




## WĄTROBOWCE JAKO WSKAŹNIKI SUKCESJI ODTWARZAJĄCEJ SIEDLISKA BOREALNYCH ŚWIERCZYN BAGIENNYCH W DOLINIE CZARNEJ HAŃCZY (WIGIERSKI PARK NARODOWY)

### LIVERWORTS AS INDICATORS OF SUCCESSION RECREATING THE HABITATS OF BOREAL SPRUCE FORESTS IN THE CZARNA HAŃCZA RIVER VALLEY (WIGRY NATIONAL PARK)

PIOTR GÓRSKI, MACIEJ ROMAŃSKI

P. Górski, Katedra Botaniki, Uniwersytet Przyrodniczy w Poznaniu, ul. Wojska Polskiego 71 C,  
60-625 Poznań, Poland, e-mail: piotr.gorski@up.poznan.pl;  
 <https://orcid.org/0000-0001-6511-8403>

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

**ABSTRACT.** The research problem discussed in the paper concerns the reaction of cryptogams (liverworts) to changes in the habitat and microclimate of the forest interior, which occur in the successive sequence closing the return of the forest to the former grassland (meadow or pasture) in the river valley. The study was conducted on two groups of habitats and groups of species occurring in them, i.e. epigeic and epixylic liverworts. The research results showed that when forests returned to former grassland (meadow or pasture), the soil habitat regenerated faster. The recreation of epixylic flora is a long process.

**KEY WORDS:** bryophytes, relicts phenomena, primeval forest, Poland

#### WSTĘP

Podejmowany problem badawczy dotyczy reakcji roślin zarodnikowych (wątrobowców) na zmiany w siedlisku i mikroklimacie wnętrza lasu, jakie zachodzą w ciągu sukcesyjnym zamykającym powrót lasu na dawnych gruntach łąkowych (lub pastwiskowych) w dolinie rzecznej. Do badań wybrano fitocenozy borealnych świerczyn bagiennych *Sphagno girgensohnii-Piceetum* Polak. 1962, porastające Dolinę Czarnej Hańczy w Wigierskim Parku Narodowym (północno-wschodnia Polska), na odcinku od Sobolewa do jeziora Wigry. Miarą postulowanych zmian, będących wyrazem spontanicznie przebiegającej sukcesji rekreatywnej (regeneracyjnej, odtwarzającej), są różnice jakościowe (bądź ilościowe) we florze wątrobowców postaci regeneracyjnych oraz w pełni naturalnych (o puszczańskim charakterze) ekosystemów leśnych.

Jak wskazuje mapa terenu wykonana w latach 1854–1857 (Mapa Ekonomii Rządowej Wigry, ryc.

1), obszar przylegający do koryta Czarnej Hańczy był wcześniej odlesiony i funkcjonował jako grunt rolny – łąkowy lub pastwiskowy. Obecnie niemal całą dolinę porastają ekosystemy leśne (borealne świerczyny bagiennie, olsy, bory bagiennie i sosnowo-brzozowe lasy bagiennie). Tutaj też obserwuje się znaczne zróżnicowanie składu florystycznego i struktury borealnych świerczyn bagiennych. Przepuszczalnie jedną z płaszczyzn interpretacji obserwowanej obecnie różnorodności jest dawna struktura użytkowania gruntów.

W dolinie są zachowane jedne z najbardziej naturalnych i cennych przyrodniczo płatów borealnych świerczyn bagiennych w Wigierskim Parku Narodowym. Potwierdzają to stwierdzone niedawno relikty puszczańskie oraz rzadkie gatunki wątrobowców, tj. *Crossocalyx hellerianus* (Nees ex Lindenb.) Meyl., *Fuscocephaloziopsis catenulata* (Huebener) Váňa & L. Söderstr., *Lophozia ascendens* (Warnst.) R.M. Schust., *Liochlaena subulata* (A. Evans) Schljakov czy *Neoorthocaulis attenuatus* (Mart.) L. Söderstr., De Roo & Hedd.



Ryc. 1. Dolina Czarnej Hańczy przy ujściu do jeziora Wigry na historycznej mapie (Mapa Ekonomii Rządowej Wigry, 1854–1857; w środkowej części mapy przebieg rzeki i przylegający obszar dawnych gruntów rolnych)

Fig. 1. A historical map showing the valley along the mouth of the Czarna Hańcza River flowing into Lake Wigry (Map of Government Economics of Wigry, 1854–1857; the course of the river and the adjacent former agricultural land can be seen in the centre of the map)

(por. GÓRSKI & ROMAŃSKI 2016a, b; GÓRSKI i in. 2019; GÓRSKI & ROMAŃSKI, mps). Analiza mapy historycznej tego terenu wskazuje, że najcenniejsze obecnie fragmenty borealnych świerczyn były w przeszłości także lasem. Są one więc przykładem układów przyrodniczych z ciągłością formacji leśnej przynajmniej od XVIII wieku. Cecha ta charakteryzuje ekosystemy leśne, o których możemy powiedzieć, że mają puszczański charakter. Poza wspomnianymi fragmentami pralasu, Dolinę Czarnej Hańczy porastają świerczyny o przeciętnym charakterze. Są one słabiej zbadane, więc trudno wskazać, jaka jest ich rzeczywista wartość przyrodnicza. Część z nich ma tę samą przeszłość historyczną co opisane wcześniej „pralasy”, ale ich odmienność może wynikać z późniejszego użytkowania, np. pozyskiwania drewna. Są wśród nich także te na dawnych łąkach lub pastwiskach. Struktura tych lasów często przypomina układy w pełni naturalne, łącznie z dużą zawartością martwego drewna. Warto zauważyć, że miarą wysokiej naturalności lasu jest ukształtowany w jego wnętrzu specyficzny mikroklimat, który pozwala na występowanie tzw. biocenoz (tu: fitocenoz) zależnych. Są to organizmy

