

Dlaczego martwe świerki są potrzebne w Puszczy Białowieskiej

Zmiany klimatu nie pozostają bez wpływu na europejskie lasy. Gatunki drzew, takie jak świerk, wrażliwe na wysokie temperatury i niedostatek wody, osłabione letnimi okresami suszy, stają się podatne na intensywniejsze zasiedlanie przez leśne owady. Opanowane przez korniki świerki zamierają, ustępując miejsca drzewom liściastym, wymagającym dużej ilości światła i lepiej dostosowanym do aktualnych warunków środowiska. Naturalny proces zmiany struktury gatunkowej lasu jest długotrwały, jednak na żadnym z jego etapów nie ma zagrożenia dla trwałości leśnego ekosystemu. Las nadal żyje, choć radykalnie zmienia się skład i udział procentowy tworzących go gatunków drzew. Wygląda też inaczej niż kilka, lub kilkadziesiąt lat wcześniej. Często ten wygląd nie odpowiada naszym przyzwyczajeniom - gdy z gęstwiny młodych drzew sterczą w niebo pnie martwych świerków lub płatanina leżących kłód utrudnia poruszanie się po lesie - ale to nie oznacza, że jest to „las gorszej jakości” czy też „las umierający”.

Jeśli las jest zdominowany przez świerki, proces zamierania drzew może przybrać masowe rozmiary. Z taką sytuacją mamy obecnie do czynienia w wielu miejscach Polski np. w Beskidach, a także w niektórych fragmentach Puszczy Białowieskiej. Podobnie jak w zwykłych lasach gospodarczych można w Puszczy ulec pokusie podjęcia ingerencji – wycinki zamierających świerków, wyciągnięcia ich na składy drewna i sprzedaży, by następnie oczyścić i zorać glebę, posadzić zgodnie z instrukcjami wyhodowane na szkółkach sadzonki, chronić je wszelkimi metodami przed zwierzętami roślinożernymi i pielęgnować, by po kilkadziesiąt lat doczekać się uporządkowanego, od nowa urządzonego drzewostanu.

Czy jednak jest to dobra decyzja? Czy biorąc pod uwagę szczególny charakter Puszczy Białowieskiej (to przecież najlepiej zachowany las liściasty i mieszany na niżu Europy) i trwającą 500 lat historię jej ochrony, nie należałoby pozwolić, by w wyniku naturalnych procesów obecny las z przewagą drzew iglastych stopniowo przekształcił się w las z przewagą dębów, grabów, lip i innych drzew liściastych? Czy chęć ingerencji nie wynika przypadkiem z pobudek ekonomicznych lub błędnego przekonania, że bez pomocy człowieka las zginie?

Badania nad procesami rozpadu borów świerkowych wskazały, że dynamika gradacji kornika niewiele się różni na terenach, gdzie wszelkimi dostępnymi środkami prowadzono walkę z kornikiem i na terenach, gdzie takich działań nie prowadzono (Grodzki i in. 2006). Usuwanie zaatakowanych przez kornika lub zmarłych z innych przyczyn drzew nie stanowi skutecznej metody zatrzymania gradacji kornika i zamierania świerków, lecz może przynieść skutek przeciwny: przez ograniczenie naturalnych procesów wydłużyć gradację i przyspieszyć zanikanie świerczyn, gdyż w warunkach Puszczy Białowieskiej nie jest możliwe skuteczne wycięcie wystarczającego procentu zaatakowanych drzew (np. Fahse i Heurich 2011).

Obecnie posiadamy ogromną wiedzę na temat pozytywnej roli martwego drewna w lesie, jego wpływu na leśny mikroklimat, dostępność wody i wzrost różnorodności biologicznej. Martwe drewno jest wyróżnikiem lasów naturalnych. Bez niego tracą one swój naturalny charakter i nie odróżniają się od zwykłych lasów gospodarczych.

Poniżej przedstawiamy listę strat dla przyrody, jakie spowoduje wycięcie i usunięcie z Puszczy zamierających świerków oraz korzyści, wynikających z braku ingerencji w ten proces.

