

# PLANOWANIE PRODUKCJI PASÓW KLINOWYCH Z WYKORZYSTANIEM SITA GLENDAY'A

Barbara CIECIŃSKA, Ryszard PERŁOWSKI, Władysław ZIELECKI

**Streszczenie:** Przedsiębiorstwa produkcyjne ponoszą szereg kosztów związanych z wytwarzaniem wyrobów. Kontrola tych kosztów oraz podejmowanie decyzji strategicznych w obszarze finansowania produkcji to jedne z ważniejszych problemów przedsiębiorstw. W wielu z nich wdraża się innowacyjne rozwiązania organizacyjne w produkcji (np. nowe metody pracy, nowe kryteria planowania, itp.), tak aby możliwe stało się zredukowanie ilości czynności nie dodających wartości wytwarzanemu wyrobowi.

W pracy zaprezentowano metodykę postępowania oraz rezultaty zastosowania nowego narzędzia, jakim jest Sito Glenday'a. Sito zostało wykorzystane w procesie planowania produkcji pasów klinowych. Dzięki zasadom Sita Glenday'a określono grupę produktów, dla których celowe jest stosowanie strategii stałej wielkości produkcji, z uwzględnieniem kosztów utrzymania zapasów i niezrealizowanych zleceń. Przeprowadzono symulację opłacalności wdrożenia takiej strategii.

**Słowa kluczowe:** planowanie produkcji, redukcja marnotrawstwa, Sito Glenday'a.

## 1. Wprowadzenie

Proces wytwórczy, w którym realizowane są różnorodne operacje (technologiczne, transportowe, i inne) mające na celu wytworzenie produktu o określonych cechach, powinien być w odpowiedni sposób przygotowany.

W procesie przygotowania produkcji podejmuje się decyzje o strategii zarządzania produkcją, prognozuje się wyniki, planuje zapotrzebowanie środków produkcji, gromadzi kapitał, projektuje wyrób, planuje nakłady finansowe i sposoby ich pozyskania, uruchamia produkcję. Zdolność systemu wytwórczego do produkcji różnorodnych wyrobów bez ponoszenia znacznych nakładów kapitałowych świadczy o jego elastyczności, a elastyczność z kolei jest miernikiem gotowości do reagowania na zmiany potrzeb klienta, popytu, czy postęp technologiczny [1, 2].

Proces produkcji charakteryzuje się określoną wydajnością, czyli liczbą wyrobów wytworzonych w założonym czasie. Do zarządzania wydajnością można wykorzystywać prognozy zapotrzebowania na określony wyrób – wówczas można ustalić ilość środków niezbędnych do jego wyprodukowania. Definiuje się wówczas zdolność produkcyjną. Liczba wyprodukowanych wyrobów może odbiegać od liczby zaplanowanej. Jest to uzależnione od występowania w procesie zakłóceń, efektywności wyposażenia, osiąganego poziomu jakości i innych czynników mogących mieć związek z produkcją [3, 4].

Najlepiej dążyć do takiego stanu, kiedy zdolność produkcyjna zapewnia produkcję równą popytowi, wówczas unika się niezadowolonych klientów a zasoby wykorzystuje racjonalnie. W sytuacji, gdy przedsiębiorstwo posiadając znacznie większą zdolność produkcyjną jest w stanie zaspokoić potrzeby klienta (wytwarzać wyroby zgodnie

z popytem), wówczas wahania popytu mogą doprowadzić do przerostu zdolności produkcyjnych oraz w konsekwencji do nadmiernych zapasów [3].

## **2. Planowanie produkcji w odchudzonym wytwarzaniu**

### **2.1. Założenia odchudzonego wytwarzania**

Planowanie produkcji wymaga zidentyfikowania potrzeb klienta i określenia, co dla niego stanowi w produkcji wartość. Znając te potrzeby można zdefiniować tzw. strumień w produkcji, czyli zestaw i sekwencję czynności niezbędnych do wyprodukowania wyrobu [5]. Podstawowym założeniem odchudzonego wytwarzania (z ang. lean manufacturing – dalej: LM) jest elastyczność struktury organizacyjnej przedsiębiorstwa oraz eliminacja marnotrawstwa. Twórcy koncepcji LM Womack i Jones twierdzą, że daje ona możliwość produkowania coraz to większej liczby wyrobów, podczas gdy coraz mniej wysiłku, urządzeń, czasu i miejsca należy tej produkcji poświęcić [6].

