

Klimat w strefie brzegowej jeziora jako element oceny środowiska wypoczynku człowieka (na przykładzie Nadleśnictwa Przymuszewo)

Wojciech Oźga

ARTYKUŁY / ARTICLE

Streszczenie. Warunki pogodowe i klimatyczne mające znaczenie estetyczne, fizyczne, termiczne i zdrowotne mogą być elementem oceny środowiska dla potrzeb turystyki. W pracy, wykorzystując dane meteorologiczne z pomiarów wykonanych w okresie od 4 do 21. 07. 2001 roku w strefie brzegowej jeziora w lesie, obliczono wskaźniki bioklimatyczne: entalpię, wielkość ochładzającą powietrza i temperaturę radiacyjno-efektywną. Na podstawie przeprowadzonych analiz stwierdzono, że szczególnie przydatnym wskaźnikiem oceny warunków wypoczynku człowieka nad jeziorem w lesie wydaje się być temperatura radiacyjno-efektywna, która uwzględnia najważniejsze czynniki wpływające na odczucie cieplne. Największe znaczenie w kształtowaniu warunków bioklimatycznych lasu w strefie przyjeziornej posiada zróżnicowanie ekosystemów typowe dla tej strefy. Można przypuszczać, że tworzenie dużych plaż nad śródlęsnym jeziorem zmieniłoby warunki bioklimatyczne na bardziej dyskomfortowe dla człowieka.

Słowa kluczowe: entalpia, wielkość ochładzająca powietrza, temperatura radiacyjno-efektywna, las, jezioro

Abstract. Climate in the littoral zone of a lake as an element of recreation assessment (based on the example of Przymuszewo Forest District). Weather and climate conditions which have aesthetic, physical, thermal and salubrious significance may become an element of environmental assessment for tourism. The article utilising meteorological data of measurements carried out from the 4th to 21st of July 2001 in the littoral zone of the lake situated in the forest calculates bioclimatic indexes such as air enthalpy, cooling power and radiative-effective temperature. On the basis of conducted analyses it is possible to establish that radiative-effective temperature which includes the most important factors influencing thermal sensations is the most useful index of assessing the conditions of recreation for people in the forest. The diversity of ecosystems typical of the littoral zone of a lake has a significant influence on shaping bioclimatic conditions of forest. It is to be supposed that the localizations of bigger beaches around the forest lakes will change the bioclimatic conditions for people in a negative way.

Keywords: air enthalpy, cooling power, radiative-effective temperature, forest, lake

Wstęp

Klimat określany jest jako przeciętny stan pogody w danym miejscu, w dłuższym czasie, uwzględniający: następstwo procesów atmosferycznych wynikających z oddziaływania pro-

mieniowania słonecznego, cyrkulacji atmosfery oraz charakteru warunków lokalnych. W tworzeniu swoistych cech bioklimatu lokalnego szczególną rolę odgrywają: rzeźba terenu, rodzaj podłoża, szata roślinna, stosunki wodne oraz użytkowanie terenu (Kozłowska-Szczęsna et al. 1997). Oddziaływanie bodźców klimatycznych na organizm człowieka zmienia się w czasie i przestrzeni i wywołuje określone reakcje pozytywne lub negatywne. Określenie bodźcowości klimatu dokonywane na podstawie wybranych parametrów meteorologicznych pozwala ustalić zakres reakcji organizmu człowieka na stres, jakiemu organizm w danym środowisku jest poddawany. Według Flemminga (1983) bodźce, jakim poddawany jest organizm człowieka można podzielić na słabe (powodują wydzielacenie organizmu i utratę przystosowania do warunków środowiskowych), umiarkowane (działające pobudzająco, hartująco i leczniczo), silne (obciążające lub przeciążające organizm człowieka).

Turystyka wiąże się nierozzerwalnie ze zmianą miejsca pobytu. Pociąga to za sobą zmianę warunków meteorologicznych, które mogą wpłynąć na człowieka stresująco lub pobudzająco. Poza presją warunków pogodowych i klimatycznych na organizm człowieka, warunki te mogą ograniczać możliwości rozwoju turystyki oraz decydować o popycie turystycznym. W znacznym stopniu decydują one o sezonowości ruchu turystycznego.

