

IWONA KWECZLICH, STANISŁAW MIŚCICKI

Ocena wpływu roślinożernych ssaków kopytnych na odnowienie lasu w Białowieżskim Parku Narodowym*

The impact of herbivorous ungulates on forest regeneration in the Białowieża National Park

ABSTRACT

Measurement results carried out on 30 comparative sample plots in 2000-2002 demonstrated negative effect of ungulate herbivores on the development of forest regeneration in the strictly protected area the Białowieża National Park. The tree height index permitted to state that cervidas and bisons were the damage-causing agents. Other indices (density, tree height sum and species diversity) were insufficient to assess the effect of wild boars.

KEY WORDS

ungulate herbivores, forest regeneration, damage, development, comparative sample plots, Białowieża National Park, strict protection

Wstęp

Niewielkie zagęszczenie i mało urozmaicony skład gatunkowy młodego pokolenia lasu – a zwłaszcza warstwy podrostu – w Białowieżskim Parku Narodowym (BPN) od pewnego czasu budzą niepokój. Za jedną z przyczyn niedostatecznego (według ogólnych obserwacji) odnawiania się drzew zaczęto uważać nadmierne zagęszczenie, a przez to zbyt dużą presję, roślinożernych ssaków kopytnych. Ta opinia nie jest odosobniona. Według Mayera [1975] ekologicznie stabilne drzewostany rezerwatów leśnych mają niewielką odporność na oddziaływanie kopytnych, których duże zagęszczenie jest typowe dla obecnej gospodarki łowieckiej prowadzonej w otoczeniu tych obiektów leśnych.

Młode pokolenie lasu w BPN już dawno było przedmiotem prac studialnych i obserwacji [Paczoski 1924]. Kowalski [1993] prowadził badania na podstawie sukcesywnych pomiarów rozpoczętych w roku 1936. Na ich podstawie stwierdził cykliczność procesu odnowienia. Ponieważ były one prowadzone na wybranych transektach, stąd uogólnienie ich wyników na wszystkie drzewostany BPN jest niepewne.

W roku 1995 na całej, liczącej 4584 ha powierzchni drzewostanów ówczesnego BPN (wszystkie były objęte ochroną ścisłą), po raz pierwszy stosując metodę reprezentacyjną, został

* Praca wykonana w ramach tematu badawczego 5 P06H 034 18 „Wpływ przestrzennej struktury populacji i użytkownika środowiska u jelenia szlachetnego *Cervus elaphus* na dynamikę naturalnego i sztucznego odnowienia lasu w Puszczy Białowieżskiej” (kier. prof. dr hab. Bogumiła Jędrzejewska), finansowanego ze środków Komitetu Badań Naukowych

IWONA KWECZLICH

Katedra Urządzania Lasu, Geomatyki i Ekonomiki
Leśnictwa, Wydział Leśny SGGW
ul. Nowoursynowska 159
02-776 Warszawa
ikwecz@wp.pl

STANISŁAW MIŚCICKI

Katedra Urządzania Lasu, Geomatyki i Ekonomiki
Leśnictwa, Wydział Leśny SGGW
ul. Nowoursynowska 159
02-776 Warszawa
miscicki@delta.sggw.waw.pl

wykonany pomiar warstwy nalotu i podrostu [Miścicki 1996b]. Na podstawie rezultatów z 460 systematycznie rozmieszczonych koncentrycznych powierzchni próbnych obliczono m.in. zagęszczenie i skład gatunkowy odnowienia, strukturę wymiarów drzew i ich uszkodzenia spowodowane przez jeleniowate i żubry.

Z cytowanej pracy [Miścicki 1996b] wybrano trzy pytania:

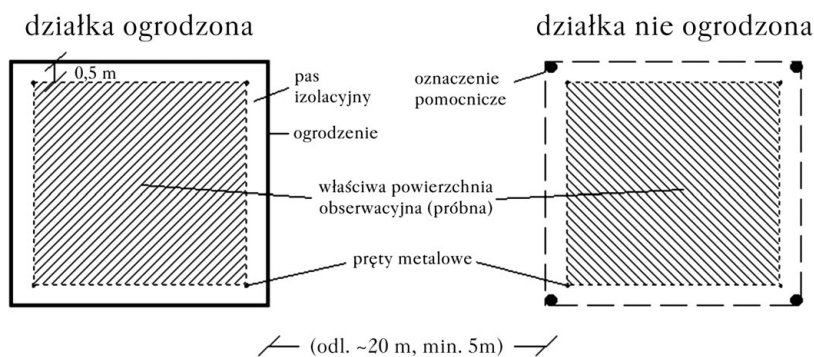
- 1) czy żerowanie roślinożernych ssaków kopytnych zwiększa naturalną śmiertelność drzew odnowienia lasu?
- 2) czy to żerowanie zmienia skład gatunkowy odnowienia w stosunku do powstającego naturalnie w danych warunkach siedliskowych?
- 3) czy to żerowanie hamuje proces odnowienia, gdy zaistnieją odpowiednie warunki rozwoju nalotu i podrostu?

Te pytania stały się punktem wyjścia do badań. Ogólnie mówiąc, ich celem było określenie wpływu jeleniowatych (jeleni *Cervus elaphus* L., sarn *Capreolus capreolus* L., łosi *Alces alces* L.) i żubrów (*Bison bonasus* L.) na powstawanie i rozwój odnowienia lasu w drzewostanach BPN objętych ochroną ścisłą.

Metodyka

Jednostką terytorialną, w obrębie której badano wpływ roślinożernych ssaków kopytnych na młode pokolenie lasu były łącznie traktowane drzewostany obszaru ochrony ścisłej BPN. Ten wpływ postanowiono ocenić przez porównanie zmian stanu odnowienia niedostępnego dla tych zwierząt, ze zmianą stanu odnowienia w pełni dostępnego. Okres obserwacji wyniósł dwa lata, a do zebrania danych wykorzystano specjalny rodzaj jednostek statystycznych, jakimi są próbne powierzchnie porównawcze (ppp).

