

JAKUB BORKOWSKI

Dynamika populacji jeleniowatych a gospodarowanie łowieckie

Relations between deer population dynamics and game management

Abstract. Population dynamics and, as a result, animal density are central points in deer management, because they affect population sex and age ratios, animal quality and their impact on habitats. Therefore, to manage deer properly, understanding of the factors influencing population dynamics is very important. The factors were reviewed in this paper. In general, population harvestable surplus consists of mortality replaceable by hunting and potential population increase. In planning the harvest, population size assessment is necessary, but estimation methods available are largely inaccurate. However, game populations can also be managed on try and error basis, recording only trends in both population size and habitat condition.

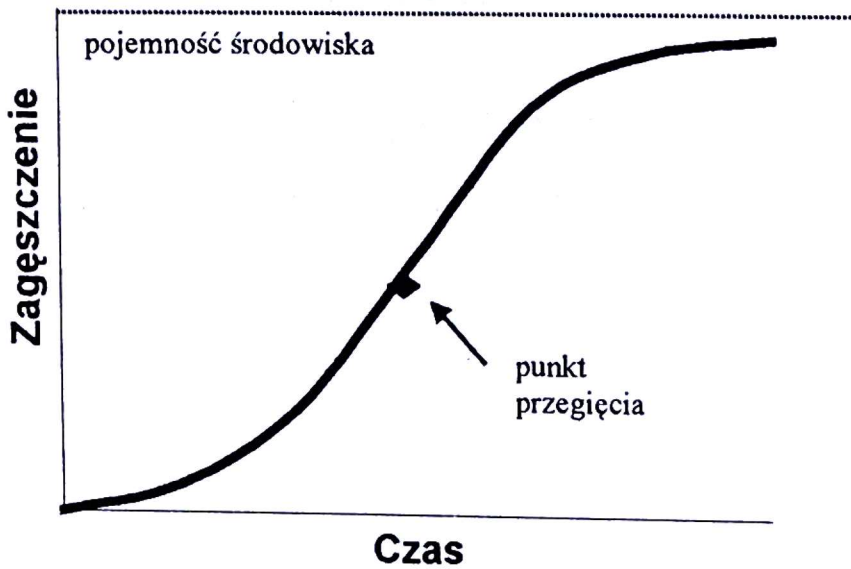
Wstęp

Zwierzęta łowne są bardzo istotnym elementem środowiska naturalnego zarówno z przyczyn ekologicznych, socjologicznych jak i ekonomicznych. Zwłaszcza duże zwierzęta roślinożerne (do pewnego stopnia również duże drapieżniki) rodzą wiele emocji. Są bowiem z jednej strony źródłem czasem poważnych i dotkliwych uszkodzeń w ekosystemach leśnych, a także – chociaż ostatnio rzadziej – rolnych, z drugiej jednak strony duża część społeczeństwa (myśliwi, turyści, miłośnicy przyrody) jest żywo zainteresowana ich obecnością w środowisku naturalnym. Nie do pogardzenia są w końcu ekonomiczne względy występowania zwierzyny w lasach i na polach. Wystarczy tu wspomnieć licznych myśliwych dewizowych (w ostatnich latach ok. 15 000 rocznie) odwiedzających nasz kraj. W tej sytuacji gospodarowanie zasobami zwierzyny jest zajęciem trudnym, które siłą rzeczy musi uwzględniać konflikty interesów różnych grup społecznych, tym bardziej wymagającym profesjonalizmu i kompetencji.

Istnieje więc potrzeba analizy czynników wpływających na proces zarządzania zasobami zwierzyny. Bez wątplenia jednym z podstawowych czynników, które w tym procesie muszą być uwzględniane jest dynamika populacji czyli zmiany zachodzące w liczebności populacji, ale także w jej strukturze płci i wieku oraz jakości osobniczej. Chociaż niniejsza praca dotyczy jeleniowatych, to omówione tu ogólne zasady relacji między dynamiką populacji, a gospodarowaniem łowieckim mają zastosowanie w stosunku do większości gatunków zwierzyny.

