

**PLANOWANIE ZDOLNOŚCI PRODUKCYJNYCH W PRZEDSIĘBIORSTWACH
WYTWÓRCZYCH
CAPACITY REQUIREMENTS PLANNING SYSTEM IN MANUFACTURING
ENTERPRISES**

Małgorzata GRZELAK
malgorzata.grzelak@wat.edu.pl

Wojskowa Akademia Techniczna
Wydział Logistyki
Instytut Logistyki

Streszczenie: Celem artykułu jest zaprezentowanie metody badania zdolności produkcyjnych jako narzędzia umożliwiającego agregację danych wynikających z planu potrzeb materiałowych z informacjami o dostępnych czasach i fazach technologicznych produkcji oraz techniki tworzenia bilansu obciążeń stanowisk roboczych.

Abstract: The aim of the article is to present capacity requirements planning system as a tool for aggregating data resulting from materials requirements planning system with information about available times and production phases of the technology and methods of making balance loads workstations.

Słowa kluczowe: plan zdolności produkcyjnych, harmonogramowanie, produkcja, stanowiska robocze
Key words: capacity requirements planning system, scheduling, production, workstations

WSTĘP

Funkcjonowanie przedsiębiorstw produkcyjnych opiera się na zaspokajaniu potrzeb klientów poprzez wytwarzanie dóbr i wyrobów w ilości i jakości, która zaspokaja popyt występujący na zaopatrywanym rynku w danym czasie, zaś rolą logistyki produkcji jest zarządzanie fizycznym przepływem materiałów oraz informacji wspomagające realizację założonego celu (Brzeziński M., Chmielewska M., 2014). Prawidłowe działanie warunkowane jest przez planowanie, stanowiące kluczowy proces systemu zarządzania produkcją, czego efektem jest strategia rozłożona w czasie. Początkowo, skupiano się tylko na planowaniu potrzeb materiałowych (MRP – ang. materials requirements planning). Takie podejście ewoluowało z upływem lat do systemu planowania potrzeb w pętli zamkniętej, w którym istotnym było sprzężenie zwrotne informacji o realizacji wytwarzania, kolejnie do planowania zasobów MRP II (ang. manufacturing resource planning), aż po utworzenie strategii MRP III – ERP (ang. enterprise resource planning) wspomagającej planowanie zasobów przedsiębiorstwa.

W niniejszym artykule skupiono się na analizie modelu planowania zdolności produkcyjnych (CRP – ang. capacity requirements planning) jako kluczowego elementu strategii MRP II. Przedstawiono sposób badania obciążeń stanowisk roboczych

w poszczególnych fazach technologicznych procesu wytwórczego w oparciu o arkusz kalkulacyjny MS Excel.

1. EWOLUCJA SYSTEMÓW ZARZĄDZANIA PRODUKCJĄ

Geneza sterowania produkcją leży we wdrożeniu w przedsiębiorstwie systemu planowania potrzeb materiałowych. Wraz z upływem lat, model ten rozwijany był o kolejne moduły związane z zarządzaniem zasobami, m. in. planowanie zdolności produkcyjnych CRP czy operatywne plany produkcji MPS (ang. – Master Production Schedule). Ich integracja realizowana była drogą sprzężenia zwrotnego informacji, umożliwiające dokonywanie modyfikacji mających na celu harmonizację realizacji zadań w momencie pojawienia się problemów z dostępną zdolnością produkcyjną, wspomaganie szczegółowej kontroli oraz sprawdzeniu rzeczywistej realizacji zleceń (Burchart-Karol D., Furman J., 2007).

Kolejnym krokiem była integracja powyższego systemu z następnymi obszarami funkcjonalnymi przedsiębiorstwa, do których przede wszystkim należą moduły marketingu i finansów, jak również zasobów związanych z rachunkowością czy zarządzaniem zasobami wytwórczymi. Spojenie powyższych elementów prowadzi do budowy systemu MRP II.

