrzycha i Turosszowa. W regionach tych koncentrują się procesy gospodarcze, których odbiciem jest emisja ciepła.

Na rycinie 4 wyróżniono 79 miast, to jest miasta wydzielone o charakterze województw (Warszawa, Kraków, Łódź, Poznań, Wrocław), miasta wojewódzkie i powiatowe oraz stanowiące powiaty miejskie. Wyróżnienie tylko 79 miast spośród 860 posiadających prawa miejskie wynikało z układu danych statystycznych i materiałów dotyczących bilansów energetycznych. Spowodowało to jednak pominięcie

szeregu miast o podobnym znaczeniu w emisji ciepła, lecz o niższej randze administracyjnej, dlatego, że brakowało dla nich danych.

W małych miastach i osiedlach rola sztucznych źródeł ciepła jest znikoma z uwagi na stosunkowo małe zużycie surowców energetycznych i niewielką emisję ciepła. Jednak w poszczególnych przypadkach mogą występować lokalne i o małym zasięgu wpływy zakładów przemysłowych bądź węzłów komunikacyjnych i stacji rozrządowych PKP na najbliższe otoczenie. Znajduje to niekiedy odbicie nawet w ogólnych sumach emisji ciepła dla powiatów, w których te zjawiska mają miejsce.



Ryc. 5. Emisja ciepła sztucznego w Polsce w 1965 r. w miastach wydzielonych w $\text{Tcal} \cdot 10 \cdot \text{rok}^{-1}$
Emission of artificial heat in Poland, for urban poviats, in $\text{Tcal} \cdot 10 \cdot \text{year}^{-1}$

Tabela 6. Klasyfikacja miast wydzielonych wg globalnych sum rocznej emisji ciepła w Tcal · 10
 Classification of excluded towns according to annual total values of emitted heat in Tcal · 10

Grupa	Przedział wartości w Tcal·10·rok ⁻¹	Miasto	Roczna suma ciepła sztucznego w Tcal · 10
1	2	3	4
I	poniżej 50	Cieszyn	45,5
		Nysa	48,6
		Przemyśl	49,5
		Siedlce	46,5
		Sopot	36,0
		Zakopane	17,0
		Zamość	29,0
		Zduńska Wola	30,0
II	50 – 100	Brzeg	61,2
		Czeladź	67,2
		Gniezno	72,8
		Koszalin	65,0
		Leszno	57,0
		Nowy Sącz	50,6
		Olsztyn	82,0
		Otwock	59,8
		Pruszków	68,4
		Rybnik	76,0
		Rzeszów	97,5
		Skarżysko-Kamienna	68,8
		Słupsk	73,1
		Świdnica	76,0
		Tczew	52,5
		Tychy	95,2
		Zielona Góra	88,0
		Żyrardów	63,8
III	100 – 200	Będzin	140,0
		Białystok	156,2
		Chełm	180,0
		Gorzów Wielkopolski	140,4
		Grudziądz	105,6
		Jelenia Góra	140,4
		Kalisz	102,0
		Kielce	111,8
		Legnica	111,0
		Mysłowice	117,0
		Ostrów Wielkopolski	133,4
		Pabianice	108,0
		Piła	140,8
		Racibórz	159,1

1	2	3	4
		Starachowice	159,6
		Tomaszów Mazowiecki	196,0
		Toruń	148,8
		Włocławek	142,8
		Zawiercie	175,0
		Zgierz	105,0
IV	200 – 400	Bielsko Biała	279,0
		Bydgoszcz	243,6
		Elbląg	246,4
		Inowrocław	229,4
		Lublin	316,0
		Opole	296,8
		Ostrowiec Świętokrzyski	338,4
		Piotrków Trybunalski	224,0
		Radom	214,5
		Siemianowice Śląskie	270,4
		Sosnowiec	386,4
V	400 – 800	Dąbrowa Górnicza	571,2
		Gdańsk	434,0
		Gdynia	496,4
		Łódź	727,6
		Poznań	770,0
		Stalowa Wola	482,3
		Świętochłowice	752,7
		Tarnów	525,6
		Wrocław	787,5
VI	800 – 1200	Gliwice	1155,7
		Katowice	818,0
		Jaworzno	877,5
		Zabrze	1032,0
VII	1200 – 1600	Szczecin	1234,1
		Warszawa	1561,0
VIII	1600 – 2000	Bytom	1600,5
		Kraków	1794,0
		Ruda Śląska	1855,7
		Wałbrzych	1928,2
IX	powyżej 2000	Chorzów	2029,5
		Częstochowa	2033,2

W obszarach przemysłowych wskaźnik udziału przemysłu w ogólnej emisji ciepła jest znacznie wyższy od średniego dla Polski. Jednak rozwój przemysłu wpływa również na wzrost dwóch pozostałych grup źródeł ciepła: to jest palenisk domowych i komunalnych oraz komunikacji i transportu. W wyniku procesów roz-

woju ogólnogospodarczego wywołanych przez industrializację okręgi i ośrodki przemysłowe cechują się wielokrotnie wyższymi wartościami bezwzględnymi łącznie emitowanej energii cieplnej niż pozostałe obszary kraju (tab. 5, 6, 8, ryc. 4 i 5).

Zróżnicowanie uzyskanych wartości jest więc znaczne: od $100 \text{ kcal} \cdot 10^6 \cdot \text{km}^{-2}$ w powiatach Pojezierza Augustowskiego, $500\text{-}1000 \text{ kcal} \cdot 10^6 \cdot \text{km}^{-2}$ w powiatach „bloku centralnego”, do $2000 \text{ kcal} \cdot 10^6 \cdot \text{km}^{-2}$ w okręgach przemysłowych średniej wielkości, do $5000 \text{ kcal} \cdot 10^6 \cdot \text{km}^{-2}$ i powyżej w miejscach koncentracji energochłonnych gałęzi przemysłu na stosunkowo niewielkich powierzchniach. Niewspółmierne wyższe wartości występują na terenach miast: od $20 \text{ kcal} \cdot 10^8 \cdot \text{km}^{-2}$ w Zakopanem, 99 — w Zamościu, 105 — w Koszalinie, 120 — w Otwocku, poprzez wartości $200\text{—}700 \text{ kcal} \cdot 10^8 \cdot \text{km}^{-2}$ w większości miast uwzględnianych w opracowaniu, do ok. 1200 w Jaworznie, Gliwicach, Zabrze i ok. 6000 w Chorzowie i Świętochłowicach. Przytoczone powyżej sumy odnoszone są do jednostek powierzchni, co umożliwia porównanie ich z sumami promieniowania słonecznego. Ponieważ powierzchnie odniesienia wyznaczone granicami administracyjnymi są bardzo różne, wyniki przedstawiono również w wartościach globalnych, podanych w jednostkach bezwzględnych, tj. kaloriach (bądź ich wielokrotnościach — terakaloriach, gdzie $1 \text{ Tcal} = 10^{12} \text{ cal}$). Wartości te dla miast zamieszczono w tab. 6 oraz na ryc. 5. Wielkości emitowanego w procesach gospodarczych ciepła wynosiły w 1965 r. od 170 Tcal w Zakopanem do 20 300 Tcal w Chorzowie.

4. STOSUNEK ILOŚCI CIEPŁA ZE SZTUCZNYCH ŹRÓDEŁ DO SUM PROMIENIOWANIA CAŁKOWITEGO I EFEKTYWNEGO NA OBSZARZE POLSKI

4.1. SUMY GLOBALNE

Uwzględniając wartości zamieszczone w tab. 3 oraz przyjęte wskaźniki (tab. 1) otrzymano sumy globalne ciepła sztucznego zawarte w tab. 7. Z ogólnej sumy 621 tys. Tcal (tab. 7) na jednostkę powierzchni równą 1 cm^2 przypada średnio ok. 0,2 kcal. Jest to wartość 10-krotnie przewyższająca średnią ogólnosiwiatową dla kuli ziemskiej oszacowaną przez Budykę, Drozdowa i Judina [B-8]. $0,2 \text{ kcal} \cdot \text{cm}^{-2} \cdot \text{rok}^{-1}$ stanowi w naszych warunkach ok. 0,30% energii, jaką przeciętnie pochłania po-

Tabela 7. Roczna suma ciepła sztucznego z paliw pierwotnych zużytych w Polsce w 1965 r.

The annual values of artificial heat from natural fuels used in Poland in 1965

Rodzaj paliwa	Emisja ciepła	
	tys. Tcal	%
Węgiel kamienny	500	80,7
Węgiel brunatny	35	5,6
Paliwa ciekłe	50	8,0
Gaz ziemny*	14	2,3
Inne paliwa**	22	3,4
Razem	621	100,0

* Gaz ziemny w przeliczeniu na wartość opałową $4000 \text{ kcal. m}^{-3}$

** Drewno opałowe, torf, brykiety, energia wodna, w przeliczeniu na paliwo umowne o wartości opałowej $7000 \text{ kcal. kg}^{-1}$. Przeliczając na emisję ciepła przyjęto przeciętny wskaźnik 0,8 w stosunku do wartości opałowej

wierzchnia Polski z promieniowania słonecznego (przyjmując za wartość przeciętną promieniowania pochłoniętego $60 \text{ kcal} \cdot \text{cm}^{-2} \cdot \text{rok}^{-1}$), ok. 0,25% promieniowania słonecznego, dochodzącego do ziemi w postaci promieniowania całkowitego (tj. sumarycznego promieniowania krótkofalowego rozproszonego i bezpośred-

niego, od słońca), które wynosi w warunkach polskich ponad $80 \text{ kcal} \cdot \text{cm}^{-2} \cdot \text{rok}^{-1}$, i ok. 0,65% promieniowania efektywnego. Wielkości te zostaną omówione bardziej szczegółowo w pkt. 4.2.

4.2. ROZKŁAD WARTOŚCI WSKAŹNIKÓW S/Q I S/E

Dla zobrazowania udziału ciepła sztucznego w bilansie cieplnym powierzchni ziemi w Polsce (a ściślej biorąc w bilansie ciepła na powierzchni ziemi) wybrano dwa wskaźniki: S/Q i S/E . Wyrażają one stosunek ilościowy ciepła sztucznego S do wybranych składników bilansu radiacyjnego Q i E .

Symbolem Q oznaczono całkowite promieniowanie słońca, które stanowi najważniejszą pozycję „przychodową” w naturalnym bilansie ciepła na powierzchni ziemi. Sumy miesięczne i roczne tego promieniowania na terenie naszego kraju zostały określone przy pomocy wzoru Blacka, w oparciu o dane dotyczące wielkości uśłonecznienia w Polsce w okresie 1951-1960 [B-34, 35]. Rozkład przestrzenny tych wielkości, niezbędny dla przeprowadzenia porównania z rozkładem ilości ciepła sztucznie wytwarzanego, zawierają mapy *Atlasu bilansu promieniowania* [B-2]. Korzystano z nich przy określeniu rocznych sum promieniowania całkowitego Q w badanych jednostkach przestrzennych. Wartości te zostały zamieszczone w tab. 8 i 9.

Drugim składnikiem bilansu radiacyjnego, z którym porównywano wielkość ciepła emitowanego w procesach gospodarczych, było promieniowanie efektywne E . Wyraża ono stratę ciepła, jaką ponosi powierzchnia ziemi wskutek wypromieniowania. Zgodnie ze ścisłą definicją przez promieniowanie efektywne rozumieć należy różnicę między promieniowaniem atmosfery a promieniowaniem, w długofalowym zakresie widma, idealnie czarnej powierzchni. Powierzchnia ziemi ma dla długofalowego zakresu promieniowania własności optyczne bliskie właściwościom ciała idealnie czarnego, a odchylenia leżą w granicach błędu stosowanych praktycznie metod pomiarowych. Dlatego też utożsamia się zwykle promieniowanie efektywne z bilansem promieniowania długofalowego powierzchni ziemi, rozumiejąc pod tym terminem utratę ciepła drogą wypromieniowania, przy uwzględnieniu dopływu promieniowania atmosfery w tym samym zakresie.

Wielkości promieniowania efektywnego (rozumianego jako bilans długofalowy) na obszarze Polski zostały już wcześniej określone przez autorkę przy pomocy wzoru empirycznego Monteitha, w oparciu o standardowe pomiary z okresu 1951-1960 temperatury powietrza i prężności pary wodnej (na wysokości 2 m nad powierzchnią gruntu) oraz wielkości zachmurzenia [B-32, 33]. Potrzebne w niniejszym studium dane porównawcze wielkości E w badanych jednostkach przestrzennych przyjęte ze wspomnianych prac zamieszczono w tab. 9.

Dane dotyczące wielkości promieniowania pochłoniętego, do których sięgano również dla porównania z nimi otrzymanych sum ciepła sztucznego, przyjęto z *Atlasu bilansu promieniowania* [B-2].

