

Ocena warunków bioklimatycznych zbiorowisk leśnych Białowieskiego Parku Narodowego

Marta Ziółek, Marcin Kozieł, Paweł Czubla

Abstrakt. Do rekreacji i turystyki powszechnie wykorzystywane są lasy – obszary o warunkach bioklimatycznych odmiennych od panujących na obszarach nieleśnych. Poza dostarczaniem wrażeń estetycznych, każdy las wychwytyje z atmosfery zanieczyszczenia pyłowe i gazowe, tłumi hałas i wzbogaca powietrze o substancje aromatyczne, obszary leśne są jednak zróżnicowane. W zależności od charakteru siedliska, składu gatunkowego drzewostanu, jego wieku i zwartości, w zbiorowiskach kształtują się specyficzne warunki bioklimatyczne, odmiennie oddziałujące na organizm człowieka. Dokonano oceny bioklimatu 17 zbiorowisk leśnych w granicach BPN. Uwzględniono 8 cech bioklimatu przypisując im wartości z zakresu od -1 do 1, a poprzez ich uśrednienie uzyskano ostateczną ocenę bioklimatu. Latem na 11% (wiosną – 63%) powierzchni leśnej BPN panują korzystne warunki bioklimatyczne; na 26%, niezależnie od pory roku warunki są niekorzystne. Znajomość sposobu oddziaływania zbiorowisk leśnych na organizm człowieka pozwala wytyczać trasy turystyczne przez zbiorowiska o najkorzystniejszym wpływie na zdrowie i samopoczucie człowieka oraz kierowanie poszczególnych grup turystów na określone – dla nich najlepsze – szlaki.

Słowa kluczowe: bioklimat, zbiorowiska leśne, Białowieski Park Narodowy

Abstract. Assessment of the bioclimatic conditions of forest communities in the Białowieża National Park. Forests are commonly used for recreation and tourism as areas with bioclimatic conditions different than those occurring in non-forested areas. Apart from providing aesthetic impressions, every forest captures particulate and gas pollutants from the atmosphere, suppresses noise, and enriches the air in aromatic substances. Forest areas are diverse. Depending on the habitat character, tree community species composition, and its age and density, the communities develop specific bioclimatic conditions with varied influence on the human organism. The assessment of the bioclimate of 17 forest communities in the Białowieża National Park was conducted. Eight features of bioclimate were considered and ascribed values from -1 to 1. Their average provided the final assessment of the bioclimate. In summer, favourable bioclimatic conditions occur on 11% (in spring – 63%) of the forest area of the National Park. On 26%, irrespective of the season, the conditions are unfavourable. The knowledge of the effect of forest communities on the human organism permits the establishment of tourist trails in communities with the most favourable effect on the health and well-being, and directing tourists to specific trails providing the most benefits to them.

Key words: bioclimate, forest communities, Białowieża National Park

Wstęp

Dbłość o jakość życia oraz rosnąca świadomość społeczeństwa sprawiają, że istotna jest wiedza o wpływie środowiska na człowieka. Wytchnienia od codzienności poszukuje się na terenach leśnych o dużych walorach estetycznych. Świeże powietrze i cisza oddziałują na psychikę człowieka – uspokajają i pozwalają wypocząć. Ponadto na obszarach leśnych panują warunki mikroklimatyczne znacząco odmienne od występujących na obszarach nieleśnych (Fleming 1983, Bogucki 1988). Bioklimat lasu – specyficzny dla każdego zbiorowiska – ma istotny wpływ na funkcjonowanie organizmu: korzystnie wpływa m.in. na krążenie, układ oddechowy, odporność organizmu. Liczne prace dotyczą mikroklimatu lasu i – pośrednio – jego znaczenia dla rekreacji (Mayer, Hoppe 1984, Bogucki 1988, Brown, Cherkezoff 1989, Krzymowska-Kostrowicka 1997, Krawczyń, Błażejczyk 1999, Moszyńska 2000, Schiller 2001, Fornal 2004, Koziół, Muszyński 2009, Grzywacz 2011, Ziółek et al. 2012). Najważniejsza bioklimatyczna rola lasów polega na poprawie warunków higienicznych powietrza: las wychwytuje z atmosfery zanieczyszczenia pyłowe i gazowe, tłumi hałas oraz wzbogaca powietrze o substancje aromatyczne. Ze względu na różny skład gatunkowy drzewostanu, jego wiek, zwartość koron, czy właściwości siedliska oddziaływanie poszczególnych zbiorowisk leśnych na organizm człowieka jest odmienne.

