

**Szymon MITKOW, Ewa STERNICZUK**  
Wojskowa Akademia Techniczna, Wydział Logistyki

## **WYBRANE ELEMENTY ZARZĄDZANIA PROCESAMI PRODUKCYJNYMI**

### **STRESZCZENIE**

Skuteczność i sprawność systemu produkcyjnego są gwarancją powodzenia przedsiębiorstwa, szczególnie w czasach dynamicznego rozwoju handlu (w tym internetowego) i coraz wyższych wymagań klientów, którzy chcą mieć towar zawsze dostępny i dostarczony najlepiej w dniu zamówienia. Nowoczesny odbiorca usług podnosi zatem wysoko poprzeczkę nie tylko systemom produkcyjnym, ale również transportowym. Dlatego w firmach wdrażane są narzędzia informatyczne wspierające proces zarządzania wszystkimi obszarami ich działalności. W artykule scharakteryzowano wybrane z nich, skupiając się przede wszystkim na wsparciu procesu planowania produkcji.

Ponieważ korzystanie z systemów informatycznych warto poprzedzić zgłębieniem wiedzy dotyczącej zastosowanych w nich algorytmów w artykule przedstawiono przykład obliczeniowy wykorzystania procedury planowania zapotrzebowania materiałowego MRP dla złożonych wyrobów o strukturze modułowej, której celem jest wsparcie procesów planowania zapotrzebowania materiałowego i wykorzystania zasobów przedsiębiorstwa.

#### Słowa kluczowe:

planowanie produkcji, zarządzanie zasobami, planowanie potrzeb materiałowych, MRP.

### **WSTĘP**

Ogłoszona rewolucja 4.0 sprawiła, że gospodarka rynkowa i logistyka stoją w obliczu dużych wyzwań, definiowanych przede wszystkim zmieniającymi się i stale rosnącymi potrzebami klienta. O skutecznym dostosowaniu do jego wymagań decyduje przede wszystkim zdolność do personalizacji oferty, a także możliwość zaspokojenia potrzeb w sposób wybrany przez klienta. Gwałtowny rozwój handlu *e-commerce* i coraz bardziej skracające się czasy dostaw są testem dla elastyczności i zwinności systemów logistycznych, w tym zarządzających procesami produkcyjnymi.

Dlatego równoległe do rosnących oczekiwań konsumentów rozwijają się systemy informatyczne wspierające funkcjonowanie przedsiębiorstw, szczególnie produkcyjnych, które muszą być w gotowości do zaspokojenia zróżnicowanych potrzeb klientów, uwzględniając ich wielkość i termin realizacji zamówienia. Wsparciem tych zabiegów są narzędzia planistyczno-kontrolne, ułatwiające podejmowanie decyzji w aspekcie zaopatrywania w materiały i surowce niezbędne do produkcji w sposób gwarantujący ciągłość i założoną intensywność produkcji oraz minimalizację zapasów produkcji w toku [13].

Oczywiście jednocześnie równie intensywnie rozwijają się systemy dystrybucyjne, w których oprócz aspektów organizacyjnych akcentowana jest gotowość środków transportowych [6, 9]. Warto także podkreślić, że zmiany te najbardziej dotyczą cywilnych przedsiębiorstw, jednak wiele technologii i narzędzi implikowane jest też w jednostkach organizacyjnych sfery budżetowej takich jak pogotowie ratunkowe, straż pożarna [4], systemy dystrybucji funkcjonujące w Wojskowych Oddziałach Gospodarczych [5, 22, 23, 24], czy bazach lotniczych [3, 7]. W takich organizacjach gotowość i sprawność systemów są szczególnie pożądane, gdyż od ich poziomu może zależeć życie i zdrowie ludzi.

W niniejszym artykule przedstawiono jedno z powszechnie stosowanych w produkcji narzędzi ułatwiających planowanie potrzeb materiałowych. W firmach funkcjonują one w postaci komputerowych programów dokonujących obliczeń dla złożonych procesów produkcyjnych, uwzględniających wszystkie zasoby materiałowe przedsiębiorstwa, zarówno surowce, jak i materiały, komponenty, półprodukty itp. Jednak zdaniem autorów, korzystanie z rozbudowanych systemów klasy MRP (*Material Requirement Planning*) czy ERP (*Enterprise Resource Planning*), o których mowa, powinno być poprzedzone znajomością zastosowanych algorytmów i wykonywanych obliczeń. Dlatego w artykule główny nacisk położono na przedstawienie metodyki obliczania zapotrzebowania na dostawy materiałów i elementów niezbędnych do wytworzenia wyrobu finalnego oraz terminów ich dostarczenia, zgodnie z koncepcją MRP.

