

Założenia i wstępne rezultaty projektu „Badania organizmów saproksylicznych w różnych ekosystemach leśnych Wigierskiego Parku Narodowego”*

Monika Staniaszek-Kik, Wiesław Fałtynowicz, Marek Halama, Eugeniusz Panek, Maciej Romański, Michał Sawoniewicz, Lech Krzysztofiak

Abstrakt. Na terenie Wigierskiego Parku Narodowego od 2012 r. realizowany jest projekt badawczy dotyczący występowania organizmów saproksylicznych. Celem badań jest rozpoznanie zasobów, preferencji siedliskowych oraz zagrożeń, jakim podlegają organizmy zasiedlające martwe drewno. Badaniami objęto: śluzowce, grzyby, porosty, wątrobowce i mchy, a spośród owadów – chrząszcze. Badania prowadzone są na kłodach, pniakach oraz martwych, stojących drzewach występujących na 36 stałych powierzchniach założonych w trzech typach lasów: w grądzie *Tilio-Carpinetum*, sosnowo-brzozowym lesie bagiennym *Thelypteridi-Betuletum pubescentis* oraz w świerczynie bagiennej *Sphagno girgensohnii-Piceetum*. Na każdym stanowisku zainstalowano kompaktowe stacje meteorologiczne rejestrujące prędkość i kierunek wiatru, wielkość opadu atmosferycznego, wilgotność względną powietrza oraz promieniowanie słoneczne całkowite, co finalnie pozwoli ocenić wpływ czynników środowiskowych na kształtowanie wzorców rozmieszczenia organizmów saproksylicznych. Zgromadzone dane wyraźnie wskazują na kluczowe znaczenie rozkładającego się drewna dla bioróżnorodności i bogactwa gatunkowego badanych grup organizmów.

Słowa kluczowe: mszaki, grzyby, porosty, śluzowce, chrząszcze saproksyliczne, martwe drewno, zbiorowiska leśne, Wigierski Park Narodowy.

Abstract. Assumptions and preliminary results of the project „Research saproxylic organisms in different forest ecosystems in the Wigry National Park”. The research project concerning the occurrence of saproxylic organisms in the Wigry National Park and focusing on the poorly known dynamics of coarse woody debris in natural conditions has been conducted since 2012. The main purpose of the project is to identify and estimate the available environmental resources, habitat preferences and threats of various organisms associated with dead wood, including slime molds, macrofungi, lichens, mosses, liverworts and insects (dead wood beetles). Altogether 36 permanent plots representing 3 types of forest communities (*Tilio-Carpinetum*, *Thelypteridi-Betuletum*

* Realizowany Projekt jest współfinansowany ze środków Państwowego Gospodarstwa Leśnego Lasy Państwowe, zgodnie z umowami nr ZP-04/12 i ZP-05/13.

pubescentis, *Sphagno girgensohnii-Piceetum*) were designated to sample field data. The automated weather stations equipped with a mechanical wind vane and cup system to measure speed and direction of wind, as well as sensors for measuring air humidity, air temperature, precipitation and solar radiation were installed within each of forest community type. Biota sampling on various kinds of dead wood (fallen logs, stumps, snags) and study of relationships between the number of saproxylic organisms and their abundance in forests with local ecological conditions (woody debris availability, wood decay rates, vegetation structure and composition, climatic factors) will allow to identify the main determinants of saproxylic diversity, understand better the local distribution of saproxylic organisms, as well as quantify their impacts on natural forest communities.

Key words: bryophytes, macrofungi, lichens, slime molds, dead wood beetles, decaying wood forest communities, Wigry National Park.

