

DOI 10.2478/v10116-011-0005-9

CHARAKTERYSTYKA TERMICZNA WKŁĘSŁEJ FORMY TERENOWEJ W OKRESIE LETNIM 2010 R. NA PRZYKŁADZIE ZAGŁĘBIENIA MIĘDZYWYDMOWEGO W SŁOWIŃSKIM PARKU NARODOWYM

LESZEK KOLENDOWICZ, EWA BEDNORZ

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 is based on the measurements carried out on the Łeba Sandbar in the vicinity of the terrain station of the Department of Climatology, Adam Mickiewicz University in the period from 5 July 2010 to 6 August 2010. The interdune concave, close to the seashore, was chosen to recognize the microclimatic features of the hollow terrain form. Five measurement points were established within this hollow form: on the western, southern, eastern and northern slope and at the bottom of the concave. Thermal characteristic of each point was accomplished and thermal conditions within the hollow terrain form were described. At the same time, a description of weather conditions at standard surface has been performed, on the basis of the data from the automatic meteorological station located in the vicinity. The analysis has been made for the whole period and, separately, for the days with radiant weather.

Key words: Słowiński National Park, hollow terrain form, microclimate

WSTĘP

Do tej pory na obszarze Mierzei Łebskiej prowadzono szereg prac badawczych o charakterze klimatologicznym. Zbadano między innymi zmienność termiczno-wilgotnościową w wybranych typach ekosystemów (Kolendowicz 2002; Rabski 1987), opublikowano prace omawiające zagadnienie zmienności w ciągu doby prędkości i kierunku wiatru (Bogucki 1994; Tamulewicz 2002; Bednorz, Kolendowicz 2010). Zagadnieniami bioklimatycznymi na omawianym obszarze zajęła się Medzińska (1991), przedstawiając zmienność wielkości ochładzającej powietrza. Przeprowadzono również analizę uwarunkowań synoptycznych silnych opadów atmosferycznych w okresie letnim (Kolendowicz i in. 2004). Dokonano również badań typów topoklimatu na obszarze Mierzei Łebskiej (Bednorz i in. 2001; Kolendowicz, Bednorz 2010) oraz zajmowano się zagadnieniami mezoklimatycznymi (Rabski 1992). Przeprowadzono badania mikroklimatyczne pozwalających na określenie zmienności dobowej temperatury i wilgotności powietrza wewnątrz boru sosnowego (Kolendowicz,

Bednorz 2009, 2010), jak również zajmowano się badaniami temperatury gruntu w różnych typach ekosystemów (Bednorz, Kolendowicz 2010). W roku 2010 podjęto między innymi badania mikroklimatu wklęsłych form terenowych na przykładzie zagłębienia śródwydmowego zlokalizowanego pomiędzy wydmami nadmorskimi w niewielkiej odległości od stacji terenowej Zakładu Klimatologii.

Mikroklimat wklęsłych form terenu różni się od mikroklimatu innych form. Zasadniczą cechą omawianych form jest najniższa temperatura w ich wnętrzu nocą oraz najwyższa w dzień, w porównaniu z obszarem płaskim i formami wypukłymi. Różnicowanie termiczne w ciągu dnia na stokach form wklęsłych ma zbliżony przebieg do obserwowanego na stokach form wypukłych. Najwyższe wartości temperatury w godzinach okołopołudniowych notowane są na stokach o ekspozycji południowej, a najniższe na stokach skierowanych na północ. Różnicowanie termiczne pomiędzy stokami o różnej ekspozycji w godzinach nocnych jest bardzo nieznaczne i zależy głównie od cech podłoża, takich jak jego pokrycie, uwilgocenie oraz pojemność cieplna (Geiger 1942; Molga 1971; Paszyński i in. 1999).