Na człowieka przebywającego w lesie oddziałuje wiele czynników przyrodniczych, które składają się na bioklimat rekreacyjny. Według Toyne'a (1979, za Krzymowską-Kostrowicką 1997) jest to całokształt zmiennych przyrodniczych warunków zewnętrznych warstwy powietrza, zwanej warstwą rekreacyjną, obejmującej strefę od 20 cm poniżej gruntu do 2 metrów powyżej gruntu, w której koncentruje się aktywność turystyczno-rekreacyjna. Głównymi parametrami tworzącymi bioklimat warstwy rekreacyjnej w zbiorowiskach leśnych są: nasłonecznienie, uwilgocenie, przewietrzanie, produkcja tlenu i ozonu, jonizacja powietrza, obecność fitoaerozoli (olejków eterycznych, w tym fitoncydów) i aeroplanktonu (pyłków roślin, spor grzybów, bakterii oraz owadów) (Krzymowska-Kostrowicka 1997).

Ze względu na powszechne wykorzystywanie do rekreacji obszarów leśnych parków narodowych, a takim jest Białowiecki PN, istotna jest ocena warunków bioklimatycznych jego zbiorowisk leśnych, ze wskazaniem walorów zdrowotnych i wpływu na samopoczucie. W badaniach uwzględniono okres wiosenny i letni. Zastosowanie narzędzi GIS pozwoliło na przeprowadzenie przestrzennej analizy właściwości poszczególnych zbiorowisk leśnych na badanym terenie – wykonanie mapy. Mapy tego typu dają informacje o panujących w danym miejscu warunkach bioklimatycznych. Mogą one stanowić wskazówkę do wytyczania nowych szlaków turystycznych, ścieżek dydaktycznych, nordic walking itp. w sposób uwzględniający nie tylko walory krajobrazowe, ale także czynniki bioklimatyczne oraz przeznaczanie poszczególnych tras i miejsc rekreacji w lasach dla konkretnych grup odbiorców i/lub określonych form wypoczynku.

Obszar badań

Białowiecki Park Narodowy chroni najlepiej zachowany fragment Puszczy Białowieckiej. Obejmuje centralny jej fragment o powierzchni ok. 10,5 tys. ha, co stanowi 1/6 polskiej części Puszczy. Park ma charakter typowo leśny: lasy pokrywają 94,8% jego obszaru i charakteryzują się dużą różnorodnością biologiczną. BPN stanowi centralną część Białowieckiego Rezerwatu

Biosfery (www.bpn.com.pl). Park odwiedzany jest przez licznych turystów, zarówno z Polski jak i z zagranicy, którzy korzystają z infrastruktury skoncentrowanej w części północnej Parku.

Tab. 1. Zbiorowiska leśne BPN (według: Kwiatkowski, Gajko 2009)

