

TADEUSZ PARTYKA,**STEFAN ARBATOWSKI, RYSZARD SOBCZAK**

Optymalizacja wieku rębności drzewostanów sosnowych — ekonomiczne problemy programowania hodowlanego

Optimization of Pine Stand Cutting Age
— Economic Problems of Silvicultural Programming

Wstęp

Leśnictwo, podobnie jak każdy dział produkcji materialnej, chcąc realizować swój program gospodarczy musi podejmować decyzje ukierunkowujące produkcję na określone efekty ekonomiczne, przy najmniejszych nakładach finansowych. Ze względu na długoletni cykl produkcji niezbędne jest określenie odległych celów. W programowaniu hodowlanym nieodzowna jest znajomość stanu wyjściowego, który dostarcza informacji o powstawaniu i prowadzeniu drzewostanu w danych warunkach przyrodniczo-leśnych. Prawdopodobieństwo poszczególnych etapów rozwoju drzewostanu może być zakłócone przez klęski żywiołowe. Pożądana jest wówczas znajomość celów pośrednich (5).

W pracy przeprowadzono analizę warunków produkcji dla sosny pod kątem możliwości pełnego wykorzystania potencjału produkcyjnego siedlisk.

Istnieje podwójny cel produkcji: hodowlany i techniczny. Cel odległy jest trudny do skonkretyzowania na przestrzeni 100 lat. Można go realizować tylko przez drzewa dorodne, wybrane w odpowiedniej liczbie podczas trzebieży wczesnych. Drzewa te powinny być zaznaczone i pod ich kątem powinno się prowadzić cięcia (selekcja pozytywna). Drzewa dorodne należy doprowadzić do wieku rębności. Przy ustalaniu wieku rębności urządzenie stosuje kryterium dojrzałości drzewostanów (13). Według Klocka (4) wiek rębności drzewostanów wynika z ich technicznej dojrzałości rębnej, a wyrąb drzewostanów powinno się prowadzić w ich optymalnym wieku dojrzałości rębnej.

Dla zoptymalizowania celu produkcji zachodzi potrzeba sformułowania określonego modelu hodowlanego drzewostanów. Las normalny jako deterministyczny model przestał

być przydatny (5). Zakładał on, że cała powierzchnia danej klasy wieku przechodzi ze stuprocentową pewnością do starszej klasy. Badania wskazują jednak, że prawdopodobieństwo przeżycia drzewostanów poszczególnych klas wieku przy obecnej destabilizacji środowiska przyrodniczego jest wątpliwe. Wszystko więc przemawia za probabilistycznym modelem lasu.

Cel i zakres

Celem pracy była próba zoptymalizowania wieku rębności sosny, według kryterium renty leśnej.

Ilmurzyński (3) jako jeden z pierwszych autorów sprecyzował pogląd na cel produkcji leśnej. Identyfikuje on cel produkcji z celem hodowlanym. Jego zdaniem oba te cele nie mogą istnieć w oderwaniu. Niemożliwe są więc zamierzenia produkcyjne sprzeczne z celami hodowlanymi, które ustala się dla całości państwowego gospodarstwa leśnego, dla poszczególnych regionów, nadleśnictw i wreszcie dla drzewostanów. Cele produkcji dla większych obszarów są zgeneralizowane, natomiast dla drzewostanów powinny być konkretne, z podaniem składu gatunkowego, znajdującego wyraz w gospodarczym typie drzewostanu. Jeśli formułowany cel produkcji jest w stanie określić przewidywane sortymenty do pozyskania, jest on już wówczas celem szczegółowym. Zwykle jednak nie podaje się sortymentów, lecz wymiary drzew (pierśnica, wysokość). Cele szczegółowe w długiej kolei rębą są celami dalekosiężnymi.

Według Włoczewskiego (12) w każdym drzewostanie można wyróżnić przynajmniej dwa okresy, mianowicie odnowienia powiązanego z pielęgnowaniem i użytkowania. Okresy te można podzielić na krótsze odcinki czasu, w których hodowca realizuje bieżące zadania produkcyjne, ujmowane w planach urządzania lasu i w planach operatywnych.

Podstawę ustalania celów ogólnych zdaniem Smykały (8) stanowi rejonizacja przyrodniczo-leśna. Cel produkcji wyrażony w wieku rębności ważniejszych gatunków drzew stanowi w zrębowym sposobie zagospodarowania instrument polityki leśnej, racjonalizujący użytkowanie.

Dla potrzeb praktyki gospodarczej odnoszących się do zespołów naturalnych, zróżnicowanych w zależności od bonitacji, Trampler zastosował rachunek optymalizacji wieku rębności według własnej koncepcji (10). Optymalny wiek dojrzałości rębnej, jest wiekiem dojrzałości drzewostanów, w którym na wszystkich siedliskach można uzyskać niezbędną miąższość drewna o wymaganych wymiarach, przy najmniejszych stratach w całkowitej produkcji na jednostce powierzchni.

Zamierzony cel hodowlany powinien mieć zróżnicowany cykl produkcji: na siedliskach bogatszych należałoby ze względów ekonomicznych przedłużyć cykl powyżej kulminacji przyrostu całkowitej produkcji do uzyskania większych dymensji lub skrócić go na siedliskach uboższych.