zarodnikowe (mszaki, grzyby) związane z rozkładającym się drewnem lub występujące na pniach stojących drzew – epiksyle i epifity. To te grupy siedlisk skupiają najliczniejszą reprezentację relikwów puszczańskich. Okres w rozwoju lasu cechujący się ich obecnością można zatem uznać za kończący proces jego pełnego powrotu. W tym znaczeniu wybór wątrobowców w niniejszych badaniach, jako istotnych składowych fitocenoz zależnych, a zarazem wskaźników tego procesu, jest właściwy i uzasadniony.

Na podstawie różnic w składzie wątrobowców i ich preferencji siedliskowych (epiksyle, epigeity) stwierdzonych w starych lasach (w świerczynach obecnie i dawniej) oraz w lasach na gruntach polonnych (obecnie w świerczynach, dawniej na łąkach lub pastwiskach) realizacja niniejszego projektu powinna odpowiedzieć na następujące pytania: 1) w jaki sposób przebiega powrót gatunków leśnych naziemnych oraz tych związanych z martwym drewnem na zajmowane wcześniej siedliska, 2) jak zachowują się gatunki polisubstratowe (mogące porastać wiele podłoży) w procesie regeneracji lasu, 3) jakie jest bogactwo gatunkowe badanych siedlisk.