1.1. Struktura strategii MRP II

Proces planowania zasobów produkcyjnych inicjowany jest w momencie opracowania planu sprzedaży i operacji SOP (ang. sales and operations planning), w którym ujęte są informacje o ogólnej wielkości produkcji, stanie zatrudnienia czy poziomie zapasów. Na tej podstawie przeprowadzane jest planowanie nadrzędne, gdzie określany jest dokładny moment produkcji poszczególnych wyrobów oraz daty realizacji zamówień, a także wskazywana jest wielkość wyrobów, które można dodatkowo rozdysponować w przypadku powstania nieplanowanego popytu. Plan nadrzędny stanowi podstawę do rozpoczęcia planowania potrzeb materiałowych MRP (zgodnie ze schematem planowania zstępującego przedstawionego na rys. 1), które następnie zestawiane jest z planem zdolności produkcyjnych. Elementy te stanowią podstawowe źródło informacji w systemie MRP II, który dodatkowo integruje dane dotyczące struktury wyrobów, marszrut technologicznych, stanowisk i kalendarzy roboczych oraz kosztów standardowych.



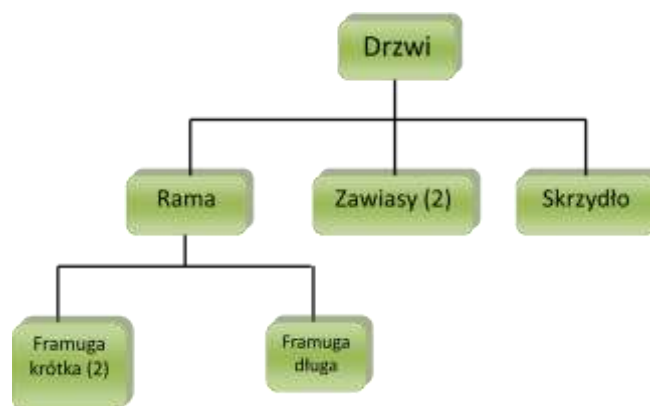
Rys. 1. Model planowania zstępującego w zarządzaniu produkcją

Źródło: Bozarth C., Handfield R.B. (2007), Wprowadzenie do zarządzania operacjami i łańcuchem dostaw, Gliwice: Helion

Struktura systemu MRP II opiera się na założeniach dotyczących:

- kontroli zapasów, w ramach której definiowana jest struktura wyrobu oraz zabezpieczone zostają elementy składowe niezbędne do wytwarzania w odpowiedniej ilości, miejscu i czasie,
- ustaleniu priorytetów operacyjnych, tj. terminów uruchomienia produkcji oraz kontroli długości cyklu,
- kontroli wykorzystania zdolności produkcyjnej, planu aktualnego oraz przyszłego obciążenia stanowisk roboczych (Fertsch M. Cyplik P., Hadaś Ł. 2010).

W poniższym opracowaniu przedstawiony zostanie algorytm postępowania podczas planowania zdolności produkcyjnych jako kluczowego elementu strategii MRP II w oparciu o proces wytwórczy drzwi drewnianych, których struktura została przedstawiona na rysunku nr 2. Analizowany proces produkcyjny przebiega zgodnie z fazami technologicznymi opisanymi rysunkiem nr 3 i tabelą nr 1.



