

DOROTA DOBROWOLSKA

Dynamika rozwojowa drzewostanów jodłowych na tle współczesnych badań

The Developmental Dynamics of Silver Fir Stands
Against the Background of Recent Research

Lasy, częściej niż inne formy krajobrazu, podlegają naturalnym procesom. Znajomość naturalnych procesów zachodzących w lesie jest niezbędna do podejmowania decyzji hodowlano-leśnych mających na celu kształtowanie lasu. Wiedza na temat długoterminowego, spontanicznego rozwoju lasu i jego dynamiki jest wciąż niewielka. Często dane zbierane są tylko na stałych powierzchniach badawczych, podczas powtarzanych pomiarów drzewostanów. Informacje ograniczone są do niewielkich powierzchni, niewielkiej liczby typów siedlisk, a także tylko do pewnych zagadnień rozwoju lasu. Właśnie z tych powodów w wielu krajach Europy rezerwaty leśne stały się terenowymi laboratoriami do badań dynamiki lasu [34, 44, 47].

Podstawą dawnych teorii dynamiki lasów naturalnych ukształtowanych pod wpływem klasycznej teorii sukcesji było przekonanie o stabilności tych zbiorowisk [51]. W ujęciu Clementsa [7], twórcy pierwszego modelu, sukcesja jest procesem wysoce uporządkowanym, o jednoznacznym, możliwym do przewidzenia wyniku. Głównym motorem napędowym sukcesji są zmiany środowiska, umożliwiające pojawienie się gatunków kolejnych stadiów sukcesyjnych. Kontynuatorzy teorii Clementsa (Whittaker 1975 – cyt. 50, 46) zmodyfikowali idealny obraz lasu pierwotnego. Według Oduma [46] sukcesja jest to uporządkowany proces rozwoju biocenozy, który obejmuje zachodzące w czasie zmiany w strukturze gatunkowej i procesach biocenotycznych; proces ten jest w pewnej mierze ukierunkowany i z tego względu możliwy do przewidzenia. Jest on wynikiem zmian zachodzących w abiotycznym środowisku pod wpływem biocenozy. Końcowym etapem jest ustabilizowany ekosystem, w którym utrzymuje się maksimum biomasy i maksimum funkcji symbiotycznych. Współczesne teorie dynamiki odbiegają od przedstawionego obrazu [48]. Naturalne zaburzenia są zjawiskiem powszechnym, także i tam, gdzie człowiek nie ingerował, wielogeneracyjność lasów naturalnych, podobnie jak ich trwałość, nie jest

wcale regułą [34]. Procesy odnowienia bardzo rzadko bywają ciągłe, a znacznie częściej przybierają formę następujących po sobie – w różnych odstępach czasu i w różnej skali przestrzennej – fal odnowieniowych (Mueller – Dombois 1988 – cyt. 51).

Nagromadzone w ciągu ostatnich kilkudziesięciu lat wyniki badań wskazują na ogromne zróżnicowanie przebiegu procesów sukcesyjnych w ekosystemach leśnych. Dynamika lasu jest więc interesującym, lecz wciąż mało poznanym zagadnieniem. Konieczność rozpatrywania lasu jako układu dynamicznego, chociaż powszechnie aprobowana, nie zawsze bywa uwzględniana w praktyce badawczej [50]. Celem pracy jest przedstawienie współczesnej wiedzy dotyczącej struktury i dynamiki lasu na przykładzie drzewostanów jodłowych, ze szczególnym uwzględnieniem dynamiki odnowień naturalnych tego gatunku.

Próba przedstawienia dynamiki rozwojowej drzewostanów były badania przeprowadzone metodą biometryczną opracowaną przez Paczoskiego [47], w których pomiarami objęto również podrost [17, 18, 37]. Celem tych badań było poznanie dynamiki drzewostanów z udziałem jodły których zasięg i stan liczbowy na Roztoczu stale zmniejsza się na korzyść innych gatunków, przede wszystkim sosny. W zbiorowiskach ze związku *Fagion* jodła często odznaczała się osłabioną dynamiką, czego przejawem był zupełny brak podrostu spowodowany konkurencją innych gatunków, np. buka. Jednak w zespole *Abietum polonicum* oraz w zbiorowisku jodłowym z przewagą gatunków z klasy *Querc-Fagetea* jodła była gatunkiem bardzo ekspansywnym, a nalot i podrost, tworzące zwarte kępy w miejscach lepiej naświetlonych, przechodziły do starszych klas wieku.

