ZESZYTY NAUKOWE POLITECHNIKI ŚLĄSKIEJ 1988
Seria: AUTOMATYKA z.95 Nr kol.971

Ryszard Krawczyński, Bogusław Mitura, Stanisław Strzelczak
SGGW-AR; Warszawa

SYSTEM OPTYMALIZACJI PROSTOKĄTNYCH ROZKROJÓW TWORZYW PŁYTOWYCH

Streszczenie. W artykule przedstawiono komputerowy system optymalizacji prostokątnych rozkrojów tworzyw płytowych. System ten został zaprojektowany dla Wyszkowskich Fabryk Mebli, z uwzględnieniem ograniczeń technologiczno-organizacyjnych występujących w zakładzie.

1. Wstęp

Optymalizacja rozkroju tworzyw płytowych w przemyśle meblarskim, szczególnie w zakładach o wielkoseryjnym typie produkcji, jest istotnym zagadnieniem o charakterze techniczno-ekonomicznym. Ogólnie, problem ten polega na zaprojektowaniu rozkroju tworzyw płytowych na elementy /tzw. formatki/ o zadanych wymiarach oraz w określonych ilościach, przy równoczesnym dążeniu do maksymalizacji wykorzystania powierzchni płyt. Jeżeli uwzględni się fakt, że zakłady otrzymują płyty o różnych wymiarach /zgodnych z normą/, wykorzystują kilkaset rodzajów elementów, to zaprojektowanie rozkroju staje się zadaniem trudnym i pracochłonnym.

W dotychczasowej praktyce plany rozkroju wykonuje się w sposób tradycyjny /ręcznie/, sporządzając je pod zadany rodzajowo i ilościowo asortyment wyrobów. Przy stosowaniu tej techniki nie ma możliwości optymalizacji tego zagadnienia. Optymalizacja rozkroju tworzyw płytowych w warunkach przemysłowych jest możliwa jedynie przy wykorzystaniu elektronicznej techniki obliczeniowej.

Z teoretycznego punktu widzenia, zagadnienie optymalizacji prostokątnego rozkroju materiału jest znane od dość dawna. Problemem tym zajmowali się między innymi Gilmore i Gomory [1], którzy opracowali algorytm rozwiązujący to zagadnienie. W oparciu o ten algorytm opracowane zostały standardowe pakiety programowe, takie jak: TRIM LOSS - firmy ICT, CROCODILLE - firmy IBM, OPTICUT - firmy IGGESUND i in. Pakiety te charakteryzują się pewnymi wadami, takimi jak:

- ograniczona dostępność na rynku krajowym /pakiet CROCODILLE jest niedostępny/,
- zaprojektowane są na duże, stacjonarne komputery,
- uniwersalny, ogólny charakter, nie uwzględniający specyfiki przemysłu drzewnego,

- brakiem możliwości uwzględnienia wszystkich ograniczeń technologicznych występujących w konkretnych warunkach produkcyjnych.

W rezultacie, z praktycznego punktu widzenia, przydatność pakietów standardowych jest w dużej mierze ograniczona.

Fabryki Mebli, widząc poważne źródło oszczędności zużycia płyt poprzez optymalizację ich rozkroju, zmuszone zostały do własnych poszukiwań w tym zakresie. Efektem tych poszukiwań jest między innymi przedstawiony w niniejszym artykule komputerowy system optymalizacji rozkroju tworzyw płytowych na półwyroby.

2. Ogólne założenia systemu

W zaprojektowanym systemie optymalizacji rozkroju tworzyw płytowych przyjęto następujące założenia:

1. Zastosowano dialogową formę pracy systemu.
   Uruchomienie systemu wymaga zdefiniowania tzw. zadania optymalizacyjnego, obejmującego:
   - dane dotyczące tworzyw płytowych /rys.1/,
   - dane dotyczące elementów /rys.1 /,
   - dane dotyczące technologii rozkroju.
2. Dane dotyczące tworzyw płytowych, będących przedmiotem rozkroju, obejmują między innymi takie informacje, jak:
   - symbol i nazwę płyty,
   - wymiary /długość, szerokość, grubość/,
   - dysponowaną ilość płyt,
   - wielkość brzegowania dla poszczególnych krawędzi płyt.