Wstęp

Martwe drewno jest istotnym elementem ekosystemów leśnych (Samuelsson i in. 1994). Rozkładane drewno odgrywa ważną rolę w obiegu pierwiastków oraz procesach geomorfologicznych (Harmon i in. 1986). Jednocześnie jest to nisza o kluczowej roli dla rozwoju i egzystencji ogromnej liczby organizmów – mszaków, roślin naczyniowych, grzybów, porostów, śluzowców, ale również zwierząt, zwłaszcza bezkręgowców (Samuelsson i in. 1994). W ostatnich kilkudziesięciu latach znaczenie rozkładającego się drewna dla różnych grup organizmów analizowano w bardzo wielu pracach, pochodzących zarówno z Europy, jak i innych regionów Świata (Muhle i LeBlanc 1975; Dániels 1983; Chlebicki i in. 1996; Økland i in. 1996; Kaila i in. 1997; Mattila i Koponen 1999; Boudreault i in. 2002; Christensen i in. 2005; Heilmann-Clausen i Christensen 2005; Heilmann-Clausen i in. 2005; Takahashi i Kagaya 2005; Míss i Deloya 2007).

Martwe drewno to właściwie kompleks zmieniających się w czasie mikrosiedlisk (Pyle i Brown 2002). Przebieg sukcesji organizmów zasiedlających rozkładające się kłody czy pniaki zależy od ogromnej liczby czynników takich jak gatunek drzewa, czas i przyczyna śmierci drzewa, wiek i wymiary drzewa, ale również rodzaju zbiorowiska leśnego, które determinuje mikroklimat (Gustafsson i in. 1992; Samuelsson i in. 1994; Heilmann-Clausen i in. 2005). Występowanie organizmów saproksylicznych jest ściśle związane nie tylko z ilością martwego drewna na dnie lasu, ale również z jego jakością. Ze względu na swój czasowy charakter (zaniechanie na skutek rozkładu) niezmiernie ważne są jego stałe dostawy.

Organizmy saproksyliczne na terenie Wigierskiego Parku Narodowego (WPN) dotychczas nie były przedmiotem szczegółowych badań ekologicznych. Aktualna wiedza na ich temat w WPN opiera się wyłącznie na danych inwentaryzacyjnych prowadzonych tu w ramach różnych badań i projektów. W 2012 r. rozpoczęto realizację trzyletniego projektu „Badania organizmów saproksylicznych w różnych ekosystemach leśnych Wigierskiego Parku Narodowego”. Realizowane badania mają na celu:

- określenie i ocena różnorodności organizmów saproksylicznych, ale także określenie ich preferencji siedliskowych oraz zagrożeń, jakim podlegają;

- charakterystykę wybranych aspektów zmian czasowych we florze, biocie i faunie badanych grup organizmów;
- poszerzenie wiedzy o ekologii i fenologii śluzowców, grzybów, porostów, mszaków a także chrząszczy saproksylicznych.

Metody

Badaniami objęto: wątrobowce i mchy, grzyby lichenizowane (porosty), grzyby makroskopijne, śluzowce, a spośród owadów – chrząszcze. Badania terenowe prowadzone są na trzech stanowiskach badawczych: 1. Wiatrołuza – w sosnowo-brzozowym lesie bagiennym *Thelypteridi-Betuletum pubescentis*; 2. Dolina Czarnej Hańczy – w świerczynie bagiennej *Sphagno girgensohnii-Piceetum* oraz 3. Sernetki – w grądzie *Tilio-Carpinetum*. Na każdym stanowisku wyznaczono po 12 powierzchni badawczych, każda o wymiarach 5x5 metrów. Osią każdej z tych powierzchni była kłoda o różnym stopniu rozkładu. Na powierzchniach analizowano występowanie organizmów saproksylicznych na następujących typach obiektów: (1) kłodach o długości powyżej 0,5 m i minimalnej średnicy 20 cm, (2) pniakach o średnicy górnej ponad 20 cm oraz (3) martwych, stojących drzewach. Dla wszystkich obiektów oceniano, przy użyciu pięciostopniowej skali, stopień zaawansowania dekompozycji (tab. 1). Badania prowadzono na obiektach różniących się pod względem taksonomicznym (iglaste – *Pinus sylvestris*, *Picea abies*; liściaste – *Betula pubescens*, *Alnus glutinosa*, *Tilia cordata*, *Quercus robur*) i pod względem stopnia zaawansowania rozkładu. Na wszystkich obiektach wykonywano szczegółowe spisy gatunków wątrobowców, mchów, śluzowców, macromycetes oraz grzybów lichenizowanych. W przypadku grzybów makroskopijnych oraz śluzowców badane obiekty były odwiedzane co najmniej trzykrotnie w ciągu sezonu.

