

BRONISŁAW KŁAPEĆ

## Niektóre problemy przygotowania danych do optymalizacji planu pozyskania drewna

Некоторые проблемы подготовки данных для оптимализации  
плана заготовки древесины

Some problems of data preparation for optimizing the plan  
of wood harvesting

### I

Zmniejszenie negatywnych skutków niedoboru drewna oraz podniesienie efektywności przedsiębiorstw leśnych wymagają racjonalnego wykorzystania pozyskiwanego surowca drzewnego. Osiągnięcie tego celu wiąże się z optymalizacją planu pozyskania drewna, który stanowi jedną z ważniejszych części planu techniczno-ekonomicznego przedsiębiorstwa leśnego.

Sporządzenie planu gospodarczego wymaga znajomości odpowiednich danych. Dane te stanowią dla planisty wejściowy strumień informacyjny, który przy zastosowaniu odpowiednich metod ulega przetworzeniu w decyzję planistyczną. Przeto ilość i wiarygodność danych wejściowych oraz rodzaj zastosowanej metody planowania są najważniejszymi czynnikami, bezpośrednio rzutującymi na jakość sporządzanego planu.

Celem niniejszego artykułu jest właśnie przedstawienie niektórych problemów związanych ze zbieraniem i wstępnym przygotowaniem danych niezbędnych do sporządzenia planu pozyskania drewna przy zastosowaniu metody optymalizacyjnej.

### II

Przy sporządzaniu planu pozyskania drewna planista musi dysponować przede wszystkim danymi o drzewostanach objętych planem cięć, a zwłaszcza o ich cechach jakościowych i wymiarowych.

Pierwszym źródłem informacji o cechach drzewostanu podlegających użytkowaniu są plany urządzania gospodarstwa leśnego. Jednakże dla sporządzania planów rocznych informacje te są niewystarczające. Wynika to zarówno z ich małej dokładności jak i niepewności, spowodowanej probabilistycznym charakterem procesów produkcji leśnej. Dlatego służą one jedynie do określenia zbioru drzewostanów podlegających użytkowa-

niu rębnemu. Natomiast szczegółowa charakterystyka jakościowo-wymiarowa tego zbioru jest ustalana dopiero na etapie sporządzania szacunków brakarskich. Rzecz jednak w tym, że szacunki te na ogół nie odzwierciedlają pełnych potencjalnych możliwości pozyskania określonych sortymentów. Nie określają nawet maksymalnych wydajności sortymentów uporządkowanych według ich ceny. Konsekwencją tego jest trudność wyodrębnienia miąższości drewna, która może być przeznaczona do wyrobu innych niż pierwotnie zakładano sortymentów. Znajomość owej mobilności sortymentowej nabiera wyjątkowego znaczenia w przypadku konieczności istotnych korekt planu w trakcie jego realizacji, a zwłaszcza jego optymalizacji.

Powyższe uwagi uzasadniają poszukiwanie takich form szacunków brakarskich, które kompleksowo odzwierciedlałyby potencjalne możliwości wyrobu sortymentów z planowanych do pozyskania zasobów drewna. Potrzebę tę dostrzega wielu autorów w Polsce (1, 2, 3, 6) i za granicą (5, 7). Wśród prezentowanych propozycji postępowania można wyróżnić trzy zasadnicze kierunki.

Do kierunku pierwszego można zaliczyć propozycję R. K ł a p c i a (3), zgodnie z którą należałoby nieco rozszerzyć zakres opracowania wyników terenowych szacunków brakarskich w ich dotychczasowej, tradycyjnej formie. Chodzi tu o możliwość transformacji miąższości wyszacowanego sortymentu na miąższość innych sortymentów. Transformacja ta, wyrażająca się odpowiednim zbiorem współczynników, pozwoliłaby na opracowanie różnych wariantów wydajności poszczególnych sortymentów. Zasadniczą trudnością jest tu jednak opracowanie odpowiedniej metodyki, pozwalającej na obliczenie wymienionych współczynników. Na przeszkodzie stoi zwłaszcza brak możliwości pełnej kwantyfikacji cech jakościowych drewna na tle zróżnicowanych wymagań stawianych poszczególnym sortymentom.