Table 1. BPN forest communities

L.p.	Zbiorowiska leśne	Skrót	Powierzchnia* [ha]	Udział* [%]
1	Grąd typowy <i>Tilio-Carpinetum typicum</i>	Tl-Cp.t	1350,1	14,00%
2	Grądy wilgotne <i>Tilio-Carpinetum stachyetosum, caricetosum, circaeaetosum, calamagrostietosum</i>	Tl-Cp	3347,1	34,70%
3	Łęg wiązowo-jesionowy <i>Ficario-Ulmetum</i>	Fi-Ul	3,6	0,04%
4	Łęg jesionowo-olszowy <i>Circaeo-Alnetum</i>	Ci-Al	805,9	8,35%
5	Łęg olszowo-świerkowy <i>Piceo-Alnetum</i>	Pc-Al	29,9	0,31%
6	Nadrzeczny łęg wierzbowy <i>Salicetum albo-fragilis</i>	Sa.al-fr	1,0	0,01%
7	Łozowisko <i>Salicetum pentandro-cinereae</i>	Sa.pe-ci	2,3	0,02%
8	Olsy <i>Ribeso nigri-Alnetum, Sphagno squarrosi-Alnetum</i>	Rb.ng-Al, Sh.sr-Al	565,4	5,86%
9	Dębniak turzycowy <i>Carici elongatae-Quercetum</i>	Ca.el-Qu	3,9	0,04%
10	Sosnowo-brzozowy las bagienny i inne brzeziny bagienne <i>Thelypteridi-Betuletum pubescentis</i>	Th-Be.pb	507,3	5,26%
11	Bór świerkowy torfowcowy <i>Sphagno girgensohnii-Piceetum</i>	Sh.gr-Pc	153,1	1,59%
12	Bór świeży brusznicy <i>Vaccinio vitis-idaeae-Pinetum</i> Bór suchy chrobotkowy <i>Cladonio-Pinetum</i>	Vc.vi-id-Pi Cl-Pi	366,6	3,80%
13	Bór wilgotny trzęślicowy <i>Molinio-Pinetum</i>	Mo-Pi	416,8	4,32%
14	Bór bagienny <i>Vaccinio uliginosi-Pinetum</i> Mszar sosnowy <i>Ledo-Sphagnetum magellanici</i>	Vc.ug-Pi Ld-Sh.mg	163,4	1,69%
15	Las miodownikowo-grabowy <i>Melitti-Carpinetum</i> Dąbrowa świetlista <i>Potentillo albae-Quercetum</i>	Me-Cp Pt.al-Qu	691,2	7,17%
16	Trzcinnikowo-świerkowy bór mieszany świeży <i>Calamagrostio arundinaceae-Piceetum</i>	Cm.ar-Pc	629,0	6,52%
17	Dębowo-świerkowy bór mieszany wilgotny <i>Quercu-Piceetum</i>	Qu-Pc	609,7	6,32%