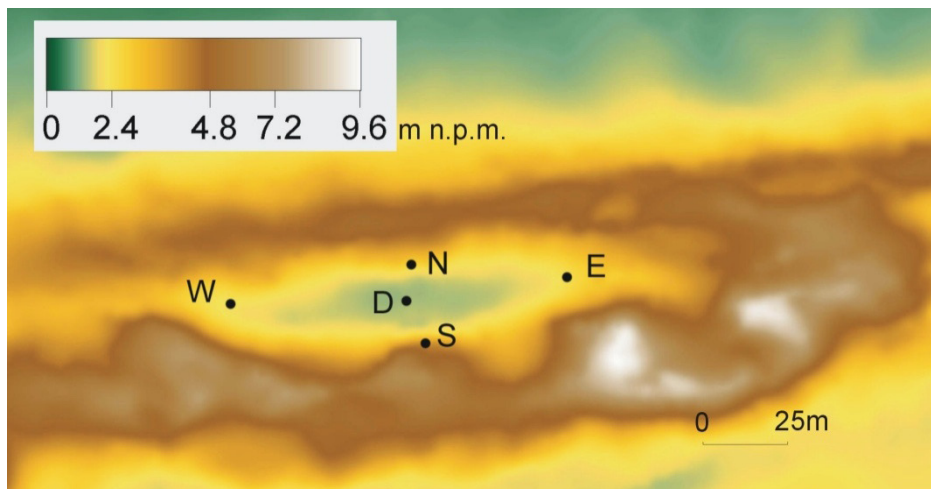
CEL OPRACOWANIA I METODY BADAŃ

Celem opracowania było zbadanie różnicowania termicznego w okresie doby wklęsłych form terenu na przykładzie zagłębienia śródwydmowego zlokalizowanego pomiędzy wydmami nadmorskimi. Praca jest kontynuacją badań mikroklimatu różnych typów ekosystemu prowadzonych przez pracowników Zakładu Klimatologii IGFiKŚP UAM na Mierzei Łebskiej.

W pomiarach terenowych prowadzonych od 5 lipca do 6 sierpnia 2010 r. wykorzystano pięć rejestratorów temperatury powietrza typu HOBO, umieszczając je w na stokach oraz dnie wybranej wklęsłej formy terenu na wysokości 50 cm nad poziomem gruntu (ryc. 1–3).

Pomiary wewnątrz analizowanej formy terenu wykonywano przez 33 dni z interwałem czasowym wynoszącym pół godziny. Podczas 16 spośród 33 dni (5 lipca, 8–12 lipca, 14–17 lipca, 19–22 lipca, 31 lipca–1 sierpnia) wystąpiła pogoda o charakterze radiacyjnym, charakteryzująca się niewielkim zachmurzeniem nieba oraz brakiem lub małą prędkością wiatru. W takich warunkach synoptycznych strumienie energii docierające i uchodzące z powierzchni czynnej, jaką w badanym przypadku było piaszczyste podłoże, przyjmują największe wartości. W efekcie różnicowanie termiczne stoków o różnych ekspozycjach jest największe (Paszyński i in. 1999).

Charakteryzując warunki termiczne panujące w okresie doby w omawianym zagłębieniu terenowym dokonano uśrednień wartości temperatury powietrza dla poszczególnych terminów pomiarowych zarówno dla całego okresu pomiarowego, jak również dla dni z pogodą radiacyjną. Uzyskane rezultaty przedstawiono



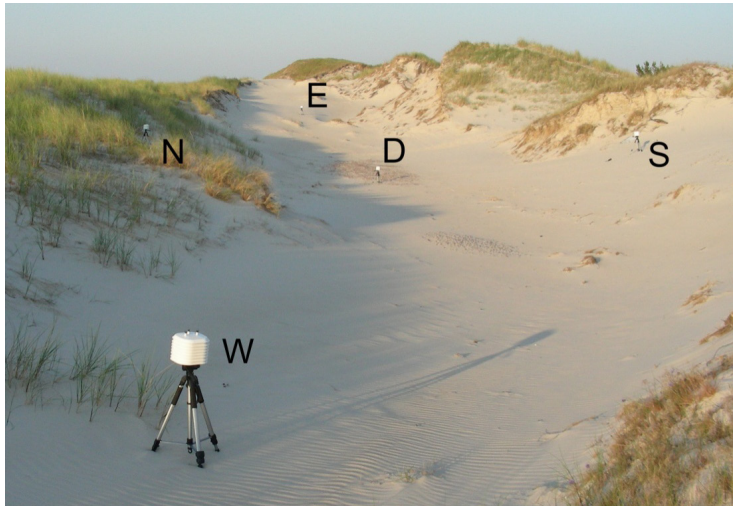
Ryc. 1. Mapa hipsometryczna zagłębienia śródwydmowego z lokalizacją punktów pomiarowych
D – dno zagłębienia, W – stok zachodni, N – stok północny, E – stok wschodni,
S – stok południowy