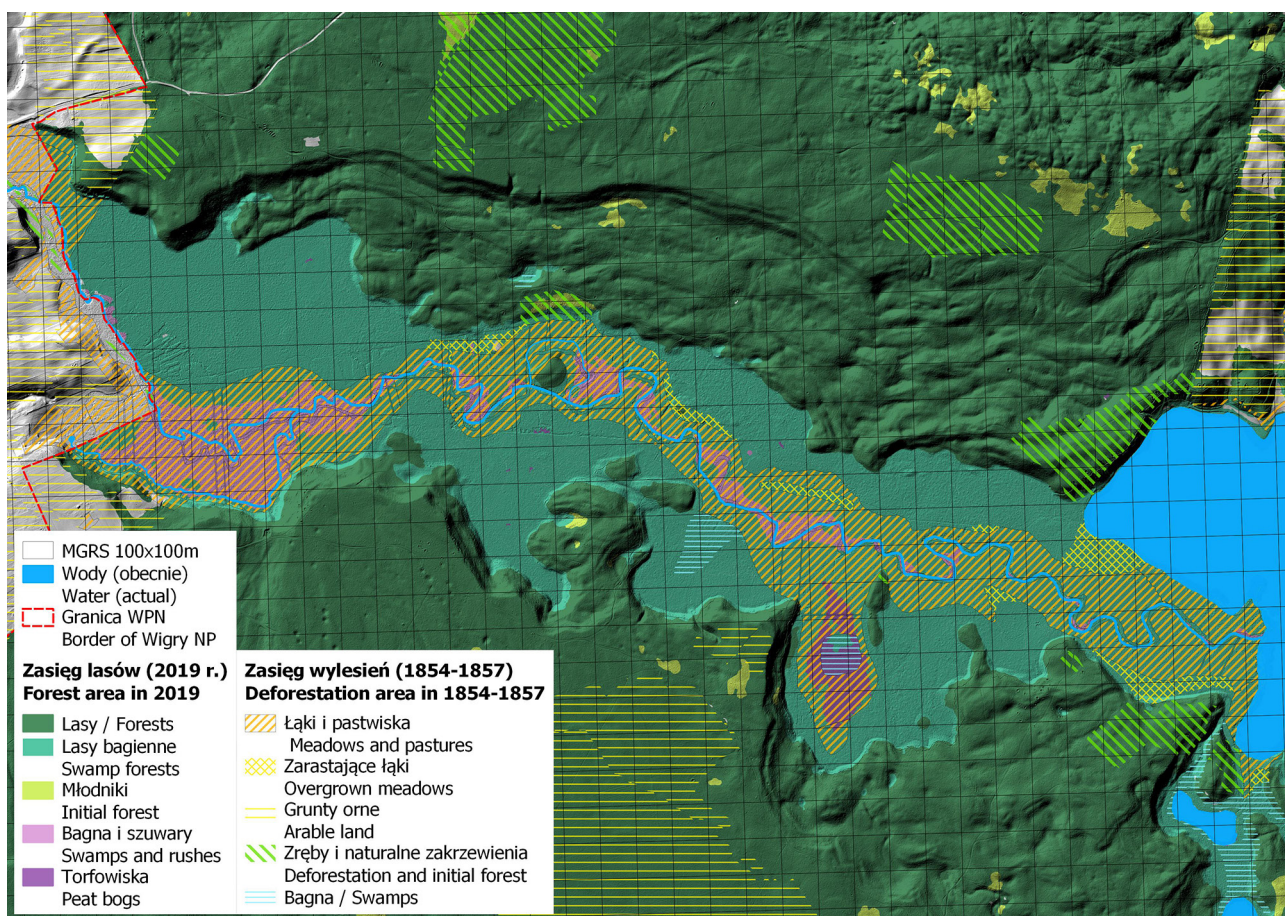
## METODYKA BADAŃ

Badania przeprowadzono w Dolinie Czarnej Hańczy w 2021 roku (ryc. 2). Powierzchnie badawcze wytypowano na podstawie analizy mapy historycznej tego obszaru, szczególnie w kontekście jego wcześniejszego sposobu użytkowania (por. ryc. 1). Do badań wybrano fitocenozy borealnej świerczyny na torfie *Sphagno girgensohnii-Piceetum* Polak. 1962. Przygotowano cyfrową postać mapy historycznej (Mapa Ekonomii Rządowej Wigry, 1854–1857, por. ryc. 1), która posłużyła do precyzyjnej lokalizacji w terenie i wyboru punktów badawczych. Arkusze starej mapy zostały wpasowane w przestrzeń geograficzną w programie Qgis. Głównymi elementami, do których dołączano arkusze mapy, była rzeźba terenu o małej zmienności (na podstawie numerycznego modelu terenu), w mniejszym stopniu stałe elementy infrastruktury, których położenie nie uległo zmianom od połowy XIX wieku, tj. ważniejsze mosty, stare budynki, główne trakty. W procesie tym unikano dużych przekształceń mapy. W większości wypadków dobre wpasowanie uzyskiwano, stosując przekształcenia Helmerta. Tylko w nielicznych przypadkach arkusze

wymagały stosowania przekształceń wielomianowych. W obszarze Doliny Czarnej Hańczy problematyczne były arkusze obejmujące jej zachodnią część, głównie ze względu na duże zmiany przebiegu koryta rzecznego oraz błędy pomiarowe w czasie tworzenia mapy w połowie XIX wieku, wynikające z bagiennego charakteru doliny. Udało się jednak uzyskać dobre wpasowanie mapy w otoczenie geomorfologiczne. Błędy wpasowania można oszacować na poniżej 10 m do ok. 20 m w najbardziej problematycznych miejscach.

W pracach terenowych wykorzystano odbiornik GPS Spectra Mobile Mapper 60 z oprogramowaniem TopoXpress, z zainstalowaną Mapą Ekonomii Rządowej Wigry, umożliwiającą kontrolę lokalizacji transektów względem dawnego zasięgu lasów.

Wytypowano dwie grupy powierzchni badawczych: 1) borealne świerczyny, które wcześniej (na mapie historycznej) były „lasem” i te określono jako „pralasy” oraz 2) borealne świerczyny, które wcześniej zajmowały grunty rolne i te określono jako „łąkolasy” (termin ten wprowadzamy umownie, zdając sobie sprawę z jego nieprecyzyjności; jego użycie wynika jedynie ze względów praktycznych). Ujęcie



Ryc. 2. Dolina Czarnej Hańczy jako poligon badań (obszar zakreskowany przy rzece – lasy porolne, obszar dalej położony na północ i południe od Czarnej Hańczy – stare lasy)

Fig. 2. The Czarna Hańcza River valley as a testing ground (the crosshatched area by the river – post-agricultural forests, the area further north and south of the Czarna Hańcza River – old forests)

typologiczne badanych borealnych świerczyn jest zgodne ze standardowymi opracowaniami geobotanicznymi dla lasów Polski (por. MATUSZKIEWICZ J.M. 2001, MATUSZKIEWICZ W. 2001) czy zbiorowisk leśnych północno-wschodniej Polski (SOKOŁOWSKI 1980). Wykorzystano także podkład mapy cyfrowej dla roślinności rzeczywistej Wigierskiego Parku Narodowego (por. OPERAT... 2014).

Dokumentację prowadzono w transektach, wybierając powierzchnie o wymiarach 10 m × 10 m, w obrębie których dokumentowano wątrobowce na dwóch podpowierzchniach – na glebie (wątrobowce epigeiczne) oraz na martwym drewnie (wątrobowce epiksyliczne). Losowy wybór powierzchni skutkował także koniecznością dokumentacji fitocenozy, w których nie występowały wątrobowce. Wykonano łącznie 300 spisów florystyczno-siedliskowych, po 150 w obu typach lasów (pralasy, „łakolas”). Każda kategoria lasu miała zatem 75 spisów dla siedlisk epiksylicznych i 75 dla siedlisk epigeicznych.

W spisach florystycznych uwzględniono generalne założenia metodyki zbioru danych w badaniach fitosocjologicznych, z wykorzystaniem skali Londo, którą – w zależności od typu analizy – przetransponowano na klasyczną skalę Brauna-Blanqueta (por. DIERSCHKE 1994). Dane syntetycznego udziału gatunków obliczono według procedury przedstawionej przez PAWŁOWSKIEGO (1966). Zastosowano następujące miary: 1) liczba gatunków, 2) procent w liście florystycznej, 3) udział w pokryciu roślinności, 4) udział zbiorowy grupy oraz 5) współczynnik pokrycia. W analizach wykorzystano także wskaźniki różnorodności biologicznej, tj. wskaźnik Shannona-Wienera i wskaźnik Margalefa.

