

MICHAŁ ZASADA, JACEK P. SIRY, CHRIS J. CIESZEWSKI

Intensywna gospodarka leśna na Południu Stanów Zjednoczonych Ameryki Północnej

Intensive Forest Management in the US South

ABSTRACT

Forest management profitability can be raised by increasing stand productivity, which comprises improving wood yields and quality. The United States of America provides a good example of intensive management techniques applied on large scale to substantially increase forest productivity. Experiences of the U.S. South's forestry sector provide evidence that research-based intensive growth technologies are the key factor in ensuring adequate wood supplies and in effectively promoting sustainable management of the region's forest resource. Management treatments such as applications of fertilizers and herbicides have yielded large productivity increases to date. Genetic improvement also has yielded large productivity increases along with improving stem straightness, wood properties, and disease resistance. Modern timber growth technologies already make possible doubling or even tripling current pine growth rates, while research progress indicates that current growth technologies can be improved even further.

KEY WORDS

intensive forest management, fertilization, herbicide, thinning

Wstęp

Opłacalność gospodarki leśnej można polepszyć między innymi przez podniesienie produktywności lasu, to jest zwiększenie ilości i jakości surowca, który można pozyskać w określonym czasie z jednostki powierzchni [Bruchwald 1980]. Sposób ten ma rację bytu wówczas, gdy z jednej strony istnieje odpowiednio wysokie zapotrzebowanie na drewno, z drugiej natomiast, gdy koszty poniesione na intensyfikację zabiegów rekompensowane są przez znaczący przyrost masy i/lub wartości surowca możliwego do pozyskania z danego drzewostanu.

Modelowym przykładem kraju, w którym na dużą skalę prowadzone są wysiłki mające na celu zwiększenie produktywności drewna są Stany Zjednoczone Ameryki Północnej. Celem niniejszego artykułu jest przedstawienie intensywnej gospodarki leśnej prowadzonej w drzewostanach sosnowych na Południu tego kraju, jej filozofii i naukowych podstaw oraz efektów intensyfikacji zabiegów hodowlanych na każdym etapie prowadzenia gospodarki leśnej.

MICHAŁ ZASADA

Samodzielny Zakład Dendrometrii i Nauki
o Produkcyjności Lasu, Wydział Leśny SGGW
ul. Nowoursynowska 161
02-787 Warszawa
zasada@delta.sggw.waw.pl

Leśnictwo na południu USA

Stany Zjednoczone są czwartym pod względem powierzchni lasów krajem na świecie [FAO 2001,

JACEK P. SIRY

D.B. Warnell Scholl of Forest Resources
University of Georgia
Athens, GA 30602 USA
jsiry@forestry.uga.edu

CHRIS J. CIESZEWSKI

D.B. Warnell Scholl of Forest Resources
University of Georgia
Athens, GA 30602 USA
biomat@forestry.uga.edu

Smith i in. 2002] oraz największym światowym konsumentem drewna i produktów drzewnych [FAO 2002]. Lasy USA zajmują obszar ponad 302 milionów hektarów, czyli niemal dokładnie 1/3 powierzchni lądowej kraju [Smith i in. 2002]. Około 204 milionów hektarów lasów jest sklasyfikowanych jako lasy produkcyjne, czyli obszary leśne zdolne produkować co najmniej 1,4 metra sześciennego drewna na hektar na rok i nie wyłączone z użytkowania na mocy przepisów prawa. Prawie 60% lasów znajduje się w rękach prywatnych właścicieli (osób fizycznych). Przemysł drzewny posiada jedynie niecałe 10% ogólnej powierzchni leśnej, jednakże są to niemal wyłącznie lasy produkcyjne.

Większość zinventaryzowanego zapasu drewna w USA (58%) stanowią gatunki iglaste. Skład gatunkowy lasów różni się znacznie między regionami. Około 90% zapasu drzewostanów liściastych zlokalizowane jest na wschodzie, a ponad 2/3 miąższości drzewostanów iglastych na zachodzie kraju [Smith i in. 2002]. Roczne pozyskanie surowca wynosi około 450 milionów m³, co odpowiada prawie 2% ogólnego zapasu drzewostanów. Blisko 2/3 pozyskania stanowi drewno iglaste. Bieżący roczny przyrost miąższości w skali kraju przewyższa pozyskanie o prawie 50%.

Szczególnym regionem Stanów Zjednoczonych jest Południe, składające się z 13 stanów (ryc. 1). Region ten jest największym producentem drewna w USA i na świecie. Jego lasy obejmują około 40% powierzchni leśnej Stanów Zjednoczonych i około 20% zapasu drzewostanów iglastych. Jednocześnie region ten dostarcza prawie 2/3 surowca iglastego w skali całego kraju, to jest prawie 300 milionów m³, i wielkość ta stale rośnie. Plantacje sosnowe na Południu USA stanowią około 1/3 powierzchni światowych plantacji drzew szybkorosnących. Drzewostany sosnowe regionu stanowią mniej niż 3% światowego arealu gatunków iglastych, ale dostarczają niemal 1/5 ogólnej ilości surowca iglastego okrągłego [FAO 2001, 2002; RPA 2002; Smith i in. 2002]. Przeciętny roczny przyrost miąższości na Południu nieznacznie przewyższa pozyskanie (około 5%), zaś w przypadku gatunków iglastych w końcu lat dziewięćdziesiątych pozyskanie było większe od przyrostu miąższości o około 10%. Lasy Południa znajdują się niemal wyłącznie w rękach prywatnych. Indywidualni właściciele posiadają około 70% lasów, a przemysł drzewny i fundusze inwestycyjne około 20% lasów. Pozostałe obszary leśne stanowią lasy państwowe i różnego rodzaju lasy publiczne [Smith i in. 2002].



Ryc. 1.