Fig. 1. Hypsometric map of the interdune concave with measurement points indicated
D – bottom of the concave, W – western slope, N – northern slope, E – eastern slope,
S – southern slope



Ryc. 2. Fotografia zagłębienia śródwydmowego wykonana za pomocą aparatu fotograficznego umieszczonego pod latawcem, Mierzeja Łebska, lipiec 2010

Fig. 2. Picture of the interdune concave taken with a camera placed under a kite, Łeba Sandbar, July 2010



Ryc. 3. Rejestratory temperatury powietrza w zagłębieniu śródwydmowym, Mierzeja Łebska lipiec 2010

D – dno zagłębienia, W – stok zachodni, N – stok północny, E – stok wschodni, S – stok południowy

Fig. 3. Temperature recorders placed in the interdune concave. Łeba Sandbar, July 2010.

D – bottom of the concave, W – western slope, N – northern slope, E – eastern slope, S – southern slope



na wykresach charakteryzujących cały okres pomiarowy oraz dni z pogodą radiacyjną. Ponadto, okres badawczy scharakteryzowano pod względem przebiegu wartości natężenia promieniowania całkowitego, bilansu promieniowania jak również temperatury powietrza i prędkości wiatru mierzonych za pomocą automatycznej stacji MAWS 231 zlokalizowanej na otwartej przestrzeni poza zagłębieniem terenowym (ryc. 4).

Ryc. 4. Stacja MAWS 231 zlokalizowana poza analizowaną wklęsłą formą terenową, Mierzeja Łebska lipiec 2010

Fig. 4. MAWS 231 station placed out of the analyzed interdune concave, Łeba Sandbar, July 2010

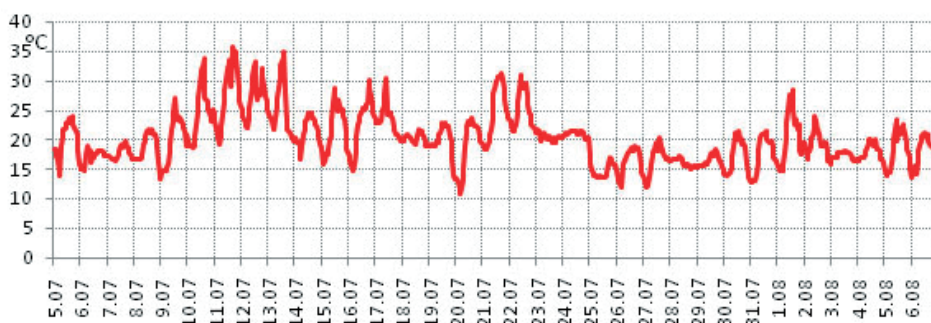
REZULTATY BADAŃ

Badany okres charakteryzował się wysokimi wartościami temperatury powietrza. Zanotowano wystąpienie 3 dni gorących z temperaturą maksymalną przekraczającą 25°C , ale niższą od 30°C oraz aż 8 dni upalnych z temperaturą maksymalną powyżej 30°C . Wartość maksymalna temperatury wyniosła $36,1^{\circ}\text{C}$ 11 lipca około godziny 16.00, a minimalna $10,8^{\circ}\text{C}$ 20 lipca około godziny 5.00 (ryc. 5).

Natężenie promieniowania całkowitego w badanym okresie było również duże, często osiągając wartości dochodzące do $900 \text{ W} \cdot \text{m}^{-2}$. Bilans promieniowania odznaczał się również wysokimi wartościami podczas dnia, w wielu przypadkach przekraczając $550 \text{ W} \cdot \text{m}^{-2}$. W okresie nocy o charakterze radiacyjnym wartości bilansu były często mniejsze od $-50 \text{ W} \cdot \text{m}^{-2}$. Najmniejszą wartość bilansu zanotowano w czasie pogodnej nocy 15 lipca o godzinie 22.00 (ryc. 6).

