

Grażyna Iwańska-Paterek *

OPTIMALIZACJA WYKORZYSTANIA ZDOLNOŚCI PRODUKCYJNYCH
W TKALNI FABRYKI DYWANÓW

1. Wstęp

/ Działalność człowieka związana jest zawsze z realizacją jakiegoś celu. Środki do jego realizacji mogą być wykorzystywane w różny sposób w zależności od warunków działania. Wybierając cel konieczne jest przyjęcie kryterium, które pozwoliłoby podjąć optymalną decyzję. W opracowaniu przedstawiony jest sposób podjęcia decyzji o optymalnym wykorzystaniu zdolności produkcyjnych w wydziale tkalni Fabryki Dywanów.

Podany w niniejszej publikacji model i algorytm jego rozwiązania ma w swym założeniu stanowić podstawę do budowy planów asortymentowych produkcji i planów obłożenia maszyn i urządzeń. Podjęta tu została próba ustalenia tych planów przy wykorzystaniu metod sieciowych, co było wtedy w praktyce gospodarczej pewną nowością.

Problem, którym się zajęto od strony matematycznej został sformułowany w postaci zadania programowania liniowego. Do rozwiązania tego zadania posłużono się metodą Simplex. W modelu optymalizującym wykorzystanie zdolności produkcyjnych przyjęto dwa kryteria:

- 1) maksymalizacja wielkości produkcji,
- 2) maksymalizacja całkowitego zysku.

Obliczenia wykonane zostały na EMC ODRA-1304.

*Mgr, starszy asystent w Instytucie Ekonomiki Przemysłu Lekkiego UL.

2. Charakterystyka zakładu

Fabryka Dywanów, o której mowa, podlega Zjednoczeniu Przemysłu Jedwabniczo-Dekoracyjnego w Łodzi. Zjednoczenie to łączy przedsiębiorstwa czterech branż:

- jedwabniczej,
- dekoracyjnej,
- wyrobów ażurowych,
- pluszów i dywanów.

Omawiany zakład należy do branży pluszów i dywanów. Produkuje się w nim dywany pęczkowe typu "Axminster" oraz dywany igłowe. Produkcja realizowana jest w czterech wydziałach:

- przędzalni,
- farbiarni,
- tkalni,
- wykończalni.

Podstawowym surowcem do produkcji dywanów typu Axminster jest wełna i włókno syntetyczne, z których zakład we własnym zakresie produkuje przędzę wełnianą (o zawartości 100% wełny) lub mieszaną (o zawartości 60% wełny i 40% włókien sztucznych).

Przy produkcji dywanów igłowych runo stanowi gotowa, wytworzona w kraju przędza poliamidowa.

Fabryka jest dziś potentatem w zakresie dostaw dywanów na rynki krajowe, a także zagraniczne. Eksportuje swe towary do Holandii, Anglii, Francji, Grecji, ZSRR a nawet z powodzeniem wkracza na rynki Bliskiego Wschodu.

Wzrost zapotrzebowania na wyroby branży dekoracyjnej nie pozwala w pełni zaspokoić efektywnego popytu na wyroby zakładu. Ciągła poprawa zaopatrzenia następuje w wyniku dalszej rozbudowy i modernizacji zakładu, ulepszania technologii produkcji i usprawnień organizacyjnych.

3. Istota planu zdolności produkcyjnych

Zagadnienie obliczania i wykorzystania planu zdolności produkcyjnych przedsiębiorstwa przemysłowego ma ogromny wpływ na planowanie produkcji, inwestycji i zatrudnienia, obniżenie kosztów własnych i zwiększenie zysku przedsiębiorstwa, a także na prawidłową kontrolę i ocenę efektów pracy przedsiębiorstwa.

Docenianie znaczenia zdolności produkcyjnej nie idzie w parze z jednoznacznością jej definiowania. Najbardziej typowa definicja polskich autorów sformułowana przez Kagana¹ brzmi: "Plan zdolności produkcyjnej to maksymalna ilość produkcji, którą można wykonać w określonym czasie za pomocą danych środków trwałych przy pełnym wykorzystaniu ich mocy fizycznej, w warunkach stosowania najdoskonalszej technologii i organizacji produkcji przy zachowaniu typowego asortymentu wytwarzanych produktów". Obliczanie jej poziomu wymaga uprzedniego określenia kombinacji czynników przyjętych za podstawę obliczeń. Kombinacja taka może pokazywać istniejący stan faktyczny w przedsiębiorstwie, bądź też wprowadzać stan zamierzony w określonym czasie.

W związku z tym w całości rozważań na temat zdolności produkcyjnych można wyróżnić dwie części:

- faktyczne zdolności produkcyjne zespołu sił wytwórczych istniejących w momencie badania,
- świadome kształtowanie sił wytwórczych na przyszłość, a więc określenie zamierzonego poziomu zdolności produkcyjnych.

Na podkreślenie zasługują trzy poziomy zamierzonych zdolności produkcyjnych możliwe do osiągnięcia w wyniku świadomego kształtowania warunków produkcji. Są to:

- 1) minimum zdolności produkcyjnych - poziom możliwości produkcyjnych występujących przy maksymalnej efektywności użycia

¹ A. K a g a n, Metodologia obliczania mocy produkcyjnych w hutnictwie żelaza, "Ekonomika i Organizacja Pracy" 1955, nr 9.

zmiennych czynników produkcji działających z normalną intensywnością²;

2) maksimum zdolności produkcyjnych - poziom możliwości produkcyjnych występujących przy maksymalnej efektywności użycia stałych czynników produkcji działających z normalną intensywnością;

3) optimum zdolności produkcyjnych - poziom możliwości produkcyjnych osiągalny w warunkach, w których wszystkie czynniki współdziałające w procesie wytwarzania byłyby wykorzystane w możliwie wysokim stopniu bez przekroczenia przez żaden z nich normalnej intensywności działania.

4. Sformułowanie problemu

W działalności produkcyjnej każdego przedsiębiorstwa istotną rolę odgrywa planowanie produkcji w układzie asortymentowym. W opracowaniu podjęta została próba budowy takiego optymalnego planu przy wykorzystaniu metod sieciowych, szeroko stosowanych w praktyce, zwłaszcza w budownictwie (sieci PERT) i w transporcie (sieci transportowe).

Przez optymalny plan asortymentowy określa się taki plan, który gwarantowałby osiągnięcie optimum zdolności produkcyjnych (pkt 3). Określając to optimum zwłaszcza przy produkcji wieloasortymentowej decydującą rolę odgrywa tzw. obciążenie maszyn i urządzeń. **O b ł o ż e n i e** to przyporządkowanie określonych wyrobów określonym liniom technologicznym, a w nich - maszynom i urządzeniom.

Sprawdzenie w praktyce wszystkich możliwości obciążeń i wybór najkorzystniejszego wariantu, jest przy zastosowaniu tradycyjnych metod obliczeń niezmiernie pracochłonne i stąd nieopłacalne.

² Poziom intensywności działania zapewniający spełnienie warunku trwałości i równomierności użytkowania czynników można nazwać intensywnością normalną lub długotrwałą. Potencjalne możliwości produkcyjnego działania lub zachowania się poszczególnych czynników produkcji, odniesione do jednostki czasu, to intensywność działania lub obciążenia.