Liczba ppp wyniosła 30. Miejsce ich położenia wyznaczono w wyniku wylosowania numerów z przedziału 1-460. Każdy numer odpowiadał kolejnemu przecięciu siatki prostokątów o wymiarach w terenie 100 × 1000 m, o krótszym boku zorientowanym wg azymutu 330°. Każda ppp składała się z dwóch działek obserwacyjnych – ogrodzonej (OG) i nie ogrodzonej (NO), oddległych od siebie ok. 20 m i znajdujących się w możliwie podobnych warunkach ekologicznych [Miścicki 1996a]. Wielkość działek obserwacyjnych wynosiła ~50 m², a ich narożniki zostały trwale oznaczone prętami metalowymi, wyznaczającymi jednocześnie właściwą powierzchnię obserwacyjną (ryc. 1).



Ryc. 1.

Schemat próbnej powierzchni porównawczej
The diagram of the comparative sample plot

20 Iwona Kweczlich, Stanisław Miścicki

Pomiary ppp wykonano w lipcu 2000 roku – tuż po ich zainstalowaniu – oraz powtórnie w lipcu 2002 roku, kierując się zasadami podanymi w instrukcji Miścickiego i Szukiel [1993]. Opisano miejsca lokalizacji działek obserwacyjnych, podając cechy ilościowe lub jakościowe dotyczące: siedliska, drzewostanu macierzystego oraz roślinności runa. Na czas pomiaru każdą z działek obserwacyjnych podzielono na sześć równych prostokątnych kwater. Sposób ich podziału został odnotowany w dokumentacji i był powtórzony w roku 2002. Właściwy pomiar obejmował dwa etapy:

- pomiar wysokości, z uwzględnieniem gatunku, wszystkich drzew warstwy odnowienia; stosowano podział na klasy wysokości ≤ 10 cm, 11-25 cm, 26-50 cm, 51-75 cm, 76-100 cm, 101-130 cm, 131-200 cm, >200 cm; dodatkową klasę stanowiły tegoroczne siewki – w tym wypadku określano ich przeciętną wysokość),
- dokładny opis i pomiar, w tym wysokości, sześciu najwyższych osobników każdego gatunku drzewa występującego na danej działce obserwacyjnej; do tych pomiarów drzewa danego gatunku były wybierane po jednym z każdej kwatery.

W analizach wykorzystano trzy wskaźniki bezpośrednio charakteryzujące stan odnowienia lasu na ppp:

- zagęszczenia drzew odnowienia W_{zag} – wyrażający liczbę drzew na jednostkę powierzchni (szt. \cdot ha $^{-1}$),
- sumy wysokości drzew odnowienia W_{sw} – wyrażający łączną długość głównych pędów drzew w przeliczeniu na jednostkę powierzchni (m \cdot ha $^{-1}$),
- górnej wysokości drzew odnowienia W_{hg6} – obliczany jako średnia wysokość sześciu najwyższych drzew na działce obserwacyjnej (cm),

oraz trzy wskaźniki oceny struktury gatunkowej:

- różnorodności gatunkowej – określony wskaźnikiem Shannona $H' = -\sum_{i=1}^S (p_i \cdot \ln p_i)$ (gdzie: p_i = frakcja gatunku i , S = liczba gatunków),
- równomierności gatunkowej $J' = H' \cdot (\ln S)^{-1}$ (gdzie: S , H' = jw.),
- podobieństwa dominacji struktury gatunkowej M – obliczony z wykorzystaniem wskaźnika Morisita [za Sawoniewiczem 2000], na podstawie sumy wysokości drzew:

$$M = \frac{2 \sum_{i=1}^s x_i y_i}{\sum_{i=1}^s x_i^2 + \sum_{i=1}^s y_i^2} \cdot 100$$

gdzie:

- x_i – średni udział gatunku i w populacji X (np. na działkach OG w roku 2000),
- y_i – średni udział gatunku i w populacji Y (np. na działkach NO w roku 2000).

Przed przystąpieniem do właściwych obliczeń statystycznych materiał empiryczny został wstępnie przygotowany. Sprawdzone – stosując test Kołmogorowa-Smirnowa – czy rozkład z próby danego wskaźnika oceny odnowienia nie odbiega od rozkładu normalnego. W wypadku zaistnienia takiego faktu zastosowano transformację logarytmiczną $y' = \log(y+1)$. Ponieważ w chwili rozpoczęcia badań stan odnowienia lasu na działkach NO i OG nie był idealnie jednakowy, to dla danego wskaźnika obliczono średnią różnicę. Tę poprawkę stosowano we wszystkich terminach badań, dodając ją do wartości obserwowanej zmiennej na każdej ppp.

Dla każdej ppp o numerze $j=1-30$ i dla terminu t obliczono różnicę:

$$d_{j,t} = W(NO)_{j,t} - W(OG)_{j,t}$$

oraz dla okresu $\Delta t = t_2 - t_1$ różnicę:

$$dd_{j,\Delta t} = [W(NO)_{j,t_2} - W(OG)_{j,t_2}] - [W(NO)_{j,t_1} - W(OG)_{j,t_1}]$$

gdzie:

$W(NO)_{j,t}$ – analizowany wskaźnik oceny odnowienia na działce nie ogrodzonej próbnej powierzchni porównawczej j w terminie t ,