Przegląd czynników wpływających na dynamikę populacji

Przebieg dynamiki liczebności populacji prześledzić można na podstawie sigmoidalnego modelu wzrostu populacji (ryc. 1). Pomimo, że model ten ma pewne założenia, które w naturze są czasem trudne do spełnienia, w literaturze panuje zgodność co do wartości tego modelu jako ilustracji zmian wielkości populacji.



RYC. 1. Sigmoidalny model wzrostu populacji

Początkowo wzrost liczebności populacji przebiega bardzo dynamicznie. Śmiertelność jest minimalna, rozrodczość bardzo wysoka. Rozrodczość przeważa nad śmiertelnością (choć ta przewaga z czasem maleje) aż do momentu "wypełnienia" środowiska przez osobniki populacji. Owo wypełnienie następuje na poziomie pojemności środowiska, czyli liczebności zwierząt, którą środowisko jest w stanie utrzymać. Tempo przyrostu populacji zwiększa się aż do punktu przegięcia sigmoidalnej krzywej wzrostu, po czym choć populacja przyrasta nadal, odbywa się to w malejącym tempie. Od tego momentu wzrasta opór środowiska przejawiający się w malejącej nadwyżce rozrodczości nad śmiertelnością. Podkreślić w tym miejscu należy płynący z modelu wniosek, że proces wzrostu populacji, a także jego składowe – rozrodczość i śmiertelność, jest zależny od zagęszczenia (podobnie jak wiele innych procesów w ekologii populacji). Populacja stabilizuje się przy wyrównaniu śmiertelności z rozrodczością. Przyrostowi populacji towarzyszy systematyczny spadek dostępności zasobów środowiska przypadających na osobnika, konsekwencją czego jest obniżająca się jakość osobników w populacji. Jakość ta może być wyrażona w obniżonej masie trofeów, spadku sukcesu reprodukcyjnego, wzroście zapasozyczenia lub zachorowalności. W omówionym modelu pojemność środowiska osiągnięta na poziomie asymptoty krzywej wzrostu oznacza maksymalną liczbę osobników jaką środowisko może "utrzymać". Na tym poziomie osobniki w populacjach są niskiej jakości.

Warto poświęcić w tym miejscu trochę uwagi czynnikom wpływającym na rozrodczość i śmiertelność w rzeczywistych, a nie tylko "podręcznikowych" populacjach zwierzyny. Jeżeli chodzi o rozrodczość np. jelenia szlachetnego (*Cervus elaphus*), to szczególnie

widoczna zależność od zagęszczenia następuje w przypadku łań młodych (półtorarocznych) (Clutton-Brock i Albon 1989). W wielu populacjach o stosunkowo wysokich zagęszczeniach ta klasa łań nie bierze udziału w rozrodzie. Zazwyczaj łanie zachodzą w ciążę po raz pierwszy w wieku dwu, a czasem nawet trzech lat. Na szkockiej wyspie Rhum dla przykładu procent dwuletnich łań, które zaszły w ciążę spadł z 65% przy niskim zagęszczeniu do ok. 10%, gdy zagęszczenie wzrosło.

Podobnie do wielu innych gatunków ssaków ważnym parametrem określającym zdolność łań jelenia szlachetnego do zajścia w ciążę jest masa ciała przed sezonem rozrodczym. Istnieje pewna masa progowa poniżej której bardzo rzadko dochodzi do zapłodnienia (Albon i in. 1983, Albon i in. 1986). Stwierdzono, że zajście w ciążę w warunkach dużego zagęszczenia wymaga większej masy ciała niż przy małym zagęszczeniu (Clutton-Brock i Albon 1989). Ponadto wzrost zagęszczenia populacji jeleni opóźnia (w sezonie) zachodzenie łań w ciążę, opóźniając tym samym przeciętną datę urodzeń cieląt, co jak się okazuje ma niebagatelne znaczenie dla ich przeżywalności.

