

DOI 10.2478/v10116-011-0003-y

WIELKOŚĆ OCHŁADZAJĄCA POWIETRZA – NA WYBRZEŻU KLIFOWYM W REJONIE BIAŁEJ GÓRY – W SEZONACH LETNICH 2008–2009 (WOLIŃSKI PARK NARODOWY)

KATARZYNA SZYGA-PLUTA

Zakład Klimatologii, Wydział Nauk Geograficznych i Geologicznych,
Instytut Geografii Fizycznej i Kształtowania Środowiska Przyrodniczego,
Uniwersytet im. Adama Mickiewicza, ul. Dziegiełowa 27, 61-680 Poznań

Abstract: The study includes an analysis of daily distribution of air cooling values in the selected locations of Wolin National Park. The measurements were taken in the summer seasons of 2008 and 2009. The index has been determined with regard to local qualities of the environment. It has been established that the described bioclimatic index possesses a varied daily distribution which depends on relief and vegetal coverage of the terrain. According to the scale of Conrad, the most favourable bioclimatic conditions occurred at location 1 (Beach). The daily distribution of air cooling values reflects thermal conditions and dampness. The most balanced distribution of air cooling values occurred at location 3 (Buczyna), which results from the smallest variation of temperature and dampness at this point as well as it being shielded from the wind.

Key words: air cooling value, Biała Góra, Wolin National Park

WSTĘP

W sezonie letnim 2008 r. rozpoczęto badania topoklimatyczne i bioklimatyczne w Wolińskim Parku Narodowym (WPN), prowadzone przez Zakład Klimatologii Instytutu Geografii Fizycznej i Kształtowania Środowiska Przyrodniczego Uniwersytetu im. Adama Mickiewicza. Badania były kontynuowane w roku 2009. Obszar ten wyróżnia się: łagodną zimą ze średnimi temperaturami powyżej 0°C, bardzo dużą wilgotnością względną (średniorocznie ponad 84%) przy stosunkowo niedużych – jak na wybrzeża – opadach (poniżej 550 mm), z niewielką przewagą w miesiącach letnich, oraz dużym udziałem silnych wiatrów, w większości z sektora południowo-zachodniego (Woś 1999; *Atlas klimatu Polski*, 2005). Obszar badań Wolińskiego Parku Narodowego, w klasyfikacji regionalnej bioklimatu Polski znajduje się w I Regionie Nadmorskim obejmującym pas Wybrzeża Bałtyku (Kozłowska-Szczęśna i in. 1997). Region ten charakteryzuje się największą bodźcowością, występowaniem około 40% dni uciążliwych spowodowanych silnymi wiatrami, znacznym ochładzaniem powietrza oraz względnie niskimi temperaturami odczuwalnymi. Zgodnie z regionalizacją

klimatu Polski ze względu na występowanie różnych typów pogody według Wojsia (1999) badany obszar należy do Regionu Zachodniomorskiego (I) charakteryzującego się, w porównaniu z innymi regionami klimatycznymi, między innymi największą średnią w roku liczbą dni z pogodą umiarkowanie ciepłą i jednocześnie pochmurną. Stosunkowo najczęściej pojawiają się tu także dni z pogodą chłodną i pochmurną oraz pogodą chłodną bez opadu. Jest to strefa o bardzo dużej zmienności częstości występowania poszczególnych typów pogody, co niewątpliwie wpływa na dużą bodźcowość warunków.

Opracowania cech klimatu WPN w mniejszej skali są nieliczne. Terenowe pomiary wielkości ochładzającej powietrza prowadzone były w rejonie Grodna (Byca 2003). Drugie opracowanie dotyczące wielkości ochładzającej powietrza na tym obszarze jest oparte na wartościach obliczonych dla całego roku za pomocą wzorów Hilla (Rejek, Tylkowski 2003). Wielkość ochładzająca powietrza H , tzw. ochładzanie biologiczne – jest wskaźnikiem stosowanym w bioklimatologii do oceny odczuć cieplnych ludzi w ruchu, ubranych odpowiednio do pory roku (Kozłowska-Szczęśna i in. 1997). Określanie wielkości ochładzającej powietrza i interpretacja wskaźnika wydają się szczególnie celowe na obszarach ruchu turystycznego i w rejonie uprawiania wszelkiego rodzaju aktywności fizycznej na świeżym powietrzu.

Niniejsze opracowanie oparte jest na pomiarach prowadzonych przez Zakład Klimatologii Uniwersytetu im. Adama Mickiewicza w Poznaniu (UAM) we współpracy ze Stacją Monitoringu Środowiska Przyrodniczego Uniwersytetu im. Adama Mickiewicza w Białej Górze. Podobne badania topoklimatyczne i bioklimatyczne realizowane są od wielu lat przez pracowników Zakładu Klimatologii w Wielkopolskim Parku Narodowym i w Słowińskim Parku Narodowym (Bednorz, Kolendowicz, Szyga-Pluta 2001; Bednorz, Kolendowicz, Szyga-Pluta 2004; Bednorz, Kolendowicz 2009).

