DOI: 10.1515/frp-2016-0017
Wersja PDF: www.lesne-prace-badawcze.pl

Leśne Prace Badawcze / *Forest Research Papers*
Czerwiec / June 2016, Vol. 77 (2): 151–157

ORYGINALNA PRACA NAUKOWA

e-ISSN 2082-8926

Bodźcowość warunków termiczno-wilgotnościowych obszaru leśnego i terenu otwartego*

The effect of humidity and temperature on human well-being in the forest and on open terrain

Ewa Dragańska, Monika Panfil, Zbigniew Szwejkowski**

**Uniwersytet Warmińsko-Mazurski, Wydział Kształtowania Środowiska i Rolnictwa, Katedra Gospodarki Wodnej, Klimatologii i Kształtowania Środowiska, ul. Plac Łódzki 1, 10-718 Olsztyn

Tel. +48 89 5233523, e-mail: ewad@uwm.edu.pl

Abstract. Between 01.01.2010 and 31.12.2011, we conducted measurements of air temperature and relative humidity at points located deep within forest area, along the edge of the forest in the immediate vicinity of a lake and in open terrain. The thermal and humidity conditions that have a stimulating effect on human well-beeing were determined for the selected locations by calculating the number of hot ($t_{max} \geq 25°C$) and very hot days ($t_{max} \geq 30°C$) as well as the number of frosty ($t_{max} < 0°C$) and very frosty days ($t_{min} \leq -10°C$). The range of the stimulatory effect on human well-being by temperature was determined based on changes in the average night temperature and the amplitude of the daily air temperature. Stimulating humidity conditions were determined by comparing the the relative humidity to a reference value associated with a moist feeling and calculating the number of humid days (s ≥18,8 mbar).

Keywords: thermo-humidity stimulus, forest, open terrain

*Tezy zawarte w niniejszym artykule zostały zaprezentowane na II Ogólnopolskiej Konferencji Naukowej pt. „Klimatyczne uwarunkowania życia lasu", zorganizowanej przez SGGW – Wydział Leśny, w Rogowie w dniach 16–17 czerwca 2015 r.

1. Wstęp

W pozaprodukcyjnej funkcji lasu coraz większego znaczenia nabiera wykorzystanie obszarów leśnych w turystyce i rekreacji (Paschalis-Jakubowicz 2009). Siedliska leśne stały się bardzo popularnym i atrakcyjnym miejscem zaspokajania potrzeb wypoczynkowych ludności (Kikulski 2009; Referowska-Chodak 2015), co w dużym stopniu związane jest z właściwościami terapeutycznymi i rekreacyjnymi szaty roślinnej (Krzymowska-Kostrowicka 1997). Rosnące zapotrzebowanie społeczne na turystyczno-rekreacyjne wykorzystanie lasu powoduje nie tylko obciążenie ekosystemów leśnych, często prowadząc do ich degradacji, lecz również konflikt z funkcjami produkcyjnymi i ekologicznymi lasu, stanowiąc wyzwanie dla gospodarki Lasów Państwowych (Tracz, Mazur 2003; Paschalis-Jakubowicz 2009; Kikulski 2011; Referowska-Chodak 2010, 2015,).

Zespół czynników geograficznych i meteorologicznych ma wpływ na tworzenie się swoistych cech bioklimatu (Kozłowska-Szczęsna et al. 1997; Krzymowska-Kostrowicka 1997), stanowiących o atrakcyjności turystycznej i rekreacyjnej regionu (Błażejczyk 2004; Matzarakis 2006). Bodźce bioklimatyczne oddziałują na organizm człowieka, wywołując określone reakcje, a ich natężenie zmienia się w czasie i przestrzeni. Temperatura i wilgotność powietrza, należące do bodźców termiczno-wilgotnościowych, mają największy wpływ na odczuwanie warunków termicznych. Środowisko leśne tworzy warunki klimatyczne różniące się od warunków terenu otwartego (Drużkowski 1987; Santorski 2004; Wilczyński, Durło 2003, 2005; Ożga 2011). Określenie bodźcowości warunków termiczno-wilgotnościowych lasu stanowi element oceny jego potencjału bioklimatycznego.

Hipoteza badawcza zakłada, że siedlisko leśne modyfikując warunki klimatu, w porównaniu z panującymi w terenie otwartym, zmienia też jego bioklimat.