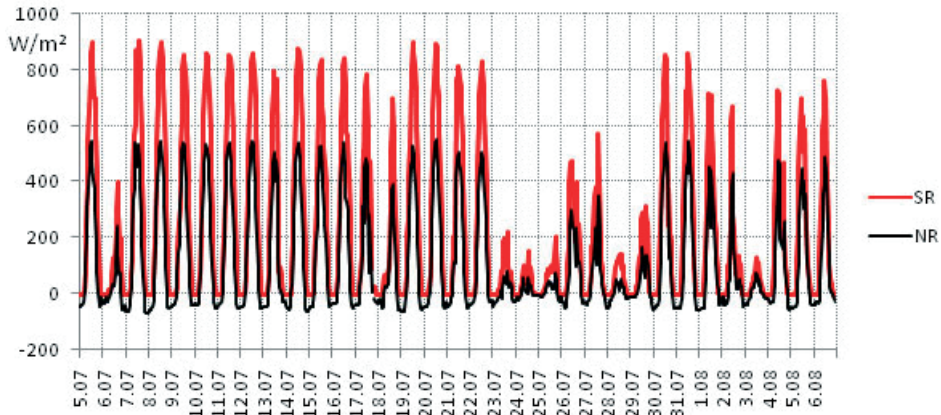
Prędkość wiatru w większości dni analizowanego okresu była niezbyt duża i nie przekraczała $5 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$. W wyjątkowych przypadkach (4 dni) prędkość wiatru przekraczała $6 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ (Ryc. 7). Do dni radiacyjnych zaliczono te o dużych wartościach promieniowania całkowitego w godzinach okołopołudniowych oraz z prędkością wiatru nieprzekraczającą $5 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$. W wyjątkowych przypadkach (15 lipca i 17 lipca) prędkość $5 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ została przekroczona, jednakże przez bardzo krótki czas, co pozwoliło zaliczyć wskazane dni do cechujących się pogodą radiacyjną.

Przebieg wartości temperatury powietrza ze wszystkich dni badanego okresu został przedstawiony na rycinie 8. Na wszystkich stanowiskach temperatura w ciągu doby charakteryzuje się podobnym przebiegiem. Najniższe wartości



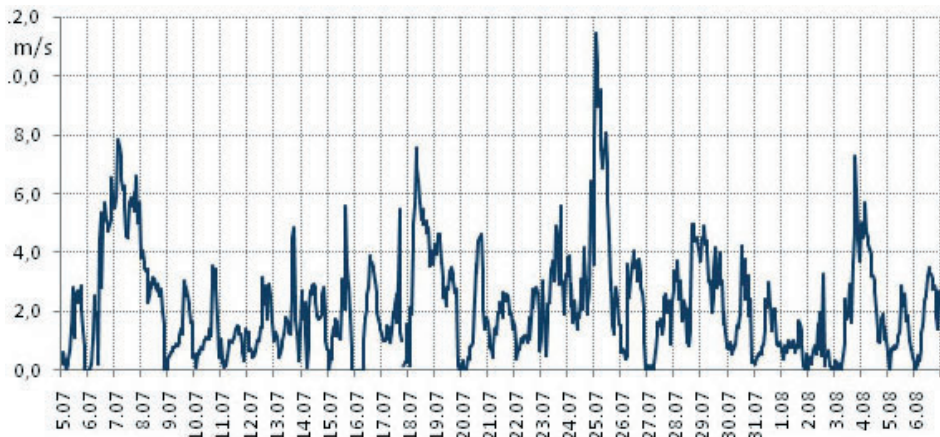
Ryc. 5. Przebieg wartości temperatury powietrza od 5.07.2010 do 6.08.2010, pomierzone z interwałem półgodzinnym za pomocą stacji automatycznej MAWS 231 na Mierzei Łebskiej

Fig. 5. The values of air temperature in the period from 5 July 2010 to 6 August 2010, measured every half-hour by MAWS 231 automatic station on the Leba Sandbar



Ryc. 6. Przebieg wartości natężenia promieniowania całkowitego SR oraz bilansu promieniowania krótko- i długofalowego NR od 5.07.2010 do 6.08.2010, pomierzone z interwałem półgodzinnym za pomocą stacji automatycznej MAWS 231 na Mierzei Łebskiej