METODY I ZAKRES BADAŃ

Terenowe badania bioklimatyczne prowadzone są w małej skali przestrzennej. Pozwalają one na wychwycenie indywidualnych cech klimatycznych powierzchni o różnym charakterze. Wśród cech klimatycznych najważniejszy wydaje się obieg ciepła i wilgoci, związany z wymianą energii i pozostający w ścisłym związku z cechami powierzchni czynnej – przede wszystkim ukształtowaniem i pokryciem terenu. Indywidualne warunki termiczne i wilgotnościowe nad różnymi powierzchniami czynnymi są najłatwiejsze do zidentyfikowania w czasie pogody radiacyjnej, czyli bezwietrznej i bezchmurnej lub z małym zachmurzeniem. Wtedy obserwuje się najbardziej intensywną wymianę energii i szybki obieg wilgoci – temperatura i wilgotność powietrza są najbardziej zróżnicowane czasowo i przestrzennie (Paszyński i in. 1999). Charakterystyka wielkości ochładzania

zależy od lokalnych właściwości stanowisk, tzn.: rzeźby terenu, rozmieszczenia i rodzaju szaty roślinnej, osłonięcia oraz sąsiedztwa zbiorników wodnych.

Pomiary, które są podstawą niniejszego opracowania, przeprowadzono na przełomie lipca i sierpnia w roku 2008 oraz w sierpniu 2009. Do analizy wybrano następujące terminy: 25–27.07 i 30.07–01.08.2008 oraz 5–7.08, 10–12.08 i 15–17.08.2009. W opracowaniu wykorzystano pomiary z trzech stanowisk obserwacyjnych usytuowanych w promieniu do 300 m od Stacji w Białej Górze, w profilu poprzecznym do brzegu morskiego od plaży do buczyny na zapleczu zabudowań stacji. Punkty pomiarowe reprezentują zróżnicowane ekosystemy WPN o odmiennym pokryciu i morfologii terenu:

1. Pierwszy punkt pomiarowy zlokalizowano w środkowej części plaży, w odległości 3 m od brzegu morskiego i takiej samej odległości od podstawy 50-metrowego klifu. Określa się go w opracowaniu jako 1 Plaża. Piaszczyste podłoże było suche podczas całego cyklu pomiarowego.
2. Stanowisko drugie usytuowano na koronie klifu, w odsłoniętej, bezdrzewnej, najwyższej części krawędziowej (2 Korona klifu).
3. Trzecie stanowisko pomiarowe reprezentuje siedlisko rozległych w północnej części parku buczyn pomorskich. W podłożu występuje ściółka, a zwarte korony drzew tworzą okap ograniczający dopływ promieniowania słonecznego (3 Buczyna).

Wielkość ochładzającą powietrza obliczono na podstawie pomiarów katatermometrem Hilla, które wykonywano na wszystkich stanowiskach co dwie godziny (w godzinach parzystych) na wysokości 150 cm. Wielkość ochładzająca powietrza jest proporcjonalna do ilości ciepła, którą jednostka powierzchni katatermometru (1 cm^2) oddaje do otoczenia w ciągu jednej sekundy.

$$H = Q / t,$$

gdzie: Q – stała katatermometru [$\text{mcal} \cdot \text{cm}^{-2}$],
 t – czas ochładzania katatermometru [s].

W celu wyrażenia wartości wielkości ochładzającej powietrza w $\text{W} \cdot \text{m}^{-2}$ obliczone wartości pomnożono przez wartość 41,8.

Przyjmuje się, że H w przedziale 420,1–840,0 $\text{W} \cdot \text{m}^{-2}$ wskazuje na występowanie optymalnych dla człowieka w ruchu warunków odczuwalnych. Dla oceny komfortu cieplnego zastosowano skalę Conrada oraz Petroviča i Kacvinsky'ego (Kozłowska-Szczęśna i in. 1997).

Meteorologiczne tło prowadzonych pomiarów bioklimatycznych zapewniły rutynowe pomiary i obserwacje prowadzone w Stacji Monitoringu Środowiska Przyrodniczego w Białej Górze.