Zaproponowany w opracowaniu model matematyczny i algorytm jego rozwiązania daje możliwość wykorzystania go do budowy planów rocznych, kwartalnych, czy nawet tygodniowych. Jest ponadto łatwy do aktualizacji, prosty w budowie i daje w krótkim czasie gwarancję sprawdzenia wszystkich obliczeń.

Problem optymalnego obciążenia maszyn - w wyniku przeprowadzonej analizy procesu produkcyjnego - w Fabryce Dywanów ma miejsce w wydziale tkalni i farbiarni. W opracowaniu zajęto się wyłącznie wydziałem tkalni i "schodzącymi" z niego dywanami typu "Axminster", przeznaczonymi na rynek krajowy (60% produkcji).

Wyjaśnienia wymaga jeszcze pojęcie asortymentu. W porozumieniu z dyrekcją zakładu przyjęto, że asortymentem jest deseni dywanu "Axminster". Wyróżniono 15 deseni, które w planach przedsiębiorstwa stanowią jedną pozycję asortymentową. Pozycja ta jednak nie uwzględnia różnej pracochłonności poszczególnych deseni z uwagi na skomplikowanie raportu³.

Należy przy tym zwrócić uwagę, że właśnie rodzaj deseni decyduje o długości czasu snucia wałków, a więc o przygotowaniu "surowca" do krosna.

5. Opis sieci procesu produkcji

5.1. Założenia

a) w wydziale tkalni ograniczono się do 2 faz procesu produkcyjnego, tj. snucia wałków i tkania;

b) uwzględnione maszyny w tych fazach to:

- snowarki wałków Platt,
- krosna do produkcji dywanów "Axminster",

c) wierzchołkom w sieci odpowiadają symbole określające wyroby oraz maszyny dwu faz (wyjątek stanowią: wierzchołek pierwszy będący zamówieniami i wierzchołek ostatni - realizacja zamówień);

³ Najmniejsza liczba nitek osnowy i wątku, tworząca powtarzający się w stałych odstępach układ przepleceń, stanowi raport tkackich splotów.

d) każdemu łukowi przyporządkowana jest określona liczba będąca przepustowością łuku;

e) optymalizacją objęto 60% zdolności produkcyjnych przeznaczonych w całości na rynek krajowy.

5.2. Opis sieci

Początkiem sieci jest wierzchołek $\emptyset$, z którego wychodzi 15 łuków - jest to pierwszy zbiór łuków. Każdy z łuków kończy się w wierzchołku oznaczonym literą N i czterocyfrową liczbą (N 5332 ... N 5828). Litera N informuje o pierwszej fazie procesu produkcyjnego, tj. nawijaniu wałków, natomiast liczby są symbolami deseni dywanów.

W fazie tej można wyróżnić następujące etapy produkcyjne:

- 1) przygotowanie kombinacji wałków dla obłożenia krosien - drugi zbiór łuków,
- 2) wybór technologii - trzeci zbiór łuków,
- 3) nawijanie wałków - czwarty zbiór łuków,
- 4) otrzymanie przygotowanych serii wałków - piąty zbiór łuków.

Drugi zbiór łuków (jest ich 31) przedstawiony jest w postaci linii ciągłych i przerywanych. Linie ciągłe oznaczają aktualną produkcję, a przerywane produkcję możliwą do realizacji. Wierzchołki kończące łuki tego zbioru oprócz dotychczasowego oznakowania (N + czterocyfrowa liczba) zaopatrzone są dodatkowo w jedną z liter A, B lub C (N 5332 C ... N 5828 B). Oznacza to przygotowanie takiej kombinacji wałków, którymi można byłoby obłożyć jedno z trzech typów krosien:

A - krosno typu 16/4 do produkcji dywanów o szerokości	3,65 m,
B - " " " 12/4 " " "	2,74 m,
C - " " " 10/4 " " "	2,28 m.

Każde przygotowanie serii wałków może być wykonane dwoma technologiami:

- 1) przez nawijanie wałków do obłożenia jednego krosna,
- 2) przez nawijanie wałków do obłożenia dwu krosien jednocześnie (rozwiązanie zaproponowane w opracowaniu).

Zatem z każdego z wierzchołków N 5332 C ... N 5828 B wychodzą po 2 łuki i w sumie w zbiorze trzecim są 62 łuki. Ich za-

kończeniami są wierzchołki oznaczone analogicznie jak dotychczas z tym, że przy literze N występuje wskaźnik 1 lub 2 w zależności od wyboru technologii:

N1 5332 C, N2 5332 C,
 N1 5373 C, N2 5373 C,

 N1 5828 B, N2 5828 B.

Wychodzące z tych wierzchołków łuki (czwarty zbiór łuków) kończą się w wierzchołku stanowiącym sumę 24 nawijarek. Nawijarki potraktowane zostały jako jedna całość, ponieważ każda z nich może snuć wałki dla obłożenia każdego typu krosna i produkcji każdego desenu. W sieci stanowią one pewnego rodzaju oś symetrii, a więc ilość łuków z nich wychodząca (zbiór piąty) - informuje nas o zrealizowaniu odpowiedniej technologii - jest równa ilości łuków zbioru czwartego. "Ujście" tych łuków to wierzchołki:

N1 5332 C, N2 5332 C,
 N1 5373 C, N2 5373 C,

 N1 5828 B, N2 5828 B.

Następny zbiór łuków (przekazanie usnutych wałków do tkalni) rozpoczyna fazę tkania dywanów. Dla odróżnienia tej fazy we wszystkich pozostałych wierzchołkach litera N zastąpiona jest literą T. Wybierając jeden z następnych wierzchołków, np. T 5828 B, uzyskujemy informację, że desień 5828 będzie produkowany na krośnie 12/4. Dalsze zbiory łuków to:

- siódmy zbiór łuków - założenie usnutych wałków na krosna
 - kończy się w trzech wierzchołkach A, B lub C, które są zestawami krosien:

A - 6 krosien typu 16/4,
 B - 8 " " 12/4,
 C - 8 " " 10/4;

- ósmy zbiór łuków odzwierciedlający faktycznie wyprodukowane desenie dywanów z uwzględnieniem ich szerokości (rodzaj krosna). W wierzchołkach kończących te łuki ma miejsce symbol A, B lub C.

(T 5332 C ... T 5828 B);

- dziewiąty zbiór luków - jest otrzymaną produkcją dywanów z podaniem deseni, bez uwzględnienia rodzaju krosna, na którym był on tkany. Jest to zatem całkowita produkcja w podziale asortymentowym.

- dziesiąty zbiór luków reprezentuje całkowitą produkcję, od której uzależniona jest realizacja zamówień (wierzchołek M kończący graf).

W całym schemacie układ linii ciągłych lub przerywanych oznacza odpowiednio produkowane lub możliwe do produkcji desenie.