Dynamikę jodły i innych gatunków drzew oraz perspektywy ich rozwoju charakteryzowano na podstawie zmian kształtowania się struktury grubości i wysokości, składu gatunkowego oraz zasobności drzewostanów [9, 16, 52, 53]. W badaniach dynamiki lasu uwzględniono również koncepcję faz [wg 39] i stadiów rozwojowych [wg 36]. Badania te dotyczyły nie tylko budowy i struktury drzewostanów, lecz również odnowienia [23, 25, 26, 27, 29, 30, 32]. Analiza składu gatunkowego odnowień wskazuje na tendencję zmniejszania się udziału jodły, przy jednocześnie największym wydzielaniu się posuszu tego gatunku w drzewostanie. Podrost jodły jest szczególnie narażony na zgryzanie i spałowanie, co przy zachodzących procesach wydzielania się jodeł może doprowadzić do całkowitego zaniku *A. alba*. Brak ciągłości odnawiania się jodły świadczy o niekorzystnych warunkach do wzrostu i rozwoju odnowienia jodłowego, a także na tendencję do zastępowania jodły przez buk na terenie Beskidu Sądeckiego. W drzewostanach Ukrainy nie stwierdzono charakterystycznego dla Karpat Zachodnich procesu ustępowania jodły z drzewostanu, jednocześnie jodła bardzo dobrze się odnawiała, a jej udział w nalocie i podroście wynosił odpowiednio 40 i 62% [32].

Badania dynamiki dotyczyły również poznania wzrostu i przyrostu wysokości odnowień jodły w różnych warunkach środowiska [12, 21, 31] oraz opracowania empirycznego modelu wzrostu wysokości jodły [54]. Najszybszym wzrostem odznaczały się drzewa z warstwy górnej podrostu rosnące początkowo pod okapem drzewostanu, a następnie na powierzchni odsłoniętej. Najwolniejszym wzrostem charakteryzowały się jodły z dolnej warstwy podrostu. Wzrost jodeł (przedstawiony graficznie) przebiega w postaci pochyłych i spłaszczonych dwu lub więcej liter S, występujących co pewien okres czasu, odpowiadający określonym cyklom wzrostu. Struktura drzewostanów (jednopiętrowe, przerębowe) oraz pochodzenie drzewostanu (naturalne, sztuczne) ma wpływ na tempo wzrostu wyso-

kości odnowienia jodły. Jodły najwolniej rosły w drzewostanach naturalnych, a najszybciej w drzewostanach jednopiętrowych. Podobne badania prowadzone w drzewostanach jodłowo-świerkowych wskazują, że czynnikiem decydującym o tempie wzrostu odnowienia jodłowego jest zwarcie drzewostanu oraz zagęszczenie podrostów. Szczególnym elementem tych badań było poszukiwanie zależności pomiędzy liczebnością nalotów, a warunkami meteorologicznymi w roku nasiennym oraz w następnych latach. Stwierdzono, że pojawienie się odnowienia i jego prawidłowy rozwój silnie zależą od dobrego urodzaju nasion oraz od wilgotności i temperatury powietrza w okresie powstawania i rozwoju odnowienia jodły [35].

