

CHARAKTERYSTYKA USŁONECZNIENIA W LUBLINIE W LATACH 1952-1991

A.F. Gluza

Zakład Meteorologii i Klimatologii, Instytut Nauk o Ziemi, Uniwersytet Marii Curie-Skłodowskiej,
ul. Akademicka 19, 20-033 Lublin, E-mail: agluza@biotop.umcs.lublin.pl

S t r e s z c z e n i e. Opracowanie zawiera charakterystykę usłonecznienia w Lublinie w latach 1952-1991. W pracy wykorzystano dane ze stacji meteorologicznej UMCS położonej w centrum miasta. Dzięki usytuowaniu heliografu na dachu Obserwatorium Meteorologicznego horyzont fizyczny niewiele odbiegał od idealnego i nie zakłócał rejestracji usłonecznienia. Wykorzystano wartości miesięczne, sezonowe i roczne usłonecznienia rzeczywistego, względnego i liczby dni bez usłonecznienia. Analizie poddano wartości średnie wieloletnie oraz zmienność wyżej wymienionych charakterystyk usłonecznienia.

W wyniku analizy materiałów heliograficznych stwierdzono, że średnia roczna suma usłonecznienia wynosiła 1541,5 h, co przy usłonecznieniu możliwym 4484,5 h odpowiada 34,4% usłonecznienia względnego. Jest to o 16 godzin więcej niż wynosi średnia dla Polski z lat 1951-1975. Średnie dzienne usłonecznienie rzeczywiste wynosiło 4,2 godziny. Usłonecznienie wiosny stanowiło 29,8 % usłonecznienia rocznego, letnie - 41,7 %, jesienne - 19,9 %, a zimowe stanowiło 8,6 % sumy rocznej. Najbardziej usłonecznione są miesiące letnie, kiedy średnie dzienne usłonecznienie w czerwcu i lipcu wynosi odpowiednio po 7,1 i 7,0 h a w sierpniu - 6,9 h. Najniższe usłonecznienie notowano w grudniu - 1,0 h, w styczniu - 1,4 h i w listopadzie - 1,5 h średnio dziennie. Sumy miesięczne usłonecznienia rzeczywistego w Lublinie są zbliżone do wartości średnich dla Polski.

S ł o w a k l u c z o w e: usłonecznienie: rzeczywiste, względne, dni bez usłonecznienia, liczba dni z wartościami progowymi usłonecznienia rzeczywistego

WSTĘP

Jedną z ważniejszych charakterystyk klimatu są stosunki solarne panujące w danym miejscu. Promieniowanie słoneczne, dochodzące do powierzchni Ziemi w postaci promieniowania bezpośredniego, rozproszonego i odbitego, jest bowiem praktycznie jedynym źródłem energii dla Ziemi i otaczającej ją atmosfery. Inne źródła energii, jak: promieniowanie gwiazd, Księżycy (głównie odbite słoneczne), pochodzące z zasobów wnętrza Ziemi (przede wszystkim z rozpadu substancji

promieniotwórczych), dostarczają łącznie atmosferze mniej niż 1% energii otrzymywanej od Słońca. To właśnie promieniowanie Słońca daje początek cyrkulacji atmosferycznej i oceanicznej, obiegowi wody w przyrodzie oraz różnym procesom chemicznym i biologicznym i dlatego jest ono jednym z najważniejszych czynników klimatotwórczych.

Ilość energii promienistej otrzymywanej przez powierzchnię Ziemi, zależy od wielu czynników, z których jako najważniejsze należy wymienić: szerokość geograficzną i związany z nią czas dopływu energii promienistej (pora roku oraz długość dnia) i kąt padania promieni słonecznych, stopień zakrycia horyzontu, zachmurzenie nieba i przezroczystość atmosfery.

Czas trwania dopływu bezpośredniego promieniowania słonecznego w polskiej literaturze naukowej określa się jako usłonecznienie, nasłonecznienie, lub liczbę godzin ze Słońcem. Usłonecznienie może być wyrażone w godzinach i wówczas mówimy o usłonecznieniu bezwzględnym (rzeczywistym), lub w jednostkach względnych (zwykle w procentach usłonecznienia możliwego) i wówczas mówimy o usłonecznieniu względnym. Usłonecznienie względne jest zarazem przybliżonym miernikiem stopnia zachmurzenia nieba. Oprócz tych dwóch rodzajów usłonecznienia wyróżnia się jeszcze [17]:

- usłonecznienie astronomiczne odpowiadające astronomicznej długości dnia (tj. od wschodu do zachodu słońca);
- usłonecznienie orograficzne i topograficzne czyli długość dnia astronomicznego, pomniejszonego o czas zasłaniania słońca przez obiekty stałe nad horyzontem punktów pomiarów (drzewa, zabudowania itd.);
- usłonecznienie instrumentalne, uwzględniające czułość przyrządu pomiarowego.

Usłonecznienie (jak i wpływające na nie zachmurzenie) ma bardzo ważne znaczenie nie tylko klimatologiczno - poznawcze, lecz także zastosowanie w różnych dziedzinach życia (budownictwo, rolnictwo, helioterapia). Znaczenie dopływu energii słonecznej uwzględnia się obecnie w projektowaniu osiedli, orientacji budynków mieszkalnych, planowaniu ulic, terenów rekreacyjnych [16].