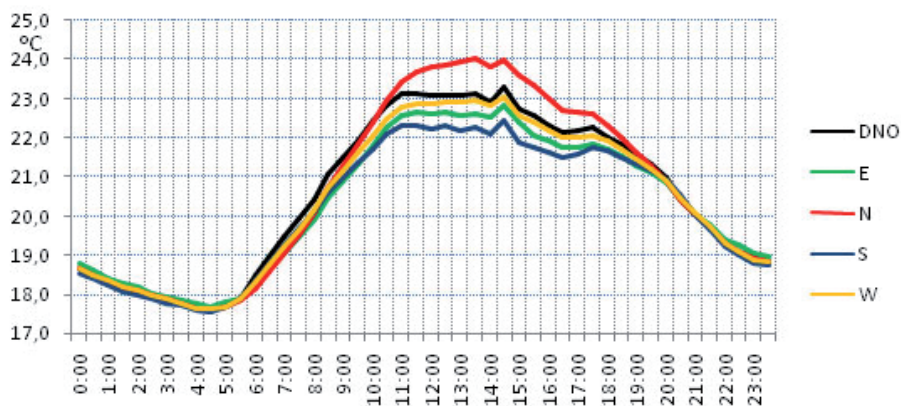
Fig. 6. Different values of the irradiance-flux of global solar radiation in the period from 5 July 2010 to 6 August 2010, measured every half-hour by MAWS 231 automatic station on the Łeba Sandbar



Ryc. 7. Prędkość wiatru od 5.07.2010 do 6.08.2010 pomierzone z interwałem półgodzinnym za pomocą stacji automatycznej MAWS 231 na Mierzei Łebskiej

Fig. 7. Wind speed in the period from 5 July 2010 to 6 August 2010, measured every half-hour by MAWS 231 automatic station on the Łeba Sandbar

występują o godzinie 4.30, wynosząc ponad $17,6^{\circ}\text{C}$. Od godziny 5.00 temperatura zaczyna szybko rosnąć do godziny 10.30. W tym czasie wykształca się wyraźne zróżnicowanie termiczne pomiędzy poszczególnymi stanowiskami pomiarowymi. Najcieplejsze jest dno zagłębienia, nieznacznie chłodniejsze jest powietrze zalegające nad stokiem północnym (eksponowanym na południe). Od godziny 10.30 do 15.00 temperatura na poszczególnych stanowiskach zmienia się nieznacznie, osiągając maksymalną wartość około 14.30. Najchłodniejsze w tym czasie jest powietrze nad stokiem południowym (eksponowanym na północ). Różnica pomiędzy wartością temperatury powietrza nad stokiem o ekspozycji północnej i południowej (najcieplejszym w rozpatrywanym okresie) osiąga wartość około $1,5^{\circ}\text{C}$. Powietrze zalegające nad dnem zagłębienia charakteryzuje się mniejszymi wartościami temperatury niż zalegające nad stokiem o ekspozycji południowej, cieplejsze jest natomiast od powietrza zalegającego nad pozostałymi stokami. Od godziny 15.00 temperatura obniża się przy jednoczesnym zmniejszaniu się różnic termicznych pomiędzy poszczególnymi punktami pomiarowymi. Od godziny 18.00 następuje jeszcze szybszy spadek temperatury przy braku większych różnic termicznych powietrza na wysokości 50 cm n.p.g. w analizowanej formie wkłęsłej terenu. Od godziny 22.00 do 4.30 spadek temperatury jest powolniejszy, a różnice pomiędzy wartościami temperatury bardzo niewielkie, rzędu $0,1\text{--}0,2^{\circ}\text{C}$.



Ryc. 8. Średni dobowy przebieg wartości temperatury powietrza w punktach pomiarowych zlokalizowanych w zagłębieniu śródwymowym, Mierzeja Łebska, 5.07.2010–5.08.2010

DNO – dno zagłębienia, E – stok wschodni, N – stok północny, S – stok południowy,
W – stok zachodni

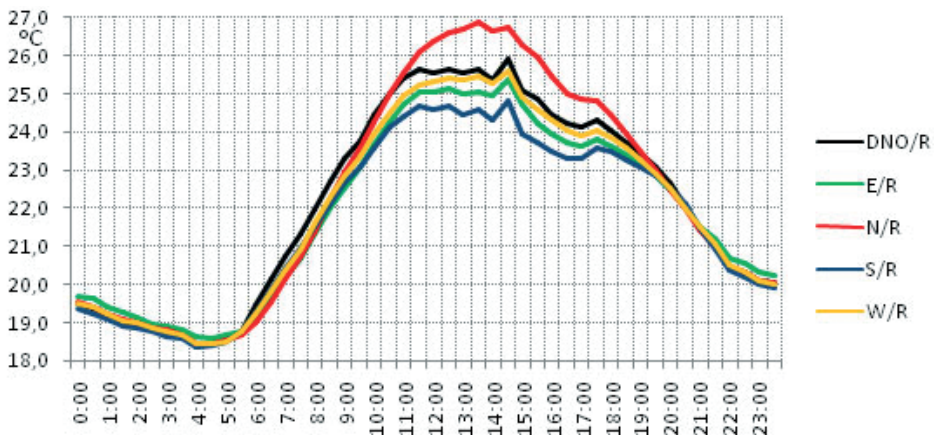
Fig. 8. Mean daily values of air temperature in measurement points placed in the interdune concave, Łeba Sandbar, 5 July 2010–5 August 2010

