

Artykuł

Występowanie bezlistu okrywowego *Buxbaumia viridis* (Moug.) Brid. w Bieszczadach

Piotr Brewczyński¹, Kamil Gralek² and Piotr Bilański^{3,*}

¹ Nadleśnictwo Głogów, ul. Fabryczna 57, 36-060 Głogów Małopolski, Polska; Piotr.Brewczynski@krosno.lasy.gov.pl

² Regionalna Dyrekcja Lasów Państwowych w Krośnie, ul. Bieszczadzka 2, 38-400 Krosno, Polska; Kamil.Gralek@krosno.lasy.gov.pl

³ Katedra Ochrony Ekosystemów Leśnych, Uniwersytet Rolniczy w Krakowie, Al. 29 Listopada 46, 31-425 Kraków, Polska

* Adres do korespondencji: Piotr.Bilanski@urk.edu.pl; Tel.: +48-1266-253-69

Citation: Brewczyński, P.; Gralek, K.; Bilański, P. The Occurrence of the Green Shield-Moss *Buxbaumia viridis* (Moug.) Brid. in the Bieszczady Mountains. *Forests* **2021**, *12*, 374. <https://doi.org/10.3390/f12030374>

Academic Editor: Timothy A. Martin

Received: 11 February 2021

Accepted: 18 March 2021

Published: 20 March 2021

Publisher's Note: MDPI stays neutral with regard to jurisdictional claims in published maps and institutional affiliations.



Copyright: © 2021 by the authors. Licensee MDPI, Basel, Switzerland. This article is an open access article distributed under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY) license (<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>).

Abstrakt: Bezlist okrywowy *Buxbaumia viridis* (Moug.) Brid. ze względu na niewielkie rozmiary gametofitu i sporofitu jest mchem trudnym do badań. W Europie od kilkunastu lat nastąpił wzrost zainteresowania tym gatunkiem głównie w związku z wdrożeniem sieci obszarów Natura 2000. W Polsce *B. viridis* stwierdzany był dotychczas w ramach pojedynczych i ograniczonych pod względem obszaru i liczby zaangażowanych osób prac badawczych. Jednym z regionów Polski, gdzie stwierdzono stosunkowo niedawno stanowiska *B. viridis* są Bieszczady. Na tym terenie dotychczas nie prowadzono jednak zakrojonych na szeroką skalę badań nad tym gatunkiem. Celem obecnych badań było poznanie stanu populacji *B. viridis* w Bieszczadach, w szczególności rozmieszczenia stanowisk i liczebności populacji, zbadanie wybranych preferencji mikrosiedliskowych oraz ocena stanu ochrony tego mchu w obszarze Natura 2000 PLC180001 Bieszczady. Prace były prowadzone zarówno w lasach gospodarczych jak i w lasach Bieszczadzkiego Parku Narodowego. Obszar na którym prowadzono badania obejmował 93 490,44 ha, w tym powierzchnia lasów gospodarczych wynosiła 69 056,23 ha, a powierzchnia lasów chronionych w Bieszczadzkiem Parku Narodowym wynosiła 24 434,21 ha. Wstępne badania przeprowadzono w lasach Nadleśnictwa Cisna (pow. leśna 19 555,82 ha) dniach 15-17 listopada 2017 r. Zasadnicze badania wykonano, w wybranych wydzieleniach leśnych na terenie 4 nadleśnictw: Baligród, Komańcza, Lutowiska, Stuposiany oraz w lasach Bieszczadzkiego Parku Narodowego w terminie od 5 do 16 listopada 2018 r. Prace terenowe polegały na poszukiwaniu sporofitów i set *B. viridis* oraz opisie wybranych cech jego populacji oraz stanowisk. W rezultacie przeprowadzonych prac odnaleziono 353 nowe stanowiska bezlistu okrywowego na 202 powierzchniach badań. Na stanowiskach tych stwierdzono 9 197 osobników diploidalnych (sporofity lub same sety), które rosły na 545 mikrosiedliskach. Wyniki te wskazują, iż w Bieszczadach w 2017 i 2018 r. w ciągu 17 dni poszukiwań odkryto dwa razy więcej stanowisk, niż do tej pory w całej Polsce w czasie ponad 150 lat (159). Liczba policzonych na tych stanowiskach sporofitów i set również była ponad dwa razy większa od ich łącznej liczby podawanej ze stwierdzonych dotychczas stanowisk w Polsce. Praca zawiera także między innymi informacje na temat wybranych preferencji mikrosiedliskowych oraz ocenę stanu ochrony tego mchu w obszarze Natura 2000 PLC180001 Bieszczady.

Keywords: *Buxbaumia viridis*, sporofit, lasy gospodarcze, park narodowy, substrat, mikrosiedlisko, Natura 2000

1. Wstęp

Bezlist okrywowy *Buxbaumia viridis* (Moug.) Brid. jest rozdzielнопłciowym mchem epiksylicznym, rzadziej epigeicznym. Prowadzenie badań nad tym gatunkiem jest bardzo utrudnione, ze względu na jego biologię. Mikroskopijny gametofit (< 1 mm) jest praktycznie niezauważalny w terenie, widoczne są jedynie ortotropowe sporofity (1–2 cm), choć ich zauważenie nie jest łatwe i wymaga wprawy. Przy czym łatwiejsze do zaobserwowania są sporofity młode w okresie jesiennym, kiedy ich puszki mają barwę zielonożółtą i wyraźnie odcinają się od podłoża, na którym rosną. W czasie śnieżnych zim (szczególnie w warunkach górskich i podgórszych) odnalezienie sporofitów jest praktycznie niemożliwe. Zalegająca warstwa śniegu może powodować uszkodzenie części sporofitów, zmniejszając szansę na ich zaobserwowanie wiosną. W okresie wiosennym, kiedy puszki dojrzewają i zmieniają barwę na ciemnozieloną, żółtą i w końcu ochrowożółtą, ich zauważenie jest dużo trudniejsze. Samo poszukiwanie sporofitów *B. viridis* jest niezwykle pracochłonne i polega na bardzo dokładnym przeszukiwaniu potencjalnych mikrosiedlisk.

Buxbaumia viridis jest rośliną jednoroczną. Młode osobniki pojawiają się jesienią (październik – listopad), dojrzewają od marca do czerwca [1–3]. Liczba zarodników w jednej puszcze jest bardzo duża, znacznie większa niż u innych mchów epiksylicznych i waha się od 1.4 do 9.0 mln, średnio wynosi ona 6 mln [4]. Rośnie na próchniejącym drewnie, humusie i podłożu mineralnym, przy czym warunkiem niezbędnym jest duża wilgotność powietrza, zapewniająca odpowiednią i w miarę stabilną wilgotność substratu [5–7]. W Polsce *B. viridis* stwierdzany był dotychczas głównie na rozkładającym się drewnie jodłowym i świerkowym, rzadziej bukowym [1,5]. Stanowiska na humusie lub glebie mineralnej stwierdzane były rzadko [8,9]. W 2016 roku w Puszczy Białowieskiej znaleziono pierwsze stanowisko na próchniejącym drewnie dębowym (*Quercus robur* L.). W sumie na dwóch kłodach stwierdzono 78 sporofitów [10]. Silny związek z martwym, próchniejącym drewnem powoduje, że jest to gatunek wybitnie związany ze środowiskiem leśnym. Występuje w różnorodnych zbiorowiskach leśnych: buczynie karpackiej *Dentario glandulosae* – *Fagetum*, a szczególnie w jej podzespole jodłowym – jedlinie karpackiej *Dentario glandulosae*-*Fagetum abietetosum*, ciepłolubnej jedlinie *Carici albae* – *Fagetum abietetosum* i ciepłolubnej buczynie *Carici albae* – *Fagetum typicum*, kwaśnej buczynie *Luzulo pilosae* – *Fagetum*, grądzie subkontynentalnym *Tilio-Carpinetum*, grądzie gwiazdnicowym *Stellario-Carpinetum* [1]. Generalnie większość stwierdzeń *B. viridis* pochodzi z lasów o dużym udziale jodły pospolitej *Abies alba* Mill. i świerka pospolitego *Picea abies* (L.) H. Karst. [2].

Buxbaumia viridis występuje w Ameryce Północnej [11], Europie [12,13], i Azji [14,15]. W Europie znana jest między z terytorium krajów Unii Europejskiej (UE) takich jak: Austria, Bułgaria, Chorwacja, Czechy, Dania, Estonia, Finlandia, Francja, Niemcy, Grecja, Węgry, Włochy, Łotwa, Litwa, Polska, Rumunia, Słowacja, Słowenia, Hiszpania, Szwecja [16], a także z innych krajów jak: Albania, Bośnia and Hercegowina, Czarnogóra, Północna Macedonia [17], Rosja [18] Serbia [17], Wielka Brytania [7].

Najliczniejsze stwierdzane dotychczas w Polsce stanowiska sporofitów liczyły kilkadziesiąt okazów, częściej odnotowywane były grupy po kilka osobników lub pojedyncze sporofity [1,5,9]. Polska populacja *B. viridis* została oszacowana w 2014 roku na około 4000 sporofitów [19]. Pojedyncze, rozproszone stanowiska tego mchu były znane głównie z Karpat i Sudetów, pasa wyżyn południowych oraz północnej i zachodniej części kraju [5]. Od kilkunastu lat nastąpił wzrost zainteresowania *B. viridis*, głównie w związku z wdrożeniem w Europie sieci obszarów Natura 2000, który skutkuje coraz licześniejszymi stwierdzeniami nowych stanowisk między innymi w Polsce [19,20], na Słowacji, [1,21,22], w Czechach [23], na Węgrzech oraz w pozostałych krajach UE [16]. Na ten fenomen zwrócili uwagę również Plášek [24], Chachuła i Vončina [25], Cykowska i Vončina [26], Vončina [1], Paciorek [21], Kropik i in. [27]. Te nowe stwierdzenia, pomimo iż prowadzone w ramach jednostkowych i ograniczonych pod względem obszaru i zaangażowanych zasobów ludzkich przyczynkowych prac badawczych, nasuwają przy-