Wycinając i usuwając zamierające świerki tracimy między innymi:

1. **Szansę na skuteczniejszą, szybszą, naturalną i różnorodną biologicznie regenerację lasu siłami natury** (jak dowodzą przykłady z innych miejsc w Europie: Loch i in. 2001, Jonašova i Prah 2004, Jonašová i Matijková 2007, Jonašova i Prah 2008, Müller i in. 2008, Müller i in. 2010, Čížkova i in. 2011, Lehnert i in. 2013, Beudert i in. 2015).
2. **Miejsca wytwarzania i rozprzestrzeniania się „broni biologicznej” przeciwko kornikom.** Część spośród saproksylobiontycznych drapieżnych chrząszczy żyjących w martwych świerkach to bezpośredni wrogowie kornika drukarza – przywabia je do opanowywanych przez kornika świerków feromon agregacyjny wytwarzany przez samce korników w chwili opanowywania drzewa. Duża koncentracja zamierających świerków opanowanych przez korniki staje się miejscem intensywnego namnażania się drapieżnych chrząszczy, a także innych, drapieżnych i pasożytniczych owadów, które z takich miejsc rozprzestrzeniają się na kolejne obszary w poszukiwaniu swoich ofiar (Gutowski i Krzysztofiak 2005, Montano i in. 2016)
3. **Miejsca w Puszczy, gdzie masowo naturalnie odnawiają się dęby** (Bobiec i in. 2011, Bobiec i Bobiec 2012, Bobiec 2013). Im liczniejsze grupy zamierających świerków, im większe płaty drzewostanów świerkowych porażonych przez kornika drukarza, tym są liczniejsze, szybko rozwijające się naturalne odnowienie dębów. W innych miejscach zdominowanych przez drzewostany liściaste, wzrost siewek dębu utrudnia masowo odnawiający się grab.
4. **Środowisko życia wielu gatunków porostów i mszaków.** Wśród „reliktów puszczańskich” najliczniejsze grupy ekologiczne stanowią porosty i mszaki epifityczne (przede wszystkim nadrzewne) oraz epiksyliczne, czyli rosnące głównie na martwym drewnie (Cieśliński i in. 1996). Świerki są bardzo dobrym podłożem dla ginących w skali Europy gatunków z rodzajów włośnica *Bryoria* i brodacznka *Usnea*. Z Puszczy Białowieskiej podawano prawie 90 gatunków żyjących na świerkach (Cieśliński 2003), w tym np. już uznane za regionalnie wymarłe w Polsce brodacznki: najdłuższa *Usnea longissima*, jamkowata *U. cavernosa* i haczykowata *U. uncinulata*.
5. **Jedyne środowisko życia wielu gatunków chrząszczy saproksylicznych, czyli związanych z martwym drewnem i obumierającymi drzewami, a także ze strefą podkorową i z próchnowiskami występującymi w takich drzewach.** Wśród „reliktów puszczańskich” są gatunki należące do niegdyś dużej, liczącej w Europie Środkowej ponad 1000 gatunków, grupy chrząszczy saproksylicznych, wśród których najsilniej zagrożone są chrząszcze związane z martwymi drzewami. Niektóre z nich znane są w Polsce tylko z Puszczy Białowieskiej. W świerkach, zarówno uśmierconych przez korniki drukarze, jak i powalonych czy złamanych przez wiatr, niedawno obumarłych lub już silnie spróchniałych, odbywa się rozwój larwalny (czasem kilkuletni) tych chrząszczy. Z kolei ich larwy odżywiają się rozkładającym się łykiem lub drewnem, grzybnią grzybów opanowujących martwe drzewa lub prowadzą drapieżny tryb życia, odżywiając się innymi drobnymi zwierzętami zasiedlającymi martwe świerki (Gutowski i Buchholz 2000, Gutowski 2004, Gutowski i in. 2004). Wśród tych owadów są takie rarytasy jak: **zaglebek bruzdkowany** *Rhysodes sulcatus*, **ponurek Schneidera** *Boros schneideri*, **rozmiarz kolweński** *Pytho kolwensis* (ten gatunek zasiedla wyłącznie świerki), **zgniotek cynobrowy** *Cucujus cinnaberinus*, **zgniotek szkarłatny** *Cucujus haematodes*, **kowalina luskoskrzydła** *Lacon lepidopterus*. Pozostawiając martwe świerki chronimy także miejsca kilkuletniego rozwoju larwalnego takich gatunków jak: **bogatek wspaniały** *Buprestis splendens*, **czy pawężnica** *Peltis grossa*. Bogatek potrzebuje do rozwoju wysokich martwych świerków lub sosen stojących w silnym nasłonecznieniu, najlepsze takie miejsca to tzw. gniazda kornikowe,

