

## WARUNKI I MOŻLIWOŚCI OPTYMALIZACJI PRODUKCJI PRZEMYSŁU SPOŻYWCZEGO NA PRZYKŁADZIE PRZEMYSŁU MIĘSNEGO

*Krystyna Witwicka*

Instytut Ekonomiki i Organizacji Przemysłu Spożywczego

### WSTĘP

Charakterystyczna dla każdej działalności ludzkiej dążność do ulepszenia znalazła na przestrzeni ostatnich dziesięcioleci nowy wyraz w postaci badań operacyjnych. Badania te prowadzone są w różnorodny sposób, a wszechstronne ich zastosowanie możliwe jest dzięki upowszechnieniu elektronicznej techniki obliczeniowej. Istotą badań operacyjnych stosowanych w przemyśle stanowi optymalizacja. Praktyczne jej zastosowanie wymaga spełnienia szeregu warunków, które umożliwiają lub usprawniają działania w tym zakresie.

Istnieją 4 grupy warunków, które można określić jako czynniki natury logicznej, technicznej, ekonomicznej i socjologicznej. Każda grupa czynników wpływa na inny aspekt zagadnienia optymalizacji. Uwarunkowania natury logicznej wpływają na powstawanie możliwości stosowania optymalizacji i wiążą się z charakterystyką przemysłu i zachodzących w nim zjawisk. Jeżeli wśród zjawisk tych występują sytuacje decyzyjne, wówczas istnieje motywacja podjęcia obliczeń optymalizacyjnych. Układ warunków technicznych decyduje o możliwości prowadzenia obliczeń i o możliwych do zastosowania przedziałach czasowych. Kształtowanie się warunków ekonomicznych wyznacza margines swobody i decyduje o efektach optymalizacji. Warunki socjologiczne wpływają na powodzenie zastosowania innowacji w przemyśle. Podstawowe znaczenie mają czynniki natury logicznej, determinują bowiem możliwość optymalizowania. Ustalenie wagi pozostałych czynników jest utrudnione ze względu na ich wzajemne zazębianie się i przenikanie. Znaczenie poszczególnych warunków zmienia się zależnie od szczebla zarządzania. Uwarunkowania socjologiczne będą miały podstawowe znaczenie w przypadku optymalizacji produkcji w określonym zakładzie, podczas gdy na innych szczeblach nie będą odgrywały zasadniczej roli.

## UWARUNKOWANIA NATURY LOGICZNEJ

## POWSTAWANIE SYTUACJI DECYZYJNYCH

Przemysł spożywczy stanowi jedno z istotnych ogniw wiążących producentów rolnych z rynkiem i konsumentami. Podstawowym zadaniem przemysłu spożywczego jest zaopatrywanie społeczeństwa w żywność. Z zadania tego wynika główna funkcja przemysłu spożywczego, którą jest produkcja żywności.

Ze względu na charakter i pochodzenie surowców przerabianych przez przemysł spożywczy musi on uwzględniać zarówno wysoką wrażliwość zużywanych surowców, jak też wahania sezonowe i krótkookresowe w ich dostawach. Dysproporcje czasowe, ilościowe i przestrzenne nie są zjawiskiem stabilnym. Występują one w różnym nasileniu, przy czym zmieniają się również relacje między powyższymi trzema rodzajami dysproporcji. W zasadzie przemysł spożywczy znajduje się stale w stanie chwiejnej równowagi między poszczególnymi jednostkami organizacyjnymi a ich otoczeniem. Powoduje to nieprzerwane powstawanie sytuacji decyzyjnych.

Warunki działania przemysłu spożywczego są pierwotnym źródłem problemów decyzyjnych, które muszą być rozwiązywane przez aparat zarządzania przemysłu. Decyzje podejmowane przez kierownictwo przemysłu spożywczego mają istotny wpływ na zaspokajanie potrzeb społeczeństwa, dlatego powinny to być decyzje optymalne, umożliwiające najlepsze w danej sytuacji gospodarczej wykonanie zadania podstawowego tzn. produkcji.

Gospodarcze problemy decyzyjne występują ze szczególną ostrością w przemyśle mięsny, który poszukuje z pozytywnym rezultatem metod zarządzania stwarzających narzędzia optymalizacji produkcji. Teoretycznie rozpatrywany proces podejmowania decyzji składa się z pięciu elementów, jakimi są: pojawienie się sytuacji decyzyjnej, zebranie informacji, wnioski, decyzja i wykonanie. Początkiem procesu podejmowania decyzji jest zaistnienie sytuacji decyzyjnej. Sytuacje decyzyjne powstają w przemyśle w każdym momencie i na każdym szczeblu. Podstawową sytuacją decyzyjną jest konieczność opracowania planu produkcji. Plan produkcji jest jako problem decyzyjny wraz z jego skalą czasową i przestrzenną oraz sposobem rozwiązania zróżnicowany zależnie od szczebla hierarchicznego, na którym decyzja jest podejmowana.

Decyzje, dotyczące planów produkcji przemysłu mięsnego, mają charakter decyzji powtarzalnych. Pozwala to na opracowanie szczegółowych programów działania, przy czym zależnie od konkretnej sytuacji różny jest stopień sformalizowania procesu decyzyjnego. W odniesieniu do planowania produkcji stopień formalizacji zadań jest bardzo wysoki, co po-

zwala na zastosowanie badań operacyjnych i w dalszej konsekwencji matematycznych metod optymalizacji planowania, wykorzystujących elektroniczną technikę obliczeniową.

#### TRYB I ZAKRES OPTIMALIZACJI

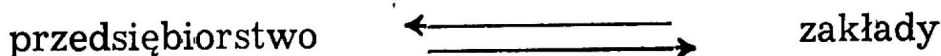
Tryb postępowania i zakres optymalizacji zależy od szczebla zarządzania. Struktura organizacyjna przemysłu mięsnego przewiduje trzy szczeble: centrum, przedsiębiorstwa, zakłady. Na każdym szczeblu zarządzanie ma inny charakter.

