

Ekologiczne aspekty zrównoważonego gospodarowania populacją losia (*Alces alces* L.) w Polsce

Ecological aspects of sustainable management of the moose (*Alces alces* L.) population in Poland

Adam Wójcicki 

Zakład Lasów Górskich, Instytut Badawczy Leśnictwa, Polska ul. Ujastek 7, 31-752 Kraków, Poland

Tel. +48 12 681 90 24, e-mail: A.Wojcicki@ibles.waw.pl

Abstract. In some parts of the country, the moose density is so high that it is causing serious damage to forestry and agriculture. In addition, collisions between motor vehicles and moose crossing roads or railroad tracks are becoming more frequent. The number of moose in Poland is expected to increase. So far, there have been considerations to allow hunting of these animals again, which would theoretically reduce economic losses, support forest management and increase the safety of travelers. However, recent research on moose populations suggests that ongoing climate change is affecting their habitats and physiological condition to such an extent that there could soon be a slowdown in population growth and a risk of collapse. The increasing population of large predators in forest ecosystems may also lead to increased mortality, so the current growth rate of the moose population could be directly disrupted in the near future. Other ecological aspects of the moose population may facilitate the management of this species. There are increasingly advanced and effective methods based on population trends or biological indicators that can be used to monitor the status of the population more easily and effectively. In order to ensure sustainable management of the native moose population in Poland, it is crucial to update knowledge about the ecological aspects affecting the population and its dynamics, which have been ignored or not sufficiently taken into account so far.

Keywords: climate change, biological indicators, hunting, management strategy, large predators

Słowa kluczowe: zmiany klimatu, wskaźniki biologiczne, pozyskanie łowieckie, strategia gospodarowania, duże drapieżniki

1. Wstęp

Łoś euroazjatycki *Alces alces* L. 1758 jest największym przedstawicielem rodziny jeleniowatych Cervidae w Polsce i zawsze był gatunkiem łownym. Jednak w 2001 r., m.in. na wniosek myśliwych, wprowadzono całoroczny okres ochronny na jego pozyskanie (Rozporządzenie 2001; Kamieniarz, Panek 2008), kiedy jego populacji liczącej ówczesznie około 2 000 osobników (GUS 2002) groziło wyginięcie. Od tamtego czasu pogłowie łosi w Polsce stale rośnie i szacuje się, że obecnie na terenie kraju żyje ponad 33 000 osobników (GUS 2022), choć niektóre szacunki mówią nawet o około 50 000 osobników (Bobek i in. 2021). Niepoddany presji łowieckiej wzrost populacji tego gatunku może osiągać od 25% do 70% w ciągu 5 lat w różnych częściach kraju (Flis 2018), a historyczne dane mówiły o przyroście zrealizowanym (czyli liczbie osobników, które dożyły wieku dorosłego) na poziomie 20% i określały go jako bardzo duży (Dzięciołowski 1981). Większość populacji zamieszkuje północno-wschodnią część

Polski, jednak w ostatnich latach coraz więcej łosi obserwuje się także w innych rejonach, przede wszystkim w województwach kujawsko-pomorskim, pomorskim, wielkopolskim, lubuskim, lubelskim, małopolskim i świętokrzyskim. Widywane są również w województwach podkarpackim, opolskim, dolnośląskim oraz zachodniopomorskim (Raczyński 2023). Według Flisa (2018), łosie występują niemal we wszystkich obwodach łowieckich w Polsce. Podobnie jak w przypadku innych ssaków kopytnych, w ostatnich dziesięcioleciach populacje łosi gwałtownie zwiększają swoją liczebność w wielu częściach Europy i lokalnie mówi się o dużych przegęszczeniach (Valente i in. 2020).

W wielu krajach szkody spowodowane przez łosie stanowią coraz większy problem w leśnictwie i rolnictwie (Olaussen, Skonhofs 2011; Valente i in. 2020). Polska populacja łosi rozrasta się w kierunku zachodnim i południowym, a jednocześnie zwiększa się natężenie ruchu na drogach, jak również ruchu kolejowego, w związku z czym należy spodziewać się wzrostu liczby kolizji

Wpłynęło: 19.10.2023 r., zrecenzowano: 10.11.2023 r., zaakceptowano: 28.11.2023 r.

pojazdów z łosiami (Raczyński, Ratkiewicz 2011; Jurecki, Poliak 2018; Jasińska i in. 2019). Ryzyko kolizji pojazdów jest największe w kilka godzin po zmroku, natomiast wczesną jesienią ryzyko wzrasta także w godzinach przed świtem (Borowik i in. 2021). Zdaniem Janika i in. (2021) unikanie takich kolizji jest kwestią niezbędną przy zrównoważonym planowaniu i rozwijaniu infrastruktury i należy uwzględniać środki ochronne mające na celu utrzymanie populacji łosi w Europie Środkowej oraz wymagania dotyczące siedlisk tych ssaków.

Dlatego też sugestie dotyczące przywrócenia pozyskania łowieckiego łosia coraz częściej powracają, zwłaszcza, że wśród krajów nadbałtyckich Polska jest jedynym krajem, w którym jest ono wstrzymane (Rozp. Min. Środ. 2005). Niejednokrotnie w publikacjach naukowych wskazuje się na potrzebę przywrócenia okresu polowań na łosie (Wawrzyniak 2016; Dziki-Michalska i in. 2019). Można zatem przypuszczać, iż w obliczu stale rosnącego zagęszczenia i liczebności tego gatunku w Polsce temat będzie powracał i resort środowiska będzie musiał co jakiś czas podejmować decyzje w sprawie zniesienia moratorium na pozyskanie łowieckiego łosia na terenie całego kraju lub jego części.

Historyczne załamania populacji ssaków, w tym łosi, miały miejsce także w innych krajach nadbałtyckich, przy czym Balčiauskas i in. (2020) jasno wskazują na to, że miały one związek z kwestiami prawnoadministracyjnymi w danym kraju. Z tego powodu posiadanie i przestrzeganie założeń odpowiednich dokumentów prawnych, strategii i wytycznych jest kluczowe we wdrażaniu zrównoważonego zarządzania populacjami dużych ssaków. W 2011 roku opublikowano „Strategię ochrony i zarządzania populacją łosi w Polsce” (Ratkiewicz i in. 2011). Ogólnym celem dokumentu było zapewnienie trwałości populacji łosi oraz utrzymanie procesów ewolucyjnych w populacjach tego gatunku. Autorzy określili zasady i mechanizmy umożliwiające rzetelną realizację badań i monitoringu populacji łosi, przedstawili warunki, jakie muszą być spełnione, aby zapewnić zrównoważoną, opłacalną gospodarkę łowiecką tego gatunku w Polsce. Niektórzy autorzy zwracają uwagę, że większość założeń dokumentu nigdy nie została zrealizowana (Wawrzyniak 2016). Według Strategii przyszłe wytyczne powinny obejmować polowania na obszarach o największym zagęszczeniu tych zwierząt kopytnych i wysokim poziomie szkód spowodowanych zgryzaniem (Ratkiewicz i in. 2011). Jednak w dokumencie jedynie wspomniano takie aspekty, jak zmiany klimatyczne i obecność dużych drapieżników, które w świetle wyników badań naukowych okazują się być istotnymi czynnikami wpływającymi na dynamikę populacji łosia. Aspekty te są często uwzględniane i szeroko opisywane w strategiach zarządzania tym gatunkiem w innych krajach (np. Kanadzie i USA) (MDNR 2011, EY 2016, DECC 2022).