Jeżeli chodzi o śmiertelność cieląt jeleniowatych, podobnie jak młodych wielu gatunków ssaków (Caughley 1966), to obserwuje się zazwyczaj dwa szczyty. Pierwszy występuje w ciągu kilkunastu dni po urodzeniu. W Szkocji na przykład ten rodzaj śmiertelności dotyczył ok. 20% cieląt (Clutton-Brock i Albon 1989), a w populacji jelenia wielkouchego w Utah – 33% (Connolly 1981). Należy podkreślić, że śmiertelność letnia nie jest zależna od zagęszczenia (Clutton-Brock i in. 1985). Drugi szczyt śmiertelności występuje pod koniec zimy, a jego rozmiar w znacznej mierze pozostaje pod wpływem zagęszczenia populacji (np. Fowler i Barmore 1979, Leader-Williams 1980). Na przykład, blisko trzykrotny wzrost zagęszczenia jeleni w Szkocji spowodował zwiększenie zimowej śmiertelności cieląt z 5% do 40% (Clutton-Brock et al. 1985). W efekcie przyrost zrealizowany (osobniki, które przeżyły do następnego okresu wycieleń) spadł z 45-50 cieląt na 100 łań do 30-35 cieląt na 100 łań. Nawiasem mówiąc w tym samym okresie wzrosła też śmiertelność osobników półtorarocznych do 30%. Wzrost zagęszczenia z kilku powodów wpływa przede wszystkim na śmiertelność osobników młodych. Po pierwsze, z racji swojego wieku są one w okresie intensywnego wzrostu przez co znacznie mniej energii przeznaczają na zapasy tłuszczu, w znacznej mierze umożliwiające przeżycie zimy osobnikom starszym. Po drugie, zwiększone zagęszczenie sprawia, że do wycieleń dochodzi później oraz, że rodzą się osobniki mniejsze. Śmiertelność zimowa dotyczy natomiast przede wszystkim zwierząt lżejszych i urodzonych później.

Ponieważ dynamika populacji obejmuje też struktury populacji i kondycję osobniczą zwierząt warto wspomnieć od jakich czynników mogą zależeć te parametry. Jak wcześniej wspomniano przy wzroście zagęszczenia spada stosunek cieląt do łań, a więc populacja ulega postarzeniu. Zagęszczenie jest też czynnikiem zmieniającym strukturę płci (Verme 1983). Zazwyczaj w populacjach bytujących w dobrych warunkach pokarmowych (poniżej pojemności środowiska) rodzi się więcej osobników żeńskich. Korzystna sytuacja troficzna i następująca w konsekwencji przewaga osobników żeńskich sprawia bowiem, że populacja może się wciąż rozwijać. W przypadku jeleni żyjących w stosunkowo wyższych zagęszczeniach wśród noworodków przeważają byczki. Po pierwsze, to nie one, a łanie odpowiedzialne są za dalszy wzrost populacji (niepożądany przy niedoborze pokarmu). Po drugie u jeleniowatych dyspersja młodych dotyczy właśnie samców (samice zwykle

pozostają na tym samym terenie, co ich matki), a więc byczki z czasem wyemigrują (zwiększając ilość pokarmu przypadającą na osobnika, spośród tych które pozostaną). Wzrost zagęszczenia zwiększa śmiertelność wśród byków bardziej niż ma to miejsce w przypadku łań (Clutton-Brock i in. 1982). Jako ogólnie większe mają one również większe potrzeby energetyczne, które są trudne do zaspokojenia przy pogarszających się warunkach pokarmowych.