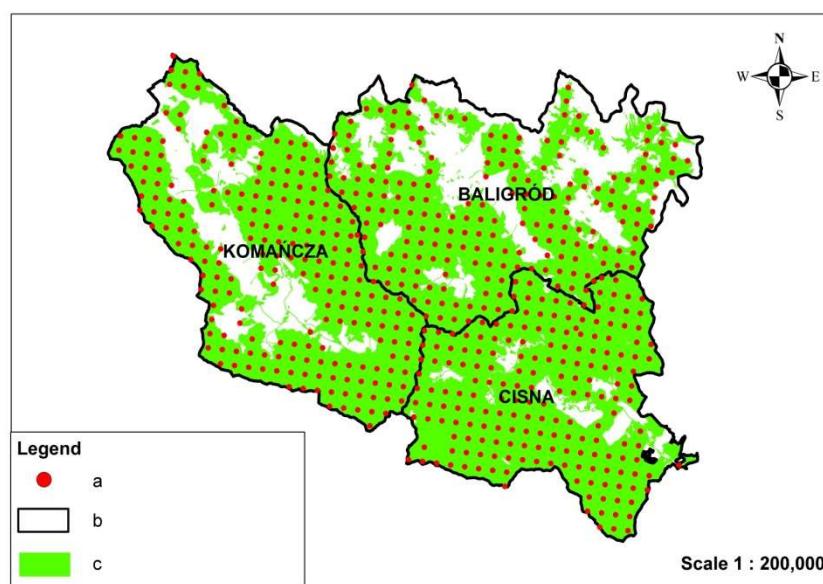
puszczenie, że być może gatunek nie jest w Polsce tak rzadki, jak do tej pory uważano [28]. O takiej sytuacji może świadczyć jego status w The IUCN Red List of Threatened Species [29], w której gatunek ma w Europie kategorię LC – gatunek najmniejszej troski, a trend populacyjny jest określony jako stabilny. Brak kompleksowych badań nad występowaniem gatunku w Polsce, szczególnie całościowego rozpoznania stanu populacji w obszarach, gdzie notowano pojedyncze, rozproszone stanowiska, stały się prawdopodobnie podstawą wpisania w 2001 roku *B. viridis* na listę gatunków chronionych w Polsce [30]. Koncentrowanie poszukiwań w obszarach chronionych (parkach narodowych czy rezerwach przyrody) doprowadziło do powstania wśród badaczy przekonania, że *B. viridis* znacznie rzadziej występuje w lasach, gdzie prowadzona jest racjonalna gospodarka leśna i jego szanse na przetrwanie w takich obszarach są znacznie mniej pewne, wobec czego należy w miejscach stwierdzeń tego mchu w lasach gospodarczych tworzyć strefy wyłączone z prowadzenia gospodarki leśnej [1,2,19,20,31–34].

W Polsce jednym z regionów gdzie stosunkowo niedawno stwierdzono stanowiska *B. viridis* są Bieszczady. Pierwsze informacje o występowaniu *B. viridis* w Bieszczadach pochodzą z 2010 roku i dotyczą 5 stanowisk, na których stwierdzono łącznie 72 osobniki diploidalne [25]. W 2014 roku odnaleziono kolejne 18 stanowisk (16 w Nadleśnictwie Lutowiska i 2 w Nadleśnictwie Stuposiany), na których stwierdzono łącznie 120 sporofitów (111 w Nadleśnictwie Lutowiska i 9 w Nadleśnictwie Stuposiany) [19,20]. W tym regionie dotychczas nie prowadzono zakrojonych na szeroką skalę badań nad *B. viridis*.

Celem pracy było poznanie stanu populacji *B. viridis* w Bieszczadach, w szczególności rozmieszczenia stanowisk i liczebności populacji, zbadanie wybranych preferencji mikrosiedliskowych oraz ocena stanu ochrony tego mchu w obszarze Natura 2000 PLC180001 Bieszczady.

2. Materiały i metody

Badania nad występowaniem *B. viridis* w Bieszczadach prowadzone były w ramach okresowej powszechnej inwentaryzacji gatunków roślin, zwierząt i innych organizmów oraz parametryzacji wybranych cech biotopów, wykonywanej w Polsce przez Państwowe Gospodarstwo Leśne Lasy Państwowe (PGL LP) na podstawie Decyzji Dyrektora Generalnego Lasów Państwowych nr 77 z dnia 16 kwietnia 2018 r. Prace były prowadzone w lasach zarządzanych przez 4 nadleśnictwa: Baligród, Komańcza, Lutowiska, Stuposiany oraz w lasach Bieszczadzkiego Parku Narodowego (BdPN). Obszar na którym prowadzono badania obejmował 93 490,44 ha (lasy w zarządzie ww. nadleśnictw - 69 056,23 ha, lasy w zarządzie Bieszczadzkiego Parku Narodowego - 24 434,21 ha). Ze względu na tak duży obszar poszukiwania prowadzone były w wybranych wydzieleniach leśnych. Wydzielenie leśne jest to wyodrębniona w toku opisu taksacyjnego lasu powierzchnia leśna jednorodna pod względem warunków siedliska i najważniejszych cech drzewostanu. Każde wybrane wydzielenie stanowiło oddzielną powierzchnię badań. Wydzielenia wytypowano w następujący sposób. Najpierw wyznaczono punkty w węzłach siatki kwadratów o boku 1 km x 1 km, powstałej z zagęszczenia ogólnopolskiej sieci powierzchni kołowych rozmieszczonych w węzłach siatki o bokach 4 km x 4 km, wykorzystywanych do Wielkoobszarowej Inwentaryzacji Stanu Lasu [35]. Przykład takiej siatki dla Nadleśnictw Baligród, Cisna i Komańcza przedstawia rycina 1.

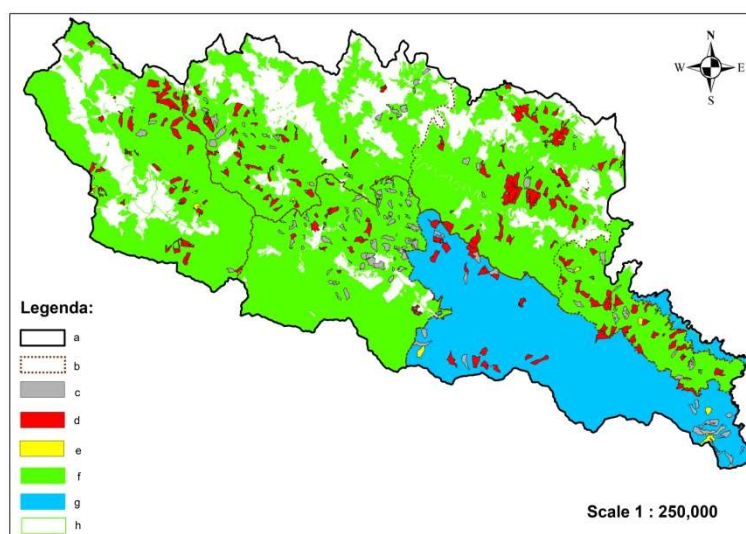


Rycina 1. Rozmieszczenie punktów w węzłach siatki kwadratów o boku 1 km x 1 km, powstałej z zagęszczenia ogólnopolskiej sieci powierzchni kołowych rozmieszczonych w węzłach siatki o bokach 4 km x 4 km, wykorzystywanych do Wielkoobszarowej Inwentaryzacji Stanu Lasu : (a) środki powierzchni kołowych, (b) granice nadleśnictw objętych inwentaryzacją, (c) grunty Lasów Państwowych.

Następnie w wydzieleniach, w których wypadły punkty tej siatki, sprawdzono skład gatunkowy drzewostanu i jego wiek. Wyselekcjonowano wydzielenia, w których występowała jodła w udziale nie mniejszym niż 20% i wieku nie mniejszym niż 70 lat oraz młodniki powstałe w wyniku stosowania rębni złożonej z obecnością przestojów jodły – taki wiek i skład gatunkowy drzewostanów daje duże prawdopodobieństwo obecności potencjalnych mikrosiedlisk odpowiednich dla *B. viridis*. W przypadku Nadleśnictwa Stuposiany i Bieszczadzkiego Parku Narodowego, z uwagi na zbyt małą ilość wydzieleni leśnych, w których wypadły węzły siatki kwadratów o boku 1 km x 1 km, spełniających powyższy warunek, obniżono wymaganie udziału jodły w wieku nie niższym niż 70 lat do 10%. W wyniku zastosowania takich kryteriów wybrano 250 wydzieleni leśnych. Liczba wytypowanych wydzieleni w poszczególnych nadleśnictwach i Bieszczadzkim Parku Narodowym przedstawia się następująco:

- 1) Nadleśnictwo Baligród – 62 wydzielenia, w tym 61 wydzieleni z udziałem jodły co najmniej 20% w wieku co najmniej 70 lat oraz 1 wydzielenie z cechą drzewostanu „młodnik po rębni złożonej, z obecnością jodły w przestojach”.
- 2) Nadleśnictwo Komańcza – 46 wydzieleni z udziałem jodły co najmniej 20% w wieku co najmniej 70 lat.
- 3) Nadleśnictwo Lutowiska – 64 wydzielenia, w tym 60 wydzieleni z udziałem jodły co najmniej 20% w wieku co najmniej 70 lat oraz 4 wydzielenia z cechą drzewostanu „młodnik po rębni złożonej, z obecnością jodły w przestojach”.
- 4) Nadleśnictwo Stuposiany – 40 wydzieleni, w tym 19 wydzieleni z udziałem jodły co najmniej 20% w wieku co najmniej 70 lat, 17 wydzieleni z udziałem jodły co najmniej 10% w wieku co najmniej 70 lat oraz 4 wydzielenia z cechą drzewostanu „młodnik po rębni złożonej, z obecnością jodły w przestojach”.
- 5) Bieszczadzki Park Narodowy – 38 wydzieleni, w tym 19 wydzieleni z udziałem jodły co najmniej 20% w wieku co najmniej 70 lat oraz 19 wydzieleni z udziałem jodły co najmniej 10% w wieku co najmniej 70 lat.

Rozmieszczenie wydziałów wybranych do poszukiwań *B. viridis* przedstawia rycina 2.



Rycina 2. Rozmieszczenie powierzchni badań *Buxbaumia viridis*: (a) granica obszaru objętego badaniami, (b) granice zasięgu terytorialnego nadleśnictw i Bieszczadzkiego Parku Narodowego (BdPN), (c) granice powierzchni wytypowanych do poszukiwań, na których nie stwierdzono stanowisk *B. viridis*, (d) granice powierzchni wytypowanych do poszukiwań, na których stwierdzono stanowiska *B. viridis*, (e) granice powierzchni, na których stwierdzono stanowiska *B. viridis* podczas przemieszczania się do powierzchni wybranych do poszukiwań, (f) grunty w zarządzie nadleśnictw, (g) grunty w zarządzie BdPN, i (h) grunty innych własności.

Prace terenowe wykonywane były przez 30 osób posiadających ekspercką wiedzę na temat *B. viridis*, podzielonych na 10 trzyosobowych zespołów, w terminie od 5 do 16 listopada 2018 r. W okresie wykonywania prac na terenie badań nie zalegała pokrywa śnieżna. Zespoły przeszukiwały wytypowane powierzchnie badań, koncentrując się na próchniejących kłodach jodłowych, świerkowych i bukowych, czyli znanych z literatury potencjalnych mikrosiedliskach [1,5]. Z uwagi na wielkość wydziałów w górach (największe przeszukiwane wydziałenie miało 82,29 ha), najintensywniejsze poszukiwania były prowadzone w pobliżu potoków, gdzie występowało największe prawdopodobieństwo odnalezienia sporofitów *B. viridis* [36]. Podczas przechodzenia pomiędzy kolejnymi potokami przeszukiwane były potencjalne mikrosiedliska położone na stokach, z dala od płynącej wody. Pomimo zaangażowania znacznej liczby osób, nie było możliwości sprawdzenia wszystkich potencjalnych mikrosiedlisk tego mchu w przeszukiwanych powierzchniach badań.