W większości badań struktury i dynamiki lasu za wartość programową pomiarów przyjmuje się pierśnicę 7 cm, pozostawiając poza pomiarami praktycznie wszystkie odnowienia. Dlatego też badania odnowień rozwijają się innym torem niż badania struktury i dynamiki lasu, a drzewostan traktowany jest jako tło [50]. Badaniom struktury odnowienia naturalnego jodły w Polsce wiele uwagi poświęcili Gunia [15], Bernadzki [2], Jaworski [19, 20, 22, 23], Jaworski i in. [28], Graniczny [13], Niemtur i in. [45]. W omawianych badaniach główny nacisk położono na poznanie wpływu warunków wzrostu (siedliskowy typ lasu, skład gatunkowy drzewostanu, wysokość n. p. m., ekspozycja) oraz struktury drzewostanów na liczebność, żywotność i jakość odnowienia jodły. Z badań Bernadzkiego [2] prowadzonych na obszarze Dzielnicy Gór Świętokrzyskich wynika, że samosiewy jodły były najliczniejsze na siedliskach lasowych: las świeży wyżynny, las mieszany, świeży wyżynny, las mieszany wilgotny niż w pozostałych siedliskowych typach lasu (tzn. las górski, las wilgotny, bór mieszany świeży, bór mieszany wilgotny, bór świeży, bór wilgotny). Na siedliskach, w których jodła była gatunkiem domieszkowym lub współpanującym odnowienie naturalne było wyraźnie słabsze. Średnie wartości sumy wysokości oraz fakt występowania jodły na prawie wszystkich powierzchniach badawczych wskazują na możliwość uzyskania pełnego odnowienia tego gatunku.

Wyniki badań Jaworskiego [19] w wybranych zbiorowiskach Parków Narodowych: Pieśnińskiego, Babiogórskiego i Tatrzańskiego wskazują, że siewki jodłowe częściej pojawiały się w zbiorowiskach o charakterze lasowym niż w borach mieszanych. Natomiast starszy nalot i podrost przeważał w zbiorowiskach borowych, co świadczy o lepszych warunkach do przeżywania w zespole dolnoregłowego boru mieszanego niż w buczynach. Dalsze badania potwierdziły tezę o korzystniejszych warunkach do pojawiania się i wzrostu odnowień naturalnych na siedlisku BMG [25]. Z badań dynamiki i struktury odnowień naturalnych jodły w wybranych ekosystemach w Bułgarii (*Abietetum-Picetum saniculosum* i *Piceto-Pinetum mixtoherbosum*) wynika również, że jodła jest gatunkiem dominującym w nalocie i podroście w obu zespołach borowych, chociaż dynamiczniej rośnie w *Abietetum-Picetum saniculosum*, w którym zaznacza się tendencja zastępowania świerka przez jodłę [49]. Badania naturalnego odnowienia jodły w zamierających drzewostanach wskazują natomiast na pogarszający się stan ilościowy i jakościowy nalotów i podrostów *A. alba* [1, 14, 43, 45].

We współczesnych badaniach ekologii i hodowli lasu kładzie się ogromny nacisk na stabilność lasów. Jednym ze sposobów poprawy ich stabilności jest zwiększanie różnorodności biologicznej, między innymi przez zakładanie i pielęgnowanie drzewostanów mieszanych. Tempo przeżywania siewek jodły, świerka, buka i klonu w 19 letnim okresie było

przedmiotem badań w drzewostanach mieszanych w Bawarii [33]. Stwierdzono, że czynnikiem decydującym o stopniu przeżywania nalotów wymienionych gatunków jest zwarcie drzewostanów. Wraz ze zmniejszaniem się zwarcia rośnie liczba siewek. Liczebność nalotu jodły i świerka malała w pierwszych latach życia przede wszystkim wskutek konkurencji z roślinnością runa leśnego. W następnym okresie głównym czynnikiem decydującym o ich przeżyciu były warunki świetlne. W silnym zwarciu osłabione jodły łatwo ulegały atakom grzybów. Badania Maticá [40] również wskazują, że optymalne warunki do wzrostu i rozwoju odnowienia znajduje jodła w drzewostanach mieszanych (jodłowo-bukowych) o strukturze przerębowej.

Badaniami ilościowymi i jakościowymi odnowień naturalnych jodły i innych gatunków wystarczających do utrzymania stabilnej struktury drzewostanów zajmował się także Duc [8] w drzewostanach górskich w Szwajcarii. Stwierdził on bardzo obfite występowanie jodły w nalocie, natomiast nie wystarczająca liczbę drzewek w fazie przejściowej pomiędzy nalotem i podrostem (H: 0,5-1,3 m). Ponadto określił optymalną liczbę drzew (szt./ha) w klasie przejściowej oraz w pozostałych klasach grubości podrostów potrzebna do utrzymania stabilnej (zrównoważonej) struktury drzewostanów.