Tab. 1. Zmodyfikowana, pięciostopniowa skala rozkładu kłód na podstawie Renvall'a (1995)

Table 1. Modified five-scale decomposition of fallen logs based on Renvall (1995)

Stopień rozkładu	Charakterystyka
1	Drewno twarde, nóż zagłębić można tylko kilka mm w głąb drewna. Kora nienaruszona.
2	Drewno dość twarde; nóż zagłębia się do głębokości około 1–2 cm w głąb. Kora stopniowo zaczynać odpadać.
3	Drewno dość miękkie, ulega intensywnym procesom dekompozycji. Małe powierzchnie drewna całkowicie rozłożone. Zazwyczaj wyższe partie kłód mają wyraźnie więcej twardych części (są słabiej rozłożone od części dolnej kłody). Nóż dość łatwo wbić można na około 3–5 cm w głąb drewna. Kora zachowana tylko fragmentarycznie.
4	Drewno miękkie, całe ostrze noża łatwo wnika w głąb drewna. Kłody z dużymi fragmentami rozłożonymi całkowicie.
5	Drewno bardzo miękkie, całkowicie rozłożone i łatwo się rozpada w palcach. Cała kłoda znacznie skurczona, a jej pierwotny zarys trudny do identyfikacji.

W trakcie badań w terenie prowadzono szczegółową rejestrację i dokumentację fotograficzną badanych grup organizmów w obrębie wyznaczonych powierzchni. Tylko w uzasadnionych przypadkach, w niemożności oznaczenia gatunku w terenie, pobierano jak najmniejszy materiał niezbędny do późniejszych analiz laboratoryjnych.

Na każdej powierzchni badawczej zamontowano na kłodach stojących po 9 pułapek. Odlów chrząszczy za pomocą pułapek dotyczył próchnowisk w pierwszych fazach rozkładu. Zbiór za pomocą tej metody prowadzono na powierzchniach badawczych, jak również na sąsiadującym z nimi terenie w okresie od końca sierpnia do końca września 2013 roku. W przypadku tej metody próbę stanowiły chrząszcze chwytane za pomocą pułapki ekranowej zamontowanej na próchniejącym pniu. Umiejscowiona na próchnowisku pułapka służyła do odłowu przylatujących oraz wylatujących z martwego drewna chrząszczy. W pracy uwzględniono wyłącznie osobniki stadium imaginalnego.

Ze względu na specyfikę i odmienność każdej z ww. grup nieco inaczej wyglądała metodyka określania ilościowości. W odniesieniu do mszaków i porostów szacowano stopień pokrycia przez darnie/plechy poszczególnych gatunków jak i całych grup. W przypadku grzybów makroskopijnych do określenia obfitości owocowań wykorzystano zmodyfikowaną skalę Nespiaka (1959). W przypadku grzybów wytwarzających owocniki/podkladki resuspinatowe rejestrowano dodatkowo orientacyjną powierzchnię stwierdzonego owocowania. W przypadku słuźowców starano się określić liczbę znalezionych okazów, jednak w przypadku tej grupy nie jest to łatwe, a proste porównanie liczby zarodni wyprodukowanych przez różne taksony jest na ogół niemożliwe. Wynika to z różnorodności tworzonych „owocowań” przez *Myxomycetes*. Przyjmuje się, że produkowane są trzy typy zarodni: pierwoszczowocnie, zroszozarodnie i zarodnie właściwe, przy czym wiele gatunków może produkować dwa typy zarodni równocześnie. Często zdarza się, że obserwować można kilka skupień zarodni właściwych w niedużej odległości. Nie można mieć pewności, czy wyprodukowało je kilka słuźni czy jedna, która przed zarodnikowaniem podzieliła się na kilka części.

