



## SIEDLISKOWE UWARUNKOWANIA WYSTĘPOWANIA WĄTROBOWCA *FRULLANIA DILATATA* W WIGIERSKIM PARKU NARODOWYM (PÓŁNOCNO-WSCHODNIA POLSKA)

### HABITAT CHARACTERISTICS WHICH DETERMINE LIVERWORT *FRULLANIA DILATATA* OCCURRENCE IN THE WIGRY NATIONAL PARK (NORTH-EASTERN POLAND)

PIOTR GÓRSKI, MACIEJ ROMAŃSKI, DOMINIK TOMASZEWSKI

P. Górski, Katedra Botaniki, Uniwersytet Przyrodniczy w Poznaniu, ul. Wojska Polskiego 71 C, 60-625 Poznań, Poland, e-mail: piotr.gorski@up.poznan.pl

M. Romański, Wigierski Park Narodowy, Krzywe 82, 16-402 Suwałki, Poland, e-mail: maciej.romanski@wigry.org.pl

D. Tomaszewski, Instytut Dendrologii Polskiej Akademii Nauk, ul. Parkowa 5, 62-035 Kórnik, Poland, e-mail: dominito@man.poznan.pl

**ABSTRACT.** The aim of the article was to verify the hypothesis that humidity, temperature and light conditions play a fundamental role in the distribution of *Frullania dilatata* within the forest complexes in the Wigry National Park. 41 monitoring localities were selected in places of epiphytic liverworts occurrence (22 sites with *F. dilatata*, 19 – without these plant). Humidity and temperature were recorded hourly during one year. Light conditions on the tested sites were determined on the basis of hemispherical photos. Additional parameters were calculated based on the digital terrain model in the SagaGis program. The results indicate that the hypothesis is false.

**KEY WORDS:** epiphytes, humidity, temperature, *Frullania dilatata*, Wigry National Park, Poland

### WSTĘP

Wątrobowiec *Frullania dilatata* (L.) Dumort. (miedzik płaski) jest gatunkiem epifitycznym występującym na terenie całego obszaru Polski (SZWEYKOWSKI 2006). Obecnie ma status gatunku niezagrożonego w kraju (KLAMA & GÓRSKI 2018) oraz Europie (HODGETTS 2015). W ostatnich latach obserwuje się jednak spadek liczby stanowisk omawianego gatunku. Analizę tego zjawiska przeprowadzili ostatnio GÓRSKI i ROMAŃSKI (2018). Wskazuje ona, że od lat 70. ubiegłego stulecia utrzymuje się niski (aż o połowę niższy niż w latach 50–60.) poziom notowalności *F. dilatata*. Szczególnie dotyczy to obszarów niżowych, tj. Wielkopolski, Pomorza Zachodniego, Śląska Opolskiego, Mazowsza czy północno-wschodniej Polski (np. REJMENT-GROCHOWSKA & MICKIEWICZ 1962, REJMENT GROCHOWSKA 1964a, b, GOCLAWSKA 1966, KARCZMARZ

& SOKOŁOWSKI 1992, 1995, STEBEL 1997, 2002, 2008, 2012, FUDALI 1999, PISAREK i in. 2002, GÓRSKI 2006a, b, c, 2007a, b, c, 2010, 2013, ŁACHACZ & PISAREK 2007, FOJCIK i in. 2017). Zjawisko zanikania i rzadkości epifitów i epiksyli jest znane i opisywane od wielu lat w Polsce i Europie, a mszaki wymienionych grup są stale obecne na czerwonych listach gatunków zagrożonych (np. KUBINSKÁ i in. 2001, SCHNYDER i in. 2004, KUČERA i in. 2012, HODGETTS 2015, KLAMA & GÓRSKI 2018). Jedną z wskazywanych przyczyn tego procesu jest gospodarka leśna i związane z nią zmiany mikroklimatu wnętrza lasu (głównie spadek wilgotności) oraz brak odpowiedniego podłoża dla epifitów (obecność starych drzew; SÖDERSTRÖM 1988, ANDERSSON & HYTTTEBORN 1991). Analiza obecnego rozmieszczenia *F. dilatata* w Polsce pozwala przypuszczać, że populacje występujące w Karpatach, w południowej części kraju są nadal liczne i niezagrożone (STEBEL & ZUBEL

2018). Zaskakujący jest jednak brak tego wątrobowca w niektórych masywach górskich cechujących się wysokim stopniem naturalności, np. w Górcach (MIERZEŃSKA 1994) czy Górach Kaczawskich (WILCZYŃSKA 1974). Zasadne więc wydaje się postawienie pytania o rolę mikroklimatu wnętrza lasu w występowaniu tej rośliny. Celem niniejszej pracy jest weryfikacja hipotezy, że wilgotność, temperatura i warunki oświetlenia odgrywają zasadniczą rolę w rozmieszczeniu *F. dilatata* w obrębie kompleksów leśnych Wigierskiego Parku Narodowego.

## MATERIAŁ I METODY

### REJESTRACJA ZMIENNYCH MIKROSIEDLISKOWYCH – TEMPERATURA I WILGOTNOŚĆ

Na podstawie rozpoznanego rozmieszczenia *F. dilatata* w Wigierskim Parku Narodowym (GÓRSKI & ROMAŃSKI 2018) wytypowano 41 powierzchni monitoringowych, w których rejestrowano wilgotność i temperaturę w miejscach występowania epifitów

Tabela 1. Zestawienie podstawowych danych dotyczących instalacji rejestratorów  
Table 1. Basic information about installation of data loggers