Część badań dotyczących naturalnego odnowienia jodły miała charakter metodyczny, a ich głównym celem była ocena dokładności metod określania liczebności podrostu [24] lub ocena metod analizy statystycznej modelu rozmieszczenia odnowienia w drzewostanach mieszanych [11]. W obu pracach stwierdzono, że dokładność metod określania liczebności odnowienia zależy od sposobu jego rozmieszczenia. Za najdokładniejsze metody określania liczebności uznano metodę losowych powierzchni próbnych o polu 2 i 4 m² [24], natomiast w drzewostanach mieszanych nie stwierdzono odchyżeń od losowego rozmieszczenia odnowienia w obrębie kwadratu o powierzchni 1 m² [11].

Problematyką rozmieszczenia odnowienia jodły zajmowała się również Mazur [41]. Rozmieszczenie skupiskowe jest najczęstszym typem przestrzennego rozmieszczenia roślin. Rozmieszczenie osobników juwenilnych jodły (osobniki wczesno juwenilne do wysokości 0,5 m i osobniki późno juwenilne h: 0,5-5,0 m) jest losowo-skupiskowe w borze jodłowym i grupowo-skupiskowe w buczynie karpackiej. Oznacza to, że osobniki rozmieszczone są skupiskowo, a skupienia w sposób losowy lub grupowy. Buczyna charakteryzuje się większymi skupieniami odnowienia i w większym stopniu osobniki juwenilne pokrywają powierzchnię w porównaniu z borem. Rozkład wieku i wysokości wskazuje na występowania osobników wyższych i starszych w środku grupy, gdzie panują bardziej sprzyjające warunki do odnowień, a niższych i młodszych na zewnątrz skupiska. Sposób rozmieszczenia odnowienia oraz jego wewnętrzna struktura mają istotne znaczenie dla dynamiki populacji jodły pospolitej. Grupowo-skupiskowy charakter rozmieszczenia osobników z dużymi agregacjami, jakie występują w buczynie karpackiej, stwarza większe szanse przeżycia osobników juwenilnych niż losowo-skupiskowy występujący w borze jodłowym [41].

W dalszych pracach poświęconych strukturze i dynamice liczebności populacji jodły śmiertelność i przeżywalność tego gatunku określono na podstawie tabel życia, opracowanych dla kolejnych klas wieku oraz grup osobników (nalot, podrost, drzewostan). Kierunek i tempo zmian w populacji określono na podstawie modelu macierzowego. Badania wykazały, że populacja była w fazie regresji, a obliczony wskaźnik wzrostu ($\lambda=0,83$)

wskazywał, że liczebność populacji *A. alba* będzie się zmniejszać w Świętokrzyskim Parku Narodowym [42].

Bardzo ważnym, szeroko dyskutowanym problemem jest przyszłość jodły. Jednym ze współczesnych kierunków badań mających na celu opracowanie przyszłego składu gatunkowego drzewostanów, ich struktury i dynamiki jest modelowanie. Zmiany są jedną najbardziej fundamentalnych cech ekosystemów leśnych zmieniających się, podobnie jak pojedyncze drzewa, przez całe życie. Obecnie trudno przewidzieć potencjalne zachowanie się ekosystemów pod wpływem zmieniającego się środowiska.

Wyróżnia się dwa rodzaje modeli symulacyjnych: modele stochastyczne, w których co najmniej część danych wejściowych ma charakter losowy oraz modele deterministyczne, które nie zawierają żadnych składowych losowych. Modelowanie i symulacje stały się częścią ekologii i pomiarów lasu, a ich głównym celem jest lepsze zrozumienie wzrostu drzew i drzewostanów oraz przewidywanie procesów fizjologicznych w zmieniającym się środowisku [4, 5, 38]. Jednym z najbardziej rozpowszechnionych modeli jest model gapowy, w którym często uwzględnia się takie czynniki jak skażenie środowiska oraz zjawisko zamierania jodły [6]. Inne badania zmierzały do znalezienia nowej ekologicznej klasyfikacji drzew na podstawie trójkątnego modelu Grime'a. Dla każdego typu strategii życiowej (ruderalnej, polegającej na tolerancji stresu, konkurowaniu i strategii pośrednich) określono przyjęte przez poszczególne gatunki adaptacje tych strategii.