Niejednokrotnie, aby w przedsiębiorstwie wdrożyć zasady postępowania oparte o filozofię LM należy już istniejące procesy usprawnić. W literaturze opisywane są dwa sposoby. Pierwszy z nich – radykalny – polega na przebudowie lub rekonstrukcji procesów (Reengineering). Drugi – ciągły – postuluje stopniowe wdrażanie zmian w celu doskonalenia produkcji (Kaizen). Metody radykalne niosą ryzyko, iż nowo projektowane sposoby działania wygenerują olbrzymie koszty i nie dadzą pewności co do skuteczności. Natomiast ciągle doskonalenie, dzięki nieprzerwanej aktywności, niewielkim nakładem pracy i środków na ogół przyczynia się do podnoszenia efektywności [7, 8].

W koncepcji odchudzonego (lub szczupłego) wytwarzania definiuje się różnorodne procesy. Pierwszą grupą są procesy pierwotne, bezpośrednio związane z klientem i bezpośrednio tworzące wartość dodaną. Procesy wtórne (grupa druga) są pośrednio związane z klientem i pośrednio tworzą wartość dodaną. Inne – definiowane jako trzeciorzędne – związek z klientem mają ogólny i w taki też sposób wpływają na tworzenie wartości dodanej. Ostatnią grupą są procesy nie mające związku z klientem i nie wywierające pozytywnego wpływu na tworzenie wartości dodanej [9].

Dostarczanie produktu do potrzeb klienta wymaga zachowania ciągłości strumienia wartości, czyli wszystkich działań podejmowanych w celu wytworzenia produktu. Jego analiza i wdrażanie usprawnień jest najczęściej nakierowana na skracanie cykli wytwórczych oraz racjonalizację produkcji [10].

Wytwarzanie w koncepcji odchudzonej produkcji można racjonalizować w jego projekcie i przebiegu. Głównym postulatem jest zużywanie o połowę mniej zróżnicowanych czynników – zajmowanie mniejszej przestrzeni produkcyjnej, mniejsze zapotrzebowanie na wysiłek pracowników, środki finansowe zainwestowane w maszyny i narzędzia, mniej czasu poświęcanego na projektowanie, a także utrzymywanie mniejszych zapasów oraz produkowanie mniej wadliwych wyrobów [11, 12]. Celem odchudzania produkcji jest wyeliminowanie strat, którymi mogą być:

- nadprodukcja – identyfikowana wtedy, gdy zasoby zużywa się wcześniej niż są potrzebne, niepotrzebnie inicjuje pracę ludzką i wykorzystuje maszyny, generuje zapasy i zapotrzebowanie na przestrzeń magazynową, transport i prace administracyjne (jak: ewidencjonowanie, wycena, itp.),
- zbędny ruch – gdy inicjuje się niepotrzebne poruszanie się pracowników lub przemieszczanie przedmiotów,

- oczekiwanie – np. na ukończenie wcześniejszych czynności, na naprawę maszyn, środki produkcji itp.,
- zbędny transport – spowodowany niepotrzebnie lub niewłaściwie zaprojektowanymi operacjami przemieszczania przedmiotów, podczas których to operacji upływa czas, a wyroby mogą zostać uszkodzone,
- zapasy, rozumiane jako wyroby gotowe, ale też wyroby nieukończone w produkcji w toku, półfabrykaty; wymagające nakładów finansowych na ich wyprodukowanie, zajmujące przestrzeń, których czas przydatności do użycia może upłynąć; mogą one wymagać dodatkowej pracy związanej z przechowywaniem, administrowaniem nimi, itp.,
- wyroby niezgodne ze specyfikacją, wymagające poprawek lub wycofania z dalszej produkcji lub ze sprzedaży, pojawiające się z powodu błędnie zaprojektowanych lub zrealizowanych procesów, braku kwalifikacji, wadliwych urządzeń, itp.,
- nadmierna obróbka spowodowana błędami w technologii, synchronizacji prac i czynności, czy błędami ludzkimi [13].

Wdrożenie zmian w przedsiębiorstwie w celu stworzenia elastycznego i racjonalnego systemu wytwórczego może przynieść wymierne korzyści. Najczęściej obserwuje się radykalne zwiększenie produktywności i skrócenie cyklu produkcyjnego, a przede wszystkim obniżenie kosztów produkcji [14].

