

JAROSŁAW PALUCH**Zasady pielęgnacji podrostu jodłowego w drzewostanach zaklasyfikowanych do przemiany struktury**

Principles of tending fir advance regeneration in the stands under structural transformation

ABSTRACT

The studies were carried out in the younger (on average 23 years) and older (on average 32 years) advanced regeneration for the period of 12 years. A positive correlation was found between the height of regeneration and the height range and the negative correlation between the height and the density and number of trees in the upper, middle and lower layers. Treatments based on the positive selection resulted in the reduction of the number of trees in the lower layer in the younger advanced growth. Treatments based on the negative selection inhibited the self-thinning in the younger advanced regeneration and accelerated the self-thinning of trees of the middle layer. The principles of tending the advanced regeneration were laid down on the basis of the obtained results taking account of the limitation of the number of tending centres to 100 per hectare and of the spatial variation of the intensity and technique of treatments.

KEY WORDS*Abies alba*, tending, natural regeneration, selection thinning**Wstęp**

Jodła znajduje optymalne warunki wzrostu w drzewostanach o budowie trwale wielopiętrowej [Jaworski 1994, Korpel i Vinš 1965]. Jej osiągnięcie w przypadku drzewostanów jednopiętrowych wymaga przemiany, która przy dostatecznej stabilności drzew może być realizowana w każdej fazie rozwojowej [Schütz 1997]. Wczesne przystąpienie do przemiany pozwala na uzyskanie większej stabilności drzew [Burschel i Huss 1997], wydłużenie okresu kształtowania struktury i wcześniejsze osiągnięcie pożądanego zróżnicowania budowy [Schütz 1989]. Umożliwia również pełniejsze wykorzystanie zróżnicowania rozwojowego drzew i możliwości przyrostowych drzewostanu [Reininger 1992].

Przemiana budowy w średniowiekowych jedlinach wymaga trzebieży przekształceniowej [Korpel 1975, Jaworski 1986, Schütz 1989]. Schütz [2001] wyróżnia cztery etapy przemiany: (1) etap różnicowania, którego celem jest popieranie każdego wartościowego drzewa przyczyniającego się do zróżnicowania budowy, (2) etap inicjowania odnowienia, w którym hodowca w bardzo długim okresie inicjuje odnowienie o jednostkowym i grupowym charakterze, (3) etap rozwoju struktury, w którym zaawansowane odnowienie stopniowo tworzy dolną i środkową warstwę drzewostanu oraz (4), etap kształtowania struktury, którego celem jest usamodzielnienie możliwie najmniejszych fragmentów drzewostanu.

W pierwszym etapie przemiany, realizowanym najczęściej w drzewostanach średnio-

wiekowych, duże znaczenie ma wyjściowa struktura wysokości [Schütz 1989]. Budowa pionowa żerdziowin i drągowin jodłowych wynika głównie ze zróżnicowania struktury wysokości wcześniejszego podrostu. Stąd celami stawianymi przed czyszczeniami późnymi

JAROSŁAW PALUCH

Katedra Szczegółowej Hodowli Lasu
Akademia Rolnicza
Al. 29 Listopada 46
31-425 Kraków

w drzewostanach zaklasyfikowanych do przemiany powinno być zachowanie zróżnicowania rozwojowego i złożonej budowy wysokościowej młodej generacji drzewostanu oraz formowanie długich koron drzew, decydujących o ich żywotności i stabilności.

W przypadku odnowień wzrastających pod osłoną, istotne znaczenie ma wydłużenie okresu odnowienia, co sprzyja różnicowaniu tempa wzrostu drzew, a przez obecność nasienników umożliwia dodatkowy obsiew w lukach i przerzedzeniach wyrosniętego podrostu. Należy podkreślić, że występowanie luk bez podrostu, przeznaczonych do odnowienia w przyszłości, pomaga osiągnąć zróżnicowanie wysokościowe młodego drzewostanu [Jaworski 1986]. Możliwości regulacji natężenia światła zależą od budowy drzewostanu i są tym większe, im bardziej zróżnicowana jest struktura wysokościowa i silniejsze zwarcie [Cescatti 1996 za Schütz 1997, Weiss 2000]. Zmienność natężenia światła w pionowym profilu drzewostanu wzrasta od dna lasu do pułapu koron [Pukkala i in. 1991], co sprzyja różnicowaniu budowy pionowej odnowień w długim okresie odnowienia [Schütz 1969 za Schütz 1989, Lieffers i Stadt 1994]. Kryteria długości okresu odnowienia oraz sposobu cięć rębnych były podstawą kategoryzacji pielęgnacji odnowień jodłowych zaproponowanej przez Jaworskiego [1986].

W publikowanych dotąd pracach z zakresu pielęgnacji jodły koncentrowano się głównie na ustaleniu wpływu zabiegów na cechy morfologiczne podrostu [Jurča 1971, Shvidenko 1978, Jaworski i in. 1991, Jaworski i Paluch 1998, Jaworski i Paluch 1999]. Badania wykonywane od 1983 przez pracowników Katedry Szczegółowej Hodowli Lasu AR w Krakowie umożliwiają również określenie roli zabiegów pielęgnacyjnych w kształtowaniu budowy wysokościowej podrostu jodłowego, czemu poświęcono tę publikację.