Ekonomiczne podstawy planowania hodowlanego powinny określać cel produkcji wyrażony za pomocą składu gatunkowego, precyzować typowanie drzew dorodnych według określonych kryteriów, następnie ustalać wiek rębności.

Cel produkcji powinien być ekonomicznie uzasadniony za pomocą rachunku, zgodnie z zasadą optymalizacji.

Zakres pracy obejmował analizę głównego gatunku, jakim jest sosna, rozpatrywanego w pełnym cyklu produkcji, dla czterech bonitacji, przy zróżnicowanej intensywności zabiegów pielęgnacyjnych (trzebież umiarkowana, silna i słaba). Podstawą kalkulacji były parametry określone na podstawie tablic zasobności Schobera (7). Zastosowano je ze względu na wydłużony proces produkcji dla sosny do 140 lat. Rachunek optymalizacji prowadzono dla relacji cen krajowych (według cenników z 1988 r.) oraz cen światowych dla rynku zachodnio-niemieckiego.

Metodyka

Rozważania nad optymalizacją wieku rębności dla sosny przeprowadzono w trzech etapach:

- analizowano warunki produkcji siedlisk najodpowiedniejszych dla sosny oraz zapas drzewny pod kątem maksymalnych efektów;
- dokonano próby optymalizacji celu produkcji, osiąganego przez optymalny wiek rębności w pełnym cyklu, dla czterech bonitacji i trzech rodzajów trzebieży o różnym nasileniu, gwarantujący maksimum renty leśnej;
- określono zasady postępowania hodowlanego dla zakładania i prowadzenia drzewostanów oraz dokonano wyboru rębni.

Przedmiotem rozważań były nakłady i efekty. Do nakładów zaliczono wydatki na proces produkcji w analizowanym cyklu, według cen i stawek z 1988 r., do efektów zaś — wartość produkcji towarowej drewna.

Dla zoptymalizowania wieku rębności drzewostanów sosnowych utworzono model hodowlany dla sosny z danych taksacyjnych zestawionych na podstawie tablic zasobności Schobera. Na jego podstawie z pomocą tablic sortymentowych Borzemskiego (2) dla drzewostanów sosnowych określono modelowe sortymenty, następnie wyprowadzono wartość drzewostanu sosnowego dla czterech bonitacji, jako iloczyn miąższości netto (bez kory) poszczególnych sortymentów oraz cen umownych drewna na pniu (według cennika z 1988 r.), jak również cen skorygowanych według relacji światowych (rynku niemieckiego).

Koszty — ważny parametr, ustalono jako sumę kosztów zagospodarowania (hodowli, ochrony, urządzania, remontów i utrzymania obiektów leśnych) oraz kosztów ogólnych (ogólnoprodukcyjnych, ogólnoadministracyjnych i wydziałowych).

Z różnicy przychodów i wydatków obliczono rentę leśną.

Następnym parametrem rachunku był układ sortymentów, wynikający z możliwości produkcyjnych drzewostanów i przewidywanego zapotrzebowania odbiorców. Dla uproszczenia rachunku ograniczono się do sortymentów najcenniejszych drewna wielkowymiarowego, takich jak tartaczne I klasy jakości, sklejka i okleina. Uznano je za sortymenty gwarantujące wykorzystanie surowca dla celów przemysłowych.

Po uwzględnieniu wymienionych parametrów zbudowany został model, który pozwolił określić optymalny wiek rębności dla każdej z czterech bonitacji oraz maksymalny dochód (rentę leśną).

Przy ustalaniu optymalnego wieku rębności zastosowano model optymalizacyjny PL_r opracowany przez Tramplerę (11), wyrażony za pomocą wzorów:

$$f = \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n c_{ij} x_{ij} \quad (1)$$

przy warunkach:

$$\sum_{i=1}^n x_{ij} = b_i \quad (i = 1, 2, \dots, m) \quad (2)$$

$$\sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n a_{ij} x_{ij} = d \quad (3)$$

$$x_{ij} > 0 \quad (i = 1, 2, \dots, m; j = 1, 2, \dots, n) \quad (4)$$

gdzie:

- m — liczba bonitacji,
- i — numer bonitacji,
- n — liczba klas wieku,
- j — numer klasy wieku,
- b_i — część powierzchni leśnej w procentach, zajmowanej przez dany gatunek, o i -tej bonitacji, dla której ustala się wiek rębności,
- a_{ij} — procentowy udział cennego drewna wielkowymiarowego w użytkach rębnych j -tej klasy wieku dla i -tej bonitacji,
- c_{ij} — wielkość określająca zmianę renty leśnej zł/ha j -tej klasy wieku, dla i -tej bonitacji, w wyniku podwyższenia wieku rębności,
- d — wielkość zapotrzebowania na cenne drewno wielkowymiarowe w procentach, ustalona proporcjonalnie do jego udziału w użytkach rębnych.

W modelu zmiennymi decyzyjnymi są wielkości: x_{ij} — część powierzchni leśnej o i -tej bonitacji, wyrażona w procentach, na której powinno się pozyskać użytki rębne j -tej klasy wieku, dające cenne drewno wielkowymiarowe.

Funkcja kryterium modelu PL_r, oznaczona symbolem f (wzór 1), podlega maksymalizacji i wyraża wartość renty leśnej na jednostkę powierzchni.

Warunki ograniczające modelu PL_r prezentują wzory 2–4.