Południowy region Stanów Zjednoczonych
Southern region of the United States

Leśnictwo amerykańskie, zwłaszcza na Południu, znajduje się obecnie w szczególnym okresie. Musi ono sprostać wciąż zwiększającemu się popytowi na drewno. Ostatnie prognozy przewidują zwiększenie użytkowania w regionie o 30, a nawet o 50% w ciągu najbliższych 40 lat [Prestemon i Abt 2002]. Spodziewane zwiększenie użytkowania wynika z kilku przyczyn. Przede wszystkim na wielu obszarach, zwłaszcza na Zachodzie USA, który charakteryzuje się znacznym udziałem lasów na terenach publicznych, zostały wprowadzone istotne ograniczenia w użytkowaniu lasu. Ograniczenia te wynikają przede wszystkim z nacisków różnych środowisk na ochronę środowiska. Jest to między innymi związane z faktem, że plany urządzenia lasów publicznych można zaskarżyć w sądzie. Ponadto, ze względu na rozwój cywilizacyjny oraz zwiększenie zamożności społeczeństwa, stale wzrasta zapotrzebowanie na drewno i produkty drzewne, którego nie są (i nie będą) w stanie pokryć technologie odzyskiwania surowców wtórnych i różne alternatywne źródła celulozy [Dangerfield i Hubbard 2001]. Ponieważ struktura własnościowa lasów na Południu (miażdżąca przewaga udziału lasów prywatnych nad publicznymi) znacznie utrudnia wprowadzenie ograniczeń w użytkowaniu, spodziewane jest jeszcze głębsze przesunięcie głównego źródła surowca drzewnego w stronę tego regionu.

Prognozy programu badawczego SFRA [Wear 2002] mówią, że całkowita powierzchnia leśna w regionie w ciągu najbliższych 50 lat pozostanie mniej więcej stabilna. Stan ten jednak będzie wynikiem równowagi pomiędzy wylesieniami i zalesieniami nowych terenów. Potencjalne zmniejszenie powierzchni lasów produkcyjnych na Południu związane jest głównie z prognozowanym zwiększeniem populacji. Ostatni raport amerykańskiej Służby Leśnej podaje, że liczba mieszkańców Południa zwiększy się o około 1/3 w ciągu najbliższych 20 lat [Tarrant i in. 2002]. Spowoduje to zwiększenie zapotrzebowania na tereny pod infrastrukturę i budownictwo (głównie tradycyjną, niską zabudowę jednorodziną), co będzie głównym powodem kurczenia się terenów przeznaczonych do produkcji drewna. Zwiększająca się zamożność społeczeństwa podniesie również zapotrzebowanie na tereny rekreacyjne oraz inne pozaprodukcyjne funkcje lasu, co spowodować może ryzyko dalszego zmniejszania obszaru lasów produkcyjnych. Z drugiej jednak strony przewiduje się, że na skutek niskiej opłacalności produkcji rolnej, duże obszary gruntów rolnych będą zalesiane, głównie rodzimą sosną, która była tradycyjnie używana do zalesiania gruntów porolnych na Południu, ze względu na cenne drewno i przystosowanie do lokalnych warunków przyrodniczych [Dangerfield i Newman 1995].

W przeszłości główną rolę w zwiększeniu obszaru plantacji sosnowych odegrał Program Ochrony Rezerw (Conservation Reserve Program, CRP). W wyniku jego wprowadzenia w latach 1986-1992 w regionie powstało ponad 526 tysięcy hektarów nowych drzewostanów sosnowych, głównie drogą zalesienia gruntów porolnych i nieużytków [Dangerfield i Newman 1995]. Na większości zalesionych obszarów rolniczych obserwuje się zwiększenie produktywności wynikające z pozostałości nawożenia. Brak konkurencji ze strony innej roślinności, głównie drzew i krzewów liściastych, również zwiększa przyrost miąższości. Szacuje się, że plantacje programu CRP osiągają tempo wzrostu dwu- trzykrotnie przewyższające typowe plantacje założone na terenach leśnych [Dangerfield i Hubbard 1998].

Intensywna gospodarka leśna – plantacyjna uprawa sosny

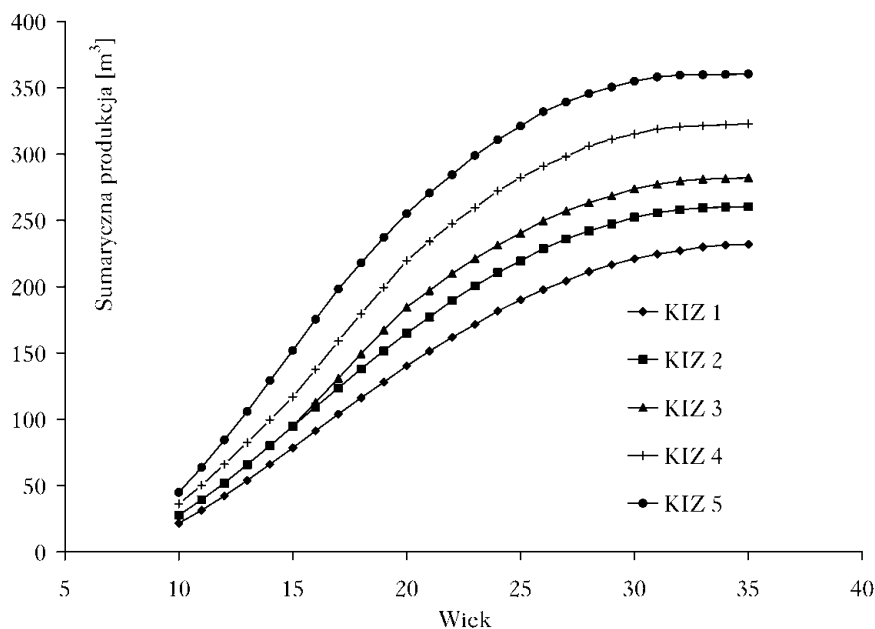
Intensywna gospodarka leśna na Południu USA polega na różnych zabiegach zwiększających przyrost miąższości drzewostanu, polepszających jakość drzew przy produkcji drewna wielkowieściowego, oraz skracających kolej rębów. Intensywne zagospodarowanie lasu, głównie plantacji sosnowych, rozpoczęło się w dużej skali w połowie lat osiemdziesiątych i od tamtej pory skala tego zjawiska nieustannie się zwiększa. Podstawowymi drzewami tworzącymi plantacje