Charakterystyka terenu badań i powierzchni badawczych

Badania wykonywano na terenie Nadleśnictwa Brzozów (RDLP Krosno) położonym na Pogórzu Przemyskim. Długość okresu wegetacyjnego wynosi tutaj 180 – 190 dni, średnia temperatura roczna 7,7° C, a opady 712 mm rocznie.

Założono siedem powierzchni doświadczalnych (I – VII), na których badaniami objęto dwie grupy odnowień: podrost młodszy na powierzchniach I – IV (wiek średni 23 lata, wysokość warstwy górnej około 240 cm, średnie zagęszczenie 27 tys. szt./ha) oraz podrost starszy na powierzchniach V – VII (wiek średni 32 lata, wysokość warstwy górnej około 480 cm, średnie zagęszczenie 17 tys. szt./ha). Odnowienie w obu przypadkach powstało w wyniku stosowania rębni częściowej z wydłużonym okresem odnowienia. Powierzchnie III – VII reprezentują siedlisko lasu mieszanego wyżynnego, a powierzchnie I i II formę przejściową między lasem mieszanym wyżynnym i borem mieszanym wyżynnym. W 1983 roku pierśnicowe pole przekroju drzewostanu macierzystego na powierzchniach I – IV wynosiło odpowiednio: 32,7, 35,3, 30,6, 29,2 m²/ha (drzewostan dębowo-sosnowo-jodłowy), a na powierzchniach V – VII 29,7, 23,4, 22,2 m²/ha (drzewostan jodłowy). W ramach cięć odsłaniających prowadzonych w okresie badań zmniejszono je maksymalnie o 25%.

Metodyka badań terenowych

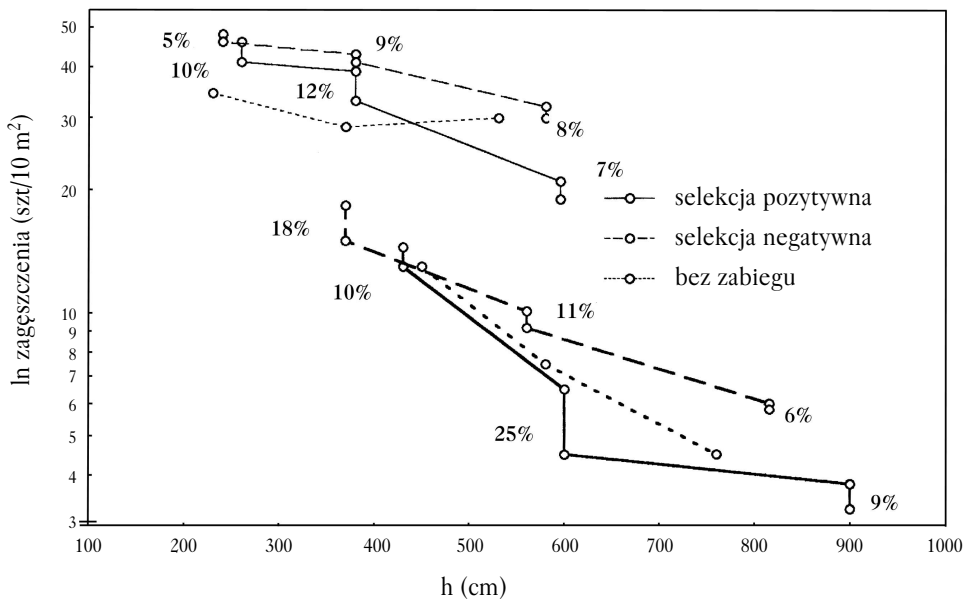
W latach 1983, 1989 i 1995 na trwale oznakowanych poletkach wykonywano zabiegi pielęgnacyjne oparte na selekcji pozytywnej lub negatywnej oraz liczono drzewka powyżej 0,5 m wysokości, kwalifikując je do wyróżnionych na podstawie rozstępu wysokości warstw: górnej, środkowej i dolnej. Przez rozstęg wysokości rozumiano różnicę między wysokością najwyższego i najniższego okazu biogrupy. Zasięgi warstw dla każdego z poletek ustalano indywidualnie. Część poletek pozostawiono bez zabiegu jako wariant kontrolny. W podroście młodszym bada-

nia prowadzono na łącznej powierzchni 900 m² (poletka 10 m²), a w podroście starszym na 1077 m² (poletka w zależności od wielkości biogrupy od 6,1 do 50,2 m², średnio 13,0 m²). Do uproszczenia analizy wyników liczbę drzewek przeliczono na 10 m².

W bloku powierzchni z podrostem starszym poletka rozmieszczano subiektywnie, wybierając grupy z przedrostami i drzewkami o najlepszej żywotności. W bloku z podrostem młodszym poletka rozmieszczone były regularnie, według schematu przedstawionego wcześniej [Jaworski i in. 1991]. W bloku tym pasy poletek 24 m x 2,5 m rozdzielono ścieżkami udostępniającymi szerokości 1,5 m, co w skali powierzchni badawczej zredukowało zagęszczenie o 48%. Efekt tego schematycznego zabiegu nie został ujęty w analizie wyników, w której bazowano na danych z jednostkowych poletek o wymiarach 4 x 2,5 m.