Celem pracy było porównanie bodźcowości warunków termicznych oraz wilgotnościowych obszaru leśnego, terenu otwartego oraz obszaru zlokalizowanego na skraju lasu w sąsiedztwie jeziora.

Wpłynęło: 25.11.2015 r., zrecenzowano: 2.02.2016 r., zaakceptowano: 1.03.2016 r.

BY-NC-ND/3.0 © 2016 E. Dragańska et al.

2. Metodyka badań

W celu określenia bodźcowości warunków termiczno-wilgotnościowych przeprowadzono eksperyment terenowy obejmujący las (L), przestrzeń otwartą (OT) oraz punkt znajdujący się na granicy lasu (GL), bezpośrednio nad zbiornikiem wodnym (ryc. 1a). Wybrane powierzchnie badawcze położone są w północno-wschodniej Polsce (tab. 1), 25 km na południowy wschód od Olsztyna (ryc. 1b) i znajdują się w Nadleśnictwie Olsztyn, leśnictwo Nowa Wieś oraz w Nadleśnictwie Jedwabno, leśnictwo Łowne Jezioro w Bałdzkim Piecu. Obszar badawczy zdominowany jest przez kontynentalne śródlądowe bory sosnowe w kompleksie boru świeżego *Peucedano-Pinetum* i boru wilgotnego *Molinio-Pinetum* oraz kontynentalnego mieszanego *Pino-Quercetum* (Matuszkiewicz 2008a). Uwzględniając geobotaniczny podział Polski, obszar badań znajduje się w regionie oznaczonym jako F.1a.2a i F.1a.2b, co oznacza przynależność do Działu Północnego Mazursko-Białoruskiego (F), Krainy Mazurskiej (1), Podkrainy Zachodniomazurskiej (a), Okręgu Puszczy Napiwodzkiej (2), podokręgu Maruzko-Kośniańskiego (a) i Stawigudzko-Butryńskiego (b) (Matuszkiewicz 2008b).

Powierzchnie badawcze L i GL zostały zlokalizowane w drzewostanie sosnowym jednogeneracyjnym, bez podrostu, miejscami z podszytem z brzozy, kruszyny i jałowca, z runem złożonym głównie z krzewinek borówki czarnej, o wysokości 30 cm oraz zwarciu 10. Punkt pomiarowy L usytuowano w obrębie Rezerwatu Jeziora Kośno, do którego należy naturalny zbiornik wodny o cechach eutroficznych, o powierzchni 551,9 ha i maksymalnej głębokości 44,6 m (średnio około 13 m) oraz wąski pas lasu wokół jeziora (Jańczak 2006). Punkt pomiarowy na terenie otwartym (OT) zlokalizowano w odległości 800 m od obszaru leśnego na powierzchni trwałego użytku zielonego.

W wyznaczonych punktach (L, GL, OT) w okresie od 01.01.2010 r. do 31.12.2011 r. dokonano pomiarów temperatury powietrza oraz wilgotności względnej powietrza, w kolejnych dniach o godz. 0:00, 3:00, 6:00, 9:00, 12:00, 15:00, 18:00 i 21:00 (co 3 godziny). Do pomiarów wykorzystano czujniki iButton® (Hygrochron Temperature and Humidity Logger iButton®with 8KB Data-Log Memory) firmy Maxim Dallas (ryc. 2).

Czujniki umieszczone w osłonach radiacyjnych Onset umocowano na drzewach (punkty pomiarowe L i GL) oraz na słupie (punkt pomiarowy OT) od strony północnej na

Rycina 1. Lokalizacja punktów pomiarowych (a) na obszarze badań (b); L – las, GL – granica lasu, OT – przestrzeń otwarta
Figure 1. Location of measurement points (a) and area of investigation (b); L – forest, GL – eadge of forest, OT – open terrain

Tabela 1. Położenie geograficzne punktów pomiarowych
Table 1. Geographical coordinates of measurement points

Lokalizacja Location	**Szerokość geograficzna** Latitude ϕ [°]	**Długość geograficzna** Longitude λ [°]	**Wysokość n.p.m.** Height asl [m]	**Odległość od jeziora Kośno** Distance from the Kosno lake [m]
L	53,6066	20,6585	138	1541
GL	53,6354	20,6755	124	9
OT	53,5997	20,6032	148	3996

L – las, GL – granica lasu, OT – przestrzeń otwarta
L – forest, GL – eadge of forest, OT – open terrain

a) b)

Rycina 2. Czujnik Maxim Dallas i jego wymiary (w mm) umieszczony w uchwycie (a) oraz przykład umocowania czujników w terenie badań (b)
Figure 2. The Maxim Dallas sensor and it's dimensions (in mm) of the handle (a) and an example of fixing the sensor in the study area (b)

standardowej wysokości 2 m n.p.g. Wybór czujników podyktowany był ich niewielkim rozmiarem oraz samowystarczalnością energetyczną, co przy tak długim okresie pomiarów i położeniu czujników w głębi lasu było niezmiernie istotne.