## 2.2. Logika partii i logika przepływu

W praktyce przemysłowej wyroby produkuje się w dużych partiach. Wówczas przebiegi produkcyjne są dłuższe a realizowane zamówienia mogą być większe. Jest to tzw. *logika partii*, która wywodzi się z założenia, że w ten sposób można minimalizować koszty wytwarzania a maksymalizować wykorzystanie posiadanych zasobów. Zasadniczym problemem związanym z logiką partii jest to, że powstaje wówczas błędne koło wywoływania krótkoterminowych zmian planów produkcyjnych [15]. Jest ona obciążona też innymi wadami: demotyduje personel, utrudnia wdrażanie pracy standaryzowanej, będącej podstawą ciągłego doskonalenia, generuje problemy podczas obsługi klienta, a także przyczynia się do stałego wzrostu kosztów bieżącej działalności i nakładów inwestycyjnych [15, 16]. W logice partii najmniejsza regulacja wykonana w celu dokładnego osiągnięcia przyjętego poziomu zapasów powoduje wystąpienie wahań popytu; wówczas przemieszczają się one falowo przez łańcuch dostaw. Niewielkie odchylenia popytu zgłaszane przez finalnego odbiorcę wyrobów rosną w miarę przekazywania informacji o tym popycie w górę łańcucha do producenta i dalej do dostawców (to tzw. efekt byczego bicza). Informacja przepływająca przez łańcuch dostaw w postaci zamówień nie odzwierciedla rzeczywistych zmian popytu na rynku detalicznym, lecz zawiera szereg decyzji menadżerów odnośnie do zapasów [17].

Przeciwieństwem logiki partii jest *logika przepływu*. Polega ona na określeniu dolnej i górnej granicy zapasów, a nie tylko granicy kontrolnej, jak to ma miejsce w przypadku logiki partii. Wdrożenie logiki przepływu pozwala znacznie rzadziej „gasić pożary” – czyli w sposób nagły, natychmiastowy, reagować na zmiany. Jej efektem jest stabilność i przewidywalność produkcji ze stałym planem produkcyjnym przy zmiennym popycie ze strony klienta.

### 2.3. Planowanie produkcji

Podstawową funkcją zarządzania jest planowanie. Opiera się ono na procesie decyzyjnym pozwalającym osiągnąć wyznaczone cele. Planowanie determinuje czasowy i ilościowy przebieg produkcji i powinno odbywać się w oparciu o informacje na temat możliwości produkcyjnych. Określa się wtedy rodzaj, liczbę i termin wyprodukowania wyrobów. Plan ten determinuje również podjęcie decyzji dotyczących ustalenia potrzeb w kwestii produkcji lub zakupu części składowych, czy ilości niezbędnych do wyprodukowania lub kupienia i sprowadzenia materiałów [18].

Celem opracowywania planu produkcji jest uzyskanie możliwie największej produktywności, co jest szczególnie ważne w zmiennym i nieprzewidywalnym otoczeniu. Daną podstawową do tworzenia planu są wtedy zamówienia klienta [19]. Często spotykaną praktyką jest tworzenie planów średniokresowych, umożliwiających osiągnięcie skuteczności marketingowej, zbilansowanie przyszłej działalności w kontekście dostępnych zasobów i minimalizację kosztów poprzez racjonalne wykorzystanie tych zasobów. Planowanie średniokresowe dotyczy niejednokrotnie rodzin produktów. Umożliwia to zaspokojenie popytu w całości, utrzymanie produkcji na względnie stałym poziomie oraz niezmiennosc planu wydajności. Działania takie wymagają koordynacji przepływu informacji z różnych obszarów, najczęściej dotyczących zasilania materiałowego i zdolności produkcyjnych (rys. 1).



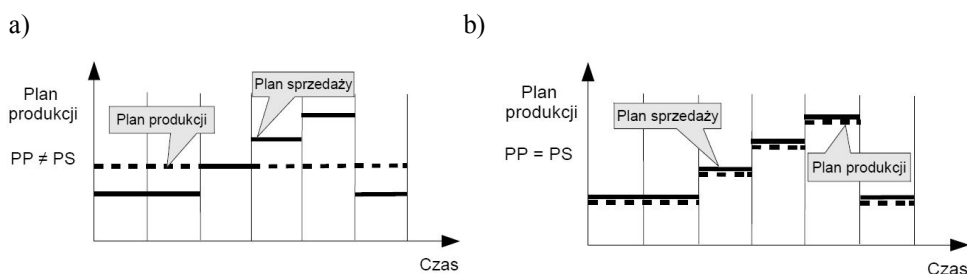
Rys. 1. Powiązania informacyjne średniokresowego planowania produkcji [20]