Po odnalezieniu sporofitów określano ich liczbę w obrębie mikrosiedliska oraz przyporządkowano je do stanowiska. Za odrębne stanowisko uznawano mikrosiedlisko (pień próchniejącego drzewa lub glebę) ze sporofitami lub większą liczbą mikrosiedlisk jeśli znajdowały się w obszarze o średnicy ok. 25 m (5 arów). Informacje o każdym odnalezionym stanowisku były na bieżąco wprowadzane do formularzy zbiorczych. W przypadku stwierdzenia stanowiska bezlistu okrywowego odnotowywane były następujące dane: współrzędne geograficzne każdego stanowiska, adres leśny wydziałenia (numer identyfikacyjny wydziałenia), liczba sporofitów, liczba zasiedlonych kłód, liczba sporofitów na każdej kłodzie, gatunek drzewa z jakiego pochodziła próchniejąca kłoda (lub fakt występowania na glebie), wymiary każdej kłody (długość i średnica w środku długości) oraz stopień rozkładu kłody (w trzystopniowej skali, gdzie pierwszy stopień oznaczał drewno słabo rozłożone, twarde, drugi – drewno miękkie, z zachowanym kształtem kłody, trzeci – drewno silnie rozłożone, bezkształtne). W oparciu o System Informatyczny Lasów Państwowych dla każdej powierzchni badań, na której stwier-

dzono stanowisko bezlistu okrywowego, określono rodzaj ostatniego zabiegu z zakresu gospodarki leśnej i rok wykonania tego zabiegu. Założono, że na powierzchniach badań w Bieszczadzkim Parku Narodowym nie były prowadzone żadne prace z zakresu gospodarki leśnej. Dla każdego stanowiska wykonano również ocenę stanu ochrony *B. viridis*, zgodnie z wytycznymi zawartymi w Rozporządzeniu Ministra Środowiska z 30 marca 2010 r. w sprawie sporządzania projektu planu ochrony dla obszaru Natura 2000 [37].

Każde stanowisko zostało sfotografowane (każde mikrosiedlisko ze sporofitami oraz warunki siedliskowe na stanowisku) a zdjęcia zarchiwizowane w sposób umożliwiający ich identyfikację z konkretnym stanowiskiem. Notowano również stanowiska, które zostały stwierdzone poza wytypowanymi powierzchniami badań, podczas przemierzania się zespołów. Dla tych stanowisk określano tylko współrzędne geograficzne.

W dniach 15-17 listopada 2017 roku 33 osoby, podzielone na 11 trzyosobowych zespołów, przeprowadziły pilotażowe badania w lasach Nadleśnictwa Cisna (pow. leśna 19 555,82 ha). Z uwagi na fakt, że prace te były ukierunkowane również na poszukiwanie widłozębu zielonego *Dicranum viride* (Sull. & Lesq.) Lindb., nie zastosowano kryteriów drzewostanowych opisanych powyżej do wytypowania powierzchni badań. Powierzchnie badań stanowiły wszystkie wydzielania leśne (190), w których znajdowały się punkty przecięcia siatki kwadratów o boku 1km x 1km, powstałej z zagęszczenia ogólnopolskiej sieci powierzchni kołowych rozmieszczonych w węzłach siatki o bokach 4km x 4km, wykorzystywanych do Wielkoobszarowej Inwentaryzacji Stanu Lasu. Z uwagi, że bezpośrednio przed przystąpieniem do poszukiwań spadł śnieg, zrezygnowano z przeszukiwania powierzchni badań zlokalizowanych w południowej części Nadleśnictwa, położonych na stokach o ekspozycji północnej i na większych wysokościach. Pokrywa śnieżna na kłodach była tam na tyle duża, że całkowicie uniemożliwiła zauważenie sporofitów *B. viridis*. Ostatecznie przeszukano 71 powierzchni badań, z których tylko 10 spełniało kryteria przyjęte do typowania powierzchni badań w 2018 roku. Z uwagi na pilotażowy charakter tych poszukiwań notowano tylko ogólną liczbę sporofitów na stanowisku, liczbę mikrosiedlisk i współrzędne geograficzne. Nie notowano danych o gatunku drewna, na którym stwierdzono sporofity, jego wymiarach oraz stopniu rozkładu kłód. Dla każdego stanowiska dokonano oceny stanu ochrony *B. viridis* zgodnie z wytycznymi zawartymi w Rozporządzeniu Ministra Środowiska z 30 marca 2010 r. w sprawie sporządzania projektu planu ochrony dla obszaru Natura 2000 [37]. W oparciu o System Informatyczny Lasów Państwowych dla każdego wydzielania, w którym stwierdzono stanowisko *B. viridis*, określono rodzaj ostatniego zabiegu z zakresu gospodarki leśnej i rok wykonania tego zabiegu. Z tego powodu dane z Nadleśnictwa Cisna zostały użyte do: ogólnych zestawień dotyczących liczby stanowisk, mikrosiedlisk i sporofitów, rozmieszczenia stanowisk *B. viridis* na obszarze objętym badaniami, określenia związku pomiędzy występowaniem a rodzajem zabiegów i czasem jego wykonania oraz oceny stanu *B. viridis* w obszarze Natura 2000 PLC180001 Bieszczady. Pozostałe analizy zostały przeprowadzone z wyłączeniem danych pozyskanych w tym Nadleśnictwie.

Ze wszystkich analiz i zestawień, z wyjątkiem liczby stanowisk i sporofitów oraz ich rozmieszczenia na obszarze objętym badaniami, zostały również wyłączone dane zebrane podczas przejść pomiędzy wytypowanymi wydzielaniami.

W celu oceny różnic między grupami dla zmiennych wyrażonych jako frakcje wykonano test χ^2 , a następnie zastosowano procedurę Marascuilo do porównania frakcji parami. Testy te przeprowadzono za pomocą oprogramowania R [38]. Pozostałe analizy statystyczne przeprowadzono za pomocą programu Statistica wer. 12 [39].

3. Wyniki

W rezultacie przeprowadzonych prac odnaleziono 353 nowe stanowiska bezlistu okrywowego na 202 powierzchniach badań. Na stanowiskach tych stwierdzono 9 197 osobników diploidalnych (sporofity lub same sety), które rosły na 545 mikrosiedliskach.

W trakcie przemarszów na wybrane powierzchnie badań odnaleziono 17 dodatkowych stanowisk bezlistu okrywowego. Na 5 z tych stanowisk policzono dokładnie liczbę sporofitów, która łącznie wyniosła 90 osobników. W jednym przypadku zrobiono adnotację – kilkadziesiąt sporofitów i set. Dla pozostałych stanowisk nie ustalono liczby sporofitów (Materiał uzupełniający tabela S1).

W poszczególnych nadleśnictwach i Bieszczadzkiem Parku Narodowym liczba stanowisk wahała się od 20 do 56, a sporofitów od 343 w Nadleśnictwie Cisna do 2 467 w Nadleśnictwie Lutowiska (tabela 1). Liczba stanowisk stwierdzona podczas przemieszczania się do wytypowanych powierzchni badań wynosiła: 4 w Nadleśnictwie Baligród, 4 w Nadleśnictwie Komańcza, 3 w Nadleśnictwie Stuposiany i 6 w Bieszczadzkiem Parku Narodowym. Nie znaleziono żadnego stanowiska w rezerwach przyrody (3 powierzchnie badań).

Tabela 1. Stwierdzenia *Buxbaumia viridis* w poszczególnych nadleśnictwach i Bieszczadzkiem Parku Narodowym (BdPN).

Nadleśnictwa lub BdPN	Powierzchnie	Powierzchnie		Stanowiska	Mikrosiedliska	Sporofity i sety
	badanych	badanych z <i>B. viridis</i>	%			
	N	N		N	N	N
Baligród	62	42	67,7	78	107	1936
Cisna	71	14	19,7	14	38	343
	(10 ¹)	(6 ¹)	(42,9 ¹)			
Komańcza	46	41	89,1	74	127	1892
Lutowiska	64	56	87,5	104	161	2467
Stuposiany	40	29	72,5	55	79	1550
BdPN	38	20	52,6	28	33	1009
Inne ²	-	14	-	17	-	>90
Razem	321	202	67,3	353	545	9197
	(275 ¹)	(216 ³)	(78,5 ¹)	(370 ³)		(>9287 ³)

¹ Powierzchnie badań spełniające kryteria zastosowane w 2018 r. ² Stanowiska *B. viridis* stwierdzone podczas przemieszczania się do powierzchni badań spełniających założone kryteria. ³ Suma z uwzględnieniem stwierdzeń podczas przemieszczania się do powierzchni badań spełniających założone kryteria.

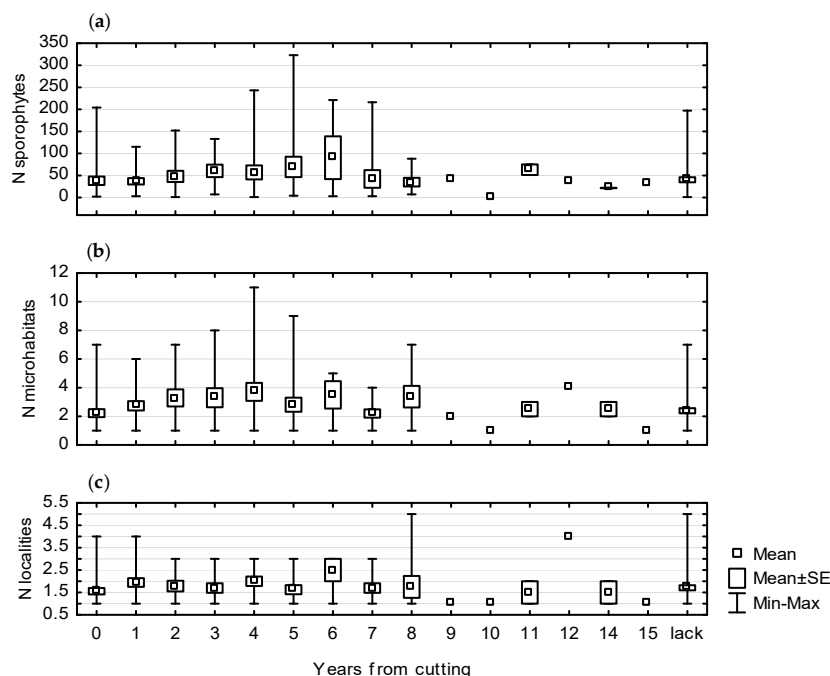
Buxbaumia viridis występowała na całym obszarze objętym badaniami (rycina 2). Liczba odnalezionych stanowisk na powierzchni badań wahała się od 1 do 5. W lasach gospodarczych stwierdzono go na 73,0% powierzchni badań, w Bieszczadzkiem Parku Narodowym na 52,6%, jednak różnica ta nie była istotna statystycznie (test $\chi^2 = 1.9589$, $df = 1$, $p = 0.1616$). W lasach gospodarczych znaleziono 90,8% liczby stanowisk; 93,8% liczby mikrosiedlisk i 90% sporofitów, na terenie Bieszczadzkiego Parku Narodowego zlokalizowanych było 9,2% stanowisk, 6,2% mikrosiedlisk i 10% sporofitów. Liczba powierzchni badań w Bieszczadzkiem Parku Narodowym wynosiła 15,2% wszystkich wytypowanych powierzchni.