Na każdym z trzech stanowisk zainstalowano kompaktowe stacje meteorologiczne rejestrujące prędkość i kierunek wiatru, wielkość opadu atmosferycznego, wilgotność względną powietrza, temperaturę powietrza, promieniowanie słoneczne całkowite, co pozwoli ocenić wpływ czynników środowiskowych na kształtowanie wzorców rozmieszczenia organizmów saproksylicznych. Dodatkowo na stanowisku w Sernetkach wybrano jedną kłodę, na której zainstalowano zestaw czujników mierzących temperaturę powietrza (przy kłodzie drewna, w kłodzie oraz w glebie tuż przy kłodzie), wilgotność gleby, drewna i powietrza oraz przewodność elektrolityczną gleby i drewna. Łącznie zainstalowano na powierzchni 20 czujników.

Wyniki

Prezentowane wyniki mają wstępny charakter ze względu na niezakończony cykl badań.

Mchy i wątrobowce – w obrębie analizowanych 36 powierzchni, na siedliskach murszejącego drewna, stwierdzono występowanie 76 taksonów mszaków, tj. 51 gatunków i jednej odmiany mchów oraz 24 gatunków wątrobowców. Oznacza to, że na badanych podłożach występuje 34% mszaków znanych z całego Wigierskiego PN. W przypadku wątrobowców liczba ta jest jeszcze wyższa i wynosi aż 55% wszystkich przedstawicieli hepaticoflory występujących w Parku. Na rozkładającym się drewnie w badanych fitocenozach leśnych stwierdzono występowanie 25 gatunków chronionych (8 ściśle chronionych, 17 – częściowo), które stanowią łącznie ponad 30% analizowanej musko- i hepaticoflory. Na badanych typach siedlisk odnotowano także występowanie trzech zagrożonych gatunków wątrobowców – *Nowellia curvifolia*, *Calypogeia suecica* i *Geocalyx graveolens* (fot. 1). Wśród epiksylicznych mszaków, w ciągu dwóch przeprowadzonych cykli badań (w 2012 i 2013 r.), na większości badanych obiektów zanotowano

znaczące zmiany zarówno jakościowe, jak i ilościowe. W przypadku aż 76% gatunków stwierdzono zmiany w częstotliwości ich wystąpień.