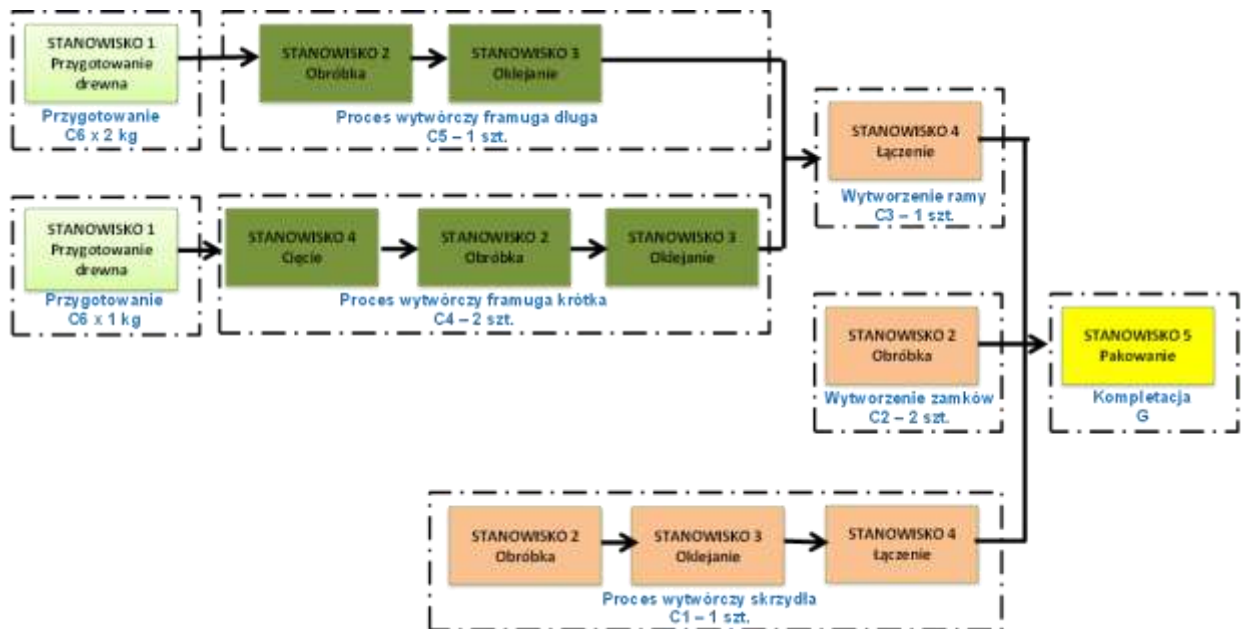
Rys.2. Struktura wyrobu

Źródło: Opracowanie własne.

Tabela 1/ Table 1. Podział technologiczny procesu wytwórczego

Struktura procesu produkcyjnego według faz technologicznych				
Poziom	Numer pozycji	Ilość na wyrób	Jednostka	Opis
0	G	1	szt.	kompletacja drzwi
1	C1	1	szt.	przygotowanie skrzydła
1	C2	2	szt.	przygotowanie zawiasów
1	C3	1	szt.	przygotowanie ramy
2	C4	2	szt.	framuga krótka
3	C6	2	kg	przygotowanie drewna
2	C5	1	szt.	framuga długa
3	C6	1	kg	przygotowanie drewna

Źródło: Opracowanie własne.



Rys.3. Fazy technologiczne procesu produkcyjnego

Źródło: Opracowanie własne.

1.2. Założenia systemu planowania zdolności produkcyjnych CRP

Zarządzanie zdolnościami produkcyjnymi CRP umożliwia dokonanie bilansu obciążenia maszyn, urządzeń i stanowisk roboczych z dostępnymi mocami wytwórczymi. Jest on pomocny szczególnie podczas analizy pracy w miejscach stanowiące wąskie gardło. W celu przedstawienia algorytmu postępowania podczas opracowywania planu zdolności przyjęto założenia dotyczące:

- głównego harmonogramu produkcji, wynikającego z planu nadrzędnego:

Tabela 2. Główny harmonogram produkcji

Nadrzędny plan produkcji												
Tydzień	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Ilość	30	30	30	30	50	50	50	50	60	60	60	60

Źródło: Opracowanie własne.

- rejestru stanu produkcji:

Tabela 3. Rejestr stanu produkcji

Rejestr stanu produkcji						
Pozycja	Jednostka	Min. jednostka produkcji	Zapasy	Uzgodnione dostawy	Potwierdzone termin dostaw	Czas realizacji dostawy
G	szt.	1	0	30	1	1
C1	szt.	1	15	40	1,2	3
C2	szt.	1	20	60	1,2	1
C3	szt.	1	30	45	1,2	1
C4	szt.	1	25	45	1	3
C6	kg	4	10	100	1,2,3	1
C5	szt.	1	25	50	1	2
C6	kg	4	10	100	1,2,3	1

Źródło: Opracowanie własne.