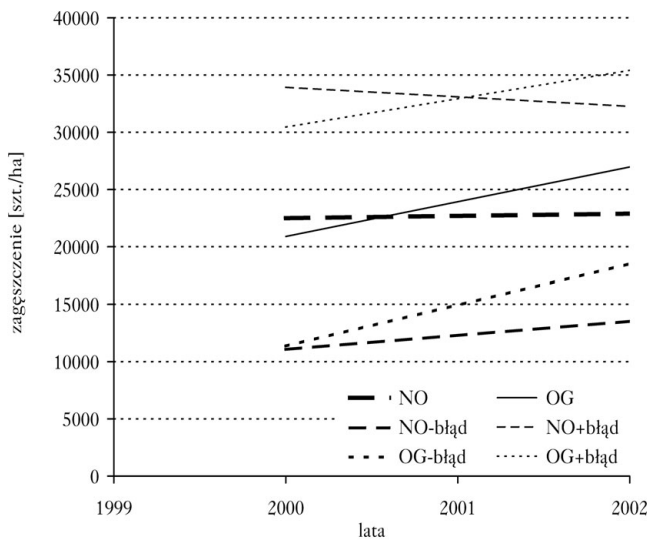
$W(OG)_{j,t}$ – analizowany wskaźnik oceny odnowienia na działce ogrodzonej próbnej powierzchni porównawczej j w terminie t .

Weryfikowano hipotezę zerową H_0 , że średnia wartość μ_{dd} różnic zmiennych d_{t1} i d_{t2} wynosi zero, $H_0: \mu_{dd}=0$. Do obliczeń zastosowano test t -Studenta dla prób związanych.

Wpływ roślinożernych ssaków kopytnych – oceniany za pomocą danego wskaźnika (zagęszczenia, sumy wysokości lub wysokości górnej drzew) – był negatywny, jeżeli obliczona wartość średnia dd tego wskaźnika była mniejsza od zera.

Wyniki

ZAGĘSZCZENIE DRZEW. W 2000 roku średnie zagęszczenie drzew odnowienia na działkach ogrodzonych OG wynosiło $20\,890 \pm 9548$ szt. \cdot ha $^{-1}$ i było nieznacznie mniejsze od zagęszczenia na działkach nie ogrodzonych NO ($22\,500 \pm 11431$ szt. \cdot ha $^{-1}$) (ryc. 2). Pomijając naloty w pierwszym roku życia, wartość tej cechy wyniosła $16\,410 \pm 7534$ szt. \cdot ha $^{-1}$ na działkach OG oraz $17\,420 \pm 8558$ szt. \cdot ha $^{-1}$ na NO (nie stwierdzono istotności różnic wartości średnich). W 2002 roku zagęszczenie drzew na działkach OG formalnie zwiększyło się w porównaniu z wartością z 2000 roku i wyniosło $26\,972 \pm 8446$ szt. \cdot ha $^{-1}$ (drzew bez uwzględnienia nalotu w pierwszym roku życia również formalnie zwiększyło się do $19\,527 \pm 7226$ szt. \cdot ha $^{-1}$). Na działkach NO uległo nieznacznej zmianie i wyniosło $22\,894 \pm 9369$ szt. \cdot ha $^{-1}$ (drzew bez uwzględnienia nalotu w pierwszym roku życia również niewiele się zmieniło: 17582 ± 8431 szt. \cdot ha $^{-1}$).



Ryc. 2.

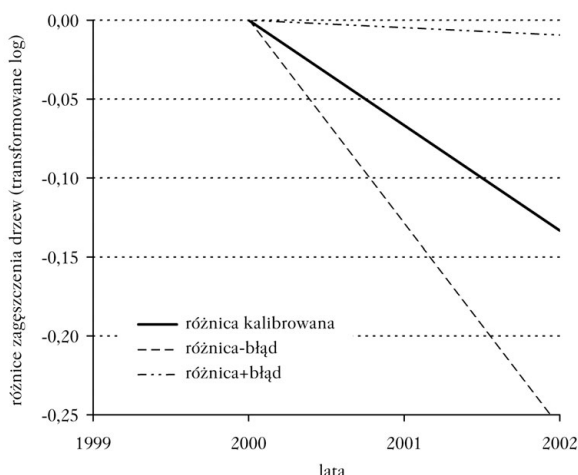
Zmiana zagęszczenia drzew warstwy odnowienia (wartości średnie) na działkach ogrodzonych OG i nie ogrodzonych NO próbnych powierzchni porównawczych w Białowieżskim PN w okresie 2000-2002 (błąd oszacowania przy $p=0,05$)

Changes in tree density (mean values) in fenced OG and unfenced NO areas on comparative sample plots in the Białowieża NP in the period 2000-2002 (significant level $p=0.05$)

Pomiędzy rokiem 2000 a 2002 nastąpiła zmiana wartości różnic zagęszczenia drzew odnowienia (liczonego łącznie z siewkami) między działkami NO i OG (poziom istotności różnic $p=0,036$). Zmiana ta dotyczyła także zagęszczenia bez nalotu w pierwszym roku życia ($p=0,007$). Średnia wartość tej cechy zwiększyła się na korzyść działek OG (ryc. 3).

SUMA WYSOKOŚCI DRZEW. W 2000 roku suma wysokości drzew odnowienia na działkach OG była nieznacznie większa niż na działkach NO. Średnie wartości wyniosły odpowiednio $2922 \pm 1205 \text{ m} \cdot \text{ha}^{-1}$ i $2371 \pm 850 \text{ m} \cdot \text{ha}^{-1}$ (nie stwierdzono istotności różnic) (ryc. 4). Po dwóch latach suma wysokości drzew na działkach OG zwiększyła się znacznie i wyniosła $4524 \pm 1977 \text{ m} \cdot \text{ha}^{-1}$ ($p=0,028$). Istotnie różniły się także średnie wartości tej cechy na działkach OG bez nalotu w pierwszym roku życia ($p=0,047$). Suma wysokości na działkach NO zwiększyła się tylko formalnie i wyniosła w 2002 roku $3393 \pm 1541 \text{ m} \cdot \text{ha}^{-1}$.

