

Spontaniczne zmiany składu gatunkowego lasów naturalnych w obszarach ochrony ścisłej Roztoczańskiego Parku Narodowego

Spontaneous changes of natural forests composition in strictly protected areas of the Roztocze National Park

Zbigniew Maciejewski

Zbigniew Maciejewski, Roztoczański Park Narodowy, 22-470 Zwierzyniec, ul. Plażowa 2;
e-mail: zbigniewmaciejewski@wp.pl

Abstract: The investigations were conducted in strictly protected natural forests in the Roztocze National Park (Roztocze region, south-east Poland). Measurements of stands were undertaken in 1968, 1978, 1993 and 2003, in four study plots, established in three forest communities: *Abietetum polonicum*, *Dentario glandulosae-Fagetum* and *Quercu roboris-Pinetum*. The measurements revealed several changes in stand composition. Silver fir showed a systematic fall both in terms of tree numbers and of their basal area. In 2003, a small (from 1 to 3%) increase in the share of firs was recorded in all plots. European beech and hornbeam displayed a systematic increase in its share, in terms of the number of trees and basal area in all of the investigated stands. Norway spruce grows only in the *Abietetum polonicum* community, where its share diminished systematically, both in terms of tree numbers and their basal area.

Key words: natural forests, species composition, spontaneous changes, Roztocze National Park.

Wstęp

Badania nad dynamiką lasów naturalnych wymagają wieloletnich ciągów obserwacji i pomiarów na stałych powierzchniach badawczych, prowadzonych często przez kilka pokoleń badaczy (Bernadzki i in. 1997). Z powyższych względów, danych na ten temat jest niewiele i pochodzą one tylko z pewnych obszarów Polski intensywniej pod tym względem badanych (Puszcza Białowieska, Pieniński P.N., Babiogórski P.N.). Wiele założonych w przeszłości powierzchni badawczych, które mogłyby służyć do obserwacji dynamiki zbiorowisk leśnych, zostało bezpowrotnie straconych wskutek zaprzestania pomiarów oraz braku odpowiedniej dokumentacji zapewniającej możliwość odtworzenia granic powierzchni w terenie.

W badanych obiektach leśnych zarówno Puszczy Białowieskiej, jak i Karpat występują pewne ograniczenia kombinacji gatunków budujących drzewostany. Wynikają one z położenia tych obiektów poza obszarem naturalnego występowania wielu gatunków drzew. I tak, w drzewostanach Puszczy Białowieskiej brak buka, jodły i jaworu, natomiast w lasach karpacczych nie występują takie gatunki, jak: dąb szypułkowy, grab i sosna pospolita. Relacje między tymi gatunkami, gdyby występowały one razem, oraz tendencje rozwojowe w tak złożonych ekosystemach w związku z globalnymi zmiana-

mi klimatu (Kowalski 1991, Xu 1993, Siwecki 1994, Trepieńska 1994), czy też przewidywanymi zmianami zasięgów niektórych gatunków drzew (Kienast, Brzeziecki 1993, Solomon, Shugart 1993, Mind'áš i in. 2000), pozostają otwartymi zagadnieniami. Są to poważne problemy mogące decydować o przyszłości zarówno leśnictwa, jak i ochrony przyrody.

W lasach obszarów ochrony ścisłej Roztoczańskiego Parku Narodowego występują znaczne powierzchnie drzewostanów o wysokim stopniu naturalności. Zajmują one 55% powierzchni Parku (Lorens 1998). Ze względu na specyficzne położenie Roztocza drzewostany te stanowią miejsce współwystępowania prawie wszystkich krajowych gatunków drzew, w tym wymienianych wyżej gatunków typowych dla lasów górskich i niżowych (Izdebski i in. 1992). Stwarza to możliwość badania, w jaki sposób kształtują się tendencje dynamiczne oraz wzajemne relacje między tymi gatunkami. Z powyższych powodów, głównym celem podjętych badań jest próba odpowiedzi na postawione powyżej pytania, a w szczególności dokonanie analizy, w jakim kierunku oraz z jaką szybkością przebiegają spontaniczne zmiany składu gatunkowego drzewostanów Parku w warunkach ochrony ścisłej oraz jakie są tendencje rozwojowe poszczególnych gatunków budujących te drzewostany. Drugorzędnym celem podjętych prac było odtworzenie i utrwalenie istniejących w terenie powierzchni badawczych, co pozwoli na śledzenie dynamiki lasów w ramach przyszłych badań oraz przedłużenie istniejących 35-letnich ciągów pomiarowych o następne dziesięciolecia.

Obiekt badań

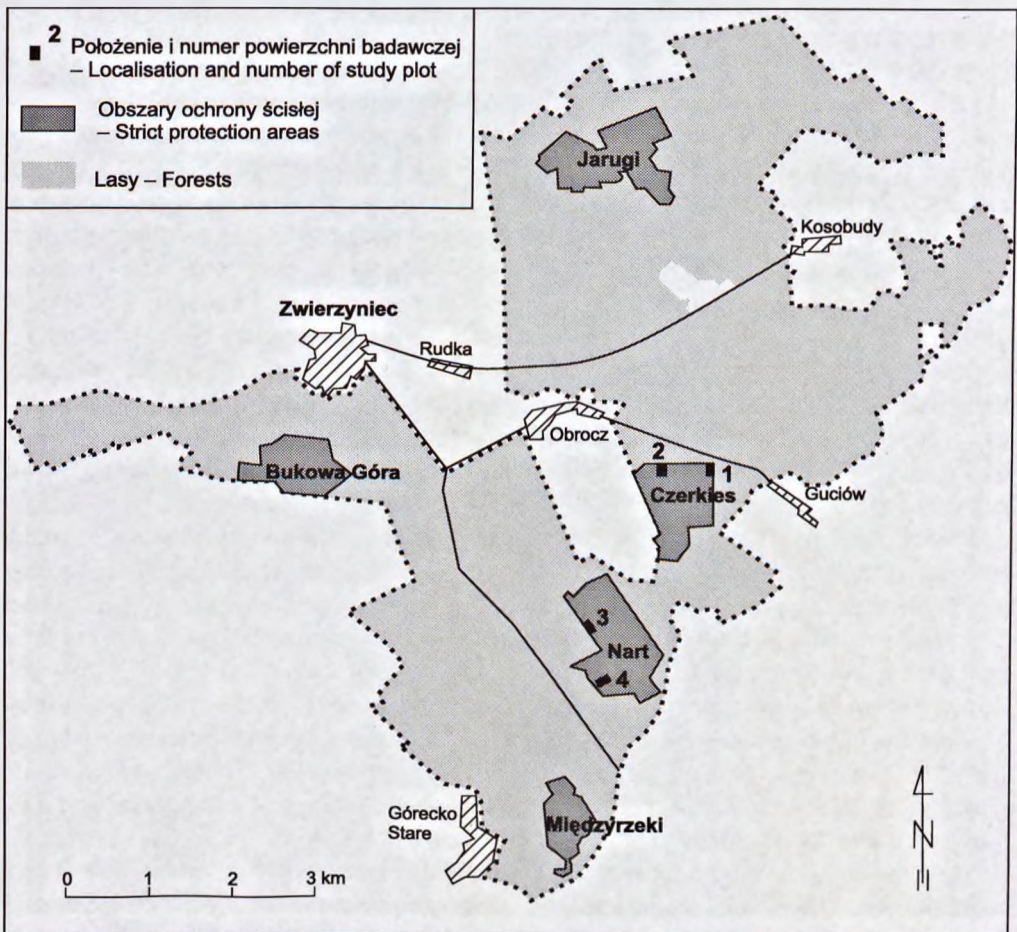
Badania realizowano w lasach obszarów ochrony ścisłej Nart i Czerkies Roztoczańskiego Parku Narodowego (mezoregion Roztocze Środkowe, Polska południowo-wschodnia). Lasy te były chronione w ramach utworzonego w 1957 r. rezerwatu ścisłego Nart-Czerkies, który od momentu powstania Roztoczańskiego Parku Narodowego w 1974 r. jest częścią jego obszarów ochrony ścisłej. Obejmują one fragmenty lasów o wysokim stopniu naturalności (Lorens 1998), będące pozostałością dawnej puszczy jodłowo-bukowej. Omawiane tereny od końca XVI w. do 1944 r. należały do Ordynacji Zamojskiej – olbrzymiego (3878 km²), dobrze zarządzanego organizmu gospodarczego. Najprawdopodobniej wchodziły również w skład „zwierzyńca” – wybudowanej tu w końcu XVI w. letniej rezydencji Zamojskich.