Łączna liczba analizowanych poletek wyniosła: podrost młodszy – selekcja pozytywna 39 szt., selekcja negatywna 15 szt., wariant kontrolny 21 szt., podrost starszy – selekcja pozytywna 24 szt., selekcja negatywna 27 szt., wariant kontrolny 19 szt. Z obliczeń wyeliminowano poletka częściowo zniszczone oraz te, na których w warstwie górnej znalazły się drzewka innych gatunków niż jodła.

W ramach selekcji pozytywnej popierano najżywotniejsze egzemplarze z górnej, środkowej i dolnej warstwy podrostu, stosując usuwanie i ogławianie okazów przeszkadzających. Przez odpowiedni dobór drzew pozostających i usuwanych dążono do różnicowania budowy wysokościowej. Zabiegi w ramach selekcji negatywnej polegały na usuwaniu drzewek złej jakości i słabej żywotności, rozluźnianiu silnie zwartych partii podrostu oraz usuwaniu niepożądanych domieszek (jarzębina, iwa). Intensywność zabiegów pielęgnacyjnych zilustrowano na ryc.1.



Ryc. 1.

Intensywność zabiegów pielęgnacyjnych na tle procesu naturalnego wydzielania się drzew.

Intensity of tending treatments in relation to the process of natural self-thinning of trees.

Objaśnienia: Na osi odciętych średnia wysokość górnej warstwy porostu.

Description: on X-axis – the mean height in the upper layer of the advance regeneration .

Opracowanie wyników

Opracowaniem objęto lata 1983 – 1995, przy czym dane z końca okresu nie uwzględniają zabiegów pielęgnacyjnych wykonanych w 1995 roku.

Na powierzchniach I, III i IV, na których poletka rozmieszczone były regularnie, przeanalizowano przestrzenną zmienność wzrostu wysokości w niepielęgnowanym podroście młodszym (dane z 1983 roku). Wykorzystano w tym celu współczynnik I Morana [Cressie 1991, wzory według Rossi i in. 1992]. Do stwierdzenia statystycznej istotności korelogramów zastosowano test Mantela z poprawką Bonferroniego [Legendre i Fortin 1989]. Obliczenia wykonano za pomocą autorskiego programu AUTOCOR.

Dla danych z 1983 roku (a więc dla podrostu niepielęgnowanego) przeanalizowano zależność między wysokością najwyższego okazu a frekwencją drzew w wyróżnionych warstwach. Obliczenia wykonano oddzielnie w trzech grupach: podrost starszy (70 poletek), wyższy podrost młodszymi (wysokość najwyższego okazu powyżej 250 cm, 42 poletek) oraz niższy podrost młodszymi (wysokość najwyższego okazu poniżej 250 cm, 33 poletka). Ponieważ spodziewano się, że niektóre z zależności nie mają charakteru prostoliniowego, porównano ze sobą wartości różnicy kwadratów współczynnika korelacji liniowej i stosunku korelacyjnego. W żadnym przypadku różnica ta nie przekroczyła krytycznej wartości 0,2, co uzasadniało przyjęcie prostoliniowego charakteru analizowanych zależności [Sobczyk 1997] i stosowanie przy określeniu ich siły współczynnika korelacji liniowej Pearsona.

Do stwierdzenia wpływu wykonanych zabiegów pielęgnacyjnych na budowę wysokościową podrostu, porównano ze sobą zmiany liczby drzew w warstwach środkowej, górnej i dolnej w podroście młodszym i starszym. Ponieważ w większości przypadków rozkład tej cechy odbiegał od rozkładu normalnego, dlatego w celu zweryfikowania statystycznej istotności różnic pomiędzy parami wariantów zastosowano nieparametryczny test Manna-Whitneya [Tadeusiewicz i in. 1993].