5.3. Aktualizacja sieci

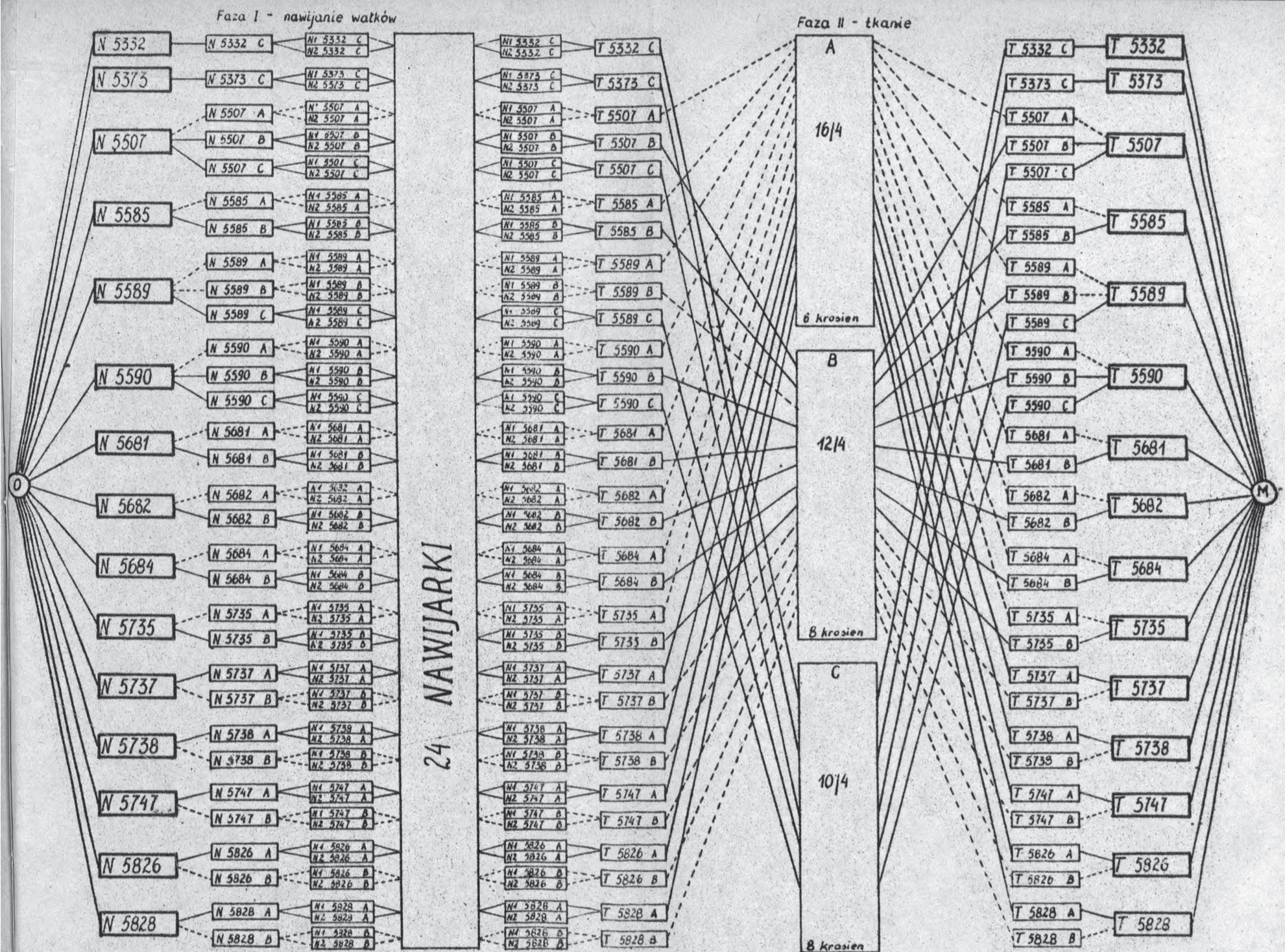
Aby przedstawiona sieć mogła być podstawą do budowy optymalnych planów asortymentowych produkcji, musi być aktualizowana równoległe z zachodzącymi zmianami. Zmiany mogą obejmować:

1. Asortymentowy plan produkcji. Wiąże się to ze zmianami na liście wyrobów. Można tu mówić o wyeliminowaniu wierzchołków, które są nieaktualnymi już wyrobami, bądź też o ich powiększeniu dla nowych wyrobów. Następnie należy ustalić wszystkie możliwe luki.

2. Park maszynowy. Z sieci usuwa się maszyny będące wierzchołkami, które są wyeliminowane z procesu produkcyjnego, bądź też wprowadza zbiory wierzchołków odpowiadających nowym maszynom. Następnie uzupełnia się zbiór luków o nowe połączenia między wyrobami i nowymi maszynami lub eliminuje się zbędne luki.

6. Struktura modelu

Odpowiedź na postawiony problem - o optymalnym wykorzystaniu zdolności produkcyjnych - można uzyskać stosując w rozwiązaniu metody sieciowe. Wiąże się to z poszukiwaniem maksymalnego potoku na sieci, co nie jest proste zważywszy, że na luku mogą być różne przepływy. Przedstawiona sieć (rys. 1) jest



Rys. 1. Sieć procesu produkcyjnego

go z zamówieniami giełdowymi. Równania bilansujące (5) równoważą ilości produktów przechodzących przez fazy snucia i tkania, co oznacza, że tkalnia nie może przerobić więcej niż zostało jej przekazane z fazy snucia wałków.

Każda z funkcji (1) i (2) rozpatrywana jest przy takich samych ograniczeniach dla trzech kwartałów w roku oraz dla całego roku.

7. Charakterystyka danych do modelu

Z przedstawionej struktury modelu wynika, że do wyznaczenia planu maksymalizującego wykorzystanie zdolności produkcyjnych w tkalni niezbędne są następujące dane:

- ceny zbytu 1 mb. dywanu (wektor c i macierz D),
- zyski 1 mb. dywanu (wektor z),
- pracochłonności tkalni w fazie snucia wałków i tkania (macierz A),
- efektywna ilość godzin pracy nawijalni i tkalni w rozpatrywanych kwartałach i roku (wektor b),
- zamówienia giełdowe w ujęciu wartościowym, w rozpatrywanych kwartałach i roku (wektor d).

W modelu konieczne było ustalenie wspólnych miar dla fazy nawijania i tkania - za jednostkę taką przyjęto metr bieżący (mb.).

Korzystając z dokumentacji udostępnionej przez dyrekcję Fabryki Dywanów stwierdzono, że udostępnione informacje wymagały mniejszych bądź też większych przekształceń. Rozpatrzmy teraz po kolei niezbędne dane.

7.1. Ceny zbytu

Z działu zbytu otrzymano cenę za 1 m^2 dywanu, która wynosi 756,8 zł. Poszukiwane ceny za 1 mb. dywanu, uzależnione od jego szerokości, znaleziono stosując przeliczenie:

$$c_1 = 756,80 \text{ zł} \cdot s_1$$

gdzie:

s_i = szerokość dywanu (3,65 m; 2,74 m; 2,28 m).

W wyniku tego przeliczenia otrzymano c e n y (c_i):
 dla dywanu o szerokości 3,65 m - 2762,32 zł za 1 mb.,
 " " " 2,74 m - 2073,63 " "
 " " " 2,28 m - 1725,50 " "

7.2. Zyski

Z działu kosztów i finansów otrzymano kwotę zysku, za 1 m² dywanu, równą 24,44 zł. Stosując analogicznie przeliczenie jak przy cenach, tzn.

$$z_i = 24,44 \text{ zł} \cdot s_i$$

otrzymano następujące z y s k i z 1 mb. d y w a n u:
 dla dywanu o szerokości 3,65 m - 89,20 zł,
 " " " 2,74 m - 66,97 zł,
 " " " 2,28 m - 55,72 zł.