Dane pomiarowe wykorzystano do charakterystyki bodźcowości warunków termiczno-wilgotnościowych w układzie sezonowym, tzn. w okresie wiosny (III–V), lata (VI–VIII), jesieni (IX–XI) oraz zimy (XII–II). Określono frekwencję dni, w których temperatura maksymalna i minimalna przekraczała określone progi liczbowe, wyznaczając tak zwaną liczbę dni charakterystycznych (Błażejczyk, Kunert 2011):

- liczbę dni gorących z temperaturą maksymalną ≥ 25°C,
- liczbę dni upalnych z temperaturą maksymalną ≥ 30°C,
- liczbę dni bardzo mroźnych z temperaturą minimalną ≤ -10°C,
- liczbę dni mroźnych z temperaturą maksymalną < 0°C.

Bodźcowość warunków termicznych scharakteryzowano na podstawie zmian średniej temperatury powietrza z dnia na dzień (Δt) oraz wartości dobowej amplitudy temperatury powietrza (*dt*), odnosząc je odpowiednio do poniższych kryteriów (tab. 2) (Błażejczyk 2004).

Bodźcowość warunków wilgotnościowych określono na podstawie wartości wilgotności względnej o godzinie 12 UTC, odnosząc ją do skali odczucia wilgotności (tab. 3) Wyznaczono także liczbę dni parnych, uznając za dzień parny taki, w którym aktualna prężność pary wodnej o godzinie 12 UTC osiągnęła wartość co najmniej 18,8 hPa (Kozłowska-Szczęsna et al. 1997). Wartości aktualnej prężności pary wodnej wyznaczono na podstawie wartości temperatury i wilgotności względnej powietrza o godzinie 12 UTC, wykorzystując zależności między tymi parametrami (Kędziora 1995).

3. Wyniki i dyskusja

Średnia wartość temperatury powietrza, we wszystkich miesiącach, jak i w skali roku, na stanowisku pomiarowym w lesie (L) była niższa niż zanotowana na brzegu lasu czy w otwartym terenie. Porównując las i teren otwarty, różnice te sięgały od 0,1°C w grudniu do 1,0°C w czerwcu, w przypadku średniej rocznej temperatury powietrza różnica ta wyniosła 0,6°C i wyniki te były zbieżne z uzyskanymi przez Drużkowskiego (1987). Nieco mniejsze różnice wartości temperatury powietrza wystąpiły między punktem w lesie (L) i na granicy lasu (GL), kształtowały się one w zakresie od 0,2°C w lutym i marcu do 0,9°C w październiku. Średnia roczna temperaura powietrza była o 0,5°C niższa w lesie niż na jego brzegu. Najmniejsze różnice w wartości temperatury odnotowano między punktem zlokalizowanym w pobliżu jeziora a otwartym terenem. Na zróżnicowanie warunków meteorologicznych między lasem a przestrzenią otwartą wskazał Santorski (2003). Porównując wartości temperatury powietrza z lat 1991–1995 mierzone na terenie Leśnych Stacji Meteorologicznych i na odpowiadających im położeniem posterunkach meteorologicznych IMGW, reprezentujacych te same krainy przyrodniczo-leśne, okazało się, że zimą (od

Tabela 2. Skala natężenia bodźców termicznych wg Bajbakovej
Table 2. The scale of thermal incentives according to Bajbakova

Δt(°C)	**Bodźce termiczne/** Thermal incentives
≤ 2,0	**obojętne** / neutral
2,1–4,0	**odczuwalne** / felt
4,1–6,0	**znaczne** / significant
≥ 6,1	**ostre** / sharp
dt	**bodźce termiczne /** thermal incentives
< 4,0	**obojętne** / neutral
4,0–7,9	**s**łabo odczuwalne / weakly felt
8,0–-11,9	**silnie odczuwalne** / strongly felt
≥ 12,0	**ostre** / sharp

Źródło / Source: Błażejczyk 2004
Δt – zmiany średniej temperatury powietrza z dnia na dzień, *dt* – wartości dobowej amplitudy temperatury powietrza
Δt – changes of mean air temperature from day to day, (dt) – the daily amplitude of air temperature.