Jeżeli chodzi o kondycję to dobrze udokumentowany wynikami badań jest negatywny wpływ zagęszczenia populacji kopytnych na masę tuszy zwierząt (Klein 1968, Stelfox 1976, Leader-Williams 1980). Istnieje podobna wyraźna zależność pomiędzy zagęszczeniem jeleniowatych a rozmiarami i masą poroża, wykazana zarówno dla jeleni amerykańskich z rodzaju *Odocoileus* (Adams 1960, Cook 1984, McCullough 1985), jak i jelenia europejskiego (Clutton-Brock i in. 1985). Trzykrotny wzrost zagęszczenia jeleni w Szkocji spowodował ośmiokrotny spadek długości poroża półtorarocznych byków i ok. 20% spadek masy poroża byków siedmioletnich (Clutton-Brock i Albon 1989). Choć biotopy szkockie są uboższe niż u nas, przykład ten dobrze ilustruje rozpatrywany kierunek.

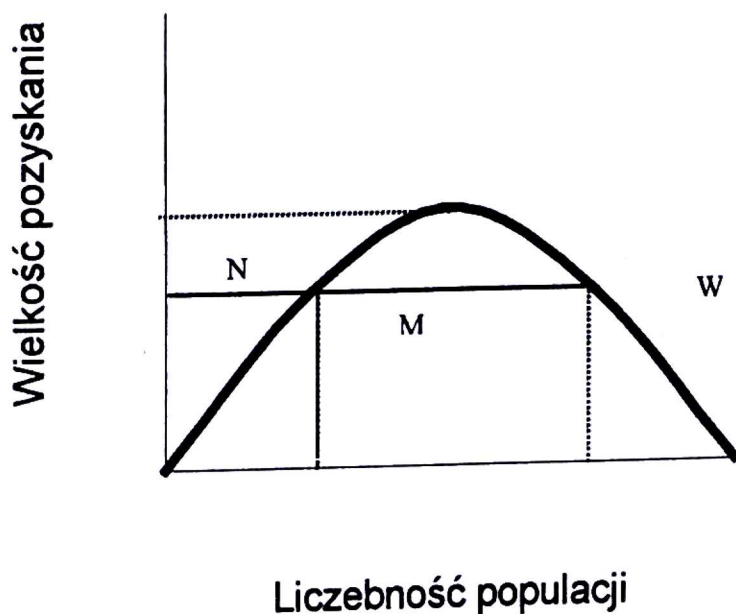
Analiza planowania łowieckiego

Punktem wyjścia w teorii ustalania wielkości pozyskania jest sigmoidalny model wzrostu populacji (ryc. 1), w którym kluczową rolę odgrywa zagęszczenie populacji. Samo pojęcie zagęszczenia populacji (czyli liczba osobników na danym obszarze) jest jednak niepełnym parametrem. W zarządzaniu zasobami zwierzyny używa się pojęcia **ekologicznego zagęszczenia**, czyli aktualnego zagęszczenia populacji w stosunku do pojemności środowiska. Rzeczywiste populacje zwierząt będą różnić się od populacji modelowej z ryciny 1 jednym istotnym elementem. Otóż pojemność środowiska na rycinie jest asymptotą, a więc liczebność populacji nigdy nie przekracza pojemności środowiska. W rzeczywistości jednak takie sytuacje zdarzają się stosunkowo często. Pojemność środowiska nie jest wartością stałą. Zależnie od warunków środowiska występują okresowe zmiany tego parametru. Jeśli więc w danym roku pojemność nagle spadnie, to populacja może okazać się liczniejsza niż aktualna pojemność. Dopiero działające później czynniki regulacji liczebności populacji dopasują ją do środowiska.