Adaptacje te określają funkcjonalne role europejskich gatunków drzew w dynamice zespołów leśnych. Jodła i świerk zostały zakwalifikowane do tej samej grupy drzew wraz z bukiem i dwoma gatunkami dębów, zwanej tolerującymi stres wynikający z konkurencji [5]. Forsum to model sukcesji leśnej typu Jabowa/Foret, rozwinięty w celu poznania zależności pomiędzy długoterminową sukcesją lasu a czynnikami biogenicznymi oraz antropogenicznymi. Sukcesja lasu symulowana w obecnych warunkach klimatycznych różniła się istotnie od sukcesji uwzględniającej zmiany klimatyczne. Pod wpływem ocieplenia następuje gwałtowny proces zamierania świerka i sosny, przy czym pozostałe gatunki – w tym jodła – są w stanie rosnać w zmieniających się warunkach środowiska. Długotrwały wpływ rosnącej koncentracji CO₂ w atmosferze można podsumować w następujący sposób:

- wyraźnie maleje różnorodność gatunków;
- rośnie znaczenie buka;
- maleje udział gatunków iglastych.

Jednoczesny wzrost temperatury powietrza i zmniejszenie opadów o 15% spowoduje natomiast obniżenie tempa wzrostu jodły [38]. O ewentualnych zmianach składu gatunkowego drzewostanów pod wpływem ocieplenia mogą świadczyć badania prowadzone w lasach karpaccich o charakterze pierwotnym. Na przykład na Babiej Górze stwierdzono spadek udziału jodły o 4-9% a w Pieninach o 8-14%. W mniejszym stopniu zmiany te nastąpiły w Gorcach (0-3%), a w Beskidzie Sądeckim udział jodły zmalał o 2-15%. Wzrósł udział buka i lipy [3, 10]. Poszukiwanie przyczyn zmian składu gatunkowego drzewostanów wymaga jednak dalszych badań.

Badania roli naturalnych zaburzeń, struktury i budowy drzewostanów, warunków powstania i rozwoju odnowień naturalnych przyczyniają się do lepszego poznania procesów zachodzących w lesie. Z drugiej strony, zwiększa się świadomość tego, jak bardzo zmienia się w czasie przyroda i jak ostrożnie trzeba podchodzić do nowych zjawisk w środowisku naturalnym. Przykładem zmienności procesów zachodzących w przyrodzie jest poprawa kondycji i tendencji wzrostowych drzewostanów jodłowych po trwającym przez wiele lat gwałtownym procesie zamierania drzew nie tylko w Polsce, ale i w całym naturalnym zasięgu występowania tego gatunku.

W obecnych czasach, charakteryzujących się silną presją człowieka na środowisko szczególnego znaczenia nabierają badania mające na celu poznanie i określenie dynamiki rozwojowej drzewostanów. Wzrastające zagrożenie, głównie przez imisje przemysłowe oraz ocieplenie klimatu powoduje, że poznanie tendencji rozwojowych drzewostanów, a przede wszystkim możliwości ich naturalnego odnowienia pozwoli na ustalenie właściwych metod hodowlanych i ochronnych. Z przedstawionego przeglądu ważniejszych prac badawczych dotyczących dynamiki rozwojowej drzewostanów jodłowych wynikają następujące wnioski:

- ocena wrażliwości jodły na zmiany w środowisku oraz możliwości adaptacji gatunku do zmieniających się warunków życia przyczyni się do lepszego poznania właściwości gatunku;
- istnieje konieczność podejmowania dalszych badań zmierzających do zwiększenia udziału jodły w naszych lasach.