WYNIKI

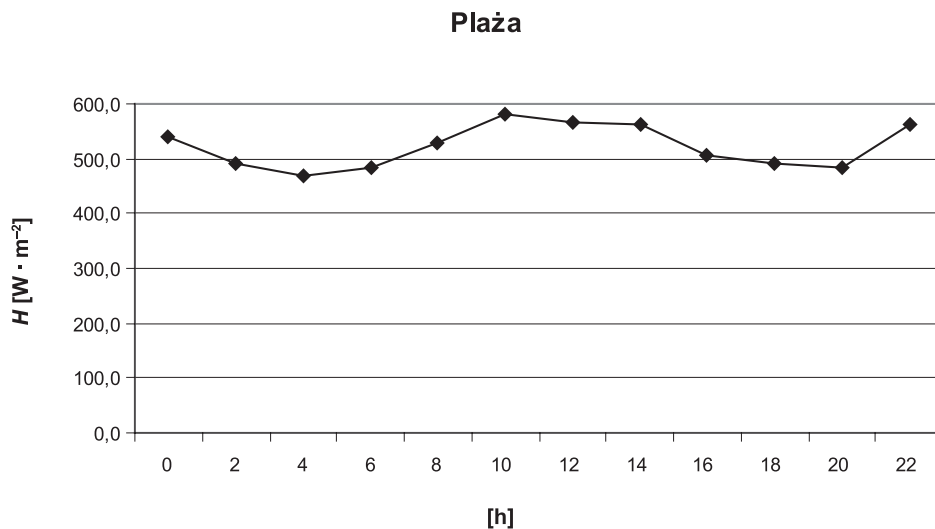
Podczas wybranych sześciu dób pomiarowych w roku 2008 panowała wyższa pogoda o charakterze radiacyjnym z zachmurzeniem od 0 do 1, sporadycznie 2 (w skali oktantowej 0–8), reprezentowanym przez nieliczne chmury *Cirrus*. Notowano niewielkie prędkości wiatru ($1\text{--}2\text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$) ze zmiennych kierunków, niekiedy odpowiadających słabej cyrkulacji bryzowej – w dzień z sektora północnego, w nocy z południowego. Średnia temperatura dobową wynosiła od $19,3^{\circ}\text{C}$ w pierwszym dniu pomiarowym do $22,7^{\circ}\text{C}$ w ostatnim dniu. Absolutny zakres zmian temperatury mieścił się w przedziale od $15,1^{\circ}\text{C}$ do $29,6^{\circ}\text{C}$. Dobowa amplituda temperatury pierwszego dnia była niewielka ($4,5^{\circ}\text{C}$), a w ostatnim dniu pomiarowym wzrosła do $13,3^{\circ}\text{C}$. W okresie pomiarowym w roku 2009 zachmurzenie ogólne nieba było bardzo zróżnicowane (od 0 do 8). Obserwowano głównie chmury wysokie oraz kłębiaste. Średnia dobową temperaturę powietrza wahała się od $17,5^{\circ}\text{C}$ do $21,8^{\circ}\text{C}$. Maksymalna temperatura zanotowana w badanym okresie wynosiła $25,7^{\circ}\text{C}$, a minimalna $14,3^{\circ}\text{C}$. Dobowa amplituda temperatury wahała się od $1,8^{\circ}\text{C}$ w dniu z największym zachmurzeniem do $10,7^{\circ}\text{C}$ w dniu najpogodniejszym.

Stanowisko 1 Plaża (tab. 1, ryc. 1) charakteryzuje się bardzo małą amplitudą wielkości ochładzającej powietrza w sezonach letnich 2008–2009. W przebiegu

Tabela 1. Wielkość ochładzająca powietrza na stanowisku 1 Plaża (średnia 2008–2009)

Table 1. Air cooling power at the 1 Plaża point (mean 2008–2009)

Godzina Time	Wielkość ochładzająca powietrza [W·m ⁻²] Air cooling power [W·m ⁻²]	Odczucie ciepłe (wg skali Petroviča i Kacvinsky'ego) Thermal sensation (acc. to Petrovič and Kacvinsky scale)	Obciążenie ciepłe (wg skali Conrada) Heat load (acc. to Conrad scale)
0	539,8	łagodnie	komfort (warunki oszczędzające)
2	490,8	łagodnie	komfort (warunki oszczędzające)
4	470,0	łagodnie	komfort (warunki oszczędzające)
6	483,0	łagodnie	komfort (warunki oszczędzające)
8	527,7	łagodnie	komfort (warunki oszczędzające)
10	582,4	łagodnie	komfort (warunki oszczędzające)
12	566,9	łagodnie	komfort (warunki oszczędzające)
14	563,4	łagodnie	komfort (warunki oszczędzające)
16	507,9	łagodnie	komfort (warunki oszczędzające)
18	489,9	łagodnie	komfort (warunki oszczędzające)
20	484,2	łagodnie	komfort (warunki oszczędzające)
22	563,7	łagodnie	komfort (warunki oszczędzające)



Ryc. 1. Przebieg dobowy wielkości ochładzającej powietrza H na stanowisku 1 Plaża (wartości średnie 2008–2009)

Fig. 1. Diurnal course of the air cooling power H at the 1 Plaża point (mean values 2008–2009)

dobowym dają się zauważyć dwa okresy o wyższych i dwa okresy o niższych wartościach H . Wyższe wartości przypadają w godzinach przedpołudniowych, tj. między 8 a 12 oraz w godzinach od 22 do północy. Niższe wartości H zanotowano w godzinach nocnych (2–6) i popołudniowych (14–20). Minimalna wartość średnia przypada na godzinę 4 ($470 W \cdot m^{-2}$), a maksymalna na godzinę 10 ($582,4 W \cdot m^{-2}$). W ciągu całej doby na tym stanowisku występowały warunki oszczędzające (komfort) według skali Conrada, a odczucie cieplne, według skali Petroviča i Kacvinsky’ego, określone było jako „łagodnie”. Na plaży dość szybko nagrzewa się powierzchnia piasku i zalegająca nad nią cienka warstwa powietrza, ale na wysokości 150 cm n.p.g. wzrost temperatury podlega wpływie dziennej bryzy morskiej i jest dość powolny. Uwagę zwraca również położenie stanowiska 1 Plaża przy ścianie klifu, co umożliwia sływ chłodnego powietrza na plażę po stoku. Takie warunki wpływają na małe zróżnicowanie H podczas doby.

