

GABRIELA MAZUR
ZYGMUNT MAZUR
MAREK DUDEK

Projektowanie procesów logistycznych w systemach wytwarzania

1. Wprowadzenie

Badania struktury kosztów logistycznych w wielu krajach wykazały, że podstawowym ich składnikiem są koszty transportu (przepływów), które stanowią 40—50% całości tych kosztów.

Koszty fizycznego przepływu obejmują koszty transportu wewnętrznego i zewnętrznego oraz procesów manipulacyjnych związanych z przepływem. Redukcję kosztów transportu wewnętrznego w systemach wytwarzania uzyskać można poprzez optymalizację przepływów produkcyjnych oraz dobór odpowiednich środków transportu. Optymalizacja przepływów produkcyjnych sprowadza się do najkorzystniejszego rozmieszczenia przestrzennego stanowisk w wydzielonych komórkach produkcyjnych danego systemu wytwarzania. Rozmieszczenie przestrzenne kształtowane jest poprzez realizowane marszruty technologiczne (powiązania produkcyjne) produkowanych wyrobów w danej komórce produkcyjnej. Obecnie realizacja procesów produkcyjnych wymaga wprowadzania szybkich zmian produkowanego asortymentu i programu produkcji oraz związanych z tym zmian przepływów. Zmienne zadania produkcyjne realizować można w wielopremiotowych komórkach o elastycznej strukturze, które dopuszczają zmiany stanów wejścia w przyjętych granicach elastyczności.

Wielopremiotowe komórki posiadają zdolność przystosowywania się do zmian stanów wejścia. Ze względu na probabilistyczny charakter parametrów wejścia, do projektowania struktury tych komórek nie da się stosować typowych technik przedstawionych w literaturze. Dla przedstawionego problemu najlepsze wydaje się zastosowanie modelowania symulacyjnego.

Projektowanie struktury systemu jest bardzo ważnym etapem budowy nowoczesnego systemu zarządzania produkcją. Zarządzanie jest ciągłym procesem podejmowania decyzji, uwarunkowanych zmieniającą się w czasie sytuacją. Zmieniająca sytuacja produkcyjna narzucać może nową strukturę systemu wytwarzania. Istniejąca już komórka wytwarzania posiada stałą strukturę (ustalona liczba stano-

wisk i rozmieszczenie ich w przestrzeni), którą trudno jest zmienić, dlatego najkorzystniejszą strukturę dla możliwych do przewidzenia zmian sytuacji produkcyjnej ustalić należy w toku jej projektowania.

2. Budowa modelu i algorytm badań

Ogół działań dotyczących optymalizacji przepływów określa się mianem logistyki produkcji. Każdy przepływ wymaga odpowiedniego systemu transportu. Poprawne ukształtowanie systemu transportowego daje wymierne efekty ekonomiczne. Zorganizowanie najkorzystniejszych przepływów ustala się na etapie projektowania. Projektując system transportowy, ustala się sposób realizacji powiązań kooperacyjnych w systemie, a powiązania te wyznaczają strukturę systemu produkcyjnego. W projektowaniu nowych form struktur przestrzennych należy przewidzieć zmienność zadań produkcyjnych, a więc i zmianę form przepływu produkcji.

Do rozwiązania tak sformułowanego problemu autorzy stworzyli model symulacyjny. Model pozwala badać wpływ zmian: a) wielkości produkcji, b) asortymentu, c) marszrut technologicznych — na strukturę systemu wytwarzania. Opis tego modelu i jego weryfikację przedstawiono w [1]. Budowę tego modelu ukazuje wykres 1.

W celu przeprowadzenia eksperymentu symulacyjnego autorzy stworzyli bazę danych opisującą przedmiot badań. Baza danych była podstawą doboru wartości parametrów modelu. Dobór parametrów przebiegał jak na wykresie 2.