W rolnictwie czas trwania usłonecznienia ważny jest ze względu na jego wpływ na szybkość asymilacji węgla w roślinach zielonych czyli na przebieg procesu fotosyntezy. Wpływa też na szereg innych procesów fizjologicznych, jak kiełkowanie, wzrost czy kwitnienie. Wielkość usłonecznienia decyduje także o rozmieszczeniu organizmów żywych w różnych siedliskach ekologicznych i jest czynnikiem, bez którego wzrost i rozwój roślin zielonych jest niemożliwy [4,12]. Bardzo istotna jest liczba godzin ze słońcem w okresie wegetacyjnym. Mitosek [13] podaje za Wolthmannem, że do otrzymania optymalnej ilości skrobi w ziemniakach

potrzebna jest liczba godzin ze słońcem wynosząca w sierpniu co najmniej 200, a we wrześniu 150. Czas insolacji wywiera także duży wpływ na zawartość cukru w burakach cukrowych [11] i od niego zależy też uprawa roślin światłolubnych, takich jak tytoń czy słonecznik.

Znajomość wielkości usłonecznienia danego obszaru pozwala na budowę ośrodków uzdrowiskowych, szpitali, sanatoriów w miejscach o dostatecznej liczbie godzin ze słońcem. Jak twierdzi Tyczka [19], wg kryteriów odnoszących się do warunków klimatycznych miejscowości uzdrowiskowych, liczba godzin ze słońcem w ciągu roku nie powinna być niższa od 1500 h, a dla miejscowości wypoczynkowych niższa od 1350 h. Ponadto dla celów lecznictwa uzdrowiskowego ważne jest poznanie okresów o największym usłonecznieniu w ciągu roku i doby, co ma niewątpliwie wpływ na dopływ bezpośredniego promieniowania słonecznego. Ma to także znaczenie przy różnych formach aktywności ruchowej człowieka oraz jest ważne z punktu widzenia potrzeb turystyki czy wypoczynku.

Promienie słoneczne oddziałują również korzystnie na organizm człowieka. Wpływ promieniowania polega m.in. na wzmożeniu przemiany materii, pobudzeniu czynności krwiotwórczej, zwiększeniu odporności organizmu na zakażenie. Z tego też względu usłonecznienie jest też ważnym wskaźnikiem powszechnie wykorzystywanym w bioklimatologii. Powstało nawet pojęcie "helioterapii" czyli terapii słonecznej, które wskazuje na konieczność uwzględniania w codziennym życiu i lecznictwie wielkości usłonecznienia. Ponadto znajomość liczby godzin ze Słońcem w różnych przedziałach czasowych i jej zmienność czasowa (zarówno dobowa i sezonowa) mogą mieć istotne znaczenie dla pozyskiwania energii słonecznej do celów energetycznych [9].

Usłonecznienie warunkuje przebieg innych elementów klimatu, gdyż decyduje ono o ilości dostarczanej energii cieplnej. Wiadomo np., że im większe jest usłonecznienie względne, tym większe są kontrasty temperatury określone dopływem ciepła w dzień i wypromieniowaniem w nocy [1]. W szerokościach zwrotnikowych o małym zachmurzeniu insolacja jest bardzo wysoka i z tego powodu występują tu najwyższe kontrasty termiczne między dniem i nocą. Tu notuje się najwyższe wartości usłonecznienia na świecie, np. Sahara - 4300 h ze słońcem w ciągu roku co stanowi 97% usłonecznienia możliwego, Yuma (stan Arizona, USA) - 4055 h z 4456 h możliwego co stanowi 91 %. Ogólnie można stwierdzić, że usłonecznienie wzrasta wraz ze stopniem kontynentalizmu czyli w naszych szerokościach im dalej na wschód tym usłonecznienie jest większe. Uprzywilejowane są tylko obszary nadmorskie, np. wybrzeża Bałtyku, w wyniku

odmiennego przebiegu zachmurzenia i obszary wysokogórskie (szczególnie w okresie jesienno-zimowym) co jest spowodowane tym, że stacje te (np. Davos w Alpach, Kasprowy Wierch w Tatrach) leżą wyżej niż zalegający w tym czasie pułap chmur [2,6].

MATERIAŁ I METODA

Materiałem wyjściowym do niniejszego opracowania były dane dotyczące usłonecznienia (heliogramy) z lat 1952-1991 pochodzące ze Stacji Meteorologicznej Uniwersytetu Marii Curie-Skłodowskiej. Wykorzystanie w pracy danych z tych lat spowodowane było tym, że Stacja Meteorologiczna UMCS została uruchomiona 1 października 1951 roku, a na Stacji Meteorologicznej PIHM (na której pomiary wznowiono w 1947 roku), położonej w odległości około 2 km od Stacji UMCS, nie prowadzono rejestracji usłonecznienia ze względu na zbyt duże zakrycie horyzontu.

Przyrządem rejestrującym usłonecznienie był heliograf cieplny typu Campbell-Stokesa, umieszczony na wieży Obserwatorium Meteorologicznego UMCS, na wysokości 20,7 m nad powierzchnią gruntu, znajdującej się w centrum Lublina na Placu Litewskim (współrzędne geograficzne: $\phi = 51^{\circ}14'54''$ N i $\lambda = 22^{\circ}33'38''$ E, $h = 195,3$ m n.p.m.). Dzięki usytuowaniu przyrządu na dachu Obserwatorium Meteorologicznego horyzont fizyczny niewiele odbiegał od idealnego i nie zakłócał rejestracji usłonecznienia. Horyzont fizyczny heliografu został odwzorowany graficznie metodą teodolitu zgodnie z instrukcją IMGW. Najwyższe kontury tego horyzontu (wieże kościołów w sektorze E, budynki w sektorze W) tylko w dwóch przypadkach przekraczały wysokość 4° nad horyzontem i nie wpływały na wielkość rejestrowanego usłonecznienia. Zasłonięcie horyzontu od strony północnej nie wpływa na wyniki rejestracji. Według Kuczmarzkiego [9] od strony południowej kąt wzniesienia obiektów zakrywających horyzont powinien być równy: $A < 66^{\circ}33' - \phi$, gdzie ϕ - oznacza szerokość geograficzną miejsca rejestracji usłonecznienia, A - kąt wzniesienia obiektów. Czyli dla Lublina może on wynosić ok. 15° , chociaż w rzeczywistości nie przekraczał 5° . Od strony wschodniej i zachodniej zakrycie horyzontu może dochodzić do $3-4^{\circ}$, gdyż począwszy od tej wysokości (przy bardzo dobrej przezroczystości atmosfery) może zacząć się rejestracja usłonecznienia.