## **PLANOWANIE POTRZEB MATERIAŁOWYCH (MRP)**

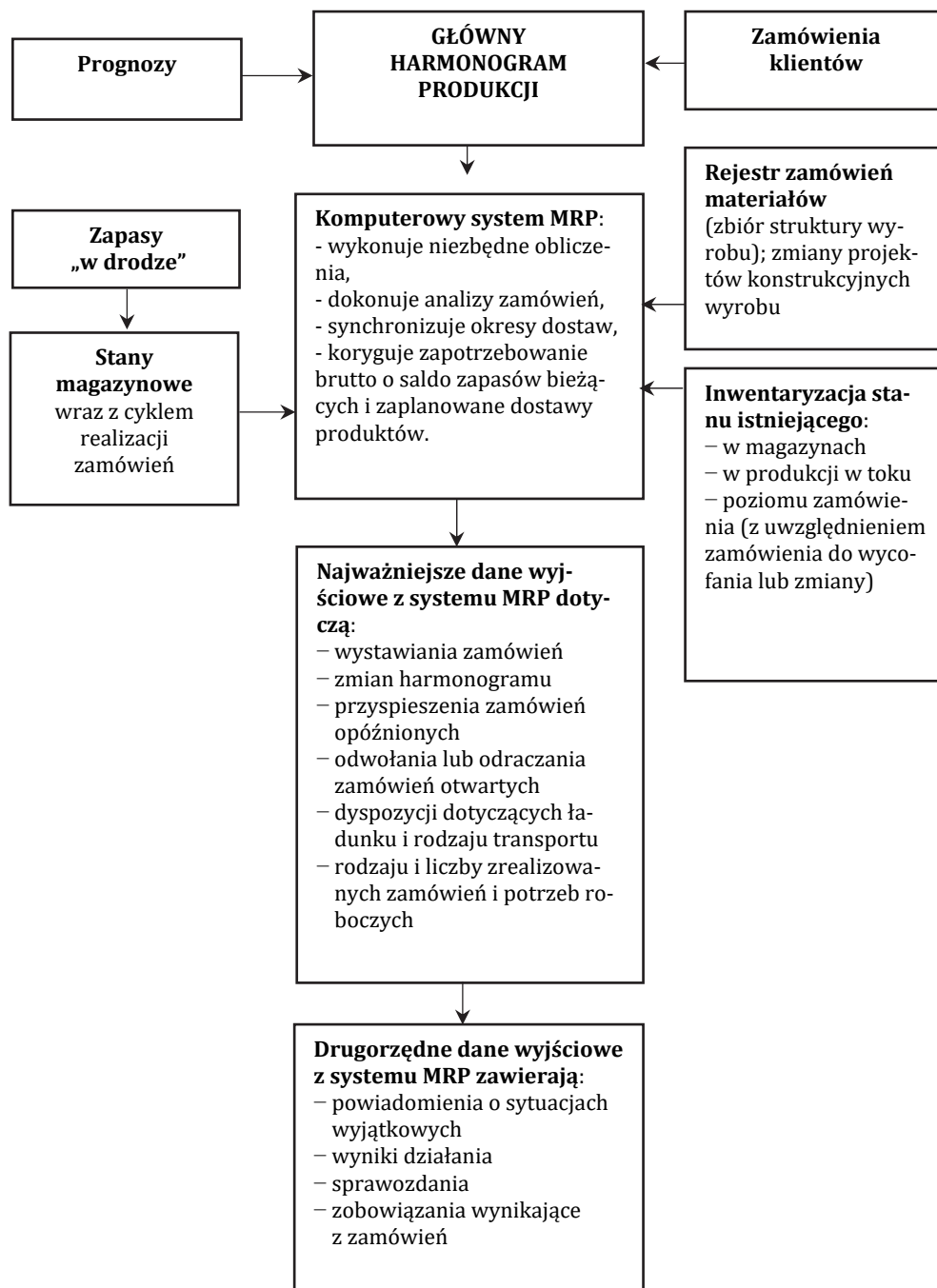
Zadaniem systemów klasy MRP są działania planistyczne obejmujące wszystkie etapy produkcji i montażu wyrobu końcowego, uwzględniające jego strukturę, zamówienia zewnętrzne, dostępne stany magazynowe, wielkości zapasów „w drodze” oraz ustalone czasy produkcji poszczególnych elementów, ich montażu lub dostaw. Efektem obliczeń jest harmonogram produkcji określający terminy dostaw materiałów i elementów niezbędnych do wytworzenia

wyrobu finalnego, zgodnie z popytem zależnym, wynikającym z nadrzędnego planu produkcji.