Tabela 8. Emisja ciepła ze sztucznych źródeł (S) w Polsce w 1965 r. w powiatach pozamiejskich oraz jej stosunek do sum rocznych promieniowania całkowitego (Q) i efektywnego (E)

Emission of heat from artificial sources (S) in Poland by poviats and its ratio to annual total sum of global solar radiation and effective radiation

Powiat	Powierzchnia w km ²	Ciepło ze sztucznych źródeł S		
		w kcal cm ⁻² rok ⁻¹	S/Q w %	S/E w %
1	2	3	4	5
białostockie				
Augustów	1473	0,02	0,02	0,06
Białystok	2237	0,03	0,03	0,10
Bielsk Podlaski	1493	0,02	0,02	0,07
Dąbrowa Białostocka	798	0,02	0,02	0,05
Elk	965	0,05	0,06	0,18
Gołdap	755	0,02	0,02	0,06
Grajewo	1251	0,02	0,02	0,07
Hajnówka	1591	0,03	0,03	0,09
Kolno	1323	0,01	0,02	0,05
Łapy	606	0,04	0,05	0,16
Łomża	1253	0,03	0,04	0,10
Mońki	1238	0,02	0,02	0,06
Olecko	880	0,02	0,03	0,07
Sejny	829	0,01	0,01	0,03
Siemiatycze	1656	0,02	0,02	0,06
Sokółka	1458	0,02	0,02	0,06
Suwałki	1422	0,02	0,03	0,08
Wysokie Mazowieckie	946	0,03	0,03	0,09
Zambrów	901	0,03	0,03	0,09
bydgoskie				
Aleksandrów Kujawski	544	0,08	0,09	0,25
Brodnica	856	0,05	0,07	0,19
Bydgoszcz	1387	0,06	0,07	0,20
Chełmno	643	0,08	0,10	0,29
Chojnice	1901	0,07	0,09	0,26
Golub-Dobrzyń	599	0,05	0,06	0,16
Grudziądz	646	0,06	0,07	0,20
Inowrocław	1120	0,25	0,30	0,71
Lipno	1183	0,04	0,04	0,12
Mogilno	1013	0,05	0,06	0,16
Radziejów	798	0,06	0,07	0,19
Rypin	772	0,05	0,06	0,18
Sępólno Krajeńskie	718	0,03	0,04	0,12
Szubin	864	0,11	0,14	0,35
Świecie	1516	0,06	0,07	0,21
Toruń	1073	0,08	0,10	0,28
Tuchola	1058	0,03	0,04	0,11

cd. tab. 8

1	2	3	4	5
Wąbrzeźno	595	0,06	0,08	0,22
Włocławek	1404	0,06	0,07	0,19
Wyrzysk	1032	0,07	0,08	0,22
Żnin	740	0,06	0,06	0,16

gdańskie

Elbląg	851	0,03	0,04	0,11
Gdańsk	844	0,07	0,09	0,23
Kartuzy	1145	0,04	0,06	0,15
Kościerzyna	1137	0,04	0,05	0,14
Kwidzyń	532	0,08	0,10	0,30
Lębork	1133	0,07	0,08	0,24
Malbork	494	0,19	0,23	0,66
Nowy Dwór Gdański	552	0,03	0,04	0,13
Puck	581	0,08	0,10	0,28
Starogard Gdański	1164	0,10	0,13	0,38
Sztum	638	0,06	0,07	0,21
Tczew	658	0,09	0,12	0,35
Wejherowo	942	0,10	0,12	0,34

katowickie

Będzin	359	2,50	3,34	8,21
Bielsko	428	0,86	1,07	2,90
Cieszyn	717	0,27	0,34	0,97
Częstochowa	979	0,30	0,37	0,90
Gliwice	709	0,18	0,22	0,55
Kłobuck	895	0,07	0,09	0,22
Lubliniec	1042	0,16	0,20	0,50
Myszków	495	0,36	0,44	1,06
Pszczyna	502	0,09	0,12	0,30
Rybnik	579	2,08	2,67	6,52
Tarnowskie Góry	507	0,88	1,13	2,55
Tychy	452	1,60	2,06	4,86
Wodzisław Śląski	335	2,32	2,93	7,72
Zawiercie	651	0,43	0,54	1,26

kieleckie

Białobrzegi	675	0,02	0,03	0,08
Busko	1274	0,04	0,04	0,12
Ilża (Starachowice)	968	0,08	0,10	0,25
Jędrzejów	1254	0,04	0,05	0,13
Kazimierza Wielka	545	0,06	0,07	0,19
Kielce	1943	0,07	0,08	0,23
Końskie	1436	0,06	0,06	0,18
Kozienice	1078	0,08	0,10	0,26
Lipsko	821	0,02	0,03	0,07

1	2	3	4	5
Opatów	1371	0,05	0,05	0,14
Opoczno	1395	0,05	0,06	0,16
Pińczów	569	0,07	0,08	0,22
Przysucha	680	0,03	0,04	0,10
Radom	1070	0,05	0,06	0,17
Sandomierz	766	0,10	0,11	0,30
Staszów	942	0,03	0,03	0,09
Szydłowiec	493	0,33	0,39	1,06
Woszczowa	1395	0,06	0,08	0,20
Zwoleń	576	0,03	0,03	0,09

koszalińskie

Białogard	896	0,04	0,05	0,14
Bytów	1129	0,02	0,03	0,08
Człuchów	1304	0,02	0,03	0,08
Drańsko Pomorskie	1399	0,04	0,04	0,12
Kołobrzeg	726	0,05	0,06	0,18
Koszalin	1360	0,02	0,03	0,08
Miastko	1454	0,02	0,03	0,07
Sławno	1340	0,04	0,04	0,12
Słupsk	1962	0,02	0,02	0,06
Szczecinek	2147	0,02	0,03	0,08
Świdwin	1001	0,03	0,03	0,09
Wałcz	2105	0,02	0,02	0,07
Złotów	1043	0,02	0,03	0,08

krakowskie

Bochnia	865	0,06	0,07	0,20
Brzesko	820	0,06	0,07	0,19
Chrzanów	648	1,40	1,73	4,52
Dąbrowa Tarnowska	651	0,04	0,05	0,14
Kraków	833	0,21	0,25	0,75
Limanowa	952	0,06	0,06	0,18
Miechów	880	0,06	0,07	0,18
Myślenice	759	0,06	0,06	0,19
Nowy Sącz	1551	0,06	0,08	0,20
Nowy Targ	1809	0,05	0,06	0,18
Olkusz	1112	0,26	0,32	0,82
Oświęcim	423	2,55	3,11	8,50
Proszowice	425	0,04	0,05	0,14
Sucha Beskidzka	719	0,06	0,07	0,22
Tarnów	884	0,14	0,16	0,46
Wadowice	657	0,20	0,24	0,67
Żywiec	1107	0,11	0,14	0,39

1	2	3	4	5
lubelskie				
Bełżyce	503	0,04	0,05	0,12
Biała Podlaska	1934	0,04	0,04	0,12
Biłgoraj	1678	0,02	0,02	0,07
Bychawa	576	0,03	0,03	0,09
Chełm	1866	0,11	0,13	0,35
Hrubieszów	1721	0,04	0,05	0,14
Janów Lubelski	794	0,02	0,02	0,06
Krasnystaw	1478	0,04	0,04	0,12
Kraśnik	1244	0,08	0,09	0,24
Lubartów	1268	0,04	0,04	0,11
Lublin	1108	0,08	0,09	0,24
Łuków	1494	0,05	0,06	0,16
Opole Lubelskie	697	0,05	0,06	0,15
Parczew	934	0,02	0,02	0,07
Puławy	1035	0,08	0,10	0,23
Radzyń Podlaski	1535	0,04	0,04	0,12
Tomaszów Lubelski	1597	0,03	0,04	0,10
Włodawa	1696	0,02	0,03	0,07
Zamość	1513	0,05	0,06	0,15
łódzkie				
Bełchatów	749	0,04	0,05	0,12
Brzeziny	1012	0,07	0,08	0,23
Kutno	986	0,13	0,16	0,42
Łask	1154	0,08	0,09	0,23
Łęczyca	981	0,08	0,10	0,26
Łowicz	1227	0,07	0,08	0,23
Łódź	939	0,09	0,11	0,29
Pajęczno	902	0,19	0,23	0,60
Piotrków Trybunalski	1288	0,05	0,06	0,16
Poddębice	874	0,04	0,05	0,12
Radomsko	1561	0,08	0,10	0,27
Rawa Mazowiecka	1315	0,03	0,04	0,11
Sieradz	1401	0,06	0,08	0,19
Skierniewice	869	0,09	0,10	0,29
Wieluń	1200	0,05	0,06	0,17
Wieruszów	477	0,04	0,05	0,12
olsztyńskie				
Bartoszyce	1171	0,04	0,05	0,13
Biskupiec	947	0,04	0,05	0,13
Braniewo	1234	0,09	0,11	0,29
Działdowo	908	0,06	0,07	0,19

1	2	3	4	5
Giżycko	946	0,04	0,05	0,13
Ilawa	1083	0,06	0,08	0,20
Kętrzyn	1128	0,04	0,06	0,14
Lidzbark Warmiński	1066	0,03	0,04	0,11
Morąg	1256	0,04	0,04	0,12
Mrągowo	1126	0,03	0,03	0,09
Nidzica	1138	0,02	0,03	0,08
Nowe Miasto Lubawskie	842	0,05	0,06	0,16
Olsztyn	1360	0,03	0,04	0,10
Ostróda	1343	0,04	0,05	0,14
Paślęk	818	0,03	0,04	0,11
Pisz	1767	0,02	0,02	0,06
Szczytno	1949	0,03	0,03	0,09
Węgorzewo	871	0,02	0,02	0,06
opolskie				
Brzeg	566	0,07	0,09	0,24
Głubczyce	692	0,11	0,14	0,36
Grodzów	581	0,08	0,10	0,26
Kluczbork	638	0,14	0,18	0,47
Koźle	658	2,49	3,15	7,90
Krapkowice	430	1,86	2,32	5,80
Namysłów	614	0,06	0,07	0,19
Niemodlin	636	0,06	0,07	0,18
Nysa	702	0,14	0,17	0,45
Olesno	815	0,07	0,08	0,21
Opole	1309	0,17	0,21	0,53
Prudnik	543	0,15	0,19	0,50
Racibórz	462	0,16	0,20	0,50
Strzelce Opolskie	725	0,29	0,36	0,91
poznańskie				
Chodzież	887	0,19	0,23	0,54
Czarnków	969	0,20	0,25	0,64
Gniezno	1126	0,04	0,05	0,13
Gostyń	707	0,18	0,21	0,53
Jarocin	700	0,14	0,17	0,44
Kalisz	1351	0,05	0,06	0,17
Kępno	605	0,08	0,10	0,26
Koło	1084	0,16	0,20	0,51
Konin	1360	0,77	0,91	2,39
Kościan	1033	0,09	0,11	0,28
Krotoszyn	805	0,08	0,09	0,23
Leszno	745	0,05	0,06	0,17
Międzychód	779	0,07	0,08	0,22
Nowy Tomyśl	1290	0,08	0,09	0,24
Oborniki	845	0,20	0,23	0,63

cd. tab.

1	2	3	4	5
Ostrów Wielkopolski	1122	0,05	0,06	0,15
Ostrzeszów	771	0,06	0,07	0,17
Pleszew	693	0,06	0,07	0,18
Poznań	1237	0,46	0,56	1,47
Rawicz	519	0,13	0,16	0,40
Słupca	662	0,04	0,04	0,12
Szamotuły	1110	0,08	0,09	0,23
Śrem	771	0,06	0,07	0,18
Środa	726	0,07	0,08	0,21
Trzcianka	898	0,06	0,07	0,19
Turek	1142	0,25	0,30	0,77
Wągrowiec	1082	0,05	0,06	0,16
Wolsztyn	810	0,05	0,06	0,17
Września	700	0,10	0,11	0,30
rzeszowskie				
Brzozów	684	0,05	0,06	0,16
Dębica	595	0,15	0,17	0,48
Gorlice	1072	0,12	0,14	0,36
Jarosław	1291	0,05	0,06	0,16
Jasło	1022	0,12	0,14	0,36
Kolbuszowa	890	0,03	0,03	0,09
Krosno	776	0,17	0,21	0,54
Lesko	894	0,14	0,02	0,44
Leżajsk	659	0,08	0,10	0,26
Lubaczów	1307	0,02	0,03	0,07
Łańcut	452	0,10	0,11	0,30
Mielec	877	0,10	0,12	0,34
Nisko	950	0,04	0,05	0,14
Przemyśl	1226	0,03	0,04	0,11
Przeworsk	419	0,13	0,16	0,42
Ropczyce	553	0,05	0,06	0,16
Rzeszów	909	0,08	0,09	0,25
Sanok	1394	0,05	0,06	0,16
Strzyżów	495	0,07	0,08	0,22
Tarnobrzeg	881	0,15	0,18	0,48
Ustrzyki Dolne	1187	0,01	0,01	0,04
szczecińskie				
Chojna	1329	0,04	0,05	0,13
Choszczno	1301	0,03	0,04	0,10
Goleniów	1085	0,04	0,04	0,12
Gryfice	1004	0,03	0,04	0,12
Gryfino	914	0,05	0,06	0,17
Kamień Pomorski	668	0,03	0,04	0,11
Łobez	952	0,04	0,04	0,12
Myślibórz	1058	0,03	0,04	0,12

1	2	3	4	5
Nowogard	654	0,03	0,03	0,09
Pyrzyce	989	0,09	0,11	0,30
Stargard Szczeciński	1234	0,09	0,11	0,29
Szczecin	673	0,04	0,04	0,12
Wolin	538	0,17	0,20	0,57

warszawskie

Ciechanów	1226	0,06	0,07	0,20
Garwolin	1115	0,06	0,07	0,21
Gostynin	1119	0,04	0,04	0,12
Grodzisk Mazowiecki	735	0,11	0,13	0,38
Grójec	1225	0,05	0,06	0,16
Łosice	1034	0,02	0,02	0,07
Maków Mazowiecki	1089	0,02	0,03	0,08
Mińsk Mazowiecki	1112	0,06	0,07	0,21
Mława	991	0,12	0,15	0,40
Nowy Dwór Mazowiecki	889	0,09	0,11	0,31
Ostrołęka	1668	0,10	0,12	0,31
Ostrów Mazowiecki	1211	0,03	0,04	0,11
Otwock	638	0,10	0,12	0,33
Piaseczno	542	0,23	0,28	0,77
Płock	1335	0,04	0,05	0,14
Płońsk	1266	0,03	0,04	0,11
Pruszków	623	0,22	0,27	0,74
Przasnysz	1404	0,02	0,02	0,07
Pułtusk	1012	0,05	0,05	0,14
Ryki	776	0,08	0,10	0,26
Siedlce	1337	0,03	0,04	0,11
Sierpc	1139	0,04	0,05	0,14
Sochaczew	807	0,13	0,15	0,41
Sokołów Podlaski	1121	0,04	0,05	0,14
Węgrów	1232	0,03	0,04	0,10
Wołomin	1066	0,16	0,18	0,50
Wyszaków	780	0,10	0,12	0,32
Żuromin	718	0,02	0,02	0,07

wrocławskie

Bolesławiec	1275	0,11	0,14	0,40
Bystrzyca Kłodzka	789	0,07	0,08	0,23
Dzierżonów	541	0,32	0,40	1,06
Góra	760	0,40	0,05	0,14
Jawor	581	0,10	0,13	0,33
Jelenia Góra	674	0,20	0,25	0,63
Kamienna Góra	465	0,14	0,17	0,42

cd. tab. 8

1	2	3	4	5
Kłodzko	517	0,24	0,30	0,85
Legnica	617	0,07	0,08	0,21
Lubań	539	0,14	0,17	0,44
Lubin	790	0,06	0,07	0,18
Lwówek Śląski	737	0,07	0,09	0,24
Milicz	994	0,04	0,04	0,11
Nowa Ruda	333	0,23	0,28	0,77
Oleśnica	777	0,09	0,11	0,29
Oława	585	0,08	0,10	0,26
Strzelin	567	0,09	0,11	0,30
Syców	451	0,05	0,06	0,14
Środa Śląska	719	0,08	0,10	0,27
Świdnica	639	0,29	0,36	0,92
Trzebnica	771	0,05	0,06	0,14
Wałbrzych	387	0,23	0,29	0,77
Wołów	999	0,16	0,19	0,48
Wrocław	849	0,32	0,39	1,04
Ząbkowice Śląskie	770	0,40	0,49	1,32
Zgorzelec	743	2,75	3,39	9,07
Złotoryja	810	0,12	0,15	0,40

zielonogórskie

Głogów	732	0,09	0,11	0,28
Gorzów Wielkopolski	1445	0,06	0,07	0,20
Krosno Odrzańskie	1164	0,04	0,04	0,12
Lubsko	921	0,06	0,07	0,20
Międzyrzecz	1157	0,05	0,06	0,18
Nowa Sól	704	0,14	0,17	0,45
Słubice	1035	0,05	0,06	0,15
Strzelce Krajeńskie	1063	0,05	0,06	0,16
Sulęchów	727	0,06	0,07	0,18
Sulęcín	1092	0,04	0,05	0,14
Szprotawa	555	0,10	0,12	0,34
Świebodzin	836	0,05	0,06	0,17
Wschowa	685	0,06	0,06	0,17
Zielona Góra	819	0,05	0,06	0,15
Żagań	693	0,19	0,23	0,63
Żary	777	0,18	0,22	0,61

Wykorzystując powyższe źródła i własne wyniki określono stosunek sum ciepła emitowanego w miastach i powiatach niemiejskich do wymienionych składników bilansu radiacyjnego: promieniowania całkowitego Q i efektywnego E . Wyniki zawierają tab. 8, 9 i ryc. 6.