Buxbaumia viridis częściej występowała na powierzchniach badań, na których prowadzono pozyskanie drewna (68,3%) niż na powierzchniach, na których nie prowadzono w ogóle lub w ostatnich 15 latach takich prac (43,5%), a różnica ta była istotna statystycznie (test $\chi^2 = 14,2531$, $df = 1$, $p = 0,0002$). Nie było istotnych statystycznie różnic ($\chi^2 = 4,6822$, $df = 2$, $p = 0,0962$) pomiędzy częstością występowania *B. viridis* a rodzajem zabiegów związanych z pozyskaniem drewna (cięcia rębne, przedrębne, przygodne), chociaż najwyższą średnią wartość liczby stanowisk stwierdzono na powierzchniach, gdzie prowadzono cięcia rębne w ramach rębni stopniowej gniazdowej udoskonalonej IVD. Tam też stwierdzana była największa średnia liczba mikrosiedlisk i sporofitów na powierzchni badań. Na powierzchniach, gdzie w ostatnich 15 latach lub w ogóle nie były prowadzone zabiegi związane z pozyskaniem drewna, średnia liczba stanowisk i mikrosiedlisk była najmniejsza (tabela 2). Nie stwierdzono zależności pomiędzy występowaniem *B. viridis* a czasem, jaki upłynął od wykonania zabiegu (rycina 3).

Tabela 2. Występowanie *Buxbaumia viridis* w zależności od rodzaju zabiegu.

Rodzaj zabiegów	Powierzchnie badań N	Powierzchnie badań z <i>B. viridis</i> N	Stanowiska <i>B. viridis</i> N	Mikrosiedliska <i>B. viridis</i> N	Sporofity i sety <i>B. viridis</i> N	Średnia liczba stanowisk <i>B. viridis</i> na powierzchni badań ¹	Średnia liczba mikrosiedlisk <i>B. viridis</i> na powierzchni badań ²	Średnia liczba sporofitów <i>B. viridis</i> na powierzchni badań ³
Brak zabiegów	69	30	48	60	1201	1,60 ^a	2,0 ^b	40,03 ^a
Cięcia rębne	99	66	130	208	3975	1,97 ^a	3,15 ^a	60,23 ^a
Cięcia przygodne	112	83	139	221	3330	1,67 ^a	2,66 ^{ab}	40,12 ^a
Cięcia przedrębne	41	23	36	56	691	1,57 ^a	2,43 ^{ab}	30,04 ^a
Razem	321	202	353	545	9197	1,75	2,70	45,53

^{1,3} Wartości wewnątrz kolumn oznaczone tymi samymi literami nie różnią się istotnie ($p > 0,05$) według testu Kruskala-Wallisa i wielokrotnych porównań średnich rang dla wszystkich grup zmiennych. ¹ Wyniki testu Kruskala-Wallisa: H (df = 3, N = 202) = 4,819561, $p = 0,1855$; ³ Wyniki testu Kruskala-Wallisa: H (df = 3, N = 202) = 7,458503, $p = 0,0586$. ² Wartości wewnątrz kolumn oznaczone różnymi literami różnią się istotnie ($p < 0,05$) według testu Kruskala-Wallisa i wielokrotnych porównań średnich rang dla wszystkich grup. Wyniki testu Kruskala-Wallisa: H (df = 3, N = 202) = 12,78195, $p = 0,0051$ (cięcia rębne vs. brak zabiegów 0,008290).



Rycina 3. Zależność pomiędzy występowaniem *Buxbaumia viridis* a czasem wykonania. (a) Liczba sporofitów (number of sporophytes) a czas wykonania zabiegów (years from cutting). Wyniki testu Kruskala-Wallisa: H (df = 15, N = 202) = 12,03537, $p = 0,6763$. (b) Liczba mikrosiedlisk (number of microhabitats) a czas wykonania zabiegów. Wyniki testu Kruskala-Wallisa: H (df = 15, N = 202) = 17,21029, $p = 0,3065$. (c) Liczba stanowisk (number of localities) a czas wykonania zabiegów. Wyniki testu Kruskala-Wallisa: H (df = 15, N = 202) = 14,95010, $p = 0,4550$.

Ogólna ocena stanu ochrony *B. viridis* w obszarze Natura 2000 PLC180001 Bieszczady została określona jako właściwa (FV). Wszystkie parametry i wskaźniki, za wyjątkiem jednego, uzyskały ocenę FV. Wskaźnik „Liczba zasiedlonych pni” został oceniony jako niezadawalający (U1), ale nie jest to wskaźnik kardynalny rzutujący na ocenę parametru „Siedlisko”, a tym samym ocenę ogólną (tabela 3).

Tabela 3. Ocena stanu ochrony *Buxbaumia viridis* w obszarze Natura 2000 Bieszczady PLC180001.

Parametr ¹ /Numer i nazwa wskaźnika	Wskaźnik kardynalny	Udział stanowisk w poszczególnych stopniach skali oceny stanu ochrony ²				Ocena ogólna ²	
		FV	U1	U2	XX	FV	
I./1	Liczba sporofitów	Tak	71,6%	28,4%	0,0%	0,0%	FV
I./2	Areał populacji	Nie	50,3%	49,3%	0,3%	0,0%	FV
II./1	Liczba zasiedlonych pni	Nie	1,4%	98,6%	0,0%	0,0%	U1
II./2	Powierzchnia potencjalnego siedliska	Tak	97,6%	2,4%	0,0%	0,0%	FV
II./3	Powierzchnia zajmowanego siedliska	Nie	87,0%	13,0%	0,0%	0,0%	FV
II./4	Fragmentacja siedliska	Tak	93,2%	6,8%	0,0%	0,0%	FV
II./5	Ocienienie	Tak	59,6%	40,4%	0,0%	0,0%	FV
II./6	Wilgotność powietrza	Tak	53,8%	42,5%	3,8%	0,0%	FV
II./7	Zwarcie drzew i krzewów	Nie	86,0%	14,0%	0,0%	0,0%	FV
II./8	Zwarcie runi lub runa	Nie	99,0%	1,0%	0,0%	0,0%	FV
II./9	Zwarcie i charakterystyka warstwy mszystej	Nie	94,2%	5,1%	0,7%	0,0%	FV
II./10	Konkurencyjne gatunki mszaków	Nie	69,5%	26,4%	4,1%	0,0%	FV
II./11	Gatunki ekspansywne	Nie	96,9%	3,1%	0,0%	0,0%	FV
II./12	Gatunki obce, inwazyjne	Nie	100,0%	0,0%	0,0%	0,0%	FV
III./1	Perspektywy ochrony	Nie	99,7%	0,3%	0,0%	0,0%	FV

¹ Parametr: I. Populacja; II. Siedlisko; III. Szanse zachowania gatunku. ² Stan ochrony: FV—właściwy (favourable), U1—niezadawalający (unfavourable-inadequate), U2—zły (unfavourable-bad), XX—nieznany (unknown).

Sporofity *B. viridis* stwierdzano głównie na substracie w postaci rozkładającego się drewna martwych drzew, tylko w jednym przypadku rosły bezpośrednio na glebie. Na terenie badań dominującym gatunkiem drzewa, który był źródłem substratu dla *B. viridis*, była jodła pospolita. Liczba kłód *A. alba*, na których stwierdzono występowanie badanego gatunku mchu, wynosiła 464. Mech ten stwierdzono również na innych gatunkach drzew, takich jak: *Fagus sylvatica* L., *Salix* sp., *Picea abies*, *Populus tremula* L., and *Alnus incana* (L.) Moench., jednak w żadnym przypadku liczba kłód nie przekraczała kilkunastu sztuk. Drewno różnych gatunków drzew było zasiedlane przez sporofity z różną intensywnością. Największą średnią liczbę egzemplarzy *B. viridis* stwierdzono na kłodach *Salix* sp. oraz *A. alba* a najmniejszą na kłodach *A. incana*. Różnice pomiędzy częstością zasiedlenia kłód *A. alba* i *Salix* sp. a *A. incana* były statystycznie istotne (tabela 4).

Tabela 4. Występowanie *Buxbaumia viridis* na różnych rodzajach substratu.

Rodzaj substratu	Sporofity N	Mikrosiedliska N	Średnia liczba sporofitów na kłodach ¹
<i>Abies alba</i> Mill.	8362	464	18,02 ^a
<i>Fagus sylvatica</i> L.	229	19	12,05 ^{ab}
<i>Salix</i> sp.	120	5	24,00 ^a
<i>Picea abies</i> (L.) H. Karst.	105	8	13,13 ^{ab}
<i>Populus tremula</i> L.	25	4	6,25 ^{ab}
<i>Alnus incana</i> (L.) Moench.	6	5	1,20 ^b
Gleba	5	1	5 ²
Brak danych	345	39	8,85 ²

¹ Wartości oznaczone różnymi literami różnią się istotnie ($p < 0,05$) według testu Kruskala-Wallisa i wielokrotnych porównań średnich rang dla wszystkich grup. Wyniki testu Kruskala-Wallisa: $H(5, N = 505) = 13,33908, p = 0,0204$. ² Z analizy statystycznej wyłączono kłody, dla których nie określono gatunku drzewa oraz pojedynczy przypadek stwierdzenia występowania sporofitów na glebie.

Buxbaumia viridis była najczęściej znajdowana na kłodach w 2 stopniu rozkładu. Na takich kłodach również średnia liczba sporofitów na kłodę była najwyższa. Sporadycznie stwierdzono występowanie *B. viridis* na kłodach w 1 stopniu rozkładu. Wyniki te korespondują z przeciętną powierzchnią dostępnego dla *B. viridis* siedliska, która w przypadku kłód w 2 stopniu rozkładu była największa. Jeżeli jednak porównać średnią liczbę sporofitów nie na kłodę ale na 1 m² powierzchni kłody okazuje się, że najwyższe zagęszczenia sporofitów występowały na kłodach w 3 stopniu rozkładu i były istotnie statystycznie wyższe niż na kłodach w 2 stopniu rozkładu (tabela 5).

Tabela 5. Występowanie *Buxbaumia viridis* w zależności od stopnia rozkładu kłód.