Celem niniejszej pracy jest przegląd i analiza najważniejszych aspektów ekologicznych, które należy wziąć pod uwagę rozważając efektywne i zrównoważone zarządzanie populacją łosi w Polsce.

2. Właściwości siedlisk a dynamika populacji łosia

Badania struktury ekologicznej krajobrazu mają ogromne znaczenie zarówno dla nauki, jak i dla praktyki gospodarowania zasobami przyrodniczymi (Lindenmeyer, Hobbs 2007; Chmielewski 2012; Alexander 2013). Właściwości siedliska determinują dynamikę populacji łosia. Poszerzanie się zasięgu występowania oraz wzrost liczebności łosi są ściśle powiązane ze wzrostem dostępności siedlisk o dużym udziale roślin krzewiastych (Tape i in. 2016; Schrempf i in. 2019), a zasięg i intensywność okresowych migracji zależą od mozaikowości krajobrazu i dostępności atrakcyjnej bazy żerowej (w krajobrazie cechującym się większą niejednorodnością siedlisk dominują osobniki osiadłe) (Borowik i in. 2020). Samce migrują na dłuższe dystanse w porównaniu z samicami, ponieważ samice, ze względu na konieczność wyżywienia potomstwa, poszukują miejsc o wysokiej jakości bazy żerowej dostępnych w jak najbliższej odległości (Loe i in. 2005).

Bardzo korzystnie na populację łosia wpływa dostęp do dużej różnorodności drzew, krzewów, ziół i traw, zapewniający im większy obszar żerowania (Felton i in. 2021). Łoś zgryza roślinność w przedziale wysokości od 20 cm do nawet 4–5 m (w przypadku sosny *Pinus sylvestris*) (Siipilehto, Heikkilä 2005; Nichols i in. 2015). Niektóre z praktyk gospodarki leśnej, takie jak wielkopowierzchniowe zręby, wywierają bardzo pozytywny wpływ na populację łosi, tworząc atrakcyjne siedliska dla tych ssaków (Lavsund i in. 2003; Nikula i in. 2020). Biorąc pod uwagę statystyki dotyczące leśnictwa w Polsce z ostatnich 10 lat (zwiększanie powierzchni zrębów, odnawiania i ponownego zalesiania wyrębów, a także wzrost całkowitej powierzchni lasów, udziału gatunków drzew liściastych oraz średniego wieku drzewostanów) (GUS 2010; GUS 2022; Zajączkowski i in. 2022), można przypuszczać, że w najbliższej przyszłości szkody w leśnictwie powodowane przez łosie w Polsce będą rosły. Rodzaj i skład gatunkowy szaty roślinnej w ekosystemach może zatem znacząco wpływać na rozmieszczenie i intensywność żerowania łosi, zwłaszcza, iż istnieją naukowe dowody na to, że na tempo rozwoju populacji istotniejszy wpływ mają czynniki oddolne (jakość i dostępność bazy żerowej), aniżeli odgórne (drapieżnictwo, pozyskanie łowieckie) (Vucetich, Peterson 2004).

Kolejnym aspektem związanym z siedliskami zajmowanymi przez łosie jest fakt, że obszary chronione w Europie (także w Polsce) są często zbyt małe, aby w pełni chronić populacje kluczowych gatunków (w tym dużych roślinożerców) przed negatywnymi efektami pozyskiwania łowieckiego. Również strefy buforowe, wytyczone wokół granic tych obszarów w celu złagodzenia efektów oddziaływania obszarów niechronionych na obszary chronione, ze względu na niewystarczającą szerokość oraz często brak odpowiednich planów zarządzania, mogą nie zapewniać odpowiedniej ochrony. Zanim w Polsce zostanie zniesione moratorium na polowania na łosie, należałoby m.in. zweryfikować istniejące otuliny parków narodowych,

tak aby obejmowały one większą część powierzchni wykorzystywanej przez zwierzęta zamieszkujące parki narodowe. Należy wówczas dostosować plany zarządzania strefami buforowymi i ograniczyć wysokość pozyskania, aby uniknąć nadmiernej eksploatacji populacji łosi w obrębie i w pobliżu parków narodowych oraz zmian w zachowaniu osobników, które mogą mieć wpływ na kluczową rolę tego gatunku w funkcjonowaniu danych ekosystemów (Borowik i in. 2018). Warto także rozważyć utworzenie lub weryfikację już istniejących ostoi zwierzyny poza obszarami chronionymi tak, aby na obszarze całego kraju zapewnić odpowiedni poziom trwałości występowania tego gatunku.

3. Zmiany klimatyczne a stan fizjologiczny osobników

Zmiany w zagęszczeniu i rozmieszczeniu populacji łosi łączą się ze zmianami klimatycznymi (Tape i in. 2016). Z jednej strony postępujące ocieplenie się klimatu może prowadzić do zwiększania się udziału siedlisk z dużym udziałem roślin krzewiastych, a przez to do powiększania się zasięgu występowania łosi w Ameryce Północnej i Eurazji (Tape i in. 2016), a równocześnie osobniki są narażone na wzmożony stres fizjologiczny (McCann i in. 2013; Weiskopf i in. 2019). Rosnące średnie temperatury powietrza i krótsze zimy mogą prowadzić do zwiększonego rozprzestrzeniania się chorób i pasożytów, które skutkują spadkiem produktywności, zwiększeniem śmiertelności oraz większą podatnością na presję ze strony drapieżników (Lenarz i in. 2009; Murray i in. 2010; Burliniski i in. 2011; Rempel 2011; De Jager i in. 2020). Szczególnie niebezpieczne dla łosi są kleszcze, ponieważ stan populacji tych roślinożerców może się obniżyć pod wpływem epizootii tych pasożytów (Musante i in. 2010; Jones i in. 2017; Jones i in. 2019; Ellingwood i in. 2020). Rosnąca populacja współwystępujących innych gatunków jeleniowatych i przenoszących choroby atakujące także łosie prawdopodobnie zaostry problem (Weiskopf i in. 2019; De Jager i in. 2020). Czynniki klimatyczne są w stanie również istotnie wpływać stan odżywienia osobników (Hoy i in. 2022).