W przypadku niestabilnego popytu można zastosować jedną z trzech typowych strategii: stałej wielkości produkcji, nadążania za popytem lub strategię zmiennej wielkości produkcji (mieszaną). W strategii *stałej wielkości produkcji* utrzymuje się stały poziom zatrudnienia, a dla równoważenia zmiennego popytu wykorzystuje się zapasy. Strategia ta jest stosowana w tych przedsiębiorstwach, które posiadają drogie urządzenia technologiczne, zatrudniają wysoko wykwalifikowanych pracowników oraz w ciągły sposób wykorzystują zdolności produkcyjne. Jednocześnie utrzymywanie zapasów jest w porównaniu z zapewnieniem ciągłości produkcji znacznie tańsze. Strategia stałej wielkości produkcji może być chętnie stosowana ze względu na szereg zalet:

- planowanie produkcji jest łatwiejsze,
- strumień produktów jest jednolity i stabilny,

- występuje znacznie mniej zmian podczas produkcji, więc jest też znacznie mniej związanych z tymi zmianami problemów,
- nie występuje problem częstej rekrutacji pracowników,
- większe partie wyrobów rekompensują wyższe koszty produkcji,
- zapasy są pomniejszane, jeśli rynek wykazuje mniejsze wahania popytu,
- zamówienia klientów mogą być realizowane możliwie sprawnie [20].

Z kolei strategia *pogoni za popytem* polega na zmianie zatrudnienia w każdej chwili, gdy popyt ulega zmianie. Spotykana jest w przedsiębiorstwach, w których koszty utrzymania zapasów są wyższe od kosztów zatrudniania i zwalniania pracowników. Zaletą tej strategii jest całkowity brak lub niewielkie koszty utrzymania zapasów. Niestety, ta strategia nie zapewnia stabilności procesu produkcji, charakteryzuje ją spiętrzenie się zadań w sytuacji wzrostu liczby zamówień oraz znacznie gorsza atmosfera wśród pracowników i brak motywacji do angażowania się w rozwiązywanie problemów produkcyjnych (rys. 2).



Rys. 2. Porównanie idei strategii: a) stałej wielkości produkcji; b) pogoni za popytem [20]

Niekiedy dobrym rozwiązaniem jest przyjęcie *strategii mieszanej*. Wówczas utrzymuje się zatrudnienie na stałym poziomie, ale pracę organizuje tak, aby poprzez wydłużenie lub skrócenie czasu jej trwania (godziny nadliczbowe lub mniejszy wymiar czasu pracy) równoważyć zmienność popytu. Personel stanowią na ogół pracownicy wykwalifikowani, a koszty utrzymania zapasów mogą być wysokie. Strategia mieszana zapewnia elastyczność w reagowaniu na potrzeby rynku, może jednak prowadzić do utraty systematyczności w realizacji zadań produkcyjnych i konfliktów wśród personelu z powodu braku poczucia stabilizacji [20].

### 3. Metoda Sita Glenday'a i jej zastosowanie w produkcji pasów klinowych

#### 3.1. Metodyka postępowania

Metodę Sita opracował Ian Glenday, aby ułatwić przedsiębiorstwom wdrażanie sposobów osiągnięcia produkcji elastycznej, w której stopniowo wzrasta zdolność produkcyjna oraz możliwość zaspokojenia potrzeb rynku.

Zastosowanie metody Sita umożliwia:

- wskazanie obszaru, w którym należy rozpocząć proces mapowania strumienia wartości,
- określenie obszarów, w których należy poprawić zdolności wytwórcze,
- zidentyfikowanie obszarów o niepotrzebnej kompleksowości,
- włączenie całej organizacji w proces wdrażania logiki przepływu [15].

Metoda sita Glenday'a wymaga zebrania danych, ich posortowania i przeanalizowania z uwagi na produkowane wyroby. Niekiedy w literaturze można spotkać stwierdzenie, że jest to podobne do metody ABC, czy też podziału na wyroby szybko, średnio i wolno rotujące. Jednak chociaż rzeczywiście klasyfikuje się wyroby wg kategorii, to zasada tworzenia grup i wyniki są inne [15]. Wyodrębnia się ok. 6% wyrobów najczęściej produkowanych stanowiących 50% całkowitej produkcji oraz których produkcja ma charakter powtarzalny. Zastosowanie sita Glenday'a często pozwala również wyszczególnić aż do 30% wyrobów, które przynoszą jedynie 1% zysku [15].

Sposób postępowania w metodzie Sita jest taki, że w pierwszej kolejności tworzy się arkusz kalkulacyjny z kolumnami pokazanymi w tab.1.