Stopień rozkładu kłody	Sporofity N	Kłody N	Przeciętna powierzchnia kłody m ²	Średnia liczba sporofitów na kłodę	Średnia liczba sporofitów na m ² kłody ¹
1	20	6	3.4	3.3	4.0
2	7149	379	7.2	18.9	12.9 ^a
3	1611	116	4.0	13.9	14.5 ^b
No data	412	43	1.7	9.6	7.9

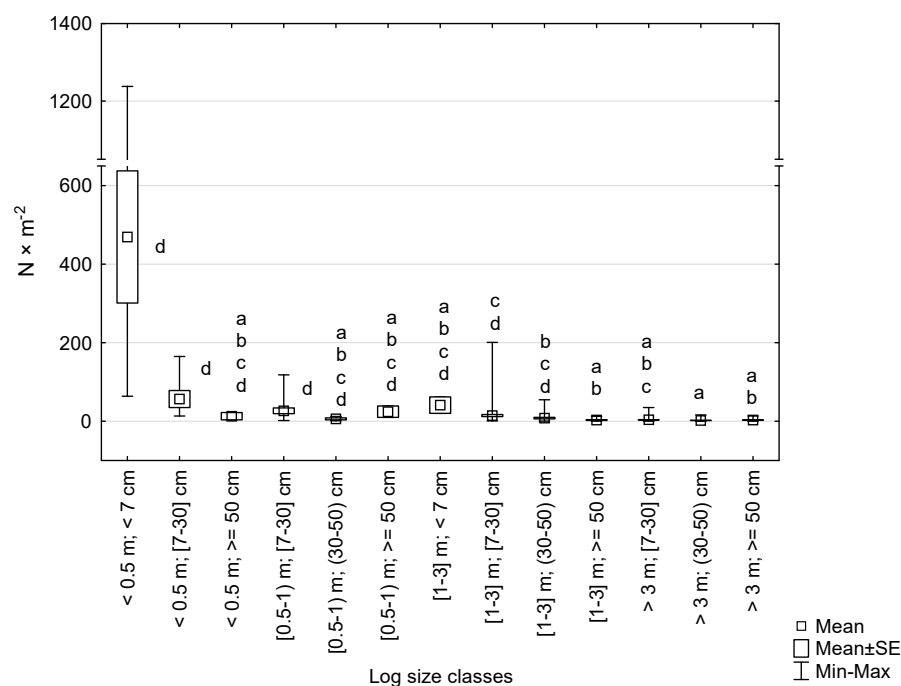
¹ Wartości oznaczone różnymi literami różniły się istotnie ($p < 0.05$) według testu U Manna-Whitneya ($N = 538$) = 19123.5, $p = 0.033995$.

Najwięcej zasiedlonych mikrosiedlisk należało do klasy grubości 7–30 cm, i do klasy długości > 3 m, chociaż znajdowano ten gatunek również na gałęziach <7 cm (tabela 6).

Tabela 6. Liczebność kłód, na których znaleziono *Buxbaumia viridis* w wyróżnionych klasach długości i grubości.

Klasy długości	Klasy grubości				Brak danych	Suma
	<7 cm	7–30 cm	30–50 cm	≥50 cm		
<0,5 m	6	8		2		16
0,5–1 m		19	4	2		25
1–3 m	2	93	38	15		148
>3 m		175	95	46		316
Brak danych					39	39
Suma	8	295	137	65	39	544

Ponieważ wymiary kłody decydują o powierzchni potencjalnego siedliska, dlatego lepszym wskaźnikiem obrazującym preferencje *B. viridis* w stosunku do wymiarów martwego drewna jest zagęszczenie sporofitów na m² mikrosiedliska. Analizując zgromadzone dane ze względu na ten wskaźnik, stwierdzono że najwyższe zagęszczenia sporofitów występowały na cienkich i krótkich fragmentach drewna, i były statystycznie istotnie większe od zagęszczenia egzemplarzy *B. viridis* na najgrubszych i najdłuższych kłodach (rycina 4).



Rycina 4. Gęstość sporofitów na kłodach w zależności od ich wymiarów (długość, m; średnica, cm). Wartości oznaczone różnymi literami różnią się istotnie ($p < 0,05$) według testu Kruskala-Wallisa i wielokrotnych porównań średnich rang dla wszystkich grup. Wyniki testu Kruskala-Wallisa: $H(12, N = 505) = 166,7670, p < 0,001$.

Najwięcej kłód ze sporofitami *B. viridis* znaleziono w miejscach o bardzo dużej wilgotności powietrza – przede wszystkim w pobliżu potoków czy młak. Częste były też stwierdzenia w miejscach oddalonych od potoków, ale nie przesuszonych (np. stoki o wystawie N lub W), przy czym średnia liczba sporofitów, przypadająca na jedną kłodę, była prawie taka sama w warunkach o bardzo dużej i dużej wilgotności powietrza. Zdarzały się stwierdzenia bezlistu w miejscach suchych (np. partie przyszczytowe, stoki o wystawie S i E), jednak były one sporadyczne a zagęszczenie sporofitów było wyraźnie niższe niż w miejscach o dużej i bardzo dużej wilgotności powietrza. Różnice między zagęszczeniami sporofitów na stanowiskach o różnych stopniach wilgotności powietrza nie były statystycznie istotne (tabela 7).

Tabela 7. Występowanie *Buxbaumia viridis* w zależności od wilgotności powietrza na stanowisku.

Stopnie wilgotność powietrza	Mikrosiedliska N	Sporofity N	Średnia liczba sporofitów na mikrosiedlisko ¹
Bardzo wilgotno	313	5353	17,10 ^a
Wilgotno	216	3703	17,14 ^a
Sucho	16	141	8,81 ^a

¹ Wartości oznaczone tymi samymi literami nie różnią się istotnie ($p > 0,05$) według testu Kruskala-Wallisa i wielokrotnych porównań średnich rang dla wszystkich grup zmiennych. Wyniki testu Kruskala-Wallisa: $H(df = 2, N = 545) = 2,915299, p = 0,2328$.

4. Dyskusja

W Bieszczadach do czasu przeprowadzenia obecnych badań znane były jedynie 23 pojedyncze, rozproszone stanowiska *B. viridis*. Uzyskane wyniki pokazały, że gatunek ten występuje powszechnie w Bieszczadach. W ciągu 3 dni pilotażowych poszukiwań w 2017 roku i dwóch tygodni kompleksowych badań w 2018 roku znaleziono dwa razy więcej stanowisk, niż do tej pory w całej Polsce na przestrzeni ponad 150 lat (159). Liczba policzonych na tych stanowiskach sporofitów i set również jest ponad dwa razy większa od podawanej ze stwierdzonych dotychczas stanowisk w Polsce [19,20]. Najliczniejsze

stwierdzane dotychczas stanowiska sporofitów liczyły kilkadziesiąt okazów, częściej odnotowywane były grupy po kilka osobników lub pojedyncze sporofity [1,5,9]. Podczas obecnych badań znaleziono 18 grup liczących po kilkaset osobników na jednym mikrosiedlisku (najliczniejsza liczyła 262 sztuki) i 33 grupy o liczebności od 50 do 100. Pomimo tego, że *B. viridis* jest trudna do zaobserwowania, była stwierdzana nie tylko podczas celowych poszukiwań na wytypowanych powierzchniach badań, ale również podczas przemarszów między tymi powierzchniami. Uzyskane wyniki nasuwają przypuszczenie, że podobnie może być w tych rejonach kraju a także całej Europy [23,40], gdzie dotąd odnotowano tylko pojedyncze stanowiska *B. viridis*, co oznaczałoby, że głoszone poglądy o wyjątkowej rzadkości *B. viridis* [1,2,5,9,19,20,26,41] są mylne. Podobne przypuszczenia wyrażali już między innymi Kozik i Vončina [28] czy Hajek [9,41], którzy zauważyli wzrost liczby stwierdzeń *B. viridis* w naszym kraju po wdrożeniu sieci Natura 2000, kiedy zwiększyło się zainteresowanie badaczy tym gatunkiem, jako przedmiotem ochrony w obszarach sieci Natura 2000. Sprawdzenie tej tezy wymaga wdrożenia podobnych jak w Bieszczadach kompleksowych badań nad występowaniem tego gatunku w rejonach, w których stwierdzano w ostatnich latach pojedyncze stanowiska. Jeśli okaże się, że podobna sytuacja jak w Bieszczadach ma miejsce w innych regionach Polski oraz Europy, należy zrewidować listę gatunków chronionych w Polsce [42], europejską „Czerwoną listę mchów” [43], załącznik I Bern Convention [44] oraz załącznik II Dyrektywy Siedliskowej [45]. Podstawą wpisania *B. viridis* do tych dokumentów była bowiem rzadkość jej występowania oraz fakt, że ponad połowa stwierdzonych stanowisk pochodziła z bardzo odległych lat [2].

Koncentrowanie poszukiwań w obszarach chronionych (parkach narodowych czy rezerwach przyrody) spowodowało przekonanie, że *B. viridis* znacznie rzadziej występuje w lasach, gdzie prowadzona jest racjonalna gospodarka leśna a jej przetrwanie jest tam zagrożone [1,2,19,20,31–33,46]. Szmajada i in. [5] uważają wręcz, że gatunek ten wyraźnie unika miejsc będących pod wpływem działalności człowieka. Uzyskane wyniki nie potwierdzają żadnej z tych tez. W lasach gospodarczych *B. viridis* stwierdzana była częściej niż w BdPN, choć różnica ta nie była istotna statystycznie. Należy przy tym zauważyć, że na obszarze objętym badaniami ilość martwego drewna była wszędzie wysoka, jednak w lasach gospodarczych nieznacznie niższa (niecałe 52 m³/ha) [47], niż w BdPN (58 m³/ha) [48]. Jeszcze wyraźniej nieprawdziwość głoszonych poglądów o wyjątkowej wrażliwości *B. viridis* na działalność człowieka widać, kiedy zestawiono uzyskane wyniki z danymi o pracach gospodarczych na powierzchniach badań. Okazało się, że badany mech częściej występował na powierzchniach objętych działalnością człowieka związaną z pozyskaniem drewna, niż na powierzchniach gdzie takiej działalności nie prowadzono w ciągu ostatnich 15 lat lub w ogóle, a różnica ta była statystycznie istotna. Podobne obserwacje poczynili Holá i in. [23], Gawryś i Szulc [49] czy Deme i in. [40]. W świetle uzyskanych wyników nie znajduje potwierdzenia pogląd, że właściwe warunki do trwania populacji występują tylko w obszarach chronionych - rezerwach przyrody czy parkach narodowych [25], np. w BdPN oraz że ścisła ochrona jest najlepszym sposobem utrzymania stanowisk *B. viridis* [1]. Niezasadny jest również postulat tworzenia stref ochronnych wokół stanowisk *B. viridis* w lasach gospodarczych [1,10,19,20,31,34,50]. Należy przypuszczać, iż decydujące znaczenie dla występowania *B. viridis*, oprócz dostępności odpowiedniego substratu, wywiera inny czynnik niż działalność gospodarza człowieka, np. wilgotność powietrza [28], pH substratu albo proporcja azotu do fosforu [51]. Wymaga to jednak przeprowadzenia dalszych szczegółowych badań.