Nazewnictwo wątrobowców przyjęto według opracowania KLAMY i GÓRSKIEGO (2018) dla obszaru Polski. Analizie poddano także udział gatunków wskaźnikowych starych lasów, tzw. reliktywów puszczańskich, którą przedstawił H. Klama (por. CIEŚLIŃSKI i in. 1996) oraz KLAMA (2002b). Bazując na wynikach własnych badań w Wigierskim Parku Narodowym (GÓRSKI & ROMAŃSKI, mscr.), poszerzono tę grupę także o *Lophozia ascendens*.

## WYNIKI

### BOGACTWO FLORYSTYCZNE BADANYCH SIEDLISK

Na badanych siedliskach (epigeicznych i epiksylicznych) obu typów lasów o różnym pochodzeniu stwierdzono występowanie 36 gatunków wątrobowców (tab. 1). Pula ta stanowi 46% wszystkich wątrobowców (79 gatunków) stwierdzonych w Wigierskim Parku Narodowym (GÓRSKI & ROMAŃSKI, mscr.). Dla porównania, flora Białowieskiego Parku Narodowego (wg zestawienia KLAMY 2002a) liczy 67 gatunków (w tym 62 tylko w lasach), a Puszczy

Knyszyńskiej – 41 (KARCZMARZ & SOKOŁOWSKI 1995). Obserwowana różnorodność na terenie WPN, tylko w jednej dolinie, jest zatem duża. Najczęstszym gatunkiem, zanotowanym w ponad 50% spisów, jest polisubstratowy wątrobowiec *Lepidozia reptans*, drugim zaś co do częstości jest wybitnie epiksyliczny *Nowellia curvifolia* (tab. 1). Grupę najczęstszych gatunków zamykają *Lophocolea heterophylla*, *Cephalozia bicuspidata*, *Blepharostoma trichophyllum* i *Calypogeia aurea*. Warto zauważyć, że trzy gatunki z wymienionych najczęstszych osiągają dość wysokie stopnie pokrycia (do 25%) badanych płatów roślinnych.

### ZRÓŻNICOWANIE FLOR PRALASU I „ŁAKOLASU”

W badanych obu grupach lasu, zróżnicowanych ze względu na pochodzenie (pralasy/„łakolas”), stwierdzono tę samą liczbę (30) gatunków wątrobowców (tab. 2). Każda z grup ma sześć gatunków wyłącznych (wspólnych jest 24). Warto zauważyć, że gatunki występujące tylko w pralesie to najrzadsze wątrobowce zarówno Wigierskiego PN, jak i lasów niżowych Polski (w tym zagrożone). Tutaj obecne są trzy wątrobowce uznane za reliktywowe (tab. 2). Z kolei gatunki wyłączne dla „łakolasów” to rośliny pospolite na badanym obszarze (z wyjątkiem *Scapania nemorea*). Dla flory powierzchni pralesnych wyliczony wskaźnik różnorodności biologicznej jest wyższy niż w lasach dawniej użytkowanych. Różnica ta jest jednak niewielka. Z pięciu reliktywów lasów puszczańskich, w pralaszach zanotowano wszystkie, w tym dwa wyłącznie tutaj (*Fuscocephalozia catenulata* i *Lophozia ascendens*). Na powierzchniach „łakolasu” stwierdzono obecność trzech gatunków starych lasów. Warto zauważyć, że jeden gatunek tej grupy (*Plagiochila asplenioides*) występuje tutaj częściej i obficie niż w pralaszach.

### ZRÓŻNICOWANIE FLOR SIEDLISK EPIKSYLICZNYCH I EPIGEICZNYCH PRALASU I „ŁAKOLASU”

Analizie poddano cztery grupy flor wyróżnione na podstawie dwóch kryteriów: typu siedliska (epiksyliczne, epigeiczne) i jego lokalizacji w dolinie (pralasy, „łakolas”). W obrębie ekosystemów lasu puszczańskie większą różnorodnością biologiczną cechują się siedliska martwego drewna (w porównaniu z naziemnymi), w lesie na gruntach porolnych bardziej różnorodne są siedliska naziemne (tab. 3). Epiksyle pralasy są najliczniejsze ze wszystkich porównywanych grup. Gatunki epiksyliczne, które występują tylko w pralesie, to: 1) najrzadsze wątrobowce tych siedlisk na niżu (*Lophozia ascendens* ma w NE Polsce stanowiska jedynie w WPN), 2) mające stanowiska w WPN tylko w Dolinie Czarnej Hańczy (tj. *Lophozia ascendens*, *L. guttulata*, *Crossocalyx hellerianus*,

Tabela. 1. Wykaz gatunków stwierdzonych na badanych siedliskach w Dolinie Czarnej Hańczy  
 Table 1. List of species found in the studied habitats in the Czarna Hańcza Valley