- czasów produkcyjnych:

Tabela 4. Czasy produkcyjne

Czasy produkcyjne			
Pozycja	Miejsce wytwarzania	T _{pz} [h]	T _j [h]
G	stanowisko 5	0,5	0,05
C1	stanowisko 2	1,5	0,15
	stanowisko 3	2	0,2
	stanowisko 4	2,5	0,3
C2	stanowisko 2	1,5	0,15
C3	stanowisko 4	2,5	0,3
C4	stanowisko 4	2,5	0,3
	stanowisko 2	1,5	0,15
	stanowisko 3	2	0,2
C5	stanowisko 2	1,5	0,15
	stanowisko 3	2	0,2
C6	stanowisko 1	2,5	1,5

Źródło: Opracowanie własne.

gdzie:

Tpz – czas przygotowawczo-zakończeniowy,

Tj – czas jednostkowy przypadający na jeden cykl pracy stanowisk.

- przepływu materiałów:

Tabela 5. Przepływ materiałów

Przepływ materiałów			
Pozycja	1	2	3
G	stanowisko 5		
C1	stanowisko 2	stanowisko 3	stanowisko 4
C2	stanowisko 2		
C3	stanowisko 4		
C4	stanowisko 4	stanowisko 2	stanowisko 3
C5	stanowisko 2	stanowisko 3	
C6	stanowisko 1		

Źródło: Opracowanie własne.

- dostępnego czasu pracy w fazach technologicznych:

Tabela 6. Dostępny czas produkcji

Dostępny czas pracy	
Etap	czas [h/tyg]
stanowisko 1	90
stanowisko 2	60
stanowisko 3	40
stanowisko 4	70
stanowisko 5	5

Źródło: Opracowanie własne.

Planowanie zasobów wytwórczych rozpoczyna analiza potrzeb materiałowych na poszczególne elementy składowe wyrobu zgodnie z zasadą wstecz oraz z zapotrzebowaniem na produkt gotowy, które wynika z głównego harmonogramu produkcji. Jako pierwsze planuje się dostawy elementów składowych do procesu produkcyjnego wyrobu końcowego G – drzwi, a następnie zgodnie ze strukturą równocześnie dostawy dla elementów C1, C2 i C3, po czym równocześnie dla C4 i C5, a na końcu dostawy procesu C6 oddzielnie na zabezpieczenie czynności C4 oraz C5. W tabelach nr 7 i nr 8 przedstawiono efekt końcowy planowania potrzeb materiałowych MRP.

Tabela 7. Moduł planowania potrzeb materiałowych

DRZWI - G												
Tydzień	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Zapotrzebowanie brutto	30	30	30	30	50	50	50	50	60	60	60	60
Uzgodnione dostawy	30											
Planowany stan końcowy zapasów	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Zapotrzebowanie netto		30	30	30	50	50	50	50	60	60	60	60
Zamówienie	30	30	30	50	50	50	50	60	60	60	60	
SKRZYDŁO - C1												
Tydzień	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Zapotrzebowanie brutto	30	30	30	50	50	50	50	60	60	60	60	
Uzgodnione dostawy	40	40										
Planowany stan końcowy zapasów	10	20	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Zapotrzebowanie netto			10	50	50	50	50	60	60	60	60	
Zamówienie	50	50	50	50	60	60	60	60				
ZAWIASY - C2												
Tydzień	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Zapotrzebowanie brutto	60	60	60	100	100	100	100	120	120	120	120	
Uzgodnione dostawy	60	60										
Planowany stan końcowy zapasów	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Zapotrzebowanie netto			60	100	100	100	100	120	120	120	120	
Zamówienie		60	100	100	100	100	120	120	120	120		
RAMA - C3												
Tydzień	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Zapotrzebowanie brutto	30	30	30	50	50	50	50	60	60	60	60	
Uzgodnione dostawy	45	45										
Planowany stan końcowy zapasów	15	30	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Zapotrzebowanie netto				50	50	50	50	60	60	60	60	
Zamówienie			50	50	50	50	60	60	60	60		
FRAMUGA KRÓTKA - C4												
Tydzień	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Zapotrzebowanie brutto	0	0	100	100	100	100	120	120	120	120		
Uzgodnione dostawy	45	45										
Planowany stan końcowy zapasów	45	90	0	0	0	0	0	0	0	0		
Zapotrzebowanie netto			10	100	100	100	120	120	120	120		
Zamówienie	100	100	100	120	120	120	120					