Genezą systemu jest opracowany w 1957 r przez APICS (ang. *American Production and Inventory Control Society*) system MRP I, który najlepiej sprawdza się w warunkach produkcji jednostkowej, seryjnej a także w przypadku montażu lub produkcji potokowej, kiedy popyt na produkty jest zależny, nieregularny [14]. W najprostszym ujęciu, jego zadaniem jest określenie jakie materiały lub komponenty, w jakiej ilości i jakim terminie należy zapotrzebować, aby z jednej strony zminimalizować stan zapasów, a z drugiej zapewnić ciągłość produkcji. MRP I działa w systemie tłoczącym (*push*). Zadania produkcyjne wynikają z planu produkcji określanego na podstawie zamówień klientów oraz prognoz sprzedaży, co może skutkować podwyższonym stanem zapasów końcowych. Wśród głównych celów MRP I należy wymienić [14]:

- zsynchronizowanie procesów zamawiania i dostarczania materiałów oraz komponentów z potrzebami produkcyjnymi,
- lepszą kontrolę poszczególnych etapów produkcji,
- dokładne określenie czasów dostaw surowców i półproduktów,
- planowanie i kontrolowanie zapasów oraz zapewnianie dostaw niezbędnych dóbr dokładnie w momencie ich zużycia lub niewiele wcześniej;
- redukcję zapasów materiałowych i operacyjnych,
- uaktywnianie/wzmacnianie więzi między nabywcą i dostawcą celem wspólnego planowania potrzeb,
- możliwość szybszej reakcji na potencjalne zmiany dotyczące np. wyczerpania zapasów, awarii, przestojów linii produkcyjnej, opóźnień w dostawach,
- precyzyjne wyznaczenie kosztów produkcji,
- efektywniejsze wykorzystanie posiadanej infrastruktury.

W najprostszym ujęciu, system MRP tworzą trzy elementy, które obejmują: informacje wejściowe (zapotrzebowanie wg głównego harmonogramu produkcji, stan posiadanych zapasów materiałów i komponentów oraz wyrobów gotowych), program MRP oraz informacje wyjściowe (zapotrzebowanie brutto i netto na potrzebne do produkcji materiały i komponenty oraz terminy ich dostaw). Schemat działania systemu MRP przedstawiono na rys. 1.



Rys. 1. Elementy systemu MRP

źródło: Lysons K. Zakupy zaopatrzeniowe, PWE, 2004

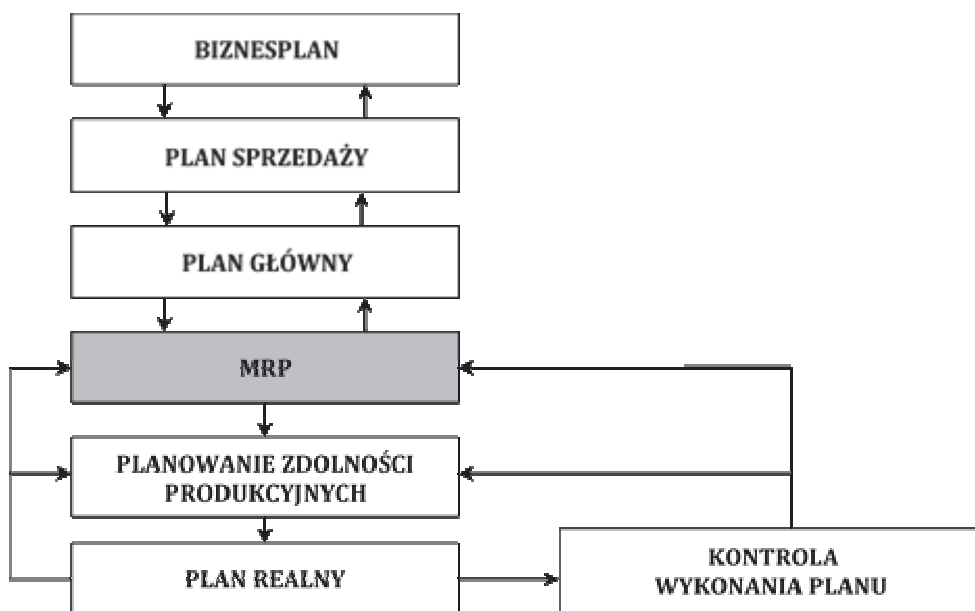
Do zasadniczych zalet systemu MRP I należy zaliczyć [12]:

- możliwość minimalizacji lub całkowitej redukcji zapasów,
- opracowanie harmonogramów produkcji uwzględniających zarówno rzeczywiste zapotrzebowanie jak i prognozowane,
- wsparcie procesów kierowania przepływami surowców, materiałów, komponentów, półproduktów i wyrobów gotowych,
- maksymalizację posiadanych zdolności produkcyjnych,
- możliwość planowania rozwoju firmy w długim horyzoncie czasu,
- koordynację działań w ramach logistyki wewnętrznej przedsiębiorstwa oraz w łańcuchu dostaw,
- bieżącą kontrolę i szybkie reagowanie na zakłócenia w dostawach,
- precyzyjne dopasowanie zamówień do zgłoszonych potrzeb klientów,
- możliwość sterowania produkcją (przyśpieszanie i opóźnianie procesu).