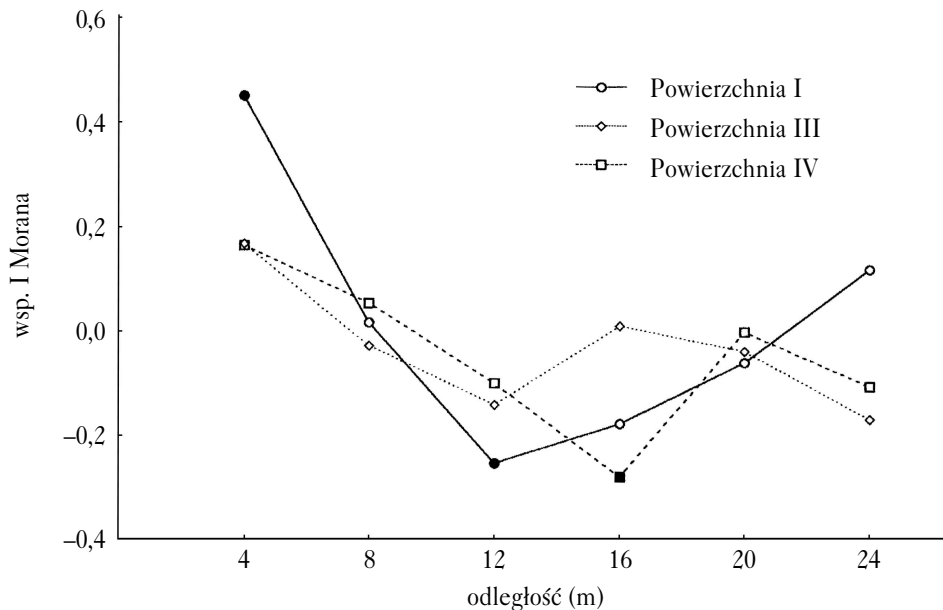
Wyniki badań

Na powierzchniach I i IV korelogramy wzrostu wysokości były statystycznie istotne (ryc. 2), co wskazuje na odbiegającą od losowej przestrzenną zmienność tej cechy. Na powierzchni I poletka bezpośrednio przylegające do siebie (odległość do 4 m) charakteryzowały się wyraźną współzależnością wzrostu wysokości ($r = 0,45$). Na powierzchniach I i IV wzrostu wysokości podrostu na poletkach odległych od siebie odpowiednio o 8,1 – 12 i 12,1 – 16 m był skorelowany ujemnie ($r = -0,26$ i $r = -0,28$) (ryc. 2). W przypadku powierzchni III tendencja była podobna, lecz żadna z wartości korelogramu po uwzględnieniu poprawki Bonferroniego nie osiągała wartości krytycznej.

Budowa pionowa grup podrostu niepielęgnowanego wykazywała związek z wysokością najwyższych drzew (ryc. 3). Grupy niższego podrostu młodszego przy wzrastającej wysokości najwyższego okazu cechowały się wzrostem zagęszczenia ($r = 0,47$, $p < 0,05$), wzrostu wysokości ($r = 0,99$, $p < 0,001$) i liczby drzew w warstwie środkowej ($r = 0,47$, $p < 0,05$) i dolnej ($r = 0,40$, $p < 0,05$) (ryc. 3).

W wyższym podroście młodszym wraz ze wzrostem wysokości najwyższego okazu zwiększała się wzrostu wysokości ($r = 0,99$, $p < 0,001$) oraz zmniejszało zagęszczenie ($r = -0,51$, $p < 0,05$) i liczba drzew w warstwie dolnej ($r = -0,43$, $p < 0,05$) i środkowej ($r = -0,30$, $p < 0,05$). Mniej wyraźnie zmniejszała się liczba drzew w warstwie górnej ($r = -0,28$, $p < 0,01$) (ryc. 3).

W podroście starszym wraz ze wzrostem wysokości najwyższego okazu zmniejszało się

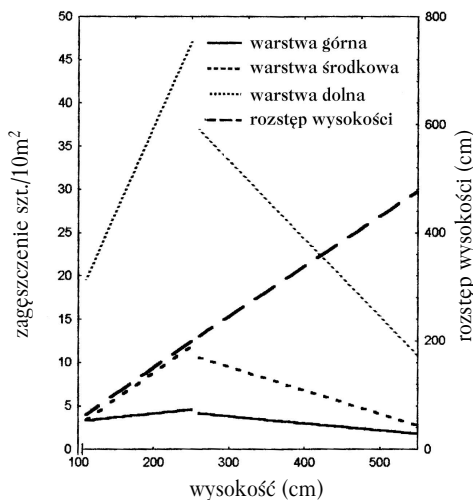


Ryc. 2.

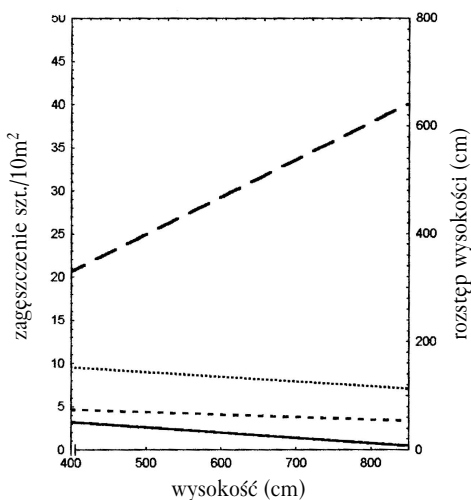
Korelogramy rozstępu wysokości na powierzchniach I, III i IV (1983 rok, odnowienie niepielęgnowane)
Correlograms of the height range on plots I, III and IV (1983, untended regeneration)

Objaśnienia: Punktami czarnymi oznaczono wartości statystycznie istotne na poziomie $\alpha=0,1/6$ (poprawka Bonferroni)
Description: Black points are the values statistically significant at $\alpha=0,1/6$ (corrected by Bonferroni)

Podrost młodszy



Podrost starszy



Ryc. 3.

Zależność budowy pionowej grup odnowienia niepielęgnowanego od jego wysokości.

The relationship between vertical structure of untended regeneration groups and its height.

zagęszczenie ($r = -0,44$, $p < 0,05$) oraz zwiększał rozstęp wysokości ($r = 0,74$, $p < 0,001$). Wysokość najwyższego okazu w biogrupie była silnie ujemnie skorelowana z liczbą drzew w warstwie górnej ($r = -0,48$, $p < 0,001$) i słabo z liczbą drzew w warstwie środkowej ($r = -0,26$, $p < 0,05$) i dolnej ($r = -0,22$, $p < 0,1$) (ryc. 3).