DREWNO - C6												
Tydzień	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Zapotrzebowanie brutto	100	100	100	120	120	120	120					
Uzgodnione dostawy	100	100	100									
Planowany stan końcowy zapasów	0	0	0	0	0	0	0					
Zapotrzebowanie netto				120	120	120	120					
Zamówienie			120	120	120	120						
FRAMUGA DŁUGA - C5												
Tydzień	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Zapotrzebowanie brutto	0	0	50	50	50	50	60	60	60	60		
Uzgodnione dostawy	50											
Planowany stan końcowy zapasów	50	50										
Zapotrzebowanie netto			50	50	50	50	60	60	60	60		
Zamówienie	50	50	50	50	60	60	60	60				
DREWNO - C6												
Tydzień	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Zapotrzebowanie brutto	100	100	100	100	120	120	120	120				
Uzgodnione dostawy	100	100	100									
Planowany stan końcowy zapasów	0	0	0	0	0	0	0	0				
Zapotrzebowanie netto				100	120	120	120	120				
Zamówienie			100	120	120	120	120					

Źródło: Opracowanie własne.

Tabela 8. 6-tygodniowy plan potrzeb materiałowych

6-tygodniowy plan potrzeb materiałowych						
Tydzień	1	2	3	4	5	6
G	30	30	30	50	50	50
C1	50	50	50	50	60	60
C2	0	60	100	100	100	100
C3	0	0	50	50	50	50
C4	100	100	100	120	120	120
C5	50	50	50	50	60	60
C6	0	0	220	240	240	240

Źródło: Opracowanie własne.

W wyniku przeprowadzonej analizy otrzymano 6-tygodniowy plan potrzeb materiałowych obejmującego zamierzone dostawy, który stanowi podstawowe źródło informacji podczas obliczania zdolności produkcyjnych na kolejnych stanowiskach roboczych.

1.3. Algorytm planowania zdolności produkcyjnych CRP

Budowa planu zdolności produkcyjnych CRP opiera się na agregacji danych pozyskanych z planowania potrzeb materiałowych z informacjami o czasach produkcji i fazach technologicznych, co umożliwi opracowanie bilansu zapotrzebowania i zamówień klientów z możliwościami produkcyjnymi.

W pierwszym kroku należy dokonać rozkładu ilościowego poszczególnych elementów wyrobu o jednorodnych parametrach na kolejne stanowiska wytwarzania. W tym celu, należy dane otrzymane w planie potrzeb materiałowych przełożyć zgodnie z przepływem materiałów na stanowiska robocze w kolejnych tygodniach. Na potrzebę poniższego opracowania przyjęto, że przepływ pomiędzy stanowiskami odbywa się w cyklu tygodniowym. Planowanie należy rozpocząć od stanowiska nr 1, na którym realizowane jest przygotowanie drewna na potrzeby wytwarzania framug długich i krótkich (C6). Zgodnie z harmonogramem zapotrzebowanie na ten element występuje w tygodniu 3 na 220 szt., w 4 na 240 szt. itd. Krok ten należy powtórzyć dla kolejnych stanowisk roboczych, przy czym czynności realizowane jako następne na potrzeby wytworzenia jednego elementu należy planować odpowiednio z tygodniowymi przesunięciami. Dla przykładu, dla elementu C4 operacje na stanowisku nr 2 realizowane są jako drugie, co oznacza, że wykonywane będą od 2 tygodnia (w pierwszym materiał przetwarzany jest na stanowisku nr 1). Ilościowy rozkład na poszczególne stanowiska robocze zgodnie z zapotrzebowaniem klientów przedstawia tabela nr 9.