Odczytu heliogramów dokonano z dokładnością do 0,1 godziny, stosując powszechnie przyjętą w Polsce metodę Martena. Natomiast usłonecznienie względne wyrażono w procentach usłonecznienia możliwego. Jako usłonecznienie możliwe wzięto pod uwagę usłonecznienie astronomiczne, tzn. astronomiczną długość dnia od wschodu do zachodu Słońca, wyznaczoną na podstawie "Tablic

słonecznych do użytku obserwatorów stacji aktynometrycznych” [18]. W pracy wykorzystano wartości miesięczne, sezonowe i roczne usłonecznienia rzeczywistego, względnego i liczby dni bez usłonecznienia. Analizie poddano wartości średnie wieloletnie oraz zmienność wyżej wymienionych charakterystyk usłonecznienia. W pracy wykorzystano wartości miesięczne, sezonowe i roczne usłonecznienia rzeczywistego, względnego i liczby dni bez usłonecznienia. Przy analizie zmienności usłonecznienia określono jej zakres i stopień zmian. Stopień zmian wyrażono poprzez współczynnik zmienności, rozumiany jako iloraz odchylenia standardowego i wartości średniej wyrażony w procentach.

WYNIKI I Dyskusja

Średnia roczna suma usłonecznienia w Lublinie wynosi 1541,5 h ($4,2 \text{ h doba}^{-1}$), co stanowi 34,4% usłonecznienia możliwego (Tabela 1). Jest to o 16 h więcej niż wynosi średnia dla Polski podana przez Kuczmarskiego [8] na podstawie danych z lat 1951-1975. Największą sumę roczną usłonecznienia zanotowano w 1953 roku. Wynosiła ona 1966,0 h, co stanowiło 43,8% usłonecznienia możliwego. Najniższą

Tabela 1. Miesięczne, sezonowe i roczne sumy usłonecznienia względnego (w %) w Lublinie (1952-1991)

Table 1. Monthly, seasonal and annual sums of relative sunshine duration (in %) in Lublin (1952-1991)

Okres	Średnia	Minimum		Maksimum	
		wartość	rok	wartość	rok
I	16,5	3,5	1966	30,9	1961
II	20,4	8,0	1973	40,3	1990
III	30,3	14,7	1985	53,4	1953
IV	35,9	18,1	1970	59,3	1961
V	41,1	26,9	1962	56,6	1986
VI	42,7	21,7	1985	63,6	1957
VII	43,7	23,2	1980	63,5	1952
VIII	47,1	34,0	1964	69,4	1973
IX	39,9	19,3	1990	62,2	1975
X	33,2	13,6	1974	53,7	1959
XI	16,6	6,1	1981	27,6	1953
XII	13,0	2,9	1969	34,6	1972
Rok	34,4	27,1	1980	43,8	1953
III-V	36,3	23,5	1970	53,2	1953
VI-VIII	44,4	29,5	1980	54,2	1952
IX-XI	31,3	18,1	1978	42,8	1953
XII-II	16,8	9,2	1966	23,4	1990

zaś sumę roczną zanotowano w 1980 roku - 1219,7 h, co stanowiło 27,1% usłonecznienia możliwego (Tabela 1 i 2, Rys. 1). Podobne wyniki, ale dla innego okresu, uzyskał Liniewicz [10] dla Felina.