Dotychczas *B. viridis* stwierdzana była w Polsce głównie na rozkładającym się drewnie jodłowym i świerkowym, rzadziej bukowym [1,5]. Stanowiska na humusie lub glebie mineralnej stwierdzane były rzadko [8,9]. W 2016 roku w Puszczy Białowieskiej znaleziono pierwsze stanowisko na próchniejącym drewnie dębowym. W sumie na dwóch kłodach stwierdzono wówczas 78 sporofitów [10]. W trakcie obecnych badań potwierdzono, że najbardziej odpowiednim substratem do rozwoju *B. viridis* jest roz-

kładające się drewno jodły pospolitej, której obecność była zresztą podstawowym warunkiem wyboru powierzchni do poszukiwania tego mchu. Ponad 85% mikrosiedlisk to rozkładające się drewno tego gatunku, na którym znaleziono ponad 90% sporofitów. Niewielki udział zasiedlonych kłód *Picea abies* może wynikać z małego udziału tego gatunku drzewa w lasach Bieszczad. Pomimo dużego udziału martwego drewna *F. sylvatica*, ilość stwierdzeń *B. viridis* na rozkładającym się drewnie tego gatunku była niewielka (3,5%). Jego gęstość zasiedlenia przez *B. viridis* była niska (zaledwie 2,5% stwierdzonych osobników). Wyniki te potwierdzają mniejsze znaczenie drewna *F. sylvatica* jako substratu dla *B. viridis*. W trakcie badań prowadzonych w Bieszczadach potwierdzono możliwość występowania sporofitów na glebie (humusie), jednak z uwagi na przyjętą metodykę (przeszukiwanie kłód martwego drewna) oraz skalę obszaru objętego badaniami, trudno ocenić częstość występowania sporofitów na glebie. Na duże większe znaczenie tego substratu dla występowania *B. viridis*, niż do tej pory sądzono, wskazują wyniki badań przeprowadzonych na Węgrzech [40]. Podczas obecnych badań po raz pierwszy dokonano stwierdzeń *B. viridis* na rozkładającym się drewnie takich gatunków jak *Salix* sp., *Populus tremula* czy *Alnus incana*. Należy zaznaczyć, że rozkładające się drewno tych drzew nie było celowo przeszukiwane, gdyż zgodnie z metodyką badania koncentrowały się na leżących kłodach trzech gatunków podawanych w literaturze [1,5] jako potencjalne siedliska *B. viridis*: *A. alba*, *F. sylvatica*, i *P. abies*. Nie można więc na podstawie tak nielicznych stwierdzeń wyciągać wniosków o znaczeniu drewna tych gatunków drzew jako substratu dla *B. viridis*. Należy jednak w przyszłych badaniach uwzględnić inne gatunki drzew i glebę, gdyż okazuje się, że *B. viridis* nie jest gatunkiem stenotopowym pod względem rodzaju substratu. Być może występuje na całej palecie gatunków naszych lasów. Szczególnie ciekawe jest znaczenie substratu z drewna *Salix* sp., na którym stwierdzono najwyższą średnią liczbę sporofitów ze wszystkich gatunków. Zagadnienie to wymaga dalszych kompleksowych badań.

Stan ochrony *B. viridis* w obszarze Natura 2000 Bieszczady PLC180001 został oceniony jako właściwy (FV). Tylko jeden wskaźnik z parametru „Siedlisko” został oceniony jako niezadowolający (U1). Wydaje się, że wymagania dla tego wskaźnika są zbyt wygórowane. Do osiągnięcia stanu właściwego konieczne jest występowanie 6 lub więcej mikrosiedlisk na stanowisku, za które przyjmuje się powierzchnię o średnicy 25 m wokół pierwszego stwierdzenia. Z uwagi na dyspersję substratu w postaci rozkładającego się drewna, osiągnięcie wartości uznanych za stan właściwy jest trudne do spełnienia nawet w warunkach Bieszczadów, gdzie ilość martwego drewna jest większa niż 50 m³/ha. Tylko 3% stanowisk uzyskało w tym wskaźniku oceny właściwe (FV). Jednak nie jest to wskaźnik kardynalny, w związku z czym nie rzutuje on na ocenę parametru w sytuacji, gdy pozostałe wskaźniki są oceniane na FV. Na podkreślenie zasługuje fakt, że udział stanowisk z ocenami FV dla pozostałych wskaźników był bardzo wysoki i oscylował w granicach od 70 do 100%. Taki stan ochrony istnieje w obszarze, dla którego nie ma zatwierdzonego dokumentu planistycznego (planu ochrony) i nie realizowano specjalnych zadań ochronnych dedykowanych temu gatunkowi. Udział lasów gospodarczych w obszarze Natura 2000 PLC180001 Bieszczady, w których realizuje się zadania zaplanowane w planach urzędzenia lasu, wynosi 64%. Stan ochrony oceniony tylko w tych lasach gospodarczych jest także właściwy (FV) i nie odbiega od ocen dla całego obszaru. To stanowi kolejne potwierdzenie, że gospodarka leśna nie wpływa negatywnie na populację *B. viridis* i przeczy tezie, że najbardziej dogodne warunki do życia *B. viridis* znajduje w parkach narodowych i rezerwatach przyrody [2]. Wyniki te podważają również pogląd o zależności pomiędzy przetrwaniem *B. viridis* w długiej perspektywie czasu (parametr III „Perspektywa ochrony gatunku”) od formy ochrony terenu, gdzie ocenę właściwą można przyznać tylko stanowiskom stwierdzonym w parku narodowym, rezerwacie przyrody lub obszarze Natura 2000 w warunkach ochrony ścisłej [1]. Należy dodać, że taka ocena jest sprzeczna z kryteriami określonymi w Rozporządzeniu Ministra Środowiska z dnia 30 marca 2010 r. w sprawie sporządzania projektu planu ochrony dla obszaru Natura 2000 [37]. Zgodnie z tym dokumentem parametr III „Szanse zachowania

gatunku” winien być oceniany nie w zależności od form ochrony przyrody i sposobu jej realizowania w miejscach, w których występuje *B. viridis*, ale od faktycznych zagrożeń. Stan właściwy występuje wówczas, gdy zachowanie gatunku w perspektywie 10-20 lat jest niemal pewne bez konieczności podejmowania specjalnych działań neutralizujących zidentyfikowane zagrożenia, co ma miejsce w Bieszczadach.

Vončina i Chachuła [2] twierdzą, że występowanie *B. viridis* nie ma związku z grubością kłód, mech ten znajduje dogodny warunki do życia na kłodach o średnicy 40-50 cm, a równie dobrze rośnie na znacznie cieńszym drewnie o średnicy kilku cm. Ellis i in. [52] podają występowanie *B. viridis* na kłodzie *P. abies* o długości 0.8 m. Cykowska [46] opisując stanowiska, podaje między innymi występowanie sporofitu na niewielkim kawałku drewna i pniaku świerkowym. Hajek [9] stwierdził, iż *B. viridis* preferował substraty epiksyliczne, szczególnie pniaki. Obecne badania potwierdzają, że *B. viridis* występuje na kłodach o różnych rozmiarach, od cienkich i krótkich do bardzo grubych i długich. Wymiary kłody przekładają się na powierzchnię dostępnego siedliska – im grubsza i dłuższa kłoda, tym więcej sporofitów może się na niej zmieścić. W celu określenia rzeczywistych preferencji *B. viridis* w stosunku do wymiarów, konieczne było zastosowanie wskaźnika pozwalającego określić liczbę sporofitów na jednakową jednostkę powierzchni siedliska (m²). Okazało się, że najwyższe wartości wskaźnika zostały stwierdzone na najcieńszych i najkrótszych fragmentach martwego drewna i malały wraz ze wzrostem grubości i długości kłód. Podczas poszukiwań, naturalną skłonnością badaczy jest przeszukiwanie kłód o większych wymiarach (łatwiej je zauważyć). Skoro jednak wskaźnik ten osiąga najwyższe wartości na cienkim i krótkim materiale, należy zwrócić na te mikrosiedliska szczególną uwagę podczas poszukiwania stanowisk *B. viridis* przy kompleksowym rozpoznaniu jej rozmieszczenia. Może to zaowocować zwiększeniem wykrywalności tego gatunku.

Dotychczasowe prace wykazują, że *B. viridis* jest mchem, który rośnie na próchniejącym, pozbawionym kory drewnie, na gnijących pniakach i powalonych murszejących kłodach, czasami również na glebie zasobnej w próchnicę [1,5,9]. Tylko wybrane prace w swoich analizach koncentrowały się nad analizą stopni rozkładu drewna, na których występowała *B. viridis*. Zgodnie z badaniami Hajka [9] występowanie *B. viridis* związane jest w większości z silnym lub bardzo silnym stopniem rozkładu drewna. W przyjętej 6 stopniowej skali większość mikrosiedlisk związana była z 5 i 6 stopniem rozkładu (5 stopień – głębokość penetracji ostrza 51-100 mm, 6 stopień – głębokość penetracji ostrza > 100 mm). Według badań Holá i in. [23] w przyjętej 8 stopniowej skali rozkładu drewna najwięcej mikrosiedlisk związana była z 6 stopniem rozkładu drewna oznaczającej fragmenty drewna miękkiego z zarysem wciąż rozpoznawalnym. W badaniach prowadzonych na terenie Pienińskiego Parku Narodowego Chachuła i Vončina [2], stwierdzili w 3 stopniowej skali (1 stopień - drewno martwe, słabo rozłożone, 2 stopień – stan pośredni, 3 stopień – rozkład zaawansowany), że *B. viridis* preferuje biotop odpowiadający 2 stopniowi rozkładu (2/3 wystąpienia). Przeprowadzone badania na terenie Bieszczad potwierdzają dotychczasowe obserwacje. *B. viridis* najczęściej występowała na drewnie miękkim z zachowanym kształtem kłody (2 stopień rozkładu drewna). W celu uniezależnienia wyniku od wielkości dostępnego siedliska zastosowano wskaźnik zagęszczenia (liczba sporofitów na m² siedliska), który przyjął najwyższą wartość dla drewna w 3 stopniu rozkładu, co potwierdza obserwacje tych badaczy, którzy wykazali preferencje *B. viridis* w stosunku do drewna najsilniej rozłożonego. Kolejnym etapem dekompozycji drewna jest jego przekształcenie w humus. Często granica pomiędzy drewnem w zaawansowanym stadium rozkładu a humusem jest trudna do uchwycenia w terenie. Fakt preferowania przez *B. viridis* drewna najsilniej rozłożonego, skłania do zastanowienia się, czy występowanie sporofitów na glebie (humusie) nie jest częstsze niż wynika to z pojedynczych przypadkowych stwierdzeń. Badaczom łatwiej jest bowiem zidentyfikować potencjalne mikrosiedliska na kłodach martwego drewna niż na glebie. Kwestia ta wymaga szczegółowych badań.