Oddziaływanie lasu na ustrój człowieka może być bezpośrednim oddziaływaniem ekosystemu leśnego, a przede wszystkim tworzącej go roślinności na nasz organizm (szerzej: Krzymowska-Kostrowicka 1997) lub oddziaływaniem pośrednim wynikającym z modyfikacji warunków klimatycznych w lesie.

Celem opracowania jest określenie wpływu lasu na wybrane wskaźniki bioklimatyczne oraz wskazanie ich znaczenia w ocenie warunków wypoczynku ludzi w środowisku leśnym.

Metodyka i teren badań

Aby określić wpływ lasu na warunki bioklimatyczne przeprowadzono pomiary meteorologiczne na terenie Nadleśnictwa Przymuszewo (woj. pomorskie) na północnym brzegu jeziora Laska. Badania prowadzono na 4 powierzchniach:

- powierzchnia I położona w wąskim (ok. 10 m) pasie olsu (drzewostan: 100% olsza czarna w wieku ponad 70 lat, pojedynczo brzoza);
- powierzchnia II położona na krawędzi rynny jeziornej w borze świeżym (Bśw) (drzewostan: 70% sosny, 30% świerka; wiek ok. 100 lat);
- powierzchnia III położona na wysoczyźnie w borze mieszanym świeżym (BMśw) (drzewostan: 60% świerka, 20% brzozy i 20% sosny, wiek ponad 100 lat);
- powierzchnia IV położona w terenie otwartym, na łące oddalonej 100 m od ściany lasu.

Badania prowadzono metodą krótkiego ciągu pomiarowego w okresie od 4.07. do 18.07.2001 roku. Pomiary wykonywano co godzinę – od godziny 8:00 do 20:00 na wysokości 1,5 m n.p.m. wykorzystując pyranometr termoelektryczny Janiszewskiego, psychrometr Assmanna oraz katetermometr Hilla z posrebrzonym zbiorniczkiem. Zebrane dane meteorologiczne poddano podstawowemu opracowaniu statystycznemu wykorzystując pakiet Statgraphics_Plus W celu określenia wpływu lasu na warunki bioklimatyczne wyznaczono przy użyciu programu Bioklima 2,6 podstawowe statystyki wybranych wskaźników bioklimatycznych oraz rozkład tych wartości w klasach odczuć cieplnych człowieka (Błażejczyk 2010).

Warunki meteorologiczne w okresie badań

Podstawowym czynnikiem kształtującym warunki mikroklimatyczne była wielkość napromieniowania całkowitego docierającego do podłoża, znacznie ograniczona wewnątrz lasu. Do dna lasu dochodziło od 15% (Ols) do 26% (BMśw) napromieniowania całkowitego notowane poza lasem (tab. 1).

Tab. 1. Wartości średnie i odchylenia standardowe (SD) wybranych elementów meteorologicznych w lesie i poza lasem w Nadleśnictwie Przymuszewo w okresie 4-21.07.2001

Table 1. Average values and standard deviations (SD) of chosen meteorological elements in forest and outside forest area in Przymuszewo Forest District from the 4th to 21st July 2001

Element meteorologiczny	Wartość średnia				SD			
	Ols	Bśw	BMśw	Poza lasem	Ols	Bśw	BMśw	Poza lasem
Natężenie napromieniowania całkowitego [W/m ²]	55,4	84,1	97,4	368,9	40,8	57,5	62,6	219,4
Temperatura powietrza [C°]	21,3	22,0	21,6	22,6	3,5	3,9	3,6	4,2
Wilgotność względna [%]	82,0	73,7	77,4	70,8	11,3	14,0	12,2	13,7
Prędkość wiatru [m/s]	0,7	0,7	0,8	1,0	0,5	0,4	0,5	1,0

Temperatura powietrza w lesie była niższa od temperatury poza lasem o 0,6°C w przypadku Bśw, natomiast o 1,3°C w przypadku olsu. Biorąc pod uwagę średnie wartości wilgotności względnej powietrza utworzyć można następujący ciąg typów lasu wg malejącej wartości tego elementu: Ols, BMśw, Bśw.