Inny kierunek wyznaczają propozycje K. J a r o s z a (1) i A. K ł o c k a (2). Ich podstawowym elementem jest sporządzenie na etapie prac terenowych wielu wariantów szacunków brakarskich. W trakcie szacunków określa się udział miąższości sortymentów w miąższości drzewostanu. W każdym wariantcie zakłada się maksymalne wyszacowanie tylko jednego sortymentu spośród tych, na które zwraca się szczególną uwagę. Na udział pozostałych sortymentów, z wyjątkiem sortymentu minimalizowanego, decydujący wpływ mają mieć ceny sprzedaży. Brak praktycznych prób stosowania wielowariantowych szacunków brakarskich uniemożliwia ich ocenę na tle innych propozycji. Szczególnie istotna byłaby tu ocena trafności szacunków oraz ich pracochłonność.

Najlichniesze propozycje skupia kierunek trzeci, reprezentowany w literaturze krajowej przez T. P a r t y k ę (6). Ich zasadniczym elementem jest wyodrębnienie określonych grup jakościowo-wymiarowych drzew. Każde z szacowanych drzew zalicza się do jednej z ustalonych wcześniej grup jakościowo-wymiarowych. Kryteria wyodrębnienia grup są tak opracowane, aby z jednej strony spełniały je drzewa o zbliżonej wydajności określonych sortymentów, z drugiej zaś, aby liczba grup nie była zbyt duża, albowiem prowadziłyby to do wzrostu pracochłonności szacunków. Na przykład kryteria opracowane w Instytucie Badawczym Leśnictwa (8) pozwalają zakwalifikować każde drzewo danego gatunku

do jednej z czterech grup jakościowo-wymiarowych, w ramach których następuje dalsze przyporządkowanie do określonego stopnia pierśnic. W rezultacie istnieje możliwość zestawienia miąższości każdego gatunku drzew w przekroju od kilkunastu do kilkudziesięciu grup, obejmujących surowiec o odmiennych cechach jakościowo-wymiarowych. Pozwala to na pełniejszą charakterystykę zasobów drzewnych przewidzianych do pozyskania niż przy innych, omówionych wcześniej formach szacunków brakarskich. Warto dodać, że zastosowanie podziału na grupy jakościowo-wymiarowe znacznie upraszcza i skraca prace kameralne, zwłaszcza gdy prowadzi się je za pomocą elektronicznych maszyn cyfrowych.

### III

Kolejne problemy wiążą się z wstępnym przetwarzaniem danych, poprzedzających budowę modelu optymalizacyjnego. Chodzi tu głównie o uzyskanie informacji, które pozwoliłyby na zdefiniowanie zmiennych decyzyjnych oraz sformułowanie warunków ograniczających pozyskanie określonych sortymentów.

W zadaniach optymalizacji pozyskania drewna przeważająca część zmiennych decyzyjnych dotyczy wariantów manipulacji (rozkroju) określonych grup surowca drzewnego. Opracowanie wariantów manipulacji wymaga przede wszystkim wyodrębnienia sortymentów, które mogą być brane pod uwagę przy wyróbce poszczególnych grup drzew. Innymi słowy chodzi o to, aby dla każdej grupy jakościowo-wymiarowej utworzyć podzbiór sortymentów realnych, zawierający się w zbiorze wszystkich sortymentów, których normy przedmiotowe dopuszczają do wyrobu z danego gatunku drzewa. Utworzenie wspomnianego podzbioru wymaga przeprowadzenia odpowiedniej eliminacji. Można ją podzielić na dwa etapy — eliminację jakościową oraz wymiarową. Eliminacja jakościowa polega na odrzuceniu wszystkich tych sortymentów, których wyrób z danej grupy drzew nie jest możliwy z uwagi na cechy jakościowe. Ponadto wykluczeniu podlegają sortymenty, na które brak zapotrzebowania oraz te, których wyróbka spowodowałaby oczywiste marnotrawstwo surowca. Eliminację jakościową może przeprowadzić doświadczony brakarz.

Drugi etap — eliminacja wymiarowa — obejmuje wszystkie sortymenty, które nie zostały odrzucone na etapie pierwszym. Należy podkreślić, że eliminacja wymiarowa jest bardziej pracochłonna, wymaga bowiem wykonania wielu operacji arytmetycznych i logicznych, których wyniki stanowią podstawę do odrzucenia lub pozostawienia danego sortymentu w podzbiorze sortymentów realnych. Wykonanie wspomnianych operacji może być znakomicie ułatwione dzięki zastosowaniu techniki obliczeniowej. Nie chodzi przy tym tylko o usprawnienie samego procesu eliminacji, lecz również o obliczenie parametrów, które później mogą znacznie przyspieszyć opracowanie wariantów manipulacji.