TH_KOD	Podłoże	WGS_N	WGS_E	Lokalizacja Location	Wydz.
Stanowiska z (localities with) <i>Frullania dilatata</i>					
TH-08	<i>Corylus avellana</i>	54.061803	23.056461	Leszczewek	118d
TH-10	<i>Fraxinus excelsior</i>	54.061955	23.054010	Leszczewek	118f
TH-11	<i>Corylus avellana</i>	54.055560	23.057429	Roklas	120f
TH-13	<i>Corylus avellana</i>	54.061854	23.057449	Leszczewek	118d
TH-21	<i>Populus tremula</i>	54.063006	23.054189	Leszczewek	107l
TH-22	<i>Populus tremula</i>	54.062802	23.054004	Leszczewek	107l
TH-23	<i>Acer platanoides</i>	54.062778	23.053852	Leszczewek	107l
TH-24	<i>Corylus avellana</i>	54.061982	23.056755	Leszczewek	118d
TH-25	<i>Quercus robur</i>	54.062216	23.054985	Leszczewek	118d
TH-26	<i>Corylus avellana</i>	54.062708	23.055696	Leszczewek	118d
TH-28	<i>Fraxinus excelsior</i>	54.003246	23.198738	Wierchstaw	361b
TH-30	<i>Corylus avellana</i>	54.002817	23.200024	Wierchstaw	361i
TH-31	<i>Acer platanoides</i>	54.001062	23.202114	Wierchstaw	361j
TH-32	<i>Acer platanoides</i>	54.001808	23.199892	Wierchstaw	361j
TH-33	<i>Corylus avellana</i>	54.002129	23.202097	Wierchstaw	361j
TH-34	<i>Tilia cordata</i>	54.003645	23.199439	Wierchstaw	361d
TH-35	<i>Fraxinus excelsior</i>	54.008161	23.037049	Powały	383c
TH-37	<i>Acer platanoides</i>	54.001793	23.201556	Wierchstaw	361j
TH-38	<i>Populus tremula</i>	54.001151	23.200246	Wierchstaw	362i
TH-39	<i>Populus tremula</i>	54.071100	23.035774	Sobolewski Gościńiec	81i
TH-40	<i>Fraxinus excelsior</i>	54.007061	23.040822	Powały	382a
Stanowiska bez (localities without) <i>Frullania dilatata</i>					
TH-01	<i>Corylus avellana</i>	54.047930	23.031207	Sobolewo	111k
TH-02	<i>Quercus robur</i>	54.076396	23.012717	Bindas	51c
TH-03	<i>Corylus avellana</i>	54.048707	23.028542	Sobolewo	111f
TH-04	<i>Quercus robur</i>	54.076659	23.011992	Bindas	51c
TH-05	<i>Tilia cordata</i>	54.076301	23.015361	Bindas	51c
TH-06	<i>Tilia cordata</i>	54.090708	23.038526	Leszczewek	63b
TH-07	<i>Corylus avellana</i>	54.048840	23.029282	Sobolewo	111f
TH-12	<i>Quercus robur</i>	54.075092	23.016179	Bindas	51c
TH-14	<i>Acer platanoides</i>	54.091422	23.040553	Leszczewek	63a
TH-15	<i>Tilia cordata</i>	54.090514	23.037804	Leszczewek	63b
TH-16	<i>Carpinus betulus</i>	54.091503	23.038905	Leszczewek	63b
TH-17	<i>Quercus robur</i>	54.088073	23.037581	Leszczewek	64a
TH-18	<i>Tilia cordata</i>	54.048326	23.030453	Sobolewo	111k
TH-19	<i>Tilia cordata</i>	54.075510	23.016215	Bindas	51c
TH-20	<i>Tilia cordata</i>	54.048631	23.030032	Sobolewo	111k
TH-27	<i>Tilia cordata</i>	54.097682	23.043167	Kamionka (S)	61g
TH-29	<i>Tilia cordata</i>	54.097101	23.043052	Kamionka (S)	61h
TH-36	<i>Ulmus campestris</i>	54.097594	23.042559	Kamionka (S)	61h
TH-41	<i>Tilia cordata</i>	54.098394	23.046202	Kamionka (N)	61k
TH-42	<i>Quercus robur</i>	54.098537	23.045482	Kamionka (N)	61k

Objaśnienia: TH\_KOD – numer rejestratora temperatury i wilgotności; Podłoże – forofit, na którym instalowano rejestrator; WGS\_N, WGS\_E – współrzędne geograficzne; Wydż. – numer oddziału i pododdziału na mapie leśnej Wigierskiego PN.

Abbreviations: TH\_KOD – name of temperature and humidity data logger; Podłoże – substrate (tree or shrub) on which the data logger was installed; WGS\_N, WGS\_E – geographical coordinates; Wydż. – subcompartment on the forest map of Wigry National Park.

(tj. na korze drzew lub krzewów). Badane powierzchnie obejmowały 22 stanowiska z *F. dilatata* (tu oznaczane jako: Frullania +) oraz 19 bez tej rośliny (Frullania –), choć występowały tam inne epifity (głównie *Metzgeria furcata*, por. tab. 1). Dane mikroklimatyczne gromadzono rejestratorem Hobo U23-001 Pro V2 firmy Onset (zintegrowany higrometr i termometr) w odstępach godzinnych przez pełen rok kalendarzowy (od połowy sierpnia 2018 do 2019 r.). Ze względu na błędy odczytu trzech rejestratorów część danych z nich została pominięta.

Na podstawie pomiarów wilgotności względnej oraz temperatury obliczono zmienne dla każdego dnia: średnią, minimum, maksimum, medianę i amplitudę (różnicę między minimum i maksimum), które służyły następnie do wyliczeń na poziomie miesiąca. Część zmiennych nie spełniała warunku o normalności rozkładu (wykorzystano test Shapiro-Wilka) lub jednorodności wariancji (testy Levene'a, Bowna-Forsythe'a, O'Briena oraz Bartletta), dlatego nie zostały one uwzględnione w analizie dyskryminacji.

#### REJESTRACJA ZMIENNYCH MIKROSIEDLISKOWYCH – NASŁONECZNIENIE

Na wszystkich 41 powierzchniach monitoringowych wykonano zdjęcia hemisferyczne aparatem Canon EOS 50D (z obiektywem Sigma 4,5 mm DC HSM 1:2.8). Uzyskano w ten sposób następujące zmienne dotyczące nasłonecznienia: 1) DSF (direct site factor) – wyraża stosunek bezpośredniego promieniowania słonecznego docierającego do analizowanej powierzchni w odniesieniu do promieniowania, które by dotarło do stanowiska, gdyby nie było nad nim elementów zacieniających („przy czystym niebie”), 2) ISF (indirect site factor) – definiowane podobnie, dotyczy promieniowania rozproszonego. Ponadto z cyfrowego modelu terenu uzyskano kolejne parametry: 3) VisSky (Visible Sky) – procentowy udział widocznego „nieba” nad stanowiskiem badawczym (uzależniony od kształtu powierzchni), 4) Total Inso (Total Insolation) – całkowite promieniowanie, jakie może dotrzeć do danej powierzchni z uwzględnieniem ukształtowania terenu, 5) Direct Ins (Direct Insolation) – definiowane podobnie, w odniesieniu do promieniowania bezpośredniego, 6) Diffuse In (Diffuse Insolation) – definiowane podobnie, w odniesieniu do promieniowania rozproszonego. Zmienne te zostały wyliczone w programie SagaGis dla całego roku, a szczegółowy ich opis znajduje się w następujących opracowaniach: OKE (2000), WILSON i GALLANT (2000), HANTZSCHEL i in. (2005), BOEHNER i ANTONIC (2009).