Warunki ograniczające sformułowane we wzorze (2) określają w procentach części powierzchni leśnej poszczególnych bonitacji oraz wyznaczają przedziały, w których optymalny wiek rębności może się wahać w zależności od zapotrzebowania na cenne drewno wielkowymiarowe.

Warunek przedstawiony we wzorze 3 daje pewność, że ilość drewna wielkowymiarowego, pozyskiwanego z użytków rębnych, w optymalnym wieku rębności, równa się ustalonemu zapotrzebowaniu.

Warunki ograniczające, ujęte we wzorze 4, zapewniają nieujemność wyrażonych w procentach części powierzchni leśnej poszczególnych bonitacji, na których powinny być pozyskane użytki rębne w optymalnym wieku rębności — zostanie z nich wymanipulowane cenne drewno wielkowymiarowe.

Z rozwiązania optymalnego modelu PL_r wynikają:

- optymalny wiek rębności drzewostanów w zależności od bonitacji oraz wielkość zapotrzebowania na drewno wielkowymiarowe uzyskiwane z użytków rębnych,
- zmiany wartości rocznej renty leśnej, spowodowane wydłużeniem lub skróceniem wieku rębności w stosunku do wieku osiągniętej kulminacji przeciętnego przyrostu rocznego całkowitej produkcji.

Ogólna charakterystyka warunków produkcji

Wśród gatunków lasotwórczych podstawowe znaczenie odgrywa sosna zwyczajna, która swoim zasięgiem obejmuje niemal cały teren kraju. Udział jej powierzchni w lasach Polski wynosi 69,3%. Szeroka amplituda ekologiczna oraz duża zdolność konkurowania z innymi gatunkami przesądzają o jej pierwszeństwie na przeważającej większości naszych siedlisk. Jednak nie we wszystkich miejscach swego występowania odgrywa sosna jednakową rolę.

Jako gatunek główny lub jeden z głównych, występuje sosna na siedliskach borów (suchych, świeżych, mieszanych świeżych), a także lasów miesznaych świeżych i wilgotnych (w krainach przyrodniczo-leśnych I–VI), na siedliskach boru mieszanego wyżowego (w krainach V, VI i VII) oraz w wariancie boru bagiennego BMG (w krainie VIII). Poza tym, jako gatunek domieszkowy, występuje sosna na siedliskach LMb, LMwyż., BMG, BG i LMG.

Na siedliskach skrajnie ubogich oraz nadmiernie wilgotnych tworzy sosna drzewostany jednogatunkowe oraz mieszane z brzozą lub świerkiem. Są to zwykle drzewostany o niskiej produktywności i jakości.

Również siedliska LMśw i LM nie zapewniają odpowiednich warunków produkcji drzewostanom sosnowym. Sosna osiąga tu wprawdzie wysoką bonitację (I–II) i duży przyrost miąższości ($4,5 \text{ m}^3$ grubizny na 1 ha rocznie), lecz słabo się oczyszcza, daje drewno szerokosłojne, ze zmurszałymi sękami, o znacznie obniżonej wartości technicznej.

Za optymalne dla sosny uznaje się siedliska: Bśw (32,7%), Bw (2,6%), BMśw (20,7%) i BMw (4%). Występują one łącznie na 60% powierzchni leśnej Polski, a roczna produkcja grubizny na 1 ha wynosi: Bśw — 3 m^3 , Bw i BMśw — $4,1 \text{ m}^3$; oraz BMw — $4,4 \text{ m}^3$. Trzebieże wczesne dla tej grupy siedlisk rozpoczyna się zwykle w około 20-letnich, a trzebieże późne w 40-letnich drzewostanach.

Bardziej szczegółowy opis warunków produkcji w drzewostanach sosnowych podano dla siedlisk boru świeżego (Bśw) i boru mieszanego świeżego (BMśw).

Bór świeży występuje na nizinach niemal we wszystkich krainach przyrodniczo-leśnych. Lite drzewostany sosnowe, zagospodarowane rębnią zupełną, osiągają bonitacje II–IV, rzadziej I. Uprawy powstają z sadzenia lub w korzystniejszych warunkach z siewu. Istnieje możliwość wykorzystania odnowień naturalnych, szczególnie w Krainie II i w rejonach obfitujących w opady. Odnowienie może powstawać z samosiewu bocznego na wąskich zrębach lub z samosiewu górnego, przy zastosowaniu rębni częściowej II. W składzie gatunkowym drzewostanów poza dominującą sosną powinno się uwzględniać obfitą (do 20%), zróżnicowaną domieszkę, pełniącą rolę fitomelioracyjną i pielęgnacyjną. W czyszczeniach upraw i modników sosnowych na siedlisku boru świeżego należy zwracać uwagę na regulowanie składu gatunkowego i przeciwdziałać procesowi opanowywania powierzchni przez mało wartościowy nalot i odrośla. W okresie trzebieży wczesnych konieczne jest wprowadzenie drugiego piętra lub podszytu (dębu bezszypułkowego, jodły, buka, świerka). Powstałe dolne warstwy kontynuują skutecznie pielęgnacyjną i biocenotyczną rolę domieszki, mają również wpływ na wzrost wartości pozyskiwanych sortymentów drzewnych.

