

STOWARZYSZENIE INŻYNIERÓW I TECHNIKÓW MECHANIKÓW POLSKICH
ODDZIAŁ WOJEWÓDZKI W POZNANIU
SEKCJA ORGANIZACJI PRZEMYSŁU

NARADA NAUKOWO-TECHNICZNA

N. T.

MODERNIZACJA BIEŻĄCEGO STEROWANIA
PRODUKCJĄ W ZAKŁADACH BUDOWY MASZYN

P O Z N A Ń, 2 2 - 2 3 L I S T O P A D A 1 9 6 8 R.

STOWARZYSZENIE INŻYNIERÓW I TECHNIKÓW MECHANIKÓW POLSKICH
ODDZIAŁ POZNAŃSKI
SEKCJA ORGANIZACJI PRZEMYSŁU

NARADA NAUKOWO-TECHNICZNA

MODERNIZACJA BIEŻĄCEGO STEROWANIA PRODUKCJA
W ZAKŁADACH BUDOWY MASZYN

Poznań, 22-23 listopada 1968 r.

Spis treści

str.

1. mgr inż. Zdzisław Biernat
mgr inż. Józef Grzeszczyk
Modernizacja bieżącego sterowania produkcją
/planowania wykonawczego/ w Fabryce Silników
Agregatowych i Trakcyjnych W9 ZPM H.Cegielski. 1
2. mgr inż. Andrzej Neyman
Planowanie produkcji w Poznańskiej Fabryce
Wodomierzy i Gazomierzy "Powogaz" w Poznaniu. 21
3. dr inż. Jerzy Boszko
Niektóre zagadnienia bieżącego sterowania
produkcją /planowania wykonawczego/
w zakładach budowy maszyn. 45

mgr inż. Zdzisław Biernat
mgr inż. Józef Grzeszczyk

MODERNIZACJA BIEŻĄCEGO STEROWANIA PRODUKCJA /PLANOWANIA WY-
KONAWCZEGO/ W FABRYCE SILNIKÓW AGREGATOWYCH I TRAKCYJNYCH
W9 ZPM II. CEGIELSKI

1. Warunki produkcyjne fabryki

Asortyment produkcji fabryki silników agregatowych i trakcyjnych stanowią silniki spalinowe:

- a/ 12-cylindrowe silniki główne średnioobrotowe - 500 obr/min typu B3012 SS o mocy 2500 KM. Silniki te stosowane są do napędów głównych, przekładniowych, statków handlowych i statków rybołówstwa morskiego. Ciężar silnika 30 ton.
- b/ Okrętowe silniki pomocnicze typu BAH: 3, 6 i 8 cylindrowe o mocy od 180 - 500 KM, 500 obr/min, są one stosowane do zespołów prądotwórczych elektrowni wszystkich jednostek pływających oraz do napędu głównego małych statków rzecznych i morskich. Ciężar silników od 5 ton do 10 ton.
- c/ 8-mio cylindrowe trakcyjne silniki spalinowe widlaste średnioobrotowe - 1000 obr/min typu C22 o mocy 800 KM, stosowane w lokomotywach przeznaczonych do przetoku oraz do ruchu pasażerskiego. Ciężar silnika 6 ton.
- d/ W przygotowaniu do produkcji są silniki trakcyjne wysokoobrotowe typu 2112 SSF, przeznaczone do lokomotyw, obsługujących ruch pasażersko - towarowy.

Z warunków asortymentowych wyrobów finalnych płyną zadania dla wydziału obróbki mechanicznej. W skład wymienionych typów silników wchodzi około 5200 szt. części rodzajowych, obrabianych w fabryce, różniących się znacznie pod względem kształtu, ciężaru, stopnia zawężania tolerancji i klasy chropowatości powierzchni, na których wykonuje się około 22.000 operacji technologicznych.

Jeżeli uwzględnimy powtarzalność części w poszczególnych typach silników, to dla średnio - miesięcznych zadań produkcyjnych należy wykonać około 100.000 sztuk części. Liczebność wykonywanego asortymentu części, wynikająca z asortymentu wyrobów finalnych stwarza bardzo istotne trudności w bieżącym sterowaniu produkcją.