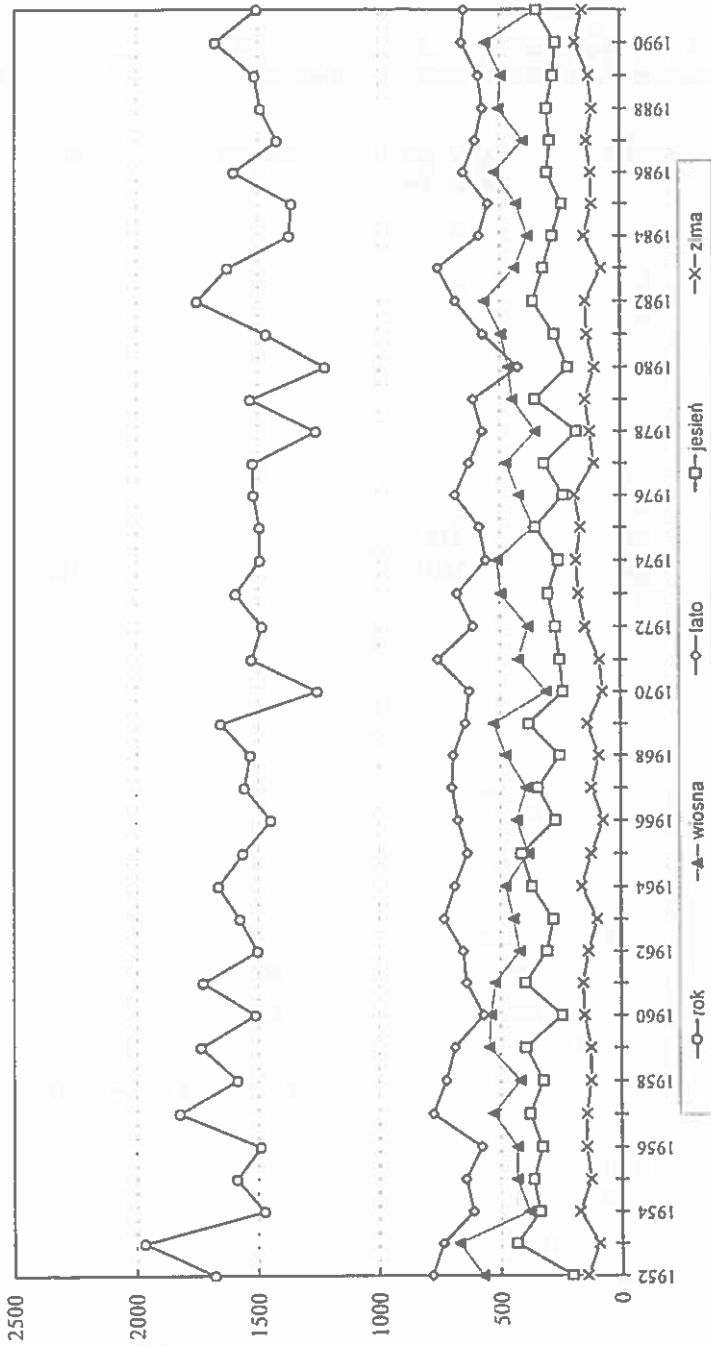
Najbardziej "usłonecznioną" porą roku jest lato (VI - VIII) - 642,4 h, zaś najmniej - zima (XII - II) - 133,0 h. Usłonecznienie rzeczywiste w lecie w zdecydowanej większości przypadków było największe ze wszystkich pór roku z wyjątkiem 1980 roku, gdy największą sumę sezonową zanotowano na wiosnę. Najmniejsze wartości zawsze występowały w okresie zimy (Tabela 2 i 3, Rys. 1). Warto podkreślić, że usłonecznienie rzeczywiste wiosną jest o około 50% większe niż jesienią i z tego powodu ponad 70% usłonecznienia rocznego przypada na półrocze wiosenno-letnie (Tabela 2).

W przebiegu rocznym największą średnią wieloletnią sumę usłonecznienia notuje się w lipcu - 218,1 h (Tabela 2). Niewiele mniejsze wartości zanotowano w sierpniu (212,6 h) i w czerwcu (211,7 h). Natomiast najmniejszą wartość zanotowano w grudniu (32,1 h). Miesiące letnie cechują się bardzo dużą zmiennością sum miesięcznych usłonecznienia z roku na rok. W najbardziej usłonecznionym miesiącu

T a b e l a 2. Miesięczne, sezonowe i roczne sumy usłonecznienia rzeczywistego (w godzinach) w Lublinie (1952-1991)

T a b l e 2. Monthly, seasonal and annual sums of sunshine duration in Lublin (1952-1991)

Okres	Średnia	Współ- czynnik zmienności	Minimum		Maksimum	
			wartość	rok	wartość	rok
I	43,3	39,1	9,2	1966	81,1	1961
II	57,5	35,2	22,4	1974	113,4	1976
III	111,7	32,7	54,0	1985	196,6	1953
IV	149,2	28,0	75,3	1970	246,4	1961
V	198,4	17,8	130,0	1962	273,5	1986
VI	211,7	19,6	107,6	1985	314,9	1957
VII	218,1	19,1	115,8	1980	316,6	1952
VIII	212,6	16,4	153,6	1964	313,7	1973
IX	151,9	24,6	73,6	1990	236,5	1975
X	110,4	33,1	45,3	1974	178,5	1959
XI	44,7	33,4	16,3	1981	74,1	1953,63
XII	32,1	47,0	7,2	1969	85,6	1973
Rok	1541,5	9,4	1219,7	1980	1966,0	1953
III-V	459,3	15,8	308,3	1970	671,3	1953
VI-VIII	642,4	11,3	423,6	1980	783,0	1952
IX-XI	307,0	19,3	180,9	1978	433,3	1953
XII-II	133,0	22,3	73,1	1966	189,8	1976



Rys. 1. Przebieg sum sezonowych i rocznych usłonecznienia rzeczywistego (w godzinach) w Lublinie.
 Fig. 1. Seasonal and annual course of sunshine duration (in hours) in Lublin

Tabela 3. Miesięczna, sezonowa i roczna liczba dni bez usłonecznienia w Lublinie (1952-1991)
Table 3. Monthly, seasonal and annual number of days without sunshine in Lublin (1952-1991)

Okres	Średnia	Współczynnik zmienności	Minimum	Maksimum
I	16,0	24,0	10	25
II	11,9	30,2	4	19
III	8,3	43,1	2	17
IV	4,4	62,0	0	11
V	3,5	57,6	0	7
VI	2,2	87,1	0	8
VII	1,4	92,5	0	6
VIII	2,3	77,4	0	6
IX	3,2	71,4	0	9
X	7,1	45,7	2	15
XI	15,1	25,1	8	22
XII	18,2	19,3	11	26
Rok	93,8	16,3	64	122
III-V	16,2	32,4	4	24
VI-VIII	6,0	54,8	0	15
IX-XI	25,4	23,1	16	43
XII-II	46,2	15,4	33	64