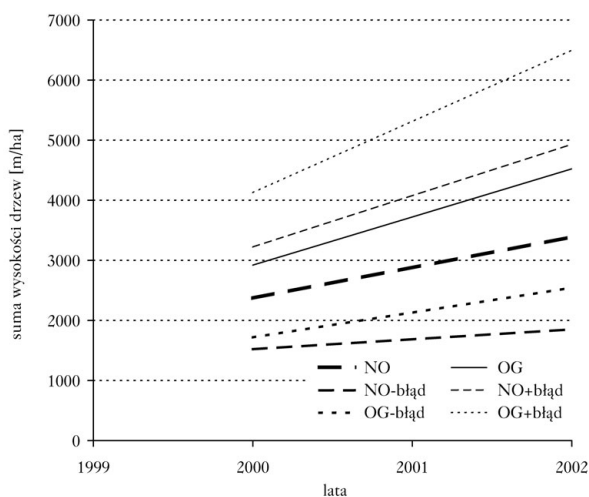
Pomiędzy rokiem 2000 a 2002 nastąpiła zmiana wartości różnic sumy wysokości drzew (bez nalotu w pierwszym roku życia) między działkami NO i OG ($p=0,039$). Średnia wartość tej cechy zwiększyła się na korzyść działek OG (ryc. 5).



Ryc. 3.

Zmiana średniej różnicy zagęszczenia drzew warstwy odnowienia między działkami NO i OG próbnych powierzchni porównawczych w Białowieżskim PN w okresie 2000-2002 (wartości transformowane logarytmicznie i kalibrowane tak, aby różnica w roku 2000 wyniosła zero; błąd oszacowania przy $p=0,05$)

Changes in mean difference between tree densities in NO and OG areas on comparative sample plots in the Białowieża NP in the period 2000-2002 (logarithmic and calibrated values transformed in such a way that the difference in 2000 equalled zero; significant level $p=0,05$)



Ryc. 4.

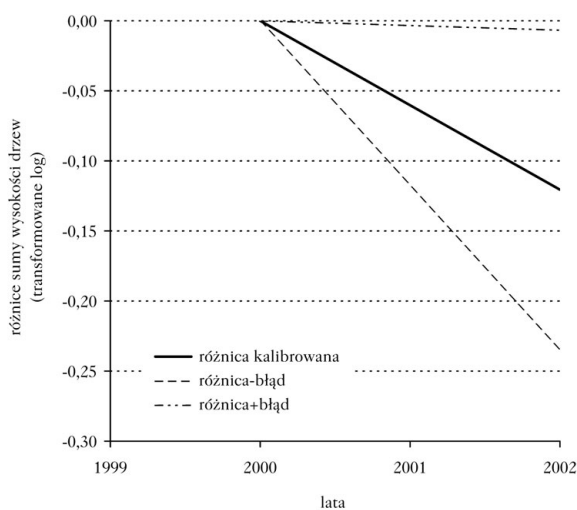
Zmiana sumy wysokości drzew warstwy odnowienia (wartości średnie) na działkach ogrodzonych OG i nie ogrodzonych NO próbnych powierzchni porównawczych w Białowieżskim PN w okresie 2000-2002 (błąd oszacowania przy $p=0,05$)

Changes in the sum of tree heights (mean values) in fenced OG and unfenced NO areas on comparative sample plots in the Białowieża NP in the period 2000-2002 (significant level $p=0,05$)

GÓRNA WYSOKOŚĆ ODNOWIENIA. W roku 2000 średnia górna wysokość odnowienia działkach OG wyniosła $25,6 \pm 7,8$ cm. Bardzo podobna ($25,4 \pm 8,2$ cm) była na działkach NO (ryc. 6). Po dwóch latach zwiększyła się – w większym stopniu na działkach OG ($46,9 \pm 14,2$ cm, $p=0,0013$) niż na NO ($32,2 \pm 9,6$ cm, $p=0,036$).

Pomiędzy rokiem 2000 a 2002 nastąpiła zmiana wartości różnic wysokości górnej odnowienia między działkami NO i OG ($p=0,023$). Średnia wartość tej cechy zwiększyła się na korzyść działek OG (ryc. 7).

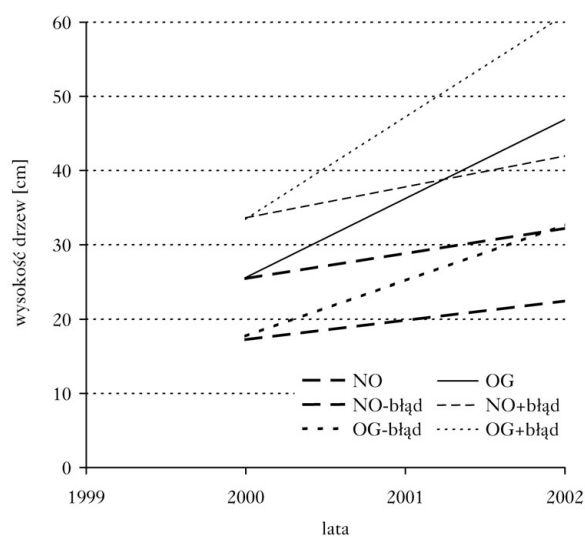
SKŁAD GATUNKOWY ODNOWIENIA. W roku 2000 gatunkiem panującym w odnowieniu (wg sumy wysokości drzew) na działkach OG i NO był grab (*Carpinus betulus* L.), którego udział wyniósł odpowiednio 64,5% oraz 55,4% (ryc. 8). Kolejnymi, najbardziej licznymi gatunkami na działkach OG były: klon (*Acer platanoides* L.), jesion (*Fraxinus excelsior* L.) oraz lipa (*Tilia cordata* Mill.). Również na działkach NO dominowały te same gatunki, ale kolejność ich udziału była nieco inna: jesion, klon oraz lipa. Po dwóch latach na obu rodzajach działek zmniejszył się udział



Ryc. 5.