Tabela 9. Rozkład ilościowy wyrobów na kolejne stanowiska robocze

Rozkład ilościowy na stanowisku nr 1						
Tydzień	1	2	3	4	5	6
C6	0	0	220	240	240	240
Rozkład ilościowy na stanowisku nr 2						
C1	50	50	50	50	60	60
C2	0	60	100	100	100	100
C4	0	100	100	100	120	120
C5	50	50	50	50	60	60
Rozkład ilościowy na stanowisku nr 3						
C1	0	50	50	50	50	60
C4	0	0	100	100	100	120
C5	0	50	50	50	50	60
Rozkład ilościowy na stanowisku nr 4						
C1	0	0	50	50	50	50
C3	0	0	50	50	50	50
C4	100	100	100	120	120	120

Rozkład ilościowy na stanowisku nr 5						
G	30	30	30	50	50	50

Źródło: Opracowanie własne.

Kolejnym krokiem jest oszacowanie zapotrzebowania na czas niezbędny do wykonania przezbrojeń, który wynika z rozkładu ilościowego na stanowiskach roboczych oraz tabeli czasów produkcyjnych. Należy przyjąć, że jeżeli w danym tygodniu w miejscu wytwarzania realizowana jest produkcja to wystąpi jednorazowe przezbrojenie (tabela nr 10 i 11).

Tabela 10/ Zapotrzebowanie czasu na przezbrojenia

Zapotrzebowanie czasu na przezbrojenia [h]						
Stanowisko nr 1						
Tydzień	1	2	3	4	5	6
C6	0	0	2,5	2,5	2,5	2,5
Stanowisko nr 2						
C1	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5
C2	0	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5
C4	0	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5
C5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5
Stanowisko nr 3						
C1	0	2	2	2	2	2
C4	0	0	2	2	2	2
C5	0	2	2	2	2	2
Stanowisko nr 4						
C1	0	0	2,5	2,5	2,5	2,5
C3	0	0	2	2	2	2
C4	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5
Stanowisko nr 5						
G	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5

Źródło: Opracowanie własne.

Tabela 11. Suma zapotrzebowania czasu na przezbrojenia

Suma zapotrzebowania czasu na przezbrojenia [h]						
Stanowisko nr 1						
Tydzień	1	2	3	4	5	6
Czas	0	0	2,5	2,5	2,5	2,5
Stanowisko nr 2						
Czas	3	6	6	6	6	6
Stanowisko nr 3						
Czas	0	4	6	6	6	6
Stanowisko nr 4						
Czas	2,5	2,5	7	7	7	7

Stanowisko nr 5						
Czas	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5

Źródło: Opracowanie własne.

W trzecim kroku należy obliczyć zapotrzebowanie czasu na wytwarzanie materiału zgodnie z rozkładem ilościowym, tabelą czasów produkcyjnych oraz poniższymi wzorami 1 i 2 (tabela nr 12 i 13):

- jeżeli minimalna jednostka produkcji wynosi 1:

$$T_w = n \cdot T_j \quad (1)$$

gdzie:

T_w – czas na wytwarzanie materiału,
 n – rozkład ilościowy na stanowisko robocze,
 T_j – czas jednostkowy.

- jeżeli minimalna jednostka produkcji jest większa od 1:

$$T_w = \frac{n}{JP} \cdot T_j \quad (2)$$

gdzie:

JP – minimalna jednostka produkcji.