- lipcu, usłonecznienie zmieniało się od 115,8 h w roku 1980 do 316,6 h w roku 1952, a w czerwcu od 107,6 h (1958 r.) do 314,7 h (1957 r.), a więc o ponad 200 godzin. W związku z tym maksimum przebiegu rocznego usłonecznienia może przypadać na różne miesiące. Najczęściej notowano je w lipcu (17 razy), ale występowało ono również w czerwcu (9), maju (7), sierpniu (5) oraz po jednym przypadku w kwietniu i we wrześniu. Natomiast minimum przebiegu rocznego usłonecznienia występowało najczęściej w grudniu (19) i w styczniu (11 razy), a także pojawiało się w listopadzie (8) oraz w lutym (2 przypadki). Największą zmiennością usłonecznienia rzeczywistego oznaczają się miesiące zimowe, a zwłaszcza grudzień (47,0%), najmniejszą zaś miesiące letnie - szczególnie sierpień (16,4%) (Tabela 2).

Sumy miesięczne usłonecznienia rzeczywistego w Lublinie są zbliżone do wartości średnich dla Polski podanych przez Kuczmarskiego [8]. W sierpniu i październiku Słońce świeci w Lublinie o 8 h dłużej niż średnio na obszarze kraju, a w marcu i we wrześniu o ponad 5 h krócej. Podobne dane otrzymał dla Łodzi Fortuniak [3]. Odchylenia dodatnie i ujemne sum usłonecznienia w Lublinie od wartości średnich dla Polski są istotne statystycznie na poziomie istotności 0,05.

Inną miarą charakteryzującą liczbę godzin ze Słońcem jest usłonecznienie względne. W Tabeli 1 zamieszczono wartości średnie i ekstremalne usłonecznienia względne. Przebieg roczny wartości miesięcznych i sezonowych usłonecznienia względne jest podobny do przebiegu analogicznych wartości usłonecznienia rzeczywistego. Najwyższe wartości (powyżej 40%) notowane są od maja do sierpnia z maksimum w sierpniu (47,1%), chociaż największa średnia wieloletnia suma usłonecznienia rzeczywistego wystąpiła w lipcu (wynika to z krótszego dnia w sierpniu - Tabela 2). Minimum usłonecznienia względne wynosi 13,0% i podobnie, jak w przypadku usłonecznienia rzeczywistego, zanotowano je w grudniu. Zwraca uwagę duża zmienność usłonecznienia względne w skali rocznej - od 2,9% w grudniu 1969 r. do 69,4% w sierpniu 1973 r.

Bardzo ważnym elementem charakterystyki stosunków solarnych jest liczba dni bez usłonecznienia tj. takich dni, kiedy w ciągu całego dnia do powierzchni ziemi nie docierało bezpośrednio promieniowanie słoneczne. Jak wynika z Tabeli 3 średnia roczna liczba tych dni wynosi 94 i waha się od 64 (1955 r.) do 122 dni (1970 r.). Najwięcej notowano ich w grudniu, styczniu i w listopadzie (odpowiednio 18, 16 i 15 dni), najmniej zaś w lipcu, czerwcu i w sierpniu (1-2 dni). Dni bez usłonecznienia nie notuje się każdego roku w miesiącach od kwietnia do września, a największa liczba takich dni może stanowić 70-80% dni danego miesiąca. Połowa rocznej liczby dni bez usłonecznienia przypada na okres zimowy, a na półrocze wiosenno-letnie mniej niż 25%, z czego w okresie lata tylko 6% (Tabela 3).

Dodatkową charakterystyką stosunków solarnych w danym miejscu, przydatną szczególnie w bioklimatologii [5,8,14], jest liczba dni z określonymi wartościami progowymi usłonecznienia rzeczywistego. Największe znaczenie ma liczba dni z usłonecznieniem rzeczywistym 4 h dziennie (dopływ promieniowania słonecznego warunkujący jego działanie bakteriobójcze i witaminotwórcze) oraz dni z usłonecznieniem rzeczywistym 6 h dziennie (warunki solarne korzystne dla turystyki). Ponadto, szczególnie przy charakterystyce uzdrowisk, podaje się liczbę dni z usłonecznieniem 10 h [15].

Średnia liczba dni z usłonecznieniem ≥ 4 h wynosi w Lublinie 162 (Tabela 4). Największą sumę roczną tych dni zanotowano w 1953 roku - 203, a najniższą w 1970 roku - 122. Największą średnią wieloletnią sumę tych dni notuje się w sierpniu i w lipcu - po ok. 22 dni. Niewiele mniejsze wartości stwierdzono w czerwcu (20 dni) i w maju (ok. 20 dni). Natomiast najmniejszą wartość zanotowano w grudniu - 3 dni. Jak wynika z Tabeli 4 w miesiącach styczeń i grudzień dni z usłonecznieniem 4 h mogą w ogóle nie występować, a maksymalnie mogą stanowić około 90% dni danego miesiąca. Podobne liczby tych dni dla Białowieży i Białegostoku podaje Kozłowska-Szczęśna i in. [5].