DNO – bottom of the concave, W – western slope, N – northern slope, E – eastern slope,
S – southern slope

Średni przebieg temperatury w dniach z pogodą radiacyjną na wszystkich analizowanych stanowiskach wykazuje duże podobieństwa w tendencji zmian do przebiegów uzyskanych dla dnia średniego z całego okresu badawczego. Różnice dotyczą wartości temperatury powietrza, które w dniu radiacyjnym są wyższe w każdym terminie pomiarowym. Większe są również różnice pomiędzy wartościami temperatury charakteryzującymi poszczególne punkty pomiarowe, dochodzącymi do niemal 2°C pomiędzy temperaturą stoku o ekspozycji południowej i północnej w godzinach okołopołudniowych (ryc. 9).

WNIOSKI

Analizowany okres badawczy od 5 lipca do 6 sierpnia 2010 r. na Mierzei Łebskiej należał do szczególnych, biorąc pod uwagę zanotowane wartości temperatury powietrza. Wystąpiły w tym czasie 3 dni gorące oraz aż 8 dni upalnych. Absolutne maksimum temperatury zmierzone na wysokości 2 m n.p.g. osiągnęło wartość 36,1°C. Uwagę zwracają również znaczne wartości promieniowania całkowitego notowane w większości dni badanego okresu, osiągające niemal 900 W·m⁻² w godzinach okołopołudniowych.



Ryc. 9. Średni przebieg wartości temperatury powietrza w ciągu doby o charakterze radiacyjnym w punktach pomiarowych zlokalizowanych w zagłębieniu śródwydmowym, Mierzeja Łebska, 5.07.2010–5.08.2010

DNO/R – dno zagłębienia, W/R – stok zachodni, N/R – stok północny, E/R – stok wschodni, S/R – stok południowy

Fig. 9. Mean daily values of air temperature during the days with radiant weather in measurement points placed in the interdune concave, Łeba Sandbar, 5 July 2010–5 August 2010

DNO/R – bottom of the concave, W/R – western slope, N/R – northern slope, E/R – eastern slope, S/R – southern slope.

Powodem tak wysokich wartości temperatury i napromieniowania była sytuacja synoptyczna z częstym zaleganiem mas powietrza zwrotnikowego oraz wysokimi wartościami ciśnienia atmosferycznego. Jej skutkiem było częste występowanie dni z pogodą radiacyjną, sprzyjającą badaniom topo- i mikroklimatycznym.

W efekcie przeprowadzonych badań temperatury powietrza w zagłębieniu śródwydmowym, pozbawionym roślinności i pokrytym piaskiem, stwierdzić należy następujące prawidłowości w dobowym przebiegu temperatury na wysokości 50 cm n.p.g. w okresie letnim:

- najniższe wartości temperatury niezależnie od lokalizacji punktu pomiarowego występują pomiędzy godziną 4.00 i 5.00;
- od godziny 5.00 do 10.30 notuje się bardzo szybki wzrost temperatury we wszystkich punktach pomiarowych. W tym czasie obszarem najcieplejszym jest dno formy wkłęsłej;
- od godziny 11.00 do 15.00 temperatura stabilizuje się, osiągając jednocześnie najwyższe wartości w ciągu doby. Najcieplejsze w tym czasie jest powietrze zalegające nad stokiem o ekspozycji południowej, a najchłodniejsze nad stokiem skierowanym na północ;
- od godziny 15.00 do 18.00 notuje się spadek temperatury powietrza we wnętrzu formy wkłęsłej przy jednoczesnym zmniejszaniu się zróżnicowania termicznego pomiędzy dnem i stokami o różnej ekspozycji;
- od godziny 18.00 do 22.00 temperatura we wnętrzu formy wkłęsłej zmniejsza się bardzo szybko, a jej tempo spadku podobne jest do tempa wzrostu z godzin porannych. W tym czasie w zasadzie brak znaczących różnic termicznych we wnętrzu zagłębienia;
- od godziny 22.00 do 5.00 spadek temperatury jest wolniejszy niż w okresie poprzednim, przy jednoczesnym braku większych różnic wartości temperatury we wnętrzu badanej formy terenu.