Dane klimatyczne dla Polski wskazują, że wzrasta liczba dni ciepłych i gorących, wydłuża się następowanie po sobie takich dni, a tendencje te prawdopodobnie utrzymają się w najbliższej przyszłości (Zimnol, Bielec-Bąkowska 2019; Wibig 2021). W nadchodzących latach łoś będzie zatem narażony na narastający stres cieplny, przez co obecny trend wzrostu populacji może zostać zaburzony i nie należy oczekiwać, że będzie on rósł tak szybko, jak to miało miejsce w przeszłości. Stres ten może zostać wzmocniony zwłaszcza podczas dni o dużej wilgotności powietrza, ponieważ duże ciśnienie pary wodnej w otoczeniu utrudnia zwierzętom chłodzenie organizmu poprzez wydzielanie potu. Ma to szczególne znaczenie zwłaszcza w przypadku gatunków przystosowanych do życia w chłodnym klimacie, o grubej sierści, do których łoś się zalicza (Fuller i in. 2016). Wpływ zmian klimatycznych na populację łosi będzie także w dużej mierze determinowany klimatycznymi czynnikami regionalnymi (Hoy i in. 2021). Dlatego niezwykle istotna jest

identyfikacja czynników naturalnych, które mogą mieć wpływ na dynamikę populacji gatunku w danym miejscu, zwłaszcza przy planowaniu pozyskiwania łowieckiego.

W tym kontekście przywrócenie pozyskania łosi może zmienić częstotliwość różnego typu zachowania i wpłynąć na indywidualną heterogeniczność wskaźników życiowych w populacji (Lee i in. 2020; Ofstad i in. 2020). To z kolei może mieć konsekwencje demograficzne, np. dla efektywnej wielkości populacji, ponieważ selektywne pozyskanie łowieckie potencjalnie jest w stanie w znaczny sposób modyfikować takie charakterystyki jak strukturę płciową potomstwa, wskaźnik reprodukcji, przeżywalność osobników czy ich strukturę wiekową (Milner i in. 2007). Co więcej, nieodpowiednio zaplanowane i prowadzone pozyskanie łowieckie może w konsekwencji doprowadzić do znacznego zubożenia zróżnicowania genetycznego zwierzyny (Ryman i in. 1981).

Według Tönissona i Randveera (2003) optymalne zagęszczenie dla celów gospodarowania populacją wynosi około 5 os./1000 ha, natomiast ze względu na biologię i ekologię tego gatunku – około 7–8 os./1000 ha. Ponadto Græsli i in. (2020) sugerują, iż negatywne skutki polowań mogą być bardziej dotkliwe w przypadku łosi na peryferyjnych obszarach zasięgu łosi (południowo-wschodnia granica zasięgu europejskiej populacji obecnie zlokalizowana jest w Polsce (Jensen i in. 2020) ze względu na negatywne skutki zmian klimatycznych, zwłaszcza w ciepłe dni polowań. Populacje obrzeżne najwcześniej i najsilniej reagują bowiem na zmiany zachodzące w obszarze zwartego zasięgu występowania gatunku (Doherty i in. 2003). To właśnie najbardziej wysunięte na południe populacje łosia są więc najbardziej narażone na spadek liczebności w związku ze zmianami klimatycznymi (Weiskopf i in. 2019).

Z drugiej strony, Ellingwood i in. (2020) zasugerowali zmianę strategii zarządzania łośiami skupiającą się na zmniejszaniu zagęszczenia łosi, zakładając dalszy wpływ zmian klimatycznych na relacje żywiciel-pasożyt. Wpływ inwazji kleszczy na krzywą populacji łosi może spowodować szybki wzrost lub spadek populacji, w zależności od częstotliwości epizootii. Częste i intensywne inwazje znacząco obniżają przeżywalność cieląt (< 50%), wycielenia (< 60%), ciężce mnogie (< 5%) i prowadzą do utraty produktywności. Biorąc pod uwagę dostępność wysokiej jakości siedlisk, mniejsze zagęszczenie łosi powinno skutkować wymierną poprawą wskaźników zdrowia i produktywności populacji.

4. Wpływ rosnącej populacji dużych drapieżników

Bardzo ważnym czynnikiem regulującym populację łosi może być również obecność naturalnych drapieżników w ekosystemie. Wielu autorów wskazuje, iż obecność wilka *Canis lupus* w krajobrazie przyczynia się do spadku populacji łosi (Van Ballenberghe, Ballard 1994; Crête, Courtois 1997). Ponadto, obecnie obserwuje się powrót dużych drapieżników, w tym wilków, do ekosystemów leśnych (Chapron i in. 2014). Choć w Polsce łosie nie są preferowane

przez wilki (udział w diecie tego drapieżnika nie przekracza średnio 2% masy pobieranego pokarmu) (Śmietana, Klimek 1993; Jędrzejewski i in. 2002; Nowak i in. 2011; Mysłajek i in. 2022), to generalnie dzikie ssaki kopytne stanowią największą część diety tych drapieżników, niezależnie od kontynentu, struktury gatunkowej potencjalnych ofiar czy też dostępności alternatywnego pożywienia (Carbyn 1983; Żunna i in. 2009; Nowak i in. 2011; Lanszki i in. 2012; Newsome i in. 2016). Nie można więc wykluczyć, iż systematyczny wzrost populacji wilków w Polsce, która obecnie liczy ok. 4 000 osobników (GUS 2022), mógłby w pewnym stopniu wpłynąć na dynamikę populacji łośi w przyszłości, zwłaszcza biorąc pod uwagę przewidywane pogarszanie się kondycji osobników spowodowane stresem cieplnym.

Z drugiej strony, drapieżniki szczytowe mogą buforować część ekologicznych skutków zmian klimatycznych poprzez regulację struktury bazy żerowej ofiar i powstrzymywanie zachodzących zmian (Sala 2006) poprzez efekt kaskady troficznej (Beschta, Ripple 2009). Przewiduje się, że obecność dużych drapieżników w krajobrazie będzie prowadzić m.in. do ograniczania szkód wywoływanych przez zwierzęcą, zwłaszcza inne jeleniowate, czy do zapewniania warunków sprzyjających rozwojowi roślin krzewiastych (McLaren, Peterson 1994; Beschta, Ripple 2012). Możliwe jest więc, że powrót wilków do ekosystemów leśnych w Polsce paradoksalnie w pewnym stopniu zabezpieczy przed niepożądanymi skutkami zmian klimatycznych zarówno populację łośi, jak i ich siedliska.

5. Alternatywy dla liczenia lub szacowania liczebności łośi

W przypadku zarządzania populacją kluczowe znaczenie mają niektóre wskaźniki, takie jak jej zagęszczenie, stan i dynamika na danych obszarze. Do tej pory nie opracowano skutecznej i ogólnie przyjętej metody liczenia lub szacowania liczby leśnych ssaków kopytnych, która byłaby jednocześnie opłacalna, dokładna i dostosowana do szerokiego zakresu gatunków, środowisk i różnych celów inwentaryzacji (Chečko 2011). Oficjalne szacunki, oparte na pędzeniach, mogą różnić się od modelowych symulacji populacyjnych w sposób bardzo znaczący (Bobek i in. 2005). Niektóre metody dają wyniki obciążone stosunkowo niewielkim błędem (np. badania genetyczne odchodów, czy też łapanie, znakowanie i wypuszczanie osobników), jednak bardziej nadają się do celów badawczych, niż do praktycznego zastosowania w zarządzaniu dziką zwierzyną, chociażby ze względu na ich wysoki koszt (Chečko 2011; Forsyth i in. 2022). W dalszym ciągu podkreśla się potrzebę opracowania wiarygodnej metody inwentaryzacji tego gatunku (Dziki-Michalska i in. 2019). Opracowywane są jednak potencjalnie atrakcyjne alternatywy.