7.3. Pracochłonności

Pracochłonność jako odwrotność wydajności mierzy się w godz./mb. Konieczna jest tu zatem znajomość wydajności, która rozpatrzona zostanie oddzielnie w nawijalni i tkalni.

7.3.1. Pracochłonność w tkalni

Średnie wydajności jednostkowe dla poszczególnych krosien kształtują się na poziomie:

dla krosna 16/4 - 2,645 m/godz. (w_1),
 " 12/4 - 2,845 " (w_2),
 " 10/4 - 3,1025 " (w_3).

Znając ilości poszczególnych rodzajów krosien (odpowiednio: 16/4 - 6; 12/4 - 8; 10/4 - 8), obliczoną wydajność w mb./godz. grupy krosien, które odpowiednio wynoszą:

krosna 16/4 - 15,87 mb./godz. ($6 \cdot w_1$),

krosna 12/4 - 22,76 mb./godz. ($8 \cdot w_2$),
 " 10/4 - 24,82 " ($8 \cdot w_3$).

Zatem szukane praco chłonności w tkalni kształtują się na poziomie:

krosna 16/4 - 0,063 godz./mb.
 " 12/4 - 0,044 "
 " 10/4 - 0,040 "

7.3.2. Praco chłonność w nawijalni

Wyda jność zależy tu od szeregu czynników, często wzajemnie wykluczających się. I tak np. można skrócić czas snucia wałków nawijając kilka serii jednocześnie, ale rozwiązanie takie jest ograniczone brakiem powierzchni składowania. Z uwagi na brak informacji o wyda jnościach nawijalni przyjęto oszacowanie: czas nawijania jednej serii liczony jest jako iloczyn raportu i średniego czasu nawijania równocześnie snutych wałków dla obłożenia jednego krosna (przeciętna wielkość z indywidualnych kart pracy pracowników snowarek). Tym sposobem otrzymuje się wyda jność w szt./godz. Wyda jność w mb./godz. to wynik iloczynu wyda jności w szt./godz. i faktycznej wyda jności z jednego wałka (wynosi ona 1,4 mb.). W celu uzyskania łącznej wyda jności (tab. 1, kolumna 7) dla każdego z deseni stosuje się przeliczenie

$$V_i = v_i \cdot 24$$

gdzie:

v_i - wyda jność jednostkowa w mb./godz.

Odwrotności $1/V_i$ to - szukane praco chłonności w nawijalni (przy stosowaniu pierwszej technologii). Ze względu na fakt, że na każdym z 24 stołów snuje się wałki dla obłożenia tylko jednego krosna, zdolności produkcyjne nie są tu w pełni wykorzystane, a zatem nawijalnia stanowi wąskie gardło.

Tabela 1

Dane z nawijalni przy snuciu wałków na 1 krosno (technologia 1)

Desen	Krosno (kombinacje wałków)	Wydażność dla kros- sien (w szt./ /godz.)	Wydażność 1 obłoż- nia mb. dywanu (raport 1,4 mb.)	Wydażność dla krosien (w mb./ /godz.) (3.4)	Wydażność łączna (w mb./ /godz.)	Pracochłono- ność (w godz./ /mb.) (odwrotność kolumny 6)	Wartość (6·C ₁ *)	Zysk (6·Z ₁ **)
1	2	3	4	5	6	7	8	9
N 5332	N 5332 A	-	-	-	-	-	-	-
	N 5332 B	-	378,0	-	-	-	-	-
	N 5332 C	0,0058	-	2,1924	52,6176	0,019005	90 791,67	2 932,01
N 5373	N 5373 A	-	-	-	-	-	-	-
	N 5373 B	-	378,0	-	-	-	-	-
	N 5373 C	0,0058	-	2,1924	52,6176	0,019005	90 791,67	2 932,01
N 5507	N 5507 A	0,013	-	4,914	117,936	0,008479	325 776,97	10 520,60
	N 5507 B	0,0105	378,0	3,9690	95,256	0,010498	197 525,70	6 378,91
	N 5507 C	0,0019	-	0,6993	16,7832	0,059583	28 959,41	935,21
N 5585	N 5585 A	0,013	-	4,914	117,936	0,008479	325 776,97	10 520,60
	N 5585 B	0,0105	378,0	3,9690	95,256	0,010498	197 525,70	6 378,91
	N 5585 C	-	-	-	-	-	-	-
N 5589	N 5589 A	0,0203	-	7,6923	184,6152	0,005426	509 966,26	16 468,79
	N 5589 B	0,0327	378,0	12,3606	296,6544	0,003371	615 151,46	19 865,76
	N 5589 C	0,0058	-	2,1924	52,6176	0,019005	90 791,67	2 932,01
N 5590	N 5590 A	0,13	-	4,9140	117,936	0,008479	325 776,97	10 520,60
	N 5590 B	0,0105	378,0	3,9690	95,256	0,010498	197 525,70	6 378,91
	N 5590 C	0,0046	-	1,7388	41,7312	0,023963	72 007,19	2 325,39
N 5681	N 5681 A	0,013	-	4,914	117,936	0,008479	325 776,97	10 520,60
	N 5681 B	0,0105	378,0	3,9690	95,256	0,010498	197 525,70	6 378,91
	N 5681 C	-	-	-	-	-	-	-

Tabela 1 (cd.)

1	2	3	4	5	6	7	8	9
N 5682	N 5682 A	0,014	-	4,9392	118,5408	0,008436	327 447,62	10 574,53
	N 5682 B	0,0112	352,8	3,9514	94,8326	0,010545	190 647,72	6 350,56
	N 5682 C	-	-	-	-	-	-	-
N 5684	N 5684 A	0,013	-	4,914	117,936	0,008479	325 776,97	10 520,60
	N 5684 B	0,0105	378,0	3,9690	95,256	0,010498	197 525,70	6 378,71
	N 5684 C	-	-	-	-	-	-	-
N 5735	N 5735 A	0,013	-	4,914	117,936	0,008479	325 776,97	10 520,60
	N 5735 B	0,0105	378,0	3,9690	95,256	0,010498	197 525,70	6 378,91
	N 5735 C	-	-	-	-	-	-	-
N 5737	N 5737 A	0,013	-	4,914	117,936	0,008479	325 776,97	10 520,60
	N 5737 B	0,0105	378,0	3,9690	95,256	0,010498	197 525,70	6 378,91
	N 5737 C	-	-	-	-	-	-	-
N 5738	N 5738 A	0,013	-	4,914	117,936	0,008479	325 776,97	10 520,60
	N 5738 B	0,0105	378,0	3,9690	95,256	0,010498	197 525,70	6 378,91
	N 5738 C	-	-	-	-	-	-	-
N 5747	N 5747 A	0,013	-	4,914	117,936	0,008479	325 776,97	10 520,60
	N 5747 B	0,0105	378,0	3,9690	95,256	0,010498	197 525,70	6 378,91
	N 5747 C	-	-	-	-	-	-	-
N 5826	N 5826 A	0,013	-	4,914	117,936	0,008479	325 776,97	10 520,60
	N 5826 B	0,0105	378,0	3,9690	95,256	0,010498	197 525,70	6 378,91
	N 5826 C	-	-	-	-	-	-	-
N 5828	N 5828 A	0,013	-	4,914	117,936	0,008479	325 776,97	10 520,60
	N 5828 B	0,0105	378,0	3,9690	95,256	0,010498	197 525,70	6 378,91
	N 5828 C	-	-	-	-	-	-	-

C_1^* - cena zbytu 1 mb. dywanu, która dla poszczególnych krosien wynosi: dla krosna A (16/14) - 2762,32 zł; B - (12/4) - 2073,63 zł; C (10/4) - 1725,50 zł.