Roztoczański Park Narodowy posiada powierzchnię 8,5 tys. ha, którą w 95% pokrywają lasy. W drzewostanach Parku przeważają powierzchniowo takie gatunki, jak: sosna (57%), jodła (19%), buk (16%) i dąb szypułkowy (4%). Współwystępują tu obok siebie zarówno zespoły leśne, ich formy lub postaci oraz gatunki drzew i krzewów typowe dla obszarów podgórskich, wyżynnych, jak i nizinnych Polski (Izdebski i in. 1992, Matuszkiewicz 2002). Największą powierzchnię zajmują: *Dentario glandulosae-Fagetum* (25% powierzchni leśnej), *Leucobryo-Pinetum* (19%), *Abietetum polonicum* (8,4%), *Quercu roboris-Pinetum* (4%). Znaczną powierzchnię (32%) zajmują również zbiorowiska zastępcze z klas *Quercu-Fagetea* i *Vaccinio-Piceetea* (Izdebski i in. 1992). Przez teren Roztocza, bądź w jego bezpośrednim sąsiedztwie,

przebiegają granice zwartego zasięgu występowania głównych gatunków lasotwórczych, takich jak: jodła, świerk, buk, jawor i lipa szerokolistna. Ponadto obszar ten jest uznawany za ważną linię graniczną w Europie, na której ostatecznie załamują się wpływy klimatu atlantyckiego.

Metodyka badań

Badania prowadzono na 4 powierzchniach badawczych o wielkości 0,5 ha (ryc. 1), założonych w 1968 r. w zespołach: *Abietetum polonicum*, *Dentario glandulosae-Fagetum* i *Quercu roboris-Pinetum* (Izdebski 1969). Powierzchnie te były obiektem pomiarów również w latach 1978, 1993 i 2003 (Płaksej 1979, Maciejewski 1998). Na każdej z powierzchni badawczych ponumerowano i pomierzono wszystkie drzewa żywe i martwe, stojące i leżące. Zmierzono pierśnice drzew o średnicy ≥ 7 cm (z 2 prost-



Ryc. 1. Rozmieszczenie powierzchni badawczych w obszarach ochrony ścisłej Roztoczańskiego Parku Narodowego.

Fig. 1. The distribution of study plots in the strict protected areas of the Roztoczański National Park.

padłych kierunków, z dokładnością do 0,1cm), a miejsca pomiaru pierśnicy znaczone farbą na korze drzew. Zmierzono wysokość drzew oraz wysokość osadzenia ich koron za pomocą wysokościomierza Vertex III, z dokładnością do 0,1m. Pomierzono długości strzał i pierśnice drzew martwych leżących oraz określono stopień rozkładu drewna. Policzone osobniki występujące w podroście i podszycie na całej powierzchni badawczej. Jako podrost traktowano gatunki drzew o wysokości wyższej niż 0,5 m i pierśnicy mniejszej niż 7 cm. Jako podszyt traktowano gatunki krzewów. Osobniki o wysokości niższej niż 0,5 m i wieku powyżej 1 roku traktowano jako nalot, natomiast osobniki poniżej jednego roku życia jako siewki.

W prezentowanych w niniejszej pracy analizach tendencji rozwojowych drzewostanów w ciągu ostatnich 35 lat jako mierniki zmian przyjęto liczbę drzew o pierśnicy powyżej 10 cm oraz ich pierśnicowe pole przekroju.

Wyniki badań

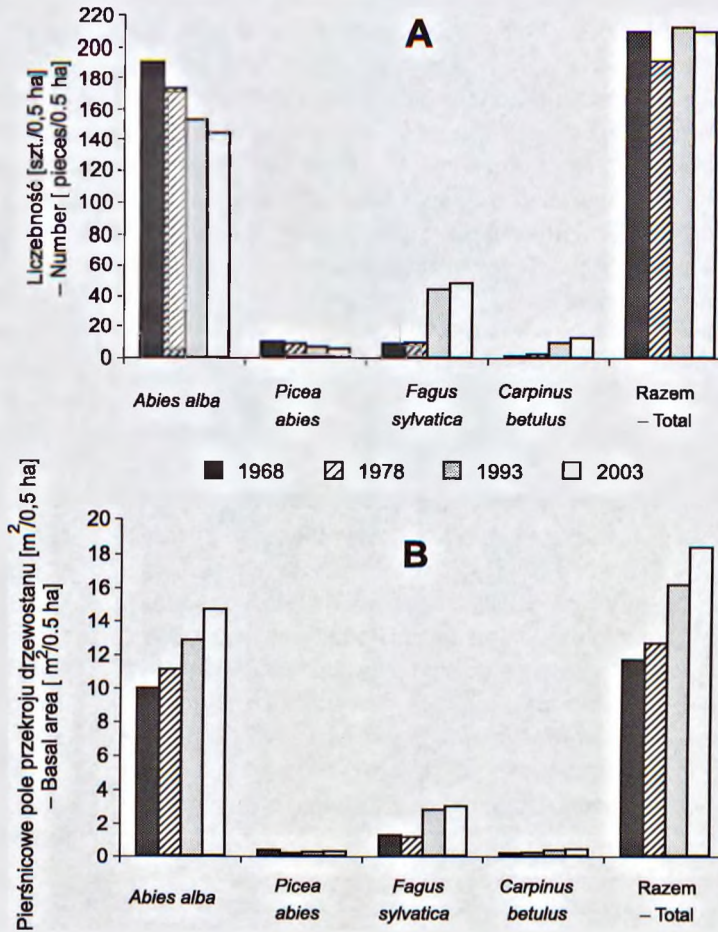
Powierzchnia badawcza nr 1 w zespole *Abietetum polonicum*

Ogólna liczba drzew w drzewostanie jest obecnie taka sama jak na początku badań (209 szt.), choć w kolejnych latach pomiarów ulegała ona zmianom od 192 do 212 szt. (ryc. 2A). Natomiast pierśnicowe pole przekroju drzewostanu systematycznie wzrastało w kolejnych latach badań, z maksimum przyrostu w latach 1978-1993.

Jodła przez cały okres prowadzenia badań była gatunkiem dominującym w drzewostanie zarówno pod względem liczby, jak i pierśnicowego pola przekroju. W 1968 r. jej liczebność wynosiła 191 osobników na 0,5 ha (ryc. 2A), co stanowiło 91% udziału w składzie drzewostanu. W ciągu 35 lat liczba ta zmniejszyła się o 47 drzew, przy czym najintensywniejszy spadek (o 20 drzew) wystąpił w drugim dziesięcioleciu badań, tj. w latach 1978-1993. Udział jodły w składzie drzewostanu, według liczby drzew, zmniejszył się w tym czasie z 91 do 69%. Największa zmiana (o 18%) wystąpiła w drugiej dekadzie badań.

