Economic decision optimization in the meat industry based on the mathematical methods

KRYSTYNA WITWICKA

Institute of Meat and Fat Industry, Warszawa, Poland

For the last ten years Polish meat industry has applied operation research for the management improvement as a result of which several optimization methods have been devised. During the application of these methods various elements from the sphere of operation research have been used. They are differentiated according to the kind of the optimized decisions. The linear programming is most often used in 2 forms namely as the classic transport algorithm, which is modified according to the problem being solved and as return route algorithm. The algorithm simplex which enables one to take into account the specific circumstances characteristic for the meat industry and meat market is used as well. The study of the mathematical model of dynamic programming for meat cutting and meat processing has been completed recently. The above methods are applied for the decision optimization in the following fields:

- live-stock routes /the minimized criterion function is the length of the route/ ;
- meat and sausages routes in large consumption centres /the minimized criterion function is the transport costs/ ;
- processing optimization in the plants manufacturing sausages and other smoked foods taking into account the requirements of the meat market /the maximalized criterion function is the profit/ ;
- optimization of meat raw material utilization at the stage of cutting and processing;
- allocation of slaughter-houses and meat processing plants.

Die Optimierung der wirtschaftlichen Entscheidungen in der Fleischindustrie unter Anwendung der mathematischen Methoden

KRYSTYNA WITWICKA

Institut für Fleisch- und Fettindustrie, Warszawa, VR Polen

Zwecke Vervollkommnung der Leitung benutzt die polnische Fleischindustrie seit 10 Jahren die Operationsforschung, infolgedessen wurden einige Optimierungsmethoden erarbeitet. Diese Methoden nutzen mehrere, von der Art der zu optimierenden Entscheidungen abhängige unterschiedliche technische Arbeitsinstrumente aus dem Gebiet der Operationsforschung aus. Es wurde vor allem die lineare Programmierung in 2 Gestalten angewandt u.z. der klassische Transportalgorithmus, welcher abhängig vom zu lösenden Problem modifiziert wurde und das Problem der Rundfahrt. Man benutzt auch den Algorithmus SIMPLEX, weil er die Möglichkeit der Berücksichtigung der für die Fleischindustrie und -markt spezifischen Begrenzungen gibt. Es wurde in der letzten Zeit die Erarbeitung vom mathematischen Modell der dynamischen Programmierung auf dem Gebiet der Fleischzerlegung und -verarbeitung beendet. Die oben erwähnten Methoden wurden zur Optimierung der folgenden Entscheidungen angewandt:

- Festlegung der Wege beim Lebendviehtransport/Zielfunktion: die Länge der Wege — minimum/
- Festlegung der Wege beim Transport von Fleisch und Fleischerzeugnissen in grosse Konsumzentren /Zielfunktion: Transportkosten — minimum/ ;
- Optimierung der Verarbeitung in Fleischbetrieben mit Berücksichtigung der Versorgungsaufgaben /Zielfunktion: Gewinn — maximum/ ;
- Optimierung der Ausnutzung des Rohstoffes auf den Produktionsstufen Zerlegung und Verarbeitung ;
- Standortoptimierung der Fleischbetriebe.

L'optimisation des décisions économiques dans les Industries de la Viande par méthodes mathématiques.

WITWICKA KRYSZYNA

Institut des Industries de la Viande et des Corps Gras, Warszawa, Pologne

Pour perfectionner l'administration, les Industries de la Viande en Pologne poursuivent depuis 10 ans des recherches opérationnelles, qui ont permis d'élaborer quelques méthodes d'optimisation. Les méthodes en question, profitent de certains moyens utilisés dans le domaine des recherches opérationnelles, dont le choix dépend de l'espèce des décisions optimisées. On utilise le plus souvent la programmation linéaire sous deux formes, c'est à dire sous forme d'un algorithme classique pour le domaine du transport, modifié selon les problèmes à résoudre, et pour le problème de " commis voyageur ". On utilise aussi l'algorithme simplexe, qui permet de considérer des limitations spécifiques pour l'industrie de la viande et son marché.