   W jednym zadaniu optymalizacji istnieje możliwość planowania wykorzystania różnych typowymiarów płyt.
3. Dane dotyczące elementów, które mają być wynikiem rozkroju, obejmują takie informacje, jak:
   - numer i nazwę elementu,
   - wymiary /długość szerokość/,
   - możliwość obracania przy rozkroju,
   - krotność elementu dla tzw. formatek wielokrotnych,
   - planowana ilość elementów.

   Wszystkie elementy występujące w zakładzie zapisywane są w bazie danych. Określenie elementów do zadania optymalizacyjnego odbywa się poprzez ich wybór z bazy danych. W jednym zadaniu optymalizacyjnym może być wybranych do 100 różnych elementów, każdego w określonej ilości. Wśród elementów mogą występować tzw. formatki wielokrotne /około 5% całego asortymentu/. Składają się one z szeregu formatek tego samego rodzaju, zazwyczaj o niewielkich wymiarach, stanowiąc całość dla przyjętego wzoru cięcia. Formatki te rozcinane są na pojedyncze elementy na innym stanowisku.

4. Informacje dotyczące technologii rozkroju obejmują wybór typu formatyzerki oraz wybór sposobu rozkroju. System uwzględnia możliwość wykorzystania formatyzerki typu: Wesser oraz Steton. W zakresie sposobu rozkroju istnieje możliwość cięcia przelotowego, nieprzelotowego, z tzw. docinką oraz bez docinki. Docinka występuje wtedy, gdy po rozkroju płyty następuje docinanie formatki na żądany wymiar.

5. Rozkroje płyt są prostokątne, dwustopniowe. W pierwszym stopniu odcinane są pasy wzdłuż arkusza, kolejno przez jedną piłę. W drugim stopniu pasy cięte na elementy. System rozkroju uwzględnia między innymi takie parametry technologiczne, jak: minimalne i maksymalne wymiary pasów i elementów wynikające z konstrukcji formatyzerek, brzegowanie lewo- i prawostronne, na długości i szerokości, na zadany wymiar, wielkość rzazu, ilość pił w przypadku rozkroju jednogrupowego, możliwość obracania formatek itp.

Optymalizacja rozkroju rozwiązywana jest przy zastosowaniu programowania liniowego oraz grupy modeli programowania dyskretnego do generowania kolejnych rozwiązań bazowych, podanych przez Strzelczaka [5] .

W algorytmie występują dwa podstawowe etapy: budowa rozwiązania bazowego oraz iteracyjny cykl optymalizujący plany rozkroju. W pierwszym etapie formatki tego samego rodzaju rozmieszczone są na poszczególnych płytach, tak aby w każdym wzorze cięcia występował jeden rodzaj formatek. Generowane wzory cięcia uwzględniają ograniczenia technologiczne przyjęte w algorytmie oraz wymogi wynikające z konstrukcji formatyzerek.

W drugim etapie, w sposób iteracyjny, wyszukiwany jest inny wariant wzoru cięcia. W przypadku gdy nowy wariant jest lepszy od rozwiązania bazowego, tzn. daje mniejszy odpad, jest on wprowadzany do rozwiązania bazowego na drodze eliminacji Gaussa. W dalszej kolejności nowy wzór cięcia poddawany jest modyfikacji polegającej na poprawie rozwiązania poprzez rozmieszczanie tzw. docinek. Po tej fazie algorytm przechodzi do nowej iteracji. Proces iteracyjny kończy się, gdy nie można znaleźć dopuszczalnego rozwiązania bazowego o większej niż aktualna, wartości funkcji celu. Końcowe rozwiązanie bazowe traktowane jest jako optymalny plan rozkroju.