Tabela 12. Zapotrzebowanie czasu na wytworzenie

Zapotrzebowanie czasu na wytworzenie [h]						
Stanowisko nr 1						
Tydzień	1	2	3	4	5	6
C6	0	0	82,5	90	90	90
Stanowisko nr 2						
C1	7,5	7,5	7,5	7,5	9	9
C2	0	9	15	15	15	15
C4	0	15	15	15	18	18
C5	7,5	7,5	7,5	7,5	9	9
Stanowisko nr 3						
C1	0	10	10	10	10	12
C4	0	0	20	20	20	24
C5	0	10	10	10	10	12
Stanowisko nr 4						
C1	0	0	15	15	15	15
C3	0	0	10	10	10	10
C4	30	30	30	36	36	36
Stanowisko nr 5						
G	1,5	1,5	1,5	2,5	2,5	2,5

Źródło: Opracowanie własne.

Tabela 13. Suma zapotrzebowania czasu na wytworzenie

Suma zapotrzebowania czasu na wytworzenie [h]						
Stanowisko nr 1						
Tydzień	1	2	3	4	5	6
Czas	0	0	82,5	90	90	90
Stanowisko nr 2						
Czas	15	39	45	45	51	51
Stanowisko nr 3						
Czas	0	20	40	40	40	48
Czas Stanowisko nr 4						
Czas	30	30	55	61	61	61
Stanowisko nr 5						
Czas	1,5	1,5	1,5	2,5	2,5	2,5

Źródło: Opracowanie własne.

Tabela nr 14 przedstawia ogólne zapotrzebowanie na czas potrzebny na wytworzenie produktów na poszczególnych stanowiskach roboczych dla planowanych zamówień.

Tabela 14. Suma zapotrzebowania czasu produkcji

Suma zapotrzebowania czasu produkcji [h]						
Stanowisko nr 1						
Tydzień	1	2	3	4	5	6
Czas	0	0	85	92,5	92,5	92,5
Stanowisko nr 2						
Czas	18	45	51	51	57	57
Stanowisko nr 3						
Czas	0	24	46	46	46	54
Stanowisko nr 4						
Czas	32,5	32,5	62	68	68	68
Stanowisko nr 5						
Czas	2	2	2	3	3	3

Źródło: Opracowanie własne.

W kolejnym kroku należy dokonać analizy zapotrzebowania na czas produkcji dla zamówień już uzgodnionych. W tym celu należy rozważyć plany potrzeb materiałowych dla procesów produkcyjnych, dla których dostawy zostały już uzgodnione. Analiza powinna obejmować te fazy technologiczne, które mieszczą się w okresie planistycznym MRP. Dane dotyczące czasu produkcji uzgodnionych dostaw zostały przedstawione w tabeli nr 15.

Tabela 15. Zapotrzebowanie czasu dla uzgodnionych dostaw

Zapotrzebowanie czasu dla uzgodnionych dostaw [h]						
Pozycja	Miejsce	Tydzień	Faza	Tpz	Tw	Tpz+Tw
C1	4	1	2	2,5	12	14,5
C2	2	1	2	1,5	9	10,5
C3	4	1	2	2,5	13,5	16
C4	3	1	2	2	9	11
C6	1	1	2	2,5	75	77,5
C6	1	2	3	2,5	75	77,5

Źródło: Opracowanie własne.

Uzyskane wielkości należy przenieść do tabeli obejmującej całkowite zapotrzebowanie na czas produkcyjny na poszczególnych stanowiskach roboczych (tabela 16).

Tabela 16. Suma zapotrzebowania całkowitego czasu produkcji

Suma zapotrzebowania czasu produkcji [h]						
Stanowisko nr 1						
Tydzień	1	2	3	4	5	6
Czas	77,5	77,5	85	92,5	92,5	92,5
Stanowisko nr 2						
Czas	28,5	45	51	51	57	57
Stanowisko nr 3						
Czas	11	24	46	46	46	54
Stanowisko nr 4						
Czas	63	32,5	62	68	68	68
Stanowisko nr 5						
Czas	2	2	2	3	3	3

Źródło: Opracowanie własne.