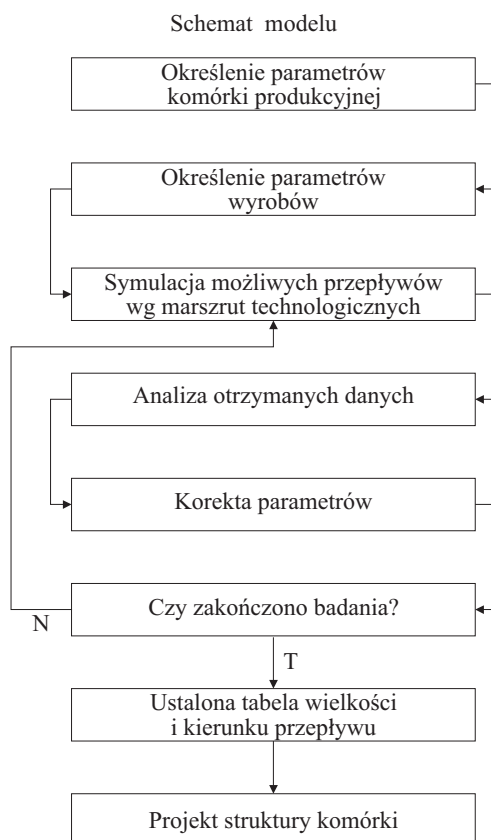
W pierwszej fazie dobrano parametry dotyczące komórki produkcyjnej, tj. liczbę różnych typów operacji, określono prawdopodobieństwo wystąpienia operacji w wyrobach, wyznaczono czasy trwania poszczególnych operacji. Następnie przystąpiono do określenia parametrów wyrobów wstępnych, tj.: ilości wyrobów, długości ich życia, aktualnej pozycji na krzywej życia, dziennej wielkości produkcji oraz kolejności wykonywania operacji.

W opisanym modelu parametry określono:

- wartościowo: wprowadzamy konkretną wartość,
- przedziałem: wprowadzamy przedział wartości od do,
- rozkładem: dobór parametrów na podstawie znanych rozkładów,
- histogramem: dobór parametrów na podstawie istniejących histogramów,
- prognozą: dobór parametrów na podstawie prognoz.

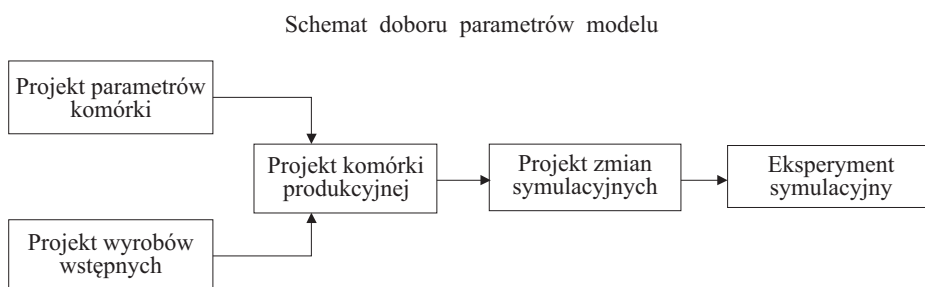
Mając wprowadzone parametry, przystąpiono do projektowania komórki produkcyjnej. Projektowanie odbywa się automatycznie i jest uzależnione od rodzaju wprowadzanych danych. Następnym krokiem było określenie zmian symulacyjnych. Dotyczyły one między innymi: częstości narodzin nowych wyrobów, rozkładu długości ich życia, wielkości produkcji, częstości zmian marszrut technologicznych. Następnie określono liczbę dni symulacji.

Wykres 1



Źródło: opracowanie własne.

Wykres 2



Źródło: opracowanie własne.

Tabela 1

Przykładowe parametry komórki i wyrobów wstępnych

Nr parametru	Nazwa parametru	Wartość parametru
1	Ilość wyrobów wstępnych	20 wyrobów
2	Liczba typów operacji	8 operacji
3	Liczba stanowisk danego typu	3—7 stanowisk
4	Dzienna średnia wielkość produkcji	300 sztuk
5	Minimalne dopuszczalne obciążenie stanowisk	80% wykorzystania
6	Średni czas długości życia wyrobu	30 dni
7	Częstość zmian wielkości produkcji wyrobu	12 dni
8	Wielkość zmian wielkości produkcji wyrobu	5 sztuk
9	Częstość rozpoczynania nowej produkcji	2 dni
10	Średni czas pracy komórki	7,5 godziny
11	Liczba dni symulacji	90 dni

Źródło: opracowanie własne.

Wszystkie wielkości parametrów zostały zaczerpnięte z danych historycznych pewnego przedsiębiorstwa branży obróbki mechanicznej.

3. Wyniki eksperymentu

Dla określonych parametrów komórki produkcyjnej określono drogą symulacji parametry realizowanych wyrobów (tabela 2). Dla każdego wyrobu do badania przepływu symulowana jest indywidualna marszruta technologiczna spełniająca założone parametry komórki (liczbę realizowanych operacji, ich numery i kolejność).

W wyniku przeprowadzonego eksperymentu symulacyjnego dla 10 kolejnych przebiegów otrzymano wielkości przepływów między stanowiskami. Wielkości tych przepływów przedstawiają tabele 3—9 oraz wykresy 3—6:

Tabela 2

Parametry realizowanych wyrobów

Nr wyrobu	Długość życia	Pozycja na krzywej życia	Wielkość produkcji
1	32	25	305
2	25	10	387
3	25	6	298
4	30	0	302
5	29	24	269
6	30	19	291
7	28	11	282
8	31	26	311
9	27	15	285
10	29	18	303
11	28	2	295
12	28	5	266
13	31	2	326
14	27	16	300
15	25	20	319
16	28	10	279
17	29	25	288
18	32	12	310
19	30	0	322
20	30	16	291

Źródło: opracowanie własne.