Dla zapewnienia najdogodniejszych warunków rytmicznego wykonania zadań produkcyjnych, istniałaby konieczność ustalania jak najmniejszej ilości wyrobów wykonywanych równoległe, a więc nieciągłej produkcji montażu.

Potrzeby przemysłu okrętowego i kolejnictwa wymagają jednak sukcesywnych dostaw wyrobów gotowych w ciągu całego roku.

Dla zobrazowania konieczności produkcji ciągłej na montażu w tabeli nr 1 pokazano ilości wyrobów gotowych do wykonania w kwartałach, odpowiadające potrzebom odbiorcy.

Program produkcji w kwartałach.

Tabela Nr 1

Lp.	Nazwa wyrobu	Liczba wyrobów w roku	Liczba wyrobów w kwartale			
			I	II	III	IV
1	2	3	4	5	6	7
1	3BAH	30	8	9	7	6
2	8BAH	108	30	27	26	25
3	8C22	100	22	25	26	27
4	B3012SS	11	2	3	4	2

Z powyższej tabeli widać wyraźnie, że zachodzi konieczność ciągłości produkcji montażu.

Ciągłość ta podyktowana jest również ograniczoną przepustowością stanowisk roboczych hamowni silników, oraz brakiem możliwości magazynowania wyrobów w dłuższym okresie czasu, zarówno z powodu braku powierzchni magazynowej, jak i z zaangażowania znacznych środków obrotowych w zapasy wyrobów gotowych. Długość cykli produkcyjnych poszczególnych

części jest znacznie zróżnicowana. Okresowe więc wykonywanie wymienionych w tabeli Nr 1 wyrobów, wymagałoby i tak równoczesnego wykonywania znacznej ilości części. Sytuacja ta poważnie komplikuje bieżące sterowanie procesem produkcyjnym części, wymaga łączenia wyrobów w grupy obciążeniowe wyrobów, tak by zapewnić możliwie ciągłe wykorzystanie stanowisk roboczych w okresie rocznym. Koniecznym staje się uruchomienie serii wyrobów w grupach, umożliwiających traktowanie ich jako serii ze sobą powiązanych.

2. Rozwój struktury produkcyjnej wydziału obróbki mechanicznej.

Na przestrzeni kilku lat istnienia fabryki, w zakresie struktury produkcyjnej zaszły poważne zmiany.

Stały wzrost produkcji jak i rozszerzenie asortymentu wyrobów, przy powtarzalności i ciągłości produkcji, zmusza fabrykę do stałej analizy struktury produkcyjnej, pod kątem dalszego jej rozwoju.

W wyniku takich analiz dokonano szeregu istotnych zmian szczególnie w bieżącym roku.

Od początkowo utworzonych oddziałów technologicznie specjalizowanych, tj. takich, w których stanowiska robocze powiązane były wg cech technologicznych, np. oddział tokarek, oddział frezarek itp. w miarę rozbudowy fabryki i związanej z tym konieczności przestawiania maszyn, utworzone zostały gniazda przedmiotowo specjalizowane, tj. takie, w których stanowiska robocze powiązane były wg wykonywanych przedmiotów, np. gniazdo korpusów, gniazdo części różnych itp.

W bieżącym roku rozpatrywano możliwość dalszego rozwoju struktury produkcyjnej, poprzez wyodrębnienie nowych jednostek produkcyjnych i zawężanie asortymentu części w gniazdach.

Na podstawie wstępnej analizy podobieństwa konstrukcyjnego i technologicznego części, opartego na analizie rysunków konstrukcyjnych, wybrano części wg cech podobieństwa kon-

strukcyjnego, najbardziej licznych grup części wykonywanych w gniazdach. /np. wałki, tuleje/.

Z ustalonych grup części konstrukcyjnie podobnych, wybrano przedstawicieli na podstawie najbardziej charakterystycznych więzi w grupie, a mianowicie:

1. Kolejności występujących operacji technologicznych.
2. Obciążenia grup jednorodnych stanowisk roboczych, czyli wzajemnie zastępowalnych.