Zarządzanie		
<u>strategiczne</u>	<u>taktyczne</u>	<u>operatywne</u>
centrum	centrum	centrum
×	przedsiębiorstwa	przedsiębiorstwa
×	×	zakłady

Pojęcie zarządzania obejmuje planowanie, organizowanie, koordynację, pobudzanie i kontrolę. W zarządzaniu strategicznym funkcją podstawową jest planowanie, dotyczy ono bowiem podstawowych problemów przemysłu takich, jak kierunki rozwoju, inwestycje, plany wieloletnie itd.

Zarządzanie taktyczne ma charakter zróżnicowany zależnie od szczebla. Na szczeblu centrum polega ono na ogólnokrajowym i na uwzględniającym podział na przedsiębiorstwa bilansowaniu i alokacji surowca, środków technicznych i zadań produkcyjnych oraz na długofalowym sterowaniu i kontroli realizacji zadań. Zarządzanie taktyczne na szczeblu przedsiębiorstwa znajduje wyraz w procesie wyboru polegającym na rozdziale zadań planowych pomiędzy zakłady.

Zarządzanie operatywne ma cechy jeszcze bardziej zróżnicowane w zależności od szczebla, na którym jest analizowane. Na szczeblu centrum polega ono na interwencyjnym reagowaniu na zakłócenia w wykonywaniu zadań przez przedsiębiorstwa lub zakłady. Zarządzanie operatywne na szczeblu przedsiębiorstwa jest w zasadzie podstawą jego działalności w ramach sprzężenia zwrotnego



Na szczeblu zakładów występowanie wyłącznie zarządzania operatywnego nie wyklucza ich zainteresowań w zakresie szerszych horyzontów czasowych i przestrzennych. Jednak zakłady są tu z organizacyjnego

punktu widzenia całkowicie zależne od dyrektyw przedsiębiorstwa. Bezpośredni wpływ mają w zasadzie na bieżącą codzienną produkcję własnych oddziałów.

Powyższa charakterystyka zarządzania na trzech szczeblach determinuje rodzaj i zakres optymalizacji, jaki może występować na każdym z nich. W związku z tym na szczeblu centralnym optymalizacja będzie miała charakter strategiczny i będzie wywierała wpływ na rozwój i działalność przemysłu mięsnego w skali kraju. Na szczeblu przedsiębiorstwa optymalizacja może mieć charakter taktyczny i będzie oddziaływała na działalność przedsiębiorstwa w jego regionie i na podległe mu zakłady. Na szczeblu zakładów wystąpi optymalizacja o charakterze operatywnym, usprawniająca i ułatwiająca bieżącą pracę poszczególnych komórek produkcyjnych.

W centrum optymalizacja może dotyczyć kilku problemów związanych bezpośrednio lub pośrednio z produkcją. Należą tu alokacja produkcji, bilansowanie masy mięsno-tłuszczowo-podrobowej, plany produkcyjne, przewozy surowca w postaci żywca oraz przewozy wyrobów gotowych.

Przedsiębiorstwa mogą optymalizować podział planów produkcji na zakłady.

Na najniższym szczeblu, zajmującym się produkcją, optymalizacja może dotyczyć przetwórstwa, dwóch faz produkcyjnych ściśle z sobą związanych tzn. rozbioru z wykrawaniem mięsa i przetwórstwa oraz przewozów wyrobów gotowych w mikroregionach, za jakie przyjmuje się duże ośrodki konsumpcyjne.

#### OPTYMALIZACJA O CHARAKTERZE STRATEGICZNYM

Z dziedziny optymalizacji strategicznej najszerszy zakres tematyczny ma alokacja produkcji. Problem polega na optymalnej lokalizacji nowych zakładów o optymalnych rozmiarach zdolności produkcyjnej. Obydwa optima są poszukiwane i ustalane przy zastosowaniu rachunku wariantowego, przy czym uwzględnić należy takie czynniki, jak sytuacja surowcowa tzn. produkcja mięsa ze 100 ha użytków rolnych, nakłady inwestycyjne, czas zwrotu nakładów inwestycyjnych, koszty przerobu, koszty przewozu surowca (żywca lub mięsa) oraz koszty transportu wyrobów gotowych (mięsa lub jego przetworów)<sup>1</sup>. Metodyka w zakresie optymalnej alokacji przewiduje obliczenie dwóch funkcji celu dążących do minimum.

---

<sup>1</sup> Mięso występuje jako wyrób gotowy w przypadku rzeźni i jako surowiec w przypadku rozważania wielkości i lokalizacji przetwórnii.

$$OWZ = \frac{J}{n} + KTS + KP + KTW \longrightarrow \text{minimum} \quad (1)$$

$$SK = \sum_{i=1}^m (KTS + KP + KTW) \longrightarrow \text{minimum} \quad (2)$$

w których:

- OWZ — optymalna wielkość zakładu,  
 J — nakłady inwestycyjne,  
 n — czas zwrotu nakładów inwestycyjnych w latach,  
 KTS — koszty transportu surowca,  
 KP — koszty przerobu,  
 KTW — koszty transportu wyrobów gotowych,  
 SK — suma kosztów nowych zakładów,  
 m — ilość zakładów ( $i = 1, 2, \dots m$ ).

Optymalizacja alokacji będzie praktycznie dokonywana w pewnych większych odstępach czasu trudnych do określenia z góry, bowiem zależą one od ogólnokrajowego trendu inwestycyjnego. Natomiast zarówno bilansowanie masy mięsno-tłuszczowo-podrobowej, jak i optymalizacja planów produkcji może być dokonywana w określonych przedziałach czasowych zgodnych z rytmem tworzenia narodowych planów społeczno-gospodarczych. Są to okresy pięcioletnie i roczne.

Bilans masy mięsno-tłuszczowo-podrobowej opiera się na wskaźnikach dotyczących prognozowanych lub oczekiwanych w okresie 5 lat wielkości dostaw żywca i eksportu oraz wielkości produkcji i sprzedaży, jak też na obowiązujących normatywach uzysków z uboju, rozbioru i wykrywania, na obowiązujących recepturach i pracochłonności wyrobów, oraz na aktualnym i przewidywanym na okres obliczeniowy stanie zdolności produkcyjnych. Bilans przeliczony w kilku wariantach, co jest możliwe dzięki stosowaniu elektronicznej techniki obliczeniowej, stanowi podstawę do optymalizacji pięcioletnich lub wieloletnich planów produkcji.