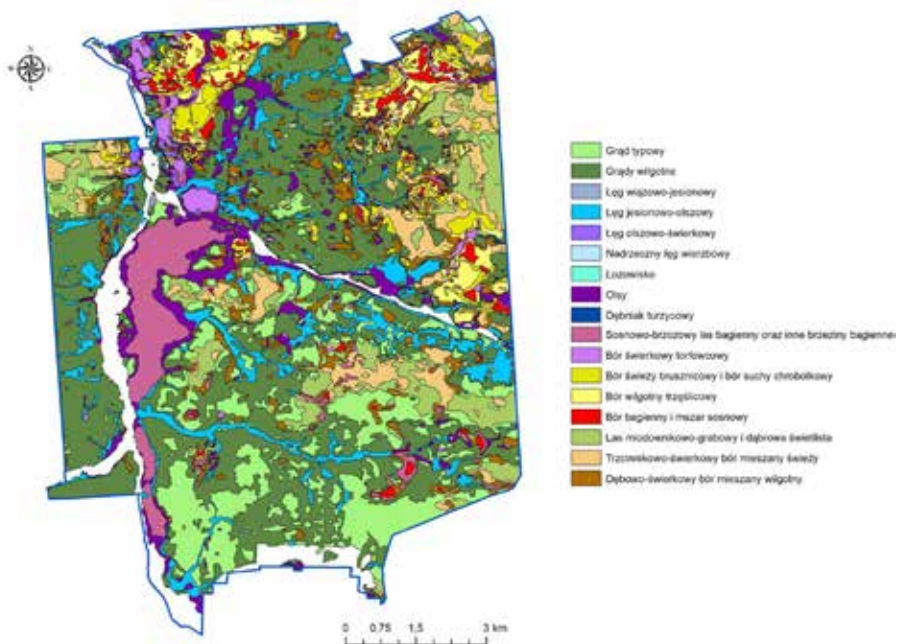
* – badania własne/own research

Charakterystyka zbiorowisk leśnych

W granicach BPN, dzięki wielowiekowej ochronie przetrwały unikalne zespoły roślinne oraz naturalny układ przestrzenny zbiorowisk leśnych (Kwiatkowski 1994, Sokolowski 2004, Pawlaczyk 2009). Wśród stwierdzonych tu 17 zbiorowisk leśnych (grup zbiorowisk) najbardziej charakterystyczne są wielogatunkowe grądy *Tilio-Carpinetum*, pokrywające 48,7% powierzchni leśnej parku. Podobne zbiorowiska las miodownikowo-grabowy *Melitti-Carpinetum* i dąbrowa świetlista *Potentillo albae-Quercetum* zajmują 7,17% lasów BPN. Znaczną powierzchnię porastają podmokłe lasy liściaste: łęg jesionowo-olszowy *Circaeo Alnetum* – 8,35% i olsy: *Ribeso nigri-Alnetum*, *Sphagno squarrosi-Alnetum* – 5,86% (tab. 1). Wśród zbiorowisk borowych dominują bory mieszane: świeży i wilgotny *Calamagrostio arundinaceae-Piceetum* i *Quercu-Piceetum* – łącznie 12,84%. Na torfowiskach dominują brzeziny bagienne *Thelypteridi-Betuletum pubescentis* (5,26%) (tab. 1). Zbiorowiska leśne w wielu miejscach puszczy tworzą naturalną mozaikę z najbardziej charakterystycznym układem w dolinach cieków (łęg, grąd, bór mieszany, bór sosnowy) (ryc. 1).

Material i metody

Materiałem wyjściowym do oceny bioklimatu zbiorowisk leśnych była mapa „Białowiecki Park Narodowy, krajobrazy roślinne” opracowana przez Kwiatkowskiego i Gajko (Pawlaczyk 2009). Przygotowano jej „numeryczną” wersję w programie ArcGIS 10.1 (ryc. 1).



Ryc. 1. Mapa zbiorowisk leśnych BPN

Fig. 1. Forest communities in BPN

Istniejące w BPN zbiorowiska leśne opisane zostały za pomocą ośmiu cech (parametrów) bioklimatu warstwy rekreacyjnej, które scharakteryzowano w oparciu o pracę Krzymowskiej-Kostrowickiej (1997). Przypisano im wartości punktowe charakteryzujące sposób ich oddziaływania na zdrowie i samopoczucie człowieka: 1 (korzystny), -1 (niekorzystny), bądź 0 (obojętny); dopuszczając także wartości pośrednie: 0,5 (korzystny/ obojętny) i -0,5 (niekorzystny/ obojętny) (tab. 2). Nie różnicowano wagi parametrów. Uśredniając wartości dla wszystkich cech obliczono wartość ostateczną – ocenę wpływu danego zbiorowiska na człowieka. Trzem zbiorowiskom: Tl-Cp.t, Tl-Cp, Fi-UI (objaśnienia skrótów w tab. 1) przypisano wartości dla wiosny i lata, bioklimatyczna ocena nasłonecznienia jest w nich bowiem zasadniczo odmienna (Krzymowska-Kostrowicka 1997) (tab. 2).

Tab. 2. Cechy bioklimatu warstwy rekreacyjnej zbiorowisk leśnych BPN
Table 2. Bioclimate features of forest recreation layer in BPN