Tabela 3. Skala odczucia wilgotności wg Bokša, Boguckij
Table 3. The scale of humidity incentives according to Bokša, Boguckij

Wilgotność względna powietrza *f* [%] Relative air humidity *f* [%]	**Odczucie wilgotności** / Humidity incentives
≤ 55,0	**powietrze suche** / dry air
56,0–70,0	**powietrze umiarkowanie suche** / moderate dry air
71,0–85,0	**powietrze wilgotne** / humid air
> 85,0	**powietrze bardzo wilgotne** / very humid air

Źródło / Source: Błażejczyk, Kunert 2011

stycznia do marca) i jesienią (październik i listopad) średnie wartości temperatury powietrza były wyższe na obszarze stacji leśnych niż stacji IMGW.

Wilgotność względna powietrza osiągała najniższe wartości na terenie otwartym, natomiast w pozostałych punktach pomiarowych jej wartości były zbliżone do siebie (tab. 4). Największe różnice w wilgotności względnej powietrza między terenem bezleśnym a lasem występowały w okresie letnim, co potwierdzają wyniki uzyskane przez Drużkowskiego (1987).

Istotnym wskaźnikiem bodźcowości warunków termicznych jest liczba dni o charakterystycznych wartościach temperatury (ryc. 3). Najmniejszą liczbę dni gorących i upalnych w okresie letnim oraz mroźnych i bardzo mroźnych w okresie zimowym odnotowano na brzegu lasu, co spowodowane było zapewne bezpośrednim sąsiedztwem zbiornika wodnego i jego łagodzącym wpływem na ekstrema termiczne. Liczba dni charakterystycznych w lesie oraz w otwartym terenie była na porównywalnym poziomie.

Ocena stopnia bodźcowości warunków termicznych na podstawie międzydobowych zmian wielkości średniej dobowej temperatury powietrza (ryc. 4) pokazała, że przeciętnie 60% wszystkich dni w roku stanowiły sytuacje „obojętne", czyli w najmniejszym stopniu obciążające funkcjonowanie organizmu człowieka. Najczęściej notowano je w okresie letnim od 63% (w terenie otwartym) do 70% (w lesie). Wiosną i jesienią udział bodźców obojętnych we wszystkich analizowanych lokalizacjach były popobne (przeciętnie 62% wiosną i 65% jesienią), natomiast zimą ich udział był najniższy i wynosił średnio 54%. Zmiany temperatury z dnia na dzień określane jako „odczuwalne" wykazywały stosunkowo niewielkie zróżnicowanie w przebiegu sezonowym i utrzymywały się na porównywalnym poziomie we wszystkich punktach pomiarowych, stanowiąc średnio 28% w roku.

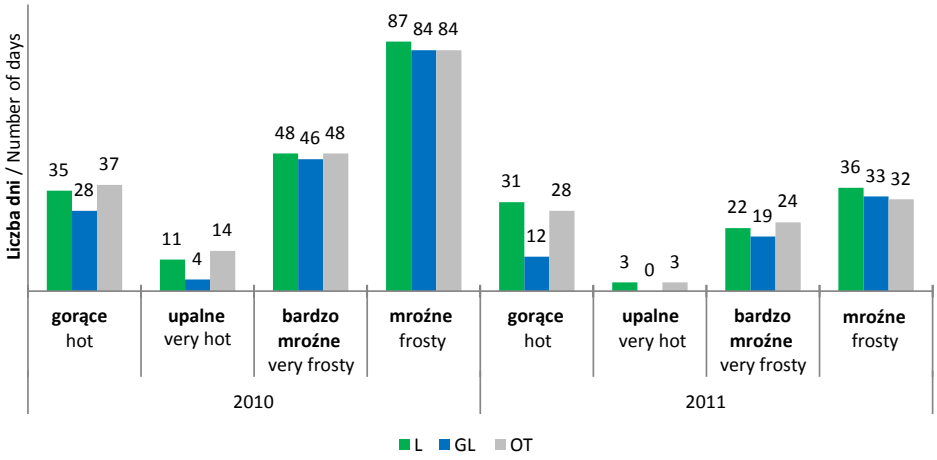
Tabela 4. Średnie miesięczne wartości temperatury powietrza (°C) i wilgotności względnej (%) w punktach pomiarowych w latach 2010–2011
Table 4. The average monthly air temperature (°C) and relative humidity (%) at measuring points in 2010–2011