Nazwa gatunku Species name	Procent wystąpienia Percentage participation	Ilościowość modalna (wg skali Br.-Bl.) Modal abundance (in Br.-Bl. scale)
<i>Lepidozia reptans</i>	56	2
<i>Nowellia curvifolia</i>	34	2
<i>Lophocolea heterophylla</i>	27	r
<i>Cephalozia bicuspidata</i>	24	r
<i>Blepharostoma trichophyllum</i>	20	2
<i>Calypogeia azurea</i>	20	r
<i>Calypogeia integristipula</i>	18	r
<i>Plagiochila asplenioides</i>	18	2
<i>Liochlaena lanceolata</i>	17	r
<i>Ptilidium pulcherrimum</i>	14	r
<i>Riccardia latifrons</i>	13	2
<i>Chiloscyphus pallescens</i>	9	r
<i>Aneura pinguis</i>	7	r
<i>Odontoschisma denudatum</i>	6	2
<i>Bazzania trilobata</i>	5	r
<i>Geocalyx graveolens</i>	4	r
<i>Lophocolea bidentata</i>	4	r
<i>Lophozia incisa</i>	4	2
<i>Crossocalyx hellerianus</i>	3	r
<i>Calypogeia suecica</i>	3	r
<i>Fuscocephaloziopsis catenulata</i>	3	2
<i>Fuscocephaloziopsis lunulifolia</i>	3	r
<i>Riccardia multifida</i>	3	r
<i>Lophozia ascendens</i>	2	2
<i>Lophozia guttulata</i>	2	1
<i>Radula complanata</i>	2	r
<i>Syzygiella autumnalis</i>	2	r
<i>Calypogeia neesiana</i>	1	2
<i>Calypogeia sphagnicola</i>	1	2
<i>Neoorthocaulis attenuatus</i>	1	1
<i>Pellia endiviifolia</i>	1	2
<i>Trichocolea tomentella</i>	1	2
<i>Calypogeia mulleriana</i>	0	r
<i>Fuscocephaloziopsis pleniceps</i>	0	r
<i>Marchantia polymorpha</i>	0	r
<i>Scapania nemorea</i>	0	r

*Neoorthocaulis attenuatus*), 3) zaliczane do reliktyw puszczkańskich (3 gatunki). Jest to zatem grupa stenotopowych gatunków o wysokiej wartości diagnostycznej dla obszarów o dużym stopniu naturalności. Oceniając grupę epiksyli lasów na gruntach porolnych, trudno jest wskazać tak swoiste gatunki. Obecne tutaj dwie rośliny, których brak w pralesie, tj. *Plagiochila asplenioides* i *Scapania nemorea*, wystąpiły tylko jeden raz w puli danych. Grupę wątrobowców epiksylicznych „łąkolasu” cechuje (w stosunku do grupy pralesnej): 1) wyraźnie większy udział (ilościowy i frekwencyjny) gatunków polisubstratowych, tj. *Lophocolea heterophylla*, *Lepidozia reptans* i *Cephalozia bicuspidata*, 2) wyraźnie mniejszy udział (ilościowy i frekwencyjny) obligatoryjnych epiksyli (tj. *Nowellia curvifolia*, *Odontoschisma denudatum*, *Blepharostoma trichophyllum*). Interpretacja różnic obserwowanych dla siedlisk epigeicznych pralasu i „łąkolasu” jest

trudniejsza. Osią tej różnorodności, oprócz oczekiwanego w badaniach wpływu człowieka, jest duża zmienność środowiska glebowego fitocenoz *Sphagno girgensohnii-Piceetum*. Im bliżej Czarnej Hańczy, tym płaty borealnej świerczyny w dolinie nabierają cech florystyczno-siedliskowych olsu. Płaty są lokalnie wilgotniejsze i żyźniejsze. Niemniej jednak, uznając ten wpływ za nieistotny i oceniając obserwowane różnice tylko w kontekście przeszłości tych lasów, można powiedzieć, że siedliska epigeiczne „łąkolasów” mają większą różnorodność biologiczną wątrobowców. Interpretacja tego zjawiska wskazuje na większą mozaikowość siedlisk naziemnych w „łąkolesie” niż pralesie. Wątrobowce, jako grupa, w konkurencji z mchami przegrywają. Zwarte dywany mchów, tj. *Hylocomium splendens*, *Thuidium tamariscinum* i *Pleurozium schreberi*, są pozbawione wątrobowców i częściej występują w pralesie. Siedliska naziemne pralasu

Tabela 2. Występowanie wątrobowców w porównywanych typach lasu zróżnicowanych ze względu na pochodzenie w Dolinie Czarnej Hańczy

Objaśnienia: wartość po lewej stronie w kolumnie – procent wystąpień, po prawej – współczynnik pokrycia; gwiazdką (\*) zaznaczono relikty lasów puszczańskich na niżu.

Table 2. The occurrence of liverworts in the Czarna Hańcza River valley vs the origin of different types of forests  
 Explanations: the value in the column: left – the percentage of occurrences; right – the cover coefficient; (\*) – the relics of primeval forests in the lowland.