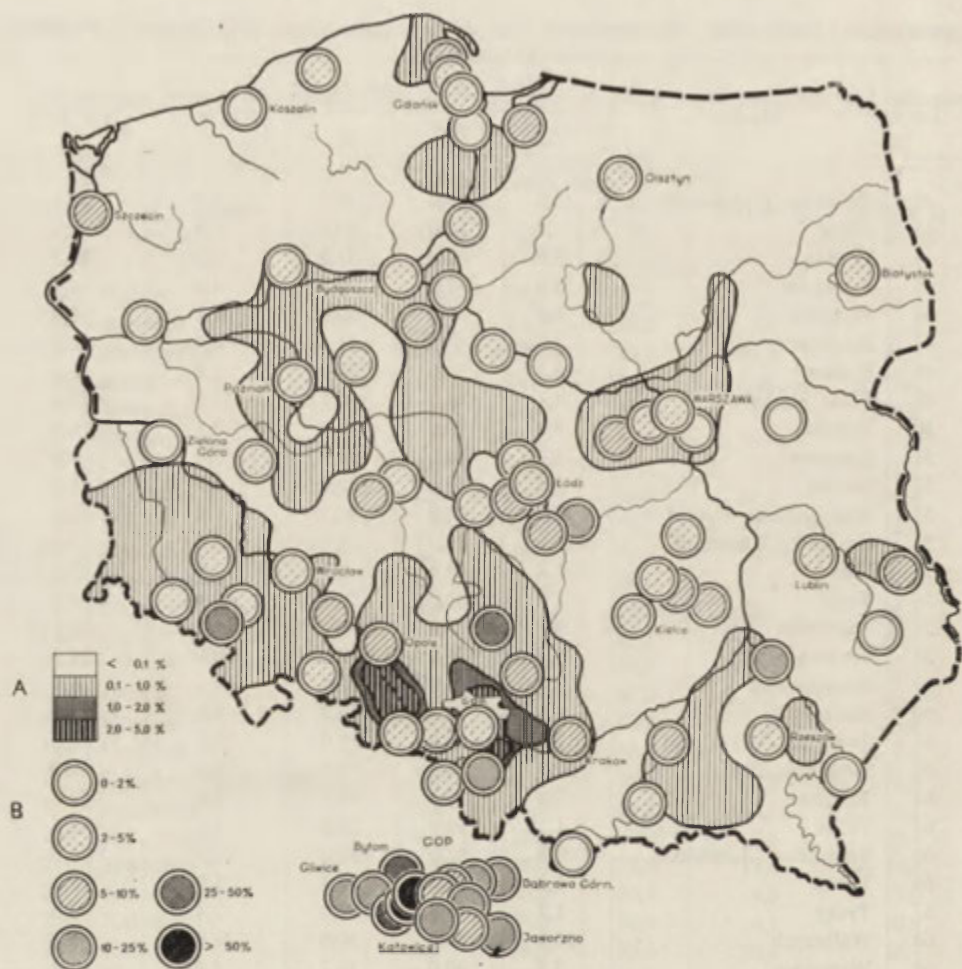
Tabela 9. Stosunek ilości ciepła sztucznego do sum promieniowania całkowitego i efektywnego w miastach w 1965 r.

Ratio between amount of artificial heat and total sum of global solar radiation and effective radiation in towns

Lp.	Miasto	Kcal cm ⁻² rok ⁻¹			S/Q w %	S/E w %
		S	Q	E		
1	Będzin	9,9	75,0	30,5	13,3	32,7
2	Białystok	2,2	83,0	28,2	2,6	7,6
3	Bielsko-Biała	9,4	82,0	29,8	11,5	31,7
4	Brzeg	5,1	81,0	31,0	6,4	16,6
5	Bydgoszcz	2,1	84,0	30,5	2,5	6,8
6	Bytom	29,1	75,0	31,0	38,8	93,9
7	Chełm	5,0	85,0	31,0	5,9	16,2
8	Chorzów	61,5	74,0	31,0	83,1	198,4
9	Cieszyn	3,5	80,0	27,8	4,3	12,5
10	Czeladź	4,2	76,0	32,0	5,6	13,2
11	Częstochowa	22,1	80,0	29,6	27,6	74,7
12	Dąbrowa Górnicza	16,8	76,0	32,0	22,1	52,4
13	Elbląg	7,7	82,0	29,1	9,4	26,6
14	Gdańsk	2,8	80,0	30,4	3,5	9,3
15	Gdynia	6,8	84,0	30,0	8,1	22,7
16	Gliwice	12,7	78,0	32,0	16,3	39,8
17	Gniezno	2,6	84,0	30,5	3,0	8,4
18	Gorzów Wielkopolski	2,6	82,0	29,5	3,2	8,8
19	Grudziądz	2,4	80,0	28,0	2,9	8,5
20	Inowrocław	6,2	83,0	32,6	7,5	19,4
21	Jaworzno	1,7	78,0	32,0	15,0	36,6
22	Jelenia Góra	3,9	80,0	30,4	4,9	13,0
23	Kalisz	3,4	83,0	30,9	4,1	10,9
24	Katowice	8,2	76,0	30,6	10,8	26,7
25	Kielce	2,6	85,0	29,8	3,0	8,6
26	Koszalin	1,0	80,0	29,3	1,3	3,6
27	Kraków	7,8	84,0	26,7	9,3	29,2
28	Legnica	3,7	82,0	31,8	4,5	11,5
29	Leszno	3,0	83,0	32,0	3,6	9,4
30	Lublin	3,4	85,0	31,7	4,0	10,6
31	Łódź	3,4	81,0	30,0	4,2	11,3
32	Mysłowice	3,9	76,0	30,5	5,2	19,2
33	Nowy Sącz	2,2	84,0	31,0	2,6	7,0
34	Nysa	1,8	80,0	30,5	2,2	5,8
35	Olsztyn	1,9	80,0	31,9	2,5	6,2
36	Opole	5,6	81,0	31,5	7,0	17,6
37	Ostrowiec Świętokrzyski	7,2	86,0	32,0	8,4	22,5
38	Ostrów Wielkopolski	4,6	83,0	34,0	5,6	13,7
39	Otwock	1,3	84,0	30,5	1,5	4,2
40	Pabianice	4,5	83,0	31,0	5,5	14,6
41	Piła	1,6	82,0	31,0	2,0	5,2

Lp.	Miasto	Kcal cm ⁻² rok ⁻¹			S/Q w %	S/E w %
		S	Q	E		
42	Piotrków Trybunalski	5,6	81,0	31,0	6,9	18,1
43	Płock	1,5	82,0	30,0	1,9	5,2
44	Poznań	3,5	82,0	31,0	4,3	11,3
45	Pruszków	3,6	82,0	30,5	4,4	11,8
46	Przemyśl	1,5	85,0	30,9	1,8	5,0
47	Racibórz	3,7	79,0	31,6	4,7	11,7
48	Radom	3,3	84,0	31,0	3,9	10,6
49	Ruda Śląska	24,1	75,0	30,5	32,1	79,0
50	Rybnik	1,9	78,0	32,0	2,5	6,0
51	Rzeszów	2,5	84,0	29,2	3,0	8,6
52	Siedlce	1,5	86,0	28,9	1,7	5,2
53	Siemianowice Śląskie	7,0	74,0	30,5	9,4	24,0
54	Skarżysko-Kamienna	1,6	84,0	32,0	2,0	5,1
55	Ślupsk	1,7	80,0	30,0	2,0	5,7
56	Sopot	2,0	82,0	30,0	2,4	6,6
57	Sosnowiec	9,1	75,0	30,1	12,2	30,1
58	Stalowa Wola	9,1	86,0	32,0	10,6	28,5
59	Starachowice	8,4	84,0	32,0	9,9	26,1
60	Szczecin	4,3	81,0	30,0	5,4	14,5
61	Świdnica	2,8	80,0	31,0	3,5	9,0
62	Świętochłowice	57,9	74,0	31,0	78,2	186,8
63	Tarnów	7,2	85,0	30,7	8,6	23,7
64	Tczew	1,5	80,0	26,0	1,9	5,9
65	Tomaszów Mazowiecki	9,8	82,0	31,0	11,9	31,6
66	Toruń	1,6	84,0	29,4	1,9	5,3
67	Tychy	1,7	78,0	33,0	2,4	5,0
68	Wałbrzych	31,1	80,0	30,0	38,9	103,7
69	Warszawa	3,5	80,0	30,7	4,4	11,4
70	Włocławek	3,4	82,0	30,0	4,0	11,4
71	Wrocław	3,5	82,0	31,0	4,3	11,3
72	Zabrze	12,9	75,0	31,0	17,2	41,6
73	Zakopane	0,2	84,0	30,0	0,2	0,7
74	Zamość	1,0	86,0	31,0	1,2	3,1
75	Zawiercie	7,0	81,0	34,5	8,7	20,3
76	Zduńska Wola	1,9	82,0	31,0	2,3	6,1
77	Zgierz	3,5	82,0	31,0	4,3	11,4
78	Zielona Góra	1,6	83,0	31,3	1,9	5,1
79	Żyrardów	5,8	86,0	30,5	6,7	18,9

Wzrost wartości stosunku S/Q ma charakter funkcji wykładniczej; wielkości te są skorelowane ujemnie. Wynika to z faktu osłabienia promieniowania w obszarach przemysłowych wskutek zadymienia atmosfery. Większym wartościom emitowanego ciepła towarzyszy zwykle wzrost emisji zanieczyszczeń, obniżających



Ryc. 6. Stosunek ciepła ze sztucznych źródeł do promieniowania słonecznego w Polsce w 1965 r. (roczna suma ciepła sztucznego S wyrażona w procentach sumy promieniowania całkowitego Q)

A — w powiatach, B — w miastach wydzielonych

Ratio of heat from artificial sources to solar global radiation in Poland, in 1965

A — in poviats, B — in urban poviats

dopływ promieniowania krótkofalowego. W warunkach polskich obserwuje się to szczególnie wyraźnie na terenie Górnoląskiego Okręgu Przemysłowego, który jest równocześnie obszarem o największych wartościach emitowanego sztucznie ciepła.

Wysokie wartości wyzwalanej energii na stosunkowo niewielkich, gęsto zabudowanych powierzchniach miast przemysłowych GOP dają na tym obszarze wielkość wskaźnika S/Q rzędu kilkudziesięciu procent w skali rocznej i wskaźnik S/E

przekraczający 100% (tab. 9). Można przypuszczać, że w przebiegu rocznym są okresy, kiedy wartość S przewyższa Q . Jest to możliwe w chłodziej porze roku; średnie miesięczne sumy promieniowania całkowitego spadają do $1-2 \text{ kcal} \cdot \text{cm}^{-2}$, podczas gdy emisja ciepła sztucznego przybiera wówczas wartości maksymalne z uwagi na ogrzewanie pomieszczeń.

Rozkład wartości S/Q oparty na sumach rocznych, w ujęciu powiatowym, charakteryzuje stopień intensyfikacji procesów gospodarczych. Wyraża on natężenie przemian energetycznych kierowanych przez człowieka i ich stosunek do procesów energetycznych zachodzących w sposób naturalny w przyziemnej warstwie atmosfery.

Izarytma 0,1 na mapie rozkładu wartości S/Q (ryc. 6) wyznacza w sposób charakterystyczny obszary, cechujące się wyraźniejszym natężeniem omawianych zjawisk. Wartość wskaźnika S/Q podkreśla te obszary bardziej, niż mogą to oddać same wartości S (ryc. 4).

Wydaje się, że uzyskany dla powiatów obraz jest dość prawdopodobny, natomiast analiza sum dla miast może niejednokrotnie budzić wątpliwości. W pewnych przypadkach pozostaną one z pewnością uzasadnione. Nie należy jednak przy tym zapominać, że przedmiotem porównania są wartości względne, odnieszone do powierzchni badanych miast. Powierzchnie te są bardzo zróżnicowane, od ciasnych, zwarto zabudowanych miast przemysłowych (np. Świętochłowice mają powierzchnię 13 km^2 , Będzin 14 km^2 , Starachowice 19 km^2 , Czeladź 16 km^2 , Zawiercie i Siemianowice 25 km^2 , Żyrardów 11 km^2 i Brzeg 12 km^2), po rozległe, o dość rzadkiej zabudowie (Tarnów 72 km^2 , Białystok 71 km^2 , Katowice 100 km^2 , Bydgoszcz 116 km^2 , Gdańsk 155 km^2) i największe miasta: Poznań 220 km^2 , Łódź 214 km^2 , Wrocław 225 km^2 , Kraków 230 km^2 i Warszawa 446 km^2 (tab. 5). Dlatego też często tego samego rzędu ogólne wielkości zużytej energii w poszczególnych miastach dają po przeliczeniu na jednostkę powierzchni wartości bardzo różne (tab. 5 i 6).

Niemal regułą jest, że miasta największe, o znacznym udziale w zużyciu surowców mają w otrzymanych tu wynikach stosunkowo niewielkie wartości emitowanego ciepła. Odnosi się to do wszystkich miast wydzielonych, których duże powierzchnie wielokrotnie obniżają przeciętną wartość emisji w porównaniu z miastami małymi, ale o dużej koncentracji ludności i przemysłu. Dlatego zachodzi konieczność wyraźnego podkreślenia względności (z gospodarczego punktu widzenia) stosowanych miar, które jednak dzięki temu pozwalają w sposób obiektywny porównać wielkości kierowanych i naturalnych procesów energetycznych na powierzchni ziemi, w ich ujęciu przestrzennym.