Dane o warunkach oświetlenia w obu grupach stanowisk porównano testem nieparametrycznym U Manna-Whitneya, ponieważ część zmiennych nie spełniała warunku o normalności rozkładu.

Wszystkie analizy przeprowadzono z wykorzystaniem programu JMP Pro 15 (SAS).

## WYNIKI

### ZMIENNOŚĆ TEMPERATURY JAKO CZYNNIK RÓŻNICUJĄCY BADANE GRUPY STANOWISK

Analizie poddano zmienność temperatury dla dwóch grup stanowisk: 1) grupa 21 stanowisk z *F. dilatata* (Frullania +) oraz 2) grupa 19 stanowisk bez tego wątrobowca, ale z innymi epifitami, głównie *Metzgeria furcata* (Frullania –). Na rycinie 1 przedstawiono podstawowe charakterystyki termiki badanych grup stanowisk w ciągu 12 miesięcy.

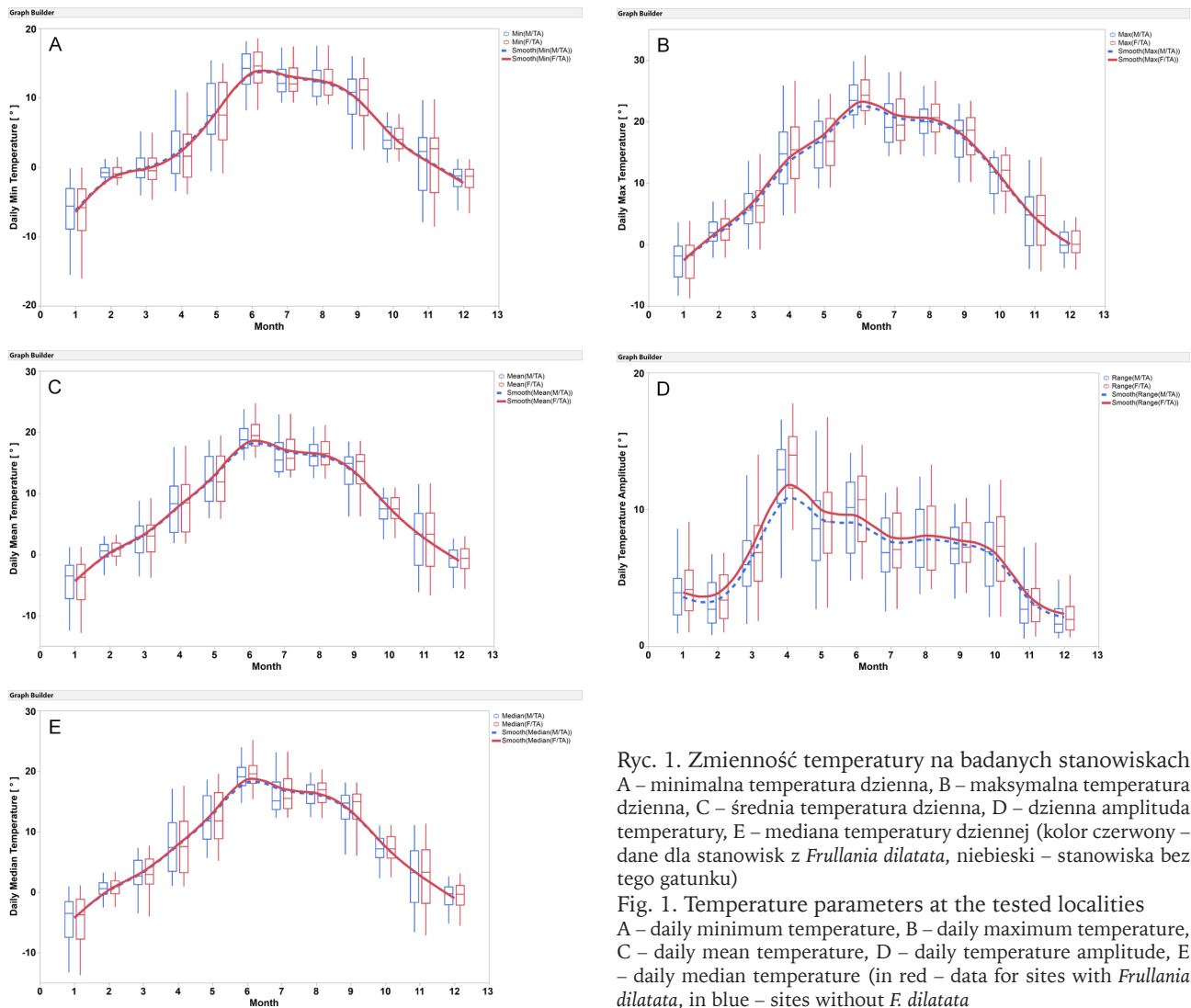
W odniesieniu do minimalnej i maksymalnej zarejestrowanej temperatury dziennej oraz wartości średniej dziennej temperatury (ryc. 1A, B, C) badane grupy stanowisk nie różnią się istotnie. Dane te są niemal identyczne w ciągu całego roku. Różnice zauważa się natomiast w odniesieniu do wartości amplitudy dziennej na badanych powierzchniach (ryc. 1D). Stanowiska z *F. dilatata* cechują się wyższymi wartościami tej zmiennej, czyli zarejestrowane różnice między temperaturą minimalną a maksymalną w ciągu doby są wyższe niż na forofitach typu Frullania –. Lokalizacje z miedzikiem płaskim mają zatem bardziej rozchwianą termikę w ciągu doby.