On a terminé récemment des recherches sur un modèle mathématique de programmation dynamique pour la découpe et la transformation des viandes. Les méthodes mentionnées plus haut sont utilisées pour l'optimisation des décisions dans les domaines suivants:

- détermination des trajets pour le gros et le menu bétail / fonction minimisée: la longueur du chemin /,
- détermination d'une voie de livraison des viandes et des produits carnés dans les grands centres de consommation / fonction minimisée: les frais de transport /,
- optimisation de la transformation des viandes dans les usines, en considérant les exigences du marché / fonction maximisée: le gain /.

Оптимализация хозяйственных решений в мясной промышленности применением математических методов

КРИСЬЯНА ВИТВИЦКА.

Институт Мясной и Жировой Промышленности, Варшава, ПНР.

С целью совершенствования управления польская мясная промышленность уже 10 лет применяет операционные исследования, в следствии которых разработано несколько оптимизационных методов. Методы эти используют ряд приборов из отрасли операционных исследований, дифференцируя их в зависимости от вида оптимизированных решений. Наиболее широко применяется линейное программирование в двух направлениях т.е. классического транспортного алгоритма, который модифицируется в зависимости от решаемого вопроса а также проблемы коммивояжера. Используется также алгоритм симплекс, который предоставляет возможность учитывания специфических для промышленности и мясного рынка ограничений. Закончено в настоящее время исследование математического модели динамического программирования разделки и переработки.

- Выше указанные методы применяются к оптимизации решений в следующих направлениях:
- определение трасс перевозки животных с целью их сокращения,
 - определение путей поставок мяса и его изделий в пределе больших потребительских центров (минимализированная функция цели: стоимость транспорта),
 - оптимизация переработки на мясных заводах с учётом требований рынка (максимализированная функция цели: прибыль),
 - оптимизация использования сырья в стадиях разделки и переработки,
 - локализация мясных заводов.

Die Optimierung der wirtschaftlichen Entscheidungen in der Fleischindustrie unter Anwendung der mathematischen Methoden

KRYSTYNA WITWICKA

Institut für Fleisch- und Fettindustrie, Warszawa, VRPolen

Zwecks Vervollkommnung der Leitung benutzt die polnische Fleischindustrie seit 10 Jahren die Operationsforschung, infolgedessen wurden einige Optimierungsmethoden erarbeitet. Diese Methoden nutzen die mehreren von der Art der zuoptimierenden Entscheidungen abhängigen unterschiedlichen technischen Arbeitsinstrumente aus dem Gebiete der Operationsforschung aus. Es wurde vor allem die lineare Programmierung in 2 Gestalten angewandt, nämlich der klassische Transportalgorithmus, welcher abhängig vom zulösenden Problem modifiziert wurde und das Problem der Rundfahrt. Man benutzt auch den Algorithmus SIMPLEX, weil es die Möglichkeit der Berücksichtigung der für die Fleischindustrie und -markt spezifischen Bedingungen gibt. Es wurde in der letzten Zeit die Erarbeitung eines mathematischen Modells der dynamischen Programmierung auf dem Gebiet der Fleischzerlegung und -verarbeitung beendet. Die oben erwähnten Methoden wurden zur Optimierung der Entscheidungen auf dem Gebiet des Lebendviehtransportes, des Transportes vom Fleisch und Fleischerzeugnissen im Bereich der grossen Konsumzentren, der Fleischverarbeitung, der Rohstoffverwertung für die Produktionsstufen Zerlegung und Fleischverarbeitung und der Standortoptimierung der Fleischbetriebe angewandt.