Pierśnicowe pole przekroju jodły systematycznie wzrastało w kolejnych latach badań, osiągając najwyższą wartość, 14,8 m², w roku 2003 (ryc. 2B). W ciągu całego okresu badań pole to wzrosło o blisko 5 m², przy czym najwyższy jego wzrost (o 2 m²) miał miejsce w ostatnim dziesięcioleciu. Natomiast udział jodły w składzie drzewostanu, liczony według pola powierzchni, podlegał znacznym wahaniom. W pierwszym okresie badań, mimo dużego spadku liczby drzew, udział jodły wzrósł o 3%, osiągając wartość 88%, najwyższą w całym okresie badań. Następnie, w latach 1978-1993, nastąpił wyraźny jego spadek, do 79%, by w ostatnim dziesięcioleciu ponownie wzrosnąć. Ogólnie w ciągu całego okresu badań nastąpiło zmniejszenie udziału jodły w drzewostanie zaledwie o 5%.

Buk na początku badań stanowił pojedynczą domieszkę w drzewostanie – zaledwie 8 osobników na powierzchni badawczej, co stanowiło 4% wszystkich drzew. W ciągu 35 lat jego liczebność wzrosła 6-krotnie, a udział zwiększył się do 23%. Najintensywniejsze zmiany, o 35 szt. i 17% udziału, miały miejsce – podobnie jak u jodły – w latach 1978-1993. Pierśnicowe pole przekroju buka wzrosło w okresie 35 lat z 1,2 do 3 m². Naj-



Ryc. 2. Zmiany liczby drzew (A) i pierśnicowego pola przekroju drzewostanu (B) w kolejnych latach pomiarów na powierzchni badawczej nr 1.

Fig. 2. Changes in the tree number (A) and basal area (B) in following years of measurements, on the study plot No 1.

intensywniejszy jego przyrost – o 1,7 m², podobnie jak liczebności, miał miejsce w latach 1978-1993. Odpowiadało to również najwyższemu wzrostowi, o 8%, udziału buka w składzie gatunkowym.

Świerk na początku badań, podobnie jak buk, stanowił nieliczną domieszkę w drzewostanie (9 drzew, 4% udziału). W ciągu 35 lat jego liczebność zmalała do 5 drzew i 2% udziału w składzie gatunkowym. Pomimo obecności świerka w odnowieniach, brak zupełnie dorostu tego gatunku do warstwy drzew. Podobną tendencję zmian wykazuje pierśnicowe pole przekroju świerka – spadek z 0,3 do 0,2 m² (ryc. 2B) oraz zmniejszenie z 3 do 1% udziału w składzie gatunkowym. Utrzymanie się pola powierzchni oraz udziału świerka na niezmiennym poziomie (0,2 m² oraz 1%) w ciągu ostatniego dziesięciolecia, mimo spadku liczby drzew, wynika z bieżącego przyrostu realizowanego przez pojedyncze starsze osobniki.

Grab na początku badań był reprezentowany w drzewostanie przez jedno starsze drzewo oraz stosunkowo liczny podrost. W ciągu 35 lat jego liczebność wzrosła do 12 drzew o pierśnicy większej niż 10 cm, czemu odpowiadał wzrost jego udziału w składzie drzewostanu z 1 do 6%. Podobnie jak w przypadku jodły i buka, największe zmiany zaszły tu w latach 1978-1993. Przyrost pierśniowego pola przekroju grabu był niewielki – zaledwie 0,2 m² w ciągu 35 lat, co spowodowało wzrost jego udziału w składzie drzewostanu z 1 do 2%. Tak mały wzrost pola przekroju jest wynikiem stopniowego zamierania najgrubszego osobnika tego gatunku oraz niewielki przyrost grubości realizowany przez młode osobniki dorostu.

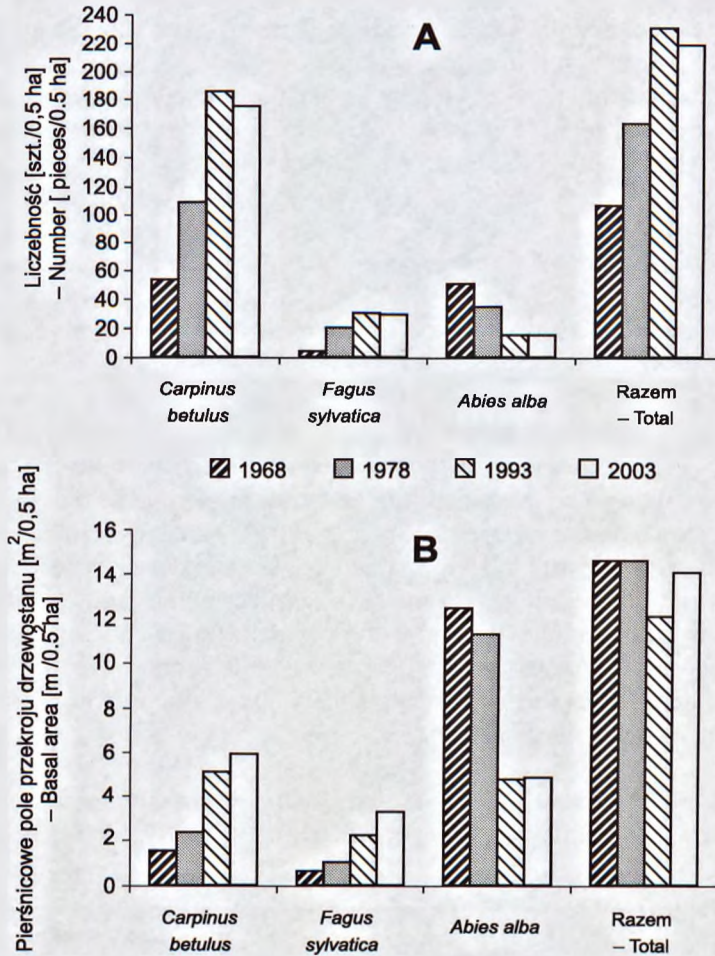
Sosna, obecna na początku badań w liczbie 5 osobników (w tym 2 o pierśnicy powyżej 10 cm) wyginęła całkowicie. Ostatnie dwa osobniki zamarły w latach 1992-2003 przy czym jeden z nich został złamany w połowie korony w czasie intensywnych opadów śniegu w 1999 r.

Powierzchnia badawcza nr 2 w zespole *Dentario glandulosae-Fagetum*

Ogólna liczba drzew na powierzchni badawczej, w ciągu 35 lat badań, wzrosła ponad dwukrotnie – do 231 szt. (ryc. 3A), głównie na skutek dynamicznego wkraczania do drzewostanu młodych grabów i buków po powaleniu starych jodeł przez wicher w 1974 r. Natomiast w ostatnim dziesięcioleciu nastąpił spadek ogólnej liczebności o 12 drzew w wyniku zamierania głównie młodych grabów, uszkodzonych w przeszłości przez padające stare drzewa lub ustępujących w wyniku konkurencji. W przeciwieństwie do zmian liczebności, pierśnicowe pole przekroju drzewostanu zmieniło się tylko o 0,5 m², mimo dużych jego spadków w przeszłości (ryc. 3B).

Jodła na początku badań była równie liczna jak grab (ryc. 3A) i te dwa gatunki decydowały o składzie gatunkowym drzewostanu. W ciągu 35 lat liczba jodeł zmalała z 50 do zaledwie 15 osobników. Największe zmiany nastąpiły w dwu pierwszych okresach badań, przypadających na lata 1968-1978 i 1978-1993. W ostatnim dziesięcioleciu dorost wyrównał straty związane z zamieraniem drzew. Początkowy spadek liczby jodeł był wynikiem rozległych wiatrowałów i wiatrolomów, jakie miały miejsce na terenie RPN zimą roku 1974/75, w których jodła poniosła największe straty oraz późniejszego zamierania drzew w następstwie doznanych uszkodzeń. Stan ten pogłębiał brak dorostu u tego gatunku. Proces zamierania jodeł jeszcze wyraźniej widoczny jest w zmianach udziału tego gatunku w składzie drzewostanu – w latach 1968-1993 zmniejszył się on aż o 41%. O złej kondycji jodły w zespole *Dentario glandulosae-Fagetum* świadczy również jej znikomy udział w podroście drzewostanu (2 szt.) oraz wysoka śmiertelność jodłowego podrostu w ubiegłych dziesięcioleciach.