### WILGOTNOŚĆ JAKO CZYNNIK RÓŻNICUJĄCY BADANE GRUPY STANOWISK

Wyniki analizy zmienności wilgotności prowadzono dla wymienionych dwóch grup stanowisk (21 z Frullania + oraz 18 z Frullania –). Wartości minimalnej i maksymalnej oraz średniej wilgotności względnej dziennej (ryc. 2A, B, C) są bardzo zbliżone na wszystkich stanowiskach. Podobnie jak w przypadku temperatury różnice zaznaczają się przy analizie amplitudy wilgotności względnej w ciągu dnia (ryc. 2D). Stanowiska z *F. dilatata* cechują się większymi wahaniami wilgotności w ciągu dnia. Są pod tym względem mniej stabilne w porównaniu z lokalizacjami Frullania –.

### NASŁONECZNIENIE BADANYCH GRUP STANOWISK

Wyniki analizy nasłonecznienia prowadzono dla wymienionych wyżej grup stanowisk (Frullania + oraz Frullania –). Wartości tej cechy uzyskano na dwa sposoby. Pierwszy dotyczył pomiaru nasłonecznienia poprzez wykonanie zdjęć hemisferycznych bezpośrednio w terenie, w miejscu instalacji rejestratorów (na badanych 41 stanowiskach obu grup). W drugim przypadku dane uzyskano z cyfrowego modelu terenu na podstawie lokalizacji GPS.



Ryc. 1. Zmienność temperatury na badanych stanowiskach A – minimalna temperatura dzienna, B – maksymalna temperatura dzienna, C – średnia temperatura dzienna, D – dzienna amplituda temperatury, E – mediana temperatury dziennej (kolor czerwony – dane dla stanowisk z *Frullania dilatata*, niebieski – stanowiska bez tego gatunku)

Fig. 1. Temperature parameters at the tested localities A – daily minimum temperature, B – daily maximum temperature, C – daily mean temperature, D – daily temperature amplitude, E – daily median temperature (in red – data for sites with *Frullania dilatata*, in blue – sites without *F. dilatata*)

Analizowano sześć parametrów oświetlenia dla obu grup stanowisk (19 z *Frullania* – i 22 z *Frullania* +). Testowano, czy grupy te różnią się znacząco pod względem tych zmiennych, co pośrednio sugerowałoby odpowiedź na pytanie, czy występowanie *F. dilatata* można powiązać z warunkami oświetlenia w danym miejscu. Stwierdzone różnice są niewielkie i poza przypadkiem parametru Diffuse In nie stwierdzono, by były istotne, a nawet w przypadku tej zmiennej ich istotność jest na poziomie granicznym (ryc. 3). Można więc wysunąć wniosek, że warunki oświetlenia nie są czynnikiem determinującym występowanie *F. dilatata* na badanym obszarze.

#### ANALIZA DYSKRYMINACYJNA CZYNNIKÓW RÓZNICUJĄCYCH BADANE GRUPY STANOWISK

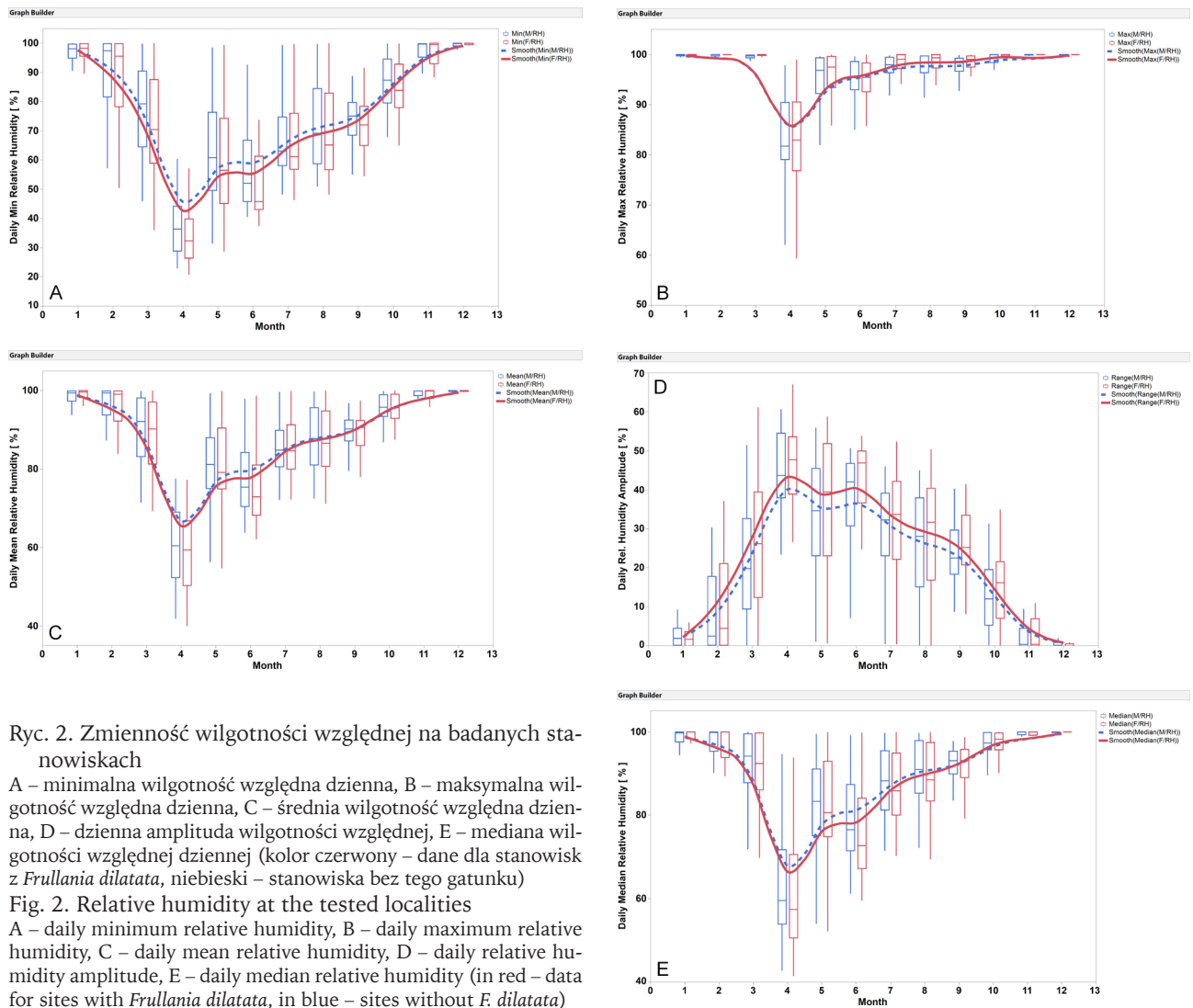
Na podstawie uzyskanych pomiarów temperatury, wilgotności i nasłonecznienia wyliczono blisko 190 zmiennych mikroklimatycznych. Wykluczono zmienne niespełniające założeń analizy dyskryminacyjnej oraz te dotyczące miesięcy zimowych (listopad–luty).