Istnieją niedrogi i dość dobre metody szacowania trendów w zagęszczeniu łośi w czasie (zamiast szacowania dokładnych lub choćby przybliżonych liczb). Gryz i Krauze-Gryz (2021) wskazują, że liczenie odchodów na transektach

(posługując się względnym wskaźnikiem zagęszczenia) jest proste, tanie i możliwe do zastosowania na terenie całego kraju. Ciekawą koncepcją jest wykorzystywanie niektórych biologicznych wskaźników, które dostarczają przydatnych informacji na temat stanu populacji kopytnych, a tym samym pośrednio na temat wielkości populacji. Wykazano, że lokalnie zbyt liczne populacje jelenia szlachetnego *Cervus elaphus* mają szkodliwy wpływ na kondycję, odporność i obciążenie pasożytami osobników z tych populacji (Vicente i in. 2007; Santos i in. 2018; Valente i in. 2021). To właśnie występowanie pasożytów, np. nicienia z gatunku *Elaphostrongylus cervi*, może być wskaźnikiem stanu zdrowia populacji, związków zagęszczenia danej populacji z pojemnością środowiskową z , a także efektów zarządzania nią (Rodriguez-Hidalgo i in. 2010). Ponadto Valente i in. (2021) wskazują, iż zbiór danych do tego celu, na przykład z odchodów oraz ich analiza, są stosunkowo proste i niedrogi. Metoda jest bardzo czuła, może być szeroko stosowana i ma silny związek ze zdrowiem zwierząt oraz strategiami gospodarowania ich populacjami.

Koncepcja ta zdecydowanie wymaga dalszych badań, ale być może podobne metody można zastosować w przypadku łośi, a uzyskiwane dane, na przykład o stopniu zarażenia pasożytami w danej populacji, można wykorzystać jako praktyczny wskaźnik efektywności gospodarowania tym gatunkiem. Metody takie mogłyby zostać opracowane także w Polsce i z powodzeniem zaadaptowane do warunków panujących w polskich lasach jako przydatne narzędzie w zarządzaniu populacjami dzikich zwierząt, gdyż wiele badań nad chorobami pasożytniczymi (w tym nicieniami) i ich związkami z różnymi czynnikami prowadzi się także na polskich populacjach łośi i dotychczas opublikowano wiele wyników badań na ten temat (Demiaszkiewicz i in. 2013; Pyziel, Demiaszkiewicz 2013; Filip, Demiaszkiewicz 2016; Filip i in. 2016; Świśłocka i in. 2020; Świśłocka i in. 2021). Innym wskaźnikiem, który potencjalnie można wykorzystać do oceny stanu populacji jest stosunek związków azotu do węgla w diecie jeleniowatych. Wykazano, że wyższy stosunek N:C w dostępnej bazie żerowej łośi jest istotnie pozytywnie skorelowany z ich zagęszczeniem w ekosystemie, zwłaszcza w zimie (Ma i in. 2020). Analizując zatem odchody łośi i jakość dostępnej bazy żerowej w danym krajobrazie można przypuszczalnie otrzymywać informacje dotyczące przybliżonego zagęszczenia i rozmieszczenia populacji tego ssaka.

W tym miejscu należy wspomnieć, iż opisane powyżej metody nie powinny całkowicie wyprzeć szacowania liczebności zwierzyny, a stanowić drogę do wiarygodnej inwentaryzacji jej stanu, zwłaszcza, jeśli planuje się pozyskanie łowieckie, w przypadku łośi poprzedzone zniesieniem moratorium. Jak zaznacza Nasiadka (2002), przyrost zrealizowany populacji, na skutek przyczyn naturalnych i antropogenicznych, zmienia się każdego roku i fakt ten należy uwzględnić w planowaniu łowieckim. Zrównoważone gospodarowanie zwierzyną polegałoby więc na stosowaniu wielu metod jednocześnie w celu uzyskania możliwie największej liczby wiarygodnych danych akceptowalnym nakładem środków.

6. Wnioski

Do tej pory brakuje w oficjalnych dokumentach prawnych i wytycznych dotyczących zarządzania populacją łosia w Polsce ujęcia ważnych aspektów ekologicznych, mogących kształtować dynamikę populacji i liczebność tego ssaka.

Liczebność łosia w Polsce w najbliższych latach najprawdopodobniej będzie wzrastać, chociaż trend ten może zostać zaburzony przez postępujące zmiany klimatyczne, wpływające na kondycję osobników oraz dostępność bazy żerowej w obrębie siedlisk. Być może w przyszłości istotne znaczenie dla tego roślinożercy będzie miała także wzrastająca obecnie populacja dużych drapieżników, przede wszystkim wilka.

Metody oparte na wskaźnikach biologicznych, łączących się z ekologią ssaków jeleniowatych, dając informacje na temat zdrowotności ich populacji, być może w przyszłości pozwoliłyby na efektywne wsparcie dotychczasowych kosztownych (np. wykorzystujących fotopułapki lub analizy genetyczne odchodów) i narażonych na łatwe zafałszowanie, nieprecyzyjnych (np. pędzeń) metod i opartych na nich obliczeń i szacunków liczebności ich pogłowia (Forsyth i in. 2022).

Zrównoważone zarządzanie populacją łosia w Polsce wymaga utworzenia dopracowanych dokumentów prawnych opartych na możliwie pełnym stanie wiedzy na temat aktualnych warunków, w których populacja ta funkcjonuje, uwzględniających, oprócz liczebności i poziomu szkód, także wszystkie możliwe aspekty ekologiczne takie, jak wpływ zmian klimatycznych oraz dużych drapieżników. Nie bez znaczenia jest także bezpieczeństwo publiczne. Wprowadzanie i aktualizacja już istniejących odpowiednich sezonowo środków (np. ograniczeń prędkości, tymczasowych znaków ostrzegawczych, akustycznych urządzeń odstraszających) mogłyby znacząco zmniejszyć liczbę kolizji pojazdów z łosiami (Jasińska i in. 2014). Uwzględnienie wszystkich opisanych powyżej aspektów, w opinii autora, zwiększyłyby szanse na skuteczniejsze zarządzanie populacją łosia w Polsce i podejmowanie odpowiedzialnych decyzji.

Konflikt interesów

Autorzy deklarują brak potencjalnych konfliktów interesów.