Tab. 1. Sortowanie danych [na podst. 15]

Numer w rankingu sprzedaży	Nazwa produktu	Wielkość sprzedaży	Sprzedaż narastająco	Sprzedaż narastająco [%]
<i>dane</i>	<i>dane</i>	<i>dane</i>	<i>dane</i>	<i>dane</i>

Wyroby grupowane są na produkty kategorii: zielonej, żółtej, niebieskiej i czerwonej. W kategorii zielonej powinny znaleźć się wyroby, od których należy zacząć produkcję w cyklach o ustalonej sekwencji i stałej liczności. Na ogół są to wyroby produkowane najczęściej i w dużych ilościach. Najlepszym rozwiązaniem jest oddzielenie produkcji wyrobów „zielonych” od pozostałych. Nie zawsze jest to jednak możliwe w praktyce, wówczas wyznacza się dla nich stałe przedziały wytwarzania, aby uniknąć zakłóceń przepływu i konieczności reagowania na nie (tzw. gaszenia pożarów). Z kolei w grupie „żółtej” powinny znaleźć się wyroby, których wytwarzanie powinno zostać objęte programem naprawczym. Celem tego programu ma być poprawa zdolności produkcyjnych, i w takim przypadku stosuje się techniki pracy standaryzowanej, organizuje stanowiska robocze metodą 5S, czy wdraża kompleksowe zarządzanie parkiem maszyn (TPM) wraz ze skracaniem czasów przezbrojeń (SMED). W przypadku wyrobów w tej grupie w trakcie procesu produkcyjnego mogą pojawiać się problemy spowodowane np. wielkością partii, koniecznością częstego przezbrajania maszyn, stratą czasu spowodowaną rozruchem linii produkcyjnej. Grupa „niebieska” natomiast powinna składać się z wyrobów, których materiały składowe lub procedury wytwarzania wprowadzają dodatkowe trudności, zwiększają złożoność procesu, ale z punktu widzenia klienta nie dodają wartości wyrobowi. To najczęściej wyroby minimalnie zróżnicowane ze względu na typ, rodzaj, funkcje, itp. Ostatnią, „czerwoną” grupę stanowią wyroby sprzedawane w minimalnych ilościach. Zdarza się, że jest to grupa liczna – nawet do 30% asortymentu. Działania charakterystyczne dla nich mają na celu uczynienie z nich wyrobów wartościowych dla klienta i przynoszących zyski producentowi (tab. 3) [15].

### 3.2. Rezultaty zastosowania Sita Glenday'a w planowaniu produkcji pasów klinowych

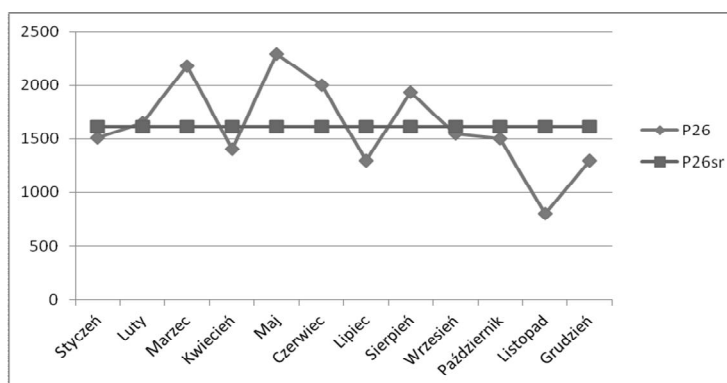
Metodę Sita Glenday'a zastosowano w przedsiębiorstwie produkującym pasy klinowe. Zestawienie miesięcznej produkcji pasów przedstawiono w tab. 2. Przeprowadzona kategoryzacja wyrobów (tab. 3) ujawniła, iż produkcja 24 rodzajów pasów klinowych mogłaby przebiegać wg strategii stałej wielkości produkcji (grupa „zielona”). Dla nich w tab. 3 pokazano zestawienie zleceń dokonywanych przez kolejnych 12 miesięcy.

Tab. 3. Segregacja wyrobów [opr. własne]

Sprzedaż narastająco, [%]	Liczba produktów narastająco, [%]	Kod koloru
50	24	Zielony
95	83	Żółty
99	21	Niebieski
1	9	Czerwony

W celu wytypowania pasów, dla których produkcja według strategii stałej wielkości produkcji byłaby najbardziej efektywna, wyznaczono średnią miesięczną wielkość produkcji, odchylenie standardowe od wartości średniej produkcji pasów przez okres 12 miesięcy oraz współczynnik zmienności obliczony jako stosunek odchylenia standardowego do wartości średniej pomnożony przez 100%. Po uszeregowaniu asortymentu pasów kategorii zielonej wg współczynnika zmienności (tab. 4) można stwierdzić, że najlepsze efekty zastosowania strategii stałej wielkości produkcji, uzyskamy dla pasów P26, P87, P93, P33, zaś dla pasów P136, P132, P77 strategia stałej wielkości produkcji będzie niemożliwa do zastosowania.