	Prasas Old forest		„Łąkolasy” “Grassland forest”	
Liczba gatunków w tabeli Number of species in the table	30		30	
Liczba wystąpień wszystkich gatunków Number of occurrences of all species	400		394	
Wskaźnik Shanona-Wienera Shanon-Wiener index	2,967		2,817	
Wskaźnik Margalefa Margalef indicator	4,84		4,852	
<i>Fuscocephaloziopsis catenulata</i> *	6	137		
<i>Lophozia ascendens</i> *	3	19		
<i>Crossocalyx hellerianus</i> *	5	33	1	0
<i>Syzygiella autumnalis</i>	5	9		
<i>Lophozia guttulata</i>	4	9		
<i>Neoorthocaulis attenuatus</i>	2	4		
<i>Calypogeia mulleriana</i>	1	0		
<i>Lepidozia reptans</i>	57	800	56	982
<i>Nowellia curvifolia</i>	39	1285	29	456
<i>Blepharostoma trichophyllum</i>	30	230	11	52
<i>Lophocolea heterophylla</i>	18	100	36	201
<i>Plagiochila asplenioides</i> *	16	157	20	203
<i>Odontoschisma denudatum</i>	11	257	1	15
<i>Calypogeia azurea</i>	15	57	25	204
<i>Calypogeia integrispula</i>	16	6	19	109
<i>Cephalozia bicuspidata</i>	14	40	34	118
<i>Liochlaena lanceolata</i>	10	24	25	103
<i>Bazzania trilobata</i> *	8	79	2	1
<i>Riccardia latifrons</i>	9	63	17	228
<i>Lophozia incisa</i>	7	66	2	30
<i>Ptilidium pulcherrimum</i>	20	22	7	16
<i>Aneura pinguis</i>	7	1	8	16
<i>Calypogeia sphagnicola</i>	2	14	1	0
<i>Calypogeia suecica</i>	4	4	3	0
<i>Chiloscyphus pallescens</i>	9	13	9	28
<i>Fuscocephaloziopsis lunulifolia</i>	5	5	2	1
<i>Geocalyx graveolens</i>	5	1	3	15
<i>Pellia endiviifolia</i>	1	14	2	15
<i>Radula complanata</i>	1	31	3	1
<i>Trichocolea tomentella</i>	1	0	2	30
<i>Lophocolea bidentata</i>			8	20
<i>Calypogeia neesiana</i>			3	30
<i>Riccardia multifida</i>			7	35
<i>Fuscocephaloziopsis pleniceps</i>			1	0
<i>Marchantia polymorpha</i>			1	0
<i>Scapania nemorea</i>			1	0

Tabela 3. Zróżnicowanie struktury i składu florystycznego wątrobowców siedlisk epiksylicznych i epigeicznych w porównywanych typach lasu (pralasy, „łąkolasy”)

Objaśnienia: wartość po lewej stronie w kolumnie – procent wystąpień, po prawej – współczynnik pokrycia; gwiazdką (\*) zaznaczono relikty lasów puszczańskich na nizinie.

Table 3. The diversified structure and floristic composition of liverworts in the epixylic and epigeic habitats in the compared types of forests (primeval forest, grassland forest)

Explanations: the value in the column: left – the percentage of occurrences; right – the cover coefficient; (\*) – the relics of primeval forests in the lowland.

	Siedliska epiksyliczne Epixylic habitats		Siedliska epigeiczne Epigeic habitats	
	pralasy old forest	„łąkolasy” „grassland forest”	pralasy old forest	„łąkolasy” „grassland forest”
Liczba gatunków Number of species	23	20	16	22
Liczba wystąpień wszystkich gatunków Number of occurrences of all species	289	216	111	178
Wskaźnik Shannona-Wienera Shannon-Wiener index	2,732	2,389	2,384	2,722
Wskaźnik Margalefa Margalef indicator	3,883	3,535	3,185	4,053
Średnie pokrycie warstwy d (%) Average cover of moss layer (%)	72	44	72	66
Minimalne pokrycie warstwy d (%) Minimum cover of moss layer (%)	10	1	0	5
Maksymalne pokrycie warstwy d (%) Maximum cover of moss layer (%)	100	100	100	100
Średnia liczba gatunków w spisie Average number of species in floristic list	5	4	2	3
Minimalna liczba gatunków w spisie Minimum number of species in floristic list	1	1	0	0
Maksymalna liczba gatunków w spisie Maximum number of species in floristic list	10	7	6	10
<i>Fuscocephaloziopsis catenulata</i> *	11	275		
<i>Crossocalyx hellerianus</i> *	10	67	2	0
<i>Syzygiella autumnalis</i>	10	17		
<i>Lophozia guttulata</i>	8	18		
<i>Lophozia ascendens</i> *	7	38		
<i>Neoorthocaulis attenuatus</i>	3	8		
<i>Nowellia curvifolia</i>	79	2569	58	913
<i>Odontoschisma denudatum</i>	23	514	2	30
<i>Ptilidium pulcherrimum</i>	41	43	14	32
<i>Radula complanata</i>	2	61	5	1
<i>Riccardia latifrons</i>	18	125	27	455
<i>Geocalyx graveolens</i>	10	2	3	30
<i>Fuscocephaloziopsis lumulifolia</i>	10	9	3	1
<i>Calypogeia suecica</i>	8	9	5	1
<i>Lepidozia reptans</i>	80	1464	76	1761
<i>Blepharostoma trichophyllum</i>	56	460	17	95
<i>Lophocolea heterophylla</i>	31	192	63	392
<i>Calypogeia azurea</i>	8	30	14	48
<i>Calypogeia integrispula</i>	3	0	5	1
<i>Bazzania trilobata</i> *	10	38	2	0
<i>Cephalozia bicuspidata</i>	16	42	39	159
<i>Liochlaena lanceolata</i>	18	47	27	117
<i>Lophozia incisa</i>	11	124	2	30
<i>Plagiochila asplenoides</i> *			2	0
<i>Chiloscyphus pallescens</i>			31	313
<i>Aneura pinguis</i>			18	27
<i>Calypogeia sphagnicola</i>			13	1
<i>Pellia endiviifolia</i>			3	29
<i>Trichocolea tomentella</i>			2	29
<i>Calypogeia mulleriana</i>			2	0
<i>Scapania nemorea</i>			2	0
<i>Riccardia multifida</i>				
<i>Lophocolea bidentata</i>				
<i>Calypogeia neesiana</i>				
<i>Fuscocephaloziopsis pleniceps</i>				
<i>Marchantia polymorpha</i>				

wyraźnie wyróżnia znacznie większy udział *Bazzania trilobata* (relikt puszczański). Obecność gatunków wyłącznych dla „łąkolasu” wynika raczej z czynników naturalnych, a ich udział jest niewielki.