Na podstawie powyższej wstępnej analizy 8 istniejących 8 gniazd produkcyjnych, ustalono potrzebę utworzenia 12 gniazd.

Do chwili obecnej zorganizowano 10, w których w wyniku zawężania asortymentu części, znacznej poprawie uległ stopień stabilizacji pracy stanowisk roboczych.

Stworzone zostały warunki do pogłębienia specjalizacji przedmiotowej stanowisk roboczych.

Przykładowo z istniejącego uprzednio gniazda części różnych o $f_{gr} = 84,2$ wydzielono 3 gniazda:

- gniazdo wałków - $f_{gr} = 52$
- gniazdo tulei - $f_{gr} = 65$
- gniazdo części różnych - $f_{gr} = 96$

O ile pierwsze dwa gniazda obejmują części konstrukcyjnie i technologicznie podobne, to gniazdo części różnych obejmuje grupę części o znacznej różnicy podobieństwa konstrukcyjnego, np. kołnierze różnych kształtów, dźwignie, przeguby, kolanka itp., których wydzielenie do wykonawstwa w odrębnych gniazdach, można byłoby przeprowadzić dopiero po szczegółowej i bardzo pracochłonnej analizie konstrukcyjno-technologicznej.

Określenie wskaźnika zmienności obciążenia stanowisk roboczych /tabela Nr 2, kolumna 5/ stanowiło podstawę dla ustalenia właściwych form organizacji produkcji gniazd.

Dotychczas wszystkie gniazda pod względem formy organizacji produkcji odpowiadały gniazdom przedmiotowo specjalizowanym niepotokowym o licznych asortymencie części.

Rozwój produkcji stwarza możliwość zawężenia asortymentu

Dobór form organizacji produkcji ze względu na wskaźnik
zmienneści obciążenia stanowisk roboczych

Nr kol.	Nazwa Gniazda		Liczba stanow. roboczych "1"	Liczba stanow. roboczych "2"	Wskaźnik f _{pr} = $\frac{M}{m}$ zmienneści obciążenia stanowisk roboczych	Forma organizacji produkcji dla średniej zmienneści obciążenia stanowisk roboczych	
	1	2	3	4	5	6	7
1		Gn. kadłubów bloków i podstaw	24	24	11,1	Gniazdo przedmio- towo specj. niepotok.	Gniazdo przedmio- towo specj. niepotok.
3		Gn. wałków korbowych	20	20	4,4	Gniazdo przedmiot. specjaliz. niepotok.	Gniazdo potokowe
3	3a	Gn. krzywek wałków rozrządu	20	25	5,42	Gniazdo przedmiot. specjaliz. niepotok.	Gniazdo potokowe
	3b			14	3,43	Gniazdo potokowe	Gniazdo potokowe
4	4a	Gniazdo		47	52,2	Gniazdo przedmiot. specjaliz. niepotok.	Gniazdo przedmiot. specj. niepotok.
	4b	Gniazdo	93	32	84,2	Gniazdo potokowe	Gniazdo potokowe
	4c			35	96,0	Gniazdo potokowe	Gniazdo potokowe
5		Gn. tulei cylindr. i ściągów	25	25	1,88	Gniazdo przedmiot. specjaliz. niepotok.	Gniazdo potokowe
6	6a	Gniazdo		19	5,45	Gniazdo przedmiot. specjaliz. niepotok.	Gniazdo potokowe
	6b	Korpusy	65	19	2,79	Gniazdo potokowe	Gniazdo potokowe
	6c			72	14,2	Gniazdo potokowe	Gniazdo potokowe
7		Gn. osłonek normałych	49	49	75,2	Gniazdo przedmiot. specjaliz.	Gniazdo przedmiot. specjaliz.
8		Gn. osłonek rozrząd.	-	-	-	-	-
		Razem:	293	375			

Liczba: Liczba wytworzonego dla stanu przed organizacją

i zastosowania wyższych form organizacji produkcji w gniazdach, które zostaną utworzone do końca bieżącego roku.