przemysłowe są rodzime gatunki sosen: sosna łuczycowa (*Pinus taeda* L.) i sosna Elliotta (*Pinus elliottii* Engelm.)¹. Poza Stanami Zjednoczonymi gatunki te są stosowana w uprawie plantacyjnej w Ameryce Południowej i na południu Afryki, gdzie charakteryzują się znacznie większą produktywnością, niż w Ameryce Północnej. Stąd głównym celem intensyfikacji zabiegów jest stworzenie warunków pozwalających na osiągnięcie przez sosnę swojego maksymalnego potencjału wzrostowego [Borders i Bailey 2001]. Potencjał ten na większości siedlisk na Południu szacowany jest na 20 do 40 m³/ha/rok. Poza zwiększonym przyrostem, znaczny zysk w sensie gospodarczym i przyrostowym jest również możliwy do osiągnięcia przez skrócenie kolei rębny [Prisley i Malmquist 2002].

Nowsze plantacje sosnowe, zakładane po roku 1990, są prowadzone w sposób znacznie intensywniejszy niż poprzednie ich generacje, kiedy to stosowane w nich zabiegi ograniczały się tylko do przygotowania gleby przed sadzeniem. Współczesna gospodarka plantacyjna wykorzystuje powszechnie techniki będące owocem licznych badań i eksperymentów prowadzonych przez firmy leśne, konsorcja badawcze i uniwersytety. Do technik tych należą: sadzenie starannie wyselekcjonowanego materiału sadzeniowego, nawożenie mineralne oraz chemiczne zwalczanie chwastów i konkurencyjnej roślinności drzewiastej. W przypadku, gdy celem hodowlanym jest produkcja drewna wielkowymiarowego, stosowane są również trzebieże, a w niektórych przypadkach podkrzesywanie. Gospodarka prowadzona przez przemysł drzewny w drzewostanach sosnowych jest szczególnie dobrym przykładem tego, jak oparta na badaniach naukowych intensyfikacja zabiegów hodowlanych przekłada się na zwiększenie produktywności i opłacalności produkcji leśnej.

Efekt stosowania zabiegów hodowlanych o różnym nasileniu przedstawić można na przykładzie tablic zasobności opracowanych przez Sirego i in. [2001] na podstawie wyników ankiety przeprowadzonej wśród dużych firm leśnych. Siry i in. [2001] wyróżnili pięć klas intensywności zabiegów (KIZ, management intensity class, MIC). Klasa 1 reprezentuje tradycyjny sposób zagospodarowania drzewostanów sosnowych, polegający na stosowaniu tylko i wyłącznie przygotowania gleby przed sadzeniem. Klasa 2 reprezentuje małą intensywność zabiegów, gdy podczas sadzenia na uprzednio przygotowanym siedlisku stosuje się wyselekcjonowany materiał sadzeniowy. Klasa 3 opisuje efekty prowadzenia zabiegów o średnim nasileniu, które polegają na dodatkowym do klasy 2 stosowaniu nawożenia mineralnego. W drzewostanach klasy 4 dodatkowo stosuje się herbicydy. Wreszcie klasa 5 reprezentuje bardzo dużą intensywność zabiegów, przejawiającą się w kilkakrotnym stosowaniu nawożenia i herbicydów. Sumaryczna produkcja w wieku 25 lat na średniej jakości siedliskach waha się od około 190 m³/ha dla klasy 1 do niemal 325 m³/ha dla klasy 5 [Siry i in. 2001], co przekłada się na przyrost przeciętny roczny od 7,5 m³/ha (klasa 1) do 13 m³/ha (klasa 5). Warto przy tym zwrócić uwagę, że przeciętny roczny przyrost grubizny brutto w polskich Lasach Państwowych wynosi około 7,8 m³/ha/rok (CILP 2002), czyli zbliżony jest do tego, który notuje się na Południu USA przy stosowaniu najmniej intensywnych zabiegów hodowlanych. Różnice w przyroście miąższości i całkowitej produkcji między skrajnymi klasami intensywności zabiegów wskazują, że stosowanie intensywnej uprawy zwiększa produktywność nawet do około 70% w stosunku do gospodarki ekstensywnej (ryc. 2).

¹ Nazwa „sosna łuczycowa” jest modyfikacją nazwy „sosna łuczyna”, pochodzącej z książki Czerwiakowskiego (1858), dokonaną na podstawie słownika Doroszewskiego (1962, Słownik Języka Polskiego, tom 4, str. 327, Państwowe Wyd. Wiedza Powszechna, Warszawa). Sosna Elliotta nosi nazwę na cześć Stephena Elliotta (1771-1830), botanika i bankiera z Południowej Karoliny, autora „Szkiców botanicznych Południowej Karoliny i Georgii” (źródło: Laboratorium Produktów Leśnych amerykańskiej Służby Leśnej, sieć Internet: <http://www.fpl.fs.fed.us/>). Autorzy artykułu dziękują profesorowi Jerzemu Zielińskiemu z Zakładu Systematyki i Geografii Instytutu Dendrologii PAN w Kórniku za okazaną pomoc i konsultacje.



Ryc. 2.