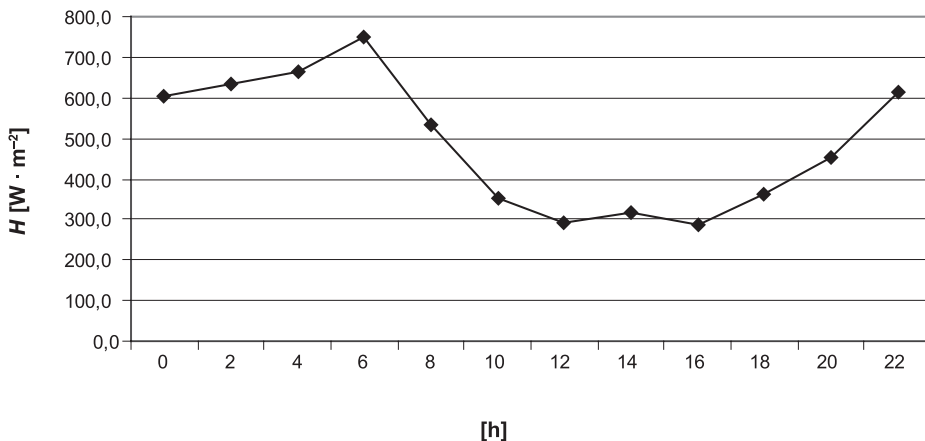
Na stanowisku 2 Korona klifu (tab. 2, ryc. 2) występuje największe zróżnicowanie H . W przebiegu dobowym wielkości ochładzającej powietrza zaznacza się wyraźny wzrost wartości badanego wskaźnika rano do maksimum o godzinie 6 ($750 W \cdot m^{-2}$). Następnie notowany jest gwałtowny spadek H do wartości minimalnej o godzinie 16 ($287,2 W \cdot m^{-2}$), od której znowu wartość H wzrasta. W ciągu dnia, tj. w godzinach od 10 do 18, zanotowano warunki sprzyjające

Tabela 2. Wielkość ochładzająca powietrza na stanowisku 2 Korona klifu (średnia 2008–2009)

Table 2. Air cooling power at the 2 Korona klifu point (mean 2008-2009)

Godzina Time	Wielkość ochładzająca powietrza [W · m ⁻²] Air cooling power [W · m ⁻²]	Odczucie ciepłe (wg skali Petroviča i Kacvinsky'ego) Thermal sensation (acc. to Petrovič and Kacvinsky scale)	Obciążenie ciepłe (wg skali Conrada) Heat load (acc. to Conrad scale)
0	601,9	łagodnie	komfort (warunki oszczędzające)
2	633,9	przyjemnie chłodno	komfort (warunki oszczędzające)
4	665,4	przyjemnie chłodno	komfort (warunki oszczędzające)
6	750,0	przyjemnie chłodno	komfort (warunki oszczędzające)
8	530,9	łagodnie	komfort (warunki oszczędzające)
10	353,9	gorąco	warunki sprzyjające przegrzaniu
12	293,4	gorąco	warunki sprzyjające przegrzaniu
14	316,1	gorąco	warunki sprzyjające przegrzaniu
16	287,2	gorąco	warunki sprzyjające przegrzaniu
18	359,9	gorąco	warunki sprzyjające przegrzaniu
20	453,5	łagodnie	komfort (warunki oszczędzające)
22	614,5	łagodnie	komfort (warunki oszczędzające)

Korona



Ryc. 2. Przebieg dobowy wielkości ochładzającej powietrza H na stanowisku 2 Korona klifu (wartości średnie 2008–2009)

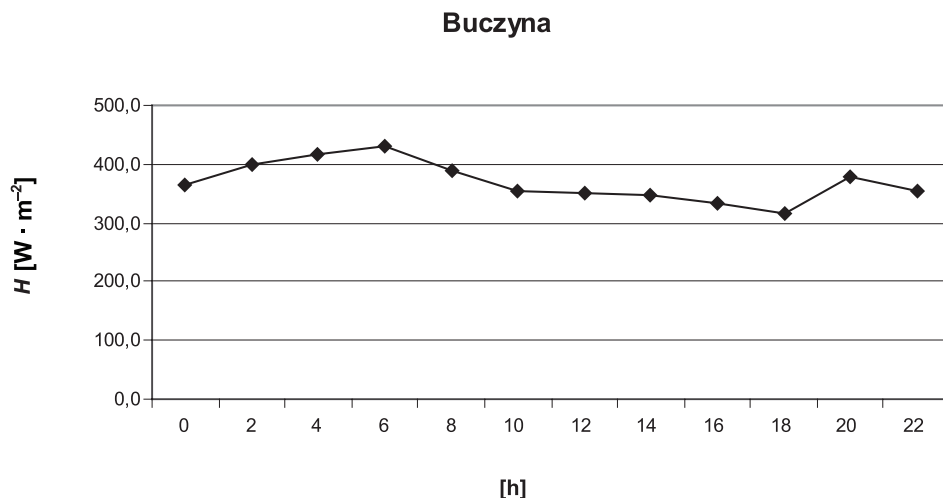
Fig. 2. Diurnal course of the air cooling power H at the 2 Korona klifu point (mean values 2008–2009)