Die Festlegung der Wege beim Lebendviehtransport wurde unter Anwendung des klassischen Transportalgorithmus optimiert, wobei als die zuminimierende Zielfunktion die Länge der Wege angenommen wurde. Die Optimierungsberechnungen werden jede zwei Wochen für den Transport von Schweinen und Rindern unter Anwendung des elektronischen Rechners ODRA 1305 ausgeführt. Als die Grundlage der Berechnungen werden die gleichbleibenden und die variablen Daten benutzt. Die Datei der gleichbleibenden Daten enthält das Verzeichnis der Aufkaufsstellen, das Verzeichnis der Fleischbetriebe, die die Schlachtkapazität der einzelnen Schlachthöfe betreffenden Angaben sowie auch die Matrix der Entfernungen. Diese Matrix fasst nicht alle Aufkaufsstellen um, weil man die Aufkaufsstellen aggregiert und die neuen theoretischen Aufkaufsstellen geschaffen hat. Jede solche Aufkaufsstelle repräsentiert durchschnittlich 20 Aufkaufsstellen und befindet sich in der Mitte jedes Bezirks. Die Aggregation ermöglichte die Verkleinerung der Matrix und der Anzahl der Gleichungen, infolgedessen wurde auch die Zeit der Berechnung reduziert.

Die Grössen des Angebots und der Nachfrage bilden in diesem Modell die Gruppe der variablen Daten. Als das Angebot wird in diesem Fall die vorhergesehene Aufkaufsgrösse angenommen. Als die Nachfrage nimmt man die Summe der Schlachtungspläne aller Fleischbetriebe an. Den Grundsätzen des Transportalgorithmus gemäss muss das Angebot der Nachfrage gleichen. Es wurde für die Ausgleichung des Angebots und der Nachfrage ein spezielles Programm bearbeitet. Es berücksichtigt die Priorität der grossen Verbrauchszentren.

Die Standardprogramme des Transportalgorithmus wurden mit einem zusätzlichen System ergänzt. Dieses System gibt die Möglichkeit der automatischen Generierung der Matrix der Entfernungen. Im Falle der Änderungen in der Datei der aggregierten Aufkaufsstellen oder der Fleischbetriebe können die neuen Entfernungen schnell berechnet und in die Matrix eingeführt werden. Die Eingangsgrössen sind in diesem System die Spezifikationsdaten aller Knotenpunkte und die Entfernungen zwischen den Nachbarpunkten. Als die Nachbarpunkte werden diese Knotenpunkte, zwischen welchen eine direkte Verbindung existiert, angenommen. Alle Fleischbetriebe bekommen die Drucklisten mit den optimierten den Lebendviehtransport betreffenden Entscheidungen. Diese Methode versichert die Verkürzung der Transportwege um ungefähr 20%.

Auf Grund des Transportalgorithmus wurden einige anderen den Transport betreffenden Einheitsbaugruppen bearbeitet. Diese Moduln können das Transportwesen auf dem Gebiete der Beförderung vom Fleisch, Fleischerzeugnissen und Fetten vervollkommen. Ein der wichtigsten zwischen diesen Moduln ist der Modul, der der Kontrolle der Erfüllung der optimierten Transportpläne gewidmet ist. Es wurden auch im Rahmen dieser Kontrolle die Optimierungsberechnungen ex post vorhergesehen.

Auf dem Gebiet des Transportes wurde auch das Optimierungsmodell des Transportes vom Fleisch und Fleischerzeugnissen im Bereich der grossen Konsumzentren bearbeitet. Die Struktur der Relationen d.h. die Kopplung zwischen einem Absender/der Fleischbetrieb/ und den mehreren Abnehmern /die Läden/ verursacht die Entstehung des Problems der Rundfahrt. Die Festlegung der optimalen Wege ermöglicht die Vervollkommnung der Versorgung der Bevölkerung sowie auch die Ersparnisse auf dem Gebiete der Fahrzeuge und der lebendigen Arbeit. Das Problem der Rundfahrt enthält eine Reihe von wesentlichen Bedingungen. Sie betreffen die Lage der Läden, die Warenannahme und die Möglichkeit der Zufahrt zu jedem Laden. Es wurden auch die Arten der angewandten Fahrzeuge berücksichtigt.

Die zu minimierende Zielfunktion sind die Transportkosten, aber das Modell erlaubt die Annahme einer anderen Zielfunktion, nämlich der Summe der unbenutzten Arbeitsstunden der Fahrzeuge. Dieses Modell wurde noch nicht angewandt, weil es viele organisatorischen Hindernisse gibt. Zu den Gründen dieser Schwierigkeiten gehört auch u.a. die Veränderlichkeit der Handelsbestellungen.