Grzyby – w trakcie badań terenowych stwierdzono występowanie przeszło 130 taksonów grzybów makroskopijnych związanych bezpośrednio lub pośrednio z „martwym” drewnem. Do chwili obecnej zidentyfikowano 81 gatunków macromycetes, w tym 71 gatunków podstawczaków i 10 gatunków workowców. Na badanych powierzchniach nie odnotowano chronionych gatunków grzybów, stwierdzono natomiast obecność 12 gatunków grzybów zagrożonych w Polsce (por. Wojewoda i in. 2006). Należą tu 2 gatunki narażone (kategoria zagrożenia – V), tj.: *Mycena purpureofusca* (fot. 2) i *Pycnoporellus fulgens*, 7 gatunków rzadkich (kategoria zagrożenia – R), tj.: *Calocera furcata*, *Galerina triscopa*, *Lichenomphalia umbellifera*, *Pseudomerulius aureus*, *Tricholomopsis decora*, *Entoloma rhodocalix*, *Rhodocybe nitellina* oraz 3 gatunki wymierające (kategoria zagrożenia – E), tj.: *Mucronella calva*, *Kavinia himantia* (fot. 3) i *Junghuhnia collabens*. Grzyby związane z próchniejącymi obiektami mają różnicowany charakter bioekologiczny. Na kłodach pokrytych zwartymi kobiercami mchów (i wątrobowców) szczególnie licznie występowały różne gatunki grzybów briofilnych. Należą tu głównie przedstawiciele rodzajów *Galerina* i *Rickenella*. Wyraźny związek z mikrosiedliskami tworzonymi przez kobierce mchów w obrębie próchniejących kłód zauważalny był również w przypadku niektórych gatunków grzybówek (*Mycena*). Delikatne owocniki przedstawicieli tego rodzaju notowano albo prawie wyłącznie na martwych szczątkach mchów lub w obrębie kobierców mchów – na innych typach podłoża, np. rozkładających się liściach drzew, butwiejącej korze i bardzo zmurszałym drewnie. Wśród grzybów nadrewnowych (związanych z drewnem i/lub korą próchniejących obiektów) notowano zarówno gatunki wykazujące bardzo ściśle przywiązanie do drewna drzew iglastych (np. *Mycena purpureofusca*, *M. viridimarginata*, *Pseudomerulius aureus*, *Mucronella calva*) lub drewna drzew liściastych (np. *Delicatula integrella*, *Fomes fomentarius*, *Ganoderma applanatum*, *Inonotus radiatus*), jak również grzyby niewykazujące tak ścisłych preferencji substratowych – notowane na drewnie różnych gatunków drzew (np. *Galerina marginata*, *G. triscopa*). Analiza wystąpień grzybów na różnych podłożach wykazała, że najwięcej gatunków pojawiło się na drewnie *Picea abies* (52). Na *Tilia cordata* *Betula pubescens*, *Quercus robur* i *Pinus sylvestris* odnotowano odpowiednio 31, 30, 29 oraz 27 gatunków. Najmniejsze zróżnicowanie gatunkowe stwierdzono na *Alnus glutinosa* (18 gatunków). Największym zróżnicowaniem gatunkowym macromycetes cechowały się obiekty zlokalizowane w obrębie zbiorowiska łąkowego (*Tilio-Carpinetum*), gdzie odnotowano 67 gatunków grzybów. Wyraźnie uboższa okazała mykobiota subborealnej brzeziny bagiennej (*Dryopteridi thelypteridis-Betuletum pubescentis*) oraz borealnej świerczyny na torfie (*Sphagno girgensohnii-Piceetum*), gdzie stwierdzono odpowiednio 47 i 43 gatunki. W ciągu dwóch lat badań na większości badanych obiektów zarejestrowano wyraźne zmiany jakościowe i ilościowe bioty grzybów.

Porosty – na badanych powierzchniach pod względem liczby gatunków oraz częstości i obfitości występowania przeważają porosty humusolubne i cienioznośne, głównie z rodzajów *Cladonia*, *Placynthiella*, *Trapeliopsis*, *Dimerella*, *Micarea*. Największe zróżnicowanie epiksylicznych porostów stwierdzono w grądzie, gdzie znaleziono ponad dwa razy więcej taksonów niż w obu pozostałych typach lasów. W 2013 r. nastąpiły znaczne zmiany w biocie porostów na badanych kłodach. Zmniejszyła się liczba gatunków w każdym ze zbiorowisk, ale największy ubytek, o 45%, zanotowano w grądzie. Jak się wydaje, porosty w warunkach dużej wilgotności powietrza i podłoży przegrywają z silniejszymi konkurencyjnie mchami i wątrobowcami. Liczbę notowań znacznie zwiększył tylko drobny, skorupiasty porost wilgociolubny – *Micarea*

prasina. Rozprzestrzenia się także powszechny w tych lasach epifit – *Phlyctis argena* – który produkuje olbrzymie ilości diaspor (sorediów) i szybko zasiedla bardziej suche fragmenty kłód i martwych gałęzi. Dalsze badania wykażą, czy sukces tego taksonu jest trwały; można jednak przypuszczać, że w miarę postępującego rozkładu drewna *Ph. argena* będzie ustępował.