Źródło finansowania

Fundusze własne Instytutu Badawczego Leśnictwa

Literatura

Alexander M. 2013. Management Planning for Nature Conservation. A Theoretical Basis & Practical Guide. Springer, Dordrecht, Heidelberg, New York, London.

Balčiauskas L., Kawata Y., Balčiauskienė L. 2020. Moose Management Strategies under Changing Legal and Institutional Frameworks, *Sustainability* 12(20): 8482. DOI: <https://doi.org/10.3390/su12208482>.

Beschta R.L., Ripple W.J. 2009. Large predators and trophic cascades in terrestrial ecosystems of the western United States, *Biological Conservation* 142(11): 2401–2414. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2009.06.015>.

Beschta R.L., Ripple W.J. 2012. Berry-producing shrub characteristics following wolf reintroduction in Yellowstone National Park, *Forest Ecology and Management* 276: 132–138. DOI: [10.1016/j.foreco.2012.03.035](https://doi.org/10.1016/j.foreco.2012.03.035).

Bobek B., Merta D., Sułkowski P., Siuta A. 2005. A moose recovery plant for Poland: main objectives and tasks, *Alces* 41: 219.

Bobek B., Błaszczak J., Frąckowiak W., Furtek J., Morow K., Wojciuch-Poskonka M., Wyrobek K. 2021. Łoś *Alces alces* - biologia, ochrona i gospodarka łowiecka. Międzynarodowy Instytut Ekologii, Kraków, 223 s. ISBN 978-83-961946-0-2.

Borowik T., Ratkiewicz M., Maślanko W., Duda N., Rode P., Kowalczyk R. 2018. Living on the edge - The predicted impact of renewed hunting on moose in national parks in Poland, *Basic and Applied Ecology* 30: 87–95. DOI: [10.1016/j.baec.2018.05.003](https://doi.org/10.1016/j.baec.2018.05.003).

Borowik T., Ratkiewicz M., Maślanko W., Duda N., Kowalczyk R. 2020. The level of habitat patchiness influences movement strategy of moose in Eastern Poland, *PLoS ONE*, 15(3), e0230521. DOI: [10.1371/journal.pone.0230521](https://doi.org/10.1371/journal.pone.0230521).

Borowik T., Ratkiewicz M., Maślanko W., Duda N., Rode P., Kowalczyk R. 2021. Temporal pattern of moose-vehicle collisions, *Transportation Research Part D: Transport and Environment* 92, 102715. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.trd.2021.102715>.

Burliński P., Janiszewski P., Kroll A., Gonkowski S. 2011. Parasitofauna in the gastrointestinal tract of the cervids (Cervidae) in Northern Poland, *Acta Veterinaria Beograd* 61: 269–282. DOI: [10.2298/AVB1103269B](https://doi.org/10.2298/AVB1103269B).

Carbyn L.N. 1983. Wolf Predation on Elk in Riding Mountain National Park, Manitoba, *The Journal of Wildlife Management* 47(4): 963–976. DOI: <https://doi.org/10.2307/3808155>.

Chapron G., Kaczensky P., Linnell J.D.C., von Arx M., Huber D., Andrén H., López-Bao J.V., Adamec M., Álvares F., Anders O., Balčiauskas L., Balys V., Bedő P., Bego F., Blanco J.C., Breitenmoser U., Brøseth H., Bufka L., Bunikyte R., Ciucci P., Dutsov A., Engleder T., Fuxjäger C., Groff C., Holmala K., Hoxha B., Iliopoulos Y., Ionescu O., Jeremić J., Jerina K., Kluth G., Knauer F., Kojola I., Kos I., Krofel M., Kubala J., Kunovac S., Kusak J., Kutil M., Liberg O., Majić A., Männil P., Manz R., Marboutin E., Marucco F., Melovski D., Mersini K., Mertzanis Y., Mystajek R.W., Nowak S., Odden J., Ozolins J., Palomero G., Pاونović M., Persson J., Potočnik H., Quenette P.-Y., Rauer G., Reinhardt I., Rigg R., Ryser A., Salvatori V., Skrbinšek T., Stojanov A., Swenson J.E., Szemethy L., Trajçe A., Tsingarska-Sedefcheva E., Vána M., Veeroja R., Wabakken P., Wölfel M., Wölfel S., Zimmermann F., Zlatanova D., Boitani L. 2014. Recovery of large carnivores in Europe's modern human-dominated landscapes, *Science* 346: 1517–1519. DOI: [10.1126/science.1257553](https://doi.org/10.1126/science.1257553).

Chečko E. 2011. Estimating forest ungulate populations: a review of methods, *Forest Research Papers* 72(3): 253–265. DOI: [10.2478/v10111-011-0025-6](https://doi.org/10.2478/v10111-011-0025-6).

Chmielewski T.J. 2012. Systemy krajobrazowe: struktura, funkcjonowanie, planowanie. Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa.

Chmielewski T.J., Maślanko W. 2014. Struktura ekologiczna krajobrazu a przestrzenne rozmieszczenie i warunki migracji łosia europejskiego na Polesiu Zachodnim, *Sylwan* 158(1): 49–60.

Crête M., Courtois R. 1997. Limiting factors might obscure population regulation of moose (Cervidae: *Alces alces*) in unproductive boreal forests, *Journal of Zoology* 242(4):765–781. DOI: <https://doi.org/10.1111/j.1469-7998.1997.tb05825.x>.

De Jager N.R., Rohweder J.J., Duveneck M.J. 2020. Climate Change Is Likely to Alter Future Wolf – Moose – Forest Interactions at Isle Royale National Park, United States, *Frontiers in Ecology and Evolution* 8: 543915. DOI: <https://doi.org/10.3389/fevo.2020.543915>.

Demiaszkiewicz A., Kuligowska I., Lachowicz J., Pyziel A., Moskwa B. 2013. The first detection of nematodes *Ashworthius sidemi* in elk *Alces alces* (L.) in Poland and remarks of