Bór mieszany świeży jest najodpowiedniejszym siedliskiem dla sosny, która osiąga tu najlepsze wyniki produkcyjne, zarówno pod względem ilościowym, jak i jakościowym. Na tym siedlisku występują obecnie najczęściej lite drzewostany sosnowe I–II klasy bonitacji, czasem z domieszką innych gatunków, z silniej lub słabiej rozwiniętym drugim piętrzem oraz z podszytem. Sposób zagospodarowania tych drzewostanów zależy od zaplanowanego typu gospodarczego drzewostanu, który z kolei powinien być ściśle uzgodniony z siedliskiem i warunkami przyrodniczo-leśnymi danej krainy lub dzielnicy. W typach gospodarczych drzewostanów złożonych z gatunków nie wymagających osłony, stosuje się zwykle rębnię zupełną I i odnowienie sztuczne, ewentualnie wykorzystuje się samosiew boczny. Jeśli oprócz sosny występują gatunki drzew cienioznośnych i ceniolubnych, wskazane jest stosowanie jednej z rębni częściowych II. W rębniach zupełnych, w drzewostanach z dominującą sosną, w celu zapewnienia udziału gatunków wrażliwych, wymagających w młodości osłony, wprowadza się te gatunki w odpowiednim czasie pod przerzedzający się okap drzewostanu przewidzianego do usunięcia. Przy pielęgnowaniu upraw z samosiewu lub z odnowienia sztucznego zwracać należy szczególną uwagę na regulowanie składu gatunkowego (czynność ta dotyczy również czyszczeń późnych). Wyboru drzew dorodnych dokonuje się w okresie trzebieży wczesnej, z zachowaniem procentowego udziału poszczególnych gatunków, wchodzących w skład typu gospodarczego drzewostanu. Przed przystąpieniem do trzebieży późnej w drzewostanie powinno się pojawić lub być wprowadzone drugie piętro.

Zasady postępowania hodowlanego (14) — uproszczony schemat (odnowienie sztuczne)

Zakładanie i pielęgnowanie upraw

- Uprawa gleby** — wyoranie bruzd ze spulchnieniem;

- **Sadzenie** — sosna (gatunek główny) 15–16 tys. sztuk na 1 ha, domieszka gatunków liściastych 20%;
- **Pielęgnowanie** — odchwaszczanie i spulchnianie gleby wokół sadzonek (w miarę potrzeby do trzeciego roku uprawy).

Cięcia pielęgnacyjne

- **Czyszczenia wczesne:** cięcia wykonywane w okresie uprawy, przed osiągnięciem zwarcia (orientacyjnie do 10 lat) według zasady selekcji negatywnej (usuwanie niepożądanych drzewek). Zabieg zwykle jednorazowy — do okresu młodnika powinno pozostać od 10–12 tys. drzewek sosny na 1 ha.
- **Czyszczenia późne:** cięcia wykonywane w okresie młodnika, od powstania zwarcia do rozpoczęcia procesu wydzielania się (orientacyjnie do 20 roku), według zasady selekcji negatywnej (usuwanie drzew chorych, obumierających i obumarłych) raz przerzedzanie nadmiernie zagęszczonych fragmentów. Zabieg zwykle jednorazowy. Jego zadaniem jest przygotować drzewostan do pierwszej trzebieży (powinno pozostać około 5 tys. drzew sosny na 1 ha). Prawidłowo wykonane czyszczenie późne decyduje o jakości przyszłego drzewostanu.
- **Trzebieże wczesne:** cięcia wykonuje się w drzewostanie dojrzewającym, w okresie największego nasilenia się procesu wydzielania (orientacyjnie w wieku 20–40 lat) według zasady selekcji pozytywnej (popieranie odpowiedniej liczby drzew najlepszej jakości, o największym przyroście, równomiernie rozmieszczonych). Podczas trzebieży wczesnej dokonuje się wyboru drzew dorodnych, oznacza się je i usuwa drzewa szkodliwe. Pożądana liczba drzew dorodnych wynosi 500–600 na 1 ha. Okres nawrotu trzebieży wczesnej wynosi około 5 lat (zwykle 4 zabiegi). W rezultacie trzebieży wczesnych drzewostan powinien posiadać pożądany skład gatunkowy i wysoką jakość.
- **Trzebieże późne:** cięcia wykonuje się w okresie drzewostanu dojrzałego, gdy proces wydzielania się drzew zaczyna słabnąć (orientacyjnie w wieku 40 lat), według zasady selekcji pozytywnej. Pożądana liczba drzew dorodnych powinna wynosić 350–500 na 1 ha. Jednorazowy pobór miąższości drewna nie powinien być większy niż 15%. W drzewostanach sosnowych z drugim piętnem lub pojawiającym się odnowieniem naturalnym nasilenie cięć może być większe. Okres nawrotu cięć wynosi 8–10 lat. Liczba trzebieży późnych zależna jest od wieku rębności drzewostanu.

Inne zabiegi hodowlane

- **W okresie drzewostanu dojrzewającego** (trzebież wczesna) można podkrzesywać drzewa w celu poprawienia ich wartości technicznej. Zabieg wykonuje się na drzewach dorodnych, o pierśnicy większej niż 10 cm, do wysokości 8 m; usuwa się tylko martwe gałęzie. Następnie, wprowadza się dolne piętro lub podszyt.
- **W okresie drzewostanu dojrzałego** (trzebieże późne) ewentualnie przerabia się (spulchnia) szkodliwą pokrywę gleby.