Plan produkcji powinien być optymalizowany w skali kraju. Celem optymalizacji jest jak najlepsze zaopatrzenie rynku przy pełnym zaspodarowaniu surowca i przy uzyskaniu przez przemysł możliwie najlepszych wyników finansowych. Należy wykorzystać możliwość przyjęcia różnych funkcji celu, którymi mogą być maksymalizowane wielkości produkcji dodanej, zysku, utargu lub ilości produkcji. Uwzględnienie różnego rodzaju ograniczeń w postaci np. oczekiwanej podaży surowca i przewidywanego popytu na wyroby gotowe przybliży optymalizowane

plany do konkretnej sytuacji gospodarczej przemysłu mięsnego w danym okresie. Funkcja celu ma postać równania

$$C = \sum_{i=1}^m a_i = \text{maximum} \quad (3)$$

w którym:

- $a$  — produkcja dodana, zysk, utarg lub ilość produkcji rodzaju  $i$ ,  
 $m$  — rodzaje produkcji lub działalności ( $i = 1, 2, \dots m$ ).

Dla spełnienia wszystkich wymogów stawianych planowi produkcji należy wprowadzić do formuły rozwiązania również szczegółowe wymagania dotyczące ilości poszczególnych grup artykułów, aby zapewnić społeczeństwu należyte proporcje zaopatrzenia w różnego rodzaju mięso i jego przetwory.

Obliczenie optymalnego wieloletniego lub pięcioletniego planu produkcji w skali kraju stanowi pierwszy etap optymalizacji w tej dziedzinie. Drugim niemniej ważnym etapem jest podział planu na poszczególne jednostki produkcji. Ze względu na metodykę optymalizacji przyjmuje się podział planu na zakłady tzn. na jednostki bezpośrednio produkcyjne.

Całość obliczeń optymalizacyjnych związanych z podziałem zadań produkcyjnych obejmuje:

- obliczenie optymalnego podziału planowanych zadań produkcyjnych wg zakładów i zsumowanie ich wg przedsiębiorstw;
- opracowanie bilansu masy mięsno-tłuszczowo-podrobowej dla zakładów, a następnie dla przedsiębiorstw;
- dokonywanie optymalizacji tras przewozu mięsa i podrobów.

Dla podjęcia powyższych obliczeń konieczne jest gromadzenie danych, które mogą być przydatne również do innych celów, np. do analizy międzyzakładowej lub ogólnokrajowej optymalizacji transportu. Do danych tych należą rzeczywiste jednostkowe koszty produkcji mięsa i jego przetworów, rzeczywiste jednostkowe koszty przewozów żywca, mięsa i wyrobów gotowych, odległości rzeźni i magazynów od przetworni oraz kartoteki rozdzielników. Metodyka optymalnego podziału zadań planowych przypomina tryb postępowania przy optymalizacji alokacji produkcji. Występują tu podobne elementy, lecz w odmiennej skali.

Występujący w ramach optymalizacji o charakterze strategicznym problem optymalizacji transportu jest ściśle związany z optymalnym rozdziałem planu produkcji pomiędzy przedsiębiorstwa. Długość drogi przebywanej przez żywca, mięso i jego przetwory wywiera zasadniczy wpływ na poziom kosztów poszczególnych zakładów, a tym samym na

wyniki pracy całego przemysłu. Na tym etapie chodzi jednak nie o szczegółowe określenie tras przewozów, lecz o wytyczenie podstawowych kierunków i ustalenie najkorzystniejszych powiązań między rzeźniami, magazynami i przetwórniami.

#### OPTYMALIZACJA O CHARAKTERZE TAKTYCZNYM

W przedziale tym znajdują się problemy optymalizacji planów produkcji na okresy roczne, kwartalne, a w pewnych przypadkach nawet miesięczne<sup>2</sup>. Zadania zakładów będą sumowane celem obliczenia zadań poszczególnych przedsiębiorstw.

Ciekawym doświadczeniem może być obliczenie wariantu podziału, który byłby dokonywany przez przedsiębiorstwa. W tym przypadku przedsiębiorstwa otrzymałyby ze szczebla centralnego ramowe zadania obliczone w oparciu o zoptymalizowany plan produkcji na dany rok z uwzględnieniem poziomu zadań z roku poprzedniego lub z celowo wybranego okresu bazowego. Porównanie wyników podziału zadań na zakłady, dokonanego na szczeblu centralnym i na szczeblu pośrednim, mogłoby dostarczyć materiałów do korekty wyboru elementów lub ograniczeń stosowanych w rachunku optymalizacyjnym.

Na szczeblu samodzielnego przedsiębiorstwa może zaistnieć szczególnie intensywne dążenie do poprawy wyników finansowych, co spowoduje konieczność weryfikacji metod działania na wszystkich odcinkach. Przedsiębiorstwo może podjąć wówczas próbę optymalizacji przewozów na terenie swojej działalności, nie związanych z ogólną siecią tras i przewozów ogólnokrajowych. Może to mieć korzystny wpływ na lepsze powiązanie ze sobą jednostek produkcyjnych i usługowych.

#### OPTYMALIZACJA O CHARAKTERZE OPERATYWNYM

Optymalizacja o charakterze operatywnym dotyczy bezpośrednio zakładów produkcyjnych i jest związana z ich codzienną działalnością. Produkcja na tym szczeblu może być optymalizowana tylko w jednej fazie, tj. w fazie przetwórstwa, lub też łącznie w dwóch fazach, a mianowicie, w fazie rozbioru z wykrawaniem oraz w fazie przetwórstwa. Na szczeblu zakładu może również wystąpić optymalizacja rozwózki wyrobów gotowych w obrębie dużego ośrodka konsumpcyjnego.

