

PRÓBA OPTYMALIZACJI PRZEROBU SUROWCA DRZEWNEGO

Władysław Fabiszewski

Szkola Główna Gospodarstwa Wiejskiego — Akademia Rolnicza, Warszawa

Rozwój produkcji przemysłu drzewnego (łącznie z przemysłem celulozowo-papierniczym) powinien być zsynchronizowany z potrzebami różnych gałęzi gospodarki, które zużywają drewno w stanie okrągłym lub produkty z drewna oraz z zasobnością bazy surowcowej, zaplanowaną do pozyskania masą drewna oraz jej strukturą wymiarową i gatunkową.

W ostatnich latach zarysowują się istotne zmiany struktury wymiarowej pozyskiwanego drewna. Uwidacznia się spadek udziału drewna o większych średnicach, tzw. wielkowymiarowego, w ogólnej ilości pozyskiwanego surowca drzewnego, a zwiększenie udziału drewna o mniejszej średnicy, tzw. drewna średnio- i małowymiarowego. Na takie przesunięcie wpłynęła głównie struktura powierzchniowa klas wieku drzewostanów oraz zmiany systemu pozyskania drewna.

Następuje zwiększenie pozyskania drewna z cięć przedrębnych, jako koniecznego zabiegu hodowlanego, co ilustrują dane zamieszczone w tabeli 1. W tych warunkach konieczne są zmiany sposobu użytkowania

Tabela 1

Zużytkowanie drewna okrągłego na cele przemysłowe
w latach 1970-1980 (w tys. m³)

Grupa sortymentów drewna	1970	1975	1980
Wielkowymiarowe	10 091,0	11 567,0	12 025,0
Średniowymiarowe	5 064,0	6 825,0	9 684,0
Małowymiarowe	490,0	930,0	3 225,0

surowca drzewnego, idące w kierunku zwiększenia udziału przerobu fizyczno-chemicznego i chemicznego.

Ze zmian struktury sortymentowej pozyskanego drewna — obecnej i przewidywanej na najbliższe 10 lat — wynika konieczność szybszego

rozwoju przemysłu materiałów płytowych — drewnopochodnych oraz przemysłu celulozo-papierniczego. Trzeba podkreślić, że postęp techniczny w technologii przerobu drewna umożliwia właściwe zużytkowanie wszystkich pozyskiwanych sortymentów drewna. Należy również stwierdzić, że te same sortymenty mogą być przerabiane na różne wyroby, co stwarza możliwość elastycznego gospodarowania drewnem w zależności od potrzeb gospodarczych, ekonomiki przerobu oraz wartości produktów. W planowej gospodarce wymienione warunki wpływają w zasadniczy sposób na kierunki rozwoju poszczególnych branż przemysłu drzewnego. Jeżeli przyjmiemy, że efekty ekonomiczne, przy jednoczesnym uwzględnieniu ograniczeń wynikających z określonych potrzeb gospodarki na niektóre wyroby, są podstawowym celem działalności gospodarczej, to możemy mówić o przewartościowaniu drewna przy jego przerobie. W tym celu konieczna jest znajomość sortymentów lub ich grup przeznaczonych do przerobu na określone produkty (przewartościowania drewna).

W obliczeniach można się posłużyć odpowiednimi formułami, a mianowicie:

$$Wd = \frac{(z - 1,05c) + s}{a}, \quad (1)$$

gdzie:

Wd — wartość jednostki surowca drzewnego uzyskana w procesie przerobu określonego sortymentu na określony produkt,

z — wartość jednostki produktu w cenach zbytu,

c — całkowity koszt własny wyrobu jednostki produktu,

s — koszt jednostki surowca drzewnego,

a — liczba jednostek surowca potrzebnego do wyprodukowania jednostki wyrobu,

lub

$$Wd = Z \left[\left(1 - \frac{p}{p + 100} \right) - Q \right] \frac{1}{a}, \quad (2)$$

gdzie:

Wd — jak poprzednio,

Z — cena zbytu jednostki produktu,

p — procent akumulacji (zróznicowany),

Q — koszt własny wyrobu jednostki produktu,

a — liczba jednostek (m^3) drewna potrzebnych do uzyskania określonej jednostki produktu.

Przy ustalaniu poszczególnych wyrazów formuły należy określić współczynniki zużycia surowca (sortymentami) do wyrobu odpowiedniego produktu. Biorąc pod uwagę pewną możliwość stosowania różnych sortymentów w produkcji, należy zwrócić uwagę na granicę dopuszczalności udziału różnych sortymentów, która by gwarantowała odpowiednią jakość wyrobu. Zarówno przy zestawieniu kosztów produkcji, jak i udziału sortymentów drewna, powinno się uwzględniać przede wszystkim nowoczesne technologie.