pozostawione bez żadnej ingerencji leśników. Pawężnica potrzebuje do rozwoju grubych, stojących drzew iglastych (w Puszczy najczęściej są to świerki zabite przez korniki), których drewno podlega już zaawansowanemu procesowi próchnienia.

6. **Najważniejsze miejsca lęgowe rzadkich dzięciołów, przede wszystkim dzięcioła trójpalczastego.** Dzięcioły co roku kują nowe dziuple, potrzebują więc stałej podaży grubych martwych drzew. Dzięcioł trójpalczasty jest czterokrotnie rzadszy w gospodarczo użytkowanej części Puszczy, gdzie prowadzono walkę z kornikiem usuwając martwe świerki, niż w rezerwacie ścisłym Białowieskiego Parku Narodowego. Unika on fragmentów lasu objętych pracami gospodarczymi i pielęgnacyjnymi, nawet wówczas, gdy prace te obejmują niewielkie powierzchnie i niedużą liczbę drzew (Kajzer i Sobociński 2012). Jak wykazują badania, 2/3 dziupli tego dzięcioła Puszczy Białowieskiej znajduje się w świerkach, z czego 90% w martwych świerkach. Średnia pierśnica drzew (czyli średnica mierzona na wysokości klatki piersiowej), w których dzięcioł ten wykuwa dziuple to 37 cm (T. Wesołowski, dane niepublikowane).
7. **Obfitą, urozmaiconą, dostępną przez wiele lat bazę żerową dla wszystkich gatunków dzięciołów, w tym tych najrzadszych – dzięcioła białogrzbietego i dzięcioła trójpalczastego.** Dzięcioły: czarny, białogrzbiety i trójpalczasty często żerują na martwym drewnie (Walankiewicz i in. 2002). Ten ostatni w 80% przypadków żeruje na martwych świerkach. Drzewa takie (stojące i leżące) są dobrą i różnorodną bazą żerową przez wiele lat, gdyż w kolejnych fazach rozkładu są zasiedlane przez różne zespoły bezkręgowców. Obfitość jedzenia umożliwia wyższy sukces lęgowy dzięciołów i lepszą przeżywalność piskląt (Kajzer i Sobociński 2012).
8. **Najważniejsze miejsca lęgowe sóweczki – rzadkiego gatunku sowy,** która uzależniona jest od obecności dziupli wykutych przez dzięcioły. Sóweczka zajmuje niemal wyłącznie dziuple wykute przez dzięcioły w zamierających świerkach (Mikusek 2009).
9. **Obfitość pokarmu dla małych ssaków drapieżnych (np. łasic) i rzadkich sów (np. włochatek),** bo zamierające świerki intensywnie produkują nasiona, które stanowią bazę żerową dla gryzoni, czyli pokarmu dla drapieżnych ssaków i ptaków.

Jakie są korzyści z powalonych i próchniejących drzew?

1. **Wzrasta różnorodności mikrosiedlisk (mozaikowatość lasu)** związany z różnym tempem zamierania i rozkładu drewna, powierzchnią odsłoniętej gleby, tempem i kierunkiem regeneracji lasu.
2. **Stopniowo uwalnia się zgromadzona w kłodach materia organiczna do leśnej gleby** w wyniku powolnych procesów rozkładu drewna.
3. **Pojawia się miejsce życia dla co najmniej 230 gatunków grzybów wielkoowocnikowych.** Rozwijają się one przeważnie na leżących pniach w różnym stadium rozkładu. Pozostawienie martwych świerków stworzy na długie lata dogodne miejsca do rozwoju wielu gatunków makrogrzybów związanych ze świerkami, w tym skrajnie zagrożonych i znanych do tej pory tylko z obszarów ściśle chronionych w Puszczy Białowieskiej (Karasiński i in. 2010).
4. **Rośnie liczba miejsc bytowania wielu epiksylicznych porostów,** w tym rzadkich gatunków z rodzajów pałecznik *Calicium* i trzonecznica *Chaenotheca*, z których ponad połowa znajduje się na „Czerwonej liście porostów wymarłych i zagrożonych” (Cieśliński i in. 2006). Na murszejącym drewnie świerków znaleźć można także jeden z pięciu w Polsce gatunków porostów zawierających grzyb podstawkowy – pępówkę baldaszkową *Lichenomphalia umbellifera*.