Grupując miasta w zależności od stopnia intensyfikacji procesów gospodarczych wyrażonego wielkością wskaźnika S/Q przyjęto następujący podział:

Grupa I: $S < 1\% Q$

Miasta cechujące się wartością ciepła sztucznego (w $\text{kcal} \cdot \text{km}^{-2} \cdot \text{rok}^{-1}$ lub w $\text{kcal} \cdot \text{cm}^{-2} \cdot \text{rok}^{-1}$) poniżej 1% promieniowania całkowitego Q .

Jako jedyne spośród badanych miast znalazło się w tym przedziale Zakopane.

Grupa II: $1\% Q < S < 2\% Q$

Miasta, w których roczna suma ciepła sztucznego S zawiera się w granicach 1%-2% Q , tj. 80-160 $\text{kcal} \cdot 10^8 \cdot \text{km}^{-2} \cdot \text{rok}^{-1}$.

W tej grupie znajdują się: Koszalin, Otwock, Płock, Przemyśl, Siedlce, Tczew, Toruń, Zamość i Zielona Góra.

Grupa III: $2\% Q < S < 5\% Q$

Miasta, w których roczna suma ciepła sztucznego S zawiera się w granicach 2%-5% Q , tj. 160-400 $\text{kcal} \cdot 10^8 \cdot \text{km}^{-2} \cdot \text{rok}^{-1}$.

W tym przedziale znajdują się: Białystok, Bydgoszcz, Cieszyń, Gdańsk, Gniezno, Gorzów Wielkopolski, Grudziądz, Jelenia Góra, Kalisz, Kielce, Legnica, Leszno, Lublin, Łódź, Mysłowice, Nowy Sącz, Nysa, Olsztyn, Piła, Poznań, Pruszków, Racibórz, Radom, Rybnik, Rzeszów, Skarżysko-Kamienna, Słupsk, Sopot, Świdnica, Tychy, Warszawa, Włocławek, Wrocław, Zduńska Wola, Zgierz.

Grupa IV: $5\% Q < S < 10\% Q$

Miasta, w których roczna suma ciepła sztucznego S wynosi od 5% do 10% Q , tj. 400—800 $\text{kcal} \cdot 10^8 \cdot \text{km}^{-2} \cdot \text{rok}^{-1}$.

Do grupy tej należą: Brzeg, Chełm, Czeladź, Elbląg, Gdynia, Inowrocław, Kraków, Opole, Ostrowiec Świętokrzyski, Ostrów Wielkopolski, Pabianice, Piotrków, Siemianowice, Szczecin, Tarnów, Zawiercie, Żyrardów.

Grupa V: $10\% Q < S < 20\% Q$

Miasta, w których roczna suma ciepła sztucznego S wynosi od 10% do 20% Q tj. 800—1600 $\text{kcal} \cdot 10^8 \cdot \text{km}^{-2} \cdot \text{rok}^{-1}$.

Do nich należą: Będzin, Bielsko-Biała, Gliwice, Jaworzno, Katowice, Sosnowiec, Stalowa Wola, Starachowice, Tomaszów Mazowiecki i Zabrze.

Grupa VI: $S > 20\% Q$

Miasta, w których roczna suma ciepła sztucznego S wynosi powyżej wartości odpowiadającej 20% promieniowania całkowitego Q , tj. powyżej 1600 $\text{kcal} \cdot 10^8 \cdot \text{km}^{-2} \cdot \text{rok}^{-1}$.

Są to główne ośrodki przemysłu metalurgicznego bądź grupujące zakłady koksownicze: Bytom, Chorzów, Częstochowa, Dąbrowa Górnicza, Ruda Śląska, Świętochłowice i Wałbrzych.

Poza wskaźnikami S/Q określono również wielkości S/E . Wskazują one stopień rekompensowania strat ciepła, będących wynikiem wypromieniowania ciepła przez powierzchnię ziemi. Jak wynika z otrzymanych wartości, stosunek ten w miastach przemysłowych w niektórych przypadkach przekracza 100%.

Na przykład w Wałbrzychu S/E wynosi 103,7%, w Świętochłowicach 186,8%, w Chorzowie 198,4%, w Częstochowie, Bytomiu, Rudzie Śląskiej zawiera się w granicach 70–90 %. Tak wysokie wartości wpływają już w sposób wyraźny na podwyższenie temperatury tych miast, co stwierdziłam w swych wcześniejszych pracach [B-30, 31].

5. DYNAMIKA ZMIAN W ZUŻYCIU PALIW W PRZĘKROJU WIELOLETNIM

Zagadnienie to obok podstawowego aspektu ekonomicznego ma również znaczenie dla ewentualnych prognoz klimatycznych, dlatego wymaga choćby bardzo ogólnego scharakteryzowania.

5.1. DYNAMIKA ZMIAN OPARTA NA WIELKOŚCIACH ZUŻYTYCH SUROWCÓW ENERGETYCZNYCH

Ogólne sumy energii w $\text{Tcal} \cdot 10^3$ zużywanej w Polsce w ciągu ubiegłych lat wynosiły: w 1955 r. — 418, w 1960 — 549, w 1965 — 656. W oparciu o dotychczasowe i planowane zmiany jednostkowego zużycia energii sporządzono prognozę na lata następne [A-24], uwzględniając zależność zużywanej energii od dochodu narodowego (tab. 10).

Tabela 10. Prognoza zapotrzebowania energii oparta na korelacji ze wzrostem dochodu narodowego (wg C. Mejro, A-24)

Foresight increase of fuel use according to rise of the national income

	Jednostka	1960	1965	1970	1975	1980	1985
Liczba mieszkańców	10^3 M	29 800,0	31 600,0	33 400,0	35 500,0	37 600	39 600
Dochód narodowy	%	100,0	133,0	177,0	235,0	312,0	415,0
Zużycie energii brutto	10^3 Tcal	549,0	656,0	790,0	950,0	1 140,0	1 370,0

Wzrost zapotrzebowania na energię i przewidywany wzrost zużycia surowców energetycznych nie jest równoznaczny ze wzrostem emisji ciepła. Ta ostatnia wielkość jest wprost proporcjonalna do ilości zużytych paliw, ale współczynnik proporcjonalności zmienia się zależnie od rosnącej efektywności wykorzystania paliw.

Stały wzrost ekonomicznej sprawności termicznej wpływa na zwiększenie ilości zużywanej energii w stosunku do ilości dostarczanych surowców energetycznych.

Pokrycie zwiększonego zapotrzebowania może wiązać się ze zwiększeniem zużycia surowców, jednak wskaźnik wzrostu ilości wykorzystanych paliw brutto może być znacznie mniejszy od wskaźnika wzrostu netto, tj. energii wykorzystanej istotnie w procesach gospodarczych.

Zależność przewidywanych wielkości emisji od zwiększonych dostaw energii nie jest w związku z tym prostoliniowa, choć w przybliżonych ocenach perspektywicznych, w przypadkach gdy nie jest konieczny dokładny rachunek ekonomiczny, można ją traktować za bliską prostoliniowej zależności.

5.2. DYNAMIKA ZMIAN ZUŻYCIA WAŻNIEJSZYCH PALIW PIERWOTNYCH WEDŁUG GAŁĘZI GOSPODARKI

Wskaźniki wzrostu zużycia paliw charakteryzują tendencje zmian w strukturze bilansu energetycznego Polski (tab. 11). Przy bardzo nieznacznym wzroście ogólnego zużycia węgla (średnio ok. 3% w okresie 1956-1965 i ok. 2% w latach 1965-1968) jego udział w pokryciu potrzeb komunalno-bytowych utrzymuje się osta-

Tabela 11. Wskaźniki wzrostu zużycia paliw pierwotnych wg gałęzi gospodarki dla okresów 1956—1965 i 1960—1968

Indications of increase of use natural fuels in particular branch of economy for periods 1956-1965 and 1960-1968

	Węgiel		Paliwa ciekłe		Gaz ziemny	
	1965/1956	1968/1960	1965/1956	1968/1960	1965/1956	1968/1960
Ogółem	130	120	318	287	305	463
Przemysł	136	125	500	447	311	460
Komunalno-bytowe	136	116	643	288	186	530
pozostałe działy	119	138	211	110	—	—

tnio na wyrównanym poziomie, maleje zaś w bilansie energetycznym transportu w związku z elektryfikacją trakcji kolejowej. Natomiast nadal utrzymuje się tendencja wzrostu zużycia węgla na cele produkcyjne. Jest to zrozumiałe, gdyż pozycja ta obejmuje również paliwa zużywane na wytwarzanie energii elektrycznej i ciepłej, z których w znacznym stopniu korzystają inne działy gospodarki.

Charakterystyczny jest wzrost zużycia gazu na cele komunalno-bytowe (wskaźnik 1968/1960 = 530 przy średniej krajowej wynoszącej 463). Również zużycie paliw ciekłych cechuje się wyższym wskaźnikiem wzrostu w ostatnich latach w grupie odbiorców komunalno-bytowych niż średnia krajowa, a w okresie 1956-1965 nawet wyższym niż w przemyśle.

5.3. DYNAMIKA ZMIAN ŻUŻYCIA WAŻNIEJSZYCH PALIW PIERWOTNYCH W UJĘCIU TERYTORIALNYM (WOJEWÓDZKIM)

W tabelach 12 i 13 zamieszczono dane charakteryzujące wzrost zużycia węgla kamiennego i paliw płynnych w ostatnich latach w poszczególnych województwach. Zarówno wskaźniki wzrostu zużycia paliw w ostatnich latach, jak i tendencje rozwoju gospodarczego, szczególnie rozwoju przemysłu [A-41], wskazują, że emisja ciepła sztucznego będzie wzrastać głównie we wschodniej części Polski, przede wszystkim w województwach: białostockim, olsztyńskim, kieleckim, lubelskim i rzeszowskim. Odnosi się to tylko do wzrostu procentowego, co wprawdzie świadczy o dynamice zjawiska, ale jeszcze niewiele mówi o fizycznych wielkościach, tj. sumach emisji ciepła.

Udział wymienionych województw w ogólnym zużyciu paliw jest niewielki. W 1965 r. kieleckie zużywało 2,5% węgla kamiennego, lubelskie 2,7%, olsztyńskie

Tabela 12. Wzrost zużycia węgla kamiennego w ujęciu wojewódzkim

Increase of use of pit coal in particular voivodships

Lp.	Województwo	Udział w ogólnym zużyciu				Wskaźnik wzrostu zużycia w %		
		1956	1960	1965	1968	1965/ /56	1965/ /60	1968/ /60
	Ogółem	100,0	100,0	100,0	100,0	130	111	120
1	m. st. Warszawa	3,6	3,7	4,4	3,6	162	134	118
2	m. Kraków	4,8	4,9	6,3	6,6	172	142	161
3	m. Łódź	1,7	2,3	2,3	2,2	180	112	115
4	m. Poznań	1,3	1,4	1,5	1,3	147	117	109
5	m. Wrocław	1,4	1,5	1,6	1,1	144	120	89
6	Białostockie	1,0	1,0	0,8	0,9	101	101	106
7	Bydgoskie	3,9	3,9	4,2	4,2	140	140	128
8	Gdańskie	2,9	2,9	2,7	2,7	122	103	110
9	Katowickie	31,1	31,3	29,1	27,0	122	103	103
10	Kieleckie	2,9	2,5	2,5	3,0	113	110	141
11	Koszalińskie	0,9	0,8	0,9	0,9	132	125	135
12	Krakowskie	10,4	10,1	10,7	10,6	134	117	125
13	Lubelskie	2,3	2,5	2,7	3,2	152	123	156
14	Łódzkie	2,3	2,5	3,0	2,9	170	133	138
15	Olsztyńskie	1,3	1,2	1,1	1,2	113	106	124
16	Opolskie	6,1	5,9	5,8	6,8	125	108	137
17	Poznańskie	3,8	3,6	3,5	3,8	119	107	126
18	Rzeszowskie	3,2	2,9	2,3	3,1	94	88	127
19	Szczecińskie	2,0	2,0	1,8	1,9	115	102	116
20	Warszawskie	3,3	3,1	3,5	3,9	139	126	152
21	Wrocławskie	8,0	8,2	7,7	7,5	175	104	109
22	Zielonogórskie	1,8	1,8	1,6	1,6	115	99	106

Tabela 13. Wzrost zużycia paliw płynnych w ujęciu wojewódzkim

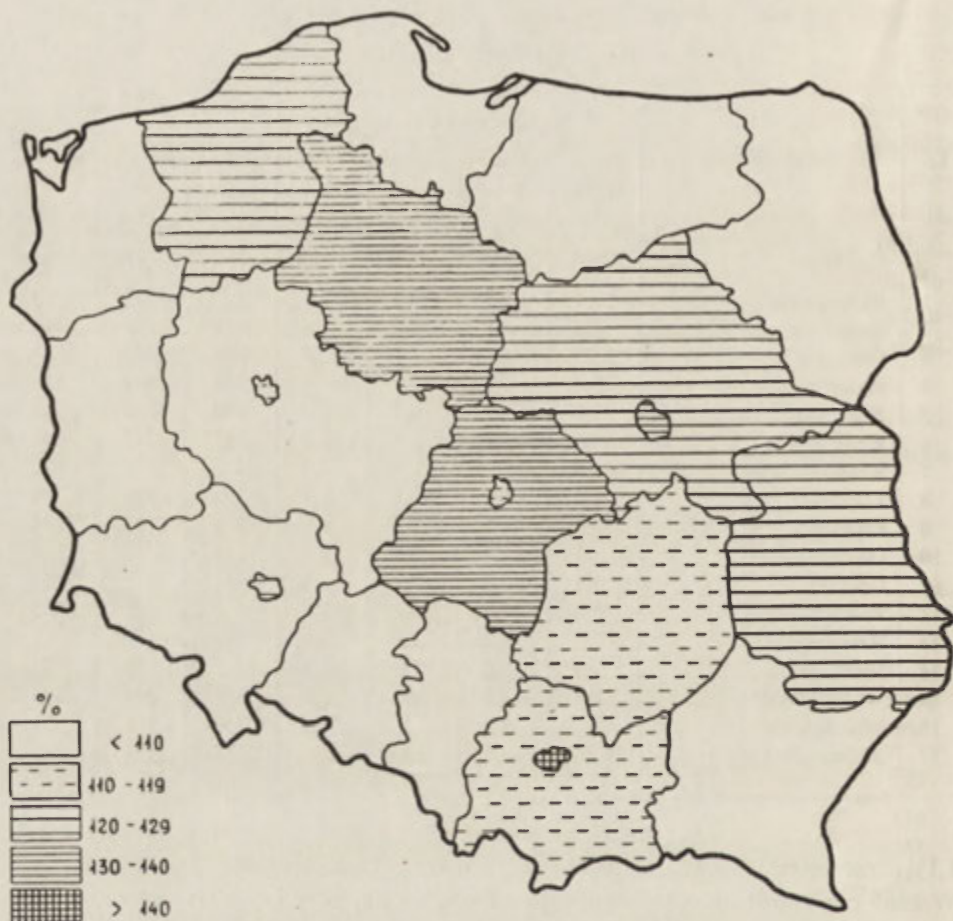
Increase of use liquid fuels in particular voivodships