Pod względem pierśnicowego pola przekroju, na początku badań jodła była zdecydowanym dominantem – 12,5 m² (ryc. 3B) i 85% udziału w składzie gatunkowym. W ciągu 35 lat pole przekroju jodły zmniejszyło się do 4,9 m², zaś jej udział oparty na polu przekroju spadł do 35%. Największe zmiany wystąpiły w latach 1978-1993. Niewielki wzrost pola przekroju w ostatnim dziesięcioleciu (ryc. 3B) może być sygnałem zmiany kondycji gatunku, ponieważ zrealizowany przyrost pola przekroju był w rzeczywistości znacznie wyższy, tak że zrekomensował straty wynikłe z obumarcia dwu dużych jodeł.



Ryc. 3. Zmiany liczby drzew (A) i pierśnicowego pola przekroju drzewostanu (B) w kolejnych latach pomiarów na powierzchni badawczej nr 2.

Fig. 3. Changes in the tree number (A) and basal area (B) in following years of measurements, on the study plot No 2.

W 1968 r. na całej powierzchni badawczej rosły zaledwie 4 buki. W latach 1968-1993 liczba ta wzrosła ponad 8-krotnie (ryc. 3A), natomiast w ostatnim dziesięcioleciu nie zmieniła się. W tym czasie udział buka w składzie drzewostanu wzrósł z 4 do 13%, przy czym najszybsze zmiany (o 8%) nastąpiły w pierwszym dziesięcioleciu. W najbliższych latach, z racji dużej liczebności podrostu buka przy niskiej jego śmiertelności, można się spodziewać dalszego wzrostu jego udziału w drzewostanie.

Pod względem pierśnicowego pola przekroju buk wykazuje stałą, silną tendencję wzrostową (ryc. 3B), głównie w wyniku przyrostu licznej młodej generacji drzew, która wkroczyła do drzewostanu po wspomnianych wyżej wiatrolomach. Równie dynamicznie zwiększa się udział buka w składzie drzewostanu – wzrost z 4 do 23%. Ponieważ wśród buków przeważają osobniki młode, które coraz wyraźniej zyskują przewagę nad

otaczającymi je grabami, można się spodziewać utrzymania wysokich przyrostów tego gatunku i zwiększenia jego roli w drzewostanie.

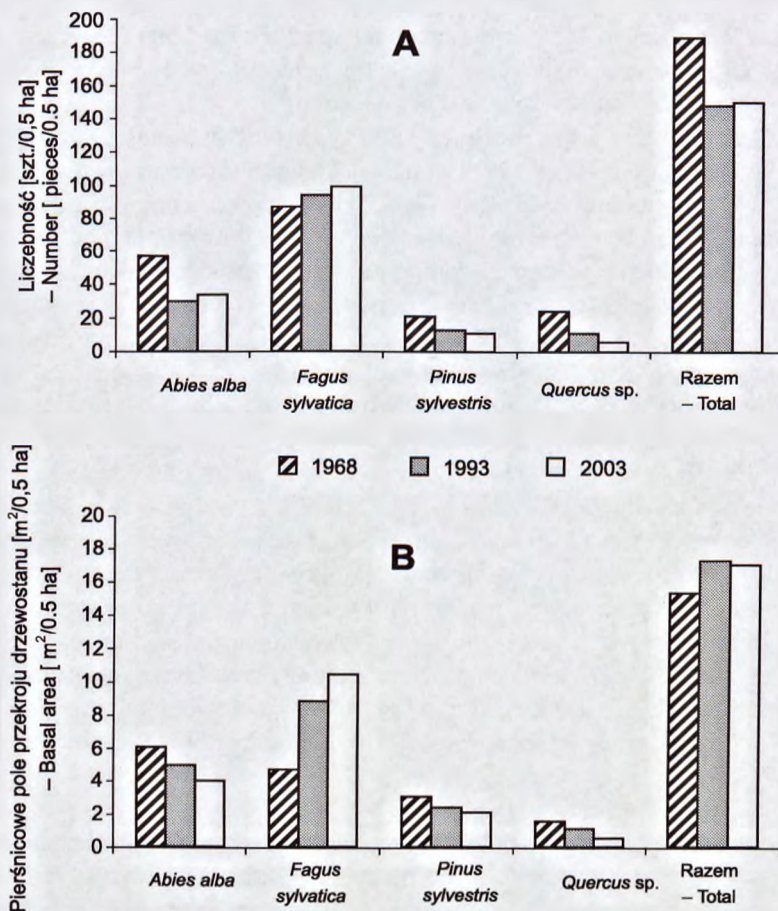
Grab na początku badań był równie liczny jak jodła (ryc. 3A). W ciągu dwu pierwszych okresów badań jego liczebność i udział dynamicznie wzrastały. Można przypuszczać, że była to reakcja gatunku na powstające luki po wypadającej jodle. Grab, jako gatunek najliczniejszy w podroście w 1968 r., opanowywał je w szybkim tempie. Natomiast w ostatnim dziesięcioleciu liczebność i udział grabu zmniejszyły się, przy wysokiej jego śmiertelności, co wydaje się zwiastować zmianę tendencji rozwojowych gatunku. W ciągu całego okresu badań udział grabu w drzewostanie pod względem liczby drzew wzrósł z 49 do 80%, przy czym w ostatnim dziesięcioleciu zmalał o 1%.

Pierśnicowe pole przekroju (ryc. 3B) oraz udział grabu w składzie drzewostanu wzrastały szybko w kolejnych latach pomiarów. Wyraźnie największe zmiany nastąpiły w latach 1978-1993. Ogólnie w ciągu 35 lat badań, udział grabu w składzie drzewostanu wzrósł z 10 do 42%. W ostatnim dziesięcioleciu wykazuje on znaczne osłabienie dynamiki rozwoju, co widoczne jest szczególnie w obniżeniu tempa przyrostu pola przekroju oraz braku wzrostu udziału w składzie gatunkowym. Przyrost pola przekroju grabu w ostatnim dziesięcioleciu był niższy niż buka, mimo jego blisko sześciokrotnej przewagi w liczbie drzew. Pewien wpływ na ten stan miało złamanie i obumarcie bardzo dużego grabu oraz powalenie przez niego kilku mniejszych drzew. Jednakże wydaje się, że decydującą rolę odegrała tu silna konkurencja grabów między sobą oraz zdobywającym coraz większą przewagę bukiem.

Powierzchnia badawcza nr 3 w zespole *Quercus roboris*-*Pinetum*

Ogólna liczba drzew na powierzchni badawczej w latach 1968-1993 gwałtownie spadła (ryc. 4A), by w ostatnim dziesięcioleciu nieznacznie wzrosnąć. Biorąc pod uwagę obecny układ wiekowy, gatunkowy oraz budowę przestrzenną drzewostanu, można przypuszczać, że jest to początek nowego kierunku zmian. Pole powierzchni przekroju drzewostanu, przeciwnie do liczby drzew, w pierwszym okresie badań wykazywało wzrost, a następnie niewielki spadek wartości (ryc. 4B). O ile nie powstaną kolejne zaburzenia w postaci wiatro- bądź śniegołomów, tendencja ta nie będzie trwała – przyrost pola na istniejących, w większości młodych drzewach powinien przewyższyć straty wynikające z zamierania.