Zmiana średniej różnicy sumy wysokości drzew warstwy odnowienia między działkami NO i OG próbnymi powierzchniami porównawczymi w Białowieckim PN w okresie 2000-2002 (wartości transformowane logarytmicznie i kalibrowane tak, aby różnica w roku 2000 wyniosła zero; błąd oszacowania przy $p=0,05$)

Changes in mean difference between the sums of tree heights in NO and OG areas on comparative sample plots in the Białowieża NP in the period 2000-2002 (logarithmic and calibrated values transformed in such a way that the difference in 2000 equalled zero; significant level $p=0.05$)

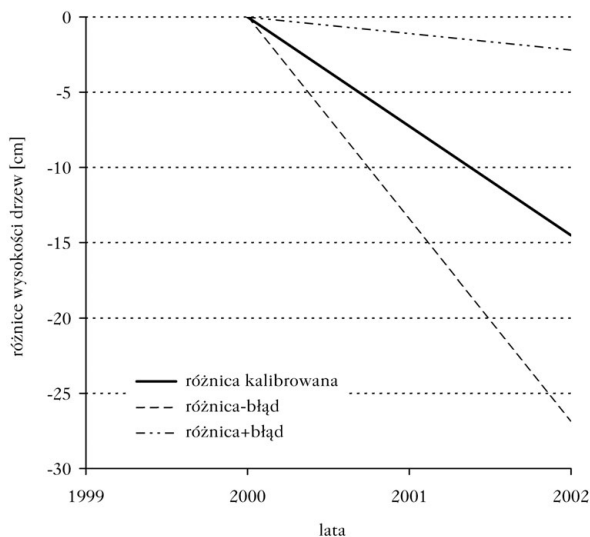


Ryc. 6.

Zmiana wysokości górnej drzew warstwy odnowienia (wartości średnie) na działkach ogrodzonych OG i nie ogrodzonych NO próbnymi powierzchniami porównawczymi w Białowieckim PN w okresie 2000-2002 (błąd oszacowania przy $p=0,05$)

Changes in mean difference between top heights of trees in NO and OG areas on comparative sample plots in the Białowieża NP in the period 2000-2002 (significant level $p=0.05$)

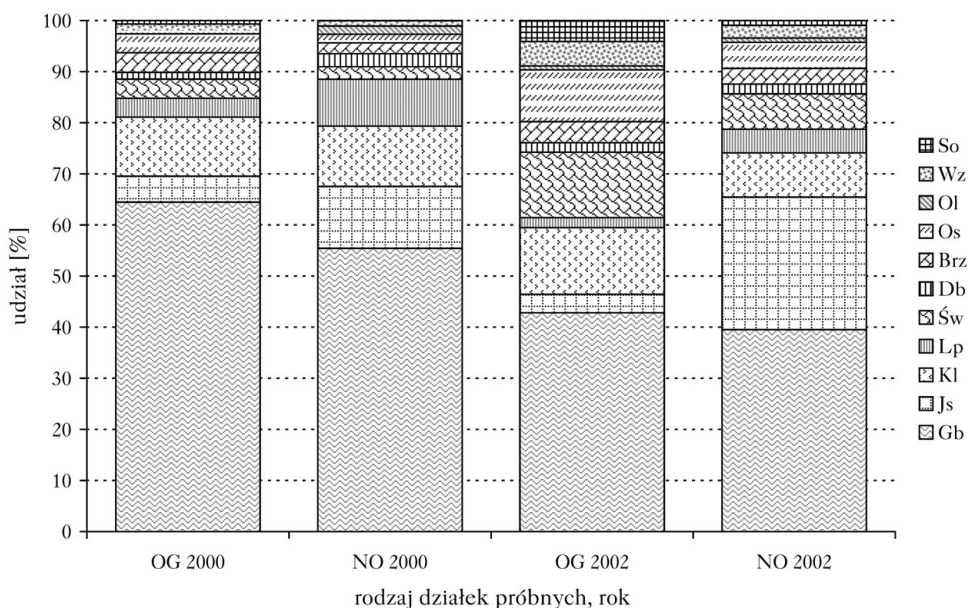
24 Iwona Kwezclich, Stanisław Miścicki



Ryc. 7.

Zmiana średniej różnicy wysokości górnej drzew warstwy odnowienia między działkami NO i OG próbnych powierzchni porównawczych w Białowieżskim PN w okresie 2000-2002 (wartości kalibrowane tak, aby różnica w roku 2000 wyniosła zero; błąd oszacowania przy $p=0,05$)

Changes in mean difference between top heights of trees in NO and OG areas on comparative sample plots in the Białowieża NP in the period 2000-2002 (values calibrated in such a way that the difference in 2000 equalled zero; significant level $p=0.05$)



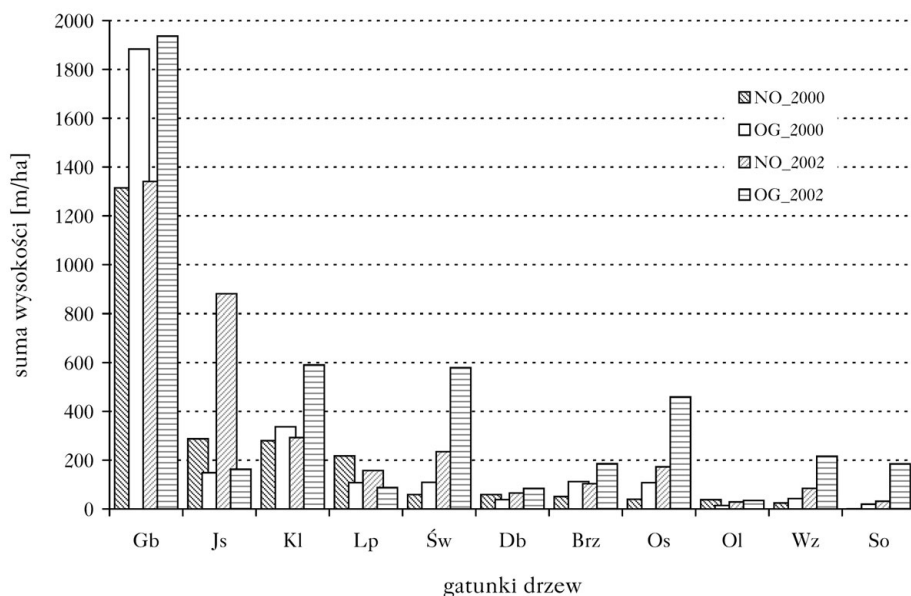
Ryc. 8.