Lp	Zbiorowisko leśne	Nasłonecznienie		Uwilgoćenie	Przewietrzanie	Produkcja tlenu	Produkcja ozonu	Jonizacja	Acroplankton	Fitoaerozole	Wartość średnia	
		1	-1*								0,29	0,04*
1	Tl-Cp.t	1	-1*	0	-0,5	0,5	1	0	0,33	0	0,29	0,04*
2	Tl-Cp	1	-1*	-0,5	-0,5	0,5	1	0	0,33	0	0,23	-0,02*
3	Fi-UI	0,5	-1*	-1	-0,5	1	0,5	0,5	-0,5	0	0,06	-0,13*
4	Ci-Al	-1	-1	-1	0		0	-1	1		-0,43	
5	Pc-Al	-1	-1	-1	0		0	-1	1		-0,43	
6	Sa.al-fr	0,5	0	0,5	0		-0,5	0,17			0,11	
7	Sa.pe-ci	0,5	0	0,5	0		-0,5	0,17			0,11	
8	Rb.ng-Al, Sh.sr-Al	-1	-1	-1	0		0	-1	1		-0,43	
9	Ca.el-Qu	0	-0,5	-0,5	-0,5		-0,5	-1	0,5		-0,36	
10	Th-Be.pb	0	-0,5	-0,5	-0,5		-0,5	-1	0,5		-0,36	
11	Sh.gr-Pc	-1	-1	-1	0	0,5	1	0,33	0,5		-0,08	
12	Vc.vi-id-Pi, Cl-Pi	1	1	1	0	1	-0,5	0,66	1		0,65	
13	Mo-Pi	0	-0,5	-0,5	-0,5		-0,5	0	0,5		-0,21	
14	Vc.ug-Pi, Ld-Sh.mg	-0,5	-1	-1	-1		-1	-0,33	0,5		-0,62	
15	Me-Cp, Pt.al-Qu	1	0	0	1		1	0,33	1		0,62	
16	Cm.ar-Pc	-1	-1	0	1	0,5	0,5	0	0,5		0,06	
17	Qu-Pc	-1	-1	0	1	0,5	0,5	0	0,5		0,06	

* – lato/summer

Zastosowanie technik GIS pozwoliło na uzyskanie informacji o rozmieszczeniu przestrzennym obszarów leśnych o określonym wpływie na człowieka i daje podstawy do oceny warunków bioklimatycznych obszarów BPN – mapa (ryc. 2).

Wyniki i dyskusja

Mapa leśnych zbiorowisk BPN pokazuje ich znaczne zróżnicowanie, rozdrobnienie (1809 płatów) i dużą mozaikowość, zależne przede wszystkim od siedliska. Ich rozmieszczenie przedstawia ryc. 1. Uśredniając wartości przypisane parametrom otrzymano sumaryczną ocenę bioklimatu poszczególnych zbiorowisk leśnych, przedstawioną w tab. 2. Zbiorowiska o wartości wskaźnika $>0,2$ uznano za korzystne, zaś $<-0,2$ za niekorzystnie oddziałujące na organizm człowieka.



Ryc. 2. Warunki bioklimatyczne zbiorowisk leśnych BPN wiosną i latem
Fig. 2. Bioclimatic conditions of forest BPN in spring and summer

Najlepsze warunki bioklimatyczne (wartość wskaźnika 0,65) charakteryzują zbiorowiska stosunkowo suche: bor świeży brusznicy Vc.vi-id-Pi i bór suchy chrobotkowy CI-Pi, pokrywające zwymięte obszary w północnej części Parku. Największe atuty tych zbiorowisk to duże nasłonecznienie i dobre przewietrzanie oraz wysoka produkcja ozonu i obecność korzystnych fitoerozoli, a także niewielka wilgotność. Bioklimat borów sosnowych działa korzystnie na układ oddechowy, nerwowy i obniża ciśnienie krwi. Obecne tam liczne substancje lotne działają dezynfekcyjnie, a ilość alergizujących pyłków jest niewielka. Bory sosnowe nie są jednak wskazane dla osób z niskim ciśnieniem tętniczym, niedoczynnością tarczycy i podatnych na migreny (Krzyszowska-Kostrowicka 1997, Moszyńska 2000). Nieznacznie niżej (0,62) ocenione zostały warunki zbiorowisk tworzonych głównie przez gatunki liściaste: lasu miodownikowo-grabowego Me-Cp i dąbrowy świetlistej Pt.al-Qu. Warunki tam panujące są uniwersal-

nie korzystne, z wyjątkiem osób silnie uczulonych na pyłki roślinne. Duża zawartość lotnych substancji organicznych działa aseptycznie i pobudzająco oraz zwiększa odporność organizmu. Poza tym lasy te są niezwykle atrakcyjne widokowo (Krzymowska-Kostrowicka 1997).