Tabela 4. Miesięczna, sezonowa i roczna liczba dni z usłonecznieniem ≥ 4 h w Lublinie (1952-1991)Table 4. Monthly, seasonal and annual number of days with sunshine duration ≥ 4 h in Lublin (1952-1991)

Okres	Średnia	Współczynnik zmienności	Minimum		Maksimum	
			wartość	rok	wartość	rok
I	4,95	57,66	0	1963, 66, 79	11	1974
II	6,80	39,35	2	1973	14	1976
III	12,83	33,17	5	1983	23	1974
IV	15,78	27,39	7	1970	24	1953, 61
V	19,68	14,35	14	1978, 1984	27	1990
VI	20,33	18,19	9	1985	27	1957
VII	21,55	15,39	13	1980	28	1952
VIII	21,80	14,33	17	1964, 77, 80	28	1973, 84
IX	16,78	26,48	7	1978, 1990	26	1975
X	13,03	39,09	4	1963, 1974	23	1990
XI	5,23	40,93	1	1981	10	1984
XII	3,40	68,60	0	1969, 70, 71	11	1972
Rok	162,13	9,39	122	1970	203	1953
III-V	48,28	15,68	30	1970	66	1953
VI-VIII	63,68	9,82	45	1980	74	1967
IX-XI	35,03	21,95	18	1952	50	1953
XII-II	15,30	31,01	5	1968	23	1976

Z powodu dużej zmienności liczby dni z usłonecznieniem ≥ 4 h maksimum przebiegu rocznego może przypadać na różne miesiące. Najczęściej notowano je w lipcu (16 razy) oraz w sierpniu i czerwcu (odpowiednio 13 i 12 razy). Sporadycznie maksimum może przypadać na marzec, kwiecień czy też wrzesień (po jednym przypadku). Natomiast minimum przebiegu rocznego liczby tych dni przypadało najczęściej na grudzień (24 przypadki), a także pojawiało się w styczniu, listopadzie czy w jednym przypadku, w lutym 1973 roku.

Największa średnia wieloletnia suma sezonowa liczby dni z usłonecznieniem ≥ 4 h dziennie wystąpiła w lecie (VI - VIII) - 64 dni, najniższa zaś w zimie (XII - II) - 15 dni. Liczba tych dni w okresie lata w zdecydowanej większości przypadków była największa ze wszystkich pór roku, poza jednym wyjątkiem, kiedy to w 1980 roku największą sezonową ich liczbę zanotowano na wiosnę. Najmniejsze wartości prawie zawsze występowały w zimie, poza 1952 rokiem, kiedy to najniższą wartość zanotowano w okresie jesieni. Ogólnie można stwierdzić, że w okresie lata występuje ok. 40% tych dni, a w zimie niecałe 10%.

Średnia roczna suma dni z usłonecznieniem rzeczywistym ≥ 6 h dziennie wynosi w Lublinie 121 (Tabela 5). Największą liczbę tych dni zanotowano w 1953 roku - 164, a najniższą w 1980 roku - 87 dni. Największą średnią wieloletnią sumę dni z usłonecznieniem ≥ 6 h notuje się w sierpniu i w lipcu - po ok. 18 dni. Niewiele mniejsze wartości stwierdzono w czerwcu (17 dni) i w maju - 16. Natomiast najmniejsze wartości tych dni notuje się w grudniu - średnio 1 dzień. Jak wynika z Tabeli 5 dni te mogą nie występować w miesiącach od listopada do lutego, a największa liczebność może stanowić ponad 80% dni miesiąca.

Dni z usłonecznieniem rzeczywistym ≥ 6 h również cechuje duża zmienność. Dlatego też maksimum (jak i minimum) może przypadać na różne miesiące. Maksimum najczęściej notowano w czerwcu i lipcu (po 13 razy) oraz w maju i sierpniu (odpowiednio 8 i 7 razy). Sporadycznie może być notowane w marcu i wrześniu. Natomiast minimum roczne najczęściej przypadało na grudzień (29 razy) ale było też notowane w styczniu, listopadzie czy też w lutym.

Najwyższa średnia wieloletnia suma sezonowa liczba dni z usłonecznieniem rzeczywistym ≥ 6 h dziennie wystąpiła w lecie (VI - VIII) - 52 dni, najniższa zaś w

Tabela 5. Miesięczna, sezonowa i roczna liczba dni z usłonecznieniem ≥ 6 h w Lublinie (1952-1991)

Table 5. Monthly, seasonal and annual number of days with sunshine duration ≥ 6 h in Lublin (1952-1991)

Okres	Średnia	Współ- czynnik zmienności	Minimum		Maksimum	
			wartość	rok	wartość	rok
I	1.73	103.69	0	10x	9	1973
II	3.90	66.81	0	1952, 66, 71	12	1976
III	9.15	47.11	2	1991	20	1974
IV	11.93	37.10	5	1956, 70, 78	22	1952
V	16.25	18.70	9	1962, 84	22	1990
VI	16.93	22.20	7	1985	25	1957
VII	17.60	21.67	5	1980	26	1952
VIII	17.93	18.18	13	1964, 77, 86, 87	27	1973
IX	12.95	33.21	2	1990	25	1975
X	9.23	47.53	1	1952, 74	19	1990
XI	2.48	71.70	0	1956, 76, 81, 90	7	1953, 57
XII	0.80	143.07	0	23x	5	1972
Rok	120.85	11.85	87	1980	164	1953
III-V	37.33	20.47	23	1970	58	1953
VI-VIII	52.45	11.88	31	1980	64	1952
IX-XI	24.65	26.75	9	1952	39	1965
XII-II	6.45	54.48	0	1966	16	1976

zimie (XII - II) - 6 dni. Liczba tych dni w okresie lata, w większości przypadków, była największa ze wszystkich pór roku poza trzema przypadkami (1960, 1974 i 1980 r.). Najniższe wartości zawsze notowano w okresie zimy, a jeden raz (w zimie 1965/1966) nie zanotowano ich wcale. Ogólnie można stwierdzić, że w okresie lata występuje ponad 43% takich dni a w okresie zimy tylko 5%.