Jodła na początku badań należała do gatunków dominujących w drzewostanie. W ciągu 35 lat jej liczebność spadła o 23 szt. W ostatnim dziesięcioleciu liczba jodeł wzrosła nieznacznie – stosunkowo liczny dorost przewyższył jej śmiertelność (ryc. 4A). Podobne tendencje zmian w poszczególnych okresach badawczych wystąpiły w udziale gatunku w składzie drzewostanu – początkowo spadek z 30% do 20%, a następnie wzrost o 3%. Biorąc pod uwagę niską liczebność podrostu jodłowego, zwłaszcza młodszego, przy wysokiej jego śmiertelności, wydaje się, że obserwowana obecnie tendencja wzrostowa nie utrzyma się długo. Na spadek liczby jodeł w latach 1968-1993 miały również wpływ wiatrołomy, które nawiedziły tą część Parku w 1989 r. Gwałtowna burza przewróciła kilka jodeł rosnących w obrębie powierzchni badawczej. Brak danych,



Ryc. 4. Zmiany liczby drzew (A) i pierścnicowego pola przekroju drzewostanu (B) w kolejnych latach pomiarów na powierzchni badawczej nr 3.

Fig. 4. Changes in the tree number (A) and basal area (B) in following years of measurements, on the study plot No 3.

ile drzew uległo wówczas złamaniu lub innym uszkodzeniom. Główne szkody, w postaci wielohektarowego pasa wiatrowałów, wystąpiły poza powierzchnią.

W ciągu 35 lat badań, pierścnicowe pole przekroju jodły zmniejszyło się o 2 m², wykazując systematyczny spadek w kolejnych latach badań (ryc. 4B). Spowodowało to spadek udziału jodły z 39 do 24% – dwukrotnie wyższy niż w przypadku liczebności. Świadczy to o zamieraniu przede wszystkim starych, grubych jodeł w drzewostanie – w głównej mierze w wyniku szkód od wiatru.

Buk już na początku badań był gatunkiem najliczniejszym w drzewostanie (ryc. 4A). W kolejnych latach jego liczebność systematycznie wzrastała osiągając 99 szt./0,5 ha. Analogicznie zmieniał się również udział buka według liczby drzew – wzrost z 46 do 66% w całym okresie badań. Szczególnie duży wzrost (o 18%) nastąpił w latach 1968-1993, jako wypadkowa dwu procesów – wzrostu liczby buka oraz zamie-

rania gatunków borowych. Ze względu na liczny (2540 szt./0,5ha) i równomiernie rozmieszczony podrost tego gatunku można przypuszczać, że właśnie buk odegra znaczącą rolę w przyszłym rozwoju zbiorowiska.

Pole powierzchni przekroju pierśnicowego buka stale wzrastało, podobnie jak jego liczebność (ryc. 4B). Jedynie w ostatnim dziesięcioleciu tempo to nieznacznie zmalało. Natomiast bardzo dynamiczne zmiany zachodziły w udziale buka w składzie drzewostanu – w ciągu 35 lat wzrósł on z 31 do 61%, głównie kosztem ustępującej jodły. Podobnie jak w przypadku liczebności, tempo zmian osłabło w ostatnim dziesięcioleciu.

Liczebność i udział sosny spadały w kolejnych okresach badań. W ciągu 35 lat liczba sosen zmniejszyła się o 10 szt. (ryc. 4A), zaś jej udział pod względem liczby drzew, z 11 do 7%. Pierśnicowe pole przekroju sosny w ciągu 35 lat zmalało o 1 m², co znalazło odbicie w spadku jej udziału w składzie drzewostanu o 8%. Podobnie jak u poprzednich gatunków, wyższe tempo zmian miało miejsce w pierwszym okresie badań.

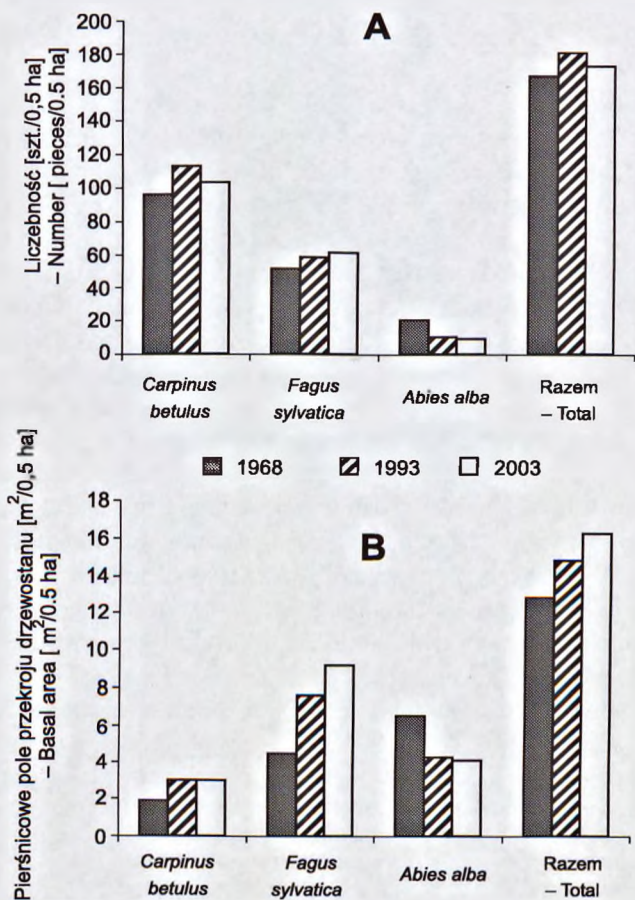
Liczebność dębu malała systematycznie w kolejnych okresach badań – z 24 drzew w 1968 r. pozostało zaledwie 6 (ryc. 4A). Natomiast jego udział w składzie drzewostanu zmniejszył się w tym czasie z 13 do 4%. Zamieranie drzew spowodowało spadek pierśnicowego pola przekroju dębu o 1 m² i udziału w składzie gatunkowym z 10 do 3%.

Ponieważ zarówno sosna, jak i dąb nie występują w odnowieniach, można przypuszczać, że w dalszym ciągu będą one ustępowały z drzewostanu w wyniku starzenia się drzew oraz pod naporem coraz bardziej ekspansywnego buka. W 1968 r. odnotowano jeszcze 2 inne gatunki w podroście drzewostanu: świerk w liczbie 21 osobników oraz grab w liczbie 3 osobników. Jednakże w 1993 roku nie stwierdzono już ich obecności.

Powierzchnia badawcza nr 4 w zespole *Dentario glandulosae-Fagetum*

Ogólna liczba drzew na powierzchni badawczej w ciągu całego okresu badań ulegała nieznacznym wahaniom, głównie w wyniku zmian liczebności grabu (ryc. 5A). Notowany w ostatnim okresie spadek liczby drzew prawdopodobnie utrzyma się aż do momentu wejścia do drzewostanu nowego pokolenia buka i grabu. Pierśnicowe pole przekroju drzewostanu wzrosło z 12,8 m² do 16,3 m², głównie w wyniku przyrostu buków (ryc. 5B).