Lp.	Województwo	Udział w ogólnym zużyciu				Wskaźnik wzrostu zużycia w %		
		1956	1960	1965	1968	1965/ /56	1965/ /60	1968/ /60
	Ogółem	100,0	100,0	100,0	100,0	318	218	287
1	Białostockie	3,0	2,2	2,4	2,5	263	249	330
2	Bydgoskie	5,6	4,6	5,5	6,0	314	265	276
3	Gdańskie	10,8	16,4	13,7	12,6	408	186	223
4	Katowickie	9,8	9,0	17,7	16,0	576	439	518
5	Kieleckie	3,1	2,9	2,7	3,0	280	247	302
6	Koszalińskie	4,8	3,2	2,3	2,7	157	163	244
7	Krakowskie*	5,9	6,7	7,9	7,6	430	260	326
8	Lubelskie	3,5	3,8	3,1	3,1	283	181	238
9	Łódzkie*	4,5	4,7	3,8	3,9	268	179	243
10	Olsztyńskie	4,7	3,1	2,2	2,5	150	158	234
11	Opolskie	4,1	3,9	2,8	3,4	221	163	256
12	Poznańskie*	7,6	6,5	6,5	7,8	274	221	348
13	Rzeszowskie	3,4	4,2	2,9	3,1	268	152	217
14	Szczecińskie	7,3	8,9	7,0	6,8	307	176	223
15	Warszawskie*	9,6	9,4	10,6	9,9	357	252	306
16	Wrocławskie*	8,7	7,8	6,8	6,7	250	193	251
17	Zielonogórskie	3,6	2,7	2,1	2,4	186	170	263

* Łącznie z miastami wydzielonymi.

1,1%, rzeszowskie 2,3%. Udział województwa białostockiego jest najmniejszy. W 1965 r. wynosił on 0,8% ogólnego zużycia węgla, przy czym wykazywał spadek o 0,2% w stosunku do lat ubiegłych; w 1968 r. nastąpił nieznaczny wzrost do 0,9% lecz nadal województwo to, obok koszalińskiego, jest na ostatniej pozycji pod względem zużycia węgla i na przedostatniej, przed zielonogórskim, pod względem zużycia paliw płynnych (tab. 13).

Przyjmując za poziom odniesienia wielkość zużycia podstawowych paliw w latach 1956 i 1960 określono wskaźniki wzrostu zużycia w poszczególnych województwach dla 1965 i 1968 r. Wzrost zużycia węgla kamiennego w skali ogólnokrajowej wyrażony wskaźnikami 1965/56, 1965/60 i 1968/60 wynosi odpowiednio: 130%, 111% i 120%. Największe miasta wydzielone miały w początkowym okresie wskaźniki wyższe od średnich krajowych, zaś w ostatnim — niższe, z wyjątkiem Krakowa, dla którego wskaźnik 1968/60 wynosił 161%, co stanowiło wartość maksymalną w tej grupie wskaźników. Powyżej średniego kształtował się również wzrost zużycia węgla w województwach: bydgoskim, koszalińskim, krakowskim, lubelskim, warszawskim i szczególnie w łódzkim (odpowiednio: 170%, 133% i 138%). Poniżej średnich, i to w ciągu wszystkich okresów, są wskaźniki woje-

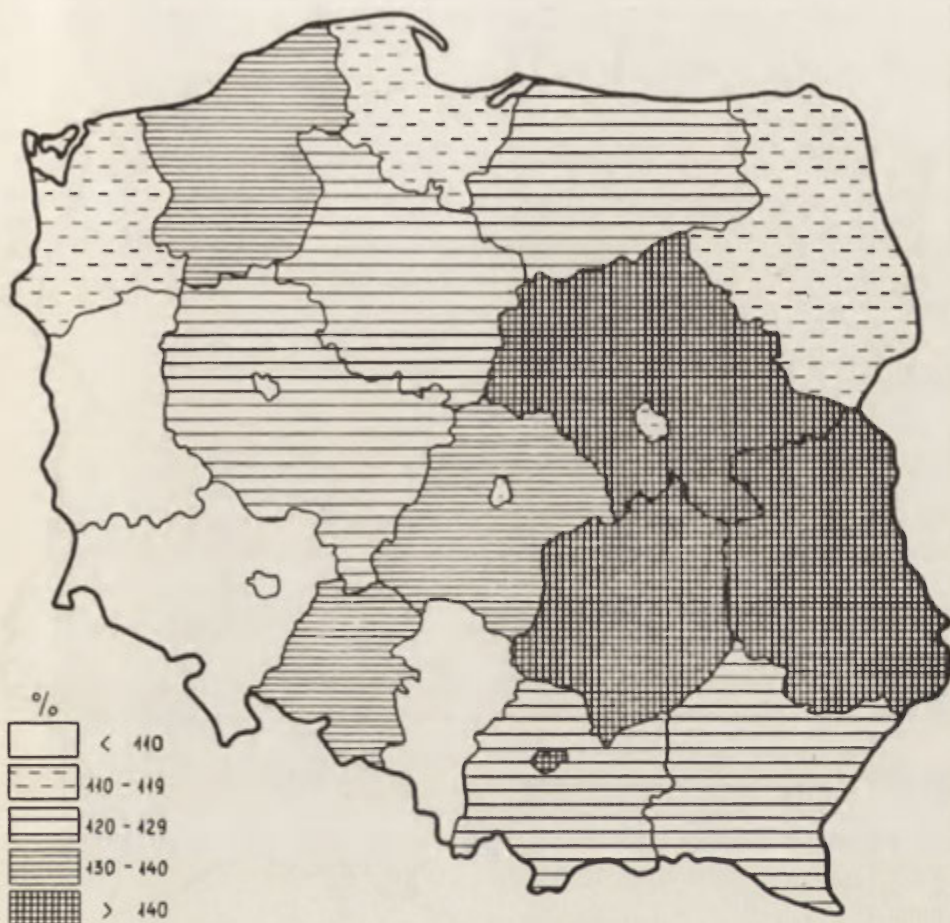


Ryc. 7. Wzrost zużycia węgla kamiennego w okresie 1960/1965, średnia Polski 111%

Increase in consumption of bituminous coal for the time from 1960 to 1965, with 111% as mean value for Poland

wództw: białostockiego (101%, 101%, 106%), katowickiego (122%, 103%, 103%), szczecińskiego (115%, 102%, 116%) i zielonogórskiego (115%, 99%, 106%). Szereg województw wykazuje wzrost wyższy od przeciętnego dopiero w ostatnim okresie 1968/60, np. kieleckie (113%, 110%, 141%), olsztyńskie (113%, 106%, 124%), opolskie (125%, 108%, 137%), poznańskie (119%, 107%, 126%) i szczególnie rzeszowskie, w którym początkowo występował spadek zużycia węgla (94%, 88%, 127%).

Wzrost zużycia paliw płynnych był w tych samych okresach w Polsce ponad dwukrotnie wyższy i wynosił: 318%, 218%, 287%. Uwzględniając wartości zużycia paliw płynnych w województwach łącznie z miastami wydzielonymi można stwier-

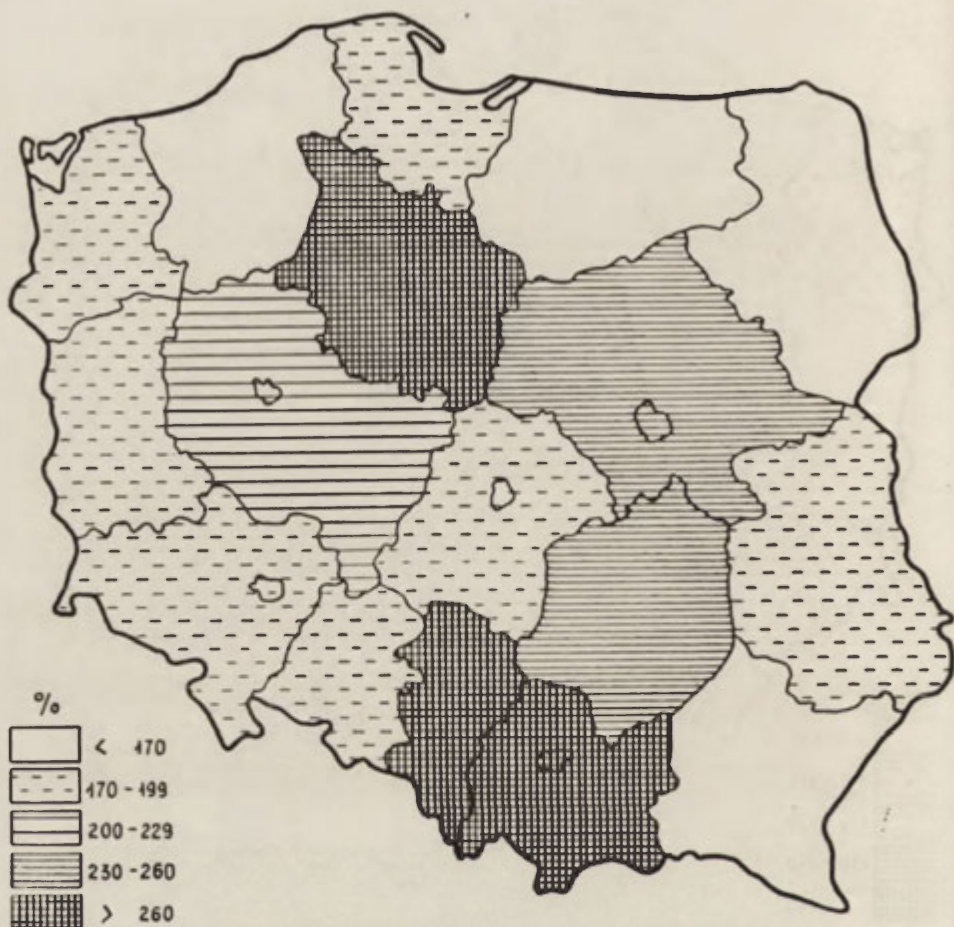


Ryc. 8. Wzrost zużycia węgla kamiennego w okresie 1960/1968, średnia Polski 120%
Increase in consumption of bituminous coal for the time from 1960 to 1968, with 120% as mean value for Poland

dzić, że najbardziej dynamiczny wzrost cechował województwa katowickie (576%, 439% i 518%), krakowskie (430%, 260%, 326%), warszawskie (357, 252%, 306%), a w ostatnim okresie także bydgoskie (314%, 265, % 376%), kieleckie (280%, 247%, 302%) i poznańskie (274%, 221%, 348%). Poniżej średniej był w koszalińskim, lubelskim, łódzkim, olsztyńskim, rzeszowskim, szczecińskim, wrocławskim i zielonogórskim. Ilustracją powyższych rozważań są ryc. 7, 8, 9, 10.

5.4. PRZEWIDYWANA WIELKOŚĆ EMISJI CIEPŁA

Biorąc pod uwagę wskaźniki charakteryzujące wielkość zaludnienia Polski w ciągu ubiegłych i najbliższych 15 lat oraz dane dotyczące zużycia energii [A-24] można oszacować przewidywany wzrost emisji ciepła, przyjmując za przeciętny



Ryc. 9. Wzrost zużycia paliw płynnych w okresie 1960/1965, średnia Polski 218%
 Increase in consumption of liquid fuel for the time from 1960 to 1965, with 218% as mean value
 for Poland

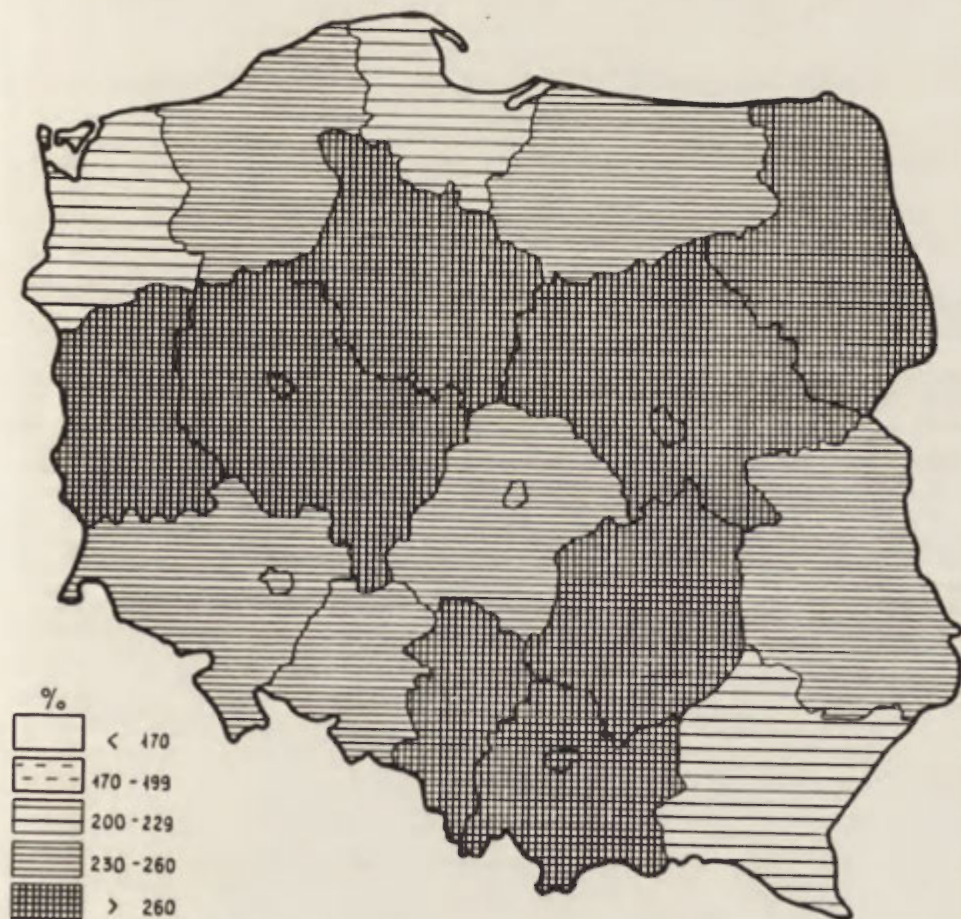
wskaźnik sprawności termicznej z 1965 r. Jak wynika z tab. 14, wzrost emisji ciepła w ciągu 20 lat mógłby stanowić 215% sumy emitowanej w 1965 r.