Prędkość wiatru w lesie była średnio o 20-30% niższa niż poza lasem (tab. 1). Wszystkie badane elementy meteorologiczne w lesie charakteryzowały się mniejszym niż poza lasem rozproszeniem wokół średnich o czym świadczą wartości odchyłeń standardowych (tab. 1).

Wybrane wskaźniki bioklimatyczne

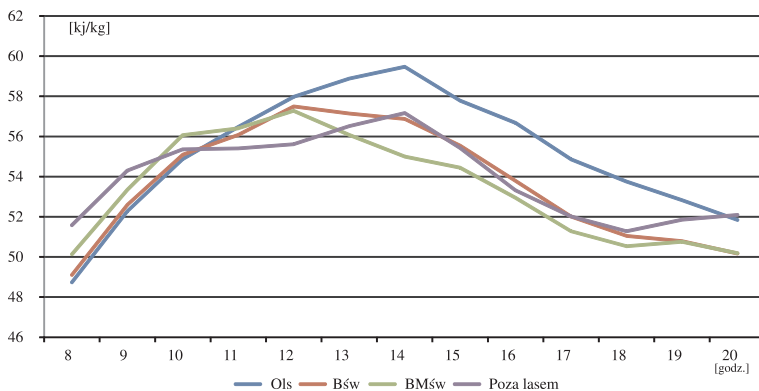
Entalpia określająca całkowitą zawartość ciepła w jednostce masy powietrza obliczona została na podstawie temperatury oraz ciśnienie pary wodnej. Najwyższa średnia wartość entalpii wystąpiła w olsie i była ona wyższa od analogicznej wartości poza lasem. Na pozostałych powierzchniach leśnych średnie wartości entalpii były niższe niż w terenie otwartym (tab. 2).

Tab. 2. Wartości skrajne, średnie i odchylenia standardowe (SD) entalpii powietrza [kJ/kg] w lesie i poza lasem w Nadleśnictwie Przymuszewo w okresie 4-21.07.2001

Table 2. Extreme values, average values and standard deviations (SD) of air enthalpy [kJ/kg] in forest and outside forest area in Przymuszewo Forest District from the 4th to 21st July 2001

	Wartość najniższa	Wartość najwyższa	Średnia	SD
Ols	34,0	79,4	55,1	10,3
Bśw	34,2	82,0	53,7	9,9
BMśw	34,1	80,8	53,4	9,8
Poza lasem	33,3	85,6	54,0	11,1

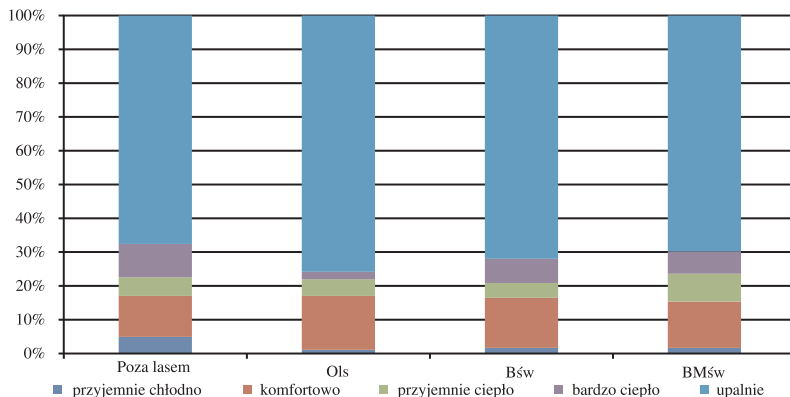
W przebiegu dziennym entalpii w olsie w godzinach okołopołudniowych i popołudniowych wystąpiły wyższe wartości niż na pozostałych powierzchniach badawczych, co wynika ze specyficznych warunków wilgotnego podłoża i większej dynamiki powietrza o tej porze dnia (ryc. 1).