Jedno z najważniejszych pytań w gospodarce łowieckiej brzmi: "przy jakiej liczebności z populacji można pozyskać maksymalnie dużo osobników w sposób trwale zrównoważony (czyli tak aby liczebność populacji w przyszłości nie spadała)". Okazuje się, że takie pozyskanie nie ma miejsca ani przy maksymalnej liczebności osobników (przyrost wtedy jest bowiem bardzo mały, w skrajnych przypadkach mniejszy od śmiertelności) ani przy maksymalnym przyroście naturalnym (kiedy liczebność populacji jest niska). Otóż liczebność populacji umożliwiająca maksymalne trwale zrównoważone pozyskanie znajduje się gdzieś w okolicach punktu przegięcia krzywej sigmoidalnej, kiedy w wartościach bezwzględnych nadwyżka rocznego przyrostu nad śmiertelnością jest największa. Opór środowiska, oprócz zmniejszonego przyrostu, wyraża się w śmiertelności. Na całkowitą śmiertelność składają się dwa jej rodzaje: śmiertelność możliwa do zastąpienia przez pozyskanie łowieckie i śmiertelność niemożliwa do zastąpienia przez pozyskanie. Ten drugi rodzaj obejmuje np. śmiertelność noworodków oraz najogólniej śmiertelność niez-

leżną od zagęszczenia, występującą na skutek bardzo niekorzystnych warunków atmosferycznych, powodzi, huraganów itp. Śmiertelność możliwa do zastąpienia przez pozyskanie z kolei dotyczy śmiertelności zależnej od zagęszczenia, czyli tej, która następuje na skutek niedoboru zasobów. Pozyskując tę liczbę osobników, które i tak musiałyby paść, dopasujemy liczebność populacji do ilości dostępnych zasobów, unikając tego rodzaju upadków. Oprócz śmiertelności możliwej do zastąpienia przez pozyskanie łowieckie, maksymalne trwale zrównoważone pozyskanie obejmuje też potencjalny przyrost zrealizowany populacji.

Pozyskanie na poziomie maksymalnym jest jednakże ryzykowne. Jeżeli bowiem pojemność środowiska nagle spadnie, a przez kilka kolejnych lat pozyskanie będzie się utrzymywać na niezmiennym poziomie, zaowocuje to znacznym ograniczeniem liczebności populacji, co w tym układzie nie było celem gospodarowania. W drastycznym przypadku może to nawet zagrozić wyćpieniem eksploatowanej populacji. Do podobnej sytuacji dojdzie gdy rzeczywista liczebność populacji jest mniejsza niż oszacowana. Zaleca się więc pozyskanie na poziomie nieco mniejszym niż maksymalne (Caughley i Sinclair 1994). Warto zauważyć, że w takim przypadku jednakowa wielkość pozyskania ma miejsce przy dwu różnych poziomach liczebności populacji (ryc. 2). Przy mniejszej liczebności pozyskiwane będą osobniki cięższe, o trofeach wyższej jakości, a środowisko znajdować się będzie pod mniejszą presją zwierzyny (mniejsze szkody). Pozyskanie określonej liczby zwierząt wiązać się będzie jednakże z większym nakładem czasowym. Przy większej liczebności wysiłek na pozyskanie co prawda spadnie, ale liczyć się należy z jednoczesnym spadkiem masy ciała i trofeów pozyskiwanych zwierząt oraz ze wzrostem szkód.



RYC. 2. Wielkość trwale zrównoważonego pozyskania łowieckiego zależnie od liczebności populacji.
 N – pozyskanie przy mniejszej liczebności populacji, M – maksymalny poziom pozyskania,
 W – pozyskanie przy większej liczebności populacji

Dynamika populacji a planowanie łowieckie

Warto podkreślić, że pomiędzy pozyskaniem a dynamiką liczebności istnieje wzajemna zależność. Z jednej strony zmiany liczebności wpływają na planowanie, ale realizacja planów pozyskania oddziałuje bezpośrednio na dynamikę populacji. Do parametrów populacji, które znajdują się bezpośrednio lub pośrednio pod wpływem pozyskania należą: liczebność, rozrodczość i przeżywalność młodych oraz wzajemne proporcje samców, samic i młodych. W rezultacie pozyskanie wpływając na wiele parametrów populacji wpływa też na wielkość odstrzału i jakość populacji w przyszłym roku. O kierunku sterowania populacją decyduje zagęszczenie populacji w stosunku do pojemności konkretnego środowiska. Wiedza o liczebności populacji jest więc bardzo ważna z punktu widzenia zarówno wytyczania kierunku zarządzania populacją jak i skuteczności realizacji planów.