5. Podsumowanie

Racjonalna gospodarka leśna nie wpływa ujemnie na występowanie *B. viridis*. Gatunek ten występował bowiem częściej na powierzchniach badań, na których prowadzono pozyskanie drewna niż na powierzchniach, na których nie prowadzono go w ogóle. Nie stwierdzono związku pomiędzy występowaniem *B. viridis* a czasem, jaki upłynął od wykonania zabiegu. W lasach gospodarczych *B. viridis* stwierdzana była częściej niż w BdPN co przeczy tezie, że właściwe warunki do trwania populacji tego gatunku występują tylko w obszarach chronionych. Stan ochrony *B. viridis* oceniono jako właściwy (FV) zarówno dla całego obszaru Natura 2000 Bieszczady PLC180001 jak również tylko dla lasów gospodarczych wchodzący w jego skład.

Buxbaumia viridis była najczęściej znajdowana na kłodach w 2 stopniu rozkładu. Na takich kłodach również średnia liczba sporofitów była najwyższa. Obecne badania potwierdzają, że *B. viridis* występuje na kłodach o różnych rozmiarach, od cienkich i krótkich do bardzo grubych i długich. Najwyższe zagęszczenia populacji *B. viridis* stwierdzono jednak na najcieńszych i najkrótszych fragmentach martwego drewna a wraz ze wzrostem grubości i długości kłód wartości tej cechy malały.

W trakcie obecnych badań potwierdzono, że najbardziej preferowanym przez *B. viridis* substratem jest rozkładające się drewno *A. alba*. Potwierdzono także możliwość występowania sporofitów tego mchu bezpośrednio na glebie (humusie). Podczas obecnych badań po raz pierwszy dokonano stwierdzeń *B. viridis* na rozkładającym się drewnie takich gatunków jak *Salix* sp., *Populus tremula* czy *Alnus incana*.

Uzyskane wyniki badań pozwalają na sformułowanie wniosku, iż *B. viridis* występuje w Bieszczadach powszechnie na co nie wskazywały wcześniejsze doniesienia z tego terenu. Podobnie może być także w innych rejonach kraju oraz Europy gdzie dotąd również odnotowano tylko pojedyncze stanowiska *B. viridis*, co oznaczałoby, że liczebność stanowisk i wielkość populacji tego mchu jest niedoszacowana.

Materiał uzupełniający: The following are available online at <https://www.mdpi.com/1999-4907/12/3/374/s1>. Tabela S1: Nowe stanowiska *Buxbaumia viridis* w Bieszczadach.

Wkład autorów: Koncepcja, P.B. (Piotr Brewczyński) i K.G.; badania, P.B. (Piotr Brewczyński), K.G., i P.B. (Piotr Bilański); metodyka, P.B. (Piotr Brewczyński), K.G., i P.B. (Piotr Bilański); oprogramowanie, P.B. (Piotr Bilański); nadzór, P.B. (Piotr Brewczyński) i P.B. (Piotr Bilański); ocena, P.B. (Piotr Brewczyński), K.G., i P.B. (Piotr Bilański); wizualizacja, K.G. i P.B. (Piotr Bilański); pisanie pracy- wersja oryginalna, P.B. (Piotr Brewczyński), K.G., i P.B. (Piotr Bilański); poprawa pracy po recenzjach — redagowanie i nanoszenie poprawek, P.B. (Piotr Brewczyński) i P.B. (Piotr Bilański). Wszyscy autorzy przeczytali i zgodzili się na opublikowanie tej wersji manuskryptu.

Finansowanie: Badanie zostało sfinansowane przez Państwowe Gospodarstwo Leśne Lasy Państwowe oraz częściowo (publikacja) przez Ministerstwo Edukacji i Nauki Rzeczypospolitej Polskiej.

Oświadczenie Komisji Rewizyjnej Instytucji: Nie dotyczy.

Świadoma zgoda: Nie dotyczy.

Oświadczenie o dostępności danych: Dane przedstawione w tej pracy są dostępne w materiale uzupełniającym.

Podziękowania: Autorzy pragną podziękować osobom, które brały udział w realizacji badań: Monika Armata, Patryk Babula, Zbigniew Boczar, Katarzyna Borowiec, Mateusz Czech, Radosław Czechyra, Marcin Czereczon, Zofia Daszkiewicz-Siuciak, Jarosław Gosztyła, Bartosz Janc, Łukasz Kłeczek, Joanna Kobeszko, Marcei Kot, Tomasz Kowszyński, Marek Krajnik, Kamil Kubacki, Alicja Liszkowska, Gawel Liszkowski, Daria Majkowska, Tadeusz Maksymowicz, Kinga Mazur, Marek Morajko, Adrianna Natanek, Jacek Pasionek, Witold Pilch, Piotr Pyzia, Michał Rapała, Marcin Scelina, Marek Sęk, Grzegorz Szafran, Sebastian Wójtowicz, Paulina Zdeb, Dariusz Żurek.

Konflikt interesów: Autorzy nie zgłaszają konfliktu interesów.

Literatura

1. Vončina, G. Bezlist okrywowy *Buxbaumia viridis* (Moug. ex Lam. & DC.) Brid. ex Moug. & Nestl. [Green Shield-moss *Buxbaumia viridis* (Moug. ex Lam. & DC.) Brid. ex Moug. & Nestl. In *Monitoring gatunków roślin. Przewodnik metodyczny. Część II Monitoring of Plant Species: Methodology Guide. Part II*; Perzanowska, J., Ed.; GIOŚ: Warsaw, Poland, 2012; pp. 40–52.
2. Vončina, G.; Chachuła, P. Aktualne występowanie bezlistu okrywowego *Buxbaumia viridis* (Buxbaumiaceae, Bryophyta) w Pienińskim Parku Narodowym. Contemporary distribution of *Buxbaumia viridis* (Buxbaumiaceae, Bryophyta) in the Pieniny National Park. *Pieniny—Przyr. i Człowiek* **2012**, *12*, 81–86.
3. Callaghan, D.; Taylor, S. Classification of sporophyte stages in *Buxbaumia viridis*. *Field Bryol.* **2017**, *117*, 5–7.
4. Wiklund, K. Substratum preference, spore output and temporal variation in sporophyte production of the epixylic moss *Buxbaumia viridis*. *J. Bryol.* **2002**, *24*, 187–195, doi:10.1179/037366802125001358.
5. Szmajda, P.; Bednarek-Ochyra, H.; Ochyra, R.M. 639. *Buxbaumia viridis* (DC.) Moug. & Nestl. In *Atlas of the Geographical Distribution of Spore Plants in Poland, Ser. V. Mosses (Musci) 7*; Ochyra, R., Szmajda, P., Eds.; W. Szafer Institute of Botany of the Polish Academy of Sciences, Adam Mickiewicz University: Kraków, Poland, 1991; pp. 47–52; ISBN 832320330X.
6. Anonymous. *Green Bug Moss—Draft Bryophyte Management Recommendation*; The Bureau of Land Management: Oregon, Washington, USA, 1996.
7. Taylor, S. *Buxbaumia viridis* in Abernethy Forest and other sites in northern Scotland. *Field Bryol.* **2010**, *100*, 9–14.
8. Hajek, B. Charakterystyka współczesnych stanowisk mchu *Buxbaumia viridis* na Wysoczyźnie Elbląskiej (Polska północna). Characterization of current *Buxbaumia viridis* localities in the Elbląg Upland (Northern Poland). *Park. Nar. i Rezerwaty Przyr.* **2008**, *27*, 27–34.
9. Hajek, B. Rozmieszczenie, wymagania środowiskowe oraz fenologia rzadkiego mchu *Buxbaumia viridis* (Moug. ex Lam. & DC.) Brid. ex Moug. & Nestl. w Trójmiejskim Parku Krajobrazowym. Distribution, environmental requirements and phenology of rare moss *Buxbaumia viridis* (Moug. ex Lam. & DC.) Brid. ex Moug. & Nestl. in Trójmiejski Landscape Park (N Poland). *Acta Bot. Cassubica* **2010**, *7–9*, 161–175.
10. Szczepaniuk, A.; Kucharzyk, J. New occurrence of rare protected moss species *Buxbaumia viridis* (Bryopsida, Buxbaumiaceae) in the Białowieża Forest. *Steciana* **2016**, *20*, 93–96, doi:10.12657/steciana.020.011.
11. Schofield, W.B. Buxbaumiaceae. In *Flora of North America North of Mexico. Volume 27, Bryophytes: Mosses, Part 1*; Flora of North America Editorial Committee, Ed.; Oxford University Press: New York, NY, USA, 2007; pp. 118–120.
12. Hill, M.O.; Bell, N.; Bruggeman-Nannenga, M.A.; Brugués, M.; Cano, M.J.; Enroth, J.; Flatberg, K.I.; Frahm, J.-P.; Gallego, M.T.; Garilleti, R.; et al. An annotated checklist of the mosses of Europe and Macaronesia. *J. Bryol.* **2006**, *28*, 198–267, doi:10.1179/174328206X119998.
13. Hodgetts, N.; Cáliz, M.; Englefield, E.; Fettes, N.; Criado, M.G.; Patin, L.; Nieto, A.; Bergamini, A.; Bisang, I.; Baisheva, E.; et al. *A miniature world in decline: European Red List of Mosses, Liverworts and Hornworts*; IUCN, International Union for Conservation of Nature: Brussels, Belgium, 2019; ISBN 9782831719931.
14. Uyar, G.; Alatas, M.; Oren, M.; Kecer, T. The Bryophyte Flora of Yenice Forests (Karabük, Turkey). *Int. J. Bot.* **2007**, *3*, 129–146, doi:10.3923/ijb.2007.129.146.
15. Özçelik, A.D.; Uyar, G.; Ören, M. Bryophyte flora of Gevne and Dimçayı Valleys (Antalya-Konya/Turkey). *Biol. Divers. Conserv.* **2016**, *9*, 25–34.
16. Natura 2000 Access Database—European Environment Agency. Available online: <https://www.eea.europa.eu/data-and-maps/data/natura-11/natura-2000-tabular-data-12-tables/natura-2000-access-database> (accessed on 8 March 2021).
17. Sabovljević, M.; Natcheva, R.; Dihoru, G.; Tsakiri, E.; Dragičević, S.; Erdağ, A.; Papp, B. Check-list of the mosses of SE Europe. *Phytol. Balc.* **2008**, *14*, 207–244.
18. Akatova, T.V.; Ignatova, E.A. On the moss flora of Lagonaki Highland (Adygea Republic, the Western Caucasus). *Arctoa* **2015**, *24*, 148–155, doi:10.15298/arctoa.24.15.
19. Michalski, R.; Pawlaczyk, P.; Szymczuk, R. *Raport o Stanie Ochrony Bezlistu Okrywowego Buxbaumia viridis na Terenie Nadleśnictwa Stuposiany w Granicach Obszaru Natura 2000 Bieszczady PLC180001. Report on the Conservation Status of the Green Shield-Moss Buxbaumia viridis in the Stuposiany Forest District within the Natura 2000 Site Bieszczady PLC180001*; 2014.
20. Michalski, R.; Pawlaczyk, P.; Szymczuk, R. *Raport o Stanie Ochrony Bezlistu Okrywowego Buxbaumia viridis na terenie Nadleśnictwa Lutowska w Granicach Obszaru Natura 2000 Bieszczady PLC180001. Report on the Conservation Status of the Green Shield-Moss Buxbaumia viridis in the Lutowska Forest District within the Natura 2000 site Bieszczady PLC180001*; 2014.
21. Paciorek, T. New locality of moss *Buxbaumia viridis* (Moug. ex Lam. & DC.) Brid. ex Moug. & Nestl. in relation to its distribution in the Beskid Sądecki range (Western Carpathians, Poland). *Acta Musei Silesiae Sci. Nat.* **2012**, *61*, 285–288, doi:10.2478/v10210-012-0030-2.
22. Jasík, M.; Potocký, P. Analýza aktuálneho výskytu *Buxbaumia viridis* na strednom slovensku. Analysis of the recent distribution of *Buxbaumia viridis* in central Slovakia. *Bryonora* **2016**, *58*, 1–17.
23. Holá, E.; Vrba, J.; Linhartová, R.; Novozámská, E.; Zmrhalová, M.; Plášek, V.; Kučera, J. Thirteen years on the hunt for *Buxbaumia viridis* in the Czech Republic: Still on the tip of the iceberg? *Acta Soc. Bot. Pol.* **2014**, *83*, 137–145, doi:10.5586/asbp.2014.015.
24. Plášek, V. Výskyt mechu *Buxbaumia viridis* v NPR Stužica (NP Poloniny). An occurrence of the moss *Buxbaumia viridis* in “Stužica” National Nature Reserve (“Poloniny” National Park). *Bull. Slov. Bot. Spoločn.* **2006**, *28*, 57–59.