Z_1^{**} - zysk z 1 mb. dywanu, który kształtuje się na poziomie: dla krosna A - 89,20 zł; B - 66,97 zł; C - 55,72 zł.

Tabela 2

Dane z nawijalni przy snuciu wałków na 2 krosna (technologia 2)

Desen	Krosno (kombinacje wałków)	Wydażność dla krosien (w szt./ /godz.)	Wydażność 1 obłożenia mb. dywanu (raport 1,4 mb.)	Wydażność dla krosien (w mb./ /godz.) (3.4)	Wydażność łączna (w mb./ /godz.)	Pracochłonność (w godz./ /mb.) (odwrotność kolumny 6)	Wartość (6·C ₁ *)	Zysk (6·Z ₁ **)
1	2	3	4	5	6	7	8	9
N 5332	N 5332 A	-	-	-	-	-	-	-
	N 5332 B	-	378,0	-	-	-	-	-
	N 5332 C	0,0094	-	3,5532	85,2768	0,011727	147 145,12	4 751,88
N 5373	N 5373 A	-	-	-	-	-	-	-
	N 5373 B	-	378,0	-	-	-	-	-
	N 5373 C	0,00866	-	3,37348	78,56352	0,012729	135 561,35	4 377,80
N 5507	N 5507 A	0,0203	-	7,6734	184,1616	0,005430	508 713,27	16 428,32
	N 5507 B	0,0163	378,0	6,1614	147,8736	0,006763	306 635,13	9 902,50
	N 5507 C	0,0028	-	1,0584	25,4016	0,039368	43 830,46	1 415,45
N 5585	N 5585 A	0,0203	-	7,6734	184,1616	0,005430	508 713,27	16 428,32
	N 5585 B	0,0163	378,0	6,1614	147,8736	0,006763	306 635,13	9 902,50
	N 5585 C	-	-	-	-	-	-	-
N 5589	N 5589 A	0,0394	-	14,8932	357,4368	0,002797	987 354,89	31 885,51
	N 5589 B	0,0537	378,0	20,2886	486,9264	0,002054	1009 705,19	32 607,51
	N 5589 C	0,0094	-	3,5532	85,2768	0,011727	147 145,12	4 751,88
N 5590	N 5590 A	0,0203	-	7,6734	184,1616	0,005430	508 713,27	16 428,32
	N 5590 B	0,0163	378,0	6,1614	147,8736	0,006763	306 635,13	9 902,50
	N 5590 C	0,00746	-	2,81988	67,67712	0,014776	116 776,87	3 771,17
N 5681	N 5681 A	0,0203	-	7,6734	184,1616	0,005430	508 713,27	16 428,32
	N 5681 B	0,0163	378,0	6,1614	147,8736	0,006763	306 635,13	9 902,50
	N 5681 C	-	-	-	-	-	-	-

Optymalizacja wykorzystania zdolności produkcyjnych w tkalnictwie

Tabela 2 (cd.)

140

Grzywa Iwańska-Paterek

1	2	3	4	5	6	7	8	9
N 5682	N 5682 A	0,0218	-	7,69104	184,58496	0,005418	509 882,73	16 466,90
	N 5682 B	0,0173	352,8	6,10344	146,48256	0,006827	303 750,63	9 809,35
	N 5682 C	-	-	-	-	-	-	-
N 5684	N 5684 A	0,0203	-	7,6734	184,1616	0,005430	508 713,27	16 428,32
	N 5684 B	0,0163	378,0	6,1614	147,8736	0,006763	306 635,13	9 902,50
	N 5684 C	-	-	-	-	-	-	-
N 5735	N 5735 A	0,0203	-	7,6734	184,1616	0,005430	508 713,27	16 428,32
	N 5735 B	0,0163	378,0	6,1614	147,8736	0,006763	306 635,13	9 902,50
	N 5735 C	-	-	-	-	-	-	-
N 5737	N 5737 A	0,0203	-	7,6734	184,1616	0,005430	508 713,27	16 428,32
	N 5737 B	0,0163	378,0	6,1614	147,8736	0,006763	306 635,13	9 902,50
	N 5737 C	-	-	-	-	-	-	-
N 5738	N 5738 A	0,0203	-	7,6734	184,1616	0,005430	508 713,27	16 428,32
	N 5738 B	0,0163	378,0	6,1614	147,8736	0,006763	306 635,13	9 902,50
	N 5738 C	-	-	-	-	-	-	-
N 5747	N 5747 A	0,0203	-	7,6734	184,1616	0,005430	508 713,27	16 428,32
	N 5747 B	0,0163	378,0	6,1614	147,8736	0,006763	306 635,13	9 902,50
	N 5747 C	-	-	-	-	-	-	-
N 5826	N 5826 A	0,0203	-	7,6734	184,1616	0,005430	508 713,27	16 428,32
	N 5826 B	0,0163	378,0	6,1614	147,8736	0,006763	306 635,13	9 902,50
	N 5826 C	-	-	-	-	-	-	-
N 5828	N 5828 A	0,0203	-	7,6734	184,1616	0,005430	508 713,27	16 428,32
	N 5828 B	0,0163	378,0	6,1614	147,8736	0,006763	306 635,13	9 902,50
	N 5828 C	-	-	-	-	-	-	-

C_i^* , Z_i^{**} - objaśnienia jak w tab. 1.

W celu pełniejszego wykorzystania tych zdolności, mimo ograniczeń w powierzchni składowania, rozpatrzono również zastosowanie drugiej technologii, tj. nawijanie wałków w takiej ilości, aby można było obłożyć nimi jednocześnie dwa krosna.

Z analogicznych obliczeń - jak przy technologii pierwszej - widać, że pracochłonności (tab. 2, kolumna 7) kształtują się na znacznie niższym poziomie. Wynika to z faktu rozkładania się czasu przygotowawczego na dwie serie.

7.4. Efektywne ilości godzin pracy w kwartale i w roku dla nawijalni i tkalni

Do wyznaczenia tych wielkości posłużono się następującymi danymi:

- a) z nawijalni
 - liczba godzin pracy jednej maszyny (jednego stołu) w kwartale (planowane roboczogodziny) 534,
 - liczba godzin pracy jednej maszyny w roku (planowane roboczogodziny) 2 136,
 - współczynnik zmianowości 2,87,
 - planowane postoje 10%;
- b) z tkalni
 - planowana ilość godzin pracy tkalni w kwartale 28 324,
 - planowana ilość godzin pracy tkalni w roku 113 296,
 - planowane postoje 15%.