Ryc. 1. Dzienny przebieg entalpii powietrza w lesie i poza lasem w Nadleśnictwie Przymuszewo w okresie 4-21.07.2001

Fig. 1. Daily cycle of air enthalpy in forest and outside forest area in Przymuszewo Forest District from the 4th to 21st July 2001

Z uwagi na przeprowadzenie badań w pełni lata najczęściej występującym odczuciem cieplnym wyznaczonym na podstawie entalpii było „upalnie”, jednak w lesie częściej niż poza lasem odnotowano komfort termiczny (ryc. 2).



Ryc. 2. Częstość występowania [%] odczuć cieplnych z wykorzystaniem entalpii powietrza w lesie i poza lasem w Nadleśnictwie Przymuszewo w okresie 4-21.07.2001

Fig. 2. Frequency [%] of thermal sensations using air enthalpy in forest and outside forest area in Przymuszewo Forest District from the 4th to 21st July 2001

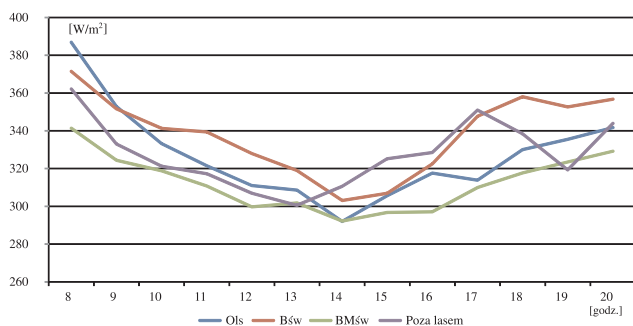
Wielkość ochładzająca powietrza odzwierciedla łączny wpływ temperatury i prędkości wiatru na odczucia cieplne człowieka (ochładzanie suche). Określa ono ilość ciepła traconą przez jednostkę powierzchni ciała (o średniej temperaturze 36,5°C) w ciągu sekundy. Najwyższa średnia wartość ochładzania wystąpiła w leżącym na zboczu rynny jeziornej Bśw, natomiast najniższe w położonym na wysoczyźnie BMśw (tab. 3).

Tab. 3. Wartości skrajne, średnie i odchylenia standardowe (SD) wielkości ochładzającej powietrza [W/m^2] w lesie i poza lasem w Nadleśnictwie Przymuszewo w okresie 4-21.07.2001

Table 3. Extreme values, average values and standard deviations (SD) of cooling power [W/m^2] in forest and outside forest area in Przymuszewo Forest District from the 4th to 21st July 2001

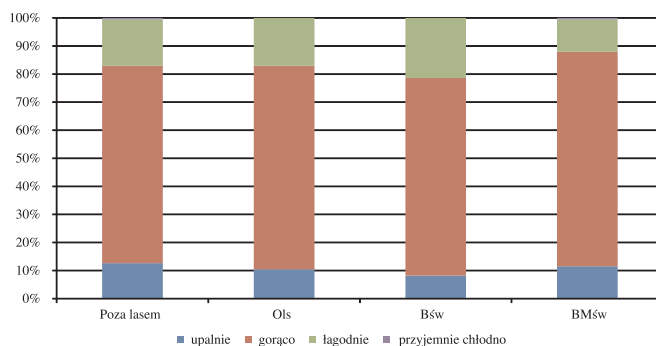
	Wartość najniższa	Wartość najwyższa	Średnia	SD
Ols	169,1	569,4	327,0	95,4
Bśw	162,4	570,4	338,3	91,5
BMśw	140,7	639,2	312,5	90,9
Poza lasem	130,6	644,7	327,5	105,8

Podobna prawidłowość występowała również w dziennym przebiegu wielkości ochładzającej powietrza (ryc. 3).



Ryc. 3. Dzienny przebieg wielkości ochładzającej powietrza w lesie i poza w Nadleśnictwie Przymuszewo w okresie 4-21.07.2001 r.