Zwecks der Optimierung der Entscheidungen auf dem Gebiete der Verarbeitung wird der Algorithmus SIMPLEX angewandt. Er befindet sich in der Programmbibliothek jedes Rechners. Das bearbeitete Modell versichert die Maximierung der Zielfunktion d.h. der Akkumulation der Verarbeitungsbetriebe.

Die Aufgabe des Modells ist die Optimierung der Sortimentstruktur, die die optimale Rohstoffausnutzung und den maximalen Gewinn versichern soll. Zwecks des Beginns der Berechnungen musste man alle gleichbleibenden und veränderlichen Daten sammeln und bearbeiten. In der Gruppe der gleichbleibenden Daten befinden sich der Rohstoffkode, der Kode der Fertigwaren, das Verzeichnis der spezifischen Standarde des Gewinns und die Matrix der materialökonomischen Koeffizienten. Der Rohstoffkode enthält alle Sorten der zur Verarbeitung gebrauchten Rohstoffe. Der Kode der Fertigwaren fasst alle in den Fleischbetrieben produzierte Fertigwaren um /Wurstwaren, Schinken, Konserven/. Die Matrix der materialökonomischen Koeffizienten wird auf der Basis der Standarde des Rohstoffverbrauchs für alle Fertigwaren gebaut.

In der Gruppe der variablen Daten befinden sich die für den zu analysierenden Zeitraum vorgesehene Rohstoffmengen, sowie auch die Bedingungen, die die allgemeinen Rahmen der optimalen Lösung bilden. Es gehören zu den Bedingungen die folgenden Werte: die Produktionsgrösse der einzelnen Verarbeitungsbetriebe, sowie auch der Anteil aller Artikelgruppen oder Artikel in der ganzen Produktion. Die grosse Anzahl der Bedingungen vermindert die Schwankungsbereiche und deshalb unermöglicht manörmal die Optimierung. Zwecks der Milderung des Einflusses der Bedingungen werden die Höchstschranken und die Mindestschranken angenommen. Solches Verfahren gibt grössere Möglichkeit der Auswahl.

Die Anwendung der Optimierung der Verarbeitung gab die Erhöhung des Gewinns / durchschnittlich 10 Prozent und in manchen Fleischbetrieben bis zum 50 Prozent/. Um den Bereich der Optimierung zu verbreitern hat man die Forschungen des mathematischen Modells der dynamischen Programmierung auf dem Gebiete der Zerlegung und Verarbeitung durchgeführt. Das Modell ermöglicht die gesamte Optimierung der oben erwähnten Produktionsstufen, die die besseren ökonomischen Effekte als die getrennte Optimierung der Produktions-

stufen Zerlegung und Verarbeitung bringt. Die Summe der Effekte der getrennten Optimierungsberechnungen ist immer kleiner als das Resultat der komplexen Optimierung. Der gesamte Effekt der komplexen Optimierung besteht darin, dass nicht nur die Produktionsstruktur, sondern auch die Ausnutzung der Rohstoffe d.h. die Verteilung des Fleisches für den Verkauf und für die Weiterverarbeitung optimiert wird. Der optimierte Plan wird in der Form der Drucklisten an alle beteiligten Abteilungen der Fleischbetriebe sowie auch an das Leitungskollektiv geliefert. Als die maximierte Zielfunktion kommt hier der Gewinn vor. Es wird der gesamte Gewinn und der Gewinn einer jeden beteiligten Produktionsabteilung angegeben. Das besprochene Modell besitzt eine grosse Anzahl von Gleichungen, infolgedessen muss man die Optimierungsrechnung mit Hilfe des Rechners IBM 360/50 oder ODRA 1305 mit den Magnetplatten ausführen. Das Ausmass des Modells hängt von seiner Charakteristik ab, nämlich er fasst 2 Produktionsstufen und 3 Arten von Bedingungen um. Die erste Gruppe der Bedingungen besteht aus den die Grösse und die Struktur der Produktion und des Verkaufs betreffenden Grenzwerten. Die zweite Gruppe enthält die Bedingungen, die die Kapazität aller Maschinen und Einrichtungen betreffen. Die dritte Gruppe betrifft den Aufwand an der lebendigen Arbeit bei der Produktion einer jeden Fertigware. Die technischen und ökonomischen Nebenbedingungen erlauben das Modell für jeden Fleischbetrieb anzupassen. Die Struktur des die wirtschaftliche Lage eines Fleischbetriebes abspiegelnden Modells erfordert von dem Benutzer schwierige und komplizierte Vorbereitungen zwecks der Anwendung dieses Modells. Man muss die Datei der Standarde der Arbeitsaufwände, die Datei der technischen Standarde, sowie auch die Datei der technologischen Rezepturen bearbeiten.