Tabela 3

Średnie przepływy między stanowiskiem 1. i pozostałymi

Stan	Sym1	Sym2	Sym3	Sym4	Sym5	Sym6	Sym7	Sym8	Sym9	Sym10
1-2	1786	2200	1963	1542	1098	2006	2236	1963	1492	1887
1-3	905	1409	1302	983	837	1057	1224	1086	1087	975
1-4	2304	2014	2566	2450	2709	2612	2406	2113	1992	2197
1-5	2103	2310	2618	1954	2366	2254	1999	2064	2603	1867
1-6	1542	1632	1354	1221	981	1625	1463	1554	1055	1689
1-7	835	689	398	954	456	754	469	696	812	656
1-8	1058	1239	965	697	1055	968	856	873	685	1021

Źródło: opracowanie własne.

Tabela 4

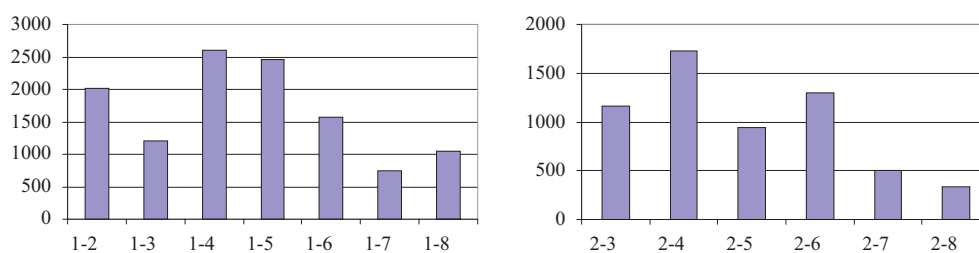
Średnie przepływy między stanowiskiem 2. i pozostałymi

Stan	Sym1	Sym2	Sym3	Sym4	Sym5	Sym6	Sym7	Sym8	Sym9	Sym10
2-3	1250	965	871	1156	1204	1033	965	879	1002	1139
2-4	1624	1248	1932	1554	1628	1444	1635	1289	1687	1488
2-5	1003	754	863	598	781	1021	865	981	866	762
2-6	1226	1298	1023	965	1500	988	961	1154	1325	1254
2-7	569	622	358	470	522	396	299	473	412	396
2-8	268	321	196	683	158	295	169	385	296	208

Źródło: opracowanie własne.

Wykres 3

Średnie przepływy między stanowiskami



Źródło: opracowanie własne.

Tabela 5

Średnie przepływy między stanowiskiem 3. i pozostałymi

Stan	Sym1	Sym2	Sym3	Sym4	Sym5	Sym6	Sym7	Sym8	Sym9	Sym10
3-4	1600	1328	1098	1658	1469	1258	1313	1555	1469	1498
3-5	1897	2035	1895	1369	1587	1252	1965	2198	1661	1753
3-6	1559	1635	1655	1253	1266	1063	1339	1256	1365	1449
3-7	1109	866	978	932	956	1091	847	993	1062	1007
3-8	1498	1463	1255	1036	1769	1963	1245	1653	1426	1409

Źródło: opracowanie własne.

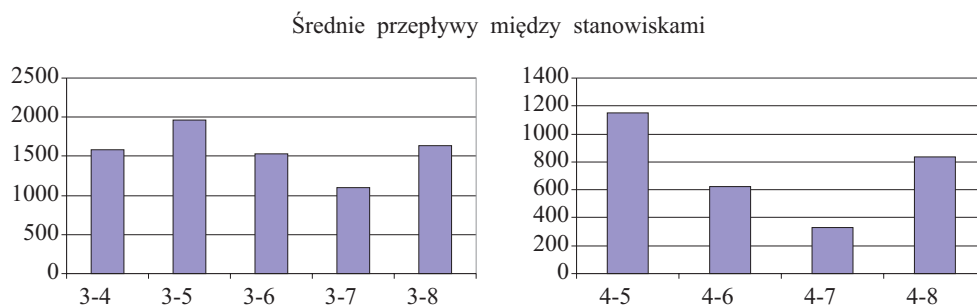
Tabela 6

Średnie przepływy między stanowiskiem 4. i pozostałymi

Stan	Sym1	Sym2	Sym3	Sym4	Sym5	Sym6	Sym7	Sym8	Sym9	Sym10
4-5	1210	969	872	1036	1211	1036	965	1029	1099	912
4-6	509	635	379	585	621	454	439	398	682	889
4-7	183	365	298	404	199	298	356	371	322	159
4-8	898	1032	590	658	486	991	876	651	444	905

Źródło: opracowanie własne.