Dni z usłonecznieniem ≥ 10 h występują w Lublinie tylko od marca do października. Jak wynika z Tabeli 6 średnia ich liczba wynosi 48 dni. Najwyższą sumę roczną tych dni zanotowano w 1953 roku - 73 a najmniejszą w 1984 roku - 22. Najwięcej tego typu dni notuje się od maja do sierpnia - średnio po 9 dni. Sporadycznie zaś notowane są w październiku. Najwyższa średnia wieloletnia suma sezonowa dni z usłonecznieniem rzeczywistym ≥ 10 h wystąpiła w lecie - 28, a najniższa w okresie jesieni - 4 dni. Najwięcej tego typu dni w poszczególnych sezonach zanotowano w sezonie letnim 1952 roku - 42. W okresie jesieni dni te mogą nie wystąpić.

Tabela 6. Miesięczna, sezonowa i roczna liczba dni z usłonecznieniem ≥ 10 h w Lublinie (1952-1991)

Table 6. Monthly, seasonal and annual number of days with sunshine duration ≥ 10 h in Lublin (1952-1991)

Okres	Średnia	Współ- czynnik zmienności	Minimum		Maksimum	
			wartość	rok	wartość	rok
I	-	-	-	-	-	-
II	-	-	-	-	-	-
III	1.70	145.4	0	22x	8	1953, 56, 59
IV	5.15	67.5	0	1956, 70	14	1961
V	9.00	41.4	1	1984	17	1979, 86
VI	9.48	38.6	1	1984	17	1957
VII	9.28	43.1	1	1980	19	1952
VIII	9.18	40.3	2	1956, 78	20	1973
IX	3.93	80.4	0	6x	11	1958, 61
X	0.28	281.5	0	34x	4	1964
XI	-	-	-	-	-	-
XII	-	-	-	-	-	-
Rok	47.98	23.8	22	1984	73	1953
III-V	15.85	37.8	4	1984	31	1953
VI-VIII	27.93	26.2	12	1980	42	1952
IX-XI	4.20	84.0	0	6x	13	1958
XII-II	-	-	-	-	-	-

WNIOSKI

1. W wyniku analizy materiałów heliograficznych z lat 1952-1991 w Lublinie stwierdzono, że średnia roczna suma usłonecznienia wynosiła 1541,5 h, co przy usłonecznieniu możliwym 4484,5 h odpowiada 34,4% usłonecznienia względnego. Najbardziej usłonecznione są miesiące letnie, kiedy średnie dzienne usłonecznienie w czerwcu i lipcu wynosi odpowiednio po 7,1 i 7,0 h a w sierpniu - 6,9 h. Wtedy to też notuje się stosunkowo wysokie wartości usłonecznienia względnego (ponad 40% z maksimum w sierpniu - 47,1%) i małą średnią liczbą dni bez usłonecznienia - od 1,4 do 2,3 (co stanowi tylko od 4,5 do 7,5% wszystkich dni miesiąca). Ponadto w miesiącach tych notuje się średnio około 20 dni z usłonecznieniem rzeczywistym 4 h, około 16-17 dni z usłonecznieniem 6 h i około 9 dni z usłonecznieniem 10 h. Najniższe usłonecznienie notowano w grudniu - 1,0 h, styczniu - 1,4 h i listopadzie - 1,5 h średnio dziennie. W miesiącach zimowych notuje się też największą liczbę dni bez usłonecznienia - z maksimum w grudniu - 18,2 (czyli 58,7% całego miesiąca) i styczniu - 16,0 dni.
2. Dane odnośnie usłonecznienia rzeczywistego w Lublinie, publikowane po raz pierwszy za tak długi okres, świadczą o uprzywilejowaniu Lublina pod tym względem (co odnosi się do całej Wyżyny Lubelskiej). Podobne warunki (wg. Kuczarskiego, [8]) posiadają takie stacje jak np.: Gdynia, Kołobrzeg, Suwałki, Mikołajki, Chojnice, Toruń, Warszawa, Belsk, Sobieszyn, Puławy, Rabka. W sierpniu i październiku Słońce świeci w Lublinie o 8 h dłużej niż średnio na obszarze kraju, a w marcu i we wrześniu o ponad 5 h krócej. Zarówno odchylenia dodatnie jak i ujemne sum usłonecznienia w Lublinie od wartości średnich dla Polski są istotne statystycznie na poziomie istotności 0,05.
3. Miesięczne jak i roczne wartości usłonecznienia cechuje dużą zmienność. Najbardziej "usłonecznionym" rokiem był rok 1953, w którym zanotowano 1966,0 h ze Słońcem (43,8% usłonecznienia możliwego), zaś najmniej usłonecznionym rok 1980 - 1219,7 h (27,1% usłonecznienia możliwego). Najwyższe miesięczne wartości usłonecznienia notowane były w miesiącach letnich, kiedy to przekraczały 300 godzin, np. w lipcu 1952 r. - 316,6 h (63,5% usłonecznienia możliwego), w czerwcu 1957 roku - 314,9 h (63,6%) i sierpniu 1973 r. - 313,7 h (69,9%). Najniższe wartości usłonecznienia to 7,2 h zanotowane w grudniu 1972 r. i 9,2 h w styczniu 1966 r. Odpowiada to średniemu usłonecznieniu jednego dnia z miesięcy letnich.