- ashworthiosis foci limitations, *Acta Parasitologica* 58(4): 515–518. DOI: <https://doi.org/10.2478/s11686-013-0164-4>.
- Department of Environment and Climate Change (DECC). 2022. Newfoundland and Labrador Moose Management Plan 2022–2026. Department of Environment and Climate Change, Newfoundland and Labrador Division, St. John's.
- Doherty P.F., Boulinier T., Nichols J.D. 2003. Local extinction and turnover rates at the edge and interior of species' ranges, *Annales Zoologici Fennici* 40(2): 145–153.
- Dzięciołowski R. 1981. Sytuacja w zakresie hodowli i pozyskania zwierzyny grubej w Europie, *Sylwan* 125(3): 17–26.
- Dziki-Michalska K., Tajchman K., Budzyńska M. 2019. Increase in the moose (*Alces alces* L. 1758) population size in Poland: causes and consequences, *Animal Science* 58(3): 203–214. DOI: 10.22630/AAS.2019.58.3.20.
- Ellingwood D.D., Pekins P.J., Jones H., Musante A.R. 2020. Evaluating moose *Alces alces* population response to infestation level of winter ticks *Dermacentor albipictus*, *Wildlife Biology* 2020(2): 1–7. DOI: 10.2981/wlb.00619.
- Environment Yukon (EY). 2016. Science-based guidelines for management of moose in Yukon. Yukon Fish and Wildlife Branch Report MR-16-02. Whitehorse, Yukon, Canada.
- Felton A.M., Wam H.K., Felton A., Simpson S.J., Stolter C., Hedwall P.O., Malmsten J., Eriksson T., Tigabo M., Raubenheimer D. 2021. Macronutrient balancing in free-ranging populations of moose, *Ecology and Evolution* 11(16): 11223–11240. DOI: 10.1002/ece3.7909.
- Filip K.J., Pyziel A.M., Demiaszkiewicz A.W. 2016. A massive invasion of *Parafasciolopsis fasciolaemorphia* in elk (*Alces alces*) in Lublin Province, Poland, *Annals of Parasitology* 62(2): 107–110. DOI: 10.17420/ap6202.40.
- Filip K.J., Demiaszkiewicz A.W. 2016. Internal parasitic fauna of elk (*Alces alces*) in Poland, *Acta Parasitologica* 61(4): 657–664. DOI: <https://doi.org/10.1515/ap-2016-0092>.
- Flis M. 2018. Demografia oraz dynamika liczebności populacji łosi na terenie Polski – Potrzeba zmian kierunku zarządzania populacją, *Studia i materiały CELP w Rogowie* R. 20, 54(4): 93–101.
- Forsyth D.M., Comte S., Davis N.E., Bengsen A.J., Côté S.D., Hewitt D.G., Morellet N., Myrsetrud A. 2022. Methodology matters when estimating deer abundance: a global systematic review and recommendations for improvements, *The Journal of Wildlife Management* 86(4): e22207. DOI: 10.1002/jwmg.22207.
- Fuller A., Mitchell D., Maloney S.K., Hetem R.S. 2016. Towards a mechanistic understanding of the responses of large terrestrial mammals to heat and aridity associated with climate change, *Climate Change Responses* 3(10). DOI: 10.1186/s40665-016-0024-1.
- Główny Urząd Statystyczny. 2002. Leśnictwo 2002. Warszawa 2002.
- Główny Urząd Statystyczny. 2010. Leśnictwo 2010. Warszawa 2010.
- Główny Urząd Statystyczny. 2022. Leśnictwo. Warszawa, Białystok 2022.
- Główny Urząd Statystyczny. 2022. Ochrona środowiska 2022. Warszawa 2022.
- Græsli A.R., Le Grand L., Thiel A., Fuchs B., Devineau O., Stenbacka F., Neumann W., Ericsson G., Singh N.J., Laske T.G., Beumer L.T., Arnemo J.M., Evans A.L. 2020. Physiological and behavioural responses of moose to hunting with dogs, *Conservation Physiology*: 8(1). coaa122. DOI: <https://doi.org/10.1093/conphys/coaa122>.
- Gryz J., Krauze-Gryz D. 2021. Występowanie łosi *Alces alces* L. na terenie Lasów Rogowskich (środkowa Polska), *Leśne Prace Badawcze* 82(4): 179–186. DOI: 10.48538/lpb-2021-0020.
- Hoy S.R., Vucetich L.M., Peterson R.O., Vucetich J.A. 2021. Winter Tick Burdens for Moose Are Positively Associated With Warmer Summers and Higher Predation Rates. *Frontiers in Ecology and Evolution* 9: 758374. DOI: 10.3389/fevo.2021.758374.
- Hoy S.R., Forbey J.S., Melody D.P., Vucetich L.M., Peterson R.O., Koitzsch K.B., Koitzsch L.O., Von Duyke A.L., Henderson J.J., Parikh G.L., Vucetich J.A. 2022. The nutritional condition of moose co-varies with climate, but not with density, predation risk or diet composition, *OIKOS* 1. DOI: 10.1111/oik.08498.
- Janík T., Peters W., Šálek M., Romportl D., Jirků M., Engleder T., Ernst M., Neudert J., Heurich M. 2021. The declining occurrence of moose (*Alces alces*) at the southernmost edge of its range raise conservation concerns, *Ecology and Evolution* 11(10): 5468–5483. DOI: 10.1002/ece3.7441.
- Jasińska K., Werka J., Krauze-Gryz D., Wasilewski M. 2014. Urządzenia akustyczne UOZ-1 sposobem na ograniczenie kolizji z udziałem zwierząt na liniach kolejowych, *Sylwan* 158(2): 143–150.
- Jasińska K., Żmihorski M., Krauze-Gryz D., Kotowska D., Werka J., Piotrowska D., Pärt T. 2019. Linking habitat composition, local population densities and traffic characteristics to spatial patterns of ungulate-train collisions, *Journal of Applied Ecology* 56(12): 2630–2640. DOI: 10.1111/1365-2664.13495.
- Jensen W.F., Rea R.V., Penner C.E., Smith J.R., Bragina E.V., Razenkova E., Balcauskas L., Bao H., Bystiansky S., Csányi S., Chovanova Z., Done G., Hackländer K., Heurich M., Jiang G., Kazarez A., Pusenius J., Solberg E.J., Veeroja R., Widemo F. 2020. A Review of Circumpolar Moose Populations with Emphasis on Eurasian Moose Distributions and Densities, *Alces* 56: 63–78.
- Jędrzejewski W., Schmidt K., Theuerkauf J., Jędrzejewska B., Selva N., Zub K., Szymura L. 2002. Kill rates and predation by wolves on ungulate populations in Białowieża Primeval Forest (Poland), *Ecology* 83: 1341–1356.
- Jones H., Pekins P.J., Kantar L.E., O'Neil M., Ellingwood D. 2017. Fecundity and summer calf survival of moose during 3 successive years of inter tick epizootics, *Alces* 53: 85–98.
- Jones H., Pekins P.J., Kantar L.E., Sidor I., Ellingwood D., Lichtenwalner A., O'Neal M. 2019. Mortality assessment of moose (*Alces alces*) calves during successive years of winter tick (*Dermacentor albipictus*) epizootics in New Hampshire and Maine (USA), *Canadian Journal of Zoology* 97: 22–30. DOI: 10.1139/cjz-2018-0140.
- Jurecki R., Poliak M. 2018. Traffic safety of main roads in Poland, *New Trends in in Production Engineering* 1(1): 63–71. DOI: 10.2478/ntpe-2018-0008.
- Kamieniarz R., Panek M. 2008. Zwierzęta łowne w Polsce na przełomie XX i XXI w. OHZ PZŁ w Czempiniu, Czempień 2008. ISBN 978-83-904442-9-1.
- Lanszki J., Márkus M., Újváry D., Szabó A., Szemethy L. 2012. Diet of wolves *Canis lupus* returning to Hungary, *Acta Theriologica* 57(2): 189–193. DOI: 10.1007/s13364-011-0063-8.
- Lavsund S., Nygrén T.H., Solberg E.J. 2003. Status of moose populations and challenges to moose management in *Fennoscandia*, *Alces* 39: 109–130.
- Lee A.M., Myhre A.M., Markussen S.S., Engen S., Solberg E.J., Haanes H., Røed K., Herfindal I., Heim M., Sæther. B.E. 2020. Decomposing demographic contributions to the effective population size with moose as a case study, *Molecular Ecology* 29(1): 56–70. DOI: 10.1111/mec.15309.
- Lenarz M.S., Nelson M.E., Schrage M.W., Edwards A.J. 2009. Temperature mediated moose survival in northeastern Minnesota, *Journal of Wildlife Management* 73: 503–510. DOI: 10.2193/2008-265.
- Lindenmeyer D., Hobbs R. (red.). 2007. Managing and Designing Landscapes for Conservation: Moving from Perspectives to Principles. Blackwell Publishing Ltd., Melbourne.
- Loe L.E., Bonenfant C., Myrsetrud A., Gaillard J.M., Langvatn R., Klein F., Calenge C., Ergon T., Pettorelli N., Stenseth N.C. 2005. Climate predictability and breeding phenology in red deer: timing and synchrony of rutting and calving in Norway and France, *Journal of Animal Ecology* 74(4): 579–588. DOI: 10.1111/j.1365-2656.2005.00987.x.
- Ma Y., Bao H., Bencini R., Raubenheimer D., Dou H., Liu H., Wang S., Jiang G. 2020. Macro-Nutritional Adaptive Strategies of Moose (*Alces alces*) Related to Population Density, *Animals* 10: 73. <https://doi.org/10.3390/ani10010073>.