Produkcyjność nietrzebionych drzewostanów sosnowych w różnych klasach intensywności zabiegów na Południu USA

Productivity of non-thinned pine stands under different intensity regimes in the South of the USA

Jeszcze większe podniesienie produktywności jest możliwe do osiągnięcia przez kilkakrotne zastosowanie nawożenia i herbicydów. Na przykład coroczne nawożenie oraz wielokrotne zastosowanie chemicznego zwalczania chwastów (co w praktyce przekłada się na całkowitą likwidację jakiegokolwiek roślinności konkurencyjnej) na powierzchniach badawczych w stanie Georgia pozwoliło na osiągnięcie przyrostu miąższości od 23 do 35 m³/ha [Borders i Bailey 2001], czyli mniej więcej dwukrotnie większego, niż dla najwyższej klasy intensywności zabiegów stosowanych obecnie w intensywnie zagospodarowanych drzewostanach sosnowych będących własnością przemysłu.

Metody zwiększania produktywności

GENETYKA I SELEKCJA. Badania wśród firm leśnych wykazały, że zastosowanie starannie wyselekcjonowanego materiału sadzeniowego może w sposób znaczący zwiększyć produktywność. Wzrost ten jest możliwy dzięki badaniom poświęconym genetyce i selekcji drzew leśnych, które rozpoczęły się na Południu we wczesnych latach pięćdziesiątych. Selekcja sosny skoncentrowała się na takich pożądanach cechach, jak zdolność adaptowania się do różnych warunków siedliskowych, odporność na choroby, szybkość wzrostu, forma strzały i jakość drewna [Zobel 1974]. Gwałtownie rozszerzające się programy zalesień i odnowień wymagały dużej ilości nasion sosny, co spowodowało powstanie wielu plantacji nasiennych.

Wyniki wieloletnich badań na Południu wykazały, że możliwe jest zwiększenie miąższości drzewostanów pochodzących z nasion z plantacji nasiennych pierwszej generacji w stosunku do założonych z wykorzystaniem naturalnych nasion o 7 do 12% [Zobel i Talbert 1984]. Zastosowanie nasion z plantacji nasiennych drugiej generacji owocuje zwiększeniem produkcji drewna

od 17 do 30% w stosunku do zwykłych nasion [Li i in. 1998]. Wyselekcjonowane drzewa wykazują również większą odporność na choroby grzybowe (przede wszystkim na infekcje *Cronartium fusiforme*) oraz charakteryzują się lepszą jakością strzały. Historia badań nad selekcją drzew leśnych na Południu USA została szczegółowo opisana przez Zobela i Sprague'a [1993].

NAWOŻENIE MINERALNE. Pierwsze nawożone sosnowe powierzchnie próbne zostały założone na Południu w latach czterdziestych. Leśnicy nie wykazywali nadmiernego nimi zainteresowania aż do chwili, kiedy 20 lat później wielki sukces odniosło nawożenie drzewostanów sosny Elliotta (*Pinus elliotii* Engelm.) rosnącej na glebach charakteryzujących się deficytem fosforu [Pritchett i Comerford 1982]. Nawożenie fosforem spowodowało znaczące zwiększenie produktywności i zysków szczególnie w sytuacjach, gdzie z powodu braku tego pierwiastka w glebie leśnicy nie byli w stanie uzyskać zadowalającego odnowienia. Zwiększenie przyrostu wynosiło 3,5 m³/ha/rok do wieku 20 lat, co oznacza dodatkowe 70 m³/ha miąższości będącej wynikiem zastosowania nawożenia fosforowego w czasie zakładania uprawy lub tuż po jej założeniu.

Nawożenie stosowane jest przez cały okres produkcji poczynając od nawożenia startowego (podczas sadzenia), przez nawożenie młodników, na nawożeniu podczas trzebieży lub w połowie cyklu produkcyjnego skończywszy. Podczas nawożenia startowego najczęściej wyrównywany jest deficyt fosforu, przez co ułatwia się pomyślne założenie uprawy. W późniejszym okresie stosuje się równoczesne nawożenie azotem i fosforem w celu zwiększenia przyrostu masy drzewnej. Wyniki zastosowania nawożenia na skalę przemysłową wskazują, że jednokrotne zastosowanie około 30 kg fosforu i 230 kg azotu na hektar w połowie cyklu produkcyjnego zwiększa sumaryczną produkcję w wieku 25 lat o 28 m³/ha, czyli około 15%.

Następnie naukowcy rozpoczęli badanie interakcji nawożenia mineralnego z innymi zabiegami hodowlanymi, które mogą mieć wpływ na dostępność składników odżywczych, nad uwzględnieniem w nawożeniu innych deficytowych składników mineralnych, jak potas i bor, które mogą mieć potencjalnie pozytywny wpływ na wzrost drzew, oraz wpływem stosowania nawozów na odporność drzew na owady i choroby [Allen 1983; Ballard 1984]. Obecnie badania naukowe koncentrują się na analizie szerszych aspektów produktywności lasu i opracowaniu bardziej zintegrowanego i pełnego sposobu gospodarowania zasobnością gleby w składniki mineralne podczas całego cyklu produkcyjnego [Allen 2001].

STOSOWANIE HERBICYDÓW. Największym problemem w intensywnej uprawie sosny na południu USA jest zapobieganie wkraczaniu niskiej jakości gatunków liściastych konkurujących z gatunkiem głównym o zasoby siedliska [Waldstad 1976]. Konkurujące drzewa gatunków liściastych mogą przygłuszać sosnę i znacząco zredukować dostępność wilgoci, składników odżywczych i światła słonecznego, powodując zwiększoną śmiertelność i wolniejszy wzrost [Clason 1993; Glover i Zutter 1993].