Miesiące Mounth	**Temperatura powietrza** Temperature of air			**Wilgotność względna powietrza** Relative air humidity		
	L	GL	OT	L	GL	OT
I	-5,9	-5,6	-5,7	97	96	92
II	-5,0	-4,8	-4,7	93	92	87
III	1,2	1,4	1,7	83	82	79
IV	7,8	8,3	8,5	74	72	69
V	12,0	12,3	12,7	80	79	74
VI	15,9	16,5	16,9	76	75	71
VII	18,5	19,0	19,3	82	81	74
VIII	17,3	18,0	18,0	83	81	73
IX	12,2	12,9	12,7	87	86	79
X	5,7	6,6	6,2	89	87	83
XI	2,9	3,4	3,3	97	97	86
XII	-2,6	-2,3	-2,5	94	97	92
Średnia roczna Annual average	7,5	8,0	8,1	86	85	79

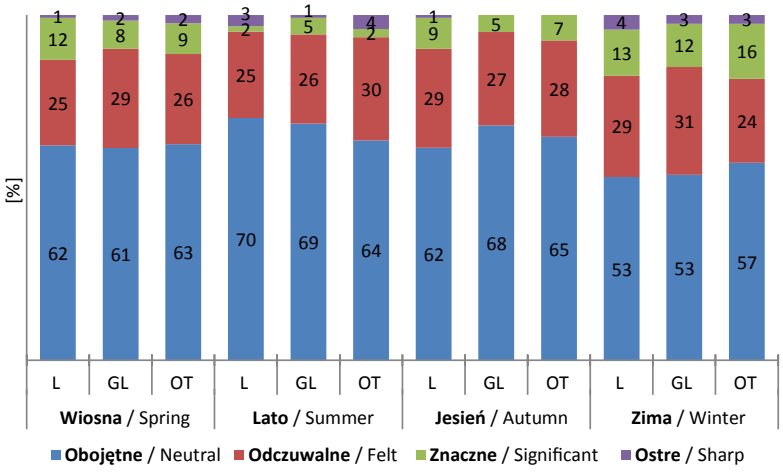
L, GL, OT – jak w tabeli 1
L,GL, OT – as in Table 1

Zmiany średniej temperatury dobowej z dnia na dzień, mogące negatywnie bądź rozdrażniająco wpływać na samopoczucie człowieka określane odpowiednio jako bodźce „znaczne" i „ostre", najczęściej notowano w okresie zimowym. Jesienią w terenie otwartym i na granicy lasu nie odnotowano bodźców ostrych, tylko sporadycznie wystąpiły one w lesie.

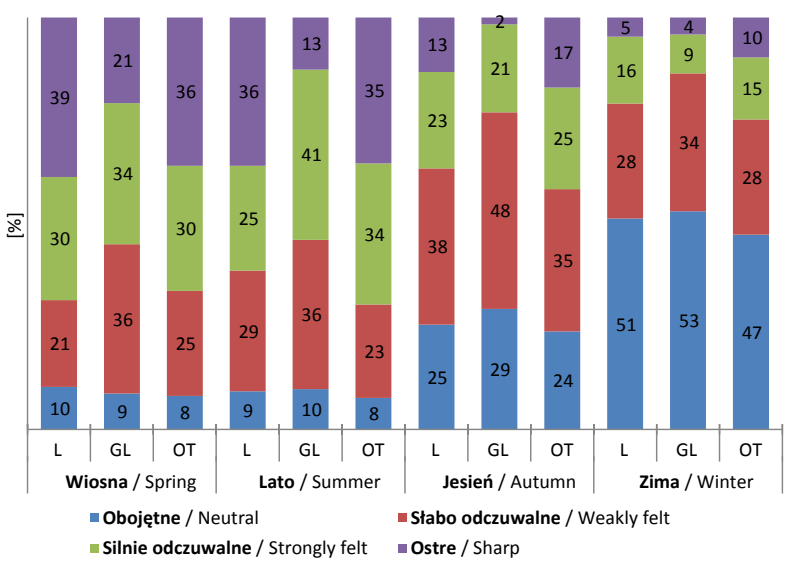
Bodźce termiczne wyznaczone na podstawie wartości dobowej amplitudy temperatury wykazywały dużą zmienność sezonową (ryc. 5). Bodźce „obojętne" najczęściej notowano w okresie zimowym, od 47% w terenie otwartym do 53% na granicy lasu. Jesienią ich udział wynosił w granicach 24–29%, natomiast wiosną i latem pojawiały się najrzadziej, tj.