Ostatnim krokiem jest opracowanie bilansu zapotrzebowania na czas produkcyjny ze zdolnościami oraz obliczenie obciążenia poszczególnych stanowisk roboczych. W tym celu należy od dostępnego czasu produkcji odjąć sumę zapotrzebowania na czas produkcji oraz dokonać ilorazu czasu realizacji operacji na stanowiskach przez czas dostępny (tabela nr 17).

Tabela 17. Bilans czasów produkcyjnych i obciążenia stanowisk roboczych

Bilans czasów produkcyjnych i obciążenia stanowisk						
Stanowisko nr 1						
Tydzień	1	2	3	4	5	6
Czas dostępny [h]	12,5	12,5	5	-2,5	-2,5	-2,5

Obciążenie	86%	86%	94%	103%	103%	103%
Stanowisko nr 2						
Czas dostępny [h]	31,5	15	9	9	3	3
Obciążenie	48%	75%	85%	85%	95%	95%
Stanowisko nr 3						
Czas dostępny [h]	29	16	-6	-6	-6	-14
Obciążenie	28%	60%	115%	115%	115%	135%
Stanowisko nr 4						
Czas dostępny [h]	7	37,5	8	2	2	2
Obciążenie	90%	46%	89%	97%	97%	97%
Stanowisko nr 5						
Czas dostępny [h]	3	3	3	2	2	2
Obciążenie	40%	40%	40%	60%	60%	60%

Źródło: Opracowanie własne.

Na podstawie przeprowadzonej analizy można wnioskować, że najbardziej obciążonym jest stanowisko nr 3 a najmniej nr 5. Ponadto, zauważalne jest zbyt duże obciążenie zadaniami realizowanymi w miejscu nr 3 (przeciążenie kształtuje się na poziomie od 15% w tygodniu 3 do 35% w tygodniu 6) oraz zdecydowanie za niskie obciążenie stanowiska roboczego nr 5.

2. PODSUMOWANIE

Reasumując, w artykule został zaprezentowany model planowania zdolności produkcyjnych CRP. W tym celu, w oparciu o arkusz kalkulacyjny MS Excel, została stworzona i opisana technika, która umożliwia agregację danych pozyskanych z planu potrzeb materiałowych z informacjami o czasach produkcji i fazach technologicznych, co umożliwia opracowanie bilansu obciążeń stanowisk roboczych.

Przedstawiony został algorytm postępowania podczas badania zdolności produkcyjnych jako narzędzia, które umożliwia sprawdzenie równomierności rozdzielania zadań na poszczególne miejsca wytwarzania oraz kontrolę realizacji założonych planów.

Ponadto, przeanalizowany został proces produkcji drzwi drewnianych dokonywany zgodnie z przyjętym harmonogramem. Otrzymane wyniki wskazują na występowanie przeciążeń w poszczególnych miejscach produkcji oraz dostarczają informacji kadrze zarządzającej o konieczności dokonania korekt w planie sprzedaży i operacji opracowanego w firmie.

Zaprezentowane narzędzie jest użyteczne zarówno do badania wykorzystania zdolności produkcyjnych, jak również umożliwia w przedsiębiorstwie kontrolę i tworzenie korekt w harmonogramie produkcji oraz planie potrzeb materiałowych.

LITERATURA

1. Burchart-Karol D., Furman J., 2007. *Zarządzanie produkcją i usługami*, Gliwice: Wydawnictwo Politechniki Śląskiej
2. Bozarth C., Handfield R.B. (2007), *Wprowadzenie do zarządzanie operacjami i łańcuchem dostaw*, Gliwice: Helion
3. Fertsch M. Cyplik P., Hadaś Ł. (red.). 2010. *Logistyka produkcji Teoria i praktyka*. Poznań: Instytut Logistyki i Magazynowania
4. Brzeziński M., Chmielewska M. (2014). Alokacja stanowisk roboczych z punktu widzenia systemu logistycznego produkcji. *Systemy logistyczne wojsk, nr 41/2014*, 53-62