Jeśli znamy wartość poszczególnych sortymentów drewna oraz wartość uzyskanych z nich produktów po przerobie i jeśli znamy ilości tych sortymentów użytych do produkcji, możemy optymalizować efekty przewartościowania drewna.

W 1965 r. przeprowadzono badania nad optymalizacją przerobu drewna iglastego i liściastego średnio- i małowymiarowego dla 30 sortymentów, 12 produktów oraz 2 innych przeznaczeń tego drewna. Do obliczeń zastosowano ETO i algorytm simpleks przy dwóch warunkach określających minimum potrzebnych produktów i ograniczoną ilość sortymentów surowca będących do dyspozycji. Przy tych założeniach łączna wartość surowca drzewnego zużytego do produkcji wynosiła:

$$f = \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n a_{ij} X_{ij} \text{ (max)},$$

przy czym $X_{ij} \geq 0$ ($i = 1, 2, \dots, m; j = 1, 2, \dots, n$).

Dla porównania wyników optymalizacji przewartościowania surowca drzewnego dokonano obliczeń w złotych i dolarach. Otrzymane wyniki wykazały, że w celu osiągnięcia najlepszych efektów ekonomicznych należy dokonać innego rozdziału drewna średnio- i małowymiarowego między branżami przemysłu drzewnego. Wykonana praca umożliwiła wyciągnięcie następujących wniosków, dotyczących gospodarowania drewnem:

— przy zastosowaniu metod matematycznych w planowaniu produkcji drewna i przemysłowego jego przerobu istnieją możliwości optymalizacji wyników ekonomicznych,

— analizę kierunków rozwoju gałęzi przemysłu drzewnego należy oprzeć na wynikach obliczeń dokonywanych dla całej bazy surowca drzewnego i uwzględnić możliwość różnego przerobu tych samych sortymentów.

Zagadnienie optymalizacji przerobu surowca drzewnego zarysowało się bardzo ostro w latach 1969/1970 podczas przygotowywania prognoz rozwoju leśnictwa i przemysłu drzewnego.

Aby określić kierunki rozwoju gospodarki leśnej i przemysłu drzewnego należy opracować prognozy w zakresie:

— struktury sortymentowej pozyskiwanego drewna, z uwzględnieniem rozmiaru tego pozyskania, a także gatunków, klas grubości i wysokości drzew przewidywanych do pozyskiwania,

— potrzeb krajowych z uwzględnieniem eksportu i importu podstawowych produktów i wyrobów z drewna,

— możliwości zastosowania nowych technologii w przerobie drewna.

Do opracowania prognoz pozyskania drewna w Instytucie Technologii Drewna w Poznaniu stosuje się metody korzystające z ETO. Uwzględniając wyniki badań i prób wskazujących na możliwości optymalizacji przerobu drewna wykonano następane badania. Dotyczyły one określenia metody takiej manipulacji dźwyc, która umożliwiłaby uzyskanie maksymalnych efektów ekonomicznych przerobu wyrabianych sortymentów drewna.

Zakładając więc określone pozyskanie surowca drzewnego z podziałem na rodzaje drzew, klasy grubości i klasy wysokości dla różnych okresów, np. do 1980 i do 1990 r., warianty manipulacji drzew oraz obliczone wartości produktów z przerobionych sortymentów, można rozważać na co przeznaczать poszczególne sortymenty, aby otrzymać optymalne przetworzenie drewna.

W zasadzie prowadzono odrębne obliczenia dla każdej grupy rodzajowej drzew, przy określonym wariantcie wyróbki sortymentów. Fakt ten sugeruje, że postać modelu matematycznego będzie zależała od rodzaju surowca drzewnego, jednostki wartości, w której wyrażono wartość drewna w produkcji (złoty, dolar, rubel) roku, dla którego dokonujemy obliczeń oraz wartości sortymentów. Model matematyczny zużytkowania drewna ustalonego rodzaju w określonym roku, przyjętej jednostce wartości oraz sortymentów można sformułować następująco:

$$f^{tgp} (X_1^{ig}, X_2^{ig}, \dots, X_m^{ig}) = \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n \sum_{k=1}^l C_{ijk}^{gp} X_{ijk}^{ig} \quad (3)$$

gdzie (oznaczenia do równań i nierówności 3-7):

t — wskaźnik roku, przy czym $t = 1, 2, \dots, T$,

g — wskaźnik gatunku drewna, przy czym $g = 1, 2, \dots, h$,

p — wskaźnik jednostki wartości drewna w produkcji i sortymentach drewna, przy czym $p = 1, 2, \dots, q$,

i — wskaźnik klas grubości surowca drzewnego, przy czym $i = 1, 2, \dots, m$,

j — wskaźnik klas wysokości drzew zależnych od bonitacji siedliska, przy czym $j = 1, 2, \dots, n$,