Optymalizacja celu produkcji

Podstawowym parametrem rachunku optymalizacji była renta leśna. Uzyskano ją z różnicy przychodów i wydatków w określonym cyklu produkcji, przy aktualnych cenach w kraju oraz cenach skorygowanych według relacji światowych. Przyjęto zatem dwa poziomy cen. Układ cen krajowych, jako wynik klasyfikacji jakościowo-wymiarowej, ograniczony tylko do trzech klas jakości i grubości drewna wielkowymiarowego, oparty na średnich cenach, nie pozwalał uzyskać właściwych relacji. Układ cen światowych ustalono dla rynku RFN. Jest on rozbudowany do czterech klas jakości (A, B, C, D) oraz ośmiu klas grubości (1a, b; 2a, b; 3a, b; 4 i 5).

Wielkość renty leśnej (dochodu) jest zróżnicowana w zależności od bonitacji, rodzaju trzebieży, udziału sortymentów cennych oraz wieku rębności (tab. 1–3, ryc. 1, 2). Z rozwiązania optymalnego modelu PLr uzyskano przy cenach skorygowanych (tab. 4): dla trzebieży umiarkowanej maksymalną średnią ważoną dla czterech bonitacji rentę roczną 54,3 tys. zł na 1 ha, w wieku rębności 126 lat, przy 20-procentowym udziale sortymentów cennych (tab. 4, ryc. 1) oraz odpowiednio niższą rentę dla trzebieży silnej — 46,6 tys. zł na 1 ha, w wieku rębności 129 lat, przy 25-procentowym udziale drewna cennego (tab. 4, ryc. 1) i wreszcie dla trzebieży górnej — rentę 39,8 tys. zł na 1 ha, w wieku rębności 118 lat, przy 25-procentowym udziale drewna cennego (tab. 4, ryc. 1).

Uzyskane wyniki potwierdzają badania Assmanna (1), który utrzymuje, że cięcia trzebieżowe w drzewostanach sosnowych powinny być prowadzone w umiarkowanym nasileniu, a w późniejszym wieku, w nasileniu słabym. Zmiana nasilenia cięć trzebieżowych w zależności od wieku pozwala według Assmanna wykorzystać w pełni możliwości produkcyjne siedlisk.

Przy maksimum renty leśnej, dla trzebieży umiarkowanej, 20-procentowym udziale drewna cennego w pozyskiwanej miąższości, zróżnicowanie wieku rębności i powierzchni dla kolejnych czterech bonitacji drzewostanów sosnowych kształtuje się następująco (tab. 4):

bonitacja	optymalny wiek rębności (lata)	powierzchnia drzewostanów sosnowych (%)
I	125	29
II	130	37
III	125	26
IV	115	8

Podsumowanie

Praca jest próbą sformułowania ekonomicznych podstaw programowania hodowlanego dla drzewostanów sosnowych, w tym nowego kryterium celu produkcji, przez optymalizację wieku rębności. W kolejnych etapach badań dokonano analizy warunków produkcji w drzewostanach sosnowych, pod kątem pełnego wykorzystania możliwości produkcyjnych siedlisk i zapasu drzewnego na pniu. Zwrócono uwagę na siedliska ekstremalne boru suchego i boru bagiennego, na których sosna spełnia przede wszystkim rolę ekologiczno-ochronną i nie powinna być brana pod uwagę w rachunku optymalizacji. Analizę wydajności drzewostanów sosnowych przeprowadzono zatem tylko dla czterech bonitacji (I–IV).

TABELA I
Dane wyjściowe rachunku optymalizacji
Sosna, trzebież umiarkowana, ceny skorygowane