Wśród wad systemu MRP wymienia się [12]: konieczność informatyzacji, trudności podczas wprowadzania zmian w przedsiębiorstwie, wzrost kosztów transportu wynikający z minimalizacji zapasów, a także brak wrażliwości na krótkookresowe wahania popytu.

## **PLANOWANIA ZASOBÓW PRODUKCYJNYCH MRP II**

Rozwinięciem MRP I (którego obszarem zainteresowań była przede wszystkim przestrzeń magazynowa), na inne sfery działalności przedsiębiorstwa, jest system MRP II. Obejmuje on nie tylko materiały potrzebne do produkcji, ale także wszystkie zasoby firmy w tym środki trwałe, kapitał i zasoby ludzkie. Zawiera dodatkowo sfery związane z przygotowaniem i planowaniem procesów produkcyjnych, sprzedażą oraz dystrybucją wyrobów gotowych. Jest w stanie uwzględnić klasyfikację ABC, rozróżnić popyt zależny i niezależny, posiada możliwości nadawania priorytetów zleceniom produkcyjnym. Rozbudowana koncepcja MRP II (rys. 2) wymaga zastosowania wsparcia informatycznego, dlatego tak jak w przypadku MRP I powstały oprogramowania dedykowane jej wdrożeniu w przedsiębiorstwie. Niemniej jednak bazą jest algorytm planowania potrzeb materiałowych, który zostanie zaprezentowany w dalszej części artykułu.



Rys. 2. Ogólny schemat MRP II

Źródło: Barczak A., Florek J., Sydoruk T. *Projektowanie zintegrowanych systemów informatycznych zarządzania*, Wydawnictwo Akademia Podlaska, 2006

### PRZYKŁAD ZASTOSOWANIA PROCEDURY MRP

Produkowane wyroby często składają się z wielu różnych, czasem powtarzalnych elementów. Szczególnie dotyczy to branży elektronicznej, samochodowej czy stoczniowej [10], dlatego zaprezentowany przykład będzie dotyczył procedury MRP dla wyrobu o złożonej – modułowej strukturze, składającego się z trzech produktów: A, B i C.

Punktem wyjścia przeprowadzanych obliczeń jest nadrzędny plan produkcji (tab. 1), który określa zapotrzebowanie na wszystkie produkty, półprodukty, elementy itp. oraz dostarcza informacji na temat dostępnych zasobów (materiałów, zdolności produkcyjnych).

Tabela 1. Główny harmonogram produkcji

Produkt/ półprodukt/ element	Tydzień			
	10	11	12	13
A	90	-	-	100
B	75	-	-	80
C	60	-	-	75
D	25	-	-	60
E	-	-	-	35
F	10	-	-	45
G	90	-	-	70
H	55	-	-	-
I	-	-	-	45
J	-	-	-	30
K	50	-	-	55
L	10	-	-	-

źródło: opracowanie własne

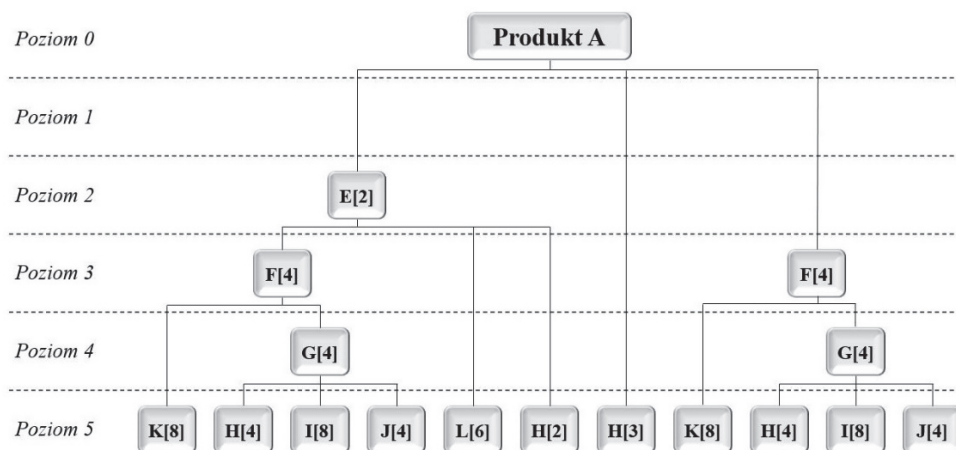
Kolejnym krokiem jest określenie poziomu zapasów jakim dysponuje przedsiębiorstwo oraz czasów realizacji zamówienia w przypadku, gdy posiadane zasoby okażą się niewystarczające (tab. 2).