- McCann N.P., Moen R.A., Harris T.R. 2013. Warm-season heat stress in moose (*Alces alces*), *Canadian Journal of Zoology* 91 (12): 893–898. DOI: 10.1139/cjz-2013-0175.
- McLaren B.E., Peterson R.O. 1994. Wolves, moose and tree rings on Isle Royale, *Science* 266: 1555–1558. DOI: 10.1126/science.266.5190.1555.
- Milner J., Nilsen E.B., Andreassen H.P. 2007. Demographic side effects of selective hunting in ungulates and carnivores, *Conservation Biology* 21: 36–47. DOI: 10.1111/j.1523-1739.2006.00591.x.
- Minnesota Department of Natural Resources (MDNR). 2011. Minnesota Moose Research and Management Plan. Minnesota Department of Natural Resources, Division of Fish and Wildlife, Sait Paul.
- Murray D.L., Cox E.W., Ballard W.B., Whitlaw H.A., Lenarz M.S., Custer T.W., Barnett T., Fuller T.K. 2010. Pathogens, Nutritional Deficiency, and Climate Influences on a Declining Moose Population, *Wildlife Monographs* 166(1): 1–30. DOI: 10.2193/0084-0173(2006)166[1:PNDACI]2.0.CO;2.
- Musante A.R., Pekins P.J., Scarpitti D.L. 2010. Characteristics and dynamics of a regional moose (*Alces alces*) population in the northeastern United States, *Journal of Wildlife Biology* 16: 185–204. DOI: 10.2981/09-014.
- Mysłajek R.W., Stachyra P., Figura M., Nędzyńska-Szytygar M., Stefański R., Korga M., Kwiatkowska I., Stępiak K.M., Tołkacz K., Nowak S. 2022. Diet of the grey wolf *Canis lupus* in Roztocze and Solska Forest, south-east Poland, *Journal of Vertebrate Biology* 71(22040): 1–12. DOI: 10.25225/jvb.22040.
- Nasiadka P. 2002. Znaczenie struktury populacji w planowaniu pozyskania zwierzyny grubej, *Sylwan* (146)4: 89-95.
- Nevalainen S., Matala J., Korhonen K.T., Ihalainen A., Nikula A., 2016. Moose damage in National Forest Inventories (1986–2008) in Finland, *Silva Fennica* 50(2): 1410. DOI: 10.14214/sf.1410.
- Newsome T.M., Boitani L., Chapron G., Ciucci P., Dickman C.R., Dellinger J.A., López-Bao J.V., Peterson R.O., Shores C.R., Wirsing A.J., Ripple W.J. 2016. Food habits of the world's grey wolves, *Mammal Review* 46(4): 255–269. DOI: 10.1111/mam.12067.
- Nichols R.V., Cromsigt J.P.G.M., Spong G. 2015. DNA left on browsed twigs uncovers bite-scale resource use patterns in European ungulates, *Oecologia* 178(1): 275–284. DOI: 10.1007/s00442-014-3196-z.
- Nikula, A., Matala, J., Hallikainen, V., Pusenius, J., Ihalainen, A., Kukko, T. and Korhonen, K.T. 2020. Modelling the effect of moose *Alces alces* population density and regional forest structure on the amount of damage in forest seedling stands, *Pest Management Science* 77(2): 620–627. DOI:10.1002/ps.6081.
- Nowak S., Mysłajek R.W., Kłosińska A., Gabryś G. 2011. Diet and prey selection of wolves *Canis lupus* recolonising Western and Central Poland, *Mammalian Biology* 76(6): 709–715. DOI: 10.1016/j.mambio.2011.06.007.
- Ofstad E.G., Markussen S.S., Sæther B.E., Solberg E.J., Heim M., Haanes H., Røed K.H., Herfindal I. 2020. Opposing fitness consequences of habitat use in a harvested moose population, *Journal of Animal Ecology* 89: 1701–1710. DOI: 10.1111/1365-2656.13221.
- Olaussen J.O., Skonhøft A. 2011. A cost-benefit analysis of moose harvesting in Scandinavia. A stage structured modelling approach. *Resource and Energy Economics* 33: 589–611. DOI: 10.1016/j.reseneeco.2001.01.001.
- Pyzyl A.M., Demiaszkiewicz A.W. 2013. Coccidia (Apicomplexa: Eimeriidae) of elk (*Alces alces*) in Poland, *Parasitology Research* 112: 2083–2085. DOI: 10.1007/s00436-012-3262-6.
- Raczyński J., Ratkiewicz M. 2011. The functioning of the moose population in Poland, *Annals of Warsaw University of Life Sciences - SGGW. Animal Science* 50: 51–56.
- Raczyński J. 2023. Łoś (*Alces alces*, Linnaeus 1758). Atlas Ssaków Polski. <https://www.iop.krakow.pl/Ssaki/gatunek/125> (dostęp 18.10.2023).
- Ratkiewicz M., Bereszyński A., Głowaciński Z., Borkowska A., Borkowski J., Duda N., Komenda E., Raczyński J., Czajkowska M., Popczyk B., Przybylski A., Świsłocka M. 2011. Strategia ochrony i gospodarowania populacją łosia w Polsce. NFOŚiGW, Warszawa.
- Rempel R.S. 2011. Effects of climate change on moose populations: exploring the response horizon through biometric and systems models, *Ecological Modelling* 222: 3355–3365. DOI: 10.1016/j.ecolmodel.2011.07.012.
- Rodriguez-Hidalgo P., Gortazar C., Tortosa F.S., Rodriguez-Vigal C., Fierro Y., Vicente J. 2010. Effects of density, climate, and supplementary forage on body mass and pregnancy rates of female red deer in Spain, *Oecologia* 164(2): 389–398. DOI: 10.1007/s00442-010-1663-8.
- Rozporządzenie. 2001. Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 10 kwietnia 2001 r. w sprawie ustalenia listy gatunków zwierząt łownych oraz określenia okresów polowań na te zwierzęta, *Dziennik Ustaw* nr 43 poz. 488.
- Rozporządzenie. 2005. Rozporządzenie Ministra Środowiska z dn. 16 marca 2005 r. w sprawie określenia okresów polowań na zwierzęta łowne, *Dziennik Ustaw* nr. 48 poz. 459.
- Ruprecht J.S., Hersey K.R., Hafen K., Monteith K.L., DeCesare N.J., Kauffman M.J., MacNulty D.R. 2016. Reproduction in moose at their southern range limit, *Journal of Mammalogy* 97 (5): 1355–1365. DOI: 10.1093/jmammal/gyw099.
- Ryman N., Baccus R., Reuterwall C., Smith M.H. 1981. Effective Population Size, Generation Interval, and Potential Loss of Genetic Variability in Game Species under Different Hunting Regimes, *Oikos* 36(3): 257–266. DOI: 10.2307/3544622.
- Sala E. 2006. Top predators provide insurance against climate change, *Trends in Ecology and Evolution* 21(9): 479–480. DOI: 10.1016/j.tree.2006.07.006.
- Santos J.P.V. 2018. Determining changes in the nutritional condition of red deer in Mediterranean ecosystems: Effects of environmental, management and demographic factors, *Ecological Indicators* 87: 261–271. DOI: 10.1016/j.ecolind.2017.12.039.
- Schrempp T.V., Rachlow J.L., Johnson T.R., Shipley L.A., Long R.A., Aycrigg J.L., Hurley M.A. 2019. Linking forest management to moose population trends: The role of the nutritional landscape, *PLOS ONE* 14(7): e0219128. DOI: 10.1371/journal.pone.0219128.
- Siipilehto J., Heikkilä R. 2005. The effect of moose browsing on the height structure of Scots pine saplings in a mixed stand, *Forest Ecology and Management* 205(1–3): 117–126. DOI: 10.1016/j.foreco.2004.10.051.
- Śmietana W., Klimek A. 1993. Diet of wolves in the Bieszczady Mountains, Poland, *Acta Theriologica* 38 (3): 245–251. DOI: 10.4098/AT.arch.93-20.
- Świsłocka M., Borkowska A., Matosiuk M., Czajkowska M., Duda N., Kowalczyk R., Ratkiewicz M. 2020. Sex-biased polyparasitism in moose (*Alces alces*) based on molecular analysis of faecal samples, *International Journal for Parasitology: Parasites and Wildlife* 13: 171–177. DOI: 10.1016/j.ijppaw.2020.10.008.
- Świsłocka M., Ratkiewicz M., Borkowska A. 2021. Simultaneous Infection of *Elaphostrongylus* Nematode Species and Parasite Sharing between Sympatrically Occurring Cervids: Moose, Roe Deer, and Red Deer in Poland, *Pathogens* 10(10): 1344. DOI: 10.3390/pathogens10101344.
- Tape K.D., Gustine D.D., Ruess R.W., Adams L.G., Clark J.A. 2016. Range Expansion of Moose in Arctic Alaska Linked to Warming and Increased Shrub Habitat, *PLOS One* 11(7): e0160049. DOI: 10.1371/journal.pone.0152636.
- Tõnisson J., Randveer T. 2003. Monitoring of moose-forest interactions in Estonia as a tool for game management decisions, *Alces* 39: 255–261.
- Ueno M., Solberg E.J., Iijima H., Rolandsen C., Gangsei L. 2014. Performance of hunting statistics as spatiotemporal density indices of moose (*Alces alces*) in Norway, *Ecosphere* 5(2): 1–20. DOI: 10.1890/ES13-00083.1.
- Valente A.M., Acevedo P., Figueiredo A.M., Fonseca C, Torres