Do modelu (por. ryc. 3) weszły trzy zmienne, a w jej wyniku 90% przypadków zostało poprawnie sklasyfikowanych. Są to: średnia temperatura czerwca, średnia wilgotność względna września oraz nasłonecznienie (ISF, indirect site factor). Z analizy wyraźnie wynika, że stanowiska *Frullania* + korespondują z wysokimi wartościami średniej temperatury czerwca oraz średniej wilgotności względnej we wrześniu.

## DYSKUSJA

Uzyskane wyniki analiz termicznych i wilgotnościowych wskazują, że temperatura i wilgotność w obrębie lasów Wigierskiego Parku Narodowego nie ma większego wpływu na rozmieszczenie epifitycznych wątrobowców, takich jak *F. dilatata* czy *M. furcata*. Trzeba także pamiętać, że mówimy o różnicowaniu tych czynników już w obrębie zwartego kompleksu leśnego. Nie należy tego wiązać z faktem, iż generalnie występowanie epifitów i epiksyli w lasach jest warunkowane ich wysoką (w stosunku do terenów otwartych) wilgotnością oraz stabilniejszą





Ryc. 2. Zmienność wilgotności względnej na badanych stanowiskach

A – minimalna wilgotność względna dzienna, B – maksymalna wilgotność względna dzienna, C – średnia wilgotność względna dzienna, D – dzienna amplituda wilgotności względnej, E – mediana wilgotności względnej dziennej (kolor czerwony – dane dla stanowisk z *Frullania dilatata*, niebieski – stanowiska bez tego gatunku)

Fig. 2. Relative humidity at the tested localities

A – daily minimum relative humidity, B – daily maximum relative humidity, C – daily mean relative humidity, D – daily relative humidity amplitude, E – daily median relative humidity (in red – data for sites with *Frullania dilatata*, in blue – sites without *F. dilatata*)

temperaturą (SÖDERSTRÖM 1988, ANDERSSON & HYTTEBORN 1991, VELLAK & PAAL 1999, KLAMA 2002). W wyniku prowadzonych wcześniej badań na terenie WPN nad rzadkim, epiksylicznym puszczańskim wątrobowcem *Fuscocephaloziopsis catenulata* (GÓRSKI i in. 2019) ustalono, że czynnikiem decydującym o jego występowaniu jest stabilność warunków termiczno-wilgotnościowych (niewielkie amplitudy dzienne). W odniesieniu do epifitycznego gatunku, jakim jest miedzik płaski (*F. dilatata*) jest wręcz odwrotnie. Mikrosiedliska tej rośliny cechują się większą niestabilnością zarówno temperatury, jak i wilgotności w porównaniu z pozostałymi epifitami, np. *M. furcata*. Wydaje się, że możliwość wegetacji w takich warunkach powinna być cennym przystosowaniem w sytuacjach zmian w zwarciu drzewostanu wywołanych gospodarką leśną lub czynnikami naturalnymi. Z tego powodu zmiany wilgotności i temperatury w obrębie ekosystemu leśnego nie tłumaczą rzadkości tej rośliny.

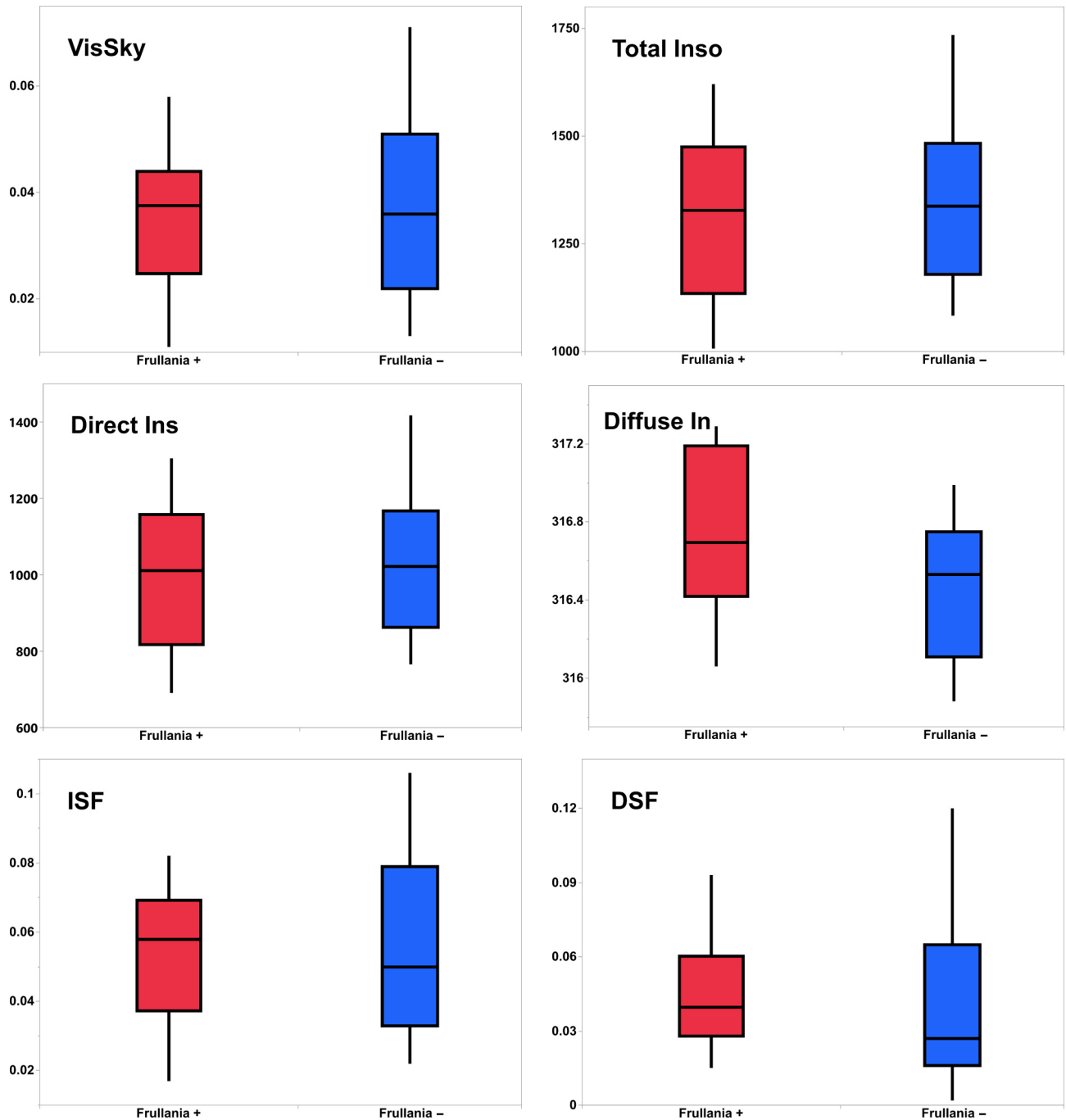
Z kolei analiza warunków nasłonecznienia daje zaskakujące wyniki. Powszechnie podkreślany jest