Tabela 2. Dostępne stany magazynowe uzupełnione o okres realizacji zamówienia

Produkt/ półprodukt/ element	Zapas w 1. tygodniu	Okres realizacji zamówienia (w tygodniach)
A	30	3
B	15	3
C	40	3
D	45	2
E	25	2
F	10	2
G	65	1
H	80	1
I	30	1
J	25	1
K	0	1
L	0	1

Ostatnim etapem jest analiza struktury wyrobu na podstawie której, wykorzystując planowanie wsteczne, tworzona jest lista materiałowa. Strukturę modułową produktów A, B i C, przedstawiono na rys. 3, 4 oraz 5. Na każdym z wyróżnionych poziomów pojawiają się kolejne moduły/elementy, są to:

- poziom 1 – moduł D,
- poziom 2 – moduł E,
- poziom 3 – moduł F,
- poziom 4 – moduł G,
- poziom 5 – pojedyncze elementy.



Rys. 3. Struktura modułowa wyrobu A

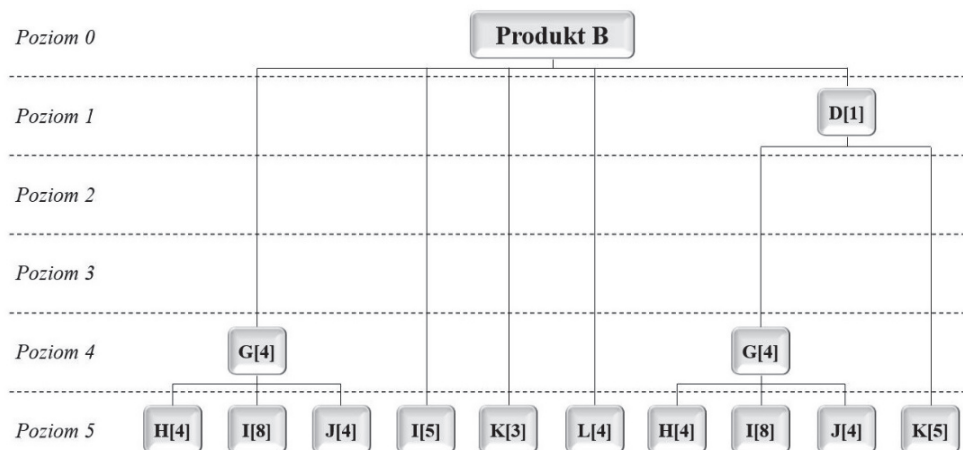
źródło: opracowanie własne.

Z analizy struktury produktu A (rys. 3) wynika, iż składa się on z dwóch rodzajów modułów (2 moduły E i 4 moduły F) oraz 3 elementów H. Natomiast moduły E i F składają się odpowiednio:

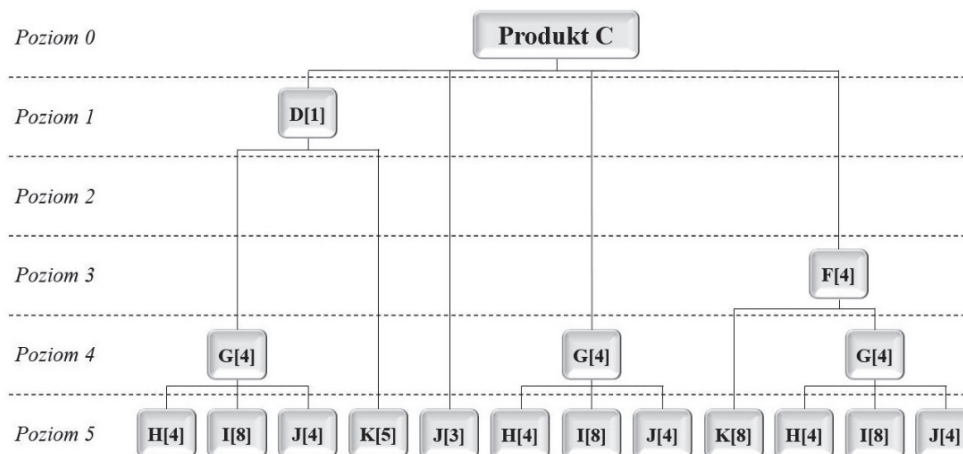
- moduł E – dwa moduły F, trzy elementy L i jeden element H,
- moduł F – jeden moduł G, dwa elementy K.