- R.T. 2020. Over-abundant wild ungulate populations in Europe: management with consideration of socio-ecological consequences, *Mammal Review* 50(4): 353–366. DOI: 10.1111/mam.12202.
- Valente A.M., Figueiredo A.M., Acevedo P., Fonseca C., Torres R.T., Vicente J. 2021. Long term surveillance reveals nematode *Elaphostrongylus cervi* as a practical indicator of red deer management, *Ecological Indicators* 123: 107330. DOI: 10.1016/j.ecolind.2020.107330.
- Vicente J., Pérez-Rodríguez L., Gortazar C. 2007. Sex, age, spleen size, and kidney fat of red deer relative to infection intensities of the lungworm *Elaphostrongylus cervi*, *Naturwissenschaften* 94(7): 581–587. DOI: 10.1007/s00114-007-0231-5.
- Van Ballenberghe V., Ballard W.B. 1994. Limitation and regulation of moose populations: the role of predation, *Canadian Journal of Zoology* 72(12): 2071–2077. DOI: <https://doi.org/10.1139/z94-277>.
- Vucetich J.A., Peterson R.O. 2004. The influence of top-down, bottom-up and abiotic factors on the moose (*Alces alces*) population of Isle Royale, *Proceedings of the Royal Society of London B* 271: 183–189. DOI: 10.1098/rspb.2003.2589.
- Wawrzyniak P. 2016. Dynamika liczebności, jej wpływ na środowisko bytowania, a konieczność zarządzania populacją łośa *Alces alces* w Polsce. Zarządzanie populacjami zwierząt. Warszawa.
- Weiskopf S.R., Ledee O.E., Thompson L.M. 2019. Climate change effects on deer and moose in the Midwest, *Wildlife Management* 83(4): 769–781. DOI: 10.1002/jwmg.21649.
- Wibig J. 2021. Hot Days and Heat Waves in Poland in the Period 1951-2019 and the Circulation Factors Favoring the Most Extreme of Them, *Atmosphere* 12: 340. DOI: 10.3390/atmos12030340.
- Zajączkowski G., Jabłoński M., Jabłoński T., Sikora K., Kowalska A., Małachowska J., Piwnicki J. 2022. Raport o stanie lasów w Polsce 2021. Centrum Informacyjne Lasów Państwowych, Warszawa.
- Zimnol J., Bielec-Bąkowska Z. 2019. Dni ciepłe i chłodne w Polsce (1966-2017), *Prace Geograficzne* 159: 67–86. DOI: 10.4467/20833113PG.19.020.11488.
- Žunna A., Ozoliņš J., Pupila A. 2009. Food habits of the wolf *Canis lupus* in Latvia based on stomach analyses, *Estonian Journal of Ecology* 58(2): 141–152. DOI: 10.3176/eco.2009.2.07.