Dla pasów klinowych P26 sporządzono wykres produkcji (rys. 3). Cechą charakterystyczną większości przebiegów był spadek produkcji pod koniec roku kalendarzowego.



Rys. 3. Przebieg produkcji pasów P26 z zaznaczoną wartością średnią P26sr [opr. własne]

Aby wdrożyć produkcję o przepływie ciągłym dla każdego z wyrobów niezbędne jest określenie stałej, miesięcznej wielkości produkcji zapewniającej najmniejsze koszty produkcji. Od przyjętej stałej wielkości produkcji zależą koszty wytwarzania, koszty utrzymywania zapasów wyrobów gotowych, koszty zaległych zamówień. Ich suma określa łączny koszt produkcji. Wykorzystując opracowany arkusz kalkulacyjny (rys. 4) przeprowadzono symulację realizacji produkcji dla różnych miesięcznych planów produkcji i wyznaczono koszty jej realizacji. Dla pasów klinowych P26 optymalną, miesięczną wielkością produkcji jest 1800 szt. (rys. 5).

Tab. 2. Zlecenia produktów kategorii zielonej w poszczególnych miesiącach [opr. własne]

Produkt	Styczeń	Luty	Marzec	Kwiecień	Maj	Czerwiec	Lipiec	Sierpień	Wrzesień	Pazdziernik	Listopad	Grudzień	Suma
P1	900	1300	1700	1150	3552	4015	5200	2200	500	150	350	650	21667
P2	1800	1750	2142	2150	1150	450	1550	1302	1301	951	900	1900	17346
P3	749	850	701	801	969	450	350	600	550	350	600	1050	8020
P4	800	400	517	550	700	349	509	700	350	150	450	500	5975
P5	550	402	407	905	300	323	300	336	550	150	300	1063	5586
P6	306	750	450	550	310	250	350	200	400	200	280	200	4246
P7	50	377	700	150	250	400	100	350	328	50	150	250	3155
P8	100	450	558	149	320	320	236	424	50	236	150	215	3208
P9	450	553	950	600	650	716	950	0	150	653	600	300	6572
P10	0	100	150	206	148	300	66	0	300	130	100	202	1702
P11	0	250	100	300	251	343	150	0	257	50	100	150	1951
:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:
P129	30	181	164	166	305	211	225	60	271	140	40	125	1918
P130	85	156	170	50	215	316	309	15	111	35	60	111	1633
P131	45	10	75	65	165	344	181	112	55	0	0	20	1072
P132	1000	300	7199	650	1718	547	558	1339	566	1400	800	650	16727
P133	100	850	155	4118	1991	1566	432	1	157	0	50	0	9420
P134	1107	1750	3226	2600	1800	2746	950	1300	1450	1100	752	1940	20721
P135	400	1150	1280	3550	3275	3755	850	1500	1533	1300	900	1650	21143
P136	0	775	786	7425	9104	6020	1401	1029	1100	75	50	200	27965
P137	0	256	50	1532	2800	2011	329	175	137	0	0	105	7395

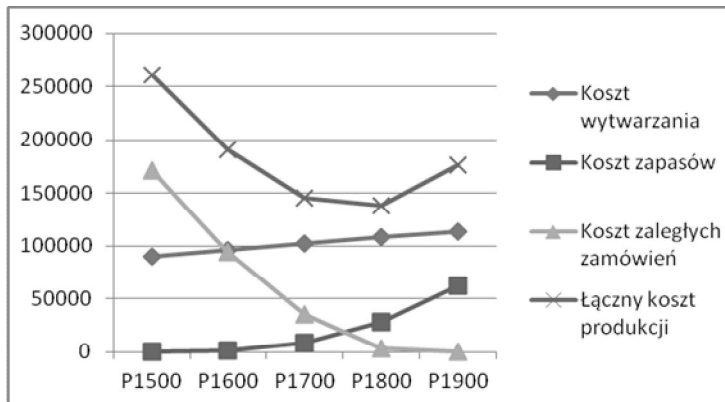


Tab. 4. Uszeregowanie asortymentu pasów klinowych według współczynnika zmienności (efektywności wprowadzenia produkcji według strategii stałej wielkości produkcji) [opr. własne]