W taki sam sposób należy dokonać analizy pozostałych produktów, tj. B i C.





Rys. 4. Struktura modułowa wyrobu B  
 źródło: opracowanie własne.



Rys. 5. Struktura modułowa wyrobu C  
 źródło: opracowanie własne

Wykorzystując wiedzę na temat struktury wyrobów dokonuje się obliczenia zapotrzebowania brutto na podzespoły i elementy w poszczególnych tygodniach. W pierwszej kolejności należy dokonać podziału na produkty niezależne, czyli takie, które nie są elementami struktury innych produktów oraz zależne, złożone z innych elementów. Produkty A, B i C to produkty niezależne, natomiast D, E, F, G, H, I i J – zależne, co można przedstawić w następujący, skrócony sposób, uwzględniając składowe dla poszczególnych elementów i występujące między nimi relacje liczbowe:

- A, B, C – wyroby niezależne,
- D (1B, 1C) – moduł wchodzący w skład wyrobów B i C – po jednym module do każdego,
- E (2A),
- F (4A, 4C, 2E),
- G (4B, 4C, 4D, 1F),
- H (3A, 1E, 1G),
- I (5B, 2G),
- J (3C, 1G),
- K (3B, 5D, 2F),
- L (4B, 3E).

Kolejnym etapem jest sporządzenie harmonogramu produkcji i dostaw, dotyczącego wymienionych wyżej wyrobów A, B i C, modułów D, E i F oraz elementów G, H, I i J (tab. 3, 4, 5). Schemat obliczeń zostanie zaprezentowany w oparciu o pierwsze zapotrzebowanie na moduł D, wynikające z konieczności produkcji wyrobów A, B i C, których jest składową. W 10 tygodniu zaplanowano produkcję (zapotrzebowanie brutto) 90 sztuk wyrobu A i 75 sztuk wyrobu B oraz 60 sztuk wyrobu C (tab. 1). Ponieważ w magazynie znajduje się zapas 30 sztuk produktu A, 15 sztuk wyrobu B i 40 sztuk wyrobu C (tab. 2) w pierwszej kolejności należy uwzględnić posiadane zasoby. W ten sposób otrzymujemy zapotrzebowanie netto, które wynosi: na produkt A i B po 60 szt., a na produkt C 20 szt. (tab. 3). Ponieważ czas realizacji zamówienia w obu przypadkach wynosi 3 tygodnie, w związku z tym zamówienie musi być złożone w 7 tygodniu. Analizowany produkt D jest potrzebny tylko do produkcji wyrobu B i C. Na każdy z tych produktów potrzebne będzie po jednym produkcie D, zatem zapotrzebowanie brutto na produkt D będzie sumą potrzeb netto na produkt B i C zgłoszonych w 7 tygodniu i będzie wynosiło 80 szt. (tab. 3). Ponieważ jednak przedsiębiorstwo dysponuje jeszcze 25 szt. gotowego produktu D, po uwzględnieniu tego zapasu otrzymujemy potrzeby netto na produkt D wynoszące 35 szt. Ze względu na dwutygodniowy czas oczekiwania na dostawę zamówienie należy złożyć w 5 tygodniu.

W analogiczny sposób należy postępować dla pozostałych tygodni oraz produktów. Obliczenia dla wszystkich składowych przedstawiono w tab. 3, 4 oraz 5.

Tabela 3. Harmonogram dostaw dla produktów A, B, C, D

Produkt	Wyszczególnienie	Tydzień												
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
A	Potrzeby brutto										90			100
	Zapas	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	0	0	0
	Potrzeby netto										60			100
	Dostawa										60			100
	Zamówienie							60			100			
B	Potrzeby brutto										75			80
	Zapas	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	0	0	0
	Potrzeby netto										60			80
	Dostawa										60			80
	Zamówienie							60			80			
C	Potrzeby brutto										60			75
	Zapas	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	0	0	0
	Potrzeby netto										20			75
	Dostawa										20			75
	Zamówienie							20			75			
D	Potrzeby brutto							80			180			60
	Zapas	45	45	45	45	45	45	45	0	0	0	0	0	0
	Potrzeby netto							35			180			60
	Dostawa							35			180			60
	Zamówienie					35			180			60		

Źródło: opracowanie własne.