przegrzaniu według skali Conrada. W godzinach nocnych i wczesnoporannych występowały tu warunki oszczędzające (komfort). Według bardziej szczegółowej skali Petroviča i Kacvinsky'ego na stanowisku 2 w godzinach od 2 do 6 występowało odczucie ciepłe z zakresu przyjemnie chłodno. Wieczorem i w nocy oraz o godzinie 8 obciążenie ciepłe określa się jako łagodne, natomiast w ciągu dnia (godz. 10–12) – gorąco. Ściana klifu jest wystawiona w kierunku północnym i słońce oświetla punkt pomiarowy położony na szczycie, zapewniając intensywny dopływ energii podczas całego dnia. W nocy występuje tam silne wypromieniowanie ciepła z podłoża.

Dla stanowiska 3 Buczyna (tab. 3, ryc. 3) charakterystyczne są małe amplitudy wielkości ochładzającej powietrza, podobnie jak na stanowisku 1. Jednakże występują różnice w przebiegu dobowym wartości H na tych stanowiskach. W ciągu dnia w lesie maksimum zaznacza się wcześniej rano. Najwyższą wartość równą $429,5 \text{ W} \cdot \text{m}^{-2}$ zanotowano o godzinie 6. Najniższe wartości notowane są w godzinach popołudniowych, minimum przypada na godzinę 18 i wynosi $315,6 \text{ W} \cdot \text{m}^{-2}$. Na stanowisku tym niemal cały dzień, poza godziną 6, występowały warunki sprzyjające przegrzaniu, a odczucie ciepłe określone było jako gorąco. Na stanowisku tym korony drzew hamują dopływ promieniowania słonecznego w dzień, a jednocześnie zatrzymują promieniowanie długofalowe.

Tabela 3. Wielkość ochładzająca powietrza na stanowisku 3 Buczyna (średnia 2008–2009)
Table 3. Air cooling power at the 3 Buczyna point (mean 2008–2009)

Godzina Time	Wielkość ochładzająca powietrza [W·m ⁻²] Air cooling power [W·m ⁻²]	Odczucie ciepłe (wg skali Petroviča i Kacvinsky'ego) Thermal sensation (acc. to Petrovič and Kacvinsky scale)	Obciążenie ciepłe (wg skali Conrada) Heat load (acc. to Conrad scale)
0	364,3	gorąco	warunki sprzyjające przegrzaniu
2	400,7	gorąco	warunki sprzyjające przegrzaniu
4	415,0	gorąco	warunki sprzyjające przegrzaniu
6	429,5	łagodne	komfort (warunki oszczędzające)
8	389,5	gorąco	warunki sprzyjające przegrzaniu
10	354,0	gorąco	warunki sprzyjające przegrzaniu
12	349,0	gorąco	warunki sprzyjające przegrzaniu
14	348,3	gorąco	warunki sprzyjające przegrzaniu
16	332,2	gorąco	warunki sprzyjające przegrzaniu
18	315,6	gorąco	warunki sprzyjające przegrzaniu
20	378,1	gorąco	warunki sprzyjające przegrzaniu
22	352,6	gorąco	warunki sprzyjające przegrzaniu



Ryc. 3. Przebieg dobowy wielkości ochładzającej powietrza H na stanowisku 3 Buczyna (wartości średnie 2008–2009)

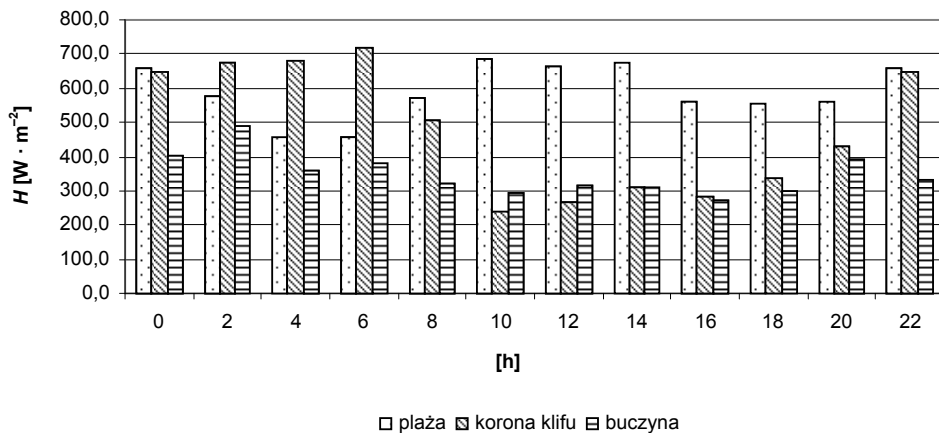
Fig. 3. Diurnal course of the air cooling power H at the 3 Buczyna point (mean values 2008–2009)

Warunki termiczno-wilgotnościowe na tym stanowisku w ciągu doby są wyrównane. Jedynie w okresie najniższych wartości temperatury powietrza wielkość ochładzania wzrasta. O godzinie 6 występowały warunki oszczędzające (komfort), a odczucie cieplne określone jest jako łagodnie.