Jeśli planowane zużycie energii osiągnie wartości bliskie podanym (tab. 14), to roczna emisja w 1985 r. może wynieść w przybliżeniu ponad $0,4 \text{ kcal} \cdot \text{km}^{-2} \cdot \text{rok}^{-1}$, co w porównaniu ze składnikami bilansu radiacyjnego stanowiłoby ponad 1% energii słonecznej pochłanianej przez powierzchnię Polski [B-35], powyżej 0,50% promieniowania całkowitego, dochodzącego do powierzchni ziemi [B-40, 41, 58] i ok. 1,5% promieniowania efektywnego [B-32, 337].

Porównując dane perspektywiczne dla Polski dotyczące wielkości zaludnienia

Tabela 14. Przewidywany wzrost emisji ciepła sztucznego w Polsce
Foresight of increase of artificial heat in Poland

Wielkość badana	1965	1975	1985
Liczba ludności w mln	31,6	35,5	39,6
Zużycie energii w Tcal. 10^3	656	1030	1406
Aktualna i przewidywana emisja ciepła w Tcal. 10^3	621	978	1336



Ryc. 10. Wzrost zużycia paliw płynnych w okresie 1960/1968, średnia Polski 287%

Increase in consumption of liquid fuel for the time from 1960 to 1968, with 287% as mean value for Poland

i zapotrzebowania na energię z ogólnymi trendami zużycia surowców energetycznych [A-24,28] i przewidywanym wzrostem zaludnienia całej naszej planety można w przybliżeniu oszacować wzrost emisji ciepła w skali całego globu. Według oceny Budyki, Drozdowa i Judina [B-8] przeciętna wartość emisji ciepła (odpowiadająca wielkości zużycia energii] wynosiła w latach sześćdziesiątych średnio ok. $0,02 \text{ kcal} \cdot \text{cm}^{-2} \cdot \text{rok}^{-1}$.

Wielkość emisji jest ściśle związana z liczbą ludności, można więc sądzić, że przyrost zużywanej energii i emisja ciepła z nim związana wzrośnie w 1985 r. o ok. 40% wartości obliczonej przez Budykę, a w 2000 r. o blisko 90% i wynosić może ok. $0,04 \text{ kcal} \cdot \text{cm}^{-2} \cdot \text{rok}^{-1}$.

6. PODSUMOWANIE WYNIKÓW

Brak szczegółowych bilansów energetycznych dla małych jednostek przestrzennych, jakimi są powiaty, sprawia, że rozkład sum ciepła na obszarze Polski oszacowany jest z dużym przybliżeniem. Wydaje się jednak, że mimo to stopień dokładności uzyskanych wartości jest wystarczający dla rozwiązania postawionych we wstępie zagadnień i zrealizowania zamierzonego celu.

Wyniki te mogą być też wykorzystane do dalszych rozważań o roli czynnika antropogenicznego w kształtowaniu klimatu dużych ośrodków miejskich i przemysłowych. Otrzymane wartości ciepła emitowanego w wyniku działalności gospodarczej oraz wskaźniki ich stosunku do promieniowania naturalnego na powierzchni ziemi w naszym kraju mogą stanowić jedną z podstaw oceny tej roli. Pozwolą one m. in. nie tylko na jakościowe, ale przede wszystkim na ilościowe określenie poziomu zagospodarowania środowiska geograficznego, przy którym bezpośredni wpływ człowieka na zmianę warunków klimatycznych staje się zauważalny.

Analizując otrzymane wartości można wyciągnąć wnioski następujące:

1. Udział ciepła sztucznego w bilansie cieplnym obszarów o małej koncentracji ludności i przemysłu jest nieznaczny i może być pomijany w analizie struktury tego bilansu. Dotyczy to całej powierzchni kraju, poza miastami.

2. Spośród 79 badanych miast (o łącznej powierzchni 1,4% obszaru Polski) jedno z nich (Zakopane) cechuje się roczną sumą emitowanego ciepła poniżej 1% promieniowania całkowitego Q .

9	z nich	zawiera się w granicach	1	—	2% Q ,
35	"	"	2	—	5% Q ,
17	"	"	5	—	10% Q ,
10	"	"	10	—	20% Q ,
7	"	"		—	powyżej 20%.

3. Wskaźniki S/Q i S/E mogą być przyjęte jako charakterystyki wpływu działalności gospodarczej człowieka na środowisko geograficzne. Zróżnicowanie ich wartości na obszarze Polski pozwoli na wyznaczenie kierunku badań w zakresie warunków klimatycznych miast. Umożliwi również dobór odpowiednich obiektów badawczych poprzez wskazanie grupy miast, w których ciepło sztuczne może

wpływać na przekształcenie warunków klimatycznych. Znaczne zróżnicowanie emisji ciepła w badanych miastach w Polsce pozwala przypuszczać, że obejmują one wystarczający zakres wartości S/Q i S/E , możliwych również dla innych bardziej uprzemysłowionych krajów świata. Proponowany schemat klasyfikacji mógłby być wykorzystany dla celów porównawczych również w odniesieniu do innych krajów.

4. Wzrost emisji ciepła na obszarze Polski w ciągu najbliższych 15 lat może przekroczyć 100% stanu z 1965 r. W rozkładzie przestrzennym dotyczyłoby to głównie małych i średnich miast, a w mniejszym stopniu miast wielkich. Zwiększona emisja ciepła będzie przede wszystkim wynikiem rosnących potrzeb komunalno-bytowych, w mniejszym stopniu wynikiem rozwoju przemysłu, którego energochłonność wzrasta wolniej.

5. Jakkolwiek zamierzeniem niniejszej pracy było podkreślenie znaczenia sztucznych źródeł ciepła, to równocześnie zostały pośrednio wykazane ogromne zasoby energii słonecznej nie wykorzystanej w procesach gospodarczych. Ilość energii, jaką otrzymuje średnio powierzchnia Polski w ciągu roku w postaci promieniowania słonecznego, tj. ok. $240 \cdot 10^6$ Tcal (przyjmując średnio $80 \text{ kcal} \cdot \text{cm}^{-2} \cdot \text{rok}^{-1}$), mogłaby pokryć 500-krotnie roczne bezpośrednie zużycie energii w naszym kraju, które w 1965 r. wynosiło $485 \cdot 10^3$ Tcal [B-25].

Na zakończenie można stwierdzić, że dziś jeszcze znaczenie ciepła sztucznego w Polsce jest niewielkie. Ogranicza się do wpływu na warunki klimatyczne dużych miast, a fakt podwyższenia temperatury i zmiana reżimu termicznego nie są jeszcze, same w sobie, zjawiskiem negatywnym. Rola sztucznych źródeł ciepła zaznacza się raczej lokalnie bądź w skali regionu, jak np. w odniesieniu do Górnośląskiego Okręgu Przemysłowego. Jednak w miarę intensyfikacji czasowo-przestrzennej procesów urbanizacji i uprzemysłowienia rola sztucznych źródeł ciepła wzrasta. W krajach, gdzie występują ogromne aglomeracje miejskie charakteryzujące się dużym zużyciem energii, emisja jest znacznie większa.

Wartości globalne emisji ciepła sztucznego z roku na rok rosną. Można z dużym stopniem prawdopodobieństwa przypuszczać, że w pewnym okresie przestanie to mieć znaczenie wyłącznie lokalne, ponieważ nawet stosunkowo niewielkie zmiany w ilościach energii cieplnej dochodzącej do atmosfery mogą wywoływać daleko idące skutki w ogólnej cyrkulacji atmosferycznej.

LITERATURA

A. Pozycje dotyczące zagadnień gospodarczych

- [1] Analiza gospodarki paliwowo-energetycznej m.st. Warszawa, obejmująca lata 1964-197. Mpis Zakł. Badań i Ekspertyz Państw. Insp. Gospodarki Paliwowo-Energetycznej.
- [2] Antopolski M., 1966. Bilans paliwowo-energetyczny sektora komunalno-bytowego kraju w podziale wojewódzkim i analiza zużycia paliw i energii w latach 1960 i 1965. Mpis Inst. Energ.
- [3] Antopolski M., Filipowicz J., 1967. Zużycie paliw i energii na cele bytowo-komunalne miast — stan obecny i prognoza. Państw. Rada d.s. Gosp. Paliwowo-Energ. przy Radzie Min.
- [4] Atlas Przemysłu Polski, 1961. Inst. Geogr. PAN, Kom. Plan. przy Radzie Min. GUS.
- [5] Baranowska K., Lissowska E., 1967. Analiza masy przewozowej w transporcie samochodowym. Inst. Transp. Samoch.
- [6] Bilanse energetyczne Polski, 1961. Materiały i Studia Komitetu Elektryfikacji Polski PAN.
- [7] Bilans paliwowo-energetyczny Polski za rok 1961, 1962. Mpis Zakł. Badań i Ekspertyz Państw. Insp. Gosp. Paliwowo-Energ.
- [8] Chudziński J., 1954 Korzyści skojarzonej gospodarki ciepłem i energią elektryczną w zakładzie przemysłowym. Energ. przem., R. 2, z. 1.
- [9] Energetyka miast polskich do 1985 r., 1967. Mpis pow. Państw. Rady d. s. Gosp. Paliwowo-Energ. przy Radzie Min.
- [10] Filipowicz J., 1963. Zużycie energii dla potrzeb bytowo-komunalnych w Polsce. Stan obecny i plan perspektywiczny. Inst. Energ.
- [11] Filipowicz J., Mejro C., Wołowski T., 1967. Rozwój energetyki miast polskich do roku 1980. Mpis pow. Państw. Rady d. s. Gosp. Paliwowo-Energ. przy Radzie Min.
- [12] Filipowicz J., Rudnicki B., Siemianowski J., 1966. Prognoza zapotrzebowania energii elektrycznej w 1970 r. wg wstępnych założeń rozwoju gospodarczego kraju. Mpis Inst. Energ.
- [13] Gospodarka paliwowo-energetyczna w r. 1964, 1965, Gospodarka paliwowo-energetyczna w r. 1965, 1966, GUS, Dep. Statystyki Zaopatrzenia Materiałowo-Techn.
- [14] Gospodarka paliwowo-energetyczna w latach 1961-1965, 1966, GUS, Dep. Statystyki Zaopatrzenia Materiałowo-Techn.
- [15] Gospodarka paliwami i energią elektryczną, 1967, 1968. Gospodarka paliwami i energią elektryczną, 1968, 1969. GUS, Dep. Statystyki Gosp. Materiałowej.
- [16] Kawalec W., 1968. Struktura przestrzenna przemysłu w świetle materiałów spisu przemysłowego przeprowadzonego w 1966 r. Materiały z plenarnego posiedzenia Kom. Przestrz. Zagosp. Kraju PAN z dn. 10 V 1968. GUS.
- [17] Leszczycki S., 1968, Struktura makroprzestrzenna gospodarki narodowej Polski w latach 1961-1965. Przegl. geogr., t. 40., z. 1.
- [18] Leszczycki S., Grzeszczak J., Zajda Z., Kukliński A., 1964. Z badań nad problematyką przestrzenną przemysłu Polski, Biul. Kom. Przestrz. Zagosp. Kraju PAN, z. 32.

- [19] Lijewski T., 1969. Wielkie zespoły miejskie jako obszary koncentracji ruchu pasażerskiego w Polsce, *Przegl. geogr.*, t. 41, z. 1.
- [20] Lijewski T., Lenk J., Piotrowska H., 1967. Rozwój komunikacji kolejowej i autobusowej w Polsce w okresie 1946-1965. *Dok. geogr. IG PAN*, z. 5.
- [21] Madej R., 1962. Oszczędna gospodarka parą w przemyśle. Warszawa.
- [22] Madeyski M., 1963. Kierunki badań w zakresie problematyki przestrzennej transportu. *Biul. Kom. Przestrz. Zagosp. Kraju PAN*, z. 2.
- [23] Marecki J., 1967. Kierunki energetyzacji miast polskich do 1985. *Mpis pow. Państw. Rady d. s. Gosp. Paliwowo-Energ. przy Radzie Min.*
- [24] Mejro C., 1968. Podstawy gospodarki energetycznej. Warszawa.
- [25] Mejro C., Wołowski T., 1967. Energetyka w przestrzennym zagospodarowaniu kraju, *Biul. Kom. Przestrz. Zagosp. Kraju PAN*, z. 51.
- [26] Minorski S., 1966. Badania nad bilansem ciepła ogrzewczego mieszkań i pomieszczeń usługowych w warunkach klimatycznych centralnej Polski. *Mpis pow. Inst. Energ.*
- [27] Misztal S., 1970. Przemiany w strukturze przestrzennej przemysłu na ziemiach polskich w latach 1860-1965. *Studia Kom. Przestrz. Zagosp. Kraju PAN*, t. 31.
- [28] Ocena zapotrzebowania paliw i energii w latach 1970-1985 oraz możliwość pokrycia tego zapotrzebowania. *Mpis Min. Górn. i Energ. Dep. Rekonstrukcji i Planów Perspek.*
- [29] Opałło M., 1969. Dysproporcje w strukturze przestrzennej przemysłu w Polsce Ludowej. Warszawa.
- [30] *Rocznik Eksploatacyjny Przedsiębiorstwa PKP — 1965, 1967. Min. Komunikacji.*
- [31] *Rocznik Statystyczny Transportu 1945-1966, 1967, GUS.*
- [32] *Spis przemysłowy 1965 r. Seria A. Przekroje terenowe, 1967. GUS.*
- [33] *Spis przemysłowy, 1967. GUS.*
- [34] *Sprawozdanie z gospodarki węglem za rok 1965, 1966. Sprawozdanie z gospodarki węglem za rok 1966, 1967. Centr. Zbytu Węgla, Katowice.*
- [35] *Sprawozdawczość statystyczna z gospodarki paliwowo-energetycznej, 1969. Zeszyty Metodologiczne GUS.*
- [36] Staniszewski B., Malec H., Rosada J., 1967. Wstępne studium zużycia paliw w m. st. Warszawie i kierunki modernizacji urządzeń oraz zastosowanie innych nośników energii z punktu widzenia zanieczyszczenia atmosfery miasta. *Mpis.*
- [37] *Statystyczna ocena gospodarki paliwowo-energetycznej w latach 1965-1967, 1968. GUS.*
- [38] Wilczewski R., 1968. Dynamika produkcji i przesunięcie przestrzenne przemysłu w Polsce w latach 1946-1965. *Studia Kom. Przestrz. Zagosp. Kraju PAN*, t. 22.
- [39] Wysocki Z., 1962. Zagadnienie typów struktury geograficznej gospodarstwa narodowego na przykładzie Polski, *Sprawozd. Wrocł. Tow. Nauk.* t. 16, 1961-B.
- [40] Wysocki Z., 1964. Niektóre problemy z metody badania obrazu regionalnego Polski w okresie 20-lecia powojennego. *Czas. geogr.*, t. 35.
- [41] Zawadzki S., 1965. Analiza struktury przestrzennej przemysłu Polski Ludowej. *Studia Kom. Przestrz. Zagosp. Kraju PAN*, t. 10.
- [42] *Źródła energii w Polsce, 1959. Materiały i Studia Kom. Elektr. Polski PAN*, t. 4.