Śluzowce – łącznie w ciągu dwóch sezonów badawczych znaleziono 26 gatunków śluzowców. Pomimo dłuższego okresu badań w roku 2013 stwierdzono podobną liczbę wystąpień śluzowców: 77 (73 w roku 2012). Znalezione gatunki w ogromnej większości były takie same jak w roku 2012, przeważnie występowały także na tych samych powierzchniach, choć czasem na innych ich fragmentach. Gatunki takie jak *Lycogala epidendrum*, *Hemitrichia serpula* (fot. 4), *H. clavata* oraz *Trichia decipiens* występowały w dwu kolejnych latach na identycznych stanowiskach. Po raz pierwszy na powierzchniach znaleziono *Metatrichia vesparia*. Nie odnaleziono 5 gatunków obecnych w roku 2012: *Arcyria ferruginea*, *Diderma ochraceum*, *Lepidoderma tigrinum*, *Didymium iridis* oraz *Reticularia lycoperdon*. Najczęściej spotykanym gatunkiem był kędziorek mylny (*Trichia decipiens*), notowany 21 razy, na różnych podłożach. Siedemnaście razy stwierdzono *Lycogala epidendrum*. Trzydzieści razy notowano *Hemitrichia clavata*, dwunastokrotnie znaleziono *Physarum album* i *Stemonitis fusca*. Są to wszystko gatunki pospolite. Analiza wystąpień śluzowców na różnych podłożach wykazała, że najwięcej gatunków pojawiło się na drewnie *Picea abies* (17) i *Tilia cordata* (12). Na *Betula pubescens* znaleziono 10 gatunków, po 9 na *Pinus sylvestris* i *Alnus glutinosa*. Na *Quercus robur* stwierdzono 5 gatunków a tylko 1 na mszakach porastających kłody. Nie na wszystkich kłodach śluzowce pojawiały się licznie; np. kłoda C w Sernetkach jest stosunkowo świeża, nieporośnięta przez mszaki, eksponowana i szybko ulega przesuszeniu. Znaleziono na niej jedynie 3 gatunki śluzowców. Można stwierdzić, że najchętniej są przez śluzowce zasiedlane kłody świerkowe w dolinie Czarnej Hańczy. Z kolei obfite występowanie mszaków na powierzchni kłód stanowi dla śluzowców przeszkodę. Tylko jeden znaleziony gatunek (*Diderma ochraceum*) tworzy zarodnie na liściach mszaków. Inne – bezpośrednio na podłożu drewnianym. Przy dużej ilości mszaków śluzowce mogą zająć niewielkie miejsca pomiędzy nimi, zagłębienia w kłodach lub ich dolne partie nieporośnięte przez mchy i wątrobowce. Wszystkie znalezione gatunki należą do szeroko rozprzestrzenionych na świecie (Poulain i in. 2011).

Chrząszcze – na badanych powierzchniach za pomocą pułapek odłowiono 336 osobników chrząszczy, należących do 28 rodzin i 53 gatunków. Do klasy wierności grupującej owady obligatoryjnie związane z silnie rozłożonym drewnem i próchnowiskami należało 12,50% gatunków i 3,20% osobników. Owady związane ze środowiskiem podkorowym, owocnikami grzybów nadrzewnych i dziuplami stanowiły 48,21% gatunków i 36,05% odłowionych osobników. Do chrząszczy fakultatywnie związanych z zamierającymi drzewami lub rozkładającym się drewnem należało 19,64% gatunków i 44,19% osobników. Klasa wierności tworzona przez owady niezwiązane z rozkładającym się drewnem obejmowała 19,64% gatunków i 16,57% osobników. Najliczniejszą grupą troficzną były chrząszcze odżywiające się grzybami, stanowiły one 46,22% odłowionych osobników i 30,36% gatunków. Następne pod względem liczby odłowionych osobników były fitofagi (9,01% osobników, 8,93% gatunków); zoofagi (7,27% osobników, 17,86% gatunków); myksomofagi (6,40% osobników, 17,86% gatunków) i saprofagi (6,10% osobników, 14,29% gatunków). Najmniej liczne okazały się chrząszcze nekrofagiczne, osiągając udział 0,29% osobników i 1,79% gatunków. Pozostałe 24,71% osobników i 8,93% gatunków stanowią chrząszcze o niedostatecznie poznanych preferencjach pokarmowych. Najwyższą wartość wskaźnika bogactwa gatunkowego (d) uzyskało zgrupowanie chrząszczy występujące na brzozie, a najniższą na leszczynie.