W pierwszej kolejności przystąpiono do organizacji gniazd potokowych o wskaźniku zmienności obciążenia stanowisk roboczych od 2 do 5 /tabela Nr 2/, gdzie kolejność wykonywania operacji na stanowiskach roboczych i związki czasowe pomiędzy wykonaniem poszczególnych operacji na stanowiskach roboczych i na przedmiotach zostaną normatywnie określone.

Operacje zostaną jednoznacznie przypisane do stanowisk roboczych.

Równocześnie rozpatrywano warunki dalszego rozwoju struktury produkcyjnej, poprzez szczegółową analizę podobieństwa konstrukcyjnego i technologicznego części, np. korpusów, pokryw, kołnierzy, przegubów itp.

Dalszy podział tych części wg cech podobieństwa konstrukcyjnego rozpatrywany będzie zarówno pod kątem wyodrębnienia nowych jednostek produkcyjnych, jak i w celu zastosowania grupowej obróbki części, przy przeprowadzeniu zmian lokalizacji obrabiarek w gniazdach.

Szczegółowa analiza konstrukcyjna i technologiczna obejmować będzie, np.:

- podział wałków na podklasy wg podobieństwa procesów technologicznych,
- podział wałków na podklasy wg podobieństwa procesów technologicznych,
- podział tulei na podklasy wg podobieństwa procesów technologicznych,
- podział części różnych na grupy konstrukcyjne podobnych części: kołnierze, dźwignie, przeguby oraz podziały wg podobnych procesów technologicznych w podgrupach,
- podział w podgrupach wg cech podobieństwa,
- dokładności obróbki i gładkości obrabianych powierzchni,
- rodzaju materiału obrabianego,
- ujednolicenia oprzyrządowania dla podgrup.

Zakres podziału na podgrupy określony zostanie podczas szczegółowej analizy, w której rozpatrzone zostanie również przywiązanie operacji do stanowisk roboczych lub grup stanowisk roboczych o zawężonej zastępowalności wg wytypowanego wyposażenia i oprzyrządowania.

3. Sterowanie procesem produkcyjnym części.

Każda z wykonywanych części. przechodzi w toku procesu produkcyjnego przez określoną dla siebie liczbę operacji o różnej pracochłonności i o różnym powiązaniu w zakresie stanowisk roboczych, a termin wykonania części, winien wynikać z ustalonej kolejności zapotrzebowania na montażu. Złożoność ta stawia przed nami główny cel bieżącego sterowania procesem produkcyjnym - uzyskanie równomiernego i nieprzerwanego zatrudnienia stanowisk roboczych. oraz jak najkrótszego cyklu produkcyjnego.

System sterowania produkcją, mający zapewnić realizację powyższego celu, uzależniony jest głównie od warunków produkcyjnych.

Dotychczasowy system sterowania produkcją części na fabryce silników agregatowych i trakcyjnych przyjęty został w trakcie uruchamiania produkcji w nowo zbudowanej fabryce i nie uległ zmianie w miarę zmiany warunków produkcyjnych i struktury produkcyjnej. Przy wprowadzeniu systemu nie uwzględniono przewidywanej w długim okresie czasu ciągłości i powtarzalności produkcji.

Zmieniające się formy organizacji produkcji, rozwój struktury produkcyjnej, nie wiązały się z odpowiednimi zmianami w zakresie bieżącego sterowania produkcją. Ustalony system zlecania dla całego zbioru części, wykonywanych w fabryce, przestał odpowiadać nowym warunkom produkcyjnym.

W związku z powyższym dokonano analizy istniejącego systemu bieżącego sterowania produkcją w celu ustalenia wniosków i wytycznych do modernizacji systemu sterowania, odpowiadającego istniejącym warunkom produkcyjnym.

Ze względu na szczegółowość i rozwinięcie asortymentu produkcji rozpatrywano metody sterowania produkcją w dwóch przedziałach. Pierwszy przedział to sterowania wg

części, polegający na określeniu wielkości produkcji w poszczególnych okresach, bilansowaniu jej z zdolnością produkcyjną stanowisk roboczych, oraz ustaleniu sposobu kontroli i regulacji przebiegu produkcji. Drugi rozpatrywany przedział obejmował sterowanie wg operacji w zależności od form organizacji produkcji jednostek produkcyjnych - gniazd.