5. **Znacząco wzrasta liczba korzystnych siedlisk dla licznych, a bardzo słabo poznanych w kraju śluzowców (*Mycetozoa = Myxomycetes*), dla których północno-wschodnia Polska jest – poza górami – miejscem najbardziej licznego występowania (Panek i Romański 2010)**
6. **Powstają znacznie lepsze warunki dla kiełkowania drzew i wielu innych roślin naczyniowych.** Sadzone i hodowane w Puszczy Białowieskiej przez leśników uprawy dębowe nie zastąpią cennych puszczańskich starodrzewi dębowych, które powstały w efekcie powolnego, stopniowego zarastania polan i porzuconych pól (Bobiec 2013). Obecnie takie lasy dębowe rozwijają się w wyniku spontanicznego zarastania rozległych luk powstałych na skutek rozpadu drzewostanów świerkowych. Liczne, zalegające na ziemi kłody martwych świerków spełniają szczególnie pozytywną rolę w procesie odnowienia dębu. Jak wykazały badania prowadzone w Białowieskim Parku Narodowym, zdecydowana większość młodych dębów pojawia się w bezpośrednim sąsiedztwie kłód świerkowych. Może to mieć związek z wybieraniem takich miejsc przez zwierzęta roznoszące i ukrywające żołądź, głównie sójki i gryzonie (Bobiec i in. 2011, Smit i in. 2012, van Ginkel i in. 2013).
7. **Pojawia się naturalne odnowienia świerka, które w grądach Puszczy Białowieskiej rozwija się prawie wyłącznie na martwym drewnie.** Martwe drewno jest substratem kolonizowanym przez blisko 50 gatunków roślin naczyniowych (Chečko i in. 2015). Nasiona świerków wysmienicie kiełkują, a siewki rozwijają się znacznie szybciej na pniach leżących rozkładających się świerków.
8. **W dnie lasu pojawia się wiele naturalnych zbiorników z wodą, która jest magazynowana w leżących świerkach podczas opadów, ale też uwalnia się w kłodach w wyniku procesów rozkładu drewna przez bakterie i grzyby.** Woda ta jest bardzo potrzebna do kiełkowania i wzrostu drzewom i innym roślinom (Gutowski in. 2004).
9. **Siewki i młode drzewa są znacznie lepiej chronione przed zgryzaniem,** ponieważ dużym zwierzętom roślinożernym trudniej jest się przedostać przez płataninę leżących pni, a jelenie obawiają się dłużej żerować w takim otoczeniu, szczególnie tam, gdzie często pojawiają się wilki (Kuijper i in. 2013, Kuijper i in. 2015) i rysie (Podgórski i in. 2008). W efekcie, powalone drzewa tworzą strefy ze zwiększoną naturalną regeneracją drzew (Kuijper et al. 2013)
10. **Powstają liczne siedliska bardzo rzadkich gatunków chrząszczy takich jak np. konarek tajgowy *Phryganophilus ruficollis* czy wynurt *Ceruchus chrysomelinus*.** Leżące, silnie spróchniałe wielkie pnie świerków, porastające mchem, wilgotne i ocieniane przez odtwarzający się wokół las, stają się miejscem rozwoju takich rzadkich gatunków chrząszczy (Gutowski i in. 2004).
11. **Dostępne są liczne wilgotne kryjówki, żerowiska z obfitością bezkręgowców oraz miejsca zimowania dla wielu gatunków płazów.**
12. **Obecność martwego drewna pozytywnie wpływa na liczebność i strukturę zespołów małych ssaków** (Loeb 1999) i możliwość przetrwania zarówno mroźnych jak i upalnych dni wielu małym zwierzętom.
13. **Pojawiają się dogodne warunki dla polujących i odpoczywających rysi.** Leżące kłody dają rysiom osłonę niezbędną do efektywnego polowania i ukrywania ofiar oraz zapewniają bezpieczeństwo w trakcie dziennego odpoczynku (Podgórski i in. 2008).
14. **Pnie leżących drzew tworzą dogodną dla przemieszczania się i polowania, wyniesioną nad grunt, sieć komunikacyjną w Puszczy, z której korzystają najróżniejsze zwierzęta,** np. popielicowate, łasice, gronostaje, kuny, tchórze, lisy, rysie i wilki.