Skład gatunkowy odnowienia wg sumy wysokości drzew na działkach ogrodzonych OG i nie ogrodzonych NO próbnych powierzchni porównawczych w Białowieżskim PN w roku 2000 i 2002

Species composition according to the sum of tree heights in fenced OG and unfenced NO areas on comparative sample plots in the Białowieża NP in the years 2000 and 2002

grabu oraz lipy, a zwiększył świerka (*Picea abies* Karst.), osiki (*Populus tremula*) i brzozy (*Betula pendula* Roth.). W niewielkim stopniu zwiększył się także udział wiązu (*Ulmus glabra* Huds.) i sosny (*Pinus sylvestris* L.). Zmniejszył się udział dębu (*Quercus robur* L.) i klonu na działkach NO.

Nie stwierdzono, aby w wypadku jakiegokolwiek gatunku drzewa, w okresie dwóch lat suma wysokości zmieniała się na korzyść jednej z działek. Formalnie biorąc, różnica na korzyść



Ryc. 9.

Średnia wartość sumy wysokości poszczególnych gatunków drzew na działkach ogrodzonych OG i nie ogrodzonych NO próbnych powierzchni porównawczych w Białowieckim PN w roku 2000 i 2002

The mean value of the sum of heights of individual tree species in fenced OG and unfenced NO areas on comparative sample plots in the Białowieża NP in the years 2000 and 2002

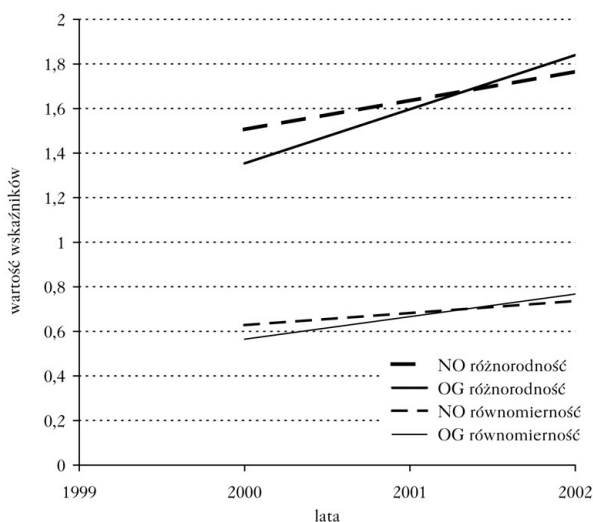
działek OG wystąpiła w wypadku klonu, dębu i świerka, a mniej wyraźnie wiązu i olszy (*Alnus glutinosa* Gaertn.), natomiast na korzyść działek NO w wypadku jesionu (ryc. 9). Suma wysokości drzew pozostałych gatunków zmieniła się proporcjonalnie na obu rodzajach działek.

PODOBIEŃSTWO GATUNKOWE ODNOWIENIA. W roku 2000 średnia wartość wskaźnika podobieństwa dominacji gatunkowej wg wskaźnika Morisita między działkami OG i NO wyniosła 97,8%. Po dwóch latach wartość ta zmniejszyła się i wyniosła 87,1%. Oznacza to zmniejszenie się podobieństwa składu gatunkowego drzew odnowienia między oboma rodzajami działek. Podobieństwo gatunkowe między powierzchniami OG w roku 2000 oraz 2002 wynosiło 90,7%, natomiast dla działek NO było nieznacznie większe (91,3%), co świadczy o różnicowaniu się składu gatunkowego na obu rodzajach działek.

W roku 2000 wartość współczynnika różnorodności Shannona była dla działek OG nieco mniejsza niż dla NO (ryc. 10). Po dwóch latach zmieniła się na korzyść działek OG, chociaż różnorodność gatunkowa zwiększyła się także na działkach NO. Podobne zmiany miały miejsce przy ocenie z wykorzystaniem wskaźnika równomierności – na obu rodzajach działek równomierność gatunkowa zwiększyła się.

Dyskusja

Chociaż dwuletni okres pomiarów w Białowieckim PN skłania do zakwalifikowania wyników badań jako wstępne, należy odpowiedzieć na pytanie czy już teraz udało się określić wpływ roślinożernych ssaków kopytnych na odnowienie lasu. Interesuje nas także czy można było określić reakcję młodego pokolenia drzew na uszkodzenia – tak jak to zostało sformułowane w pytaniach podanych we wstępie.



Ryc. 10.

Zmiana wartości wskaźnika różnorodności gatunkowej Shannona (górna część rysunku) oraz równomierności gatunkowej (część dolna) na działkach ogrodzonych OG i nie ogrodzonych NO próbnych powierzchni porównawczych w Białowieżskim PN w okresie 2000-2002

Changes in the value of the Shannon species diversity index (top part) and species evenness (bottom part) in fenced OG and unfenced NO areas on comparative sample plots in the Białowieża NP in the period 2000-2002

W BPN miejsca lokalizacji ppp zostały wylosowane, a więc przypadły w przybliżeniu proporcjonalnie do udziału poszczególnych faz rozwojowych drzewostanów. Znaczną część powierzchni drzewostanów Parku zajmowały przy tym te fazy rozwojowe, w których odnowienie ma trudne warunki rozwoju [Krasuska i Miścicki 2002]. Odzwierciedlają to rezultaty niniejszych badań. Średnie zagęszczenie drzew odnowienia na ppp z powodu znacznego udziału nalotu było dość duże (ok. 21-27 tys. szt. · ha⁻¹, w zależności od rodzaju działki próbnej), ale suma wysokości drzew była mała (ok. 3-4,5 tys. m · ha⁻¹). Była ona mniejsza niż w przebudowywanych drzewostanach PN Gór Stołowych, gdzie wynosiła ok. 15 tys. m · ha⁻¹ [Małek, Miścicki i Widawski 2003], co wynikało prawdopodobnie z lepszych warunków świetlnych niż w drzewostanach BPN.