Obliczono:

1) Efektywną ilość godzin pracy nawijalni (na kraj):

a) w ciągu kwartału, jako 60% wielkości będącej iloczynem ilości maszyn (24), liczby godzin pracy maszyny w kwartale (534), współczynnika zmianowości (2,87), pomniejszonej o 10-procentowe planowe postoje, Wielkość ta wynosi 21 846,46 godz.

b) w ciągu roku efektywna ilość godzin wynosi 87 393,84 godz. i obliczona jest analogicznie jak w punkcie a.

2) Efektywną ilość godzin pracy tkalni (na kraj):

a) w ciągu kwartału, jako 60% planowanych godzin pracy w kwartale pomniejszonych o 15% planowanych postojów, co daje 14 445,25 godz. (T_1). Wiedząc, że jedno krosno pracuje średnio

656,6 godz. $T_1(22)$, ilość godzin pracy w poszczególnych grupach krosien kształtuje się na poziomie:

dla 6 krosien 16/4 - 3939,6 godz.,

" 8 " 12/4 - 5252,8 " ,

" 8 " 10/4 - 5252,8 " .

b) w ciągu roku (T_0) ilość godzin wynosi 57 780,8 i obliczona jest analogicznie jak dla T_1 . W poszczególnych grupach krosien efektywna ilość godzin kształtuje się na poziomie:

dla krosien 16/4 - 15 758,4 godz.,

" " 12/4 - 21 011,2 " ,

" " 10/4 - 21 011,2 " .

7.5. Zamówienia giełdowe

Dla wyszczególnionych 15 deseni dywanów składane są zamówienia giełdowe w m^2 . Stosując przeliczenie

$$P_{ji} = \frac{\text{wielkość zamówienia (w } m^2 \text{)}}{S_i}$$

gdzie: S_i - szerokość dywanu,

P_{ji} - zamówienie na desen j-ty uwzględniający i-tą szerokość dywanu,

i - 1, 2, 3,

j - 1, 2 ... 15,

uzyskuje się wielkości tych zamówień w mb. dywanu.

Chcąc wyszczególnić zamówienia związane tylko z deseniem dywanu, bez względu na jego szerokość, zachodzi konieczność wartościowego przedstawienia zamówień zgodnie z wzorem:

$$Y_j = \sum_{i=1}^3 P_{ji} \cdot c_i$$

gdzie: Y_j - wartość zamówienia giełdowego dla deseni j-tego,

c_i - cena dywanu w zależności od szerokości.

Wynikiem tych przeliczeń jest tab. 3, w której odzwierciedlone są zamówienia dla trzech kwartałów i całego roku.

T a b e l a 3

Globalne wielkości zamówień na poszczególne desenie
w ujęciu wartościowym (bez rozbicia na rodzaje krosień)

Deseń	Zamówienia w ujęciu wartościowym			
	na rok	na kwartał		
		I	II	III
5332	1 469 133,89	1 175 307,07	0,0	0,00
5373	24 136 996,69	0,00	4 335 587,56	14 974 009,79
5507	42 613 415,13	9 291 215,28	8 952 159,79	15 847 357,03
5585	9 987 941,88	0,00	0,00	7 190 353,50
5589	4 470 782,18	3 576 625,74	0,00	0,00
5590	62 350 855,34	10 103 259,81	16 134 295,01	23 643 129,45
5681	3 712 082,83	256 549,50	0,00	2 713 116,76
5682	30 777 153,41	994 430,00	9 011 975,24	14 615 317,49
5684	17 051 100,68	6 947 742,04	3 741 676,50	2 951 522,00
5735	6 258 733,74	0,00	3 521 396,99	1 485 590,00
5737	20 268 439,79	4 213 863,11	3 945 200,67	4 055 688,05
5738	2 268 479,94	1 085 239,44	729 544,51	0,00
5747	17 115 970,33	5 551 877,00	2 540 571,69	5 600 327,57
5826	2 270 410,35	0,00	0,00	1 816 328,28
5828	13 177 763,13	0,00	0,00	10 542 210,50

Ź r ó d ł o: Dane z fabryki dywanów.

8. Rozwiązania modelu i interpretacja wyników

Do rozwiązania przedstawionego modelu w pkt 6 zastosowano metodę Simplex. Obliczenia przy jej wykorzystaniu wykonane zostały na EMC ODRA-1304.

Analizę wyników przeprowadzono w następującej kolejności:

1. Otrzymane plany optymalne przy dwu funkcjach celu.
2. Wykorzystanie zdolności produkcyjnych w nawijalni i tkalni.
3. Wyznaczenie planów produkcji dywanów o strukturze z góry narzuconej.

Ad.1. Przeanalizowano najpierw plan sprzedaży na podstawie kryterium maksymalizując wartość produkcji ($\max f(x) = c^T x$). Podczas gdy w analizowanym okresie wartość produkcji w cenach zbytu wynosiła 565 196 tys. zł, w otrzymanym rozwiązaniu wartość ta wzrosłaby ok. 4,5 raza i kształtowała się na poziomie 2 582 423 zł (W_p). Rozpatrując tę teoretyczną jak dotąd liczbę na poszczególne kwartały, otrzymano:

I	kwartał	-	645 605 809,56	(W_1),
II	"	-	645 599 097,09	(W_2),
III	"	-	645 605 809,59	(W_3),
IV	"	-	645 612 521,76	(W_4).

O tym jaka powinna być struktura produkcji w dwu fazach, aby osiągnąć wartości produkcji równe odpowiednio W_r , W_1 , W_2 , W_3 , W_4 informują tab. 5, 6, 7, 8. Struktura ta ma pokrycie w zamówieniach giełdowych, ale wyraźne odchylenia dają się zauważyć dla deseni 5507 i 5747. Plany produkcji są tu przekroczone o wielkości zawarte w tab. 4 opracowanej na podstawie tabulogramów.

T a b e l a 4

Nadwyżki produkcji najbardziej opłacalnych deseni w porównaniu z planem w mb.

Okres	Nadwyżki produkcji deseni	
	5507	5747
Rok	1 651 670	673 699
Kwartał I	435 226	167 152
II	459 583	133 080
III	373 036	167 104

T a b e l a 5

Optymalna struktura produkcji w roku

Wyróżnione desenie w fazach produkcji	Ilość (w mb.)	Wartość (w tys. zł)
1	2	3
N1 5507 B	397 616,1	824 508 758,1
N1 5507 C	504 066,3	869 769 838,3
N1 5585 B	4 334,4	8 987 941,9
N1 5589 C	2 691,0	4 470 782,2
N1 5590 B	30 068,5	62 350 855,3
N1 5681 B	1 791,6	3 715 082,8
N1 5682 B	14 842,2	30 777 153,4
N1 5735 B	3 018,2	6 258 733,7
N1 5737 B	9 774,4	20 268 439,8
N1 5738 B	1 094,0	2 268 480,0
N1 5826 B	1 094,0	2 270 410,4
N1 5828 B	6 354,9	13 177 763,1
N2 5372 C	851,4	1 469 133,8
N2 5373 C	13 988,4	24 136 996,7

Tabela 5 (cd.)