#### UDZIAŁ GATUNKÓW „STARYCH LASÓW” TZW. RELIKTÓW PUSZCZAŃSKICH W BADANYCH GRUPACH

Analiza udziału gatunków „starych lasów” (tab. 4) niewiele wnosi w stosunku do tego, co przedstawiono w tabeli 3. Przyczyną jest to, że reliktyw lasów puszczańskich wśród wątrobowców nie ma wiele (na terenie WPN – 4), a status jednego może być dyskusyjny. Tym wątrobowcem jest *Plagiochila asplenioides* – roślina dość częsta w kraju i na terenie WPN, także w lasach o niewielkim stopniu naturalności. W sporządzonej dokumentacji ten reliktowy wątrobowiec częściej i obficie występuje w lasach na dawnych gruntach porolnych, a nawet (jedno wystąpienie) na drewnie w „łąkolesie”. W naszej ocenie roślina ta nie ma waloru identyfikującego siedliska starych lasów. W niniejszym zestawieniu uznano natomiast *Lophozia ascendens* za dobry gatunek reliktowy na terenie WPN. Ponadto, roślina ta spełnia kryteria reliktu puszczańskiego (por. CIEŚLIŃSKI i in. 1996) także na terenie kraju. Nie była wcześniej uznana za taką, gdyż nie stwierdzono jej obecności w Białowieskim Parku Narodowym, którego obszar i flora była odniesieniem do zaproponowanego wykazu (KLAMA 2002a, b). Ostatnio do grupy reliktyw lasów Ojcowskiego Parku Narodowego zaproponowano także *Nowellia curvifolia* (por. STEBEL & VONČINA 2020). Tej propozycji nie można zaakceptować nie tylko w odniesieniu do Wigierskiego PN, gdzie roślina ta ma aktualnie blisko 8063 (!) notowania (w tym w lasach o niewielkim stopniu naturalności; GÓRSKI & ROMAŃSKI, mps), ale także do jakiegokolwiek obszaru na niżu i w górach. Dyskusja z tą propozycją wykracza poza ramy niniejszego opracowania.

#### PODSUMOWANIE I WNIOSKI

1. Martwe i rozkładające się drewno oraz siedliska naziemne w borealnych świerczynach Doliny Czarnej Hańczy są ważną ostoją różnorodności biologicznej wątrobowców Wigierskiego Parku Narodowego. Stwierdzono tu występowanie 36 gatunków wątrobowców, co stanowi blisko połowę wszystkich roślin tej grupy obecnych w Wigierskim Parku Narodowym.
2. Na badanych siedliskach najczęstszymi gatunkami są *Lepidozia reptans*, *Nowellia curvifolia* i *Lophocolea heterophylla*. Pierwsze dwa występują obficie.
3. W obu badanych grupach lasu, zróżnicowanych ze względu na pochodzenie (pralasu/„łąkolasu”), stwierdzono tę samą liczbę gatunków wątrobowców (30). Jednak różnorodność biologiczna w lasach o puszczańskim charakterze, wyliczona na podstawie wskaźników różnorodności biologicznej, jest większa.
4. W obrębie ekosystemów lasu puszczańskiego większą różnorodnością biologiczną cechują się siedliska martwego drewna (w porównaniu z naziemnymi), w lesie na gruntach porolnych jest odwrotnie – bardziej różnorodne są siedliska naziemne.
5. Przeprowadzono analizę czterech grup gatunków: epiksyle pralasu/„łąkolasu”, epigeity pralasu/„łąkolasu”. Najliczniejszą grupą spośród badanych są wątrobowce epiksyliczne lasu puszczańskiego (także z największym wskaźnikiem różnorodności biologicznej Shannona-Wienera).
6. Gatunki epiksyliczne występujące wyłącznie w lesie o puszczańskim charakterze to swoista grupa rzadkich (także w skali kraju) gatunków stenotopowych o wysokiej wartości diagnostycznej dla obszarów o dużym stopniu naturalności. Należą do niej: *Fuscocephaloziopsis catenulata*, *Crossocalyx hellerianus*, *Lophozia guttulata*, *Lophozia ascendens* oraz *Neoorthocaulis attenuatus*.
7. Na podstawie różnic we florach porównywanych grup wątrobowców można wnioskować, że w sukcesji odtwarzającej siedliska wnętrza lasu szybciej regeneruje się środowisko glebo-

Tabela 4. Udział reliktyw puszczańskich jako grupy w badanych grupach siedliskowych  
Table 4. The share of forest relics as a group in the researched habitat groups

Miara udziału Participation measure	Gatunki epiksyliczne Epixylic species		Gatunki epigeiczne Epigeic species	
	pralasy old forest	„łąkolasy” „grassland forest”	pralasy old forest	„łąkolasy” „grassland forest”
Liczba gatunków Number of species	4	3	2	2
Procent w liście florystycznej Percentage proportion in the floristic list	17	15	12	9
Udział w pokryciu roślinności Percentage proportion of plant cover	7	0	54	23
Udział zbiorowy grupy Collective participation of the group	8	1	21	13



we. Aktualne różnice w bogactwie gatunkowym epigeitów lasu puszczańskiego i lasu na dawnych gruntach rolnych wynikają raczej z naturalnych uwarunkowań, niż są skutkiem wcześniejszego użytkowania.