Ponieważ początkowo leśnicy nie traktowali konkurencji ze strony roślin zielnych jako głównej przeszkody w uprawie sosny, badania nad zastosowaniem herbicydów skoncentrowały się na kontrolowaniu gatunków liściastych w drzewostanach sosnowych [Glover i Zutter 1993]. W wyniku badań określono typy i skład herbicydów do warunków leśnych oraz określono dawki, czas i sposoby ich stosowania. W latach osiemdziesiątych badania na powierzchniach próbnych wykazały, że również konkurencja ze strony chwastów wpływa istotnie na wzrost sosny. Eliminacja niepożądanego rośliności zielnej może znacząco zwiększyć przeżywalność i wzrost młodych drzew sosny [Creighton i in. 1987; Lauer i in. 1993, Yeiser i Williams 1996, Zutter i Miller 1998]. Współcześnie rozwijane są metody i środki służące jednoczesnemu niszczeniu konkurencji tak chwastów, jak i liściastych gatunków drzewiastych. Herbicydy

zyskują coraz bardziej na popularności w stosunku do innych sposobów niszczenia chwastów i innej roślinności konkurencyjnej z powodu ich ceny, efektywności i łatwości zastosowania. Pełniejszy przegląd historii badań nad zastosowaniem herbicydów w leśnictwie można znaleźć m.in. w pracy Fitzgeralda [1980].

Wyniki badań na powierzchniach próbnych oraz raporty z codziennego stosowania herbicydów w gospodarce leśnej wykazały, że kontrolowanie konkurencji ze strony chwastów i gatunków liściastych ma największy wpływ na produktywność drzewostanów ze wszystkich opisywanych w niniejszej pracy zabiegów. W drzewostanach, w których w pierwszym roku po założeniu uprawy likwidowano wkraczające drzewa gatunków liściastych, zaobserwowano zwiększenie sumarycznej produkcji w wieku 25 lat o około 42 m³/ha. Zastosowanie kolejnego zabiegu po 3 latach po założeniu uprawy spowodowało zwiększenie sumarycznej produkcji w wieku 25 lat o niemal 53 m³/ha (28%) w stosunku do drzewostanów kontrolnych [Siry i in. 2001].

SZCZEGÓŁOWY OPIS CYKLU PRODUKCYJNEGO. Opisane powyżej zabiegi wykorzystywane są w różnych kombinacjach, począwszy od stosowania tylko wyselekcjonowanych sadzonek, przez różne kombinacje aplikacji nawozów i herbicydów, na różnych sposobach trzebieży skończywszy. Stosowanie różnych kombinacji zabiegów na różnych siedliskach przynosi określony zysk w postaci tak zwiększonego przyrostu miąższości, jak i jakości, jeżeli w grę wchodzi produkcja drewna wielkowymiarowego. Zanim jednak rozpoczną się jakiegokolwiek prace, określany jest bardzo szczegółowo cel produkcyjny dla nowo zakładanego drzewostanu. Cel produkcyjny warunkuje tak zestaw planowanych zabiegów, jak i długość okresu produkcyjnego (kolei rębny). Jeżeli celem produkcji jest materiał na papier lub płyty wiórowe, sprawa zapewnienia wysokiej jakości technicznej surowca schodzi na dalszy plan, a priorytet uzyskują zabiegi zwiększające przyrost masy w krótkim czasie. Jeżeli planowana jest produkcja drewna wielkowymiarowego, przewiduje się wykonanie trzebieży. Jeżeli produkowane drewno ma mieć szczególnie wysoką jakość, pod uwagę bierze się możliwość podkrzesywania drzew. W niektórych wypadkach, jeżeli warunki ekonomiczne podlegają zmianie, istnieje możliwość zmiany celu produkcyjnego w późniejszym okresie. Sytuację taką zaobserwować można obecnie na południu USA, gdzie ze względu na niskie ceny papierówki, w drzewostanach, które pierwotnie założono głównie z myślą o tym sortymencie przeprowadza się trzebieże i wydłuża kolej rębny w celu wyprodukowania pełnowartościowego drewna wielkowymiarowego.

Cykl produkcyjny rozpoczyna się od przygotowania gleby. Celem tego zabiegu jest z jednej strony udostępnienie terenu pod sadzenie, a z drugiej usunięcie niepożądaną roślinności i stworzenie jak najlepszych warunków startowych sadzonkom. W zależności od terenu, stosowane są tu różnego rodzaju zabiegi mechaniczne, jak na przykład naorywanie skib, wałków i rabat w celu zwiększenia przeżywalności sadzonek na obszarach wilgotnych czy spulchnianie gleb szczególnie zbitych, gliniastych i dwuwarstwowych, np. charakteryzujących się występowaniem podszwy płuźnej. W ramach przygotowania gleby stosowane są również zabiegi chemiczne mające na celu zniszczenie wszelkiej roślinności będącej potencjalną konkurencją dla sadzonek (chwastów, krzewów, drzew innych gatunków, itp.). W wyniku prawidłowego przygotowania gleby następuje zmieszanie warstw mineralnych i organicznych gleby, co tworzy dobre warunki do wzrostu sadzonek. W odróżnieniu od praktyk stosowanych w Polsce nie stosuje się sadzenia w brzdach, gdyż w praktyce oznacza to sadzenie w piasku, co musi odbić się negatywnie na wzroście zakładanych upraw. Badania wykazały, że usunięcie tylko dwóch centymetrów wierzchniej gleby organicznej w czasie przygotowania gleby powoduje obniżenie indeksu bonitacyjnego określanego dla wieku bazowego 50 lat o ponad trzy metry [Dubois 1995]. Odpowiada to mniej więcej obniżeniu bonitacji określanej według tablic Schwappacha

dla sosny [Szymkiewicz 1952] o co najmniej jedną klasę, a bonitacji określanej modelem Bruchwalda [Bruchwald i in. 2000; Cieszewski i Zasada 2002] o cztery metry.