Stwierdzone po upływie dwóch lat większe zagęszczenie drzew na działkach OG, przy jednoczesnym niezmiennym zagęszczeniu na działkach NO, wskazuje, że ssaki kopytne powodowały większą śmiertelność drzew – zarówno przez ograniczenie liczby drzew liczących kilka i więcej lat, jak i przez ograniczenie liczby siewek. Do zwierząt oddziałujących na odnowienie należały w tym wypadku nie tylko jeleniowate i żubry, ale także dziki (*Sus scrofa* L.). Na kilku ppp działki nie ogrodzone nosiły ślady buchtowania i tarzania – co mogło wpłynąć na zmniejszenie liczby najmłodszych drzew. Z drugiej strony, w niektórych wypadkach poruszenie gleby przez dziki ułatwiło wykiełkowanie drzew – zwłaszcza jesionu. Różnice górnej wysokości drzew odnowienia, stwierdzone pomiędzy oboma rodzajami działek, były interpretowane jako rezultat oddziaływania wyłącznie roślinożernych ssaków kopytnych. Zgryzanie przez te zwierzęta pędów głównych drzew na działkach NO powodowało zmniejszenie tempa wzrostu wysokości odnowienia.

Istnienie różnicy zagęszczenia drzew między odnowieniem na obu rodzajach działek wymaga uwypuklenia z tego powodu, że po dwóch latach górna wysokość odnowienia na działkach OG była większa, a więc – gdyby stopień pokrycia przez odnowienie był jednakowy na obu działkach – liczba drzew powinna była być mniejsza niż na działkach NO. W podobnych badaniach, obejmujących okres trzy- i pięcioletni w Nadl. Bad Ischl w Austrii [Miścicki 1996a] i okres trzyletni w PN Gór Stołowych [Małek, Miścicki i Widawski 2003], nie udało się określić negatywnego wpływu jeleniowatych na zagęszczenie drzew odnowienia, mimo że za pomocą

dwóch innych wskaźników – sumy wysokości i wysokości górnej drzew – można było to udowodnić.

Stwierdzono, że w BPN skład gatunkowy odnowienia, choć początkowo bardzo podobny na obu rodzajach działek, po upływie dwóch lat inaczej zmienił się w miejscach, do których ssaki kopytne miały dostęp, niż tam gdzie ich oddziaływanie zostało odcięte. Oznacza to, że zwierzęta przyczyniły się do zmiany składu gatunkowego odnowienia w stosunku do powstającego naturalnie w danych warunkach siedliskowych. Nie udało się jednak jednoznacznie ocenić zmian liczby drzew poszczególnych gatunków. Powodem była zbyt mała liczba prób jak i znaczna zmienność badanych cech. Biorąc pod uwagę wyniki podobnych badań [Miścicki 1996a, Małek, Miścicki i Widawski 2003] należy stwierdzić, że ocena zmiany składu gatunkowego jest trudna – głównie z powodu jej niewielkiego tempa.

Stosunkowo trudno jest odpowiedzieć na pytanie czy żerowanie roślinożernych ssaków kopytnych hamowało proces odnowienia w sytuacji, gdy zaistniały odpowiednie warunki jego rozwoju. Pierwszy powód to ten, że większość ppp była zlokalizowana w drzewostanach oznaczających się trudnymi warunkami życia młodych drzew i pozostających w fazie rozwojowej, w której do rozwoju i przemian drzewostanu nie jest konieczne występowanie nalotu i podrostu. Oznacza to, że taka ocena powinna dotyczyć tylko niektórych drzewostanów, w których odnowienie ma decydujące znaczenie w ich rozwoju, a więc określonych jako znajdujące się wg definicji Leibundguta [Miścicki 1994] w fazie rozwojowej regeneracyjnej, przerębowej, inicjalnej lub destrukcyjnej, ewentualnie także młodocianej lub terminalnej późnej. Drugi powód trudności dokonania oceny czy kopytne hamują rozwój odnowienia, wynika z braku określenia jaka w lesie podlegającym ochronie ścisłej powinna być niezbędna ilość odnowienia. Wprawdzie w niniejszych badaniach stwierdzono, że młode pokolenie lasu poddane presji kopytnych odznaczało się zahamowaniem tempa przyrostu na wysokość, mniejszym zagęszczeniem i mniejszą sumą wysokości drzew, ale nie oznacza to, że stan odnowienia znajdował się poniżej liczby gwarantującej stopniowe zastępowanie starszego pokolenia drzew.