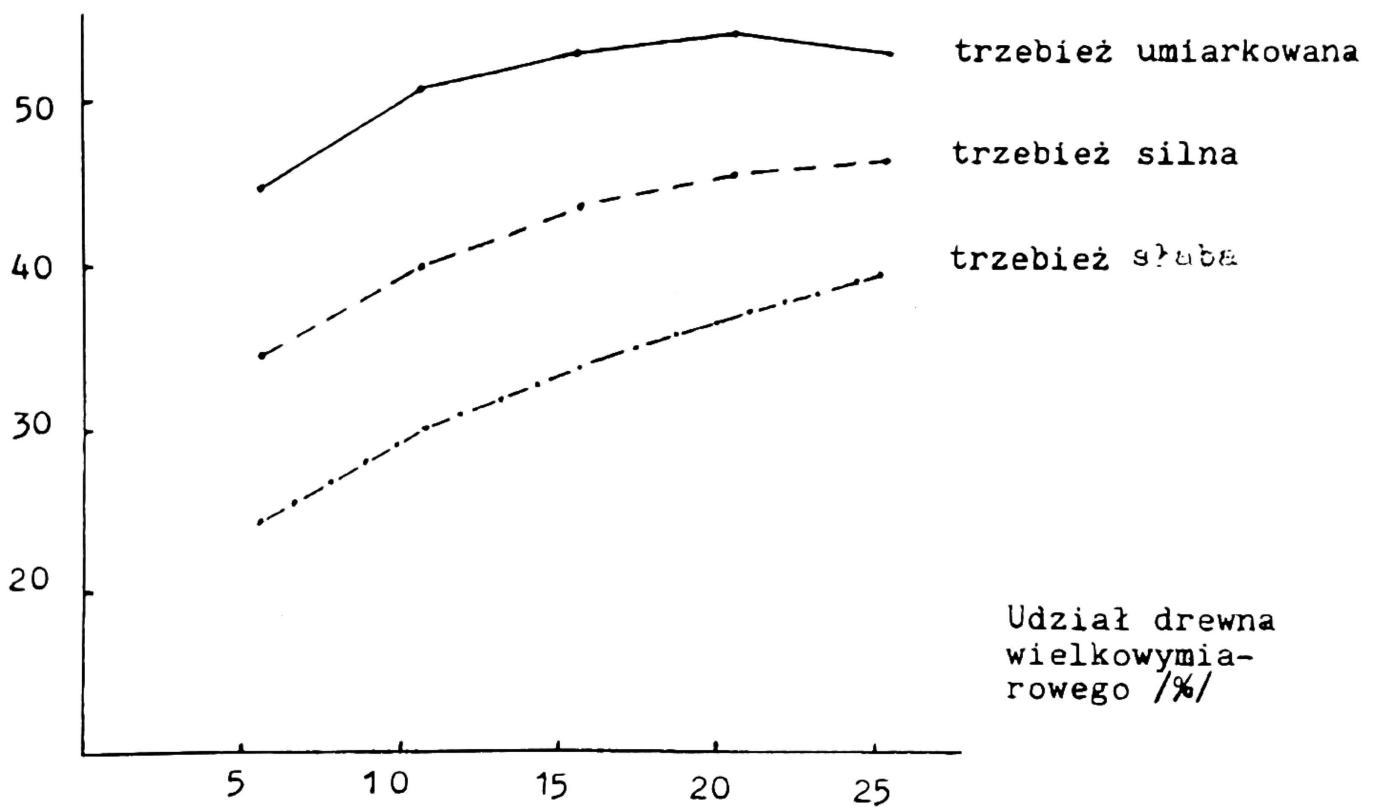
Wiek	Bonitacja I		Bonitacja II		Bonitacja III		Bonitacja IV	
	renta roczna w zł	% udziału sort. cennych	renta roczna w zł	% udziału sort. cennych	renta roczna w zł	% udziału sort. cennych	renta roczna w zł	% udziału sort. cennych
70	70066	3,7	30226	1,2	7138	0,0	866	0
75	74958	4,8	33639	1,9	9781	0,5	1193	0
80	79275	6,5	36466	2,7	10092	0,5	1825	0
85	83879	7,9	40103	3,6	11304	0,5	1898	0
90	88927	10,7	41717	4,2	12160	0,9	2730	0
95	90024	12,4	46181	6,8	12545	1,3	3018	0
100	92938	15,6	47003	8,3	13363	2,1	3815	0,5
105	97311	18,6	47891	9,4	15850	4,1	3835	0,5
110	103201	23,7	48508	11,3	16061	4,9	4691	1,0
115	103889	26,3	48311	12,9	16700	6,5	4833	1,0
120	105256	29,5	49477	16,0	16665	7,8	4367	1,1
125	105966	32,1	50808	19,6	16775	9,4	4019	1,6
130	101030	31,7	50846	21,9	16266	10,8	3694	1,6
135	101635	34,2	50628	24,2	15099	10,9	3568	2,8
140	102065	37,2	50892	27,6	14676	12,3	3224	3,5

TABELA 2
Dane wyjściowe rachunku optymalizacji
Sosna, trzebież silna, ceny skorygowane

Wiek	Bonitacja I		Bonitacja II		Bonitacja III		Bonitacja IV	
	renta roczna w zł	% udziału sort. cennych	renta roczna w zł	% udziału sort. cennych	renta roczna w zł	% udziału sort. cennych	renta roczna w zł	% udziału sort. cennych
70	60819	4,4	25706	1,6	4797	0,0	-2388	0
80	67928	8,3	30126	3,2	7238	0,6	-1008	0
90	73623	12,5	35862	6,4	9117	1,6	276	0
100	82596	21,7	37737	9,5	10848	3,6	1505	0,6
110	88770	29,9	41842	15,9	12509	6,5	1833	0,6
120	89706	34,7	44198	22,2	12995	9,3	2761	1,9
130	90069	40,3	45190	27,7	13452	11,7	3228	3,8
140	90124	46,2	45436	32,4	13991	18,9	2910	5,1

TABELA 3
Dane wyjściowe rachunku optymalizacji
Sosna, trzebież słaba, ceny skorygowane

Wiek	Bonitacja I		Bonitacja II		Bonitacja III		Bonitacja IV	
	renta roczna w zł	% udziału sort. cennych	renta roczna w zł	% udziału sort. cennych	renta roczna w zł	% udziału sort. cennych	renta roczna w zł	% udziału sort. cennych
70	47923	5,7	18589	1,9	-391	0,7	-2388	0
80	50343	8,9	22486	4,2	3492	0,7	-1008	0
90	63257	19,4	27122	8,3	4745	2,1	276	0
100	68399	26,8	30049	12,6	7195	5,3	1505	0,6
110	75216	34,6	35473	21,9	9467	9,4	1833	0,6
120	77580	40,2	37827	27,6	9723	11,9	2761	1,9
130	79889	46,2	41046	34,8	12339	21,4	3228	3,8
140	81724	51,5	43187	40,5	14214	27,8	2910	5,1