Jednakże ocena liczebności to jeden z najtrudniejszych elementów gospodarowania łowieckiego. Istniejące metody, nie dość, że często bardzo kosztowne, umożliwiają ocenę liczebności tylko w dużym przybliżeniu. Trudno określić na ile powstające na ich podstawie plany zgadzają się z wielkością pozyskania, które powinno być rzeczywiście zrealizowane, gdyby liczebność zwierzyny była dokładnie znana. Wiarygodność planowania może być wręcz żałosna jeśli określanie liczebności zwierzyny odbywa się na podstawie całorocznych obserwacji. Nasiadka (1998) analizując pozyskanie jeleni w dziewięciu kołach łowieckich na Śląsku w latach 1987-1995 wykazał, że gdyby liczebność zwierzyny była zgodna ze stanem faktycznym, to niezależnie od rozpatrywanego roku, przy zrealizowanym pozyskaniu i założonym przyroście naturalnym, miejscowa populacja powinna przestać istnieć średnio już po dwóch latach! Wydaje się, że sytuacja w Ośrodkach Hodowli Zwierzyny (OHZ) Lasów Państwowych nie jest o wiele lepsza skoro z wykonanej przez pracowników Zakładu Łowiectwa IBL w 1997 roku analizy: "Aktualny stan i próba oceny gospodarki łowieckiej w ośrodkach hodowli zwierzyny" wynika, że w sezonie 1996/97 w mniejszym lub większym stopniu planu odstrzału nie wykonano w 79%, 82% i 77% Ośrodkach Hodowli Zwierzyny, odpowiednio w przypadku jelenia, sarny i dzika.

Wspomnieć należy, że problemy w ocenie liczebności nie dotyczą tylko naszego kraju, ale właściwie wszystkich warunków ekologicznych, gdzie zwierzyna występuje w środowiskach zadrzewionych i jest tym samym trudna do zaobserwowania. W gospodarowaniu łowieckim od samych początków jego współczesnej historii, czyli od momentu kiedy Amerykanin Aldo Leopold w 1933 wydał podręcznik zatytułowany "Game Management" (Zarządzanie zwierzyną), istnieje znaczna rozbieżność poglądów co do tego czy, znając liczne ograniczenia metod, ocena liczebności jest w ogóle potrzebna. Potrzeba oceny liczebności podkreślona została np. przez Gilla (1976). Sam Aldo Leopold (Leopold i in. 1938) wskazywał na konieczność jej wykonania. Z czasem jednak zmienił on najwyraźniej zdanie (Leopold i in. 1947), wskazując na wyższość obserwacji kondycji biotopu nad obciążoną błędem próbą szacowania liczebności zwierzyny. Podobną opinię wyraził Egan (1971). Takie podejście opiera się więc na koncepcji ekologicznego zagęszczenia, przy czym nie jest najważniejsze jaka jest liczebność zwierząt, ale jaka jest ich presja na środowisko. Jeśli jest ono w dobrej kondycji, to istnieją pełne podstawy aby przypuszczać, że populacja będąca przedmiotem zarządzania ma się jak najlepiej. Problem, który niewątpliwie pojawia się przy tym sposobie podejścia polega na tym, że nie wiadomo, czy przy określonej kondycji środowiska nie można by pozyskiwać więcej (utrzymywać populację

na nieco niższym poziomie). Zależność między zagęszczeniem populacji a presją na środowisko nie jest bowiem liniowa.