Podsumowanie

Dotychczas zebrane i zestawione dane wyraźnie wskazują na kluczowe znaczenie rozkładającego się drewna dla bioróżnorodności i bogactwa gatunkowego badanych grup organizmów. Obserwacje prowadzone na stałych powierzchniach pozwalają również na rejestrowanie interesujących zmian we florze, biocie oraz faunie wraz z upływem czasu i pokazują, jak bardzo dynamicznym siedliskiem jest rozkładające się drewno.

Przedstawiony projekt realizowany będzie do 2014 r. Kompletne dane uzyskane po trzech sezonach badań będą stanowiły ważne źródło informacji dotyczące zasobów organizmów saproksylicznych w zbiorowiskach leśnych Wigierskiego Parku Narodowego. Wszystkie uzyskane w toku badań wyniki pozwolą na lepszą i skuteczniejszą ochronę gatunków zasiedlających martwe drewno.

Literatura

- Boudreault C., Bergeron Y., Gauthier S., Drapeau P. 2002. Bryophyte and lichen communities in mature to old-growth stands in eastern boreal forests of Canada. *Can. J. For. Res.*, 32(6): 1080–1093.
- Chlebicki A., Żarnowiec J., Cieśliński S., Klama H., Bujakiewicz A., Złuski T. 1996. XVI. Epixylites, lignicolous fungi and their links with different kinds of wood. W: Faliński J.B., Mułenko W. (red.). Cryptogamous plants in the forest communities of Białowieża National Park (Project CRYPTO 3), Functional groups analysis and general synthesis. *Phytocoenosis* Vol. 8 (N.S.) *Archivum Geobotanicum* 6.
- Christensen M., Hahn K., Mountford E.P., Ódor P., Standovár T., Rozenbergar D., Diaci J., Wijdeven S., Meyer P., Winter S., Vrska T. 2005. Dead wood in European beech (*Fagus sylvatica*) forest reserves. *For. Ecol. Manag.*, 210(1–3): 267–282.
- Dániels F.J.A. 1983. Lichen communities on stumps of *Pinus sylvestris* L. in the Netherland. – *Phytocenologia* 11.30: 431–444.
- Gustafsson L., Fiskesjö A., Hallingbäck T., Ingelög T., Pettersson B. 1992. Semi-natural deciduous broadleaved woods in southern Sweden – habitat factors of importance to some bryophyte species. *Biol. Conserv.*, 59(2–3): 175–181.
- Harmon M.E., Franklin J.F., Swanson F.J., Sollins P., Gregory S.V., Lattin J.D., Anderson N.H., Cline S.P., Aumen N.G., Sedell J.R., Lienkaemper G.W., Cromack Jr. K., Cumminis K.W. 1986. Ecology of coarse woody debris in temperate ecosystems. *Advances in Ecological Research*. Academic Press Inc., London.
- Heilmann-Clausen J., Aude E., Christensen M. 2005. Cryptogam communities on decaying deciduous wood – does tree species diversity matter? *Biodivers. Conserv.*, 14: 2061–2078.
- Heilmann-Clausen J., Christensen M. 2005. Wood-inhabiting macrofungi in Danish beech-forests – conflicting diversity patterns and their implications in a conservation perspective. *Biol. Conserv.*, 122: 633–642.
- Kaila L., Martikainen P., Punttila P., 1997. Dead trees left in clear-cuts benefit saproxylic *Coleoptera* adapted to natural disturbances in boreal forest. *Biodiversity and Conservation*. 6: 1–18.
- Mattila P., Koponen T. 1999. Diversity of bryophyte flora and vegetation on rotten wood in rain and montane forests of northeastern Tanzania. *Tropical Bryology*, 16: 139–164.