Jodła na początku badań była najmniej liczny gatunkiem na powierzchni badawczej (ryc. 5A). W ciągu 35 lat jej liczebność jeszcze się zmniejszyła – z 20 do zaledwie 9 osobników, a udział w składzie drzewostanu zmalał z 12 do 5%. Zmiany te w pierwszym okresie badań (tj. w latach 1968-1993) były znacznie intensywniejsze niż w ostatnim dziesięcioleciu. Wpływ na to miały uszkodzenia i wywroty drzew spowodowane przez wspomnianą wcześniej wicherę z 1989 r. Ponieważ w odnowieniu jodła nie występuje zupełnie, natomiast pojedyncze jodły w dalszym ciągu zamierają bądź są przewracane przez wiatr (2004 r.), gatunek ten w najbliższym czasie może całkowicie ustąpić z badanego drzewostanu. O utrzymującej się od dłuższego czasu złej kondycji jodły świadczy fakt, że najcieńsze drzewo tego gatunku na powierzchni badawczej ma pierśnicę 45 cm, zaś liczba młodych jodeł w 1968 r. (drzew o średnicy poniżej 10 cm) wynosiła zaledwie 7 szt./0,5 ha.



Ryc. 5. Zmiany liczby drzew (A) i pierścnicowego pola przekroju drzewostanu (B) w kolejnych latach pomiarów na powierzchni badawczej nr 4.

Fig. 5. Changes in the tree number (A) and basal area (B) in following years of measurements, on the study plot No 4.

W drzewostanie występowały głównie stare, okazałe jodły, dlatego, pomimo niewielkiej liczebności, gatunek ten na początku badań dominował pod względem pola przekroju (ryc. 5B). W kolejnych latach badań zarówno pole powierzchni, jak i udział jodły stale malały. W ciągu 35 lat udział jodły zmniejszył się o ponad połowę (z 51 do 25%), przy czym najszybsze zmiany miały miejsce w pierwszym okresie badań.

Buk w 1968 r. był drugim pod względem liczby drzew gatunkiem na powierzchni badawczej, przy czym w większości były to drzewa młode. W ciągu 35 lat liczba buków stopniowo wzrastała – najszybciej w pierwszym okresie badań (ryc. 5A). Również udział buka według liczby drzew wzrastał z 31 do 35%, przy czym najwyższy wzrost nastąpił tu w ostatnim dziesięcioleciu. Tendencja ta może ulec nasileniu w najbliższym czasie, ponieważ buk jest liczny w podroście i nalocie oraz stosunkowo równomiernie rozmieszczony na powierzchni badawczej. Ponadto, przy jednoczesnym występowa-

niu buka i grabu w jednej kępie podrostu, ten pierwszy zaczyna uzyskiwać przewagę w rozwoju.

Pierśnicowe pole przekroju buka wzrosło w badanym okresie ponad dwukrotnie (ryc. 5B). Spowodowało to wzrost jego udziału w drzewostanie, głównie kosztem jodły, z 35 do 56%. Szybsze tempo zmian miało miejsce w drugim okresie badań (wzrost o 0,16 m²/rok). Biorąc pod uwagę strukturę drzewostanu, należy się spodziewać utrzymania tendencji wzrostowych buka również w najbliższej przyszłości.

Grab w 1968 r. był najliczniejszym gatunkiem na powierzchni badawczej (ryc. 5A), przy czym były to prawie wyłącznie młode osobniki. W pierwszym okresie badań jego liczebność jeszcze wzrosła o 17 szt., a następnie zmalała o 10 szt. Znalazło to odzwierciedlenie we wzroście do 62%, a następnie spadku o 2% udziału tego gatunku w składzie drzewostanu. Tendencja spadkowa może się utrzymać również w najbliższej przyszłości, ponieważ młode graby zamierają w wyniku konkurencji oraz na skutek uszkodzeń z 1989 r. Niewiele jest również grabów w starszym podroście, które mogłyby stanowić w przyszłości dorost tego gatunku. Trudno przewidzieć, jak długo może utrzymać się ta tendencja, ponieważ grab jest obecnie najliczniejszym gatunkiem w młodszym podroście oraz nalocie, jednakże skupionym głównie w dwu lukach powstałych w 1989 r. Ogólne obserwacje zachowania się młodych garbów w konkurencji z bukami wskazują na bardziej dynamiczny rozwój tych ostatnich. W wielu wypadkach buk zdobywa przewagę nad grabem we wzroście na wysokość.

Pierśnicowe pole przekroju grabu na początku badań nieznacznie wzrosło, do 3 m², a następnie pozostało na zbliżonym poziomie. Spowodowało to początkowy wzrost z 14 do 20%, a następnie niewielki spadek (o 2%) udziału tego gatunku w składzie drzewostanu. Biorąc pod uwagę dynamikę grabu i buka, obserwowana obecnie tendencja spadkowa może utrzymać się również w najbliższej przyszłości.

Świerk występował na początku badań w postaci pojedynczych podrostów. Obecnie brak go zupełnie w badanym drzewostanie.

Podsumowanie przemian drzewostanu na czterech powierzchniach

Analiza zmian rozwoju drzewostanów na przestrzeni 35 lat wskazuje na pewne ogólne tendencje. Jodła, występująca na wszystkich powierzchniach badawczych, wykazuje stały spadek udziału, zarówno według liczby drzew jak i pola przekroju pierśnicowego. Najwyższy spadek – odpowiednio o 40% i 50%, wystąpił na powierzchni nr 2 w zespole *Dentario glandulosae-Fagetum*. Badania z 2003 r. wykazują na powierzchniach nr 1, 2 i 3 niewielki, 1-3 % wzrost udziału jodły w stosunku do danych sprzed 10 lat.

Buk wykazuje stały wzrost udziału według liczebności i pierśnicowego pola przekroju na wszystkich powierzchniach badawczych. Najwyższy wzrost udziału (odpowiednio o 20% i 30%) wystąpił w zespole *Quercu roboris-Pinetum*.

Grab, podobnie jak buk, wykazuje systematyczny wzrost udziału według liczby i pierśnicowego pola przekroju drzew. Najwyższy wzrost (odpowiednio o 30% i 32%) wystąpił na powierzchni nr 2 w zespole *Dentario glandulosae-Fagetum*. Ostatnie badania wskazują na słabą tendencję spadkową udziału grabu w zespole buczyny karpackiej.

Świerk występuje obecnie tylko w zespole *Abietetum polonicum*, gdzie w stosunku do 1968 r. jego udział, zarówno według liczby drzew jak i pola powierzchni, stopniowo malał. Badania z 2003 r. wykazały niewielki (0,05 m²) wzrost pierśnicowego pola przekroju, któremu odpowiada 0,1% wzrost udziału świerka w ostatnich 10-ciu latach.

Pozostałe gatunki, główne sosna i dąb, występują obecnie tylko na jednej powierzchni badawczej nr 3, w zespole *Quercus roboris-Pinetum*. W kolejnych latach badań ich udział w składzie gatunkowym drzewostanu stopniowo malał, zarówno według liczby jak i pola przekroju pierśnicowego drzew.

Znaczny wpływ na obserwowane zmiany składu gatunkowego badanych drzewostanów mają wielkopowierzchniowe zaburzenia w postaci wiatrowałów, bądź śniegołomów, które są zjawiskiem częstym w drzewostanach Roztoczańskiego Parku Narodowego.

Dyskusja

Opisane powyżej spontaniczne zmiany zachodzące w lasach obszarów ochrony ścisłej Roztoczańskiego Parku Narodowego są wypadkową wielu procesów o charakterze naturalnym i antropogenicznym. Do pierwszej grupy należą np. zmiany związane ze wzrostem i rozwojem drzewostanów – o charakterze dynamiki luk (Szwagrzyk 1994), mieszczące się w ramach zjawisk opisanych jako fluktuacje (Faliński 1991). Nie bez znaczenia zapewne pozostaje również fakt położenia Roztocza na granicy zasięgu występowania głównych gatunków lasotwórczych (Mitka 1997), czy też stref przenikania się wpływów klimatu atlantyckiego i kontynentalnego (Warakomski 1994).