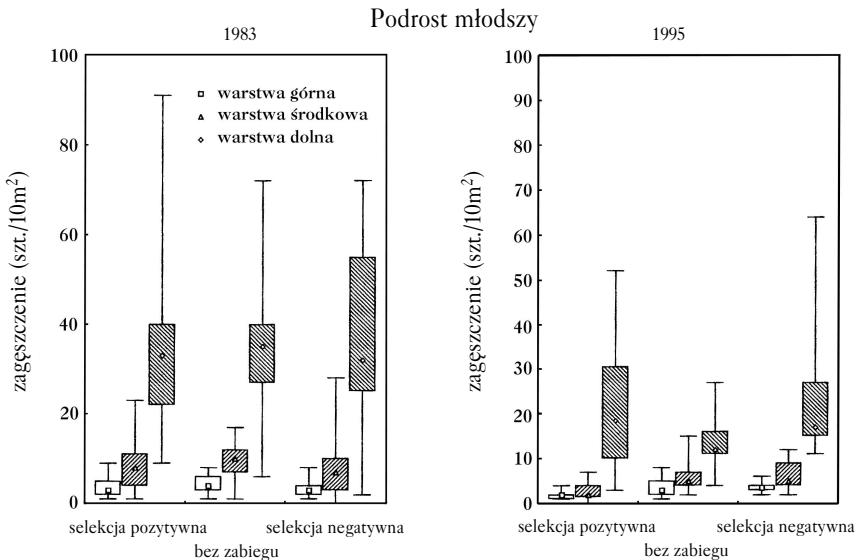
Tabela

Zmiana średniej wysokości minimalnej, średniego rozstępu wysokości oraz średniej liczby drzew w warstwach podrostu niepielęgowanego oraz pielęgowanego według zasad selekcji pozytywnej lub negatywnej
The change in the mean minimal height, mean height range and mean number of trees in the untended and tended regeneration layers in accordance with principles of positive or negative selection

Wariant zabiegu	Zmiana liczby drzew w warstwie:			razem szt./10m ²	Zmiana rozstępu wysokości (cm)	Zmiana wysokości minimalnej (cm)
	górnej szt./10m ²	środkowej szt./10m ²	dolnej szt./10m ²			
Podrost młodszy						
s. pozytywna	1,2 ^{aA}	6,1 ^{bB}	12,9 ^{Da}	20,1 ^c	331	14
s. negatywna	-0,4 ^A	2,6 ^{cB}	15,1 ^d	17,3	333	13
bez zabiegu	0,3 ^a	3,7 ^{bc}	21,1 ^D	25,1 ^c	324	22
Podrost starszy						
s. pozytywna	1,3 ^F	3,0 ^G	6,4	10,7	256	213
s. negatywna	0,6	4,2 ^H	6,6	11,4	287	144
bez zabiegu	0,3 ^F	1,7 ^{GH}	5,6	7,6	256	245

Objaśnienia: parami dużych liter oznaczono różnice statystycznie istotne na poziomie istotności 0,05, a parami małych liter różnice istotne na poziomie 0,1

Description: pairs of capital letters denote statistically significant differences at $\alpha=0,05$, and pairs of small letters differences significant at the level 0,1.

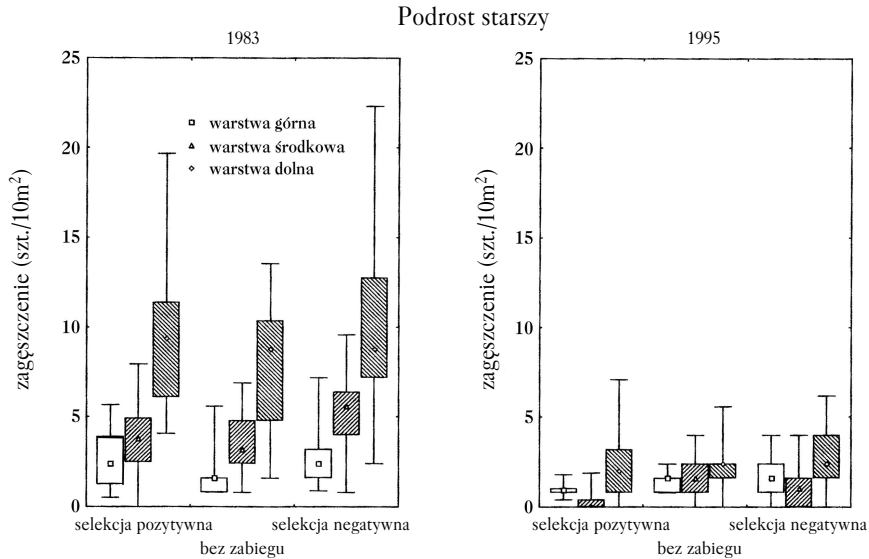


Ryc. 4.

Liczba drzew z warstwy górnej, środkowej i dolnej w grupach podrostu objętego zabiegami oraz grupach podrostu niepielęgowanego w latach 1983 i 1995 (podrost młodszy).

Number of trees from the upper, middle and lower layers in the groups of the treated and untreated advance regeneration in 1983 and 1995 (younger regeneration)

Objaśnienia: Na wykresach zaznaczono kwartyle; górny, środkowy i dolny oraz wartości maksymalne i minimalne
Description: The diagram shows quartiles, upper, middle and lower and minimal and maximal values



Ryc. 5.