Po przygotowaniu gleby przystępuje się do sadzenia. Z reguły, w zależności od jakości siedliska i celu produkcyjnego, sadi się od 1500 do 2000 sadzonek na hektar. Do sadzenia stosuje się sadzonki wyhodowane z nasion pochodzących z plantacji nasiennych. Są to najczęściej sadzonki z odkrytym systemem korzeniowym, wyhodowane w luźniejszej więźbie, które charakteryzują się większymi korzeniami, a zatem również lepszym wzrostem i przeżywalnością. Na uprawach sosny należących do firm przemysłowych przeżywalność sadzonek w pierwszym roku wynosi co najmniej 90%. Po założeniu uprawy w wielu wypadkach kontynuuje się nawożenie i zwalczanie chwastów. Ponieważ przeżywalność sadzonek jest duża, stosowanie poprawek i uzupełnień nie jest konieczne. Mimo stosunkowo luźnej więźby początkowej uprawa dochodzi do zwarcia w wieku około 5-10 lat.

W przypadku, kiedy w drzewostanie przewidziano wykonanie trzebieży, jest ona najczęściej wykonywana w momencie, kiedy staje się opłacalna ekonomicznie, to znaczy wówczas, kiedy można usunąć w trakcie wykonywania zabiegu ilość drewna wystarczającą na pokrycie kosztów tej operacji. W warunkach południowej części Stanów Zjednoczonych oznacza to możliwość pozyskania przynajmniej 30 m³/ha. Trzebież wykonywana jest w ten sposób, aby pozostałe po zabiegu drzewa były zdolne do dalszego szybkiego wzrostu, co w praktyce przekłada się na pozostawienie w drzewostanie około 18 m² pierśnicowego pola przekroju na hektar [Siry i in. 2001]. W niektórych przypadkach trzebieży towarzyszy dodatkowe nawożenie, mające na celu zintensyfikowanie przyrostu miąższości pozostających w drzewostanie drzew, a co za tym idzie – dodatkowe zwiększenie wartości produkowanego surowca.

Po osiągnięciu dojrzałości drzewostany są użytkowane. W drzewostanach należących do przemysłu stosuje się ekonomiczne kryterium dojrzałości, co zazwyczaj oznacza osiągnięcie największej wartości netto dla danego drzewostanu. Wiek rębności jest wyznaczony przez wiek kulminacji zdyskontowanej wartości netto. W przypadku intensywnie zagospodarowanych drzewostanów sosnowych wiek ten waha się do 25 do 30 lat.

Ekonomika intensyfikacji zabiegów

Jak pokazaliśmy, intensyfikacja zabiegów może wydatnie zwiększyć przyrost miąższości i sumaryczną produkcję sosny, jednak ich stosowanie pociąga za sobą konieczność ponoszenia niemałych kosztów, a co za tym idzie – ich stosowanie uzależnione jest od dodatniego bilansu między kosztami, a spodziewanymi większymi zyskami. Przykładowe koszty przedstawione zostały w tabeli. Opisane zabiegi stosowane są w różnych kombinacjach. Potencjalnym dodatkowym źródłem dochodów mogą być trzebieże (stosowane w przypadku, gdy celem produkcji jest surowiec tartaczny/drewno wielkowieńcowe), przynoszące około \$12/m³ przy pozyskaniu papierówki i \$75/m³ w przypadku pozyskania surowca tartaczego, oraz dzierżawienie obszaru myśliwym, przynoszące około \$12/ha/rok. Podane poniżej liczby obrazujące bieżącą wartość zdyskontowaną netto (Net Present Value, NPV)² obliczoną dla stopy dyskontowej 6% i wewnętrzną stopę zwrotu (Internal Rate of Return, IRR)³. Wyniki finansowe określono dla kolei rębności obliczonej na podstawie kryterium maksymalizacji wartości dochodowej gruntu leśnego.

² Bieżąca (zdyskontowana) wartość netto jest to suma zdyskontowanych oddzielnie dla każdego roku przepływów pieniężnych netto, zrealizowanych w całym okresie produkcyjnym przy stałym poziomie stopy dyskontowej.

³ Wewnętrzna stopa zwrotu to stopa procentowa, przy której bieżąca wartość wydatków jest równa bieżącej wartości wpływów. Jest to zatem taka wartość stopy procentowej (dyskontowej), przy której bieżąca wartość zdyskontowana netto (NPV) jest równa zero.

Tabela

Przykładowe koszty prowadzenia czynności gospodarczych na Południu USA
Costs of forest management actions in the South of the USA – an example

Zabieg gospodarczy	Koszt [\$/ha]
Przygotowanie gleby	350
Sadzenie (sadzonki i robocizna)	170
Sadzenie sadzonek ulepszonych genetycznie (sadzonki i robocizna)	190
Chemiczne zwalczanie drzew gatunków liściastych (pojedynczy zabieg)	125
Chemiczne zwalczanie chwastów podczas sadzenia	225
Nawożenie mineralne (pojedynczy zabieg)	125
Podatki i koszty administracyjne (na 1 rok)	20

W przypadku drzewostanów nietrzebionych, NPV w wieku rębności waha się od \$1100 do \$2500/ha w zależności od stopnia nasilenia zabiegów. Rzeczywista wartość IRR dla poszczególnych klas intensywności zabiegów waha się od prawie 10 do 12%. W przypadku drzewostanów trzebionych, wartość NPV wynosi w zależności od klasy intensywności zabiegów od \$1000 do \$2675/ha, a stopa zwrotu waha się, podobnie jak dla drzewostanów nietrzebionych, od 10 do 13%. Wyniki te pokazują, że intensywna gospodarka leśna przynosi dość atrakcyjny zysk.

Podsumowanie

Analiza wymienionych informacji potwierdza tezę, że intensywna gospodarka leśna jest jednym z najważniejszych czynników umożliwiających jednocześnie dostarczenie wystarczającej ilości surowca drzewnego, ochronę środowiska naturalnego na innych obszarach [Sedjo i Botkin 1997] i utrzymanie konkurencyjnej pozycji gospodarki Południa USA na rynku światowym.