Warunki uznane za korzystne dla człowieka (wskaźnik $>0,20$) właściwe są ponadto dla zajmujących największe powierzchnie grądów Tl-Cp (0,23-0,29). Ich bioklimat jest wiosną uniwersalnie pozytywny: pobudza, wzmacnia odporność, działa antyseptycznie, poprawia krążenie i podnosi ciśnienie krwi. Cechy te sprawiają, że grądy nie sprzyjają osobom z dużym nadciśnieniem, nadczynnością tarczycy lub silnie pobudzonym emocjonalnie. Dodatkowo w sezonie letnim występują tam uciążliwości odzwierzęce (kleszcze, komary i gzy) (Krzymowska-Kostrowicka 1997). Łącznie zbiorowiska o korzystnym bioklimacie pokrywają niemal 60% powierzchni leśnej Parku, głównie w południowo-wschodniej jego części (Ryc. 2). Niestety sytuacja taka właściwa jest dla okresu przed rozwinięciem się liści; w pełni sezonu wegetacyjnego w grądach zwarte korony drzew ograniczają dopływ promieniowania słonecznego, co sprawia, że ocena bioklimatu tych zbiorowisk istotnie maleje i zbliża się do zera, czyli oddziaływania obojętnego. Latem korzystne warunki bioklimatyczne panują w zaledwie 11% lasów, w znacznie rozproszonych i niewielkich płatach we wschodniej i północno-zachodniej części BPN (Ryc. 2.). Obojętne warunki bioklimatyczne (wartość wskaźnika z przedziału $-0,2-0,2$) panują w zbiorowiskach: Sa.al-fr, Sa.pe-Ci, Cm.ar-Pc, Qu-Pc, Fi-Ul i Sh.gr-Pc w ciągu całego roku (14,5%) oraz w grądach latem, co zwiększa obszar o oddziaływaniu obojętnym do aż 63% lasów.

Najbardziej niekorzystny bioklimat na terenie BPN charakteryzuje zbiorowiska boru bagiennego Vc.ug-Pi i mszaru sosnowego Ld-Sh.mg ($-0,62$), a mniej niekorzystny łągi Ci-Al, Pc-Al i olsy Rb.ng-Al i Sh.sr-Al ($-0,43$). W lasach tych, porastających siedliska podmokłe, panują warunki niesprzyjające dłuższemu przebywaniu ze względu na dużą wilgotność powietrza, słabe przewietrzanie, duże stężenie aeroplanktonu (pyłki, bakterie, zarodniki grzybów, owady). Składa się to na warunki silnie obciążające akcję serca (Krzymowska-Kostrowicka 1997, Moszyńska 2000). Zbiorowiska o niekorzystnych warunkach bioklimatycznych, związane z dolinami rzek i podmokłymi obniżeniami pokrywają jedną czwartą powierzchni leśnej BPN (26%) niezależnie od pory roku. Występują głównie w prawobrzeżnej części doliny Narewki oraz na dwóch obszarach we wschodniej części Parku.

Ślaki turystyczne BPN skoncentrowane w jego północnej części mają warunki bioklimatyczne zdecydowanie odmienne w okresach wiosennym i letnim. W okresie wiosennym większość szlaków przebiega przez zbiorowiska o korzystnych i obojętnych warunkach, zaś w okresie letnim przeważająca część tras wiedzie przez zbiorowiska o warunkach obojętnych (ryc. 2). Najbardziej ku północy wysunięte odcinki szlaków turystycznych przebiegają przez zbiorowiska o niekorzystnych warunkach bioklimatycznych. Warto zauważyć, że w pobliżu istniejącego zagospodarowania turystycznego we wschodniej i północno-zachodniej części Parku znajdują się obszary o bardzo korzystnym bioklimacie nieudostępnione dla turystyki.