fakt częstego występowania *F. dilatata* w prześwietlonych drzewostanach, alejach drzew przydrożnych lub nawet pojedynczych drzewach poza zwartym lasem (np. STEBEL & ZUBEL 2018). Obraz rozmieszczenia tej rośliny w Wigierskim Parku Narodowym wskazuje, że przeciętnym siedliskiem *F. dilatata* nie są stanowiska nasłonecznione. To także podkreśla trafność wyboru powierzchni badawczych w niniejszych badaniach, bliższe zasadzie losowości niż doborowi miejsca z założoną tezą. Możliwość występowania miedzika płaskiego na siedliskach mocno nasłonecznionych można tłumaczyć przystosowaniami tej rośliny do oszczędnej gospodarki wodą. Gatunek ten ma liście boczne podzielone, z płatem brzuszным (od strony kory forofita) w kształcie mieszka/dzbanuszka gromadzącego wodę. Poza tym obecność rzędu amfigastriów jest czynnikiem dodatkowo zatrzymującym wodę spływającą grawitacyjnie po pniu. Dodatkowo, opisywana strona brzuszna jest przykryta liśćmi bocznymi gęsto dachówkowato zachodzącymi na siebie i wypukłymi (z brzegami podwiniętymi ku korze drzewa). Te mechanizmy z całą pewnością zapewniają

roślinie zaopatrzenie w wodę powstającą każdego dnia z porannej rosy, nawet pomimo późniejszego wzrostu temperatury w ciągu dnia. Takie właściwości mogą być wytłumaczeniem jednego z wyników analizy dyskryminacyjnej, wskazującym na zależność w występowaniu *F. dilatata* z wysoką średnią temperaturą dzienną w czerwcu. Należy zauważyć, że miesiąc

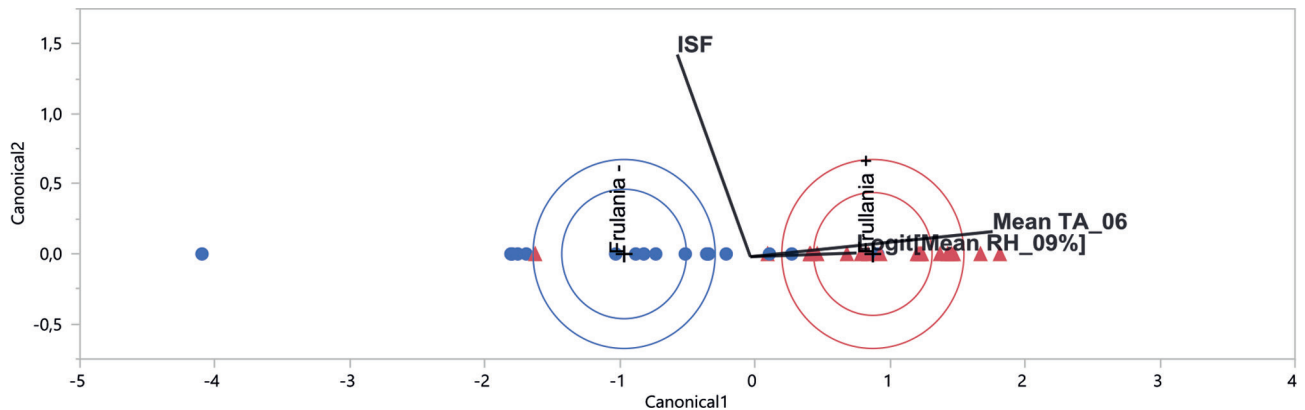
ten jest najcieplejszy w lasach WPN (por. ryc. 1A, B, C). Z całą pewnością plechowate i jednowarstwowe gametofory *M. furcata* trudniej znoszą takie warunki.

Kolejny wynik analizy dyskryminacyjnej wskazuje na wyraźnie istotną statystycznie zależność w występowaniu *F. dilatata* od średniej wilgotności względnej powietrza we wrześniu (por. ryc. 3). Interpretacja



Ryc. 3. Wykresy pudełkowe dla porównania dwóch grup stanowisk (z *Frullania* i bez tego gatunku) pod względem warunków oświetlenia. Zastosowane testy wykazały, że obie grupy nie różnią się istotnie lub różnią się słabo (przy  $p = 0,05$ ).  
Objaśnienia zmiennych: Diffuse In, Direct Ins, DSF, ISF, Total Inso, VisSky zobacz Materiał i metody

Fig. 3. Two groups of stands (with or without *Frullania*) were compared in terms of light conditions. Tests performed for these comparisons showed that the groups differ significantly only for Diffuse In (at  $p = 0.05$ ). Here, quantile box plots for two groups of stands are presented; for explanation of the variables Diffuse In, Direct Ins, DSF, ISF, Total Inso, VisSky see Material and methods



Ryc. 4. Wyniki analizy dyskryminacyjnej dla stanowisk z *Frullania dilatata* (Frullania +, 20 powierzchni) oraz bez tego gatunku (Frullania -, 18)

Objaśnienia: Mean TA\_06 – średnia temperatura dzienna czerwca, Mean RH\_09% – średnia wilgotność względna dzienna września (%), ISF – indirect site factor (zob. Materiał i metody).