Autorzy

Dr hab. inż. Andrzej Bobiec

Katedra Agroekologii, Wydział Biologiczno-Rolniczy Uniwersytetu Rzeszowskiego

Dr inż. Lech Buchholz

Polskie Towarzystwo Entomologiczne

Dr Marcin Churski

Instytut Biologii Ssaków Polskiej Akademii Nauk w Białowieży

Dr hab. Przemysław Chylarecki

Muzeum i Instytut Zoologii Polskiej Akademii Nauk w Warszawie

Prof. dr hab. Wiesław Fałtynowicz

Instytut Biologii Środowiskowej, Wydział Nauk Biologicznych Uniwersytetu Wrocławskiego

Prof. dr hab. inż. Jerzy M. Gutowski

Instytut Badawczy Leśnictwa

Dr hab. Bogdan Jaroszewicz

Białowieska Stacja Geobotaniczna Wydziału Biologii Uniwersytetu Warszawskiego

Dr hab. Dries P.J. Kuijper

Instytut Biologii Ssaków Polskiej Akademii Nauk w Białowieży

Dr Anna Kujawa

Instytut Środowiska Rolniczego i Leśnego Polskiej Akademii Nauk Poznaniu, Stacja Badawcza w Turwii

Dr Romuald Mikusek

Park Narodowy Gór Stołowych

Dr inż. Robert W. Mysłajek

Instytut Genetyki i Biotechnologii, Wydział Biologii Uniwersytetu Warszawskiego

Dr Sabina Nowak

Stowarzyszenie dla Natury „Wilk”

Mgr Paweł Pawlaczyk

Klub Przyrodników

Dr Tomasz Podgórski

Instytut Biologii Ssaków Polskiej Akademii Nauk w Białowieży

Dr hab. Wiesław Walankiewicz

Katedra Zoologii, Instytut Biologii, Uniwersytet Przyrodniczo-Humanistyczny w Siedlcach