Efektywność zarządzania populacją może być znacznie poprawiona, jeśli mimo braku znajomości dokładnej liczebności populacji będzie się rejestrować względne zmiany w niej zachodzące. Do rejestracji kierunków nadaje się dość dobrze np. metoda liczenia odchodów. Dzięki temu można określić jak populacja reaguje na przyjętą przez nas strategię pozyskania. Jeśli np. przy realizowanej wielkości pozyskania, obserwuje się wzrost liczebności, oznacza to, że można pozyskiwać więcej. Gospodarowanie w podobny sposób odbywałoby się więc metodą prób i błędów, przy ciągłym monitorowaniu zmian podstawowych parametrów populacji w celu określenia optymalnych działań do realizacji postawionych celów zarządzania. Podobny sposób gospodarowania sugerowany był np. przez Clutton-Brocka i Albona (1989). Bardzo wyraźnie należy jednak stwierdzić, że takie podejście wymaga rozległej i gruntownej wiedzy z dziedziny ekologii i zarządzania zasobami naturalnymi.

Należy podkreślić, że na planowanie gospodarki łowieckiej w tym samym stopniu, co dynamika populacji wpływa cel gospodarowania. Zależnie bowiem od tego jaki cel zostanie postawiony inaczej będą konstruowane plany. Ma to zwłaszcza istotne znaczenie w modelu gospodarki wielofunkcyjnej, kiedy np. las ma pełnić różnorodne role. Dla przykładu minimalizacja presji populacji na środowisko (np. redukcja szkód w lasach lub na polach) wymagać będzie utrzymywania niskiego zagęszczenia populacji. Do innego zagęszczenia będzie się dążyć natomiast jeśli za najważniejsze uzna się maksymalne trwale równoważone pozyskanie zwierzyny (przy czym zagęszczenie to będzie inne dla maksymalnej liczby pozyskanych sztuk zwierzyny, inne zaś dla maksymalnego pozyskania dziczyzny). Stosunkowo mniejszego zagęszczenia (zwłaszcza samców) wymagać będzie pozyskanie jak najcięższych trofeów. Inne jeszcze działania należałoby podejmować przy zwiększaniu szans obserwacji zwierząt przez turystów. Dlatego też jasne określenie celu (celów) gospodarowania łowieckiego ma w planowaniu bardzo istotne znaczenie.

Cytowane w niniejszym opracowaniu publikacje pochodzą w ogromnej większości z zagranicy, albowiem dla terenu naszego kraju brak jest podobnych danych. Choć oczywiście prace zagraniczne mogą służyć jako źródło wiedzy o ogólnej naturze zjawisk, bardzo często nie są w stanie uwzględnić specyfiki naszych warunków (przyczyn śmiertelności, wielkości arealów osobniczych, antropopresji, itp.) i w związku z tym nie mogą służyć jako podstawa określania szczegółowych wytycznych co do zarządzania zasobami zwierzyny. Nie ma co ukrywać, że jedną z ważniejszych przyczyn istniejącego stanu rzeczy jest niedobór środków na badania naukowe. Można byłoby jednak tutaj skorzystać z wzorca węgierskiego. Został tam bowiem powołany specjalny fundusz sponsorujący między innymi prace badawcze. Niewielka część pieniędzy ze zwierzyny, która znajdzie się w obrocie płynie do owego funduszu. Powołanie podobnej instytucji w Polsce nie ograniczyłoby w znacznym stopniu dochodów czerpanych z obrotu zwierzyną, a mogłoby w przyszłości pośrednio przyczynić się do wzrostu efektywności gospodarowania łowieckiego w naszym kraju.