*Z Zakładu Ekologii i Ochrony Środowiska
Instytutu Badawczego Leśnictwa*

Literatura:

1. **Andrzejczyk T., Miścicki S., Zachara T., Zwieniecki M.**, 1987: Natural regeneration of white fir in dying outstands of Puszcza Jodłowa (white fir primeval forest). *Ann. Wars. Agr. Univ.* 35.
2. **Bernadzki E.**, 1974: Badania nad wykorzystaniem udoskonalonej klasyfikacji siedlisk do planowania hodowlanego (na przykładzie Dzielnicy Gór Świetokrzyskich). *Prace IBL*, 461.
3. **Bernadzki E.**, 1990: Dynamika naturalnych i półnaturalnych ekosystemów leśnych i ich związki z innymi ekosystemami w krajobrazie. Wyd. SGGW-AR, Warszawa.
4. **Buongiorno J., Peyron J. L., Houllier F., Bruciamacchie M.**, 1995: Growth and management of mixed-species, uneven-aged forests in the French Jura: implications for economic returns and tree diversity. *For. Science*, 41, 3.
5. **Brzeziecki B., Kienast F.**, 1994: Classifying the life-history strategies of trees on the basis of the Grimian model. *For. Ecol. Manag.*, 69.
6. **Busing R. T., Clebsch E. E. C.**, 1987: Application of forest canopy gap model. *For. Ecol. Manag.*, 20.

7. **Clements F., E.**, 1928: *Plant Succession and Indicators*. Wilson, New York.
8. **Duc P.**, 1991: *Untersuchungen zur Dynamik des Nachwuchses im Plenterwald*. Schweiz. Z. Forstwes., 142, 4.
9. **Dziewolski J.**, 1972: *Naturalne zmiany struktury wybranych drzewostanów Pienińskiego Parku Narodowego w okresie 32 lat (1936-1968)*. Ochr. Przyr., 37.
10. **Fabijanowski J., Jaworski A.**, 1995: *Kierunki postępowania hodowlanego w lasach karpaccich wobec zmieniających się warunków środowiska*. Sesja naukowa PTL. Szczawnica 28-29.09.1995.
11. **Fröhlich M., Quednau H. D.**, 1995: *Statistical analysis of the distribution pattern of natural regeneration in forest*. For. Ecol. Manag., 73.
12. **Gazda M.**, 1988: *Przebieg wzrostu naturalnych odnowień jodły w różnych warunkach środowiskowych*. Sylwan, 2.
13. **Graniczny S.**, 1978: *Badania nad przebiegiem odnowienia samosiewnego w drzewostanach mieszanych z jodłą i jodłowych*. Prace IBL, 561.
14. **Graniczny S., Ukleja-Dobrowolska D.**, 1990: *Wstępna ocena stanu hodowlanego i zdrowotnego drzewostanów z udziałem jodły na wybranych powierzchniach badawczych Świętokrzyskiego Parku Narodowego i Puszczy Świętokrzyskiej*. Roczn. Świętok., 17.
15. **Gunia S.**, 1964: *Struktura i cechy morfologiczne naturalnych odnowień jodły na granicy jej zasięgu na terenie Wyżyny Łódzkiej z uwzględnieniem ich roli w przemianie składu gatunkowego drzewostanów*. Maszynopis SGGW, Warszawa.
16. **Hladik M.**, 1982: *Dynamika zmien v štruktúre a produkcií zmiešaného smrekovo-jedlovo-bukoveho porastu na vyberný hospodársky spôsob*. Les. Čas., 3.
17. **Izdebski K.**, 1969: *Próba przedstawienia dynamiki drzewostanu w rezerwacie leśnym Czerkies na Roztoczu Środkowym*. Ann. UMCS, sec. C, XXIV, 8.
18. **Izdebski K., Kozak K.**, 1970: *Ocena struktury i dynamiki drzewostanów w projektowanym rezerwacie leśnym Bukowy Las pod Narolem*. Ann. UMCS, ser. C, XXV, 19.
19. **Jaworski A.**, 1973a: *Odnowienie naturalne jodły (*Abies alba* Mill.) w wybranych zbiorowiskach leśnych Parków Narodowych: Tatrzańskiego, Babiogórskiego i Pienińskiego. Cz. I. Ocena odnowień pod względem ilościowym*. Acta Agr. Silv., Ser. Silv., XIII.
20. **Jaworski A.**, 1973b: *Odnowienie naturalne jodły (*Abies alba* Mill.) w wybranych zbiorowiskach leśnych Parków Narodowych: Tatrzańskiego, Babiogórskiego i Pienińskiego. Cz. II. Wpływ niektórych czynników środowiska na odnowienia jodły*. Acta Agr. Silv., Ser. Silv., XIII.
21. **Jaworski A.**, 1979a: *Wzrost i żywotność podrostów jodły (*Abies alba* Mill.) w drzewostanach o różnej strukturze, na przykładzie wybranych powierzchni w Karpatach i Sudetach*. Acta Agr. Silv., Ser. Silv., 18.