Celem optymalizacji przetwórstwa jest optymalne zagospodarowanie surowca przy maksymalnej akumulacji. Jako maksymalizowaną funkcję celu można przyjąć również utarg lub ilość, lecz te kryteria dają zawsze

---

<sup>2</sup> Ciekawy przykład stanowi optymalizacja planów produkcji w bułgarskim przemyśle mięsny, gdzie optymalizuje się plany kwartalne, dokonując od razu podziału ich na miesiące.

niższy zysk<sup>3</sup>. Do obliczeń optymalizacyjnych stosuje się algorytm simplex. Sformalizowany zapis funkcji celu przedstawia się następująco:

$$Z = \sum_{i=1}^m a_i(x_i) \quad (4)$$

a rozwiązanie optymalne musi spełniać następujące równania

$$\sum_{i=1}^m x_i W_{ij} \leq S_j \quad (5)$$

$$\sum_{i=1}^m x_i \leq PG \quad (6)$$

$$x_i = d_1 \text{ lub } x_i \leq d_i \text{ lub } x_i \geq d_i \quad (7)$$

ze względów logicznych zawsze  $W_{ij} \geq 0$  (8)

Oznaczenia:

- $z$  — akumulacja,
- $i$  — wyrób gotowy ( $i=1, 2, \dots, m$ ),
- $a$  — jednostkowa akumulacja na wyrobie  $i$ ,
- $x$  — ilość wyrobu  $i$ -tego,
- $j$  — surowiec ( $j: 1, 2, \dots, n$ ),
- $W_{ij}$  — ilość surowca  $j$ -tego zużywanego na jednostkę wyrobu  $i$ -tego,
- $S$  — ogólna ilość surowca  $j$ -tego postawiona do dyspozycji w danym okresie,
- $PG$  — górna granica zdolności produkcyjnej,
- $d_i$  — ilość wyrobu  $i$ -tego, która musi być uwzględniona w rozwiązaniu optymalnym.

Optymalizacja dwufazowa jest dokonywana w oparciu o dane powyższe uzupełnione normami pracochłonności oraz normami uzysków na rozbiorze i wykrywaniu.

W wyniku obliczeń optymalizacyjnych w fazie przetwórstwa uzyskuje się szczegółowy plan produkcji z wymienieniem wszystkich rodzajów wyrobów i kwotą akumulacji, uzyskiwaną na danym wyrobie. Tabulogram końcowy zawiera również ogólną sumę akumulacji oraz przecię-

<sup>3</sup> Stwierdzono to w Instytucie Technologii Żywności Pochodzenia Zwierzęcego AR w Poznaniu w toku badań nad możliwościami operatywnej optymalizacji produkcji.



tną akumulację jednostkową danego oddziału produkcyjnego. W przypadku obliczeń optymalizacyjnych dla dwóch faz wynik będzie prezentowany w postaci szeregu tabulogramów, które dotyczą mięsa przeznaczonego do sprzedaży i do przetwórstwa, asortymentu produkcji przetwórczej oraz ogólnych wyników za dany okres obliczeniowy.

Wyniki optymalizacji są drukowane przez komputer według specjalnie opracowanych programów, uzupełniających standardowe oprogramowanie używane do tego typu obliczeń. Ma to na celu przedstawienie efektów optymalizacji w formie łatwo czytelnej dla średniego kierownictwa. Każdy oddział produkcyjny otrzymuje tabulogram z zoptymalizowanymi zadaniami w formie zwyczajowo stosowanych zestawień lub formularzy.

Trzeci rodzaj obliczeń optymalizacyjnych, jakie mogą wystąpić na szczeblu zakładu, nie jest bezpośrednio związany z produkcją, lecz należy do podstawowych zadań zakładu, dotyczy bowiem zaopatrzenia. Jest to problem optymalnej rozwózki wyrobów gotowych, polegający na transporcie mięsa i jego przetworów z zakładów mięsnych, tzn. z jednego punktu od jednego dostawcy do wielu odbiorców, którymi są sklepy. Problem ten nosi nazwę problemu komiwojażera lub drogi okrężnej i jest optymalizowany w drodze poszukiwania najkrótszych połączeń między dostawcą i odbiorcami. Jako funkcję celu minimalizuje się drogę okrężną przebywaną przez pojazd lub niewykorzystaną pracę przewoźową, będącą iloczynem pustych przebiegów i ładowności pojazdu.

Wszelkie rodzaje obliczeń optymalizacyjnych możliwe teoretycznie ze względów logicznych i organizacyjnych mogą przynieść przemysłowi usprawnienie pracy i efekty finansowe, jeśli spełnione zostaną różnorodne uwarunkowania wynikające ze stopnia komputeryzacji, sytuacji ekonomicznej danej komórki organizacyjnej oraz stosunków międzyludzkich w poszczególnych jednostkach gospodarczych.

#### UWARUNKOWANIA NATURY TECHNICZNEJ

Szybki rozwój elektronicznej techniki obliczeniowej (ETO) i sieci ośrodków obliczeniowych w całym kraju, jak i w przemyśle spożywczym pozwala podejmować przedsięwzięcia z zakresu usprawnienia zarządzania poprzez optymalizację, opierając się głównie na ETO.

Uwarunkowania natury technicznej polegają na możliwościach korzystania z elektronicznej techniki obliczeniowej, co może się kształtować w sposób różnorodny. Istnienie odpowiednich warunków technicznych należy rozumieć jako posiadanie elektronicznej maszyny cyfrowej oraz urządzeń zapewniających łączność z komputerem, lub też jako możliwość korzystania z komputera i urządzeń należących do innej organi-

zacji gospodarczej. Rozwiązanie tego zagadnienia może mieć kilka wariantów, przy czym każdy z nich wywiera istotny, ale zróżnicowany wpływ na możliwości i zakres optymalizacji.

Podstawowe warianty przedstawiają się następująco:

- 1) zakład posiada własny ośrodek elektronicznej techniki obliczeniowej z komputerem trzeciej generacji;
- 2) przedsiębiorstwo tzn. jednostka nadrzędna posiada ośrodek opisany wyżej;
- 3) zakład ani przedsiębiorstwo nie posiadają ośrodków ETO, lecz taki ośrodek znajduje się w centrum;
- 4) przemysł nie posiada ośrodka ETO na żadnym szczeblu, lecz ma dostęp do komputera trzeciej generacji w dowolnym czasie;
- 5) zakład, przedsiębiorstwo lub centrum może korzystać z komputera w ustalonych z góry, stosunkowo długich odstępach czasu na zasadzie „zamkniętych drzwi”, tzn. bez możliwości bezpośredniego liczenia, lecz na zasadzie zlecenia obliczeń danemu ośrodkowi ETO.