Efekty intensywnej gospodarki w drzewostanach sosnowych na południu USA, wynikające z postępu w badaniach i znaczących inwestycji poczynionych przez leśników, są zasadniczym elementem zapewniającym trwałość użytkowania i zrównoważony rozwój zasobów leśnych lasów tego regionu. W niedługim czasie plantacje sosnowe staną się głównym źródłem surowca iglastego: przewiduje się, że w ciągu najbliższej dekady pozyskanie drewna z plantacji sosnowych stanowić będzie niemal 1/3 całości pozyskania w regionie. Ponieważ powierzchnia lasów produkcyjnych pozostanie relatywnie stabilna, w celu zaspokojenia popytu na drewno konieczne będzie zwiększenie użytkowania lasów z tej samej powierzchni. Intensywna gospodarka jest jednym z najważniejszych czynników pozwalających na realizację tego celu. Możliwość zaspokojenia znaczącej części popytu na drewno surowcem pochodzącym ze sztucznie odnawianych drzewostanów sosnowych ma również wyraźny związek z możliwością ochrony pozostałych lasów, w tym lasów naturalnych.

Znaczący wzrost produktywności związany jest ze stosowanymi w drzewostanach sosnowych zabiegami, wśród których znaczące miejsce zajmuje nawożenie i stosowanie herbicydów. Stosowanie starannie wyselekcjonowanego materiału sadzeniowego również ma duży potencjał nie tylko z powodu zwiększenia produktywności, lecz również poprawy jakości strzały, jakości technicznej drewna oraz odporności drzew na choroby.

Dzięki postępowi w leśnych badaniach naukowych, w ciągu minionych 50 lat powstało wiele nowych technologii, których zastosowanie miało istotny wpływ na dynamiczny rozwój przemysłu leśnego i drzewnego zdolnego do zaspokojenia stale wzrastającego popytu na drewno. Współcześnie stosowane technologie pozwalają na podwojenie, a nawet potrojenie produktywności obecnych drzewostanów sosnowych. Taki wzrost produktywności będzie z jednej

strony kluczem do zapewnienia trwałości użytkowania, a z drugiej do zmniejszenia presji na użytkowanie coraz rzadziej występujących cennych drzewostanów naturalnych. Jednocześnie wydaje się, że efekty, jakie obserwujemy obecnie są tylko niewielką częścią tego, czego możemy spodziewać się w przyszłości.

Literatura

- Alig R., Mills J., Butler B. 2002.** Private Timberlands. Growing Demands, Shrinking Land Base. *Journal of Forestry*, 100(2): 32-37
- Allen L. 1983.** Forest fertilization. W: *Forest soils shortcourse*. Raleigh, NC: North Carolina State Forest Fertilization Cooperative. 175.
- Allen L. 2001.** Silvicultural treatments to enhance productivity. W: Evans J. [red.]. *The Forests Handbook, Volume 2*. London: Blackwell Science. 283.
- Ballard R. 1984.** Fertilization of forest plantations. W: Bowen G., Nambir E. [red.]. *Nutrition of Plantation Forests*. New York: Academic Press. 516.
- Borders B. E., Bailey R. L. 2001.** Loblolly pine – pushing the limits of growth. *Southern Journal of Applied Forestry*, 25(2): 1-6.
- Bruchwald A. 1980.** Produkcyjność a produktywność lasu. *Sylvan* 7: 37-43.
- Bruchwald A., Michalak K., Wróblewski L., Zasada M. 2000.** Analiza funkcji wzrostu wysokości dla różnych regionów Polski. W: *Przestrzenne zróżnicowanie wzrostu sosny*. Fundacja „Rozwój SGGW”. 84-91.
- Cieszewski C. J., Zasada M. 2002.** Dynamiczna forma anamorficznego modelu bonitacyjnego dla sosny pospolitej w Polsce. *Sylvan* 7: 17-24.
- CILP. 2002.** Raport o stanie lasów w Polsce. 2002. Centrum Informacyjne Lasów Państwowych, Warszawa, 92.
- Clason T. 1993.** Harwood competition reduces loblolly pine plantation productivity. *Canadian Journal of Forest Research* 23: 2133-2140.
- Creighton J., Zutter B., Glover G., Gjerstad D. 1987.** Planted pine growth and survival responses to herbaceous vegetation control, treatment duration and herbicide application technique. *Southern Journal of Applied Forestry* 11(4): 223-227.
- Czerwiakowski I. 1859.** Botanika szczególna. Opisanie roślin dwulistnych. 3. Krakow. Pp. 821-1543 (str. 842)
- Dangerfield C. W., Hubbard W. H. 1998.** Forestry situation and outlook with implications for agriculture, 1998. W: *Extension Southern Agricultural Outlook Conference*. 29 października 1998, Atlanta, GA. 34.
- Dangerfield C. W., Hubbard W. H. 2001.** Forestry Situation and Outlook In the U.S. South, 2001. Center For Forest Business. Warnell School of Forest Resources, Athens, GA. Research Note 7.
- Dangerfield C. W., Newman D. 1995.** Landowner opportunities for trees after the Conservation Reserve Program (CRP) ends in Georgia. *Extension Forest Resources Bulletin* 95-010. The University of Georgia, Athens, GA. 23.
- Dubois M. R. 1995.** Preparation Methods for Regenerating Southern Pines. Alabama Cooperative Extension System, ANR-275.
- Glover G., Zutter B. 1993.** Loblolly pine and mixed hardwood stand dynamics for 27 years following chemical, mechanical, and manual site preparation. *Canadian Journal of Forest Research* 23: 2126-2132.
- FAO. 2001.** Global Forest Resources Assessment 2000. Food and Agriculture Organization of the United Nations. W sieci Internet.
- FAO. 2002.** Yearbook of Forest Products. FAO Forestry Series No. 35. FAO Statistics Series No. 158. Food and Agriculture Organization of the United Nations. 243.
- Fitzgerald C. 1980.** Chemical vegetation control in forest stands: the past half century. W: *The DuPont Forest Herbicides Seminar*; 8-10 stycznia 1980; Athens, Georgia; Center for Continuing Education, University of Georgia.
- Lauer D., Glover R., Gjerstand D. 1993.** Comparison of duration and method of herbaceous weed control on loblolly pine response through midrotation. *Canadian Journal of Forest Research* 23: 2116-2125.
- Li B., McKeand S., Weir R. 1998.** Tree improvement and sustainable forestry – impact of two cycles of loblolly pine breeding in the U.S. W: *IUFRO Division 2 Conference on Forest Genetics and Tree Improvement*, 1998; Pekin, Chiny.
- Prestemon J. P., Abt R. C. 2002.** Timber Products Supply and Demand. W: Wear D.N., Greis J.G., 2001. *The Southern Forest Resource Assessment*. Gen. Tech. Rep. SRS-53. Asheville, NC: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Southern Research Station. 635.
- Prisley S. P., Malmquist A. J. 2002.** Impacts of Rotation Age Changes on Growth/Removals Ratios. *Southern Journal of Applied Forestry*, 26(2): 72-77.
- Pritchett W., Comerford N. 1982.** Long-term response to phosphorus fertilization on selected southeastern Coastal Plane soils. *Soils Science Society of America Journal* 46:640-44.
- RPA. 2002.** Forest Resources of the United States 2002. Szkic w sieci Internet. http://www.ncrs.fs.fed.us/4801/fiadb/rpa_tablet/2002_rpa_draft_tables.htm.