3.1. Sposób sterowania produkcją wg części

Cały zbiór części wykonywanych na obróbce mechanicznej podzielony był na dwie grupy.

Pierwszą grupę stanowiły części tzw. prowadzące, drugą grupę części pozostałe.

Do części prowadzących zaliczono pewną liczbę części o długim cyklu produkcyjnym, występujących w cyklogramach wyrobów.

Dla silników 8BAH ujętych jest w cyklogramie wyrobów 29 części z ogółu 899 części rodzajowych, z tego w harmonogramie części prowadzących ujęto 7 części. Odpowiednio dla silników C22 w cyklogramie ujętych jest 20 części z ogółu 1175 części rodzajowych, a w harmonogramie części prowadzących ujęto 10 części.

Części te występowały stale w harmonogramach części prowadzących.

Poza nimi ujmowane były w tych harmonogramach części tzw. "trudne", wykazujące w dłuższym okresie czasu stale opóźnienie w stosunku do potrzeb montażu, a nie występujące w cyklogramach wyrobów.

Terminy zakończenia obróbki ustalone były dla tych części na szczeblu działu produkcji z odpowiednim zróżnicowaniem wg etapów montażu, jednak ustalone wyprzedzenia terminowe nie miały związku z wyprzedzeniami wynikającymi z cyklogramu wyrobu.

Terminy wyznaczone były do numeru wyrobów, natomiast partie obróbcze części obejmowały szacunkowo określone ilości kompletów na wyrób.

Jak z tego wynika w systemie sterowania brak było po-

wiązania między terminami zakończenia partii obróbczych a ustalonymi wyprzedzeniami. Uzgodnienie terminów pozostawiało się działalności dyspozytorskiej na szczeblu wydziału. Faza kontroli i regulacji przebiegu produkcji części prowadzących, poza nielicznymi wyjątkami normatywnie opracowanych przebiegów, obejmowała ustalanie terminów rozpoczęcia obróbki części, jak i terminów zakończenia obróbki na podstawie doświadczenia dyspozytorów. Dla wszystkich pozostałych części, terminy ustalone były przez dyspozytorów rozdzielni w miesięcznych jednostkach terminu, na podstawie harmonogramów, obejmujących cały zbiór części, wykonywanych na obróbkę mechaniczną. W harmonogramach tych podane były numery zleceń bez uwzględnienia ilości części rodzajowych objętych zleceniami i bez określenia kolejności ich wykonywania. Zlecenia odpowiadające partiom obróbczym zróżnicowane były wg typów wyrobów. W silnikach BAH poza tym zróżnicowanie było wg powtarzalności na jeden cylinder oraz wg powtarzalności jednostkowej w wyrobie /części zunifikowanych/. Oddzielnie zlecane były części zapasowe wg typów wyrobów o różnych wielkościach partii obróbczych. Natomiast dla części zamiennych, zlecenia /wielkość partii obróbczych/ odpowiadały indywidualnym zamówieniom odbiorców. Powodowało to konieczność prowadzenia równolegle w produkcji tych samych części w partiach obróbczych, o różnej wielkości i na różne zlecenia. Poza trudnością skoordynowania przebiegu tych części, powodowało to nadmierne obciążenie sekcji emisji dokumentacji wielokrotnym wydawaniem tych samych dokumentów obiegowych na różne bardzo liczne zlecenia. Dokumentacja na odrabianie braków, uzupełniana była indywidualnie na każde zlecenie. Całość takiego podziału na różne zlecenia nie miała większego uzasadnienia. Pomimo ciągłości produkcji na montażu wielkość partii obróbczych ustalona była szacunkowo bez wyliczania cykli produkcyjnych. Okresy realiza-

cji zleceń ustalane były również szacunkowo na:

- 4 miesiące dla części do wyrobów finalnych,
- 3 miesiące dla części zapasowych,
- 1 miesiąc dla części zamiennych,

z równym szacunkowym jednomiesięcznym wyprzedzeniem w stosunku do potrzeb montażu głównego.