Najkorzystniejsza jest sytuacja, jeżeli jednocześnie występuje wariant 3. z wariantami 1. lub 2. Gwarantuje to pełną swobodę obliczeń optymalizacyjnych o charakterze strategicznym na szczeblu centralnym oraz możliwości dokonywania operatywnych i taktycznych obliczeń optymalizacyjnych w zakładach i przedsiębiorstwach. Zakłady dokonują tych obliczeń bądź we własnym ośrodku ETO na miejscu, bądź też w przedsiębiorstwie, będącym dla nich organizacją zwierzchnią. Daje to możliwość dokonywania obliczeń, po pierwsze, w optymalnie dobranym czasie oraz, po drugie, przez pracowników ośrodka ETO zapoznanych szczegółowo z branżą. Ma to istotny wpływ na poziom rozwiązań, bowiem pracownicy ośrodka branżowego będą znali dobrze wszystkie problemy i specyfikę swojego przemysłu i rzadko kiedy będą mieli wątpliwości merytoryczne. Niepoślednią rolę odgrywa również możliwość szybkiego, bezpośredniego przekazywania danych wejścia do ośrodka obliczeniowego i równie sprawnego odbioru wyników przetwarzania.

Znacznie trudniejsze jest wdrożenie obliczeń optymalizacyjnych w przypadku istnienia wariantu 4. lub 5. Mają wówczas miejsce następujące zjawiska negatywne:

- dane do obliczeń trzeba w określonym czasie dostarczać do ośrodka, z którym należy zawrzeć umowę na stałą współpracę;
- korekta ewentualnych błędów jest kłopotliwa ze względu na konieczność kilkakrotnego przewożenia odpowiednich dokumentów;
- niektóre ośrodki ETO zamieszczają w umowach klauzulę dotyczące awarii komputera i związanych z tym konsekwencji. Klauzula ta mówi, że ośrodek ETO nie odpowiada za straty gospodarcze powstałe u kontrahenta z przyczyny nieterminowego wykonania obliczeń. Nieprzyjmo-

wanie przez ośrodek ETO odpowiedzialności za terminowość wykonania obliczeń może spowodować poważne perturbacje w zakładzie produkcyjnym, który pracuje w oparciu o zoptymalizowane operatywne plany produkcji.

Niezależnie od sposobów i możliwości dostępu do komputera poważną rolę odgrywa organizacyjno-techniczne przygotowanie użytkownika tzn. zakładu, przedsiębiorstwa lub centrum do podjęcia obliczeń optymalizacyjnych. Przygotowania te polegają na opracowaniu symboliki, indeksu materiałowego oraz bazy danych stałych. Konieczne jest również dostosowanie formy dokumentów pierwotnych do potrzeb obliczeń optymalizacyjnych, jak też dokonanie ewentualnych zmian organizacyjnych, wynikających ze zmienionego trybu planowania operatywnego lub wydawania dyspozycji transportowych.

Zmiany techniczno-organizacyjne będą miały różnorodny charakter zależnie od szczebla, którego będzie dotyczyła podejmowana w danym momencie optymalizacja. Podjęcie obliczeń optymalizacyjnych jest w dużej mierze uzależnione od czynników ekonomicznych.

#### UWARUNKOWANIA NATURY EKONOMICZNEJ

Do grupy uwarunkowań natury ekonomicznej należą czynniki, które decydują o efektywności działań w zakresie optymalizacji. Czynniki te będą zróżnicowane zależnie od dziedziny i od szczebla optymalizacji.

Na szczeblu centralnym o efektywności optymalizacji alokacji i planowania zadecyduje ogólna sytuacja gospodarcza przemysłu. Ustalona w drodze zastosowania elektronicznej techniki obliczeniowej optymalna lokalizacja zakładów będzie wtedy zrealizowana, czyli wtedy dopiero przyniesie spodziewane oszczędności, kiedy pozwolą na to ogólne warunki społeczno-ekonomiczne kraju. Jeżeli gwarantują one swobodę wyboru lokalizacji, wtedy mogą być wykorzystane obliczenia optymalizacyjne.

Wszelkie sytuacje przymusowe, zmniejszające margines swobody, wpływają ujemnie na efekty optymalizacji. Wzrost efektów wymiernych jest funkcją marginesu swobody.

$$E = f(M) \quad (9)$$

w której:

$E$  — efekt wymierny,

$M$  — margines swobody.

Margines swobody zależy od wielkości ograniczeń, które wprowadzamy do rozwiązywanego zadania. Sformalizowany zapis ograniczeń, przedstawiony w postaci równań (7) określa charakter ograniczeń.

Ograniczenia mogą wyznaczać ściśle ilość danego wyrobu, są to wówczas ograniczenia ostre. Istnieją również ograniczenia nieostre, wyznaczające dolny lub górny limit ilościowy produkcji danego artykułu. Margines swobody  $M$  można określić jako bezwzględny, jeżeli przyjmuje się go jako stosunek ilości produkcji podanej w formie ograniczeń ostrych do całości produkcji. Można go również określić, jako względny, jeżeli weźmie się pod uwagę stosunek ograniczeń nieostrych tzn. limitów do całości produkcji. Istnienie marginesu swobody jest warunkiem *sine qua non* optymalizacji. Ustalenie dla wszystkich wyrobów ograniczeń ostrych likwiduje w ogóle margines swobody. Z kolei nieprzyjęcie żadnych ograniczeń prowadzi do wyników absurdalnych, np. komputer ustala, że optymalny będzie plan produkcji zawierający jedynie dwa rodzaje wyrobów o bardzo wysokiej akumulacji jednostkowej. Ograniczenia nie mogą być sprzeczne wewnątrznie, ponieważ w przeciwnym przypadku obliczenia nie dadzą żadnego rozwiązania. Jeżeli na przykład ustalono górne limity dla produkcji wędlin w poszczególnych grupach handlowych, to ogólna ilość wędlin wyznaczona jako ograniczenie ostre lub limit górny nie może być większa od sumy górnych limitów dla ww. grup. Nie można również ustalać ilościowych ograniczeń ostrych lub limitów dolnych na takim poziomie, który będzie sprzeczny z ograniczeniem stawianym na dany okres w postaci konkretnych ilości surowca do dyspozycji. Obliczenie nie da wówczas rozwiązania i wykaże błąd w konstrukcji ograniczeń.