B. Pozycje dotyczące zagadnień klimatologicznych

- [1] Albrecht F., 1933. Untersuchungen der vertikalen Luftzirkulation in der Grossstadt. *Met. Z.*, z. 5.
- [2] *Atlas bilansu promieniowania w Polsce pod red. J. Paszyńskiego, 1966, Dok. geogr. IG PAN*, z. 4.
- [3] Berg H., 1959. Nächtlicher Temperaturanstieg am Rande einer Grossstadt. *Wetter und Leben*, t. II, z. 1.

- [4] Böer W., 1959. Zum Begriff des Lokalklimas. *Z. f. Met.*, t. 13, z. 1-6.
- [5] Böer W., 1964. *Technische Meteorologie*, Leipzig.
- [6] Brazell J. H., 1964. Frequency of dense and thick fog in central London as compared with frequency in outer London. *Met. Mag.*, t. 93, nr 1102.
- [7] Budyko M. I., 1962. Niekotoryje puti wozdiejstwija na klimat. *Meteorol. i Gidrol.*, nr 2.
- [8] Budyko M. I. (red.), 1963. *Atlas tiepłowowo balansu ziemnowo szera*. Wyd. Mieżduwiedomstw. Geof. Kom. AN SSSR.
- [9] Budyko M. I., 1968. Antropogiennyje wlijanija na klimat i puti jego prieobrazowanija. *Praca zbiorowa: Priroda i obszczestwo*, Moskwa.
- [10] Budyko M. I. Drozdow O. A., Judin J. I., 1966. *Sbornik — sowremiennyje problemy klimatologii*. Wyd. Gidromieteoizdat.
- [11] Chandler T. J., 1962. London's urban climate. *Geogr. J.* 128.
- [12] Chandler T. J., 1964. An accumulated temperature map of the London area. *Met. Mag.*, t. 93, z. 1105.
- [13] Chandler T. J., 1965. *The climate of London*. Wyd. Hutchinson, London.
- [14] Chandler T. J., 1966. Temperature regime of town London's heat-islands. *Biometeorology, Proceedings of the Third Intern. Biometeorol. Congr. Geld at Pau, France, 1-7 Sept. 1963*.
- [15] Chandler T. J., 1967. Absolute and relative humidities in towns. *Bul. Am. Met. Soc.*, t. 48, nr 6.
- [16] Chandler T. J., 1967. Night-time temperatures in relation to Leicester's urban form. *Met. Mag.*, t. 96, z. 1141.
- [17] Eaton H. S., 1877. Presidential Address. *Quart. J. Roy. Met. Soc.*, t. 3, nr 22.
- [18] Erikssen W., 1964. Das Stadtklima, seine Stellung in der Klimatologie und Beiträge zu einer witterungsklimatologischen Betrachtungsweise. *Erdkunde*, z. 18.
- [19] Francini O., Lauscher F., 1952. Neue Temperaturnormalwerte für das Stadtgebiet und die Landschaft um Wien. *Wetter und Leben*, t. 4, z. 1.
- [20] Garnett A., Bach W., 1965. An estimation of the ratio of artificial heat generation to natural radiation heat in Sheffield. *Monthly Weather Rev.*, t. 93, nr 6.
- [21] Gołubowa T. A., 1969. Niekotoryje dannyje o wlijanii atmosfery goroda na sostawljajuszczije radjacionnowo balansu. *Gławn. Uprawl. Gidrometeorolog. Służby, Prace* nr 248 — *Mikroklimatologija*, Leningrad.
- [22] Hesse W., 1951. Neue stadtklimatologische Untersuchung in Leipzig. *Ann. d. Met.*, t. 4, z. 1-6.
- [23] Heuseler H., 1964. Zur unterschiedlichen Verteilung der Gewittertage im Berliner Raum. *Wetter und Leben*, t. 16, z. 9-10.
- [24] Kalb M., 1962. Einige Beiträge zum Stadtklima von Köln. *Met. Rundschau*, t. 15, z. 4.
- [25] Kalinin G., Bykow W., 1969. La planète remaniée pour l'humanité. *Science et Societé*. Wyd. UNESCO.
- [26] Kassner C., 1917. Der Einfluss Berlins als Grossstadt auf die Schneeverhältnissen. *Met. Z.*, z. 34.
- [27] Kondratiew K. J., Awaste O. A., Fiedorowa M. P., Jakuszewska K. E., 1967. *Polie izluczenija Ziemli kak planiety*. Leningrad.
- [28] Kratzer A. P., 1956. *Das Stadtklima*. Die Wissenschaft 90.
- [29] Kratzer A. P., 1968. Beiträge zum Münchner Stadtklima. *Wetter und Leben*, t. 20, z. 5-6.
- [30] Kraujalis M. W., 1961. Temperatura powietrza na Górnym Śląsku w 1956 r. *Kom. d.s. GOP PAN, Komisja Klim. Biul.* 41.
- [31] Kraujalis M. W., 1961. Wpływ typu pogody oraz czynników lokalnych na przebieg dobowy temperatury powietrza w Górnośląskim Okręgu Przemysłowym. *Kom. d. s. GOP PAN, Komisja Klim. Biul.* 41.
- [32] Kraujalis M. W., 1965. Próba określenia wielkości promieniowania efektywnego na obszarze Polski. *Przegl. geogr.*, t. 37, z. 1.

- [33] Kraujalis M. W., 1967. Porównanie wyników określenia promieniowania efektywnego dwiema metodami. *Przegl. geogr.* t. 39, z. 3.
- [34] Kuczmarzka L., Paszyński J., 1964. Przebieg roczny całkowitego promieniowania słonecznego w Polsce. *Przegl. geof.*, t. 9, z. 34.
- [35] Kuczmarzka L., Paszyński J., 1964. Rozkład promieniowania całkowitego na obszarze Polski. *przeg. geogr.*, t. 36, z. 4.
- [36] Lauscher S., Wacha G., Weiss E., Roller M., Grammer M., Frenzel J., 1959. Witterung und Klima von Linz. Wien.
- [37] Lawrence E. N., 1969. Effect of urbanization on long-term changes of winter temperature in the London Region. *Met. Mag.*, t. 98, z. 1158.
- [38] Martin CH. N., 1962. *L'énergie moteur du monde*. Presses Univ. Paris.
- [39] Peppler A., 1933. Zur Temperatur der Grossstädte an heissen Sommertagen. *Das Wetter*, z. 50.
- [40] Podogrocki J., 1965. O przebiegu promieniowania całkowitego w Polsce w 1964 r. *Wiad. sl. hydr. i met.*, z. 3-4.
- [41] Podogrocki J., 1965. Wyniki pomiarów bilansu promieniowania w Warszawie. *Przegl. geof.*, t. 10, z. 1.
- [42] Probald F., 1963. Városi energiaforrások jelentősége Budapest éghajlatában (Stadtenergien im Klima von Budapest). *Időjárás*, z. 3.
- [43] Probald F., 1966. Budapest városklimája (The urban climate of Budapest). *Különnyomat a földr közlemények*, z. 4.
- [44] Probald F., 1966-1967. Untersuchung der Stadtwirkung auf die Temperaturverhältnisse von Budapest. *Ann. Univ. Scient. Budapest. de Rolande Eötvös Nom., Sectio geogr.*, t. II-III.
- [45] Probald F., 1967. A levegőszennyeződés hatása Budapest globálsugárzási és hőmérsékleti adataiban (The effect of air pollution as appearing in the data of global radiation and air temperature of Budapest), *Időjárás*, z. 5.
- [46] Probald F., 1971. Bases of the energy balance of the urban climate of Budapest. *Földrajzi Értesítő*, z. 1.
- [47] Quitt E., 1960. Die Erforschung der Temperaturverhältnisse von Brno und Umgebung. *Wetter und Leben*, t. 12, z. 9-10.
- [48] Sapożnikowa S., 1953. *Mikroklimat i klimat lokalny*. Tłum. z ros. Warszawa.
- [49] Schmidt W., 1917. Zum Einfluss grosser Städte auf das Klima. *Naturwissenschaften*, t. 1, z. 30.
- [50] Sekiguti T., 1960. The geographical distribution of spring-time city temperatures in and around Yonezawa, Yamagata in northern Japan. *Tokyo Geogr. Papers*, t. 4.
- [51] Sekiguti T., 1962. The distribution of winter-time city temperature in and around Yonezawa in northern Japan. *Tokyo Geogr. Papers*, t. 6.
- [52] Sekiguti T., 1963. City climate distribution in and around Ogaki, a medium-sized city in Central Japan. *Tokyo Geogr. Papers*, t. 7.
- [53] Sekiguti T., 1964. Local climate and city climate. *Tokyo J. of Climatology*, t. 1, z. 1.
- [54] Sekiguti T. and Coll., 1963. Geographical distribution of lower upper-air temperature above city area. *Geogr. Rev. of Japan*, t. 36.
- [55] Steinhauser F., Eckel O., Sauberer F., 1955-1959. *Klima und Bioklima von Wien. Teil I-III*, Wien.
- [56] Sundborg Å., 1951. Climatological studies in Uppsala with special regard to the temperature conditions in the urban area. *Geographica*, nr 22.
- [57] Takahashi N., 1959. Temperature distribution and density of houses in medium-sized cities in Japan. *Geogr. Rev. of Japan*, t. 32.
- [58] Wartości promieniowania słońca i nieba zarejestrowane na stacjach aktynometrycznych w 1965 r., 1966. PIHM.

УЧАСТИЕ ТЕПЛА ИЗ ИСКУССТВЕННЫХ ИСТОЧНИКОВ В ТЕПЛОВОМ БАЛАНСЕ НА ТЕРРИТОРИИ ПОЛЬШИ

Резюме

Искусственным источником тепла для атмосферы и ее естественной поверхности является тепло полученное вследствие сжигания энергетического сырья в процессе человеческой деятельности. Тепло из искусственных источников, т. е. от отопления зданий, промышленности, транспорта и средств связи названо условным термином „искусственное тепло”, в отличие от естественных форм тепла, источником которого является солнце, а затем также — поверхность земли.

Тепловой баланс деятельной поверхности в городе можно представить в виде уравнения:

$$B + S = V + L + G,$$

где: B — радиационный баланс,

S — сумма искусственного тепла,

V — теплообмен путем испарения и конденсации водяного пара,

L — теплообмен путем конвекции и турбулентности воздуха,

G — теплообмен между атмосферой и деятельной поверхностью.

Целью работы являлось — 1) определение количества искусственного тепла в Польше, т. е. величины S ; 2) оценка отношения полученной величины к избранным составным элементам радиационного баланса, т. е. к суммарной радиации Q и эффективной радиации E ; 3) исследование пространственного распада сумм S и величины S/Q , а также S/E ; 4) исследование динамики количественных изменений выделяемого тепла и попытка общего прогноза эмиссии на базе перспективных экономических планов.

Для определения величины S применен не метод непосредственных измерений, а только вычислений, опирающихся на статистических данных. Эти данные, относящиеся к 1965 году давали информации о количестве потребления энергетического сырья всеми отраслями народного хозяйства, о свойствах потребляемых топлив и технологических процессах. Искусственно выделяемое тепло на поверхности 396 территориальных единиц (повятов и городов воеводского подчинения) определено как сумму:

$$S = \sum_{j=1}^{396} \sum_{i=1}^7 (P_{ij} + L_{ij} + T_{ij}) \quad \text{в ккал см}^{-2} \text{ год}^{-1},$$

где: P_{ij} — эмиссия тепла на территории j из топлива i потребляемого на промышленные цели,

L_{ij} — эмиссия тепла на территории j из топлива i потребляемого на коммунально-бытовые цели,

T_{ij} — эмиссия тепла на территории j из топлива i потребляемого на транспорт и средства связи.

Три вышеуказанных отрасли народного хозяйства дают вместе свыше 95% эмиссии искусственно выделяемого тепла в Польше. Во всех случаях сохранен общий принцип оценки величины эмиссии тепла как произведения: количества использованного топлива λ_i , его теплопроизводительности c_i и показателя преобразования заключенной в нем энергии в тепло т. е. b_i . Показатель b_i был дифференцирован в отношении к основным отраслям народного хозяйства и в зависимости от рода топлива. Были приняты следующие величины: для жидкого, и газообразного топлива показатель $b = 1,00$ во всех отраслях хозяйства; для твердого топлива, использованного в производственных процессах — $b = 0,95$, использованного в транспорте к средствах связи — $b = 0,90$; для потребителей топлива для бытовых и коммунальных нужд приняты четыре показателя от 0,70 до 0,90, в зависимости от стандарта кухонного и отопительного оборудования в двух группах потребителей, т. е. деревенских и городских жителей. Вычисленные суммы относились к площади исследуемых городов и повятов. Полученные результаты показаны в таблицах 5, 7, 8, а также на рисунках 1—4.

Сравнивались суммы S с годовой суммарной радиацией Q , и с годовыми суммами эффективного излучения E (таб. 7, 8).

Величина S весьма дифференцирована на территории страны (рис. 4). Во внегородских районах — ее величины находятся в пределах от 0,005 до 0,500 ккал см^{-2} , в городах с высокоразвитой промышленностью — превышают 60 ккал см^{-2} год^{-1} . Отношение S/Q составляет соответственно от 0,02% в северо-восточной Польше, до 50% (и выше) в плотно застроенных с высокоразвитой промышленностью городах Верхней Силезии (рис. 6, таб. 7, 8). Величина S/E составляет от 0,03% до 100% (и выше) (таб. 7, 8).

Годовые суммы искусственного тепла в городах, выраженные в абсолютных единицах, т. е. в ккал составляют от 17 ккал $\cdot 10^{10}$ в Закопаном и 29 ккал $\cdot 10^{10}$ в Замостье до 2000 в Хожове и Ченстохове. В 19 городах эти суммы составляют от 50 до 100 ккал $\cdot 10^{10}$, в 20 городах от 100 до 200, в 11 — от 200 до 400, в 9 — от 400 до 800, в 6 — от 800 до 1600 и в 6 — от 1600 до 2030 (таб. 6, рис. 5).