Rycina 3. Liczba dni charakterystycznych w latach 2010–2011; L, GL, OT – jak na rycinie 1
Figure 3. The number of specific days in 2010–2011; L,GL, OT – as in Figure 1



Rycina 4. Częstość [%] występowania bodźców termicznych wyznaczonych na podstawie międzydobowych zmian średniej dobowej temperatury powietrza, lata 2010–2011; L, GL, OT – jak na rycinie 1
Figure 4. Occurrence frequency [%] of thermal incentives calculated based on day to day changes of the average daily air temperature in 2010–2011; L, GL, OT – as in Figure 1



Rycina 5. Częstość [%] występowania bodźców termicznych wyznaczonych na podstawie wartości amplitudy temperatury powietrza, lata 2010–2011; L, GL, OT – jak na rycinie 1
Figure 5. Occurrence frequency [%] of thermal incentives calculated based on differences of daily maximal and minimal air temperature in 2010–2011; L, GL, OT – as in Figure 1.

na poziomie 8–10%. Bodźce termiczne „słabo odczuwalne" najczęściej notowano jesienią, natomiast w pozostałych porach roku charakteryzowały się zbliżoną częstością występowania. Ze względu na częstość występowania bodźców „silnie odczuwalnych" i „ostrych" okres wiosny i lata można wskazać jako najmniej korzystny. Pod tym względem stosunkowo korzystnie można ocenić okres zimowy, kiedy „ostre" zmiany dobowej amplitudy powietrza pojawiały się najrzadziej i stanowiły od 4 do 10% sytuacji.

Sezonowa analiza częstości występowania klas bodźcowości termicznej w badanych lokalizacjach pozwala stwierdzić, że udział poszczególnych bodźców w lesie i na terenie otwartym był na zbliżonym poziomie. Na granicy lasu w sąsiedztwie jeziora o każdej porze roku notowane były, ze znacznie mniejszą czestotliwością niż w dwu pozostałych puntkach pomiarowych, sytuacje określane jako „ostre". Obszar ten wyróżniał się też zdecydowanie większym udziałem bodźców „obojętnych" i „słabo odczuwalnych".

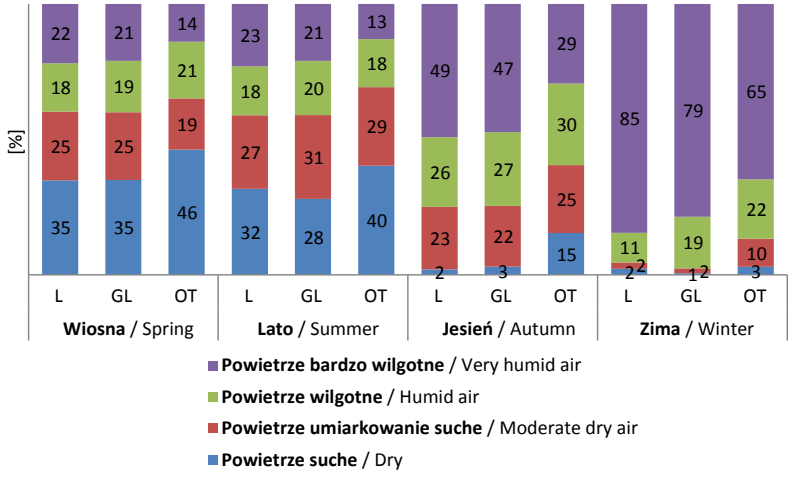
Częstość występowania określonych odczuć wilgotności w lesie i na jego skraju była na bardzo zbliżonym poziomie we wszystkich sezonach. W tych lokalizacjach wiosną i latem odczucie powietrza „suchego" i „umiarkowanie suchego" stanowiło 60% odnotowanych odczuć wilgotności. Jesienią powietrze „bardzo wilgotne" wystepowało z częstością 59%, zaś w zimie takie odczucie wilgotności zdecydowanie dominowało, stanowiąc 85% dni na obszarze lasu i 79% dni na jego skraju. Jesienią i zimą odczucie powietrza „suchego" obserwowano sporadycznie. W terenie otwartym częściej notowano powietrze suche, natomiast mniejszy udział stanowiło powietrze wilgotne (ryc. 6).