6. Wynikiem przeprowadzanych obliczeń optymalizacyjnych są:
   - gotowe plany rozkroju /w postaci dokumentacji warsztatowej oraz archiwalnej /rys.2/,
   - zestawienia dotyczące planów rozkroju, uzyskanych formatek oraz wykorzystanych płyt.

W Y S Z K O W S K I E F A B R Y K I M E B L I

R O Z K R O J E

ZADANIE OPTYMALIZACYJNE nr 2/1988/10/26

Wykaz planów rozkroju

Nr	Nazwa płyty	Wymiary /mm/			Ilość/szt/		Powierzchnia			Wydajn %	
		dług	szer	gr	dysp	wyko	płyty	forma	odp.	brt	net
1.	Płyta wiórowa	2025	1540	18	600	200	623,7	583,4	15,6	97,1	93,5
2.	Płyta wiórowa	2025	1540	18	600	100	311,9	291,8	7,4	97,4	93,6
3.	Płyta wiórowa	2025	1540	18	600	200	623,7	573,2	21,5	96,8	91,9
Łącznie							1559	1448	44	97,1	92,9

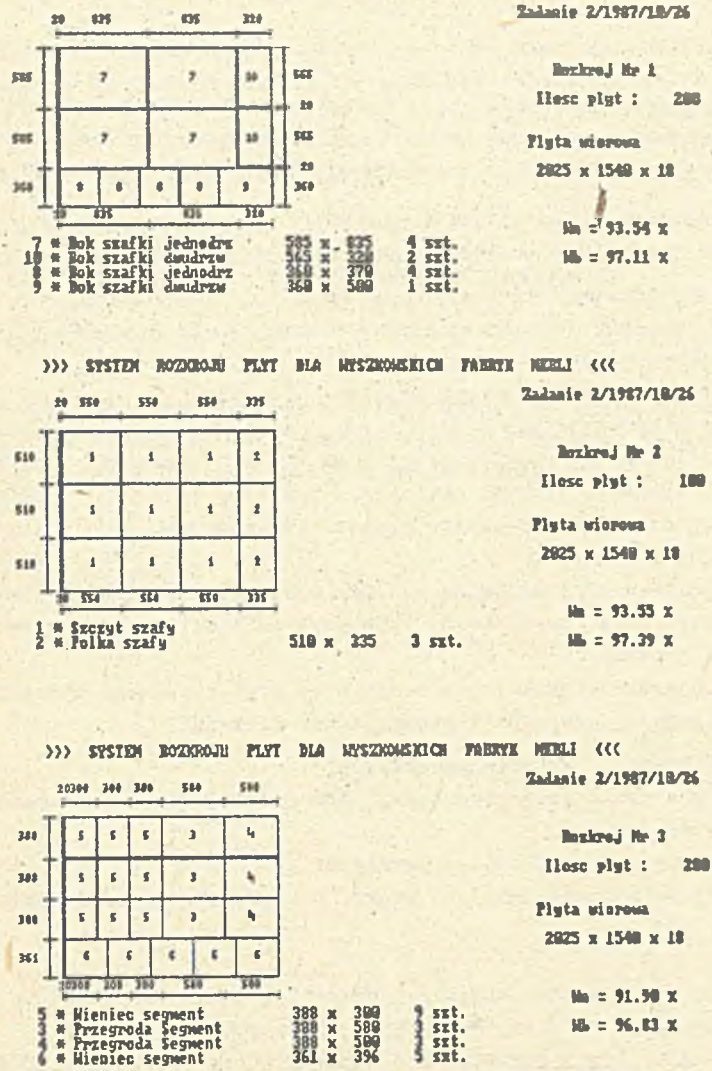
Wykaz płyt

Lp.	NAZWA PŁYTY	WYMIARY /mm/			ILOSC /szt./		
		Dług.	Szer.	Gr.	Dyspo.	Wyko.	Pozo.
1.	Płyta wiórowa	2025	1540	18	600	500	100