Wnioski

1. Wśród siedemnastu zbiorowisk leśnych Białowieskiego PN tylko nieliczne posiadają bardzo dobre warunki bioklimatyczne przez cały rok: Me-Cp, Pt.al-Qu, Vc.vi-id-Pi, Cl-Pi. Pokrywają one 11% powierzchni leśnej BPN. Ponadto wiosną korzystne warunki panują w grądach Tl-Cp, zajmujących 48,7% lasów parku; latem spadają do obojętnych.

2. Aż 26% lasów BPN charakteryzuje się niesprzyjającymi warunkami bioklimatycznymi – są to zbiorowiska porastające siedliska o dużym uwilgoceniu; najniżej ocenione to: Vc.ug-Pi, Ld-Sh.mg, Ci-Al, Pc-Al, Rb.ng-Al i Sh.sr-Al.
3. Najbardziej sprzyjającym wypoczynkowi i rekreacji w BPN jest okres wiosny, kiedy blisko 60% lasów charakteryzuje się korzystnymi warunkami bioklimatycznymi.
4. Szlaki turystyczne BPN posiadają warunki bioklimatyczne zdecydowanie odmienne w okresach wiosennym i letnim; wiosną ich większość przebiega przez zbiorowiska leśne o warunkach korzystnych i obojętnych, latem zaś – obojętnych.
5. W pobliżu części parku, w której skoncentrowana jest infrastruktura turystyczna, istnieją obszary o korzystnych warunkach bioklimatycznych lecz niedostępne dla turystyki.

Literatura

- Bogucki J. 1988. Wstęp do użytkowania rekreacyjnego lasu. Poznań, AWF.
- Brown R.D., Cherkezoff L.E. 1989. Of what comfort value, a tree. *J. Arboric.* 15: 158-161.
- Fleming G. 1983. Klimat-środowisko-człowiek. Warszawa, WRiL.
- Fornal B. 2004. Aspekty barwne i właściwości zdrowotne wybranych zbiorowisk roślinnych. *Biul. PKE* 11(130): 25-26.
- Grzywacz A. 2011. Zdrowe lasy – zdrowe społeczeństwo. *Stud. i Mat. CEPL, Rogów*, 3 (28): 19-27.
- Krawczyk B., Błażejczyk K. 1999. Klimatyczna i bioklimatyczna charakterystyka Polski północno-wschodniej. *Zeszyty IGiPZ PAN*, 58.
- Krzymowska-Kostrowicka A. 1997. Geoekologia turystyki i wypoczynku, Warszawa, PWN.
- Mayer H., Hoppe P. 1984. The importance of forests for recreation from point of view of human bioclimatology. *Forstw. Cbl.* 103: 131-139.
- Schiller G. 2001. Biometeorology and recreation in east Mediterranean forests. *Landsc. Urban Plan.* 57: 1-12.
- Kwiatkowski W. 1994. Krajobrazy roślinne Puszczy Białowieskiej. *Phytocoen.* 6: 35–87.
- Sokołowski A. 2004. Lasy Puszczy Białowieskiej. Warszawa, CILP.
- Pawlaczyk P. 2009. Zbiorowiska leśne. W: Okołów C., Karaś M., Bołbot A. (red.) Białowiecki Park Narodowy. *Poznać-Zrozumieć-Zachować III. BPN, Białowieża*: 37-58.
- Kwiatkowski W., Gajko K. 2009. Białowiecki Park Narodowy, krajobrazy roślinne. W: Okołów C., Karaś M., Bołbot A. (red.) Białowiecki Park Narodowy. *Poznać-Zrozumieć-Zachować III. BPN, Białowieża*: 40-41.
- Ziółek M., Kozieł M., Czubla P. 2012. Warunki bioklimatyczne zbiorowisk leśnych a rozmieszczenia tras turystycznych na przykładzie Roztoczańskiego Parku Narodowego. *Probl. Ekol. Krajobr.* 34: 261-268.
- www.bpn.com.pl

Marta Ziółek

Zakład Ochrony Środowiska,

Wydział Nauk o Ziemi i Gospodarki Przestrzennej, UMCS

marta.ziolek@poczta.umcs.lublin.pl