Zróznicowanie wielkości ochładzającej powietrza w poszczególnych godzinach pomiarowych zaznacza się szczególnie wyraźnie w roku 2008 (ryc. 4). W terminach pomiarowych o godzinie 0 i 22 bardzo zbliżone wartości H notowane są na stanowiskach 1 Plaża i 2 Korona klifu. W godzinach od 2 do 6 najwyższe wartości wielkości ochładzającej powietrza charakterystyczne są dla stanowiska 2 Korona klifu. Wyraźnie wyższe wartości H podczas dnia (godziny 10–16) w porównaniu z pozostałą częścią doby pomierzono na plaży. Jest to stanowisko, gdzie bezpośrednie promieniowanie słoneczne dociera najdłużej. Ma to wyraz w dużej amplitudzie dobowej H . Na uwagę zwraca fakt, że w godzinach południowych wartości wielkości ochładzającej powietrza na stanowisku 3 Buczyna nieco przewyższają te zmierzone na stanowisku 2 Korona klifu. Taki rozkład wartości obciążenia cieplnego (odczucia cieplnego) wynika prawdopodobnie z braku zadrzewienia na stanowisku 1 Plaża i 2 Korona klifu, które mogłyby być źródłem dodatkowego promieniowania cieplnego szczególnie w godzinach porannych (Paszyński, Skoczek, Miara 1999).

Odmienne warunki pogodowe mają swój obraz w wartościach H w roku 2009 (ryc. 5). Wielkość ochładzająca powietrza na poszczególnych stanowiskach ma bardziej zbliżone wartości w przebiegu dobowym oraz między stanowiskami

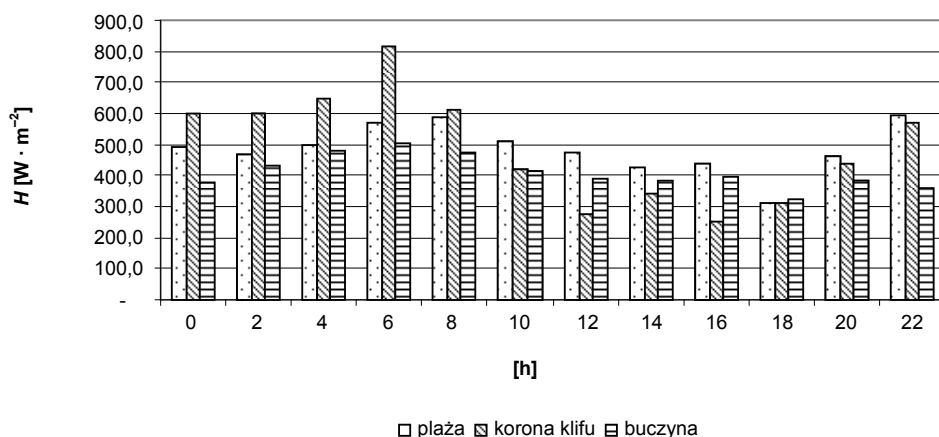
Rok 2008



Ryc. 4. Średnie wartości wielkości ochładzającej powietrza w ciągu doby na stanowiskach pomiarowych w sezonie letnim 2008

Fig. 4. Mean values of the air cooling power during the day at the measurement points in summer season 2008

Rok 2009



Ryc. 5. Średnie wartości wielkości ochładzającej powietrza w ciągu doby na stanowiskach pomiarowych w sezonie letnim 2009

Fig. 5. Mean values of the air cooling power during the day at the measurement points in summer season 2009