Общая сумма тепла выделяемого искусственными источниками в Польше в 1965 г. составляла $621 \cdot 10^3$ ккал, что дает в среднем 0,2 ккал см^{-2} год^{-1} . Эта величина составляет, примерно 0,25% годовой солнечной суммарной радиации и около 0,66% эффективного излучения. Можно сидеть, что в 1985 г. эта величина превысит на 100% уровень с 1965 г. В территориальном отношении это может касаться, главным образом, малых и средних городов, в меньшей степени крупных. Увеличенная эмиссия тепла будет, прежде всего, результатом растущих коммунально-бытовых потребностей, а в меньшей степени будет зависеть от развития промышленности.

Перевел Богдан Миховски

THE SHARE OF HEAT FROM ARTIFICIAL SOURCES IN THE HEAT BALANCE OF POLAND'S TERRITORY

Summary

The artificial sources of heat emitted into the atmosphere are the combustion of fuel for domestic purposes, for industrial requirements and for means of transport and communication, in contrast to the natural source which is solar radiation.

The heat balance of the active earth surface in town can be expressed by the formula:

$$B + S = V + L + G,$$

where: B — net radiation,

S — artificially generated heat,

V — transfer of latent heat by evaporation and condensation,

L — transfer of sensible by convection,

G — heat transfer into or from the soil by conduction.

The purpose of this study was: 1) to determine the amount of heat artificially generated by economic processes, i. e. the term S , 2) to estimate the ratio of S to components of the net radiation: solar global radiation Q and to longwave effective radiation E , 3) to analyze the spatial distribution of the term S and the values S/Q and S/E , 4) to investigate the variations of the artificially generated heat, and to attempt a general forecast of future heat emission with the prospects of planned economic development in the future. The calculation of values S has been based on statistical data referring to 1965: the quantities of all kinds of fuel consumed in all branches of country's economy, the technical properties of the fuel used, and the technological processes involved. The artificial heat produced within Poland's 396 administrative units is expressed by the equation:

$$S = \sum_{j=1}^{396} \sum_{i=1}^7 (P_{ij} + L_{ij} + T_{ij}), \text{ in kcal cm}^{-2} \text{ year}^{-1},$$

where: P_{ij} — heat emission in area j of fuel i used for industrial purposes,

L_{ij} — heat emission in area j of fuel i used for communal and home needs,

T_{ij} — heat emission in area j of fuel i used by means of transport and communication.

The above three branches of the economy emit jointly more than 95% of the artificial heat produced in Poland. In this way the quantity of total heat emission was calculated as product of the amount of fuel used x_i , its caloric values c_i and the heat energy transformation coefficient of the fuel b_i . Different values of the coefficient „ b ” were assigned, depending on the basic branches of the economy distinguished and on the kind of fuel used; $b = 1,00$ for liquid and gaseous fuels used in all branches of the economy, $b = 0,95$ for solid fuels when used for industrial purposes, and $b = 0,90$ when used in transport and communication: finally, to households consu

mers four different values were adopted, from 0,70 to 0,90, depending on the standard of kitchen and house-heating equipment installed at the two principal categories of consumers, the urban and rural population. The sums calculated in this manner have been referred to the surface areas covered by the administrative units (poviats and towns districts) and the results obtained are presented in tabl. 5, 7, 8 and in fig. 1 to 4. These values have been compared with the annual sums of global radiation Q and with the annual sums of effective radiation E reported in tabl. 7 and 8.

The value S appears to be remarkably different for various parts of Poland (fig. 4): in rural areas they were found to vary between 0.005 and $0.500 \text{ kcal cm}^{-2} \text{ year}^{-1}$, while in the most industrialized urban regions S is in excess of $60 \text{ kcal cm}^{-2} \text{ year}^{-1}$ (see tabl. 7 and 8). Conformably, the ratio S/Q varies from 0,02% for the north eastern part of Poland to 50% and higher for the industrialized and densely settled Upper Silesian Industrial District (fig. 6 and tabl. 7, 8). The values S/E show a range from 0,03% to 100% and more, as seen in tabl. 7 and 8.

The annual sums of artificial heat emitted in towns, expressed in absolute units, i. e. in kcal, differ from $17 \text{ kcal} \cdot 10^{10}$ for Zakopane and $29 \text{ kcal} \cdot 10^{10}$, for Zamość to as much as 2000 for, Chorzów and Częstochowa.

For 19 towns these sums are from 50 to $100 \text{ kcal} \cdot 10^{10}$, for 20 towns they are from 100 to 200, for 11 towns from 200 to 400, for 9 towns from 400 to 800, for 6 towns from 800 to 1600, and finally, for 6 towns they are from 1600 to 2030 (table 6, fig. 5).

For all Poland, in 1965, the total heat emitted from artificial sources was $621 \cdot 10^3 \text{ Tcal}$, equivalent to a mean value of $0,2 \text{ kcal cm}^{-2} \text{ year}^{-1}$. This value represents about 0,25% of the annual sum of global solar radiation and about 0,66% of effective long wave radiation. The anticipation is that in 1985 this value is likely to exceed by 100% the value determined for 1965. In its geographical distribution this may mainly affect smaller and medium-size towns and, to a lesser degree, the larger urban centres. The anticipated increase in heat emission should for the most part result from increased heat demands made by communities and home users, and to a smaller extent it should be caused by an expansion of industry.

Translated by Karol Jurasz

51. Kostrowicki A. S., Regionalizacja zoogeograficzna Palearktyki w oparciu o faunę motyli tzw. większych (Macrolepidoptera). 1965, s. 100 + 21 ilustr., zł 30, —
52. Gerlach T., Współczesny rozwój stoków w dorzeczu górnego Grajca (Beskid Wysoki — Karpaty Zachodnie). 1966, s. 111, 20 ilustr., zł 33, —
53. Klimek K., Deglacjacja północnej części Wyżyny Śląsko-Krakowskiej w okresie zlodowacenia środkowopolskiego. 1966, s. 136 + 26 ilustr., zł 32, —
54. Kosmowska-Suffczyńska D., Rozwój rzeźby w trzeciorzędzie okolic Ostrowca Świętokrzyskiego i Ćmielowa. 1966, s. 114 + 22 ilustr. + 7 fot. + 2 mapy, zł 33, —
55. Ziemońska Z., Obieg wody w obszarze górskim na przykładzie górnej części dorzecza Czarnego Dunajca. 1966, s. 111 + 16 ilustr. + 2 wkładki, zł 34, —
56. Ratajski L., Mapy przemysłu, ich właściwości metodyczne i kartometryczne. 1966, s. 115 + 22 ilustr. zł 28, —
57. Więckowski K., Osady dennie Jeziora Mikołajskiego. 1966, s. 112 + 12 ilustr. + 7 fot., zł 24, —
58. Szostak M., Pochodzenie Jeziora Śniardwy i jego zasoby wodne. 1967, s. 70 + 11 ilustr., zł 20, —
59. Rościszewski M., Siemek Z., Rolnictwo krajów słabo rozwiniętych (Egipt, Syria, Turcja). 1967, s. 109 + 9 ilustr., zł 24, —
60. Ziętara T., Rola gwałtownych ulew i powodzi w modelowaniu rzeźby Beskidów. 1968, s. 116 + 12 ilustr. + 11 fot., zł 33,—
61. Urbaniak U., Wydmy Kotliny Płockiej. 1967, s. 79 + 43 ilustr. + 8 fot., zł 21, —
62. Jewtuchowicz S., Geneza Pradoliny Warszawsko-berlińskiej między Nerem a Moszczenicą. 1967, s. 102 + 42 ilustr. + 19 fot., zł 30, —
63. Dziewoński K., Baza ekonomiczna i struktura funkcjonalna miast. Studium rozwoju pojęć, metod i ich zastosowań. 1967, s. 135, zł 32, —
64. Rychłowski B., Regionalizacja ekonomiczna — zagadnienia podstawowe. 1967, s. 139, zł 33,—
65. Bączek J., Masy wodne południowego Bałtyku i wpływ ich ruchów na polską strefę przybrzeżną. 1968, s. 120 + 32 ilustr., zł 31,—
66. Szulc H., Typy wsi Śląska Opolskiego na początku XIX wieku i ich geneza. 1968, s. 105 + 14 ilustr. + 2 wkładki, zł 30,—
67. Szewczyk J., Włoka. Pojęcie i termin na tle innych średniowiecznych jednostek pomiaru ziemi. 1968, s. 113 + 6 ilustr., zł 30,—
68. Wojciechowski K., Zagadnienie metody bilansu wodnego Thornthwaite'a i Mathera w zastosowaniu do Polski. 1968, s. 79 + 23 ilustr., zł 18,—
69. Praca zbiorowa. Problemy regionalizacji fizycznogeograficznej. Materiały z sympozjum zorganizowanego przez PTG w dniach 16-24 września 1966. 1968, s. 114 + 4 ilustr. + 1 wkładka, zł 28,—
70. Pulina M., Zjawiska krasowe we wschodniej Syberii. 1968, s. 94 + 34 ilustr. + 4 fot., zł 19,—
71. Szupryczyński J., Niektóre zagadnienia czwartorzędu na obszarze Spitsbergenu. 1968, s. 127 + 15 ilustr. + 35 fot. + 1 wkładka, zł 34,—
72. Kosiński L., Migracje ludności w Polsce w latach 1950-1960. 1968, s. 106 + 41 ilustr., zł 28,—
73. Korolec H., Procesy brzegowe i zmiany linii brzegowej Jeziora Mikołajskiego. 1968, s. 67 + 16 ilustr. + 6 fot. + 1 wkładka, zł 24,—
74. Praca zbiorowa. Ostatnie zlodowacenie skandynawskie w Polsce. 1968, s. 216 + 12 ilustr. + 11 fot., zł 67,—
75. Praca zbiorowa. Procesy i formy wydmowe w Polsce. Zbiór prac pod redakcją R. Galona. 1969, s. 386 + 69 ilustr. + 68 fot., zł 98,—
76. Iwanicka-Lyra E., Delimitacja aglomeracji wielkomiejskich w Polsce. 1969, s. 117 + 12 ilustr., zł 28,—

77. Praca zbiorowa. Z zagadnień ludnościowych krajów gospodarczo słabo rozwiniętych. 1969, s. 146 + 6 ilustr., zł 32,—
78. Korcelli P., Rozwój struktury przestrzennej obszarów metropolitalnych Kalifornii. 1969, s. 124 + 34 ilustr., zł 28,—
79. Koter M., Geneza układu przestrzennego Łodzi przemysłowej. 1969, s. 130 + 13 ilustr. + 2 wkładki, zł 34,—
80. Kaszowski L., Kotarba A., Wpływ katastrofalnych wezbrań na przebieg procesów fluwialnych (na przykładzie potoku Kobylanka na Wyżynie Krakowskiej)
Nowak W. A., Rzeźba podczwartorzędowa i ewolucja układu sieci dolinnej w północnośrodkowej części Wyżyny Małopolskiej. 1970, s. 124 + 71 ilustr. + 1 zał. + 12 fot., zł 30,—
81. Stola W., Próba typologii rolnictwa Poniidzia. 1970, s. 146 + 30 ilustr. + 9 fot., zł 39,—
82. Praca zbiorowa. Studia z geografii średnich miast w Polsce. Problematyka Tarnowa. 1971, s. 274 + 45 ilustr., zł 71,—
83. Wiśniewski E., Struktura i tekstura sandru ostródzkiego oraz teras doliny górnej Drwęc. 1971, s. 95 + 33 ilustr., zł 24,—
84. Skoczek J., Wpływ podłoża atmosfery na przebieg dobowy bilansu cieplnego powierzchni czynnej. 1970, s. 96 + 49 ilustr. + 10 fot., zł 21,—
85. Jewtuchowicz S., Rozwój rzeźby okolic Łęczycy po zlodowaczeniu środkowopolskim. 1970, s. 80 + 26 ilustr. + 5 fot., zł 18,—
86. Olechnowicz-Bobrowska B., Częstość dni z opadem w Polsce. 1970, s. 75 + 26 ilustr., zł 18,—
87. Baza ekonomiczna i struktura funkcjonalna miast:
Dziwioński K., Studium rozwoju pojęć, metod i ich zastosowań.
Jerczyński M., Metody pośrednie identyfikacji i pomiaru. 1971, s. 182 + 2 ilustr., zł 44,—
88. Rościszewski M., Kierunki ewolucji rolnictwa w krajach Maghrebu. 1970, s. 127 + 8 ilustr., zł 30,—
89. Adrjanowska E., Przestrzenne powiązania produkcyjne stoczni gdańskich. 1971, s. 105 + 16 ilustr., zł 22,—
90. Różycka W., Metody oceny warunków fizjograficznych dla potrzeb planowania przestrzennego miast. 1971, s. 203 + 16 ilustr. zł 40,—
91. Ciołkosz A., Miszański J., Wykorzystanie zdjęć lotniczych w geografii stosowanej. 1972, s. 86 + 23 ilustr. zł 15,—
92. Czyż T., Zastosowanie metody analizy czynnikowej do badania ekonomicznej struktury regionalnej Polski. 1972, s. 114 + 13 ilustr. + 11 map pod opaską, zł 38,—
93. Kostrubiec B., Analiza zjawisk koncentracji w sieci osadniczej. Problemy metodyczne. 1972, s. 117 + 43 ilustr., zł 24,—
94. Klimek K., Współczesne procesy fluwialne i rzeźba równiny Skeidarársandur (Islandia). 1972, s. 139 + 31 ilustr. + 48 fot., zł 32,—

Varia

Centralny katalog zbiorów kartograficznych w Polsce

- Zeszyt 1. Katalog atlasów i dzieł geograficznych 1482-1800. 1961, s. 248, zł 72,—
 Zeszyt 2. (uzupełniający) Katalog atlasów i dzieł geograficznych 1482-1800. 1963, s. 124, zł 28,—
 Zeszyt 3. Katalog atlasów 1801-1919. 1965, s. 343, zł 76,—
 Zeszyt 4. Katalog atlasów 1920-1945. 1968, s. 160, zł 48,—

ERRATA

Str.	Wiersz	Jest	Powinno być
14	9 od d.	$l_m(k)$	l^k
14	8 od d.	$l_w(k)$	l^k
14	2 od d.	$k_1(r).....396$	s_j
50, tab. 9	11 od g.	64,	6,4

M. W. Kraujalis, Udział...

<http://rcin.org.pl>

Cena zł 12,—