Dni parne notowano w okresie VI–VIII i zdecydowanie większa ich liczba wystąpiła w roku 2010 (ryc. 7). Największą liczbę dni parnych stwierdzono na stanowisku pomiarowym zlokalizowanym na granicy lasu, w sąsiedztwie jeziora, co zwiazane było z wiekszą aktualną prężnością pary wodnej wokół zbiornika wodnego.

4. Wnioski

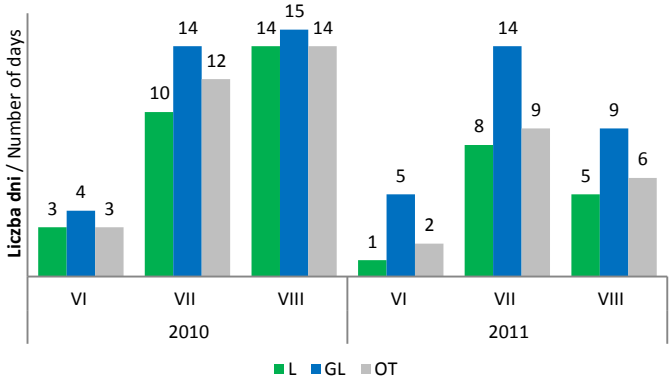
Środowisko leśne modyfikuje warunki termiczno-wilgotnościowe lokalnego klimatu. W pracy określono, jakie są relacje bioklimatyczne pomiędzy obszarem leśnym a terenem otwartym z punktu widzenia funkcji rekreacyjnej lasu. Przeprowadzone badania na obszarach leśnych i terenach otwartych w latach 2010–2011, w nadleśnictwach Olsztyn i Jedwabno, pozwoliły sformułować następujące wnioski:

1. Średnia miesięczna temperatura powietrza we wszystkich miesiącach roku była niższa w lesie niż na terenie otwartym. Średnia roczna wartość temperatury powietrza w lesie wyniosła 7,5°C i była o 0,6°C niższa niż na terenie otwartym. Średnie miesięczne i średnia roczna wartość



Rycina 6. Częstość [%] występowania odczuć wilgotności wyznaczonych na podstawie wartości wilgotności względnej powietrza, lata 2010–2011; L, GL, OT – jak na rycinie 1

Figure 6. Occurrence frequency [%] of humidity incentives calculated based on relative humidity of air in 2010–2011; L, GL, OT – as in Figure 1



Rycina 7. Liczba dni parnych w latach 2010–2011; L, GL, OT – jak na rycinie 1

Figure 7. The number of sultry days in 2010–2011; L, GL, OT – as in Figure 1

wilgotności względnej powietrza były wyższe w lesie niż w pozostałych lokalizacjach.

2. Najmniejszą liczbę dni mroźnych, bardzo mroźnych, gorących i upalnych odnotowano na brzegu lasu w bezpośrednim sąsiedztwie zbiornika wodnego, natomiast największa ich liczba wystąpiła na terenie otwartym. Dni parne notowano najczęściej w sąsiedztwie jeziora a rzadziej w lesie.

3. Ocena bodźcowości warunków termicznych wyznaczonych na podstawie międzydobowych zmian średniej dobowej temperatury powietrza (Δt) oraz wartości amplitudy powietrza (dt) wykazała duże zróżnicowanie częstości występowania bodźców w układzie sezonowym, zarówno na terenach otwartych, jak i obszarach leśnych. Bodźcowość termiczna lasu, jego skraju i terenu otwartego wykazała niewielkie zróżnicowanie.

4. Odczucie wilgotności wyznaczone na podstawie wartości wilgotności względnej powietrza było bardzo zróżnicowane w poszczególnych porach roku. Wiosną i latem dominowało powietrze „suche" i „umiarkowanie suche", które zimą notowano sporadycznie. Powietrze suche przeważało wiosną na terenach otwartych (46%) w porównaniu z obszarem leśnym (35%), a w okresie lata relacja ta kształtowała się na poziomie 32% do 40%. W zimie dominowało powietrze „bardzo wilgotne", stanowiąc 85% czasu w lesie i tylko 65% w terenie otwartym.

Konflikt interesów

Autorzy deklarują brak potencjalnych konfliktów.

Źródło finansowania

Badania terenowe zostały sfinansowane z funduszy Ministerstwa Nauki i Szkolnictwa Wyższego (projekt badawczy nr N N306 295336).