Wnioski

- ✦ Wykorzystując wyniki pomiarów przeprowadzonych na próbnych powierzchniach porównawczych (ppp) wykazano, że w dwuletnim okresie roślinożerne ssaki kopytne negatywnie wpływały na rozwój odnowienia lasu w drzewostanach objętych ochroną ścisłą w Białowieskim Parku Narodowym. Ten wpływ udowodniono za pomocą wskaźnika wysokości górnej drzew. W wypadku dwóch innych wskaźników – zagęszczenia i sumy wysokości drzew – za pomocą których także można było określić negatywny wpływ, trudno było oddzielić w jakim stopniu wynikał on z oddziaływania jeleniowatych i żubrów, a w jakim dzików. Stwierdzono także, że zmiana składu gatunkowego odnowienia będącego pod wpływem ssaków kopytnych przebiegała inaczej niż odnowienia wolnego od ich oddziaływania.
- ✦ Uzyskane wyniki należy traktować jako wstępne, bo dotyczące tylko jednego dwuletniego okresu. Pomiaru na istniejących próbnym powierzchniach porównawczych powinny być kontynuowane w celu poznania wpływu roślinożernych ssaków kopytnych na rozwój odnowienia lasu znajdującego się w kolejnych stadiach rozwoju.
- ✦ W celu oceny czy żerowanie roślinożernych ssaków kopytnych hamuje proces odnowienia lasu, konieczne jest opracowanie modelu rozwoju lasu objętego ochroną ścisłą, w którym uwzględną się warstwę nalotu i podrostu. Wyrażenie, za pomocą charakterystyk odnowienia lasu, celów ochronnych stawianych drzewostanom, umożliwiłoby także ocenę – z wykorzystaniem ppp – czy te zwierzęta ograniczają cele ochrony lasów parku narodowego.

✦ Białowiecki Park Narodowy jest jednym z trzech pierwszych w Polsce, w którym zastosowano próbną powierzchnię porównawczą tzw. systemu Vorarlberg [Reimoser 1991]. Mimo ciągłego narażenia działek ogrodzonych na zniszczenie przez upadające żywe lub martwe drzewa – nieraz znaczących wymiarów, wskazane jest utrzymanie wszystkich 30 ppp i regularne wykonywanie pomiarów. W warunkach dużego zagęszczenia kopytnych, młode drzewa rosnące w obrębie działek ogrodzonych mogą być jednymi z nielicznych w całym Parku nigdy nie uszkodzonych. Wyniki ich pomiarów mogą mieć znaczenie przy opracowaniu odpowiednich modeli rozwoju lasu.

Literatura

- Kowalski M. 1993. Stand structure dynamics of a young forest generation in the Białowieża National Park. *Fol. For. Pol. Ser. A.* 35: 15-33.
- Krasuska M., Miścicki S. 2002. Wielkoobszarowa charakterystyka drzewostanów Białowieckiego Parku Narodowego. *Sylwan* 3: 73-90.
- Małek L., Miścicki S., Widawski Ł. 2003. Ocena oddziaływania jeleniowatych na odnowienie lasu w przebudowywanych drzewostanach Parku Narodowego Gór Stołowych. *Szczeliniec*. 7: 11-27.
- Mayer H. 1975. Der Einfluss des Schalenwildes auf die Verjüngung und Erhaltung von Naturwaldreservaten. *Forstwiss. Centralblatt*. 94.
- Miścicki S. 1994. Naturalne fazy rozwojowe drzewostanów – podstawa taksacji leśnych rezerwatów przyrody. *Sylwan* 4: 29-39.
- Miścicki S. 1996a. Sposób kontroli i oceny uszkodzeń młodych drzewostanów i odnowień podokapowych przez ssaki roślinożerne. Fundacja „Rozwój SGGW”, Warszawa.
- Miścicki S. 1996b. Forest regeneration and its damage by herbivorous ungulates in the Białowieża National Park. W: P. Paschalis, S. Zajączkowski [red.]. *Biodiversity protection of Białowieża Primeval Forest*. Fundacja „Rozwój SGGW”, Warszawa. 91-108.
- Miścicki S., Szukiel E. 1993. Zakładanie próbnych powierzchni porównawczych oraz sposób prowadzenia obserwacji wpływu zwierzyny na odnowienie lasu. Instrukcja Dyrekcji Generalnej Lasów Państwowych.
- Paczoski J. 1924. O odnowieniu drzewostanów w Puszczy Białowieckiej. *Las Pol.* 11: 433-443; 12: 483-492.
- Reimoser F. 1991. Verbiß-Kontrollgatter – Eine Methode zur objektiven Erfassung des Einflusses von Schalenwild und Weidevieh auf die Waldverjüngung (System Vorarlberg). *Öster. Weidwerk* 6: 19-22.
- Sawoniewicz J. 1999. Development dynamics of *Ichneumonidae* (Hymenoptera) communities of *Pinus sylvestris* L. canopies in fresh pine forest in the three health zones of Poland's forests. Fundacja „Rozwój SGGW”, Warszawa. 152.

SUMMARY

The effect of herbivorous ungulates on forest regeneration in the Białowieża National Park

Damage caused by herbivorous ungulates are considered one of causes of low density and poor species diversity in the composition of forest regeneration – particularly of undergrowth – in the Białowieża National Park (BPN). The aim of the study was to assess the effect of cervids and bisons on the establishment and development of regeneration in the strictly protected area of the Białowieża National Park. The damage effect was assessed by comparing changes in the state of regeneration unavailable to animals with changes in the state of fully available regeneration.

Measurements were carried out on 30 randomly selected comparative sample plots (ppp). Each ppp composed of two observation areas – fenced (OG) and unfenced (NO) of ca 50 m² in size each (Fig. 1). Three indices – density, tree height sum and top height directly describing the state of forest regeneration on ppp and three indices assessing species structure i.e. species diversity, evenness and similarity in dominance of species structure were used for analyses.

After two years the density (Fig. 2, 3), height sum (Fig 4, 5) and top height of trees in regeneration (Fig. 6, 7) were lower in the area available to ungulates. The first two indices did not allow for the statement that exclusively cervidas and bisons caused damage to regeneration. The effect of wild boar rooting was also observed. Species composition was initially similar on both fenced and unfenced areas however after two years the differences were markedly greater (Fig. 8, 9). At the same time, the values of indices of species diversity and evenness increased - showing a slightly higher rate in OG areas (Fig. 10). It was assumed that the negative influence of ungulate herbivores could be determined by using the tree top height index.

Results ought to be treated as preliminary since they refer only to the short two-year period. Measurements on ppp should be continued to obtain more knowledge about the effect of herbivorous ungulates on the development of regeneration in the next stages of its growth.