Uzyskane rezultaty badawcze są zbieżne z obserwacjami innych autorów (Geiger 1942; Molga 1971; Paszyński i in. 1999), uzupełniając lukę w badaniach mikroklimatu charakteryzującego różne formy terenu na obszarze Słowińskiego Parku Narodowego.

LITERATURA

- Bednorz E., Kolendowicz L., 2010: *Daily course of the soil temperature in summer in chosen ecosystems of Słowiński National Park*. Quaestiones Geograph., Ser. A Physical Geography.
- Bednorz E., Kolendowicz L., 2010: *Lokalne zróżnicowanie parametrów wiatru na Mierzei Lebskiej (Słowiński Park Narodowy)*. Bad. Fizjogr. Pol. Zach. Ser. A – Geogr. Fiz. (A61), 119–127.
- Bednorz E., Kolendowicz L., Szyga-Pluta K., 2001: *Typy topoklimatu Słowińskiego Parku Narodowego*. Dokum. Geogr. nr 23, IGiPZ PAN, *Współczesne Badania Topoklimatyczne*. M. Kuchcik (red.), Warszawa, 19–32.

- Bogucki J., 1994: *Dobowa zmienność kierunku wiatru na Mierzei Łebskiej*. Bad. Fizjogr. Pol. Zach., Ser. A – Geogr. Fiz., XLV, 5–23.
- Geiger R., 1942: *Das Klima der Bodennahen Luftschicht*. Die Wissenschaft BD78, Braunschweig.
- Kolendowicz L., 2002: *Zróżnicowanie temperatury, wilgotności względnej oraz wielkości ochładzającej powietrza w Słowińskim Parku Narodowym*. Bad. Fizjogr. Pol. Zach., Ser. A – Geogr. Fiz., t. 53, 83–93.
- Kolendowicz L., Bednorz E., Szyga-Pluta K., 2004: *Analysis of chosen cases of high daily rainfall at the local station of Climatology Department Adam Mickiewicz University in Poznań in Słowiński National Park*. Questiones z nr 23, 49–54.
- Kolendowicz L., Bednorz E., 2010: *Topoclimatic differentiation on the area of the Słowiński National Park*. Quaestiones Geographicae, Series A, Physical Geography,
- Kolendowicz L., Bednorz E., 2010: *Warunki mikroklimatyczne we wnętrzu boru sosnowego na Mierzei Łebskiej*. Bad. Fizjogr. Ser. A – Geogr. Fiz. (A61), 157–168.
- Medzińska M., 1991: *Charakterystyka wielkości ochładzającej powietrza w profilu Mierzei Łebskiej w okresie letnim 1988*. Bad. Fizjogr. Pol. Zach., Ser. A – Geogr. Fiz., 37, 73–89.
- Molga M., 1970: *Meteorologia rolnicza*. PWRiL, Warszawa.
- Paszyński J., Miara K., Skoczek J., 1999: *Wymiana energii między atmosferą a podłożem jako podstawa kartowania topoklimatycznego*. Dokum. Geogr. nr 14, IgiPZ PAN, Warszawa.
- Rabski K., 1987: *Wstępna charakterystyka termiczno-wilgotnościowa Mierzei Łebskiej*. Bad. Fizjogr. Pol. Zach., Ser. A – Geogr. Fiz., 42, 191–205.
- Rabski K., 1992: *Mezoklimatyczne tło obszaru Słowińskiego Parku Narodowego*. Parki Narodowe i Rezerwaty Przyrody, t. 11, nr 1, Białowieża.
- Tamulewicz J., 2001: *Prędkość wiatru w sezonie letnim w Słowińskim Parku Narodowym w obrębie Mierzei Łebskiej*. Bad. Fizjogr. Pol. Zach., Ser. A – Geogr. Fiz., 52, 149–159.