Produkt	Suma	Udział	Narastająco	Średnia	Odchylenie standardowe	Współczynnik zmienności
P26	19421	0,0155108	0,015510816	1618,416667	423,6305119	26,17361476
P87	27299	0,0218027	0,037313492	2274,916667	609,9748815	26,81306487
P93	16647	0,0132953	0,05060882	1387,25	396,7697122	28,60116866
P33	39581	0,0316118	0,082220664	3298,416667	952,7868653	28,88618879
P23	17525	0,0139966	0,096217217	1460,416667	449,6937257	30,7921524
P25	15013	0,0119903	0,108207331	1251,083333	391,8477112	31,32067231
P91	22689	0,0181208	0,126328375	1890,75	613,3630283	32,44019719
P83	25852	0,020647	0,146975387	2154,333333	722,2676831	33,52627339
P30	73609	0,0587887	0,205764104	6134,083333	2112,897384	34,44520182
P57	21650	0,017291	0,223055138	1804,166667	622,1145515	34,48209985
P60	15373	0,0122778	0,23533297	1281,083333	445,2038263	34,75213632
P99	17534	0,0140037	0,249336711	1461,166667	511,4616903	35,00365167
P37	22290	0,0178022	0,267138889	1857,5	655,8243251	35,30682773
P85	17517	0,0139902	0,281129053	1459,75	533,7294386	36,56307166
P2	17346	0,0138536	0,294982645	1445,5	529,0838566	36,60213466
P95	18623	0,0148735	0,309856129	1551,916667	598,5387446	38,56771162
P80	63011	0,0503245	0,360180625	5250,916667	2144,044413	40,83181185
P89	32328	0,0258191	0,385999773	2694	1200,043181	44,5450327
P134	20721	0,0165491	0,40254885	1726,75	779,840208	45,16231116
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮

Lp	Prognoza popytu	Poziom zdolności produkcyjnej				Zaległe zamówienie
		Produkcja	Zapasy			
			Począt.	Końcowy	Średni	
1	1506	1800		294	147	
2	1650	1800	294	444	369	
3	2180	1800	444	64	254	
4	1400	1800	64	464	264	
5	2300	1800	464		232	36
6	2000	1800				236
7	1300	1800		264	132	
8	1930	1800	264	134	199	
9	1550	1800	134	384	259	
10	1505	1800	384	679	531,5	
11	800	1800	679	1679	1179	
12	1300	1800	1679	2179	1929	
	19421	21600			5495,5	272
Koszty		Jednostkowe		Łączne		Koszty
Produkcji		5 zł/szt		108000 zł		Produkcji
Zapasów		5 zł/szt		27478 zł		Zatrudnienia
Zaleg. zam		10 zł/szt		2720 zł		Zwalnia
<b>Razem</b>				<b>138198 zł</b>		

Rys. 4. Symulacja produkcji pasów P26 według strategii stałej wielkości produkcji dla 1800 szt. [opr. własne]



Rys. 5. Koszty produkcji pasów P26 według strategii stałej wielkości produkcji [opr. własne]

### 3. Wnioski

Proces planowania produkcji jest ważnym elementem funkcjonowania przedsiębiorstwa. Głównym celem tego procesu jest wyprodukowanie wyrobów w liczbie spełniającej wymagania klienta zgodnie z ustalonym terminem dostawy. Realizacja zamówień klienta wiąże się z wykorzystaniem zasobów przedsiębiorstwa i wówczas ważne

jest, aby przedsiębiorstwo właściwie planując swoją działalność nie było narażone na generowanie niepotrzebnych kosztów.

Racjonalne planowanie produkcji jest możliwe z wykorzystaniem różnych sposobów – technik i metod organizatorskich lub analitycznych – pozwalających ograniczyć lub wyeliminować działania, które nie dodają wartości wyrobom ani nie przynoszą zysków.

Zastosowanie metody Sita Glenday'a może przynieść konkretne korzyści, m.in.:

- uruchomienie dostaw na czas i odchudzenie produkcji ze zbędnych elementów poprzez wdrożenie różnorodnych technik szczupłego wytwarzania,
- wyłonienie wyrobów sztucznie rozszerzających asortyment,
- uruchomienie stałego planu produkcyjnego dla wyrobów o największym znaczeniu,
- optymalizację kosztów wytwarzania.