1	2	3
N2 5747 A	250 085,7	691 066 810,9
T 5332 C	851,4	1 469 133,8
T 5373 C	13 988,4	24 136 996,7
T 5507 B	397 616,1	824 508 758,1
T 5507 C	504 068,3	869 769 838,3
T 5585 B	4 334,4	8 987 941,9
T 5589 C	2 592,0	4 470 782,2
T 5590 B	30 068,5	62 350 855,3
T 5681 B	1 791,6	3 715 082,8
T 5682 B	14 842,2	30 777 153,4
T 5684 B	8 222,8	17 051 100,7
T 5735 B	3 018,2	6 258 733,7
T 5737 B	9 774,4	20 268 439,8
T 5738 B	1 094,0	2 268 480,0
T 5747 A	250 085,7	690 816 726,2
T 5826 B	1 094,9	2 270 410,4
T 5828 B	6 354,9	13 177 763,1
Razem		5 164 840 476,6

Źródło: Opracowano na podstawie otrzymanych tabulogramów z ODRY-1304.

Tabela 6

Optymalna struktura produkcji na I kwartał

Wyróżnione desenie w fazach produkcji	Ilość (w mb.)	Wartość (w tys. zł)
1	2	3
N1 5507 B	111 318,9	230 834 230 0
N1 5507 C	123 838,4	213 683 120,9
N1 5589 B	1 724,8	3 576 625,7
N1 5590 C	5 855,3	10 103 259,8
N1 5681 B	123,7	256 549,5
N1 5682 B	479,6	994 430,0
N1 5684 B	3 350,5	6 947 742,0
N1 5737 B	2 032,1	4 213 863,1
N1 5738 B	523,4	1 085 239,4
N2 5332 C	681,1	1 175 307,1
N2 5747 A	62 521,4	172 766 702,7
T 5332 C	681,1	1 175 307,1
T 5507 B	111 318,9	230 834 230,0
T 5507 C	123 838,4	213 683 120,9
T 5589 B	1 724,8	3 576 625,7
T 5590 C	5 855,3	10 103 259,8
T 5681 B	123,7	256 549,5
T 5682 B	479,6	994 430,0
T 5684 B	3 350,5	6 947 742,0

Tabela 6 (cd.)

1	2	3
T 5737 B	2 032,1	4 213 863,1
T 5738 B	523,4	1 085 239,5
T 5747 A	62 521,4	172 704 180,3
Razem	-	1 291 211 619,1

Źródło: Jak w tab. 5.

Tabela 7

Optymalna struktura produkcji na II kwartał

Wyróżnione desenie w fazach produkcji	Ilość (w mb.)	Wartość (w tys. zł)
N1 5507 B	119 553,0	247 908 679,8
N1 5507 C	127 862,1	220 626 100,2
N1 5682 A	3 262,5	9 011 975,2
N2 5373 C	2 512,7	4 335 587,6
N2 5590 A	5 840,8	16 134 295,0
N2 5684 A	1 354,5	3 741 616,5
N2 5735 A	1 274,8	3 521 396,8
N2 5737 A	1 428,2	3 945 200,7
N2 5738 A	264,1	729 544,5
N2 5747 A	49 096,5	135 669 249,0
T 5373 C	2 512,7	4 335 587,6
T 5507 B	119 553,0	247 908 679,8
T 5507 C	127 862,1	220 626 100,2
T 5590 A	5 840,8	16 134 295,0
T 5682 A	3 262,5	9 011 975,2
T 5684 A	1 354,5	3 741 616,5
T 5735 A	1 274,8	3 521 396,8
T 5737 A	1 428,2	3 945 200,7
T 5738 A	264,1	729 544,5
T 5747 A	49 096,5	135 620,6
Razem	-	291 198 194,2

Źródło: Jak w tab. 5.

Stosując drugie kryterium maksymalizujące wielkość całkowitego zysku ($\max k(x) = z^T x$) stwierdzono, że zyski stanowią ok. 3,5% wartości produkcji. Przysparza to zakładowi kwotę zysku 86 240 889,47 zł w skali rocznej, natomiast kwartalnie:

I kwartał - 21 577 248, 87,

II	kwartał	-	21 566 953,00,
III	"	-	21 532 294,13,
IV	"	-	21 564 393,47.

T a b e l a 8

Optymalna struktura produkcji na III kwartał

Wyróżnione desenie w fazach produkcji	Ilość (w mb.)	Wartość (w tys. zł)
N1 5507 B	86 271,6	178 895 423,8
N1 5507 C	121 696,7	209 987 678,0
N1 5585 B	3 467,5	7 190 353,5
N1 5598 B	11 401,8	23 643 129,5
N1 5681 B	1 308,4	2 713 116,8
N1 5682 B	7 048,2	14 616 317,5
N1 5684 B	1 423,4	2 951 522,0
N1 5735 B	716,4	1 485 590,0
N1 5737 B	1 955,9	4 055 688,1
N1 5826 B	875,9	1 416 328,3
N1 5828 B	5 083,9	10 542 210,5
N2 5373 C	8 678,1	14 974 009,8
N2 5747 A	62 521,4	172 766 702,7
T 5373 C	8 678,1	14 974 009,8
T 5507 B	86 271,6	178 895 423,8
T 5507 C	121 696,7	209 987 678,0
T 5585 B	3 467,5	7 190 353,5
T 5590 B	11 401,8	23 643 129,5
T 5681 B	1 308,4	2 713 116,8
T 5682 B	7 048,2	14 616 317,5
T 5684 B	1 423,4	2 951 522,0
T 5735 B	716,4	1 485 590,0
T 5737 B	1 955,8	4 055 688,1
T 5747 A	62 521,4	177 704 188,3
T 5826 B	875,9	1 816 528,3
T 5828 B	5 083,9	10 542 210,5
Razem		1 291 211 619,2

Ź r ó d ł o: Jak w tab. 5.

Najwięcej produkcji otrzymuje się z krosien typu 12/4 produkujących dywany o szerokości 2,74 m, a więc ich udział w wartości produkcji i sumach zysku jest dominujący. Nie zaprezentowano w opracowaniu struktury planów produkcji dla tego kryterium, albowiem okazuje się, że jest ona niemal identyczna jak przy pierwszym kryterium. Jest to wynikiem takich samych ograniczeń modelu i struktury współczynników funkcji celu. Wobec tego z jednego z kryteriów, np. $\max k(x) = z^T x$, można zrezygnować obliczając wartość zysków jako ilo-

czyn planu ilościowego i współczynników będących zyskami z 1 mb. dywanu.

Na podstawie rozwiązania zadania dualnego i wyceny opłacalności produkcji na poszczególnych krosnach, można było przeprowadzić kalkulacje - za najmniej opłacalną uważa się produkcję dywanów na krosnach 10/4, z których otrzymuje się dywany o szerokości 2,28 m. Jest to wynikiem wysokiej pracochłonności (szczególnie w fazie nawijania), stosunkowo niskich zamówień na taką szerokość oraz niskim zyskiem otrzymanym z 1 mb.

Dysponując opracowanymi planami dla trzech kwartałów i roku obliczono dla kwartału czwartego:

a) wartość produkcji

$$W_4 = W_r - (W_1 + W_2 + W_3)$$

$$W_4 = 645\,612\,521,76;$$

b) wielkości charakteryzujące przekroczenie planów dla deseni 5507 i 5747, które wynoszą odpowiednio w mb.: 383 825 tys. i 206 363 tys.;

c) wielkość zysku równą 21 564 393,47 zł;

d) strukturę planu produkcji przedstawioną w tab. 7.