Literatura

1. **Adams W. H.:** Population ecology of white-tailed deer in northeastern Alabama. *Ecology* 1960 nr 41.
2. **Albon S. D., Mitchell B., Staines B. W.:** Fertility and body weight in female red deer: a density dependent relationship. *J. Anim. Ecol.* 1983 nr 52.
3. **Albon S. D., Mitchell B., Huby B. J., Brown D.:** Fertility in female red deer (*Cervus elaphus*): the effects of body composition, age and reproductive status. *J. Zool., Lond.* 1986 nr 209.
4. **Caugley G.:** Mortality patterns in mammals. *Ecology* 1966 nr 47.
5. **Caughley G., Sinclair A. R. E.:** *Wildlife Ecology and management.* Cambridge: Blackwell Science 1994.
6. **Clutton-Brock T. H., Guinness F. E., Albon S. D.:** *Red deer: ecology and behavior of two sexes.* Chicago: University of Chicago Press 1982.
7. **Clutton-Brock T. H., Major M. Guinness F. E.:** Population regulation in male and female red deer. *J. Anim. Ecol.* 1985 nr 54.
8. **Clutton-Brock T. H., Albon S. D.:** *Red deer in the highlands.* Oxford: BSP Professional Books 1989.
9. **Connolly G. E.:** *Assessing populations. (W:) Mule and black-tailed deer of North America,* Lincoln: University of Nebraska Press 1981.
10. **Cook R. L.:** *Texas. (W:) White-tailed deer: ecology and management.* Harrisburg: Stackpole Books 1984.
11. **Egan J.:** *Mule deer. (W:) Game Management in Montana* Montana. Helena: Fish and Game Department 1971.
12. **Fowler C. W., Barmore W. J.:** *A population model of the northern Yellowstone elk herd. (W:) First Conference on Scientific Research in National Parks.* Springfield: US National Park Service 1979.
13. **Gill R. B.:** *Mule deer management myths and the mule deer population decline. (W:) Mule deer in the west: A symposium* Logan: Utah State University 1976.
14. **Klein D.:** The introduction, increase and crash of reindeer on St. Matthew Island. *J. Wildl. Manage.* 1968 nr 32.
15. **Leader-Williams N.:** Population dynamics and mortality of reindeer introduced into South Georgia. *J. Wildl. Manage.* 1980 nr 44.
16. **Leopold A., Tylor W. P., Benneth R, Capman H. H.:** Is it a practical and necessary basis for management? *Trans. N. Amer. Wildl. Conf.* 1938 nr 3.
17. **Leopold A., Sowls L. K., Spencer D. L.:** A survey of overpopulated deer ranges in the United States. *J. Wildl. Manage.* 1947 nr 11.

18. **McCullough D. R.:** Variables influencing food habits of white-tailed deer in the George Reserve. *J. Mammal.* 1985 nr 66.
19. **Nasiadka P.:** The accuracy of year-long direct observations by hunters for estimating red deer (*Cervus elaphus* L.) number. *Int. Deer Biol. Congr.* 1998 nr 4.
20. **Stelfox J. G.:** Range ecology of Rocky Mountain bighorn sheep in Canadian National Parks. *Can. Wildl. Serv. Rep. Ser.* 1976 nr 39.
21. **Verme L. J.:** Sex ratio variation in *Odocoileus*: a critical review. *J. Wildl. Manage.* 1983 nr 47.

*Zakład Łowiectwa
Instytut Badawczy Leśnictwa
ul. Bitwy Warszawskiej 1920 r. nr 3, 00-973 Warszawa
e-mail: boku@ibles.waw.pl*

Summary

Relations between deer population dynamics and game management

In its first part the paper describes theoretical population dynamics on the basis on sigmoid model. When animal density is low the population grows rapidly (high birth rate and low mortality). Increasing density reduces per capita resource availability leads to similar rates of reproduction and density-dependent mortality, while later on mortality may exceed reproduction. As a result, population stabilises at level of habitat carrying capacity. The paper also reviews factors responsible for deer recruitment and mortality. Beside growth rate, animal density affects population age and sex ratios as well as body and antler mass.

The paper also discusses density at which maximum harvestable surplus can be achieved. It is advised, however, to harvest at the level lower than the maximum yield, because in special circumstances it may be dangerous to the population. In, general harvestable surplus consists of replaceable mortality and potential population increase.

There is a feedback between population dynamics and harvest. On one hand harvest depends on population dynamics, but influences it, on the other. For proper harvest planing knowledge of population size is essential. However, accurate population census is one of the most problematic things in game management. Alternative method is to manage the game populations on try and error basis. In this method, a given amount of animals is harvested, trends in population size and habitat conditions recorded and depending on the results the next year harvest is decided. Such an approach, however, requires extensive knowledge on ecology and management.