RYC. 1. Wielkość rocznej renty dla sosny, średniej z czterech bonitacji, w optymalnym wieku rębności przy spodziewanym udziale drewna cennego

Na podstawie modelu hodowlanego, utworzonego na podstawie tablic zasobności Schobera zoptymalizowano cel produkcji dla wieku rębności w pełnym cyklu, dla trzech rodzajów cięć trzebieżowych, o różnym nasileniu (trzebież umiarkowana, silna i słaba). Z rachunku optymalizacji wynika, że powinno się różnicować cel produkcji. Szczególnie na siedliskach bogatszych cykl produkcji drzewostanów sosnowych powinno się przedłużyć powyżej wieku kulminacji przyrostu całkowitej produkcji, do uzyskania korzystnych dymensji, co jest wskazane z punktu widzenia ekonomicznego, lub skrócić go na siedliskach uboższych. Najbardziej efektywne wyniki w formie rocznej renty leśnej na 1 ha uzyskano z trzebieży umiarkowanej. Jej średnia wartość pieniężna według cen skorygowanych w stosunku do cen światowych, określona na podstawie czterech bonitacji, jest większa o 16,5% niż dla trzebieży silnej i o 36,4% większa niż dla trzebieży słabej (górnej). Mając na względzie potrzebę ekonomizowania procesów produkcyjnych w leśnictwie, które prowadzą do ustalania celów produkcji i optymalnego wieku rębności, uzyskane wyniki powinny znaleźć zastosowanie w praktyce gospodarczej przy korekcie zasad techniczno-hodowlanych (dla sosny) oraz nowelizacji instrukcji urządzania lasu.

TABELA 4

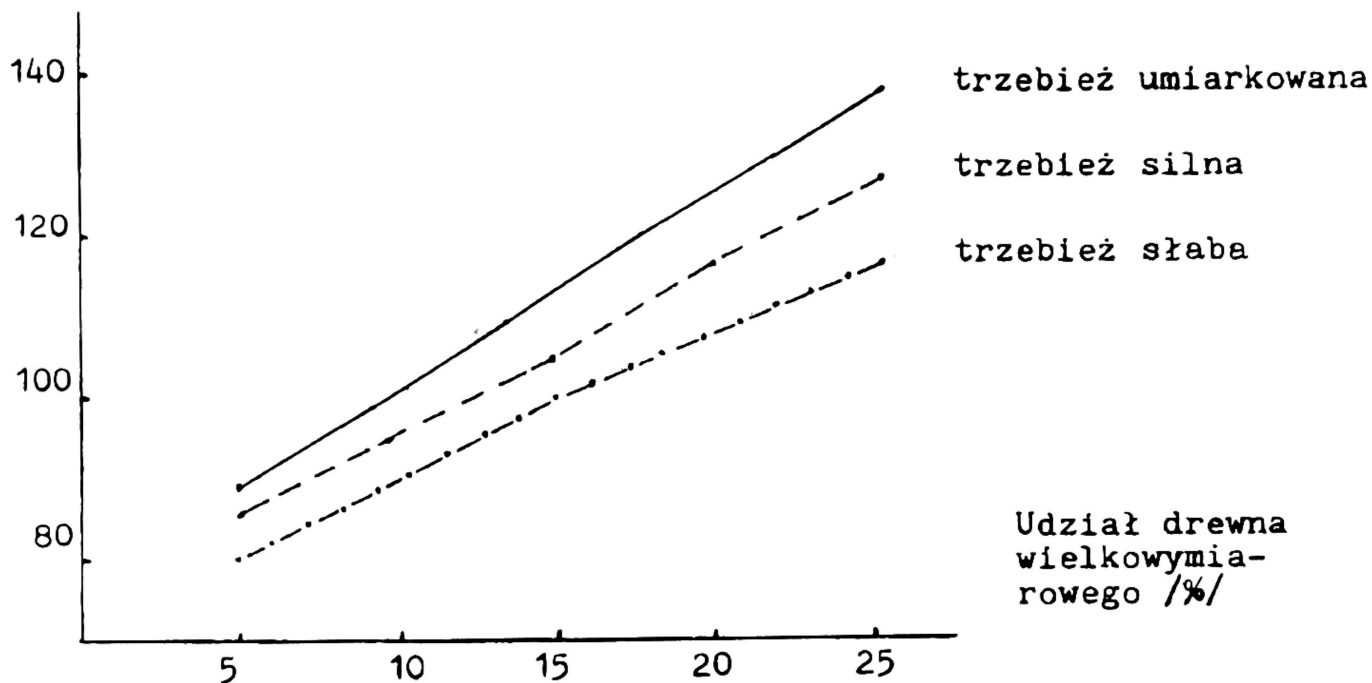
Dane wynikowe rachunku optymalizacji dla sosny w bonitacjach
Sosna, ceny skorygowane¹