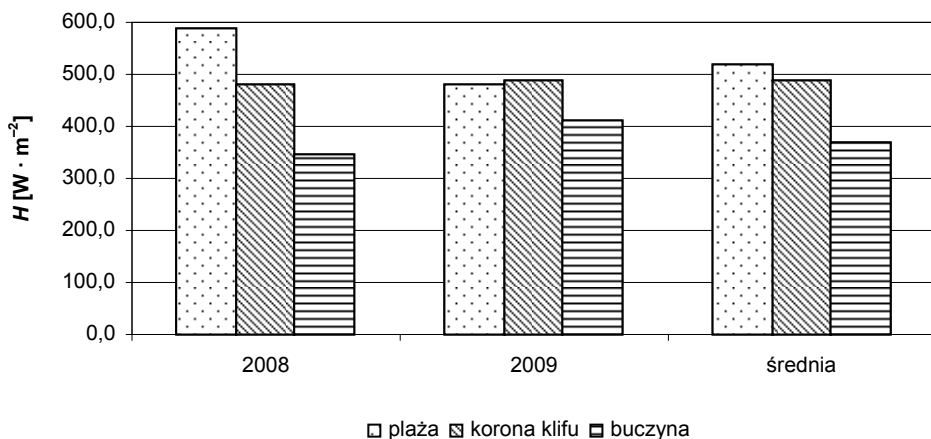
w poszczególnych terminach pomiarowych. W terminach pomiarowych w godzinach od 0 do 6 najwyższe wartości H zanotowano na stanowisku 2 Korona klifu. W ciągu dnia, w godzinach od 10 do 22, a szczególnie od 10 do 16, najwyższą wielkość ochładzania zmierzono na plaży. Zdecydowanie jednak są to mniejsze wartości w porównaniu z rokiem poprzednim. Stanowisko 3 w godzinach wieczornych i nocnych charakteryzuje się najniższymi wartościami H w porównaniu z pozostałymi stanowiskami.

Porównując wartości średnie wielkości ochładzania na poszczególnych stanowiskach pomiarowych (tab. 4, ryc. 6), należy zauważyć, że większe zróżnicowanie między nimi miało miejsce w roku 2008 – występowało wtedy małe zachmurzenie ogólne nieba. Najwyższe wartości H odnotowywane są na plaży

Tabela 4. Średnie wartości wielkości ochładzającej powietrza na poszczególnych stanowiskach pomiarowych

Table 4. Mean air cooling power at the measurement points

Stanowisko Point	$H [W \cdot m^{-2}]$			Odczucie cieplne Thermal sensation	Obciążenie cieplne Heat load
	r. 2008	r. 2009	średnia/ mean		
1 Plaża	589,6	480,0	520,1	łagodnie	komfort (warunki oszczędzające)
2 Korona klifu	479,1	490,1	488,4	łagodnie	komfort (warunki oszczędzające)
3 Buczyna	348,0	410,3	371,0	gorąco	warunki sprzyjające przegrzaniu



Ryc. 6. Średnie wartości wielkości ochładzającej powietrza na stanowiskach pomiarowych

Fig. 6. Mean values of the air cooling power at the measurement points

– zaznacza się w ten sposób wyraźnie wpływ morza. Najniższe wartości wielkości ochładzającej powietrza charakteryzują stanowisko położone w bukowym lesie, czyli stanowisko najbardziej osłonięte. W roku 2009 różnice między stanowiskami są znacznie mniejsze, a najwyższe wartości wielkości ochładzającej zmierzono na stanowisku 2. Odczucie cieplne na stanowiskach 1 i 2 to łagodnie, a na stanowisku 3 – gorąco. Obciążenia cieplne dla stanowisk 1 i 2 to warunki oszczędzające (komfort). Stanowisko 3 według skali Conrada charakteryzuje warunki sprzyjające przegrzaniu.

PODSUMOWANIE

Rezultaty uzyskane w postępowaniu badawczym wykazują znaczną różnorodność przestrzenną lokalnych warunków bioklimatycznych. Stwierdzono, że opisany wskaźnik bioklimatyczny ma zróżnicowany przebieg dobowy w zależności od ukształtowania i pokrycia terenu szata roślinną. Według skali Conrada najbardziej korzystne warunki bioklimatyczne miało stanowisko 1 Plaża. W przebiegu dobowym wielkości ochładzającej powietrza odzwierciedlają się warunki termiczne i wilgotnościowe. Najbardziej wyrównany przebieg wielkości ochładzającej powietrza występował na stanowisku 3 Buczyna, co wynika z najmniejszego zróżnicowania temperatury i wilgotności w tym punkcie oraz osłonięcia przed wiatrem tego stanowiska.

Punkty pomiarowe ulokowane na odsłoniętych, trawiastych terenach charakteryzują się większymi amplitudami wielkości ochładzającej powietrza niż punkt zlokalizowany na terenie zalesionym. Wystawienie na bezpośrednie promieniowanie słoneczne powoduje znaczny wzrost temperatury przy pogodzie bezchmurnej. Odsłonięcie terenu pozwala też na uwolnienie promieniowania efektywnego w nocy, co obniża poranne minimum temperatury wpływające na wartości wielkości ochładzającej powietrza. Specyficzną termiką odznacza się obszar w bezpośrednim sąsiedztwie Morza Bałtyckiego. Wyniki pomiarów potwierdzają oddziaływanie dużego zbiornika wodnego, który ogrzewa powietrze w nocy i nie dopuszcza do dużego nagrzania w dzień.

Rodzaj pogody modyfikuje termikę i wilgotność, wpływa tym samym na odczucia cieplne. Istotną rolę w kształtowaniu warunków bioklimatycznych odgrywa zachmurzenie. Warunki nieradiacyjne powodują zmniejszenie zróżnicowania pomiędzy stanowiskami w zakresie obciążenia cieplnego oraz obniżenie o jeden zakres w większości przypadków zarówno obciążenia, jak i odczucia cieplnego.