Prof. dr hab. Tomasz Wesolowski

Pracownia Biologii Lasu, Wydział Nauk Biologicznych Uniwersytetu Wrocławskiego

Dr hab. Karol Zub

Instytut Biologii Ssaków Polskiej Akademii Nauk w Białowieży

Cytowana literatura

- Beudert B., Bässler C., Thorn S., Noss R., Schröder B., Dieffenbach-Fries H., Foullois N., Müller J. 2015. Bark beetles increase biodiversity while maintaining drinking water quality. *Conservation Letters* 8 (4): 272-281.
- Bobiec A. 2013. Historia i dynamika drzewostanów grądowych Białowieskiego Parku Narodowego. *Wiadomości Botaniczne* 57 (3/4): 17-39.
- Bobiec A., Bobiec M. 2012. Wpływ masowego zamierania świerka w drzewostanach Białowieskiego Parku Narodowego na odnowienie naturalne dębu. *Sylwan* 156 (4): 243-251.
- Bobiec A., Jaszcz E., Wojtunik K. 2011. Oak (*Quercus robur* L.) regeneration as a response to natural dynamics of stands in European hemiboreal zone. *European Journal of Forest Research* 130: 785-797.
- Buchholz L., Ossowska M. 1995. Entomofauna martwego drewna - jej biocenotyczne znaczenie w środowisku leśnym oraz możliwości i problemy ochrony. *Przegląd Przyrodniczy* 6 (3/4): 93-105.
- Chečko E., Jaroszewicz B., Olejniczak K., Kwiatkowska-Falińska A.J. 2015. The importance of coarse woody debris for vascular plants in temperate mixed deciduous forests. *Canadian Journal of Forest Research* 45: 1154-1163.
- Cieśliński S. 2003. Atlas rozmieszczenia porostów (Lichenes) w Polsce północno-wschodniej. *Phytocoenosis* 15(N.S.), Suppl. *Cartographiae Geobotanicae* 15: 430 ss.
- Cieśliński S., Czyżewska K., Klama H., Żarnowiec J. 1996. XIII. Epiphytes and epiphytism W: J.B. Faliński, W. Mułenko (red.). *Cryptogamous plants in the forest communities of Białowieża National Park (Project CRYPTO 3)*. *Phytocoenosis* 8 (N.S.) *Archivum Geobotanicum* 6. Warszawa-Białowieża.
- Cieśliński S., Czyżewska K., Fabiszewski, J. 2003. Czerwona lista porostów wymarłych i zagrożonych w Polsce. *Monografie Botaniczne* 91: 13-49.
- Čížkova P., Svoboda M, Křenova Z. 2011. Natural regeneration of acidophilous spruce mountain forests in non-intervention management areas of the Šumava National Park – the first results of the Biomonitoring project. *Silva Gabreta* 17 (1): 19-35.
- Cornulier T., Yoccoz N.G., Bretagnolle V., Brommer J.E., Butet A., Ecke F., Elston D.A., Framstad E., Henttonen H., Hörnfeldt B., Huitu O., Imholt Ch., Ims R.A., Jacob J., Jędrzejewska B., Millon A., Petty S.J., Pietiäinen H., Tkadlec E., Zub K., Lambin X. 2013. Europe-wide dampening of population cycles in keystone herbivores. *Science* 340 (6128): 63-66.
- Fałtynowicz W. 2003. The lichens, lichenicolous and allied fungi of Poland – an annotated checklist. W: Szafer Institute of Botany Polish Academy of Sciences, Kraków: 435 ss.
- Fahse L., Heurich M. 2011. Simulation and analysis of outbreaks of bark beetle infestations and their management at the stand level. *Ecological Modelling*, 222: 1833-1846.
- Grodzki W., Jakus J., Lajzova E., Sitkova Z., Maczka T., Škvarenina J. 2006. Effects of intensive versus no management strategies during an outbreak of the bark beetle *Ips typographus* (L.) (Col.: Curculionidae, Scolytinae) in the Tatra Mts. in Poland and Slovakia. *Annals of Forest Science* 63: 55-61.
- Gutowski J.M. 2004. Kornik drukarz – gatunek kluczowy. *Parki Narodowe* 1: 13-15.
- Gutowski J.M., Buchholz L. 2000. Owady leśne - zagrożenia i propozycje ochrony. *Wiadomości Entomologiczne* 18 (Supl. 2): 43-72.
- Gutowski J.M., Krzysztofiak L. 2005. Directions and intensity of migration of the spruce bark beetle and accompanying species at the border between strict reserves and managed forests in north-eastern Poland. *Ecological Questions* 6: 81-92.
- Gutowski J.M. (red.), Bobiec A., Pawlaczyk P., Zub K. 2004. *Drugie życie drzewa*. WWF Polska, Warszawa – Hajnówka.
- Jonášová M., Matijková I. 2007. Natural regeneration and vegetation changes in wet spruce forests after natural and artificial disturbances. *Canadian Journal of Forest Research* 37 (10): 1907–1914.
- Jonášová M., Prah K. 2004. Central-European mountain spruce (*Picea abies* (L.) Karst.) forests: regeneration of tree species after a bark beetle outbreak. *Ecological Engineering* 23: 15-27.