Fig. 4. Linear Discriminant Analysis results for sites with or without *Frullania dilatata*

Abbreviations: Mean TA\_06 – daily mean temperature in June, Mean RH\_09% – daily mean relative humidity in September (%), ISF – indirect site factor (see Material i methods).

tego zjawiska musi być ostrożna. Warto natomiast zwrócić uwagę na fakt, że wrzesień jest pierwszym miesiącem po upalnym lecie (por. ryc. 1 i 2), w którym niższa temperatura i ponownie wysoka wilgotność zapewniają korzystne warunki do rozmnażania generatywnego omawianego wątrobowca. Gatunek ten obficie tworzy peryancja. Sama obecność wymienionej struktury otaczającej rodnie jest dla *F. dilatata* kolejną korzyścią (poza rekombinacją materiału genetycznego) polegającą na możliwości wegetatywnego rozmnażania poprzez rozmnóżki tworzące się na peryancjum. U tego gatunku mamy wyjątkową sytuację, że rozmnóżki bardzo rzadko tworzą się na liściach gametoforu (co jest powszechne u innych wątrobowców, rzadsze u mchów), a wykształcają się na peryancjach. Im dłuższy będzie okres korzystny dla rozmnażania płciowego, tym bardziej zwiększy się możliwość wegetatywnej propagacji. Ten okres rozpoczyna się najwcześniej we wrześniu i może trwać w październiku i listopadzie. Takich zależności nie można przypisać *M. furcata* (główny komponent grupy Frullania -). Wątrobowiec ten przez cały sezon wegetacyjny obficie tworzy wielokomórkowe rozmnóżki na brzegu plechy, rzadko tworzy organy płciowe.

Podsumowując, należy podkreślić, że celem strategicznym prowadzonych badań było określenie, czy wilgotność i temperatura (przy istotnym wpływie oświetlenia) są najważniejszymi elementami warunkującymi występowanie *F. dilatata* w ekosystemach leśnych. Realizacja tego projektu daje odpowiedź na to pytanie. Wymienione czynniki nie mają strategicznego znaczenia w odniesieniu do lasów Wigierskiego Parku Narodowego. Nie można zatem wyjaśnić rzadkości występowania tej rośliny w kontekście pogarszania się (z punktu widzenia wegetacji gatunku) wilgotności czy temperatury (mikroklimatu) wnętrza lasu. Badania wyraźnie wskazują, że można

próbować powiązać zmienność tych czynników w sezonie wegetacyjnym z pewnymi właściwościami biologicznymi gatunku.

#### PODZIĘKOWANIA

Badania dofinansowano ze środków funduszu leśnego, w ramach umowy zawartej pomiędzy Państwowym Gospodarstwem Leśnym Lasy Państwowe a Wigierskim Parkiem Narodowym (EZ.0290.1.20.2019 – Działanie nr 40).

#### LITERATURA

- ANDERSSON L.I., HYTTBORN H. (1991): Bryophytes and decaying wood: A comparison between managed and natural forest. *Holarctic Ecology* 14: 121–130.
- BOEHNER J., ANTONIC O. (2009): Land-surface parameters specific to Topo-Climatology. W: T. Hengl, H. Reuter (red.). *Geomorphometry – Concepts, Software, Applications. Developments in Soil Science* 33: 195–226.
- FOJCIK B., ZUBEL R., WIERZCHOLSKA S., ROSADZIŃSKI S., STANIASZEK-KIK M., RUSIŃSKA A., SZCZEPAŃSKI M., VONČINA G., WOLSKI G., CIURZYCKI W., GÓRSKI P., PIWOWARSKI B., PAWLIKOWSKI P. (2017): Materiały do brioflory rezerwatu przyrody Boczki (Puszcza Romincka). *Steciana* 21(4): 147–158.
- FUDALI E. (1999): Mszaki rezerwatów leśnych Puszczy Bukowej pod Szczecinem na tle zróżnicowania fitosocjologicznego i ekologicznego siedlisk. *Badania Fizjograficzne nad Polską Zachodnią, Seria B, Botanika* 48: 165–187.
- GOCLAWSKA D. (1966): Materiały do flory mszaków Puszczy Knyszyńskiej. Cz. 1. Mszaki nadleśnictwa Żłota Wieś. *Fragmenta Floristica et Geobotanica* 12(2): 185–193.