Otrzymane wyniki mają charakter wstępny i nie wyczerpują w całości zagadnienia. Do jednoznacznej interpretacji oceny warunków bioklimatycznych za pomocą wielkości ochładzającej powietrza na badanym obszarze posłużyć mogą regularnie wykonywane pomiary w dłuższym okresie.

LITERATURA

- Bednorz E., Kolendowicz L., 2009: *Wybrane zagadnienia dotyczące klimatu Wielkopolskiego Parku Narodowego*. Pr. i Mat. Wielkopolskiego Parku Narodowego, Morena, z. 14, 7–15.
- Bednorz E., Kolendowicz L., Szyga-Pluta K., 2001: *Typy topoklimatu Słowińskiego Parku Narodowego*. Dok. Geogr. PAN, Warszawa, 23, 19–31.
- Bednorz E., Kolendowicz L., Szyga-Pluta K., 2004: *Badania topoklimatyczne i bioklimatyczne w Wielkopolskim Parku Narodowym*. Pr. i Mat. Wielkopolskiego Parku Narodowego, Morena, z. 11: 15–20.
- Byca M., 2003: *Z badań nad bodźcowością klimatyczną Wolińskiego Parku Narodowego*. [W:] A. Kostrzewski (red.), *Woliński Park Narodowy. Środowisko przyrodnicze – kształtowanie i ochrona*. Bogucki Wyd. Nauk. Poznań, 91–96.
- Kozłowska-Szczęśna T., Błażejczyk K., Krawczyk B., 1997: *Bioklimatologia człowieka. Metody i ich zastosowanie w badaniach bioklimatu Polski*. Monografie PAN IGiPZ, 1.
- Paszyński J., Skoczek J., Miara K., 1999: *Wymiana energii między atmosferą a podłożem jako podstawa kartowania topoklimatycznego*. Dok. Geogr. PAN, IGiPZ, 14.
- Rejek H., Tylkowski J., 2003: *Stosunki klimatyczne Wolińskiego Parku Narodowego w świetle wielkości ochładzającej powietrza*. [W:] A. Kostrzewski (red.), *Woliński Park Narodowy. Środowisko przyrodnicze – kształtowanie i ochrona*. Bogucki Wyd. Nauk. Poznań, 81–89.
- Woś A., 1999: *Klimat Polski*. Wyd. Nauk. PWN, Warszawa.

AIR COOLING VALUE

Summary

The study was based on measurements carried out by the Climatology Department of Adam Mickiewicz University in the area of the Environmental Monitoring Station at Biała Góra Station in the territory of Woliński National Park. The research was conducted in summer 2008 and 2009. The air cooling power was calculated on the basis of the measurements taken by the katathermometer in *Biała Góra*. Measurements used in this study were made at three observation points located within the radius of 300 m from the station, representing selected ecosystems of Woliński National Park, i.e., 1) the beach of the Baltic Sea (1 *Plaża*), 2) the unwooded edge of the cliff (2 *Korona klifu*), 3) the beech forest near the buildings of the Environmental Monitoring Station (3 *Buczyna*).

Daily changes of the air cooling power at all measurement points were analysed. The highest diurnal differentiation of the air cooling power is observed at the second point (2 *Korona klifu*; table 2, fig. 2). The point is located in place which is most exposed to the insolation all day and there is a high loss of heat during the night. The diurnal courses of H at the measurement points located in the beech forest (3 *Buczyna*; table 3, fig. 3) and on the beach (1 *Plaża*; table 1, fig. 1) are very levelled. However, the reasons for small H amplitudes are different. The influence of the sea on thermal and humidity conditions at point 1

Plaża is significant. Also, the unwooded area is exposed to the impact of wind there. It is reflected in the course of air cooling power at point 1 *Plaża*. The third point (3 *Buczyna*) is shielded from the influence of insolation and wind which provides stable conditions.

As far as cloudiness is concerned, smaller changes between the sites were recorded, however a clear daily pattern could be observed (compare fig. 4 and fig. 5).

The lowest mean value of air cooling power in the analysed period appears on site 3 *Buczyna* (371.0 W/m^2 ; table 4). The highest mean H is recorded at point 1 *Plaża* (520.1 W/m^2).

The results indicate that the most favourable bioclimatic conditions occur on site 1 *Plaża*. Thermal sensation on the beach—according to the Petrovič and Kacvinsky scale—is characterized as mild, and to the heat load Conrad scale—as comfortable conditions for the whole day (table 1). Thermal sensation of the point 2 *Korona klifu* vary from slightly cool (hours: 2-6), mild (hours: 22-0 and 8) to hot (hours: 10-18). The heat load is specified as comfortable during the night and early in the morning. From 10AM to 6PM there prevail overheating conditions (table 2). During the observation period, the conditions at the site 3 *Buczyna* were mostly hot, which indicates discomfort of thermal sensation. This is confirmed also by the heat load Conrad scale according to which all day (except 6AM) the conditions were too hot for a human organism (table 3).