Literatura

Błażejczyk K. 2004. Bioklimatyczne uwarunkowania rekreacji i turystyki w Polsce. Prace Geograficzne 192. IGiPZ PAN, Warszawa, 291 s. ISBN 83-87954-31-4.

Błażejczyk K., Kuchcik A., 2011. Bioklimatyczne uwarunkowania rekreacji i turystyki w Polsce. Monografie 13. IGiPZ PAN, Warszawa, 368 s. ISBN 978-83-61590-47-7.

Drużkowski M. 1987. Stosunki termiczno-wilgotnościowe powietrza wnętrza lasu i otwartej przestrzeni na Pogórzu Karpackim. *Zeszyty Naukowe UJ, Prace Botaniczne* 14: 107−132.

Kędziora A. 1995. Podstawy agrometeorologii. PWRiL, Poznań. ISBN 83-09-01641-7.

Kikulski J. 2009. Turystyczno-rekreacyjne funkcje lasów w Polsce – obraz społecznych potrzeb w zakresie przepływu informacji. *Sylwan* 1: 62–72.

Kikulski J. 2011. Prowadzenie gospodarki leśnej a rekreacyjne użytkowanie lasu. *Sylwan* 155(4): 269–278.

Kozłowska-Szczęsna T., Błażejczyk K., Krawczyk B. 1997. Bioklimatologia człowieka. Monografie 1. IGiPZ PAN, Warszawa, 200 s. ISBN 83-906310-1-6.

Krzymowska-Kostrowicka A. 1977. Geoekologia turystyki i wypoczynku. PWN, Warszawa. ISBN 83-01-12373-7.

Matzarakis A. 2006. Weather and climate related information for tourism. *Tourism and Hospitality Planning and Development* 3(2): 99–115. DOI:10.1080/14790530600938279.

Matuszkiewicz J.M. 2008a. Potencjalna roślinność naturalna Polski. IGiPZ PAN, Warszawa. www.igipz.pan.pl/Roslinnosc-potencjalna-zgik.html [8.11.2015].

Matuszkiewicz J.M. 2008b. Regionalizacja geobotaniczna Polski. IGiPZ PAN, Warszawa.
www.igipz.pan.pl/Regiony-geobotaniczne-zgik.html [8.11.2015].

Jańczak J. (red.) 1996. Atlas jezior Polski. Bogucki Wyd. Naukowe, Poznań. ISBN 83-86001-29-1.

Ożga W. 2011. Klimat w strefie brzegowej jeziora jako element oceny środowiska wypoczynku człowieka (na przykładzie Nadleśnictwa Przymuszewo). *Studia i Materiały Centrum Edukacji Przyrodniczo-Leśnej Rogów* 3(28): 146–152.

Paschalis-Jakubowicz P. 2009. Leśnictwo a leśna turystyka i rekreacja. *Studia i Materiały Centrum Edukacji Przyrodniczo-Leśnej Rogów* 4(23): 29–34.

Referowska-Chodak E. 2010. Turystyka i rekreacja w lasach na obszarach Natura 2000 – aspekty przyrodnicze. *Sylwan* 154(12): 828−836.

Referowska-Chodak E., 2015. Plany rozwoju infrastruktury i działalności turystycznej w parkach krajobrazowych na terenie administrowanym przez Lasy Państwowe. *Leśne Prace Badawcze* 76(4): 377–387. DOI: 10.1515/frp-2015-0037.

Santorski Z. 2004. Porównanie warunków meteorologicznych wybranych Leśnych Stacji Meteorologicznych i stacji IMGW. *Sylwan* 148(2): 26−35.

Tracz H., Mazur S., 2003. Zagospodarowanie turystyczno-rekreacyjne a ochrona lasu. *Sylwan* 8: 93–96.

Wilczyński S., Durło G. 2003. Temperatura w profilu pionowym drzewostanu. *Sylwan* 8: 19–28.

Wilczyński S., Durło G. 2005. Zmienność wybranych parametrów wilgotności powietrza w drągowinie świerkowej i modrzewiowej na przykładzie krótkoterminowych serii pomiarowych. *Sylwan* 5: 52–61.

Wkład autorów

E.D. – koncepcja i przygotowanie opracowania, interpretacja wyników; M.P. – koncepcja i wykonanie badań terenowych; Z.Sz. – przegląd literatury, opracowanie graficzne wyników.