Rodzaj trzebieży	Bonitacja I		Bonitacja II		Bonitacja III		Bonitacja IV						
	Udział sort. cennych w drewnie wielkowym miarowym %	Udział wiek rębności %	Udział wiek rębności %	Udział wiek rębności %	Udział wiek rębności %	Udział wiek rębności %	Udział wiek rębności %	Udział wiek rębności %					
2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	
Umiar- kowana	5	90	29	88927	90	21,12	41717	85	26	11309	85	8	1899
	10	90	3,93	88927	95	15,88	46181	105	26	15850	115	8	4833
	15	110	25,07	103201									
	20	120	29	105256	110	31,05	48508	115	26	16700	115	8	4833
	25	125	29	105966	125	5,95	50808	125	26	16775	115	8	4833
					140	1,12	50892						
	25	140	29	102065	140	37	50892	140	26	14676	140	8	3224
Silna	5	80	29	67928	80	6,72	30126	90	26	9117	80	8	-1008
	10	100	26,62	82596	90	30,28	35862	100	26	10848	110	8	1833
		110	2,38	88770									

I	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
15	110	29	88770	90	8,44	35862	100	26	10848	120	8	2761	
20	110	7,31	88770	120	28,56	41842	110	26	12509	130	8	3228	
25	120	21,69	89706	130	37	44198	130	8,47	13452	130	8	3228	
		29	89706	140	37	45190	140	17,53	13991				

Górna	5	70	28,90	47923	90	37	27122	80	26	3492	80	8	-1008
		90	0,10	63257									
	10	90	25,39	63257	90	37	27122	90	26	4745	100	8	1505
		110	3,61	75216									
	15	110	29	75216	90	33,91	27122	100	26	7195	130	8	3228
					100	3,09	30049						
	20	110	29	75216	110	37	35473	100	23,54	7195	130	8	3228
								110	2,46	9467			
	25	110	29	75216	110	5,72	35473	110	26	9467	130	8	3228
					130	31,28	41046						

¹ Relacje cen światowych wg rynku zachodnioniemieckiego



RYC. 2. Optymalny wiek rębności dla sosny, średni dla czterech bonitacji, w zależności od spodziewanego udziału drewna cennego

Literatura

1. **Assmann E.**: Nauka o produktywności lasu. PWRiL 1968, Warszawa.
2. **Borzemski E.**: Tablice sortymentowe dla rębnych i bliskorębnych drzewostanów sosnowych. Prace IBL nr 244. Warszawa: PWRiL, 1961.
3. **Ilmurzyński E.**: Planowanie hodowlane jako niezbędny warunek realizacji perspektywicznych celów produkcji w gospodarstwie leśnym. Sylwan 1962, nr 4.
4. **Klocek A.**: Nowa metoda optymalizacji kolejności użytkowania rębnych drzewostanów (OUR). Sylwan 1981, nr 6.
5. **Miś R.**: Cele produkcji leśnej i zasady postępowania gospodarczego w warunkach społecznej gospodarki rynkowej. Sylwan 1993, nr 1.
6. **Partyka T., Arbatowski S., Sobczak R.**: Doskonalenie metod programowania hodowlanego przy zastosowaniu ETO. Dokumentacja IBL, Warszawa 1989.
7. **Schober R.**: Ertragstafeln wichtiger Baumarten. J.D. Sauerländer's Verlag. Frankfurt am Main, 1975.
8. **Smykała J.**: Etat — rozmiar. Problemy wzrostu produktywności lasów w Polsce. Materiały Sesji Naukowej PTL nt. "Lasy i drewno u progu XXI wieku". Stare Jabłonki, 1981.

9. **Szymański S.**: Cele, metody i technika trzebieży. W: Trzebieże. PWRiL 1980, Warszawa.
10. **Trampler T., Suwara E.**: Teoretyczne założenia obliczania optymalnego wieku rębności na przykładzie drzewostanów sosnowych. Sylwan 1965, nr 6.
11. **Trampler T., Wdowiak J.**: Rachunek optymalizacyjny w leśnictwie. PAN — Wydział Nauk Rolniczych i Leśnych. Seria D — Monografie. Tom 197. PWN, Warszawa 1982.
12. **Włoczewski T.**: Zasady planowania przemiany drzewostanów. IBL — Wydawnictwa Pomocnicze i Techniczno-Gospodarcze. Seria B Nr 23, Warszawa 1949.
13. Instrukcja urządzania lasu. Tom 1: Prace urządzeniowe. PWRiL 1980, Warszawa.
14. Zasady hodowli lasu. PWRiL 1988, Warszawa.

Summary

The foundations of silvicultural programming (planning) and new criteria for determination of the production aim through optimization of cutting age were formulated in the work. The solution of the problem covered by the scope of this work was preceded by an analysis of production conditions on the sites best suitable for pine.

Pine was treated as dominant species. It was stated, that pine stands on extremal sites of dry and boggy coniferous forest fulfil first of all an ecological and protection role and for that reason those sites were not taken into account in optimization calculation.

Similar assumptions were adopted for pine stands on rich hardwood forest sites, where pine gives high production effects, but its woody sorts produced in those conditions are of low quality. Thus pine should not be introduced onto such sites as the main species.

The production target defined for pine was then optimized with computing. The main stand was optimized for four quality classes (I–IV) and three thinning methods (moderate, strong, and weak) differing in the degree of the intensity of cuttings. A silvicultural model settled on the basis of Schober's volume tables for pine was used. The results obtained so far prove that a moderate thinning showed to be the most favourable among tending treatments carried out in pine stands. Application of such a thinning ensures the maximum forest rent (maximum income) at the cutting age of 126 years, being higher by 16.5% than in the case of strong thinning and higher by 36.4% of weak thinning.