Fig. 3. Daily cycle of cooling power in forest and outside forest area in Przymuszewo Forest District from the 4th to 21st July 2001



Ryc. 4. Częstość występowania [%] odczuć cieplnych z wykorzystaniem wielkości ochładzającej powietrza w lesie i poza lasem w Nadleśnictwie Przymuszewo w okresie 4-21.07.2001 r.

Fig. 4. Frequency [%] of thermal sensations using cooling power in forest and outside forest are in Przymuszewo Forest District from the 4th to 21st July 2001

Biorąc pod uwagę skalę odczuć ciepłych Petroviča i Kacvinsky'go (Kozłowska-Szczęsna et al. 1997) jedynie w BMśw i poza lasem odnotowano przypadki „przyjemnego chłodu”, natomiast warunki „łagodne” najczęściej wystąpiły w Bśw (ryc. 4).

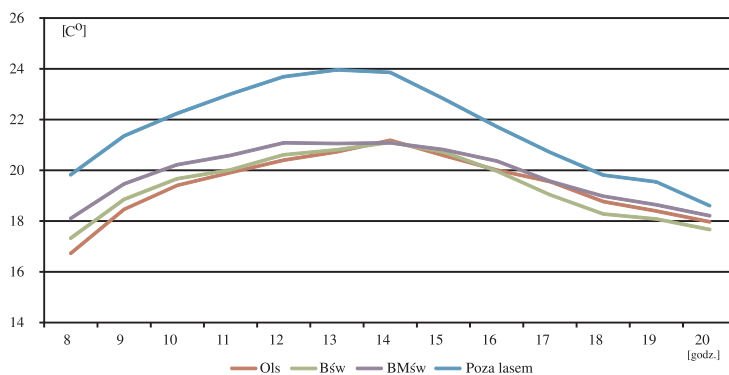
Temperatura radiacyjno-efektywna jest wskaźnikiem uwzględniającym łączny wpływ natężenia napromieniowania całkowitego oraz temperatury, wilgotności względnej powietrza i prędkości wiatru. Wartości średnich temperatur radiacyjno-efektywnych w lesie różnią się od analogicznych wartości w terenie otwartym o 1,7°C (BMśw) – 2,2°C (ols, Bśw). Różnice te wskazują na inne, niżby wynikało to z rozkładu samej tylko temperatury powietrza, warunki bioklimatyczne w środowisku leśnym (tab. 4, por. tab. 1). W terenie otwartym wystąpiły również wyższe niż w lesie wartości skrajne temperatury radiacyjno-efektywnej oraz większe jej rozproszenie wokół wartości średniej (tab. 4). Szczególnie istotny wpływ lasu na klimat odczuwalny zaznaczał się w przypadku najwyższych wartości temperatury radiacyjno-efektywnej, kiedy to różnice między lasem i terenem otwartym dochodziły do około 5°C (tab. 4).

Tab. 4. Wartości skrajne, średnie i odchylenia standardowe (SD) temperatury radiacyjno-efektywnej [C°] w lesie i poza lasem w Nadleśnictwie Przymuszewo w okresie 4-21.07.2001 r.

Table 4. Extreme values, average values and standard deviations (SD) of radiative-effective temperature [C°] in forest and outside forest area in Przymuszewo Forest District from the 4th to 21st July 2001

	Wartość najniższa	Wartość najwyższa	Średnia	SD
Ols	9,5	25,6	19,4	3,64
Bśw	10,5	25,3	19,4	3,55
BMśw	11,6	26,3	19,9	3,57
Poza lasem	11,9	30,5	21,6	4,15