Wykres 4



Źródło: opracowanie własne.

Tabela 7

Średnie przepływy między stanowiskiem 5. i pozostałymi

Stan	Sym1	Sym2	Sym3	Sym4	Sym5	Sym6	Sym7	Sym8	Sym9	Sym10
5-6	1099	1625	1039	1240	1522	1309	1223	1400	1210	1131
5-7	454	268	396	458	725	296	465	356	268	404
5-8	887	902	1210	969	860	1102	944	938	881	993

Źródło: opracowanie własne.

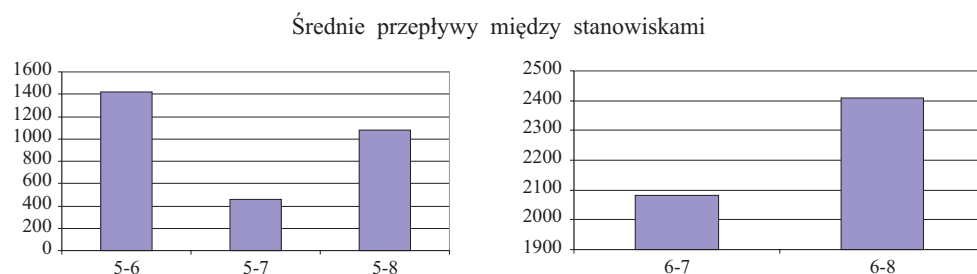
Tabela 8

Średnie przepływy między stanowiskiem 6. i pozostałymi

Stan	Sym1	Sym2	Sym3	Sym4	Sym5	Sym6	Sym7	Sym8	Sym9	Sym10
6-7	2021	1684	1985	1636	1987	1854	2109	1858	1803	1798
6-8	2424	2682	1869	2022	2098	2064	2113	2321	2101	1988

Źródło: opracowanie własne.

Wykres 5



Źródło: opracowanie własne.

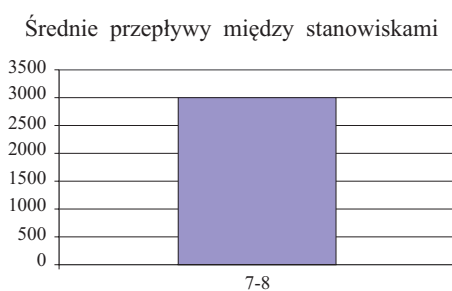
Tabela 9

Średnie przepływy między stanowiskiem 7. i 8.

Stan	Sym1	Sym2	Sym3	Sym4	Sym5	Sym6	Sym7	Sym8	Sym9	Sym10
7-8	2985	2652	2488	2656	2989	2487	2651	2606	2535	2777

Źródło: opracowanie własne.

Wykres 6



Źródło: opracowanie własne.

4. Zakończenie

Badanie możliwych przepływów produkcyjnych projektowanej komórki na modelu symulacyjnym pozwala określić wielkość przepływów kooperacyjnych. Wielkość przepływów kooperacyjnych i ich kierunek jest podstawą projektowania najkorzystniejszej struktury przestrzennej komórki. Struktura ta pozwoli na:

- minimalizację operacji transportowych długich,
- minimalizację pracy przewozowej,

a to z kolei zapewni redukcję kosztów transportu kooperacyjnego w procesie wytwarzania, czyli jednego z elementów kosztów logistycznych.

Strukturę systemu (rozmieszczenie stanowisk) zaprojektować należy stosując znane w literaturze techniki rozmieszczania.

Bibliografia

- [1] Mazur Z., Obrzud J., Dudek M., *Symulacyjne projektowanie struktury komórki obróbki grupowej* [w:] *Komputerowo zintegrowane zarządzanie*, WNT, Zakopane 1998.
- [2] Mazur Z., Obrzud J., Dudek M., *Zarządzanie cyklem produkcyjnym* [w:] *Komputerowo zintegrowane zarządzanie*, WNT, Zakopane 1999.
- [3] Obrzud J., Dudek M., *Formowanie przebiegów procesów produkcyjnych komórki obróbki grupowej* [w:] *Nowoczesne zarządzanie przedsiębiorstwem*, Zielona Góra 1998.
- [4] *Podstawy nauki o przedsiębiorstwie*, pod red. J. Lichtarskiego, AE, Wrocław 1998.