22. **Jaworski A.**, 1979b: Odnowienie naturalne jodły (*Abies alba* Mill.) w drzewostanach o różnej strukturze, na przykładzie wybranych powierzchni w Karpatach i Sudetach. *Acta Agr. Silv., Ser. Silv.*, 18.
23. **Jaworski A.**, 1990: Struktura i dynamika rozwoju drzewostanów oraz powstawanie odnowień w lasach górskich o charakterze pierwotnym. *Postepy Tech. w Leś.*, 49.
24. **Jaworski A., Nosek S.**, 1983: Badanie przydatności różnych metod określania liczebności odnowienia naturalnego. *Sylvan*, 127, 2.
25. **Jaworski A., Kopeć L.**, 1988: Budowa i struktura drzewostanów w rezerwacie Łabowiec. *Acta Agr. et Sil.*, 27.
26. **Jaworski A., Kaczmarek J.**, 1990a: Budowa i struktura drzewostanów dolnośląskich o charakterze pierwotnym w Babiogórskim Parku Narodowym. *Acta et Sil.*, 29.
27. **Jaworski A., Kaczmarek J.**, 1990b: Budowa i struktura drzewostanów dolnośląskich o charakterze pierwotnym w Babiogórskim Parku Narodowym (na przykładzie trzech powierzchni doświadczalnych). *Acta et Sil.*, 29.
28. **Jaworski A., Czubak K., Jamrozik T.**, 1985: Ocena naturalnych odnowień jodły i świerka w wybranych drzewostanach w Leśnym Zakładzie Doświadczalnym w Krynicy. *Zesz. Nauk. AR w Krakowie. Leśn.*, 197, 16.
29. **Jaworski A., Kaczmarek J., Skrzyszewski J.**, 1993: Budowa i struktura lasu lipowego w Rezerwacie Obrożyska. *Acta Agr. et Sil.*, 31.
30. **Jaworski A., Kaczmarek J., Skrzyszewski J.**, 1994: Dynamika, budowa i struktura drzewostanów w rezerwacie Łabowiec. *Acta Agr. et Sil.*, 31.
31. **Jednoralski G.**, 1983: Wzrost wysokości jodły w gniazdach na terenie LZD Rogów. *Maszynopis SGGW, Warszawa*.
32. **Kaczmarek J., Loryś S.**, 1993: Charakterystyka budowy i struktury oraz wybranych cech hodowlanych dolnośląskiego jodłowego drzewostanu przerębowego w Karpacim Parku Przyrodniczym na Ukrainie. *Acta Agr. et Sil.*, 31.
33. **Kelty M. J., Larson B. C., Olivier C.**, 1992: *The ecology and silviculture of mixed-species forests*. Kluwer Academic Publishers. Dordrecht-Boston-London.
34. **Koop H.**, 1989: *Forest dynamics*. Springer-Verlag. Berlin-Heidelberg-New York.
35. **Končar E.**, 1992. Retrospektivna analýza prirodzeného zmladenia smreka a jedle v skupinovite výbernej forme hospodárenia v lesoch Tatranského národného parku. *Les. Čas.*, 1.
36. **Korpel S.**, 1982: Struktura, vyvoj a regeneracia prirodnych lesov Slovenska. *Lesnicka Fakulta VSLD, Zvolen*.
37. **Kozak K.**, 1969: Struktura biometryczna i dynamika drzewostanów w rezerwacie Obroc na Roztoczu Środkowym. *Ann. UMCS, sec. C.*, XXIV, 9.