Istotny wpływ na efektywność operatywnej optymalizacji planów ma ogólny poziom gospodarności zakładu lub przedsiębiorstwa, rozpoczynającego prace w dziedzinie optymalizacji. Zakład niegospodarny, nie analizujący dotychczas należycie asortymentowej struktury produkcji i uzyskujący niską przeciętną akumulację na przetwórstwie, może osiągnąć wzrost zysku nawet 100%. Natomiast w zakładach dbających o wykorzystanie wszystkich rezerw, a więc i przed optymalizacją ustawiających racjonalnie strukturę asortymentową produkcji, wzrost rentowności może wynieść 20-30%.

Optymalizacja rocznych ogólnokrajowych planów produkcji może przynieść wzrost akumulacji o 5-10%, co stwierdzono doświadczalnie w Bułgarii i na Węgrzech. Natomiast w dziedzinie transportu może nastąpić skrócenie promienia dostaw żywca i wyrobów gotowych około 25%. Stwierdzono to w wyniku wdrożenia optymalizacji tras przewozu żywca w przemyśle mięsnym już od 1971 r. Jest to zjawisko pozytywne nie tylko z racji obniżenia kosztów transportu, lecz także ze względu na istotną obniżkę ubytków wagowych, a zwłaszcza ubytków substancji ciała.

## UWARUNKOWANIA NATURY SOCJOLOGICZNEJ

Wprowadzenie optymalizacji jako regularnie stosowanego narzędzia zarządzania wymaga stałego korzystania z elektronicznej techniki obliczeniowej. Oznacza to zmianę systemu pracy zainteresowanych komórek i wprowadzenie do normalnego toku działania nie znanych dotychczas nowych elementów.

Komputeryzacja, tak jak liczne inne innowacje, spotyka się często z negatywną reakcją załogi. Komputer burzy dotychczasowe układy i istniejący od lat tok pracy. Zmusza przy tym do dodatkowego wysiłku myślowego zwłaszcza w okresie początkowym. Załoga w większości przypadków nie orientuje się, do jakich celów może być zastosowany komputer, ale nastawia się do niego negatywnie, przy czym nastawienie to rozciąga się na wszystkie prace wykonywane przy zastosowaniu ETO. Opory załogi występują na wszystkich szczeblach, przy czym pochodzą one przede wszystkim ze strony średniego kierownictwa. Pracownicy obawiają się zakłóceń w dotychczasowym zrutylnizowanym trybie pracy i utraty znaczenia w dotychczasowej sferze działania. Obawiają się również zmiany zakresu pracy lub nawet w ogóle utraty pracy. Wszystkie te elementy powodują nastawienie negatywne, które znajduje swój wyraz w deprecjonowaniu optymalizacji, utrudnianiu jej wprowadzenia oraz zaprzeczaniu możliwości osiągnięcia przy jej pomocy rzeczywistych dużych efektów ekonomicznych. Oprócz obawy o pracę i wpływy, wchodzi w grę w głównej mierze tradycjonalizm, wyrażający się niechęcią odchodzenia od starych przyzwyczajzeń i nawyków. Niepokój może budzić pojawienie się wydzielonej grupy pracowników, ludzi nowych na terenie danej jednostki organizacyjnej i obcych również w sensie branżowym, ponieważ będą to informatycy. Powyższa charakterystyka sytuacji dotyczy centrum, przedsiębiorstwa lub starego zakładu, w którym dotychczas nie było ośrodka ETO. Inaczej będzie się sprawa przedstawiała w przypadku nowego zakładu, który od początku swego istnienia będzie wyposażony w urządzenia elektroniczne. Nie wystąpią tu opory starej załogi, ponieważ załoga będzie nowa i będzie rozpoczynała pracę w określonej strukturze organizacyjnej, przewidującej zastosowanie ETO. Załoga ta będzie musiała być dobrze zapoznana z wszelkimi urządzeniami i trybem pracy stosowanym w przypadku posiadania komputera.

Zarówno w przypadku zakładów starych, jak i nowych konieczne jest odpowiednie szkolenie użytkownika, które musi objąć kierownictwo jednostki gospodarczej oraz pracowników bezpośrednio związanych ze stosowaniem elektronicznej techniki obliczeniowej.

Dla uniknięcia zjawiska kooperacji negatywnej, o którym czyta się niejednokrotnie w literaturze przedmiotu, konieczne jest poza szkoleniem

fachowym wszechstronne przygotowanie pracowników, polegające na zaznajomieniu ich z celami, zadaniami i spodziewanymi efektami optymalizacji.

Właściwe przygotowanie załogi i jej pozytywne nastawienie do zagadnienia optymalizacji może zagwarantować jej efektywność, jeśli:

— dane wejściowe do optymalizacji będą wiarygodne i solidnie przygotowane;

— dane wyjściowe uzyskiwane w wyniku obliczeń będą przekazywane natychmiast po ich uzyskaniu do odpowiednich komórek;

— zoptymalizowane plany będą realizowane w miarę możliwości bez odchyień zarówno w odniesieniu do produkcji, jak i do transportu.

Postulat pełnej realizacji optymalnych planów produkcji i transportu jest jednym z ważniejszych elementów całego problemu.

#### DOŚWIADCZENIA PRZEMYSŁU MIĘSNEGO W STOSOWANIU OPTYMALIZACJI

Przemysł mięsny posiada teoretyczne opracowania metodologiczne, dotyczące wszystkich omówionych powyżej rodzajów optymalizacji. Niektóre z nich zostały już wdrożone i usprawniają zarządzanie przemysłem na wszystkich szczeblach.