k — wskaźnik wariantu manipulacji surowca drzewnego, przy czym $k = 1, 2, \dots, l$,

w — wskaźnik drewna w produkcji, przy czym $w = 1, 2, \dots, v$,

s — wskaźnik sortymentów drewna, przy czym $s = 1, 2, \dots, r$,

b_{ij}^{tg} — przewidywane pozyskanie masy drewna w m^3 gatunku g , i -tej klasy grubości oraz j -tej klasy wysokości w roku t ,

b_w^{-tgp} — zapotrzebowanie zapewniające pokrycie potrzeb gospodarczych na w -ty produkt z drewna wyrażony w p -tej jednostce wartości uzyskany z gatunku g w roku t ,

b_s^{-tgp} — zapotrzebowanie zapewniające pokrycie potrzeb gospodarczych na s -ty sortyment drewna wyrażony wartościowo w p -tej jednostce wartości uzyskany z gatunku g w roku t ,

a_{ijkw}^g — współczynnik wyrażający udział masy drewna gatunku g pochodzącej z i -tej klasy grubości oraz j -tej klasy wysokości dla k -tego wariantu manipulacji w w -tym produkcie z drewna,

a_{ijks}^{-g} — współczynnik wyrażający udział masy drewna gatunku g pochodzącej z i -tej klasy grubości oraz j -tej klasy wysokości dla k -tego wariantu manipulacji w s -tym sortymencie drewna,

u_{ijkw}^{gp} — wartość wyrażona w jednostce p 1 m^3 masy drzewnej gatunku g pochodzącej z i -tej klasy grubości oraz j -tej klasy wysokości dla k -tego wariantu manipulacji zawartej w w -tym produkcie z drewna,

z_{ijks}^{gp} — wartość wyrażona w jednostce wartości p 1 m^3 masy drzewnej gatunku g pochodzącej z i -tej klasy grubości oraz j -tej klasy wysokości dla k -tego wariantu manipulacji zawartej w s -tym sortymencie (opał),

X_{ijk}^{tg} — wyznaczona ilość masy drzewnej w m^3 w roku t dla gatunku g pochodzącej z i -tej klasy grubości oraz j -tej klasy wysokości dla k -tego wariantu manipulacji,

c_{ijk}^{gp} — wartość wyrażona w jednostce wartości p 1 m^3 masy drzewnej gatunku g pochodzącej z i -tej klasy grubości oraz j -tej klasy wysokości dla k -tego wariantu manipulacji przy czym:

$$c_{ijk}^{gp} = \sum_{w=1}^v a_{ijkw}^g + \sum_{s=1}^r a_{ijks}^{-g} z_{ijks}^{gp}.$$

przy warunkach

$$\sum_{k=1}^l X_{ijk}^{tg} \leq b_{ij}^{tg}, \quad (4)$$

$$\sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n \sum_{k=1}^l a_{ijkw}^g u_{ijkw}^{gp} x_{ijk}^{tg} \geq b_w^{-tgp}, \quad (5)$$

$$\sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n \sum_{k=1}^l a_{ijks}^{-g} z_{ijks}^{gp} x_{ijk}^{tg} \geq b_s^{-tgp}, \quad (6)$$

$$x_{ijk}^{tg} \geq 0. \quad (7)$$

Funkcja celu określona wzorem (3) wyraża globalną wartość surowca drzewnego gatunku g w jednostkach wartości p w roku t .

Warunki ograniczające (4) określają, że ilość masy drzewnej w m^3 gatunku g w roku t , która powinna być pozyskana w i -tej klasie grubości i j -tej klasie wysokości jest nie większa od przewidywanego pozyskania masy drzewnej w m^3 gatunku g w roku t i -tej klasie grubości oraz j -tej klasie wysokości.

Warunki ograniczające (5) zakładają, że wartość surowca drzewnego gatunku g wartości p jednostek w roku t zawarta w w -tym produkcie nie może być mniejsza od zapotrzebowania na drewno o wartości p jednostek przeznaczone na w -ty produkt g w roku t . Warunki ograniczające (6) gwarantują, że wartość surowca drzewnego g liczona w jednostkach wartości p w roku t zawarta w s -tym sortymencie drewna nie może być mniejsza od zapotrzebowania na s -ty sortyment drewna gatunku g w roku t wyrażonego wartościowo w jednostkach p .

Wreszcie warunek ograniczający (7) zapewnia nieujemność masy drzewnej gatunku p w roku t , która powinna być pozyskana w i -tej klasie grubości i j -tej klasie wysokości oraz poddana k -temu wariantowi manipulacji. Wprowadzenie ograniczeń b_w^{-tgp} i b_s^{-tgp} wyraża hipotetyczne zaspokojenie potrzeb gospodarczych w zakresie produktów i sortymentów na lata 1980 i 1990. Przyjęto również, że po zaspokojeniu określonych potrzeb reszta drewna powinna być przerobiona na tarcicę, jako produkt cenny i deficytowy.