8. Odtwarzanie flor epiksylicznych jest procesem długotrwałym. Warunkuje go specyficzny mikroklimat lasu oraz dostępność substratu w różnych stadiach dekompozycji drewna. Na podstawie przeprowadzonych badań można przypuszczać, że towarzyszy mu następująca sekwencja grup gatunków: 1) wątrobowce polisubstratowe (obficie i z wysoką frekwencją) z niewielkim udziałem obligatoryjnych i pospolitych epiksyli, 2) wzrost udziału pospolitych i częstych epiksyli (*Nowellia curvifolia*), 3) pojawianie się najrzadszych, obligatoryjnych epiksyli (w tym tzw. reliktyw puszczańskich). W Dolinie Czarnej Hańczy większość arealów badanych lasów na dawnych gruntach porolnych jest nadal na etapie obecności grup 1 i 2. W jednym tylko miejscu zaobserwowano obecność gatunku grupy 3, tj. *Crossocalyx hellerianus*.

#### PODZIĘKOWANIA

Badania dofinansowano ze środków funduszu leśnego, przekazanych przez Lasy Państwowe w ramach Umowy zawartej pomiędzy Państwowym Gospodarstwem Leśnym Lasy Państwowe a Wigierskim Parkiem Narodowym Nr EZ.0290.1.21.2021 (działanie nr 27).

#### LITERATURA

- CIEŚLIŃSKI S., CZYŻEWSKA K., FALIŃSKI J.B., KLAMA H., MUŁENKO W., ŻARNOWIEC J. (1996): Relicts of the primeval (virgin) forest. Relict phenomena. W: J.B. Faliński, W. Mułenko (red.). Cryptogamous plants in the forest communities of Białowieża National Park. Functional groups analysis and general synthesis (Project Crypto 3). Phytocoenosis 8 (N.S.), Archivum Geobotanicum 6: 197–216.
- DIERSCHKE H. (1994): Pflanzensoziologie. Grundlagen und Methoden. Verlag Eugen Ulmer, Stuttgart.
- GÓRSKI P., ROMAŃSKI M. (2016a): *Fuscocephaloziopsis catenulata* (Huebener) Váňa et L. Söderstr. – a liverwort new to Wigry National Park (north-eastern Poland). Steciana 20(1): 45–52.
- GÓRSKI P., ROMAŃSKI M. (2016b): Rediscovery of the rare liverwort *Liochlaena subulata* (Jungermanniaceae) in Poland. Herzogia 29(2): 810–813.
- GÓRSKI P., ROMAŃSKI M. (in prep.): Wątrobowce (Marchantiophyta) i glewiki (Anthocerotophyta) Wigierskiego Parku Narodowego. Mps.
- 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.
- KARCZMARZ K., SOKOŁOWSKI A. (1981): Nowe dane do flory mszaków północno-wschodniej Polski. III. Annales Universitatis Mariae Curie-Skłodowska, sectio C – Biologia 36(11): 125–134.
- KLAMA H. (2002a): Distribution patterns of liverworts (Marchantiopsida) in natural forest communities (Białowieża Primeval Forest, NE Poland). University of Bielsko-Biała, Bielsko-Biała.
- KLAMA H. (2002b): Relikty puszczańskie we florze wątrobowców zbiorowisk leśnych Puszczy Białowieskiej. Zeszyty Naukowe ATH – Inżynieria Włókiennicza i Ochrona Środowiska 7(3): 244–260.
- KLAMA H., GÓRSKI P. (2018): Red list of liverworts and hornworts of Poland. Cryptogamie, Bryologie 39(4): 415–441.
- MATUSZKIEWICZ J.M. (2001): Zespoły leśne Polski. Wyd. Nauk. PWN, Warszawa.
- MATUSZKIEWICZ W. (2001): Przewodnik do oznaczania zbiorowisk roślinnych Polski. Wyd. Nauk. PWN, Warszawa.
- OPERAT ochrony ekosystemów leśnych (2014). W: Plan Ochrony Wigierskiego Parku Narodowego i Obszaru Natura 2000 Ostoja Wigierska PLH 200004. Warszawa, Białystok, Suwałki.
- PAWŁOWSKI B. (1966): Composition and structure of plant communities and methods of their study. W: W. Szafer (red.). The vegetation of Poland. Pergamon Press, Oxford, London, Edinburgh, New York, Paris, Frankfurt & PWN-Polish Scientific Publishers, Warszawa: 241–281.
- SOKOŁOWSKI A. W. (1980): Zbiorowiska leśne północno-wschodniej Polski. Monographiae Botanicae 60: 5–205.
- STEBEL A., VONČINA G. (2020): Gatunki mszaków jako wskaźniki starych lasów w Ojcowskim Parku Narodowym. Prądnik, Prace i Materiały Muzeum im. Prof. Władysława Szafera 30: 83–114.