W zakresie optymalizacji o charakterze strategicznym metody optymalizacyjne zastosowano w dwóch dziedzinach, a mianowicie, przy ustalaniu lokalizacji nowych zakładów mięsnych oraz przy wytyczaniu tras przewozu żywca. Metoda optymalnej alokacji posłużyła w pracach dotyczących perspektywicznego rozwoju przemysłu mięsnego do opracowania modelowej sieci rzeźni przemysłowej (8). Obliczenia optymalizacyjne z zakresu transportu żywca polegały na dostosowaniu klasycznego algorytmu transportowego do potrzeb przemysłu mięsnego. Praktyczną eksploatację systemu rozpoczęto w 1971 r., minimalizując w pierwszej fazie trasy przewozu trzody, a w następnym roku również trasy przewozu bydła. Obliczenia te stały się operatywnym narzędziem pracy Centrali Przemysłu Mięsnego. W pierwszych latach okresem obliczeniowym był tydzień, później zaś 2 tygodnie. Wydłużenie okresu obliczeń było możliwe dzięki wytworzeniu się stałych optymalnych powiązań między poszczególnymi regionami. Efektem optymalizacji transportu żywca było skrócenie przeciętnego promienia dostaw żywca w skali kraju około 25% i znaczne zmniejszenie ubytków w transporcie. Ma to istotne znaczenie, ponieważ zwiększa ilość masy mięsnej, która może być skierowana na zaopatrzenie społeczeństwa.

Praktyczne zastosowanie znalazła w przemyśle mięsnym również optymalizacja o charakterze operatywnym — wdrożono optymalizacyjne

obliczenia w zakresie przetwórstwa. Były one na początku lat siedemdziesiątych wdrożone w Zakładach Mięsnych we Wrocławiu, a następnie w roku 1973 w Okręgowym Przedsiębiorstwie Przemysłu Mięsnego w Warszawie. Zastosowany algorytm simplex dawał możliwość maksymalizacji akumulacji produkcyjnej. Zarówno Zakłady Mięsne we Wrocławiu, które robiły obliczenia w cyklu tygodniowym, jak i Zakłady Mięsne podległe Przedsiębiorstwu w Warszawie, dokonując obliczeń co miesiąc, uzyskały znaczny wzrost jednostkowej przeciętnej akumulacji produkcyjnej. Wzrost ten mógłby niejednokrotnie, zwłaszcza w pierwszym roku optymalizacji, osiągnąć 100% akumulacji z roku poprzedniego. W rzeczywistości realne efekty były niższe i utrzymywały się w granicach 20-30% wzrostu. Przyczyną tego były zmiany asortymentu produkcji w stosunku do asortymentu zoptymalizowanego. Zmiany te były spowodowane zmianami sytuacji surowcowej i zaopatrzeniowej w przedziale czasowym między kolejnymi obliczeniami.

Dla wyeliminowania wpływu doraźnych zmian sytuacji gospodarczej zakładów przygotowano wspólnie z Akademią Rolniczą w Poznaniu wdrożenie modelu matematycznego optymalizacji dwufazowej, opracowanego przez zespół autorski z AR Poznań [3]. Model ten przewiduje wykonywanie obliczeń w okresach dziennych lub dwudniowych, co pozwoli na uchwycenie bieżącego stanu surowców i półfabrykatów w każdej komórce objętej obliczeniami optymalizacyjnymi. Będzie to rękojmią wykonywania produkcji ściśle wg zoptymalizowanych planów operacyjnych.

Obecnie przemysł mięsny zamierza opracować system optymalizacyjny dla zakładów mięsnych wyposażonych w wagi elektroniczne i elektroniczne urządzenia rejestrujące wszelkie zaszczości produkcyjne. Stwarza to możliwość codziennych obliczeń optymalizacyjnych, pozwoli również na powtarzanie obliczeń w przypadku doraźnych zmian w zakresie surowca lub wymogów rynku. Będzie to stanowiło istotny postęp na drodze doskonalenia zarządzania.

#### WNIOSKI

Dokonana powyżej próba oceny warunków i możliwości pozwala stwierdzić, że optymalizacja produkcji zrobiona przy zastosowaniu ETO może dać zakładowi, przedsiębiorstwu i całemu przemysłowi spożywcemu lub jego poszczególnym gałęziom wiele korzyści. Będą to korzyści wymierne w postaci zmniejszenia kosztów i zwiększenia zysku, jak też korzyści niewymierne, polegające na usprawnieniu zarządzania i poprawie zaopatrzenia ludności. Zanim jednak podjęta zostanie decyzja stosowania optymalizacji jako codziennego narzędzia — należy wnikliwie przeanalizować i zestawić z sytuacją gospodarczą danej gałęzi przemy-

słu wszystkie warunki, które należy spełnić, aby optymalizacja była pomocą a nie dodatkowym obciążeniem zakładu, przedsiębiorstwa lub centrum.

Warunki te można określić jako warunki stosowania obliczeń optymalizacyjnych, ale w większości są to również warunki skuteczności samej optymalizacji. Jako warunki niezbędne do pomyślnego stosowania obliczeń optymalizacyjnych w praktyce należy wymienić:

- powstawanie sytuacji decyzyjnych na odcinkach istotnych dla działalności przemysłu;
- powtarzalność i częstotliwość występowania problemów decyzyjnych gwarantujące opłacalność stosowania elektronicznej techniki obliczeniowej;
- wysoki stopień sformalizowania problemów decyzyjnych;
- możliwość swobodnego dostępu do komputera III generacji;
- możliwość szybkiego i prawidłowego opracowywania danych wejścia ze szczególnym uwzględnieniem niesprzecznych logicznie ograniczeń ilościowych przy jednoczesnym zachowaniu niezbędnego marginesu swobody;
- przygotowania organizacyjne, mające na celu stworzenie warunków technicznych i kadrowych niezbędnych do przeprowadzenia obliczeń i odpowiedniego klimatu do prac związanych z elektroniczną techniką obliczeniową.