Wykaz wykorzystywanych formatek

Nr	Nazwa	Wymiar		Ilosc		Nr planu rozkroju
		dług	szer	plan	uzys	
1.	Szczyt szafy	550	510	900	900	2/
2.	Półka szafy	335	510	300	300	2/
3.	Przegroda segmentu	580	388	600	600	3/2/
4.	Wieniec segmentu	300	388	1800	1800	3/
5.	Bok szafki	835	585	800	800	1/2/

Rys.1 Przykładowe wyniki
Fig.1 Examples of the results



Rys. 2. Przykłady planów rozkroju płyt wiórowych

Fig. 2. Examples of chipboard cutting plans

7. System eksploatowany może być na mikrokomputerach klasy IBM /XT lub AT/ o pojemności RAM min. 640 KB z koprocesorem arytmetycznym typu 8087 oraz drukarką lub ploterem.

3. Zakończenie

Przedstawiony w artykule komputerowy system optymalizacyjny rozkroju płyt, wykonany dla Wyszkowskich Fabryk Mebli, posiada następujące cechy:

- zaprojektowany jest według nowoczesnej technologii,
- dostosowany jest do konkretnych warunków produkcyjnych i ograniczeń panujących w zakładzie,
- charakteryzuje się dużą prostotą obsługi,
- charakteryzuje się bardzo dobrymi parametrami eksploatacyjnymi: niskimi wymaganiami pamięci oraz krótkimi czasami obliczeń /tak np. zestawy, których obliczenia pakietem TRIM LOSS trwały 20 h za pomocą opracowanego systemu rozwiązywane są w kilka - kilkanaście minut/,
- umożliwia sformułowanie zadania optymalizacyjnego obejmującego różny okres czasu, różny rodzajowo i ilościowo asortyment formatek i płyt,

Zastosowanie w praktyce przemysłowej prezentowanego systemu przynosi następujące /wymierne i niewymierne/ korzyści:

- zmniejsza zużycie materiałów,
- skraca cykle projektowania planów rozkroju oraz zmniejsza ich pracochłonność,
- zmniejsza zapasy międzyoperacyjne,
- umożliwia skuteczniejsze sterowanie przepływem produkcji.

Literatura

[1] Gilmore P.C., Gomory R.E., A Linear-programming Approach to the Cutting-stock Problem, Operations Research 11,6 1963.
[2] Golden B.L., Approaches to the Cutting Stock Problem, AIIE Trans. 8,2 1976.
[3] Piasecki B., Optymalny rozkrój materiałów, WNT, Warszawa 1978.
[4] Sadowski W., Teoria podejmowania decyzji, PWE, Warszawa 1976.
[5] Strzelczak St., Metody optymalizacji rozkroju materiałów w procesach tłoczenia - cięcia w warunkach produkcji drobnoseryjnej. Maszynopis rozprawy doktorskiej, Politechnika Warszawska 1986.
[6] Strzelczak St., Zastosowanie komputerów do sterowania produkcją krajalni., Mat. IV Krajowej Konferencji Naukowo-Technicznej "Zastosowanie komputerów w przemyśle", Szczecin 1985

Recenzent: Dr hab.inż.F.Marecki
Wpłynęło do Redakcji do 1988-04-30.

СИСТЕМА ОПТИМАЛИЗАЦИЙ ПРЯМОУГОЛЬНЫХ РАЗРЕЗОВ ЛИСТОВЫХ МАТЕРЯЛОВ

Р е з ю м е

В статье предоставлена компьютерная система оптимализации прямоугольных разрезов листовых матерялов. Эта система внедрена в Вышковских Мебельных Фабриках с учётам производственно-организационных ограничений.

OPTIMIZATION RECTANGULAR CUTTING OF CHIPBOARD SYSTEM

S u m m a r y

In the paper a computer optimization cutting of chipboard system is described. This system is designed for Wyszków Furniture Factory with regard to production and organization restrictions.