Jak wyżej wspomniano harmonogramy nie zawierały informacji odnośnie ilości części rodzajowych objętych zleceniem, jak również ustalonej kolejności wykonywania części. Powodowało to z jednej strony trudności stwierdzenia kompletności otrzymywanej dokumentacji obiegowej na zlecenia, z drugiej strony konieczność umieszczania w planach obróbki mechanicznej na dany miesiąc, ogółu części rodzajowych przypadających na zlecenie, niezależnie od tego, w którym miesiącu / spośród czterech względnie trzech / winny być wykonywane.

Stwarzało to z kolei, szczególnie w pierwszych miesiącach - cyklu wykonywania zlecenia, wielokrotny nadmiar robót w stosunku do przepustowości wydziału. Przy braku przesłanek ustalenia kolejności wykonywania części w fazie regulacji przebiega produkcji, zaistniała konieczność w pierwszym etapie modernizacji, wprowadzenia krótszych niż miesiąc jednostek terminu dla części wg grup odpowiadających ustalonym operacjom montażowym.

Szczegółowym opracowaniem zajmuje się dział głównego technologa.

Pozwoliło to na wyeliminowanie występującej nadmiernej dowolności terminowania części.

Przed modernizacją, przy przyjęciu miesiąca jako jednostki terminu, dowolność terminowania części można by określić następującym wskaźnikiem, np. dla określonego miesiąca z harmonogramu wyrobów były czynne zlecenia:

- 0910930 - obejmowało ostatni miesiąc realizacji - 1
- 0910931 - obejmowało dwa miesiące realizacji - 2
- 0910932 - obejmowało cztery miesiące realizacji - 4

Wobec tego wskaźnik nadmiernej dowolności terminowania wynosił $\frac{7}{3}$, nawet przy sprowadzeniu jednostki terminu do miesiąca.

Nadmiar asortymentu w planach miesięcznych i stopień dowolności powodował w sumie liczne potencjalne zagrożenia niedoboru części na montażu, likwidowane dopiero w opraciu o sygnał montażu.

W tych warunkach faza kontroli i regulacji przebiegu produkcji obejmowała również ustalenie terminów rozpoczęcia i zakończenia obróbki partii części, ustalonych szacunkowo w granicach miesięcznej jednostki terminu.

Terminy ustalał dyspozytor rozdzielni wydziału w porozumieniu z mistrzem, opierając się na szacunkowo określonym cyklu produkcyjnym partii części.

Brak normatywów przebiegu produkcji prowadził do wyłączenia na szacunku opartej regulacji przebiegu produkcji, wymagającej pracochłonnych i częstotliwych zabiegów dyspozytorskich, likwidujących liczne w tych warunkach zakłócenia przebiegu produkcji, tym dotkliwsze, że nie poparte bilansowaniem obciążeń stanowisk roboczych w krótkich okresach czasu.

Z dotychczasowych rozważań przedziału sterowania wg części wynika niedostosowanie systemu sterowania produkcją części do aktualnych warunków produkcyjnych.

Wiąże się to również z rolą magazynów części w cyklu produkcyjnym, nie włączonych dotychczas w układ sterowania.

W całokształcie bieżącego sterowania produkcją magazyn nie odgrywał żadnej roli, stanowił on po prostu "przechodnię" części między obróbką mechaniczną, a montażem. Nie było określonych normatywnie, ani szacunkowo zapasów rezerwowych, ani też na żadnym szczeblu sterowania nie bierano pod uwagę stanów ilościowych części w magazynie przy opracowywaniu planów miesięcznych, czy kwartalnych produkcji części.

W warunkach ciągłej, powtarzalnej produkcji, w zmodernizowanym systemie sterowania - magazyn będzie spełniał rolę

amortyzatora, wyrównującego ewentualne opóźnienie w produkcji części, co osiągnięte zostanie poprzez normatywne określenie zapasów rezerwowych.

Z analizy warunków asortymentowych wyrobów finalnych wynika ciągłość i powtarzalność produkcji wyrobów finalnych w dłuższych okresach czasu.

Właściwym systemem dla tych warunków jest system wyprzedzeń ilościowych - bliżej system zapasów netto.

Dla wprowadzenia systemu, niezbędne było opracowanie szeregu danych normatywnych na szczeblu technicznego przygotowania produkcji, przy docelowym wykorzystaniu elektronicznej techniki obliczeniowej.