Ad 2. Wykorzystanie zdolności produkcyjnych.

W dotychczasowej praktyce w fazie nawijania wałków, zdolności produkcyjne nie były w pełni wykorzystane.

Zaproponowane zmiany w technologii nawijalni - snuje się wałki dla obłożenia dwu krosien jednocześnie - powodują, że w opracowaniu 50 605,78 roboczogodzin jest nie wykorzystanych (średnio w kwartale 12 601,54 godz.). Aby taka luka w nawijalni została wypełniona, muszą nastąpić zmiany w drugiej fazie. Teraz tkalnia, jako wąskie gardło, ogranicza wielkość produkcji.

Nie jest możliwe dokonanie prawidłowej analizy zaistniałego stanu, stąd ostrożność w wyciąganiu wniosków. Prawdopodobnie taka duża liczba nie wykorzystanych godzin pracy (wykorzystanie obejmuje tylko ok. 40%) jest wynikiem nie tylko zaproponowanego w modelu snucia wałków dla obłożenia dwu krosien jednocześnie, ale przyjętych do modelu współczynników

pracochłonności. Należy tu jeszcze raz podkreślić, że wobec braku takiej informacji w sprawozdawczości przedsiębiorstwa, obliczone współczynniki mogą być obarczone znacznym błędem.

T a b e l a 9

Struktura produkcji na IV kwartał

Deseń	Wielkość produkcji (w mb.)	Cena za 1 mb. (w zł)	Wartość - X_i (w tys. zł)
N 5507 B	80 472,6	2 073,63	166 670,4
N 5507 C	130 471,0	1 725,50	225 472,9
N 5585 B	866,8	2 073,63	1 797,5
B 5589 C	2 591,0	1 725,50	4 470,7
N 5590 B	18 666,2	2 073,63	38 707,7
N 5681 B	359,4	2 073,63	745,4
N 5682 B	7 314,4	2 073,63	15 167,4
N 5684 B	3 438,9	2 073,63	7 161,1
N 5735 B	2 301,8	2 073,63	4 773,1
N 5737 B	5 786,4	2 073,63	11 998,8
N 5738 B	570,6	2 073,63	1 183,2
N 5826 B	218,9	2 073,63	454,0
N 5828 B	1 270,9	2 073,63	2 635,5
D 5373 C	107,2	1 725,50	4 827,3
D 5332 C	2 797,6	1 725,50	293,8
D 5747 A	75 946,3	2 762,32	209 788,2
T 5332 C	107,2	1 725,50	293,8
T 5373 C	2 797,6	1 725,50	4 827,3
T 5507 B	80 472,6	2 073,63	166 670,4
T 5507 C	130 471,0	1 725,50	225 472,9
T 5585 B	866,8	2 073,63	1 797,5
T 5589 C	2 591,0	1 725,50	4 470,7
T 5590 B	18 666,2	2 073,63	38 707,7
T 5681 B	359,4	2 073,63	745,4
T 5682 B	7 314,4	2 073,63	15 167,4
T 5684 B	3 438,9	2 073,63	7 161,8
T 5735 B	2 301,8	2 073,63	4 773,1
T 5737 B	5 786,4	2 073,63	11 998,8
T 5738 B	570,6	2 073,63	11 183,2
T 5747 A	75 946,3	2 762,32	209 788,2
T 5826 B	218,9	2 073,63	454,0
T 5828 B	1 270,9	2 073,63	2 635,5

Ź r ó d ł o: Obliczenia własne na podstawie tabulogramów struktury produkcji roku i struktury produkcji w trzech kwartałach.

Ad 3. Struktura z góry narzucona (bez naruszenia wartości planu produkcji).

Fabryka może produkować dywany o odpowiedniej szerokości przy zachowaniu z góry narzuconej struktury proporcjonalnie-

ści, bez naruszenia wartości planu produkcji. Wyznaczenie takiego planu sprowadza się do rozwiązania 31 równań postaci:
 Δ istnieją takie współczynniki B_{j1}, B_{j2}, B_{j3} , że

$$\sum_{i=1}^3 B_{ji} = 1$$

$$(1 - B_{ji}) x_{ji} - B_{ji} \cdot \sum_{\substack{k=1 \\ k \neq i}}^3 x_{jk} = 0$$

gdzie: $j = 1, 2, \dots, 15$,

B_{ji} - współczynnik mówiący, jaką część całości ma stanowić desen j-ty produkowany przez krosno i-te,

x_{jk} - wielkość produkcji j-tego deseni z k-tego krosna.

Chcąc np. produkować takie same ilości mb. dywanu na poszczególnych krosnach w danym deseni $B_{j1} = B_{j2} = B_{j3} = 1/3$. Tym sposobem wszystkie rodzaje krosien są wykorzystywane równomiernie.

9. Zakończenie

Zadaniem tego opracowania nie było dostarczenie rozwiązania w postaci gotowych asortymentowych planów produkcji a jedynie zaproponowanie metody i zweryfikowanie jej na uzyskanych informacjach i własnych oszacowaniach. W związku z tym dane użyte w modelu są prawdopodobnie obarczone błędem. Szczególną uwagę należy zwrócić na wyznaczenie współczynników pracochłonności w nawijalni. Wskazany byłoby zastosowanie dla ich uzyskania chronometrażu, czego z przyczyn obiektywnych - zbyt krótki okres czasu na zbieranie informacji - nie udało się zrobić.

Zaproponowany algorytm może służyć nie tylko do budowy planów rocznych czy kwartalnych, ale także do planów miesięcznych czy nawet dekadowych. Wyniki, oprócz tego, że określają wartości (ilości) produkcji poszczególnych deseni dywanów, dają również odpowiedź na pytanie, jakie sposoby snucia zastosować w odniesieniu do konkretnych deseni w na-

wijalni. Ponadto mogą one służyć do określenia zapotrzebowania na produkcję farbiarni z dowolnym wyprzedzeniem.

Grażyna Iwańska-Patorek

OPTIMALIZATION OF PRODUCTION CAPACITIES EMPLOYMENT
IN THE WEAVING MILL OF THE CARPET FACTORY

Limited nature of production capacities accompanied by growth of demand for carpets does not allow for full satisfaction of the effective demand for these products. Better market supply can be promoted through extension and modernization of the plant, improvement of production technology and introduction of better organizational solutions.

The article presents a way of optimal utilization of production capacities in a weaving mill of one of carpet factories. The quoted model and algorithm of its solution are to provide a basis for construction of assortment production plans and production capacity utilization plans of machinery and equipment. There was made an attempt at definition of these plans by means of network methods. On the mathematical side the problem was formulated in the form of linear programming problem in the solution of which there was applied the Simplex method.

After making all computation on the Odra 1304 computer, there was performed an analysis which revealed a "bottle neck" in the production process, the elimination of which calls for technological and organizational changes.

The analysis was not aimed at providing a solution in the form of ready-made assortment production plans but only at suggestion of the method and its verification on the basis of obtained information and own estimates.