Uwzględniając powyższą potrzebę, autor (4) opracował odpowiedni algorytm, który po zaprogramowaniu i realizacji na mikrokomputerze pozwolił na uzyskanie wyników znacznie ułatwiających tworzenie i analizę wariantów manipulacji drzew. Omawiany algorytm ma zastosowanie tylko do tych gatunków drzew, które wykształcają strzałę. Jego realizacja

wymaga wprowadzenia danych zarówno o analizowanych strzałach jak też o sortymentach poddawanych eliminacji wymiarowej. Wymagane parametry strzał są następujące: pierśnica w korze, wysokość, pierśnicowy współczynnik udziału kory, wysokość odziomkowej części strzały bez wyraźnych wad oraz parametry modelu matematycznego opisującego kształt strzały. Natomiast informacje dotyczące sortymentów obejmują: maksymalne bądź minimalne średnice, minimalną długość i ewentualnie minimalną długość sortymentu bez wyraźnych wad.

Realizacja omawianego algorytmu umożliwia uzyskanie następujących informacji:

— które sortymenty tworzą podzbiór sortymentów realnych, jakie są ich maksymalne zasięgi na strzale i długości;

— jaki jest podział strzały na strefy mobilności sortymentowych (sub-sortymenty), jakie są ich zasięgi, długości i miąższości.

W celu łatwiejszego wykorzystania wymienionych informacji autor proponuje, aby obliczenia przeprowadzać na takim mikrokomputerze, którego konfiguracja i oprogramowanie umożliwiają wyprowadzenie wyników nie tylko w formie tabelarycznej, lecz również graficznej. Jest to szczególnie istotne wtedy, gdy opracowanie wariantów manipulacji powierza się osobom o małym doświadczeniu w tym zakresie. Ilustracją informacji wynikowej w formie graficznej jest zamieszczony tabulogram. Zawiera on rezultaty próbných obliczeń przeprowadzonych dla wybranej grupy jakościowo-wymiarowej sosny, reprezentowanej przez strzałę o pierśnicy w korze 34 cm i wysokości 26 m.

#### IV

Następny problem wiąże się z samym opracowaniem wariantów manipulacji drzew. Opracowanie to sprowadza się zasadniczo do tworzenia i analizy wariantów wzajemnego rozłożenia sortymentów realnych na strzałach reprezentujących poszczególne grupy jakościowo-wymiarowe. Rzecz jednak w tym, że liczba możliwych wariantów manipulacji dla danej grupy jakościowo-wymiarowej, przy istnieniu co najmniej dwóch sortymentów realnych, może być dość duża (teoretycznie nieskończona). Możliwości te wynikają z faktu, że długości wielu sortymentów, po przekroczeniu długości minimalnej, mogą ulegać dowolnie małym zmianom. Nawet niewielka zmiana długości sortymentu w granicach jego zasięgu na strzale powoduje zmiany zasięgu sortymentów towarzyszących. Prowadzi to do miąższościowych zmian propozycji planowanych do pozyskania sortymentów, a tym samym do innego wariantu manipulacji.

Praktycznie rzecz biorąc, liczba opracowanych i włączonych do optymalizacji wariantów manipulacji musi być wynikiem kompromisu pomiędzy dwoma przeciwstawnymi postulatami. Postulat pierwszy wiąże się z twierdzeniem, że zwiększenie ilości zmiennych decyzyjnych w modelu optymalizacyjnym, przy nie zmienionych elementach pozostałych, może tylko poprawić wynik optymalizacji. Przeto im większą liczbę wariantów bierze się pod uwagę w rachunku optymalizacyjnym, tym korzystniejszy może okazać się opracowany plan. Postulat przeciwstawny, zalecający minimum wariantów manipulacji, jest rezultatem dążenia do

minimalizacji nakładów pracy oraz wynika z obaw o przeliczalność bardzo rozbudowanych modeli.

Zdaniem G. A. Stepa k o v a (7) racjonalny dobór wariantów manipulacji powinien być poprzedzony wstępnym rachunkiem optymalizacyjnym. W rachunku tym ujmuje się z jednej strony potencjalną mobilność sortymentową, wyrażającą się miąższością poszczególnych subsortymentów, z drugiej zaś popyt na sortymenty. Wyniki optymalizacji wstępnej dostarczają wskazówek co do sortymentów, które należy brać pod uwagę w pierwszej kolejności przy ustalaniu przeznaczenia kolejnych odcinków strzał, wyznaczonych zasięgami subsortymentów. Inny, rozszerzony, wariant wstępnego rachunku optymalizacyjnego (4) pozwala na szczegółowe ujęcie alokacji drewna wraz z jego odbiorcami. Dzięki temu wyniki optymalizacji wstępnej dostarczają wytycznych pozwalających na dobór wariantów manipulacji pod kątem jednoczesnej optymalizacji zarówno planu pozyskania jak i wywozu drewna.