Obecnie w fabryce ustala się ekonomiczne wielkości partii obróbczych części, w celu wyeliminowania dotychczas stosowanych różnorodnych podziałów na partie obróbcze i wylicza się ich cykle produkcyjne, z uwzględnieniem przerw międzyoperacyjnych, w zależności od lokalizacji kolejnych operacji technologicznych.

Obliczone cykle produkcyjne części, naniesione zostaną na dokumentację warsztatową w postaci liczby dni cyklu produkcyjnego.

Uwzględniony zostanie również rytm partii obróbczych części, określający okres powtarzalności ich wykonania.

Nieodzownym warunkiem prawidłowego funkcjonowania systemu jest normatywne określenie zapasów produkcji w toku:

- zapasów technologicznych występujących w cyklu produkcyjnym gniazda,
- zapasów rezerwowych, określających minimalny stan części w magazynach międzywydziałowych,
- zapasów technologicznych montażu.

Obliczenie tych wielkości normatywnych pozwala na wprowadzenie systemu sterowania wg części dla wszystkich jednostek produkcyjnych /gniazd/ niezależnie od występującej formy organizacji produkcji /model urządzenia - tablica Nr 3/. Przebieg produkcji dla gniazd potokowych zostanie normatywnie ustalony na szczeblu technicznego przygotowania produkcji w postaci harmonogramów wzorco-

wych gniazd.

Urządzenie do sterowania procesem produkcji wg części, zawiera informacje dotyczące asortymentu części i normatywy wykorzystywane bezpośrednio w trakcie bieżącego sterowania procesem produkcyjnym partii części.

Warunki brzegowe dla okresu objętego harmonogramem, obejmują początkowe zabezpieczenie w robotach w toku w gnieździe, oraz części przewidziane na zbył poza zabezpieczeniem montażu.

Wg dni kalendarzowych rozłożono spływ wyrobu finalnego, narastająco od początku miesiąca wg tempa produkcji montażu.

Dla każdej części prowadzone są dwa wykresy liniowe, stanu zabezpieczenia netto w przygotowkach i wykres stanu zabezpieczenia netto w częściach gotowych.

W ten sposób powstaje synoptyczny obraz pomiędzy wykresem zapasu, a zapotrzebowaniem montażu.

Nad wykresami liniowymi, wielkość partii przygotówek lub części gotowych, wyznaczonych w skali tempa zużycia części przez montaż, zapisujemy w postaci ułamka.

Licznik oznacza dla przygotówek wielkość partii uruchomionej, a dla części gotowych-wielkość partii obróbowej dostarczonej do magazynu.

Mianownik przedstawia ilość części wykonywanych od początku okresu odpowiednio dla przygotówek i części gotowych. Ułamki te wpisywane są pod datą harmonogramu, w której uruchomiono lub dostarczone do magazynu partię części.

Każda dostawa części gotowych, lub przygotówek wykreślona jest pałeczką, obrazującą zabezpieczenie montażu na określony dzień kalendarzowy, z potrąceniem zapasów normalnych /Zn/.

Koniec wykresu liniowego automatycznie wyznacza terminy uruchomienia i spływu następnej partii części oraz podaje obraz ewentualnych zagrożeń w chwili obserwacji.

Pozwala to na decentralizację sterowania do gniazd przedmiotowych.

HCP - W9

Model urządzenia do sterowania procesem produkcji wg metody Zopoulos - netto

W91	W9	1999r	18	004	08C22
W92	Grado	m-c	rok	procent	W93

Nazwa	Nr rys.	Widoczność do zespołu	St. montażowy	Normatywny			Mocność			Hormonogram																			
				Wzrost	Ciężar	Temperatura	Wzrost	Temperatura	Wzrost	1		2		3		4		5		6		7		8		9		10	
1	1-104	1-100	1	162	49	1	162	49	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
2	1-104	1-100	1	162	49	1	162	49	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
3	1-104	1-100	1	162	49	1	162	49	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
4	1-104	1-100	1	162	49	1	162	49	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
5	1-104	1-100	1	162	49	1	162	49	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
6	1-104	1-100	1	162	49	1	162	49	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
7	1-104	1-100	1	162	49	1	162	49	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
8	1-104	1-100	1	162	49	1	162	49	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
9	1-104	1-100	1	162	49	1	162	49	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1