25. Chachuła, P.; Vončina, G. The discovery of *Buxbaumia viridis* (Bryophyta, Buxbaumiaceae) in the Bieszczady National Park. *Rocz. Bieszczadzkie* **2010**, *18*, 419–423.
26. Cykowska, B.; Vončina, G. Recent occurrence of moss *Buxbaumia viridis* (Bryophyta, Buxbaumiaceae) in the Kłodzko region (Central and Eastern Sudetes, SW Poland). *Čas. Slezského Zemského Muz.* **2011**, *60*, 85–89, doi:10.2478/v10210-011-0010-y.
27. Kropik, M.; Zechmeister, H.G.; Fuxjäger, C. The Fate of Bryophyte Sporophytes—Phenology and Vectors of *Buxbaumia viridis* in the Kalkalpen National Park, Austria. *Plants* **2020**, *9*, 1320, doi:10.3390/plants9101320.
28. Kozik, J.; Vončina, G. Odkrycie bezlistu okrywowego *Buxbaumia viridis* (Bryophyta, Buxbaumiaceae) w Beskidzie Niskim (Karpaty Zachodnie). Discovery of *Buxbaumia viridis* (Bryophyta, Buxbaumiaceae) in the Beskid Niski range (Western Carpathians). *Rocz. Bieszczadzkie* **2012**, *20*, 378–383.
29. Hodgetts, N.; Blockeel, T.; Konstantinova, N.; Lönnell, N.; Papp, B.; Schnyder, N. *Buxbaumia viridis*. Available online: <https://www.iucnredlist.org/species/84329324/87793246> (accessed on 10 February 2021).
30. Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 11 września 2001 r. w sprawie listy gatunków roślin rodzimych dziko występujących objętych ochroną gatunkową ścisłą częściową oraz zakazów właściwych dla tych gatunków i odstępstw od tych zakazów. Dziennik Ustaw nr 106 poz. 1167. Regulation of the Minister of the Environment of September 11, 2001 on the list of native wild plant species under strict and partial legal protection, prohibitions specific to those species and exemptions from those prohibitions. *J. Laws* **2001**, *1167*, 106.
31. Zarzecki, R. Nowe stanowisko *Buxbaumia viridis* (Buxbaumiaceae, Bryophyta) w południowo-wschodniej Polsce. New localities of *Buxbaumia viridis* (Buxbaumiaceae, Bryophyta) in SE Poland. *Fragm. Florist. Geobot. Pol.* **2012**, *19*, 561–564.
32. Torzewski, K.; Kozienko, A.; Rajs, A. New records of *Buxbaumia viridis* (Buxbaumiaceae bryophyta) in the Sudetes. *Steciana* **2018**, *21*, 93–96, doi:10.12657/steciana.021.010.
33. Torzewski, K. Locality of *Buxbaumia viridis* (Buxbaumiaceae) on the Ślęza Massif (Stanowisko *Buxbaumia viridis* (Buxbaumiaceae) w Masywie Ślęży. *Fragm. Florist. Geobot. Pol.* **2019**, *26*, 422–425.
34. Stebel, A. *Buxbaumia viridis*—bezlist okrywowy [*Buxbaumia viridis*—green shield-moss]. In *Poradniki Ochrony Siedlisk i Gatunków Natura 2000—Podręcznik Metodyczny [Natura 2000 Site and Species Conservation Guides]. T. 9. Gatunki roślin [Plant Species];* Sudnik-Wójcikowska, B., Werblan-Jakubiec, H., Eds.; Ministry of the Environment: Warsaw, Poland, 2004; pp. 29–32; ISBN 8386564431.
35. Talarczyk, A. National Forest Inventory in Poland. *Balt. For.* **2014**, *20*, 333–341.
36. Plásek, V. The moss *Buxbaumia viridis* (Bryopsida, Buxbaumiaceae) in the Czech part of the Western Carpathians—distribution and ecology. In *Bryological Studies in the Western Carpathians*; Stebel, A., Ochyra, R., Eds.; Sorus: Poznań, Poland, 2004; pp. 37–44.
37. Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 30 marca 2010 r. w sprawie sporządzania projektu planu ochrony dla obszaru Natura 2000. Dziennik Ustaw nr 64 poz. 401 z późn. zmian. Regulation of the Minister of the Environment of March 30, 2010 on preparing a conservation plan for a Natura 2000 site. *J. Laws* **2010**, *401*, 64.
38. R Core Team. *R: A Language and Environment for Statistical Computing*; 2013.
39. StatSoft, I. *STATISTICA (Data Analysis Software System)*; 2014.
40. Deme, J.; Erzberger, P.; Kovács, D.; Tóth, I.Z.; Csiky, J. *Buxbaumia viridis* (Moug. ex Lam. & DC.) Brid. ex Moug. & Nestl. in Hungary predominantly terricolous and found in managed forests. *Cryptogam. Bryol.* **2020**, *41*, 89–103, doi:10.5252/cryptogamie-bryologie2020v41a8.
41. Hajek, B. Nowe stanowisko rzadkiego mchu *Buxbaumia viridis* (Moug. ex Lam. & DC.) Brid. ex Moug. & Nestl. (Bryophyta, Buxbaumiaceae) na Pomorzu Gdańskim. New record of a rare moss *Buxbaumia viridis* (Moug. ex Lam. & DC.) Brid. ex Moug. & Nestl. (Bryophyta, Buxbaumiaceae) in the Pomorze Gdańskie region (northern Poland). *Acta Bot. Cassubica* **2012**, *11*, 207–211.
42. Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 9 października 2014 roku w sprawie ochrony gatunkowej roślin. Dziennik Ustaw 2014 poz. 1409. Regulation of the Minister of the Environment of October 9, 2014 on the legal protection of plant species. *J. Laws* **2014**, *1409*.
43. Schumacker, R.; Martiny, P. Threatened bryophytes in Europe including Macronesia. In *Red Data Book of European Bryophytes*; Stewart, N.F., Schumacker, R., Martiny, P., Hodgetts, N.G., Eds.; European Committee for Conservation Bryophytes: Trondheim, Norway, 1995; pp. 31–193, ISBN 8299364507.
44. Bern Convention. Convention on the Conservation of European Wildlife and Natural Habitats. Available online: <https://rm.coe.int/1680078aff> (accessed on 8 March 2021).
45. Council Directive 92/43/EEC of 21 May 1992 on the conservation of natural habitats and of wild fauna and flora. Annex II Animal and plant species of community interest whose conservation requires the designation of special areas of conservation Available online: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=celex%3A31992L0043> (accessed on 8 March 2021).
46. Cykowska, B. New records of *Buxbaumia viridis* (Bryophyta, Buxbaumiaceae) in the Polish Carpathian. In *Bryophytes of the Polish Carpathians*; Stebel, A., Ochyra, R., Eds.; Sorus: Poznań, Poland, 2008; pp. 251–255.
47. Projekt Planu Ochrony dla Obszaru Natura 2000 Bieszczady PLC180001. Conservation Plan Draft for the Natura 2000 Site Bieszczady PLC180001. Available online: <http://bip.gdos.gov.pl/procedowanie-projektu-rozporzadzenia-ustanawiajacego-plan-ochrony-dla-obszaru-natura-2000-bieszczady-plc180001> (accessed on 8 March 2021).
48. Przybylska, K.; Kucharzyk, S. Skład gatunkowy i struktura lasów BdPN. Species composition and structure of the BNP forests. In *Bieszczadzki Park Narodowy—40 Lat Ochrony. The Bieszczady National Park—Forty Years of Conservation*; Górecki, A., Zemanek, B., Eds.; Bieszczadzki Park Narodowy: Ustrzyki Górne, Poland, 2016; pp. 117–128.

49. Gawryś, R.; Szulc, A. Nowe stanowisko mchu *Buxbaumia viridis* w Puszczy Białowieskiej. New location of the moss *Buxbaumia viridis* in the Białowieża Forest. *For. Res. Pap.* **2017**, *78*, 248–250, doi:10.1515/frp-2017-0027.
50. Bobrowicz, G.; Gottfried, I.; Gottfried, T.; Jankowski, W.; Kisiel, P.; Smoczyk, M.; Zając, K. Siedliska przyrodnicze, rośliny i grzyby. [Natural habitats, plants and fungi]. In *Inwentaryzacja Przyrodnicza Gminy Bystrzyca Kłodzka. [Inventory of Natural Heritage in the Commune Bystrzyca Kłodzka]*; Jankowski, W., Zając, K., Eds.; „Fulica” Wojciech Jankowski: Wrocław, Poland, 2010.
51. Wiklund, K. Establishment, Growth and Population Dynamics in two Mosses of Old-growth Forests. Doctoral Dissertation, Acta Universitatis Upsaliensis, Uppsala, Sweden, 2004.
52. Ellis, L.T.; Afonina, O.M.; Aleffi, M.; Andriamiarisoa, R.L.; Bačkor, M.; Goga, M.; Bednarek-Ochyra, H.; Callaghan, D.A.; Campisi, P.; Dia, M.G.; et al. New national and regional bryophyte records, 55. *J. Bryol.* **2018**, *40*, 173–187, doi:10.1080/03736687.2018.1454161.