- Miss J.V., Deloya C., 2007: Observaciones sobre los coleópteros saproxilófilos (*Insecta: Coleoptera*) en Sotuta, Yucatán, México. *Revista Colombiana de Entomología* 33 (1): 77–81.
- Muhle H., LeBlanc F. 1975. Bryophyte and lichen succession on decaying logs. I. Analyses along on evaporational gradient in eastern Canada. – *J. Hattori Bot. Lab.* 39: 1–33.
- Nespiak A. 1959. Studia nad udziałem grzybów kapeluszowych w zespołach leśnych na terenie Białowieskiego Parku Narodowego. *Monogr. Bot.*, 12: 93–104.
- Økland B., Bakke A., Hågvar S., Kvamme T., 1996. What factors influence the diversity of saproxylic beetles? A multiscaled study from a spruce forest in southern Norway. *Biodiv. and Conserv.* 5: 75–100.
- Poulain M., Meyer M., Bozonnet J. 2011. Les Myxomycètes, T. 1: 1–568, T. 2: 1–544. FMBDS France.
- Pyle C., Brown M.M. 2002. The effects of microsite (logs versus ground surface) on the presence of forest floor biota in a second-growth hardwood forest. Proceedings of the symposium on the ecology and management of dead wood in western forests. General Technical Report PSW-GTR–181, November 2–4 1999, Reno, Nevada.
- Renvall P. 1995. Community structure and dynamics of wood-rotting Basidiomycetes on decomposing conifer trunks in northern Finland. *Karstenia*, 35(1): 1–51.
- Samuelsson J. i Gustafsson L., Ingelög T. 1994. Dying and dead trees: a review of their importance for biodiversity. Swedish Threatened Species Unit, Uppsala.
- Takahashi K.H., Kagaya T. 2005. Guild structure of wood-rotting fungi based on volume and decay stage of coarse woody debris. *Ecol. Res.*, 20: 215–222.
- Wojewoda W., Ławrynowicz M. 2006. Red list of the macrofungi in Poland. W: Mirek Z., Zarzycki K., Wojewoda W., Szeląg Z. (red.). Red list of plants and fungi in Poland. W: Szafer Institute of Botany, Polish Academy of Sciences, Kraków.

**Monika Staniaszek-Kik¹, Wiesław Faltynowicz², Marek Halama³, Eugeniusz Panek⁴,
Maciej Romański⁵, Michał Sawoniewicz⁶, Lech Krzysztofiak⁷**

¹Uniwersytet Łódzki, Katedra Geobotaniki i Ekologii Roślin,
kik@biol.uni.lodz.pl;

²Uniwersytet Wrocławski, Wydział Nauk Biologicznych,
Instytut Biologii Środowiskowej, Zakład Botaniki,
wf@biol.uni.wroc.pl;

³Muzeum Przyrodnicze, Uniwersytet Wrocławski,
marhalam@biol.uni.wroc.pl;

⁴Uniwersytet Wrocławski, Wydział Nauk Biologicznych,
Instytut Biologii Środowiskowej, Zakład Botaniki,
paneke@biol.uni.wroc.pl;

⁵Wigierski Park Narodowy,

⁶Politechnika Białostocka, Zamiejscowy
Wydział Leśny w Hajnówce,
m.sawoniewicz@pb.edu.pl;

⁷Wigierski Park Narodowy,