- Sedjo R. A., Botkin D. 1997. Using Forest Plantations to Spare Natural Forests. *Environment*. 39(10): 15-20, 30.
- Siry J. P., Cubbage F. W., Malmquist A. J. 2001. Potential impacts of increased management intensities on planted pine growth and yield and timber supply modeling in the South. *Forest Products Journal*, 51 (3): 42-48.
- Smith B. W., Vissage J. S., Darr D. R., Sheffield R. M. 2002. Forest resources of the United States, 1997, Metric Units. Gen. Tech. Rep. NC-222. St. Paul, MN: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, North Central Research Station. 127.
- Szymkiewicz B. 1952. Tablice zasobności i przyrostu drzewostanów ważniejszych gatunków drzew leśnych, zestawione na podstawie tablic Schwappacha i tablic radzieckich. PWRiL, Warszawa.
- Tarrant M. A., Porter R., Cordell K. H. 2002. Socio-Demographics, Values, and Attitudes. W: Wear D. N., Greis J. G., 2001. The Southern Forest Resource Assessment. Gen. Tech. Rep. SRS-53. Asheville, NC: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Southern Research Station. 635.
- Waldstad J. 1976. Weed control for better southern pine management. Weyerhaeuser Forestry Paper No. 15. Hot Springs, AR: Weyerhaeuser Company, Southern Forestry Research Center. 44.
- Wear D. N. 2002. Land Use. W: Wear D.N., Greis J.G., 2001. The Southern Forest Resource Assessment. Gen. Tech. Rep. SRS-53. Asheville, NC: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Southern Research Station. 635.
- Wear D. N., Greis J. G. 2002. The Southern Forest Resource Assessment. Gen. Tech. Rep. SRS-53. Asheville, NC: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Southern Research Station. 635.
- Yeiser J., Williams R. 1996. Planted loblolly pine survival and growth responses to herbaceous vegetation control. *Southern Journal of Applied Forestry* 20(1): 53-57.
- Zobel B. 1974. Increasing productivity of forest lands through better trees. The S.J. Hall Lectureship in Industrial Forestry; 18 kwietnia 1974, Berkeley, California; University of California, School of Forestry and Conservation. 20.
- Zobel B., Talbert J. 1984. Applied Forest Tree Improvement. New York: John Wiley & Sons. 505.
- Zobel B., Sprague J. 1993. A Forestry Revolution: The History of Tree Improvement in the Southern United States. Durham, NC: Carolina Academic Press. 160.
- Zutter B., Miller J. 1998. Eleventh-year response of loblolly pine and competing vegetation control to woody and herbaceous plant control on a Georgia flatwoods site. *Southern Journal of Applied Forestry* 22(2): 88-95.

SUMMARY

Intensive Forest Management in the US South

Intensive pine management is one of the most important factors making possible meeting timber supply needs while preserving natural forests and improving the competitiveness of the U.S. as the major wood supplier in the world. Southern pine plantations already account for more than half of softwood growth in the region and are expected to become the major source of softwood removals. Within a decade wood harvested from pine plantations is expected to account for about a third of the total wood removals in the South.

Management treatments such as applications of herbicides and fertilizers at planting and later in the rotation have yielded large productivity increases. Fertilization increased harvest yields by about 15% or 28 m³/ha per treatment. Herbicide applications increased yield at age 25 by about 42 m³/ha for single treatment and by 53 m³/ha for multiple treatments. Genetic improvement of trees also resulted in large productivity increases as well as in improved stem straightness, wood properties, and disease resistance. Overall, intensive planted pine management practices showed the potential to increase yield by 70% in comparison with extensively managed stands.

Since the area of commercial timberland in the South is expected to remain relatively stable, existing forests will have to be utilized more intensively to satisfy growing timber demand. Intensive planted pine management technologies make possible substantial growth of wood production on a limited number of acres. Plantation success means that harvest pressures on natural forests, old-growth forests, and environmentally sensitive areas will be reduced as timber demand is met primarily by wood grown on plantations, which creates new opportunities for the conservation of the natural forests.

72 Michał Zasada, Jacek P. Siry, Chris J. Cieszewski

Over the past 50 years forest research developed new timber growing technologies, which widespread application was essential for developing a dynamic industry capable of effectively meeting ever increasing timber demand. Today's growth technologies make possible doubling or even tripling the current managed pine production levels. Such increases will be essential for sustaining and expanding southern timber harvests while limiting pressures on the remaining natural forests.