W warunkach RPN znaczny wpływ na obserwowane zmiany składu gatunkowego badanych drzewostanów mają katastrofalne zjawiska atmosferyczne, powodujące wielkopowierzchniowe zaburzenia w postaci wiatrowałów bądź śniegołomów, długotrwałe mrozy czy też częste okresy przymrozkowe. Od chwili powstania Parku, szkody powodowane przez silne wiatry i okiśc śnieżną wystąpiły aż 20 razy, powodując wykroty i złomy drzew o łącznej masie około 154 tys. m³ (Kraczek 2001). W tej liczbie jodła, sosna i buk zajmują czołowe miejsca. Przyspieszają one procesy rozpadu starego drzewostanu, wskutek czego już 180-200-letnie drzewostany mają trwałe luki w sklepieniu drzew i wchodzą w fazę odnowienia. Ponadto w przypadku niektórych fitocenoz zespołu *Dentario glandulosae-Fagetum* w RPN, przyczyniły się do prawie zupełnej eliminacji starych jodeł z drzewostanu.

Wpływem klimatu kontynentalnego można tłumaczyć częste występowanie na Roztoczu wyjątkowo długich i mroźnych zim, wczesnych jesiennych i późnych wiosennych przymrozków, czy suchych i gorących okresów letnich. Warunki te powodują uszkodzenia drzew, szczególnie jodły, buka i dębu w drzewostanach (Sławiński 1946, obserwacje własne). Duże straty w lasach Roztocza spowodowały długo trwające ostre mrozy zimą 1928/29 oraz 1939/40. Popękane drzewa zamierały na znacznych obszarach i w długim okresie czasu, bezpośrednio wskutek uszkodzeń lub w następstwie chorób grzybowych (Sławiński 1946). Po zimie 1928/29 zanotowano drzewostany, w których liczba martwych drzew osiągnęła 80% (Pukacki 1990). Podobne, lecz o prawdopodobnie mniejszej skali uszkodzeń klęski mrozowe wystąpiły również latach 1879/80,

1892/93 (Haus 1937). Natomiast bardzo ostre zimy (ze średnią temperaturą poniżej 7°C) notowano na Lubelszczyźnie również w latach 1953/1954, 1962/1963, 1969/1970 oraz 1984/1985 (Kaszewski i in. 1995)

Do zmian o charakterze bardziej globalnym, mających niewątpliwie wpływ na dynamikę lasów, należą fluktuacje klimatyczne (Kowalski 1991, Trepieńska 1994, Kaszewski i in. 1995). Występujące obecnie ocieplenie klimatu zmienia warunki środowiska życia drzew poprzez wzrost średnich temperatur powietrza, szczególnie w okresie zimowym, wydłużenie okresu wegetacyjnego oraz zmianę rozkładu opadów atmosferycznych w ciągu roku. Powyższe zmiany mogą powodować przesunięcia zasięgów występowania pewnych gatunków (Kienast, Brzeziecki 1993, Mind'áš i in. 2000), sprzyjają rozwojowi gatunków o wyższych wymaganiach cieplnych, jak grab czy buk, i ich ekspansji do zbiorowisk borowych, przy jednoczesnym osłabianiu lub eliminacji innych gatunków (Kowalski 1991, Xu 1993, Siwecki 1994). Podwyższenie średnich temperatur miesięcy zimowych ma duży wpływ na żywotność świerka, który potrzebuje do prawidłowego rozwoju minimum 4 miesięcy z temperaturami poniżej 0°C (Obmiński 1977, Mind'áš i in. 2000). Może również prowadzić do osłabienia i wydzielania się starych jodeł, które w młodości (około 150 lat temu) rozwijały się w zupełnie odmiennych warunkach ekologicznych, kształtowanych przez tzw. „małą epokę lodową” (Trepieńska 1994). Zjawiskiem powiązanim zarówno ze zmianami klimatycznymi (Tobolski 1976), jak i kumulacją emisji zanieczyszczeń powietrza (Brożek 1986, Greszta 1987, Bucking 1992) jest obserwowana, również w RPN, eutrofizacja siedlisk leśnych. Ułatwia ona wnikanie i rozwój gatunków o wyższych wymaganiach siedliskowych, jak buk czy grab, do zespołów borowych, nawet na skrajnie niekorzystne siedliska wydymowe. Jednocześnie powodowana przez zanieczyszczenia zmiana chemizmu gleb utrudnia procesy odnawiania i rozwoju jodły (Jaworski 1982, Januszek 1990). Zagadnieniem, które wymagałoby bliższego zbadania, pozostaje problem, jak dalece za obserwowane współcześnie zmiany odpowiedzialne są procesy regeneracji zespołów leśnych, będące spontaniczną reakcją chronionych obecnie ekosystemów na zaburzenia wywołane uprzednią intensywną gospodarką człowieka na tych terenach. Dotyczy to zwłaszcza aspektu gospodarki leśnej, funkcjonowania „zwierzyńca” oraz dynamicznego rozwoju osadnictwa i przemysłu Ordynacji Zamojskiej w XIX w. i na początku XX w. Fragmentaryczne dane, które można znaleźć na ten temat w literaturze świadczą, że wpływ tych działań jest wysoce prawdopodobny.

Podziękowania

Autor pragnie szczególnie podziękować Panu prof. dr hab. Jerzemu Szwagrzykowi, Paniom prof. dr hab. Ewie Symonides oraz prof. dr hab. Joannie Pijanowskiej, dr hab. Janowi Holeksie, Dyrekcji Krajowego Zarządu Parków Narodowych, Dyrekcji Roztoczańskiego Parku Narodowego oraz wszystkim innym osobom, których życzliwość i pomoc umożliwiły realizację badań i powstanie niniejszej pracy. Prezentowane wyniki badań zostały zebrane w ramach dwóch projektów badawczych finansowanych ze środków Komitetu Badań Naukowych: Nr 6P205 098 04 i Nr G-1507/KBLiOP/04-06.