- Jonášová M., Prah K. 2008. The influence of bark beetles outbreak vs. salvage logging on ground layer vegetation in Central European mountain spruce forests. *Biological Conservation* 141: 1525-1535.
- Kajzer K., Sobociński W. 2012. Raport końcowy podsumowujący temat badawczy „Określenie czynników determinujących populacje dzięcioła białogrzbiatego *Dendrocopos leucotos* i dzięcioła trójpalczastego *Picoides tridactylus* w Puszczy Białowieskiej”. DGLP, Warszawa.
- Karasiński D., Kujawa A., Szczepkowski A., Wołkowycki M. 2010. Plan ochrony gatunków grzybów. W: Plan Ochrony Białowieskiego Parku Narodowego na lata 2011-2030. Białowieski park Narodowy, Białowieża. [maszynopis].
- Klama H. 2002. Distribution patterns of liverworts in natural forest communities. University of Bielsko-Biała, Bielsko-Biała, 278 ss.
- Kuijper D.P.J., de Kleine C., Churski M., van Hooft P., Bubnicki J., Jędrzejewska B. 2013. Landscape of fear in Europe: wolves affect spatial patterns of ungulate browsing in Białowieża Primeval Forest, Poland. *Ecography* 36: 1263-1275.
- Kuijper, D.P.J., Bubnicki, J.W., Churski, M., Mols, B., van Hooft, P. 2015. Context-dependence of risk effects: wolves and tree logs create patches of fear in an old-growth forest. *Behavioral Ecology* 26: 1558-1568.
- Lehnert L.W., Bässler C., Brandl R., Burton P.J., Müller J. 2013. Highest number of indicator species is found in the early successional stages after bark beetle attack. *Journal for Nature Conservation* 21: 97-104.
- Loch J., Chwistek P., Wężyk P., Małek S., Pająk M. 2001. Natural regeneration vs tree planting in the subalpine spruce forest *Plagiothecio-Piceetum tatricum* of the Gorce National Park. *Nature Conservation* 58: 5-15.
- Loeb S.C. 1999. Responses of small mammals to coarse woody debris in a Southeastern Pine Forest. *Journal of Mammalogy* 80: 460-471.
- Mikusek R. 2009. Biologia rozrodu, pokarm i behavior w okresie lęgowym sóweczki (*Glaucidium passerinum*) w Górach Stołowych. Praca doktorska. Park Narodowy Gór Stołowych, Kudowa-Zdrój.
- Montano V., Bertheau C., Doležal P., Krumböck S., Okrouhlík J., Stauffer Ch., Moodley Y. 2016. How differential management strategies affect *Ips typographus* L. dispersal. *Forest Ecology and Management* 360: 195-204.
- Müller J., Bußler H., Goßner M., Rettelbach T., Duelli P. 2008. The European spruce bark beetle *Ips typographus* (L.) in a national park - from pest to keystone species. *Biodiversity and Conservation* 17: 2979-3001.
- Müller J., Noss R.F., Bussler H., Brandl R. 2010. Learning from a „benign neglect strategy” in a national park: Response of saproxylic beetles to dead wood accumulation. *Biological Conservation* 143: 2559-2569.
- Panek E., Romański M. 2010a. Śluzowce (Mycetozoa). W: Krzysztofiak L. (red.), Śluzowce Myxomycetes, grzyby Fungi i mszaki Bryophyta Wigierskiego Parku Narodowego. Wyd. Stowarzyszenie Człowiek i Przyroda, Suwałki, s. 4-85.
- Panek E., Romański M. 2010b. Śluzowce północno-wschodniej Polski – przewodnik terenowy. Wyd. Stowarzyszenie Człowiek i Przyroda, Suwałki, 56 ss.
- Podgórski T., Schmidt K., Kowalczyk R., Gulczyńska A. 2008. Microhabitat selection by Eurasian lynx and its implications for species conservation. *Acta Theriologica* 53: 97-110.
- Smit C., Kuijper D.P.J., Prentice D., Wassen M., Cromsigt J.P.G.M. 2012. Coarse woody debris facilitates oak recruitment in Białowieża Primeval Forest, Poland. *Forest Ecology and Management* 284: 131-141.
- van Ginkel H.A.L., Kuijper D.P.J., Churski M., Zub K., Szafrńska P., Smit C. 2013. Safe for saplings not safe for seeds: *Quercus robur* recruitment in relation to coarse woody debris in Białowieża Primeval Forest, Poland. *Forest Ecology and Management* 304: 73-79.
- Walankiewicz W., Czeszczewik D., Mitrus C., Bida E. 2002. Znaczenie martwych drzew w lasach liściastych dla zespołu dzięciołów w Puszczy Białowieskiej. *Notatki Ornitologiczne* 43: 61-71.