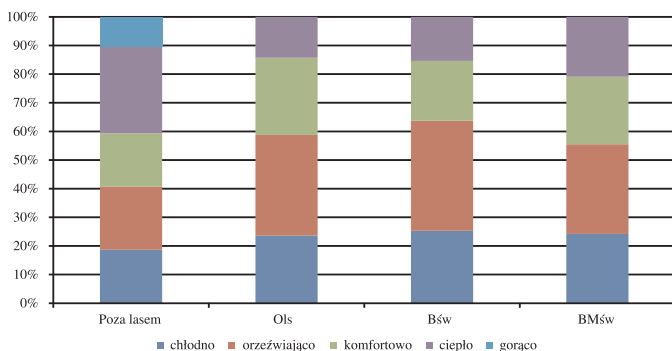
Dzienny przebieg temperatury radiacyjno-efektywnej w terenie otwartym charakteryzował się większą zmiennością niż na powierzchniach leśnych (ryc. 5). Największe różnice między wartościami efektywnej tego wskaźnika obliczonego dla poszczególnych powierzchni leśnych występowały w godzinach rannych, natomiast najmniejsze w godzinach popołudniowych. Najmniejszą dzienną zmianę analizowanego wskaźnika w lesie zanotowano w BMśw (ryc. 5).



Ryc. 5. Dzienny przebieg temperatury radiacyjno-efektywnej w lesie i poza lasem w Nadleśnictwie Przymuszewo w okresie 4-21.07.2001 r.

Fig. 5. Daily cycle of radiative-effective temperature in forest and outside forest area in Przymuszewo Forest District from the 4th to 21st July 2001

Rozkład temperatury radiacyjno-efektywnej wskazuje na częstsze w lesie niż poza lasem występowanie warunków orzeźwiających i komfortowych (ryc. 6).



Ryc. 6. Częstość występowania [%] odczuć cieplnych z wykorzystaniem temperatury radiacyjno-efektywnej w lesie i poza lasem w Nadleśnictwie Przymuszewo w okresie 4-21.07.2001 r.

Fig. 6. Frequency [%] of thermal sensations using radiative-effective temperature in forest and outside forest area in Przymuszewo Forest District from the 4th to 21st July 2001

Podsumowanie

Warunki pogodowe i klimatyczne mogą być elementem oceny środowiska dla potrzeb turystyki. Ich znaczenie może być estetyczne (usłonecznienie, zachmurzenie, widzialność), fizyczne (silne napromieniowanie, opady, wiatr, jakość powietrza), termiczne (łączne oddziaływanie elementów meteorologicznych, czynników metabolicznych i izolacyjności odzieży) oraz zdrowotne (terapia, leczenie uzdrowiskowe) (Matzarakis 2006).

Wykorzystując dane meteorologiczne można za pomocą kompleksowych wskaźników bioklimatycznych dokonać oceny oddziaływania klimatu na organizm człowieka. Z uwagi na większą liczbę uwzględnianych czynników meteorologicznych oraz większe uwypuklenie różnic między poszczególnymi środowiskami leśnymi szczególnie przydatnym wskaźnikiem wydaje się być temperatura radiacyjno-efektywna. Na podstawie przeprowadzonych badań stwierdzić można, że największe znaczenie w kształtowaniu warunków bioklimatycznych lasu w strefie przyjeziornej posiada zróżnicowanie ekosystemów typowe dla tej strefy. Można przypuszczać, że zlokalizowanie większych powierzchniowo plaż nad śródleśnym jeziorem przyczyni się do pogorszenia warunków bioklimatycznych i przeciążenia organizmu człowieka.

Literatura

- Błażejczyk K. 2010. Bioklima 2,6: www.igipz.pan.pl/gcoekoklimat/blaz/BioKlima.htm
- Flemming G. 1983. *Klimat – środowisko – człowiek*. PWRiL, Warszawa.
- Kamieniecka J. 2009. *Klimat a turystyka*. Instytut na rzecz Ekorozwoju, Warszawa.
- Kozłowska-Szczęśna T., Błażejczyk K., Krawczyk B. 1997. *Bioklimatologia człowieka. Metody i ich zastosowanie w badaniach bioklimatu Polski*. IGIPZ PAN, Warszawa.
- Krzymowska-Kostrowicka A. 1997. *Geoekologia turystyki i wypoczynku*. PWN, Warszawa.
- Matzarakis A. 2006. *Weather and climate – related information for tourism*. W: Tourism and hospitality planning and development. Vol. 3: 99-115.

Wojciech Oźga
 Wydział Leśny SGGW
 Warszawa
 wojciech_ozga@sggw.pl