Tabela 4. Harmonogram dostaw dla produktów E, F, G, H

Produkt	Wyszczególnienie	Tydzień												
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
E	Potrzeby brutto							120			200			35
	Zapas	25	25	25	25	25	25	25	0	0	0	0	0	0
	Potrzeby netto							95			200			35
	Dostawa							95			200			35
	Zamówienie					95			200			35		
F	Potrzeby brutto					190		320	400		710	70		45
	Zapas	10	10	10	10	10	0	0	0	0	0	0	0	0
	Potrzeby netto					180		320	400		710	70		45
	Dostawa					180		320	400		710	70		45
	Zamówienie			180		320	400		710	70		45		
G	Potrzeby brutto			180		460	400	320	1430	70	710	285		70
	Zapas	65	65	65	65	65	0	0	0	0	0	0	0	0
	Potrzeby netto			180		395	400	320	1430	70	710	285		70
	Dostawa			180		395	400	320	1430	70	710	285		70
	Zamówienie		180		395	400	320	1430	70	710	285		70	
H	Potrzeby brutto		180		395	495	320	1610	270	710	640	35	70	
	Zapas	80	80	80	80	80	0	0	0	0	0	0	0	0
	Potrzeby netto		180		395	415	320	1610	270	710	640	35	70	
	Dostawa		180		395	415	320	1610	270	710	640	35	70	
	Zamówienie	180		395	415	320	1610	270	710	640	35	70		

źródło: opracowanie własne

Tabela 5. Harmonogram dostaw dla produktów A, B, C, D

Produkt	Wyszczególnienie	Tydzień												
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
I	Potrzeby brutto		360		790	800	640	3160	140	1420	970		140	45
	Zapas	30	30	30	30	30	0	0	0	0	0	0	0	0
	Potrzeby netto		360		790	770	640	3160	140	1420	970		140	45
	Dostawa		360		790	770	640	3160	140	1420	970		140	45
	Zamówienie	360		790	770	640	3160	140	1420	970		140	45	
J	Potrzeby brutto		180		395	400	320	1490	70	710	510		70	30
	Zapas	25	25	25	25	25	0	0	0	0	0	0	0	0
	Potrzeby netto		180		395	375	320	1490	70	710	510		70	30
	Dostawa		180		395	375	320	1490	70	710	510		70	30
	Zamówienie	180		395	375	320	1490	70	710	510		70	30	
K	Potrzeby brutto			360		830	800	180	2320	140	240	390		
	Zapas	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Potrzeby netto			360		830	800	180	2320	140	240	390		
	Dostawa			360		830	800	180	2320	140	240	390		
	Zamówienie		360		830	800	180	2320	140	240	390			
L	Potrzeby brutto					350		240	600		320	105		
	Zapas	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Potrzeby netto					350		240	600		320	105		
	Dostawa					350		240	600		320	105		
	Zamówienie				350		240	600		320	105			

źródło: opracowanie własne

## WNIOSKI

Na skuteczność opracowanego harmonogramu dostaw wpływa jakość i poprawność danych użytych do jego budowy. Dlatego, aby system MRP mógł prawidłowo funkcjonować, wszystkie informacje wynikające z nadrzędnego planu produkcji, dotyczące stanu posiadanych zapasów magazynowych czy struktury materiałowej wyrobu muszą być aktualne i sprawdzone.

Należy również podkreślić, że zarówno prosta struktura MRP jak i jej rozbudowane koncepcje (MRP II, CRP) są tylko narzędziami i to od wiedzy,

umiejętności i doświadczenia osób, które z nich korzystają zależą efekty jakie uda się uzyskać dla przedsiębiorstwa. Dlatego czasem warto, pomimo stworzonych na potrzeby firmy systemów informatycznych, dokonujących obliczeń dla wszystkich zasobów przedsiębiorstwa, poznać algorytmy, na których systemy te się opierają, czemu służy także niniejszy artykuł.

#### BIBLIOGRAFIA

- [1] Barczak A., Florek J., Sydoruk T. *Projektowanie zintegrowanych systemów informatycznych zarządzania*, Wydawnictwo Akademia Podlaska, Siedlce 2006.
- [2] Bendkowski J, Radziejowska G., *Logistyka zaopatrzenia w przedsiębiorstwie*, Wydawnictwo Politechniki Śląskiej, Gliwice 2005.
- [3] Borucka A. *Application of ARIMA Models for the Analysis of Utilization Process of Military Technical Objects*, *Logistyka i Transport*, 1(37), 2018, s. 13-22.
- [4] Borucka A. *Forecasting of fire risk with regard to readiness of rescue and fire-fighting vehicles*, *Interdisciplinary Management Research XIV*, Croatia, 2018, s. 397-395.
- [5] Borucka A. *Funkcjonowanie wojskowych oddziałów gospodarczych w nowym systemie logistycznym sił zbrojnych*, „Logistyka”, 2013, nr 6, s. 39-48.
- [6] Borucka A. *Markov models in the analysis of the operation process of transport means*, *Proceedings of the ICTTE International Journal For Traffic And Transport Engineering Conference*, Belgrad, 2018, s. 1073-1082.
- [7] Borucka A. *Model of the operation process of aircraft in the transport system*, *Proceedings of the ICTTE International Journal For Traffic And Transport Engineering Conference*, 2018, s. 22-30.
- [8] Borucka A. *Risk Analysis of Accidents in Poland Based on ARIMA Model*, *Transport Means 2018*, *Proceedings of the 22nd International Scientific Conference part I*, Lithuania, 2018, s. 162-166.
- [9] Borucka A. *Three-state Markov model of using transport means*, *Proceedings of the 18th International Scientific Conference*, *Business Logistics In Modern Management*, Croatia, 2018, s. 3-19.
- [10] Bozarth C., Handfield R. B., *Wprowadzenie do zarządzania operacjami i łańcuchem dostaw*, OnePress, Helion, Gliwice 2007.