In diesem Fall entsteht auch das Problem der entsprechenden Schulung des Kaders d.h. des Personals, der die Eingangsdaten vorbereiten und die aus der Optimierungsrechnung resultierende Ausgangsdaten ausnutzen wird. Es ist sehr wichtig, weil diese Rechnung jeden Tag oder jede 2 Tage ausgeführt wird. Die Erfahrungen aus dem Gebiet der Transport- und Verarbeitungsoptimierung zeigten, welche grosse Bedeutung das Niveau des Personals und sein Verhältnis zu den neuen Arbeitsmethoden d.h. zur Anwendung der elektronischen Rechentechnik hat.

Die mathematischen Methoden werden auch während der Trendbestimmung auf dem Gebiete der Entwicklung der Fleischindustrie z.B. bezüglich der Standortoptimierung für die neuen Fleischbetriebe ^{angewandt}. Dieses Problem fasst eine Reihe von Teilproblemen um. Es gehört hier die Auswahl der optimalen Grösse der zukünftigen Fleischbetriebe, die Schätzung der Produktionskosten in den verschiedenen Typen der Betriebe, die Schätzung der Kosten des Transportes vom Lebendvieh, Fleisch und Fleischwaren. Die entsprechend bearbeiteten -Angaben auf dem Gebiete der oben erwähnten Probleme ermöglichen die Bearbeitung der mehreren Varianten der Standortoptimierung. Man wählt von den Varianten diese Variante, die die niedrigste Summe der Investitions-, Produktions- und Transportkosten hat. Es werden im Laufe der Forschungen die Zusammenhänge der einzelnen Variablen und Einflussgrössen analysiert. Man berechnet die Regressions- und Korrelationskoeffizienten für die zu analysierenden abhängigen und unabhängigen Variablen. Die Zusammenhänge werden als die Gleichungen der entsprechenden Kurven vorgestellt. Es sind meistens die Hyperbeln, weil bei der Schlachtungskapazität 35000 t Fleisch pro Jahr die Kosten sehr hoch sind, in dem Intervall von 36000 - 65000 t beobachtet man schon grosse Senkungstendenz, dagegen die Kosten der grösseren Fleischbetriebe /über 65000 t/ bilden die Asymptote, weil sie fast auf demselben Niveau bleiben.

Die oben erwähnten Forschungen gaben das Material zur Bearbeitung der Methode der Modellkostenberechnung, die den Grund der Effektivitätsrechnung, sowie auch der Be-

stimmung des Grenzwertes der Rentabilität der Aufwände während der Vergrößerung der Produktion.

Man hat unter Anwendung der besprochenen Methoden die Standortbestimmung der zukünftigen Fleischbetriebe analysiert. Es wurde gleichzeitig während der Auswahl der optimalen Lösungen ihre zukünftige Effektivität festgelegt.

Die mathematischen Methoden werden in der polnischen Fleischindustrie immer öfter angewandt. Es ist möglich dank der Entwicklung der mehreren Rechenzentren und Vergrößerung der Anzahl der elektronischen Rechner in den Fleischbetrieben.

Die elektronische Rechentechnik wird in der Zukunft zur Bearbeitung der optimalen Produktionspläne und zur optimalen Verteilung von diesen Plänen für die einzelnen Betriebe angewandt.-