Dodatkowym efektem wynikającym z wprowadzenia obliczeń optymalizacyjnych w przemyśle — w zakładzie, w przedsiębiorstwie czy w centrum — jest stworzenie bazy danych, która może służyć kierownictwu do wielu innych prac z zakresu elektronicznego przetwarzania danych. Może posłużyć również do prowadzenia różnego rodzaju analiz, a tym samym do usprawnienia procesów decyzyjnych i zarządzania.

#### LITERATURA

1. Daniels A., Yeates D.: Podstawy analizy systemów. WNT Warszawa 1974, s. 352.
2. Gackowski Z.: Informatyka w zarządzaniu. PWE Warszawa 1976, s. 414.
3. Gracz J., Harabasz J. S., Pezacki W.: Metoda łącznej optymalizacji zagospodarowania surowca w fazach wykrawania i przetwórstwa. AR Poznań 1972, s. 99.
4. Graham J.: Analiza systemowa w jednostkach gospodarczych. PWE Warszawa 1975, s. 354.
5. Grindley K., Humble J.: Skuteczność wykorzystywania komputera. PWE Warszawa 1976, s. 246.
6. Koźmiński A. K.: Zarządzanie — Analiza systemowa procesów i struktur. PWE Warszawa 1974, s. 204.



7. Peche T.: Wstęp do informatyki, PWE Warszawa 1976, s. 236.
8. Urban R.: Modelowanie sieci rzeźni przemysłowych. Roczn. IPMs, X Warszawa 1973, s. 155-162.
9. Witwicka K.: Analiza warunków optymalizacji zagospodarowania surowca przy zastosowaniu ETO. Biul. inf. IMPs, 1, 1974, s. 1-8.
10. Witwicka K.: Wstępne badania w zakresie optymalizacji zagospodarowania surowca mięsnego przy zastosowaniu elektronicznej techniki obliczeniowej. Roczn. IPMs I/1, 1972, s. 100-109.
11. Witwicka K.: Wybrane problemy automatyzacji procesów zarządzania. Gosp. mięs. 2, 1975, s. 3-7.
12. Witwicka K., Jung B.: Weryfikacja optymalnej wielkości rzeźni. Roczn. IPMs, X, 1973, s. 163, 175.
13. Witwicka K., Sawicka E.: Optymalizacja tras przewozu i przerzutów żywca przy zastosowaniu elektronicznej techniki obliczeniowej. (Maszynopis powielony IPMs), Warszawa 1971, s. 15 + aneks.
14. Witwicka K. i Zespół: Sprawozdanie z wdrożenia metod matematycznych do optymalizacji zagospodarowania surowca. IPMs i Maz. Komb. Przem. Mięś., Warszawa 1973, s. 35.

*Крыстына Витвицка*

## УСЛОВИЯ И ВОЗМОЖНОСТИ ОПТИМИЗАЦИИ ПРОИЗВОДСТВА ПИЩЕВОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ НА ПРИМЕРЕ МЯСОПЕРЕРАБАТЫВАЮЩЕЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

### Резюме

Благодаря распространению электронной вычислительной техники всестороннее применение нашли оперативные исследования, сущность которых в области промышленности составляет оптимизация. Практическое применение этой техники требует выполнения ряда условий. Имеются 4 группы условий, которые можно определить как факторы логического, технического, экономического и социального характера. Условия логического характера создают возможности применения оптимизационных моделей и вяжутся с характером промышленности и происходящими в ней изменениями.

Система технических условий позволяет проводить расчеты в соответствующих промежутках времени. Экономические условия устанавливают пределы свободы и влияют на эффекты оптимизации. Социальные условия влияют на успех инноваций в промышленности.

Деятельность промышленности является источником проблемных решений, которые должны решаться органами управления. Решения принимаемые в пищевой промышленности влияют на удовлетворение общественных нужд и поэтому это должны быть оптимальные решения. Это, как правило, повторимые решения, принимаемые на трех уровнях, где имеется стратегическое, тактическое и оперативное управление. Указанный характер решений и управления позволяют разрабатывать и внедрять оптимизационные модели.

Оптимизация стратегического характера касается аллокации продукции, балансирования мясо-жиро-потроховой массы и планирования производства на годовые и пятилетние планы с прикреплением этих планов к отдельным райо-

нам. Оптимизация тактического характера охватывает годовые, квартальные и месячные планы с прикреплением к отдельным заводам подчиненным окружным предприятиям. Оптимизация оперативного характера касается непосредственно производственных заводов. Производство на самом низком уровне может оптимизироваться для отдельных фаз отдельно или совместно. Мясные заводы могут также оптимизировать маршруты транспорта готовых изделий.

*Krystyna Witwicka*

## CONDITIONS AND POSSIBILITIES OF THE FOOD INDUSTRY PRODUCTION OPTIMIZATION AS EXEMPLIFIED BY THE MEAT PROCESSING INDUSTRY

### Summary

Owing to extension of the electronic computation technique, operational investigations, the essence of which in the scope of industry is optimization, could be generally applied. For practical application of the above technique a number of conditions should be fulfilled. There are four groups of the conditions, which can be determined as factors of logical, technical, economic and sociologic character. The conditions of the logical character create possibilities of application of optimization models and are connected with the characteristic of industry and phenomena occurring in it. The arrangement of technical conditions is decisive for the possibility of carrying out calculations within appropriate time intervals. Economic conditions define the margin of freedom and are decisive for the optimization effects. Sociologic conditions are responsible for the success of innovations in the industry.

The industry activity is a source of decisive problems to be solved by the management organs. The decisions taken in the food industry affect the satisfaction of society needs, and therefore they should be optimum ones. They are, on the whole, repeatable decisions taken at three levels: of the strategic, tactical and operative management. This character of decisions and management render possible carrying out and extending the optimizations models.

The optimization of the strategic character concerns the allocation of production, balancing meat-fat-viscera mass and the planning of production for one- and five-year periods, at assignment of these plans to particular regions. The optimization of the tactical character comprises annual, quarterly and monthly plans at assignment of them to particular works subjected to regional enterprises. The optimization of the operative character concerns directly particular works. The production at the lowest level can be optimized for particular stages separately or jointly. Meat processing works can also optimize transport routes of ready products.