Liczba drzew z warstwy górnej, środkowej i dolnej w grupach podrostu objętego zabiegami oraz w grupach podrostu niepielęgnowanego w latach 1983 i 1995 (podrost starszy).

Number of trees from the upper, middle and lower layers in the groups of the treated and untreated advance regeneration in 1983 and 1995 (older regeneration).

Zabiegi oparte na selekcji pozytywnej prowadziły w podroście młodszym i starszym do zmniejszenia liczby drzew w warstwie górnej (średnio 0,2 vs. 0,3 szt./10m² w wariancie kontrolnym, $p < 0,1$) i środkowej (średnio 6,1 vs. 3,7 szt./10m² w wariancie kontrolnym, $p < 0,1$) (tab., ryc. 4, 5). W podroście młodszym pozwalały również zachować większą liczbę drzew w warstwie dolnej (średnio 12,9 vs. 21,1 wydzielonych drzew/10m² w wariancie kontrolnym, $p < 0,05$). W podroście młodszym zabiegi oparte na selekcji negatywnej ograniczały wydzielanie się drzew z warstwy środkowej (średnio 2,6 vs. 3,7 wydzielonych drzew/10m² w wariancie kontrolnym, $p < 0,1$). W podroście starszym efekt zabiegu był natomiast przeciwny: w warstwie środkowej przy selekcji negatywnej obserwowano najsilniejsze wydzielanie się drzew (średnio 4,2 vs. 1,7 szt./10m² w wariancie kontrolnym, $p < 0,05$).

Dyskusja wyników

Warunkiem utrzymania piętrowej budowy podrostu i wysokościowego zróżnicowania późniejszej żerdziowiny jest zachowanie warstwy dolnej. Drzewa te decydują nie tylko o zróżnicowaniu struktury drzewostanu, ale także reprezentują frakcję drzew o potencjalnie wysokiej żywotności i długo utrzymującym się przyroście [Jaworski 1979].

Wydzielanie się warstwy dolnej w podroście niepielęgnowanym przebiega stopniowo. Badany, zróżnicowany wiekowo podrost zachował korzystną budowę pionową do momentu osiągnięcia przez najwyższe okazy wysokości 8 – 9 m. W grupach o powierzchni 10 m², przy wysokości najwyższych jodeł około 8 m, w warstwie dolnej wzrastało średnio 8 okazów, w tym co najmniej 3 okazy średniej jakości (dane niepublikowane).

Zabiegi pielęgnacyjne, w których usuwano 5 – 25 % liczby drzew, nie wpływały na rozstęp wysokości w grupach odnowień, natomiast wyraźnie kształtowały ich budowę pionową. Grupy podrostu pielęgnowane według zasad selekcji pozytywnej odznaczały się najkorzystniejszą

budową, charakteryzującą się mniejszym udziałem drzew w warstwach górnej i środkowej oraz odpowiednio większym udziałem w warstwie dolnej.

W badanych odnowieniach stwierdzono istotną zależność między wysokością najwyższego drzewa w grupie a rozstępem wysokości (ryc. 3). Wynika stąd, że przynajmniej w przedziale wysokości 1,5 – 8 m, najsilniej zróżnicowane wysokościowo są grupy z okazami najwyższymi, słuszne więc wydaje się traktowanie ich jako ośrodków pielęgnacji i przypisywanie im głównej roli przy kształtowaniu struktury pionowej odnowień [Jaworski 1986]. Wzrost zagęszczenia podrostu na poletkach obserwowano do momentu osiągnięcia przez najwyższe okazy wysokości 2,5 m, później liczba drzew zmniejszała się. Można przypuszczać, że przy tej wysokości wydzielanie się drzew zaczyna przeważać nad rekrutacją z nalotu. Niższe i prawdopodobnie młodsze grupy podrostów, odnawiające się z pewnym opóźnieniem, charakteryzują się z reguły mniejszą liczbą drzew i prostszą budową pionową. Okres rekrutacji z nalotu może trwać w nich krócej, z uwagi na znaczną konkurencję ze strony bardziej zaawansowanego podrostu w sąsiedztwie.

Budowa pionowa odnowień na powierzchniach z podrostem młodszym wykazywała zróżnicowanie przestrzenne. „Stożki” o promieniu 8 – 16 m charakteryzowały się największym rozstępem wysokości w centrum i najmniejszym w strefie obwodowej. Taka struktura przestrzenna może wynikać z kępowego zróżnicowania wieku odnowień (przedrosty) i/lub występowania małych luk w sklepieniu drzewostanu. Mazur [1989] stwierdziła skupiskową strukturę przestrzenną odnowień jodłowych w naturalnych drzewostanach Świętokrzyskiego Parku Narodowym. Centra agregacji charakteryzowały się obecnością wyższych drzew, większą zmiennością wysokości, a także, we fragmentach z przewagą nalotu, większym zagęszczeniem. Wyniki tych badań nie zostały jednak zweryfikowane statystycznie.