## V

Poruszone w artykule problemy przygotowania danych do optymalizacji pozyskania drewna nie wyczerpują całości zagadnienia. Wiele z pominiętych problemów czeka nadal na rozpoznanie i rozwiązanie. Do nich, jak się wydaje, można zaliczyć chociażby następujące:

— udoskonalenie metody określania mobilności sortymentowej surowca drzewnego, najlepiej w formie określonych zależności matematycznych;

— opracowanie regionalnych tablic wariantów manipulacji drzew lub współczynników transformacji sortymentów;

— opracowanie metod i konstrukcja urządzeń technicznych kontroli jakości drzew stojących w celu określenia rozmiarów występowania ukrytych wad drewna.

Istnieje zatem potrzeba prowadzenia dalszych badań, które będą mogły przyczynić się do usprawnienia procesu przygotowania danych niezbędnych do podejmowania decyzji w zakresie racjonalnego wykorzystania drewna.

## LITERATURA

1. J a r o s z K.: Ekonomiczne podstawy optymalizacji planu wywozu drewna w okręgowym zarządzie lasów państwowych. Praca doktorska. Warszawa: SGGW-AR 1975.
2. K ł o c e k A.: Rachunek ekonomiczny regulacji użytkowania rębnych drzewostanów. Zesz. Nauk. SGGW-AR 1975 nr 61.
3. K ł a p e ć B.: Założenia do modelu optymalizacji przewozów i rozmieszczenia produkcji wybranych sortymentów drzewnych w skali kraju. Maszynopis. Warszawa: Inst. Zast. Mat. i Stat. SGGW-AR 1980.
4. K ł a p e ć B.: Optymalizacja struktury sortymentowej pozyskiwanego drewna w przedsiębiorstwie leśnym. Praca doktorska. Warszawa: SGGW-AR 1984.

5. Novotny M. i in.: Optymalizace rozpisu hlavnich sortimentů dřeva na základě zaměnitelnosti surovin. Les. Čas. 1968 č. 1.
6. Partyka T. i in.: Sprawdzenie w warunkach produkcyjnych Lasów Państwowych metod optymalizacji i dostaw drewna. Dokumentacja. Warszawa: IBL 1980.
7. Stepanov G. A.: Optimizacia proizvodstva kruglych lesomaterialov. Moskva: Lesn. Promyšl. 1974.
8. Zasady szacunku drzew na pniu przy wykorzystaniu ETO. Maszynopis powielony. Warszawa: IBL 1982.

Praca wpłynęła do Komitetu Redakcyjnego 3 lutego 1987 r.

### Краткое содержание

Основными данными, необходимыми для оптимализации плана заготовки и вывозки древесины являются качественно-размерные свойства деревьев предназначенных для рубки. Информации, какие на эту тему дают традиционные таксационные оценки недостаточны, так как не дают возможности определить масштаб сортиментной мобильности планируемого для заготовки древесного сырья. Значительно большие возможности в этой области представляют формы оценки основанные на делении деревьев на качественно-размерные группы.

Предварительная подготовка данных для оптимализации охватывает, между другими, разработку вариантов манипуляции (раскряжёвки) деревьев. Для облегчения этого задания автор статьи разработал алгоритм, реализация которого на микрокомпьютере даёт результаты дающие возможность быстрого создания и анализа вариантов манипуляции. Дополнительным положительным свойством разработанного алгоритма является деление ствола деревьев на субсортименты. Это даёт возможность проведения предварительной оптимализации, обеспечивающей рациональное ограничение множества вариантов манипуляции, вводимых в соответствующую оптимализацию.

### Summary

Quality and dimension characteristics of trees intended for cutting are the basic data necessary for optimizing the plan of harvesting and haulage of wood. Informations on this subject obtained from traditional bracker appraisals are not satisfactory, because they do not render possible to determine the assortment mobility of wood planned for harvesting. Forms of appraisals based on the division of trees into quality and dimension groups give much greater possibilities in this field.

Introductory preparation of data for the optimization involves among other things an elaboration of variants of tree bucking. To facilitate this task, the author elaborated an algorithm, which realization on microcomputer gives results rendering possible to quickly form and analyse the bucking variants. The division of trees into sub-assortments is an additional value of elaborated algorithm. This allows the

carrying out of an introductory optimization, rendering possible to rationally limit the series of bucking variants, introduced to the final optimization.