Uwzględniając te założenia zbudowano odpowiednie macierze optymalizacyjne dla maszyn matematycznych. Przeliczeń dokonano na maszynie Mińsk 22 przy autokodzie MAT dla konkretnych warunków. Optymalne rozwiązania, przy których funkcja celu osiągnęła wartości maksymalne, zestawiono w tablicach dla poszczególnych grup rodzajowych lub rodzajów drzew w zależności od przedziałów średnic kłód, klas wysokości (a, b, c), zasobności masy drzewnej (w m^3), procentowego udziału drewna, uwzględniającego proponowane warianty manipulacji surowca oraz wartości jednostkowe drewna w wyrobie, określone współczynnikiem funkcji celu.

W końcowym wyniku opracowania zostały określone w każdej tablicy ilości m³ drewna przeznaczonego na odpowiednie wyroby i sortymenty oraz ich optymalne wartości. Wyniki otrzymane z maszyny matematycznej poddano weryfikacji w formie porównania potrzeb gospodarczych z ilością rozdysponowanego surowca.

W konkluzji można przyjąć następujące wnioski:

1) wyniki pracy wykazały, że wartość drewna w przerobie zależy od jego podziału i przeznaczenia na odpowiednie wyroby,

2) przeprowadzona próba optymalizacji przewartościowania poszczególnych grup rodzajowych drewna i jego różnej manipulacji może być przydatna przy ustalaniu zadań gospodarczych,

3) przy różnych rozwiązaniach przewartościowania drewna, które służyłoby podejmowaniu decyzji gospodarczych, wydaje się celowe uwzględnienie informacji o zamierzonych powiązaniach handlowych w układzie międzynarodowym,

4) w celu umożliwienia korzystania w szerszym zakresie z ETO do celów planowania gospodarczego w zakresie przerobu drewna konieczne jest dostosowanie sprawozdawczości statystycznej do potrzeb wynikających z zastosowania modeli matematycznych,

5) przy opracowywaniu docelowego modelu matematycznego odpady przemysłowe należy włączyć do bilansu drewna, ustalając jednocześnie stopień substytucji drewna okrągłego odpadami oraz normy zużycia tych odpadów do wyrobu poszczególnych produktów.

Владислав Фабиевски

ПОПЫТКА ОПТИМИЗАЦИИ ПЕРЕРАБОТКИ ДРЕВЕСНОГО СЫРЬЯ

Резюме

Общеизвестно, что развитие деревообрабатывающей промышленности (вместе с целлюлозно-бумажной) должно быть, с одной стороны, синхронизировано с хозяйственными потребностями страны по отношению к древесным продуктам и изделиям из древесины, а также к круглому лесоматериалу, потребляемому некоторыми отраслями, а с другой стороны с запасами сырьевой базы, предусмотренной массой заготавливаемой древесины, а также ее структурой по породам и размерам.

Приспособление развития структуры переработки древесины к существующим условиям требует уточнения методов, определяющих развитие деревообрабатывающих отраслей и их производства, учитывающих оптимальное использование древесного сырья с точки зрения получения максимальных экономических эффектов.

Если заметим, что переменными в этой проблеме будут: разные породы деревьев, диаметры и их высота, большое количество сортиментов, возможность разного раскроя деревьев, а также разные способы промышленной переработки, тогда возникает необходимость применять электронную вычислительную технику для максимизации экономических эффектов хозяйствования древесным сырьем.

Проведенные исследования в области применения математических методов и электронной вычислительной техники в планировании развития деревообрабатывающей промышленности, показали, что возможна разработка соответствующих математических моделей и применение ЭОД в этой области.

Władysław Fabiszewski

OPTYMIZATION OF WOOD PROCESSING

Summary

It is a wide known fact, that the development of forest industries (including pulp and paper industry) should be, on the one hand synchronized with requirements of national economy relating the consumption of wood products and, on the other hand, with raw material basis potentials, anticipated volume of harvesting and dimensional as well as qualitative structure of harvested roundwood. Adaptation of wood processing development to prevailing conditions, calls for elaboration of methods for appraising the development of industry branches and their productive capacities, with regard to optimum roundwood valuation. Taking into consideration variables such as species of wood, diameter and height of trees, assortment differences, sawing patterns and different ways of industrial conversion, it is obvious, that the application of electronic data processing is a must when maximization of economic effects of wood management is at stake. The application of mathematical and electronic calculation techniques in planning of forest industries development, demonstrated possibilities of elaborating proper mathematical models and implementation of electronic data processing in this field of economic activity.