38. **Kräuchi N.**, 1994: Modelling forest succession as influenced by a changing environment. Mitt. der Eidgen. Forschung. für Wald, Schnee und Landschaft. 69, 2.
39. **Leibundgut H.**, 1979: Über die Dynamik europäischer Urwälder. Schweiz. Zeit. Forstw. 130, 9/10.
40. **Matić S.**, 1988: Selection structure and natural regeneration. w: 5. IUFRO – Tannensymposium. Zusammengestellt von Paule L. - Korpel S., Zvolen.
41. **Mazur M.**, 1984: Internal structure of the new growth and up-growth of silver fir in forest communities. Ecol. Pol., 1.
42. **Mazur M.**, 1989: Structure and dynamics of silver fir (*Abies alba* Mill.) in forest communities of the Świętokrzyski National Park. II. Population dynamics. Acta Soc. Bot. Pol. 58, 3.
43. **Medwecka-Kornaś A., Gawroński S.**, 1993: Obumieranie jodły i zmiany w borach mieszanych Ojcowskiego Parku Narodowego. Prądnik. Prace Muz. Szafera, 7-8.
44. **Nather J.**, 1986: Ein Grund mehr: Naturverfugung zur Erhaltung der genetischen Vielfalt. Allg. Forstztg, Jg 97, 12.
45. **Niemtur S., Loch J., Chwistek K., Czarnota P.**, 1994: Charakterystyka ilościowa odnowień naturalnych *Picea abies* (L.) Karst, *Abies alba* Mill. i *Fagus sylvatica* L. w Gorczańskim Parku Narodowym. Parki Nar. i Rez. Przyr. 13, 2.
46. **Odum E. P.**, 1977: Podstawy ekologii. PWRiL, Warszawa.
47. **Paczoski J.**, 1930: Lasy Białowieży. w: Monografie naukowe. Poznań.
48. **Shugart H. H.**, 1984: A theory of forest dynamics. Springer-Verlag New York.
49. **Stoyanowa N.**, 1994: Structure of the advance growth and dynamics of the natural regeneration of two ecosystems in the biosphere reserve Parangaliza. Nauka za Gorata, 3.
50. **Szwagrzyk J.**, 1988: Struktura i dynamika lasu: teoria, metody badania, kontrowersje. Wiad. Ekol. 34, 4.
51. **Szwagrzyk J.**, 1991: Dynamika lasów naturalnych a koncepcja ochrony rezerwatowej: źródła konfliktu i propozycje rozwiązań. Prądnik. Prace Muz. Szafera, 4.
52. **Szwagrzyk J., Szewczyk J., Bodziarczyk J.**, 1995: Structure of forest stand in the Żarnówka reserve of the Babia Góra National Park. Folia For. Pol., 37.
53. **Szymkiewicz B.**, 1951: Studia nad optymalną strukturą drzewostanów jodłowych w gospodarstwie przerębowym. Prace IBL, 73.
54. **Zasada M.**, 1995: Empiryczny model wzrostu wysokości jodły. Sylwan, 5.

Summary

The developmental dynamics of silver fir stands against the background of recent research

The report presents a review of Polish and world literature devoted to the research on dynamics of fir stands, with special account on the dynamics of natural regeneration of this species. The first research of the dynamics of fir and other tree stands had been carried out using the Paczoski's biometrical method, then the dynamics was described basing on the structural changes in tree diameter, height, species composition and stand volume. When investigating the forest dynamics the phase concept (after Leibundgut) and developmental stages (after Korpel) were taken into account. The research on stand dynamics aimed to getting knowledge on the impact of growth conditions on amounts, vitality and quality of fir regeneration as well as defining the growth and increment in young cultures of that species in differentiated environment conditions. A research on methods has also been carried out, that aimed, inter alia, to the assessment of accuracy of the methods for finding the numbers of upgrown young trees. However modelling is one of modern research orientations, that aims to working out species compositions of future tree structure and dynamics. Modelling and simulation became a part of forest ecology science; they aim to understanding the growth of trees and tree stands and forecasting physiological processes in varying environment.