- [11] Brzeziński M. *Organizacja i sterowanie produkcją*, Placet, Warszawa 2002.
- [12] Coyle J. J., Bardi E. J., Langley Jr C. J. *Zarządzanie logistyczne*, PWE, Warszawa 2002.
- [13] Ficoń K. *Logistyka ekonomiczna. Procesy logistyczne*, BelStudio, Warszawa 2008.
- [14] Lysons K. *Zakupy zaopatrzeniowe*, PWE, Warszawa 2004.
- [15] Mikosz B., Borucka A. *Organizacja gospodarki odpadami w siłach zbrojnych na tle zmian militarnych i nowych wyzwań stawianych polskiej armii*, „Archiwum Gospodarki Odpadami i Ochrony Środowiska”, 2008, nr 8, s. 1-12.
- [16] Mitkow Sz., Borucka A. Mathematical model of travel times related to a transport congestion: an example of the capital city of Poland – Warsaw, Proceedings of the 18th International Scientific Conference, Business Logistics In Modern Management, Croatia, 2018, s. 501-526.
- [17] Świdorski A., Borucka A. Mathematical Analysis of Factors Affecting the Road Safety in Selected Polish Region, Transport Means, Proceedings of the 22nd International Scientific Conference part II, Lithuania, 2018, s. 651- 654.
- [18] Świdorski A., Borucka A., Jacyna-Gołda I., Szczepański E. Wear of brake system components in various operating conditions of vehicle in the transport company, „Eksploracja i Niezawodność – Maintenance and Reliability”, z. 1, nr 21, 2019, s. 1-9  
[<http://dx.doi.org/10.17531/ein.2019.1.1>.]
- [19] Świdorski A., Borucka A., Skoczyński P. Characteristics and Assessment of the Road Safety Level in Poland with Multiple Regression Model, Transport Means, Proceedings of the 22nd International Scientific Conference part I, Lithuania, 2018, s. 92 – 97.
- [20] Waśniewski T., Borucka A. Sieciowe rozwiązania w łańcuchu dostaw w oparciu o technologię radiowej identyfikacji towarów, „Systemy Logistyczne Wojsk” nr 37, 2011, s. 223 – 233.
- [21] Wielgosik M., Borucka A. *Istota i znaczenie służby przygotowawczej i szkolenia rezerw*, „Systemy Logistyczne Wojsk”, nr 45, 2016, s. 51-66.
- [22] Żurek J., Ziółkowski J., Borucka A. A method for determination of combat vehicles availability by means of statistic and econometric analysis, Safety and Reliability. Theory and Applications, ESREL 2017, s. 2925-2934.

- [23] Żurek J., Ziółkowski J., Borucka A. Application of Markov processes to the method for analysis of combat vehicle operation in the aspect of their availability and readiness, Safety and Reliability. Theory and Applications, ESREL 2017, s. 2343-2352.
- [24] Żurek J., Ziółkowski J., Borucka A. Research of automotive vehicles operation process using the Markov model, Safety and Reliability. Theory and Applications, ESREL 2017, s. 2353-2362.

## **SELECTED ELEMENTS OF PRODUCTION PROCESS MANAGEMENT**

### **ABSTRACT**

The effectiveness and efficiency of production system is a guarantee of the company's success, especially in times of dynamic growth of trade (including online trade), as well as increasing customers' requirements, who want to have goods always available and delivered, preferably on the day of order. A modern customer of services raises the bar high not only for production systems, but also for transport systems. Therefore, IT tools supporting the management process of all areas of its activity are implemented in enterprises. This article describes selected of them, focusing primarily on the support of production planning process.

As the use of IT systems should be preceded by deepening the knowledge of algorithms applied in them, first of all a calculation example of the use of material requirements planning procedure for complex products with a modular structure was presented, and then the characteristics of selected IT tools supporting the processes of material requirements planning and enterprise resource planning have been made.

Key words:

production planning, resource management, Material Requirement Planning MRP.