Piśmiennictwo

- Bernadzki E., Bolibok L., Brzeziecki B., Zajączkowski J., Żybura H. 1997. Zmiany składu gatunkowego drzewostanów naturalnych w Białowieckim Parku Narodowym (1936-1993). *Parki Nar. i Rez. Przyr.* 16, 2: 3-25.
- Brożek S. 1986. Wpływ pyłów przemysłowych emitowanych przez aglomerację krakowską na mineralizację azotu w glebach leśnych – The effect of selected industrial dusts emitted by the Kraków urban agglomeration on the mineralization of nitrogen in humic horizons of forest soils. *Roczn. Glebozn.* 37, 2-3: 237-248.
- Bucking W. 1992. Nitrogen input and nitrogen recycling in forest ecosystems. In: A. Teller, P. Mathy and J. N. R. Jeffers (red.). *Responses of Forest Ecosystems to Environmental Changes*. Elsevier Applied Science, London and New York, s. 662-663.
- Faliński J. B. 1991. Procesy ekologiczne w zbiorowiskach leśnych – Ecological processes in the forest communities. *Phytocoenosis* 3 (N.S.) 1: 17-41.
- Greszta J. 1987. Wpływ przemysłowego zanieczyszczenia powietrza na lasy – The influence of air pollution on forests. Wydawnictwo SGGW – AR, Warszawa.
- Haus M. 1937. Spostrzeżenia nad szkodami mrozowymi w drzewostanach bukowych. *Inst. Bad. Lasów Państw. Warszawa, Rozpr. i Spraw. Ser A*, 27: 7-41.
- Izdębski K. 1969. Próba przedstawienia dynamiki drzewostanu w rezerwacie leśnym Czerkies na Roztoczu Środkowym – An attempt of presenting the dynamics of the tree cover in the forest reserve Czerkies, Central Roztocze. *Ann. UMCS, sect. C*, 24: 87-118.
- Izdębski K., Czarnecka B., Grądział T., Lorens B., Popiołek Z. 1992. Zbiorowiska roślinne Roztoczańskiego Parku Narodowego na tle warunków siedliskowych – Plant communities against the background of the Roztocze National Park habitat conditions. Wydawnictwo UMCS, Lublin.
- Januszek K. 1990. Niektóre właściwości chemiczne gleb wybranych stanowisk jodły (*Abies alba* Mill.) o różnej kondycji wzrostowej w Polsce Południowej – Some chemical properties of soils of selected habitats of the fir (*Abies alba* Mill.) varying in vitality in southern Poland. *Acta Agr. Silv., ser. Silv.* 29: 3-16.
- Jaworski A. 1982. Fir regression in Polish mountain areas. *Eur. J. For. Pathol.* 12, 3: 143-149.
- Kaszewski B. M., Mrugała S., Warakomski W. 1995. Temperatura powietrza i opady atmosferyczne na obszarze Lubelszczyzny (1951-1990). W: R. Turski, S. Uziak (red.). *Środowisko Przyrodnicze Lubelszczyzny T. I, Klimat*. Lubelskie Towarzystwo Naukowe, Lublin.
- Kienast F., Brzeziecki B. 1993. Potential temporal and spatial responses of forest communities to climate change: application of two simulation models for ecological risk assessment – Long-term implications of climate change and air pollution on forest ecosystems. Progress report of the IUFRO Task Force "Forest, Climate Change and Air Pollution". *IUFRO World Series*, Vol. 4: 20-21.
- Kowalski M. 1991. Climate – a changing component of forest site. *Fol. For. Pol., ser. A, Forestry*, 33: 25-34.
- Kraczek J. 2001. Problem aktualności ustaleń planu ochrony w sytuacji kłęskowych zmian w ekosystemach leśnych Roztoczańskiego Parku Narodowego. *Parki Nar. Rez. Przyr.* 20, 1: 103-107.
- Lorens B. 1998. Próba oceny naturalności fitocenozy leśnych Roztoczańskiego Parku Narodowego – Trial of assessment of forest phytocoenoses naturality in Roztoczański National Park. *Przegląd Przyrodniczy* 9, 1/2: 189-194.
- Matuszkiewicz J. M. 2002. *Zespoły leśne Polski*. Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa.
- Maciejewski Z. 1998. Long-term changes in the abundance and mass of the main tree species in beechwood and fir forest communities of Roztoczański National Park (east-central Poland). *Pol. J. Ecol.* 46: 169-186.
- Mindaš J., Škvarenina J., Střelcová K., Priwitzer T. 2000. Influence of climatic changes on Norway spruce occurrence in the West Carpathians. *J. For. Sci.* 46: 249-259.

- Mitka J. 1997. Małe, izolowane populacje na skraju zasięgu geograficznego – niektóre procesy ekologiczne i genetyczne – Small, isolated populations at geographical range borders – some ecological and genetic processes. *Wiad. Bot.* 41, 2: 13-34.
- Obmiński Z. 1977. Ogólny zarys ekologii – The outline of ecology. W: S. Białobok (red.). Świerk pospolity *Picea abies* (L.) Karst. Nasze drzewa leśne. PWN, Warszawa – Poznań, T. 5: 332-371.
- Plaksej A. 1979. Sukcesja roślinności drzewiastej w rezerwacie Czerkies w Roztoczańskim Parku Narodowym. Praca magisterska, maszynopis, Akademia Rolnicza, Kraków.
- Pukacki P. 1990. Odporność na niskie temperatury – Resistance to low temperatures. In: S. Białobok (red.). Buk zwyczajny *Fagus sylvatica* L. – European beech *Fagus sylvatica* L. Nasze drzewa leśne. PWN, Warszawa – Poznań, T. 10: 185-192.
- Siwecki R. 1994. Globalne zmiany klimatyczne a zamieranie dębów – Oak *Quercus* sp. decline related to global climate change. *Sylvan* 138, 10: 43-59.
- Sławiński W. 1946. Lasy bukowe na Wyżynie Lubelskiej – *Fagetum zamosciense* – Beech forests on the Lublin Upland – *Fagetum zamosciense*. *Ann. UMCS, ser. E*, 1: 1-99.
- Solomon A. M., Shugart H. H. (red.) 1993. *Vegetation dynamics and global change*. Chapman & Hall, New York – London.
- Szwagrzyk J. 1994. Symulacyjne modele dynamiki lasu oparte na koncepcji odnawiania drzewostanu w lukach – Simulation models of forest dynamics based upon the concept of tree stand regeneration in gaps. *Wiad. Ekol.* 40, 2: 57-75.
- Tobolski K. 1976. Przemiany klimatyczno-ekologiczne w okresie czwartorzędzu, a problem zmian we florze – Climatic-ecological transformations in the quaternary and the problem of changes in the flora. *Phytocoenosis* 5: 187-197.
- Trepińska J. 1994. Wahania termiczne w Polsce i w Europie – od małego glacjału do współczesnego ocieplenia – Thermic oscillations in Poland and Europe – from the Little Glacial Age to the contemporary warming up. *Sylvan* 138, 9: 23-32.
- Warakomski W. 1994. Zarys klimatu Roztocza. W: T. Wilgat (red.). Roztoczański Park Narodowy w Zwierzyńcu. Oficyna Wydawnicza Ostoja, Kraków: 42-54.
- Xu D. 1993. Potential impacts of climate change on forests in China – Long-term implications of climate change and air pollution on forest ecosystems. Progress report of the IUFRO Task Force “Forest, Climate Change and Air Pollution”. IUFRO World Series, Vol. 4: 23.

Summary

The investigations were conducted in natural forests, in the strictly protected areas of “Nart” and “Czerkies” in the Roztoczański National Park (the Central Roztocze mezoregion, south-east Poland). Measurements of the stands were executed in 4 study plots, 0.5 ha, established in 1968, in 3 forest communities: *Abietetum polonicum*, *Dentario glandulosae-Fagetum* and *Quercu roboris-Pinetum* (Fig. 1). These stands were also measured three times in 1978, 1993 and 2003

Silver fir showed over a period of 35 years, a systematic fall both according to the number of trees and basal area (Figs. 2 to 5). The highest decline, about 40% and 50% respectively, took place in the *Dentario glandulosae-Fagetum* forest association. An investigation in 2003 revealed a small increase, from 1 to 3%, of the fir's share in forest composition, in comparison to the data collected 10 years earlier.

European beech showed a systematic increase in terms of its share in stand composition, according to number of trees and their basal area on all the investigated plots. The highest increase (respectively by 20% and 30%) took place on the study plot in the *Quercu roboris-Pinetum* forest association (Figs. 2 to 5).

Hornbeam, alike to beech, revealed a systematic increase in its participation in forest species composition, both according to the number of trees and basal area. The highest increase (about 30% and 32% respectively) took place on sample plot No 2 in *Dentario glandulosae-Fagetum*. The measurements from 2003 illustrated a weak downward tendency of the hornbeam's share in the Carpathian beech forest (Figs. 2, 3, 5).

Norway spruce grows only in *Abietetum polonicum*, where their participation in forest composition diminished systematically from 1968, both according to the tree numbers and their basal area (Fig. 2). The last measurements in 2003 revealed a weak (0.05 m²) increase in their basal area.

Other main tree species: Scots pine and oaks grow at present on only one study plot, in *Quercus roboris-Pinetum* association. From the successive measurements they displayed a systematic decrease in terms of their share in the stand composition, according to the number of trees and their basal area (Fig. 3).

Large scale disturbances, in the form of windfalls and snow breaks have had a considerable impact on the observed changes in species composition of the studied stands, particularly in the Roztocze region.