Metoda Sita Glenday'a jest prostym sposobem wyodrębnienia wyrobów, które można wyprodukować stosując strategię stałej wielkości produkcji. W analizowanym przykładzie produkcji pasów klinowych spośród 137 typów pasów wyodrębniono 24 typy pasów generujących 50% zysków, z których dla 16 typów, przeprowadzona symulacja kosztów produkcji wykazała możliwość realizacji ich produkcji według strategii stałej wielkości produkcji.

Przeprowadzona symulacja wykazała również, że wyznaczenie wskaźnika zmienności produkcji pozwala szybciej wytypować wyroby, dla których opłacalna jest strategia stałej wielkości produkcji. W analizowanym przykładzie produkcji pasów klinowych dla wyrobów charakteryzujących się zmiennością produkcji mniejszą od 40% opłacało się zastosować strategię stałej wielkości produkcji.

#### 4. Literatura

1. Budzisz B., Urban W., Wasiluk A.: Stymulowanie rozwoju przedsiębiorstwa, Difin, Warszawa 2008
2. Stamirowski J.: Elastyczność systemów produkcyjnych w kontekście dynamiki produkcji, *Postępy nauki i techniki*, 9/2011
3. Lis S.: *Vademecum produktywności*, AWP Placet, Warszawa 1999
4. Waters D.: *Zarządzanie Operacyjne (Towary i Usługi)*, PWN, Warszawa 2001
5. Czerska J.: Ciągły przepływ produktów w przedsiębiorstwie, [w:] *Ekonomika i Organizacja Przedsiębiorstw*, 11/2002, s.55-65
6. Womack J.P., Jones D.T.: *Odchudzanie firm, CIM*, Warszawa 2001
7. Kruczek M., Żebrucki Z.: Wykorzystanie narzędzi Lean Manufacturing w logistyce produkcji, *Prace Naukowe Politechniki Warszawskiej*, Warszawa 2008
8. Lean Management skutecznym sposobem doskonalenia technik zarządzania przedsiębiorstwem, [w:] [http://www.lean.ecwm.org.pl/index.php?option=com\\_content&view=article&id=82&Itemid=2](http://www.lean.ecwm.org.pl/index.php?option=com_content&view=article&id=82&Itemid=2) (dostęp 05.04.2013)
9. Blaik P.: *Logistyka*, PWE, Warszawa 2001
10. Ciesielski M.: *Logistyka we współczesnym zarządzaniu*, Wydawnictwo AE, Poznań 2003
11. Czerska J.: Usprawnianie przedsiębiorstwa produkcyjnego zgodnie z koncepcją Lean, *Zeszyty Naukowe Politechniki Gdańskiej*, Gdańsk 2001
12. Lean Manufacturing - szczupłe (odchudzone) wytwarzanie, [w:] <http://eck-prestige.pl/texty/41/lean-manufacturing-szczuple-wytwarzanie.htm>

- (dostęp 19.04.2013)
13. Muda, [w:] <http://mfiles.pl/pl/index.php/Muda> (dostęp 03.04.2013)
  14. Czym jest filozofia lean?, [w:] [http://www.leansystem.pl/czym\\_jest\\_filozofia\\_lean\\_manufacturing.php](http://www.leansystem.pl/czym_jest_filozofia_lean_manufacturing.php) (dostęp 05.04.2013)
  15. Glenday I.: Przejdź na logikę przepływu, Wydawnictwo Lean Enterprise Institute Polska, Wrocław 2010
  16. Womack J.P., Jones D.T., Roos D.: Maszyna która zmieniła świat, ProdPress.com, Wrocław 2008
  17. Pluta-Zaremba A.: Efekt byczego bicza w łańcuchu dostaw, Gospodarka Materiałowa i Logistyka, 5/2002
  18. Pfohl Ch.: Zarządzanie logistyką. Funkcje i instrumenty, Instytut Logistyki i Magazynowania, Poznań 1998
  19. Pająk E.: Zarządzanie produkcją, PWN, Warszawa 2006
  20. Zbroja T.: Średniookresowe planowanie produkcji, [w:] <http://www.ioz.pwr.wroc.pl/pracownicy/skowron/images/ZPiU%20wyk%C5%82ad%20-%20temat%203.pdf>, (dostęp 28.05.2013)

Dr inż. Barbara CIECIŃSKA  
Dr inż. Ryszard PERŁOWSKI  
Dr hab. inż. Władysław ZIELECKI, prof. PRZ  
Katedra Technologii Maszyn i Inżynierii Produkcji  
Wydział Budowy Maszyn i Lotnictwa  
Politechnika Rzeszowska  
35-959 Rzeszów, al. Powstańców Warszawy 12  
Tel.: (0-17) 865 14 48, fax.: (0-17) 865 11 84