- GÓRSKI P. (2006a): Liverworts of the nature reserve in Wielkopolska. 1. "Las Łęgowy w Dolinie Pomianki". Roczniki Akademii Rolniczej w Poznaniu 378, Botanika-Steciana 10: 87–96.
- GÓRSKI P. (2006b): Liverworts of the nature reserve in Wielkopolska. 2. "Olbina". Roczniki Akademii Rolniczej w Poznaniu 378, Botanika-Steciana 10: 97–102.
- GÓRSKI P. (2006c): Liverworts of the nature reserve in Wielkopolska. 3. "Dąbrowa koło Biadek Krotoszyńskich". Roczniki Akademii Rolniczej w Poznaniu 378, Botanika-Steciana 10: 103–108.
- GÓRSKI P. (2007a): Liverworts of the nature reserve in Wielkopolska Region. 4. "Dolina Kamionki". Roczniki Akademii Rolniczej w Poznaniu 386, Botanika-Steciana 11: 73–76.
- GÓRSKI P. (2007b): Liverworts of the nature reserve in Wielkopolska Region. 5. "Uroczysko Jary". Roczniki Akademii Rolniczej w Poznaniu 386, Botanika-Steciana 11: 77–79.
- GÓRSKI P. (2007c): Liverworts of the nature reserve in Wielkopolska Region. 6. "Kozie Brody", "Wilcze Błoto", "Jezioro Czarne" and "Brzeziny". Roczniki Akademii Rolniczej w Poznaniu 386, Botanika-Steciana 11: 81–84.
- GÓRSKI P. (2010): A contribution to the liverwort flora of the Drawsko Lake district (Western Pomerania, Poland). Roczniki Akademii Rolniczej w Poznaniu 389, Botanika-Steciana 14: 19–26.
- GÓRSKI P. (2013): Wątrobowce (*Marchantiophyta*) Leśnego Kompleksu Promocyjnego „Lasy Środkowopomorskie” (Pomorze Zachodnie). PGL Lasy Państwowe Nadleśnictwo Karnieszewice, Wydawnictwo Uniwersytetu Przyrodniczego w Poznaniu, Sianów–Poznań.
- GÓRSKI P., ROMAŃSKI M. (2018): Wątrobowiec *Frullania dilatata* w Wigierskim Parku Narodowym na tle jego występowania w Polsce. Steciana 22(3): 101–114.
- GÓRSKI P., ROMAŃSKI M., TOMASZEWSKI D. (2019): Seeking for habitat characteristics which determine epixylic liverwort *Fuscocephaloziopsis catenulata* occurrence in old boreal forests in north-eastern Poland. Herzogia 32: 172–182.
- HANTZSCHEL J., GOLDBERG V., BERNHOFER C. (2005): GIS-based regionalisation of radiation, temperature and coupling measures in complex terrain for low mountain ranges. Meteorological Applications 12:01: 33–42.
- HODGETTS N.G. (2015): Checklist and country status of European bryophytes – towards a new Red List for Europe. Irish Wildlife Manuals, No. 84. National Parks and Wildlife Service, Department of Arts, Heritage and the Gaeltacht, Ireland.
- KARCZMARZ K., SOKOŁOWSKI A.W. (1992): Brioflora Puszczy Knyszyńskiej. Annales Universitatis Mariae Curie-Skłodowska, Sectio C, Biologia 47: 89–118.
- KARCZMARZ K., SOKOŁOWSKI A.W. (1995): Mchy i wątrobowce Puszczy Knyszyńskiej. W: A. Czerwiński (red.). Puszcza Knyszyńska. Monografia Przyrodnicza. Zespół Parków Krajobrazowych w Supraślu, Supraśl: 155–171.
- KLAMA H. (2002): Distribution patterns of liverworts (Marchantiopsida) in natural forest communities (Białowieża Primeval Forest, NE Poland). University of Bielsko-Biała, Bielsko-Biała.
- KLAMA H., GÓRSKI P. (2018): Red List of Liverworts and Hornworts of Poland (4th edition, 2018). Cryptogamie, Bryologie 39(4): 415–441.
- KUBINSKÁ A., JANOVICOVÁ K., ŠOLTĚS R. (2001): Aktualizovaný zoznam pečeňoviek, rožtekov a machov Slovenska. Bryonora 28: 4–10.
- KUČERA J., VÁŇA J., HRADÍLEK Z. (2012): Bryophyte flora of the Czech Republic: updated checklist and Red List and a brief analysis. Preslia 84: 813–850.
- ŁACHACZ A., PISAREK W. (2007): Flora mszaków i roślin naczyniowych rezerwatu przyrody Małga na Równinie Mazurskiej. Parki Narodowe i Rezerwaty Przyrody 26(2): 17–28.
- MIERZEŃSKA M. (1994): Wątrobowce Gorców. Fragmenta Floristica et Geobotanica – Series Polonica 1: 235–346
- OKE T.R. (2000): Boundary layer climates. Taylor & Francis, New York.
- PISAREK W., SAWICKI J., SZCZECIŃSKA M. (2002): Flora roślin naczyniowych i mszaków rezerwatu „Źródła rzeki Łyny im. prof. R. Kobendzy”. Acta Botanica Warmiae et Masuriae 2: 93–110
- REJMENT-GROCHOWSKA I. (1964a): Materiały do flory mszaków Mazowsza. Dolina Bugu na odcinku Serock–Zegrze. Fragmenta Floristica et Geobotanica 7(1): 169–178.
- REJMENT-GROCHOWSKA I. (1964b): Materiały do flory mszaków Mazowsza z powiatu Pułtusk i parku w Jabłonnie. Fragmenta Floristica et Geobotanica 10(2): 239–247.
- REJMENT-GROCHOWSKA I., MICKIEWICZ J. (1962): Materiały do flory mszaków Suwalszczyzny. Fragmenta Floristica et Geobotanica 8(1): 3–22.
- SCHNYDER N., BERGAMINI A., HOFMANN H., MÜLLER N., SCHUBIGER-BOSSARD C., URMİ E. (2004): Rote Liste der gefährdeten Arten der Schweiz. Moose. BUWAL, FUB & NISM. BUWAL-Reihe, Vollzug Umwelt.
- SÖDERSTRÖM L. (1988): The occurrence of epixylic bryophyte and lichen species in an old natural and a managed forest stand in northeast Sweden. Biological Conservation 45: 169–178.
- STEBEL A. (1997): Mszaki okolic Węgorzewa na Pojezierzu Mazurskim. Fragmenta Floristica et Geobotanica Series Polonica 4: 235–244.
- STEBEL A. (2002): Materiały do brioflory Parku Narodowego Bory Tucholskie (Pomorze Zachodnie). Parki Narodowe i Rezerwaty Przyrody 21(2): 159–175



- STEBEL A. (2008): Materiały do rozmieszczenia chronionych i rzadkich gatunków mszaków na Śląsku Opolskim. *Natura Silesiae Superioris* 11: 11–25
- STEBEL A. (2012): Preliminary studies on the bryoflora of the Narwiański National Park (NE Poland). *Časopis Slezského Muzea, Series A, Opava* 61: 265–271.
- STEBEL A., ZUBEL R. (2018): Wątrobowiec *Frullania dilatata* (Jubulaceae) w polskiej części Karpat – rozmieszczenie, ekologia, zagrożenia. *Roczniki Bieszczadzkie* 26: 151–168.
- SZWEYKOWSKI J. (2006): An annotated checklist of Polish liverworts and hornworts. – Krytyczna lista wątrobowców i glików Polski. Biodiversity of Poland. Vol. 4. W. Szafer Institute of Botany, Polish Academy of Sciences, Kraków.
- VELLAK K., PAAL J. (1999): Diversity of bryophyte vegetation in some forest types in Estonia: a comparison of old unmanaged and managed forests. *Biological Conservation* 8: 1595–1620.
- WILCZYŃSKA W. (1974): Flora mchów i zbiorowisk mszaków Gór Kaczawskich. *Studium florystyczno-ekologiczne. Monographiae Botanice* 44: 3–111.
- WILSON J.P., GALLANT J.C. (2000): Secondary topographic attributes. W: J.P. Wilson, J.C. Gallant (red.). *Terrain analysis: Principles and applications*. John Wiley & Sons Inc., New York: 87–131.
- For citation:** GÓRSKI P., ROMAŃSKI M., TOMASZEWSKI D. (2019): Siedliskowe uwarunkowania występowania wątrobowca *Frullania dilatata* w Wigierskim Parku Narodowym (północno-wschodnia Polska). *Steciana* 23, 4: 41–49. doi: 10.12657/steciana.023.004