Zabiegi wykonywane na podstawie zasad selekcji pozytywnej wpływają na zahamowanie procesu skracania koron i prowadzą do zwiększenia przyrostu grubości, a wśród jodeł z warstwy dolnej także na zwiększenie przyrostu wysokości [Jaworski i Paluch 1998, Jaworski i Paluch 1999]. Pierwsze dwie cechy mają duże znaczenie dla zachowania stabilności drzew, będącej niezbędnym warunkiem prowadzenia bezpiecznej przemiany struktury drzewostanu. Z punktu widzenia różnicowania struktury wysokości odnowień, radykalne zwiększenie przyrostu wysokości w warstwie dolnej jest niekorzystne, gdyż wiedzie do zmniejszenia rozstępu wysokości w grupach podrostu. Wynika stąd konieczność zabiegów o umiarkowanej intensywności, pozwalających na zachowanie zróżnicowanego tempa wzrostu drzew. Utrzymanie zróżnicowanej budowy pionowej młodego drzewostanu przy relatywnie niewielkich wartościach rozstępu wysokości wymaga rozmieszczenia drzew niższych klas biosocjalnych obok drzew panujących, co decyduje o potrzebie zróżnicowania techniki pielęgnacji odnowień w skali przestrzennej.

Badania te pozwalają na sformułowanie następujących zasad pielęgnacji podrostu w drzewostanach zakwalifikowanych do przemiany struktury:

1. Zabiegi należy ograniczyć do powierzchni wybranych ośrodków pielęgnacji, w liczbie 100 szt./ha. Ośrodki pielęgnacji powinny obejmować fragmenty wyróżniające się zróżnicowaniem budowy pionowej, a więc najczęściej grupy z przedrostami i przerostami. Wielkość ośrodków uzależniona jest od wysokości podrostu i powinna w przybliżeniu odpowiadać powierzchni kołowej o średnicy równej wysokości najwyższego drzewa w grupie. Wraz z powiększaniem się rozmiarów drzew i postępującą agregacją pierwotnie oddalonych od siebie grup pielęgnowanego podrostu, zabiegi należy wykonywać na coraz to większej powierzchni, tak, by pierwsza trzebież objęła cały drzewostan.

2. Zamierzeniem metody jest popieranie w centrach stale powiększających się ośrodków pielęgnacji okazów najżywotniejszych o długich koronach, które utworzą szkielet drzewostanu oraz zachowanie w strefie brzeżnej jodeł z dolnych warstw odnowienia, które przyczynią się do zróżnicowania budowy pionowej przyszłej żerdziowiny. W centrach ośrodków pielęgnacji najczęściej usuwane będą drzewa z warstwy środkowej i górnej (selekcja pozytywna wspomagająca i rozrostowa, Fabijanowski i Majerczyk 1987), a w strefie brzeżnej z warstwy środkowej i dolnej. Celowe jest usuwanie drzew z górnej i środkowej warstwy na korzyść jodeł z warstwy dolnej.
3. Intensywność zabiegów powinna oscylować w granicach 10 – 20%. Liczba usuwanych drzew nie powinna być zbyt duża, gdyż wiedzie do wyrównania tempa wzrostu i w konsekwencji uproszczenia budowy wysokościowej przyszłej żerdziowiny. Moment przystąpienia do zabiegów i ich nawrót uzależnić należy od żywotności drzew oraz struktury wysokościowej odnowienia. Interwencja będzie konieczna w przypadku intensywnego wydzielania się warstwy dolnej podrostu lub nadmiernego skracania koron drzew.
4. Osiągnięcie pożądanego stopnia zróżnicowania wysokościowego wymaga konsekwentnego prowadzenia trzebieży przekształceniowej, przy czym przejście od czyszczeń późnych koncentrujących się w ośrodkach pielęgnacji do trzebieży obejmującej cały drzewostan powinno następować tym wcześniej, im słabsze będzie wysokościowe zróżnicowanie młodego drzewostanu. Pełna realizacja idei trzebieży przekształceniowej jest możliwa dopiero po osiągnięciu dojrzałości generatywnej przynajmniej przez część drzew.