PIŚMIENNICTWO

1. Blüthgen J.: Geografija klimatov (tłum. z niemieckiego). Izdatel'stvo "Progress", Moskva, 1972.
2. Chomicz K., Kuczmarska L.: Zachmurzenie i usłonecznienie w Polsce. Przegląd Geofizyczny, XVI, 1-2, 69-87, 1971.
3. Fortuniak K.: Cechy dobowego i rocznego przebiegu usłonecznienia w Łodzi. Klimat i bioklimat miast (Red. K. Kłysik). Wydawnictwo UŁ, Łódź, 99-110, 1995.
4. Górska K., Słomka J.: Solar radiation in Belski and Puławy against a background of sunshine duration and the photosynthetically active energy during vegetation period of 1976 in Poland. Publications of the Institute of Geophysics Polish Academy of Sciences. D-4 (109), 53-58, 1977.
5. Kozłowska-Szczęśna T., Krawczyk B., Błażejczyk K.: Warunki bioklimatyczne Supraśla. Zesz. IGiPZ PAN, 33, 1995.
6. Kuczmarski M.: Usłonecznienie w Polsce w okresie 1961 - 1970. Czasopismo Geograficzne, LIII, 2, 149-157, 1982.
7. Kuczmarski M.: Bioklimatyczne warunki helioterapii. W: Metody badań bioklimatu człowieka (red. T. Kozłowska-Szczęśna). Problemy Uzdrowiskowe, 1/2(207/208), 25-35, 1985.
8. Kuczmarski M.: Usłonecznienie Polski i jego przydatność dla helioterapii. Dokumentacja Geograficzna, 4, 1990.
9. Kuczmarski M., Paszyński J.: Zmienność dobową i sezonową usłonecznienia w Polsce. Przegląd Geograficzny, LIII, 4, 779-791, 1981.
10. Liniewicz K.: Usłonecznienie rzeczywiste w okolicy Lublina w latach 1966-1985. Folia Societatis Scientiarum Lublinensis, Geografia, 28, 2, 55-61, 1986.
11. Liniewicz K., Wójcik S.: Actual sunshine duration and yielding and chemical composition of sugar beet. Zesz. Probl. Post. Nauk Roln., 396, 101-105, 1991.
12. Makowiecki J.: Actual sunshine duration in late potato agrophases in various regions of Poland. Zesz. Probl. Post. Nauk Roln., 396, 105-107, 1991.
13. Mitosek H.: Zarys klimatu województwa kieleckiego w świetle potrzeb rolnictwa. PWRN, Woj. Zarząd Rolnictwa, Kielce, 1957.
14. Obrębska-Starkłowa B., Olecki Z.: Wieloletnie zmiany zachmurzenia i usłonecznienia w Krakowie w aspekcie bioklimatycznym. Ogólnopolski Zjazd Polskiego Towarzystwa Geograficznego, Referaty i postery, Lublin, 121, 1994.
15. Paszyński J., Niedźwiedz T.: Klimat W: Geografia Polski. W: Środowisko przyrodnicze (Red. L. Starkł). PWN, Warszawa, 296-355, 1991.
16. Różański S.: Budowa miasta i jego klimat. Arkady, Warszawa, 1959.
17. Słomka J.: Usłonecznienie we Wrocławiu. Prace Wrocławskiego Towarzystwa Naukowego, B, 79, 1957.
18. Tablice słoneczne do użytku obserwatorów stacji aktywności. Wydawnictwo Komunikacji i Łączności, Warszawa, 1976.
19. Tyczka S.: Przebieg usłonecznienia w Inowrocławiu i w Kołobrzegu. Wiadomości Uzdrowiskowe, R. IX, 2/3, 45-53, 1964.

PATTERN OF SUNSHINE DURATION IN LUBLIN 1952-1991

A.F. Gluza

Department of Meteorology and Climatology, Institute of Earth Sciences,
Maria Curie-Skłodowska University, Akademicka 19, 20-033 Lublin, Poland
E-mail: agluza@biotop.umcs.lublin.pl

SUMMARY

The instrument registering sunshine duration was a Campbell-Stokes thermal heliograph placed at 20.7 m. above ground level on top of the tower of the Meteorological Observatory of Maria Skłodowska-Curie University. The tower stands in Litewski Square in the centre of Lublin (geographical coordinates: $\phi = 51^{\circ}14'54''\text{N}$ i $\lambda = 22^{\circ}33'38''\text{E}$, $h = 195.3$ m. above sea level). Due to the instrument's situations on the roof of the Observatory, the physical horizon did not significantly depart from the ideal one and did not obstruct sunshine registration.

The paper contains a study of sunshine duration in Lublin during the years 1952-1991. The data analysed were registered by a Campbell-Stokes heliograph installed in the meteorological station of the Department of Meteorology and Climatology of the Maria Curie-Skłodowska University, situated in the centre of Lublin. The analysis considers the mean monthly, seasonal and annual values of sunshine duration, the number of days without sunshine and days with sunshine duration ≥ 4 , 6 or 10 h.

The mean annual sunshine duration in Lublin amounts to 1542 h (average daily sunshine duration reached 4.2 h) which corresponds to 34.4% of possible sunshine duration. It is 16 h more in comparison with the mean value for Poland for the period of 1951-1975. The yearly sums of sunshine durations were different and they changed within the range 1219.7 h in 1980 to 1666.0 h in 1953.

The mean number of days without sunshine amounts to 94 and it changed within the range from 64 (in 1955) to 122 (in 1970).

The monthly sums of sunshine duration in Lublin are similar to the mean values for Poland given by Kuczmarowski. In August and October the Sun shines 8 h longer in Lublin than an average in Poland, however in March and September its duration is 5 h shorter. The positive as well as negative deviation of the sunshine duration, compared with the mean values for Poland, are statistically significant and occur at the significance level of $\alpha = 0.01$.

K e y w o r d s: sunshine duration, relative sunshine duration, number of days without sunshine.