Literatura

- Burschel P., Huss J., 1997: Grundriss des Waldbaus: Ein Leitfaden für Studium und Praxis. Blackwell Verlag, Berlin, Wien.
- Cressie N., 1991: Statistics for spatial data. Willey, New York.
- Fabijanowski J., Majerczyk K., 1987: Wstępne badania nad zmodyfikowaną metodą czyszczeń w odnowieniach naturalnych. Zesz. Nauk. AR w Krakowie, Leśnictwo, 215, 17: 61-74.
- Jaworski A., 1979: 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: 81-102.
- Jaworski A., 1986: Pielęgnowanie drzewostanów jodlowych i z udziałem jodły. Post. Tech w Leśnictwie 36: 44-58.
- Jaworski A., 1994: Charakterystyka hodowlana drzew leśnych. Gutenberg, Kraków.
- Jaworski A., Skrzyszewski J., Karczmariski J., 1991: Wpływ różnych sposobów uwalniania podrostów jodły na kształtowanie się jego cech biomorfologicznych (na przykładzie powierzchni doświadczalnej w Brzozowie) Zesz. Nauk. AR w Krakowie, Leśnictwo, 254, 20: 239-262.
- Jaworski A., Paluch J., 1998: Wpływ czyszczeń późnych na kształtowanie się cech biomorfologicznych i budowy piętrowej podrostu jodły (na przykładzie powierzchni doświadczalnej w Brzozowie-Jahonce). Acta Agr. Silv. ser. Silv. 36: 15-30.
- Jaworski A., Paluch J.: Wpływ czyszczeń późnych na kształtowanie się cech biomorfologicznych i budowy piętrowej podrostu jodły (na przykładzie powierzchni doświadczalnej w Brzozowie-Podlesiu). Acta Agr. Silv. ser. Silv. 37: 11-26.
- Jurča I., 1971: Experiment ze silnymi zasahy v jedlove mlazine. Lesnictvi 17, 6.
- Korpel Š., 1975: Zasahy pestovania v porastoch s trvalym zastupenim jedle. (w:) Korpel Š.(Red.) Pestovanie a ochrana jedle. Referaty konferenčné. Zvolen 9-11.09.1975. Ministerstvo lesneho a vhoneho hospodarstva SSR, Zvolen, str. 47-91.
- Korpel Š., Vinš B., 1965: Pestovanie jedle. SVLP, Bratislava.
- Legendre P., Fortin M.-J., 1989 : Spatial pattern and ecological analysis. Vegetatio 80: 107-138.
- Lieffers V.J., Stadt K.J., 1994: Growth of understory *Picea glauca*, *Calamagrostis canadensis*, and *Epilobium angustifolium* in relation to overstory light transmission. Can. J. For. Res. 24: 1193-1198.
- Mazur M., 1989: Structure and dynamics of silver fir (*Abies alba* Mill.) population in forest communities of the Świętokrzyski National Park. I. The population structure. Acta Soc. Bot. Pol. 58, 3: 385-407.
- Poznański R., Jaworski A., 2000: Nowoczesne metody gospodarowania w lasach górskich. Centrum Informacyjne Lasów Państwowych, Warszawa.

- Pukkala T., Becker P., Kuuluvainen T., Oker-Blom P., 1991: Predicting spatial distribution of direct radiation below forest canopies. *Agricultural and Forest Meteorology* 55: 295-307.
- Reininger H., 1992: Zielstärken-Nutzung. Österreichischer Agrarverlag, Wien.
- Rossi R., Mulla D., Journel A., Franz E., 1992: Geostatistical tools for modeling and interpreting ecological spatial dependence. *Ecological Monographs* 62, 2: 277-314.
- Schütz I.Ph., 1989: Der Plenterbetrieb. ETH, Zürich.
- Schütz, J.P., 1997: Sylviculture 2. La gestion des forêts irrégulières et mélangées. Presses polytechniques et universitaires romandes, Lausanne.
- Schütz, J.P., 2001: Opportunities and strategies of transforming regular forests to irregular forests. *For. Ecol. Manage.* 151: 87-94.
- Shvidenko A. J., 1978: Reaktsiya podrosta pikhty beloi na udalenie drevesnogo yarusa. *Lesovedenie*, 6: 73-77.
- Sobezyk M., 1997: Statystyka. PWN, Warszawa.
- Tadeusiewicz R., Izvorski A., Majewski J., 1993: *Biometria*. Wydawnictwa AGH, Kraków.
- Weiss S.B., 2000: Vertical and temporal distribution of insolation in gaps in an old-growth coniferous forest. *Can. J. For. Res.* 30: 1953 – 1964.

SUMMARY

Principles of tending fir advance regeneration in the stands under structural transformation

The studies were carried out in the advance regeneration of younger (on average 23 years, height of the upper layer ca 240 cm, average density 27 thousand trees per ha) and older (on average 32 years, height of the upper layer ca 480 cm, average density 17 thousand trees per ha) age. Tending treatments (Fig. 1) based on the positive or negative selection was conducted in the years 1983, 1989 and 1995, on permanently marked plots (145 groups in a total area of 1977 m²). The trees above 0.5 m in height were counted and classified into layers distinguished in accordance with the height range: upper, middle and lower. Some plots were left untended as control variants.

The analysis of spatial variation of the height range and the correlation between the height of the tallest individual in a group of trees and the density and frequency of trees in the layers in the untended regeneration was done. Changes in the number of trees in the upper, middle and lower layers were compared to find the effect of treatments applied on the height structure of advanced regeneration. The results were statistically verified.

Vertical structure of tree groups in the untended regeneration showed the relationship with the height of the tallest trees (Fig. 3). The relationship was found that the higher the tallest individual in the group of the lower layer (up to 250 cm) of younger regeneration the density, height range and number of trees was increasing in the middle and lower layers. The increasing height of the tallest individual in the upper layer (250 – 550 cm) of younger regeneration and in older regeneration the greater was the height range and the density and number of trees in the upper, middle and lower layers was declining.

Treatments based on the positive selection resulted in the reduction of the number of trees in the lower layer in the younger advanced growth (Table 1, Fig. 4 and 5). Treatments based on the negative selection inhibited the self-thinning in the younger advanced regeneration and accelerated the self-thinning of trees of the middle layer.

The spatial structure of regeneration had the shape of „cones” of the radius 8 – 16 m, and the height range was greatest in the centre and was declining outwards (Fig. 2).

The principles of tending the advanced regeneration in the stands foreseen for structure transformation were laid down on the basis of the obtained results taking account of the limitation of the number of tending centres to 100 per hectare and of the spatial variation of the intensity and technique of treatments.