Tabela nr. 3

 $Z_1 = Z_2 - Z_3$
 $Z_{m1} = Z_1 - Z_2$
 $Z_{m2} = Z_2 - Z_3$
 $Z_{m1} = Z_1 - Z_2$
 $Z_{m2} = Z_2 - Z_3$
 $Z_1 = Z_2 - Z_3$

sion rozdziałowy

Zmiana

Dyspozytor na podstawie bieżącego prowadzenia harmonogramu, posiada pełne rozeznanie w aktualnych potrzebach montażu, oraz kolejności wykonywanych części.

W przypadku wystąpienia braków nienaprawialnych, odrobienie ich następuje okresowo w wielkości normalnej partii obróbozej dla danej części.

Różnorodność zleceń na poszczególne asortymenty wyrobów oraz części zapasowe i zamiennie zastąpione zostają rocznym zleceniem magazynowym wg części rozliczanych wg kosztu normatywnego na wyroby i inne zlecenia zewnętrzne.

1.2. Sposób sterowania wg operacji

Sterowanie wg operacji do tej pory nie jest zróżnicowane wg form organizacji produkcji gniazd, gdyż normatywy przebiegu produkcji dla gniazd potokowych są w trakcie opracowywania.

Faza kontroli i regulacji obejmuje zarówno ustalenie terminów rozpoczęcia jak i zakończenia operacji, odbywających się na podstawie karty obiegowej i doświadczenia mistrza.

Podstawa jest plan wg części, w których szacunkowo ustalono termin zakończenia obróbki partii części.

Kontrolę przebiegu produkcji wg operacji prowadzi dyspozytor na podstawie zapisów w kartotece, rejestrując wydane karty robocze na kolejne operacje.

Usprawnienie systemu sterowania wg operacji polega na ustaleniu normatywów sterowania wg operacji i zastosowaniu urządzeń orgatechnicznych.

Sterowanie wg operacji zróżnicowane będzie wg form organizacji produkcji. W gniazdach potokowych, ustalanie terminów odbywać się będzie na szczeblu technicznego przygotowania produkcji na harmonogramach wzorcowych.

Dla gniazd przedmiotowo specjalizowanych niepotokowych, ustalanie terminów dla operacji, wraz z bilansowaniem obciążeń grup stanowisk roboczych wzajemnie zastępowalnych w krótkich okresach czasu, prowadzone będzie na tablicy planistycznej.

Stanowić to będzie wizualne przedstawienie rozkładu robót, połączone z bilansowaniem obciążeń stanowisk roboczych. Tablica planistyczna stanowi elastyczną odmianę wykresów liniowych pozwalającą na szybkie i proste korygowanie zmian w planach produkcyjnych. Dyspozytor rozdzielni na podstawie harmonogramu wykonania części /tablica Nr 3/ w przewidywanym terminie uruchamia wykonanie partii obróbczej części, wkładając karty robocze w odpowiednie kieszenie tablicy planistycznej /tablica Nr 4/ wg wskazanej na karcie roboczej lokalizacji wykonania operacji. Po zsunięciu "koników" następuje automatyczne wyznaczanie terminu wykonania operacji.

W przypadku potrzebnych zmian w kolejności wykonania robót dokonuje się przesunięć kart roboczych, wyznaczając tym samym nowe terminy wykonania operacji.

Terminy wykonania operacji automatycznie odczytywane są w główce tablicy.

Każdorazowo w tym przypadku zaplanowane terminy mają w pełni pokrycie w zdolności produkcyjnej stanowisk roboczych, ponieważ na tablicy planistycznej zbilansowane zostało obciążenie stanowisk roboczych. Okresem, dla którego przyjęto ustalanie zadań na tablicy planistycznej, jest jedna dekada.

Porównanie sposobu sterowania produkcją części przed i po modernizacji przedstawiono w tabeli nr 5.

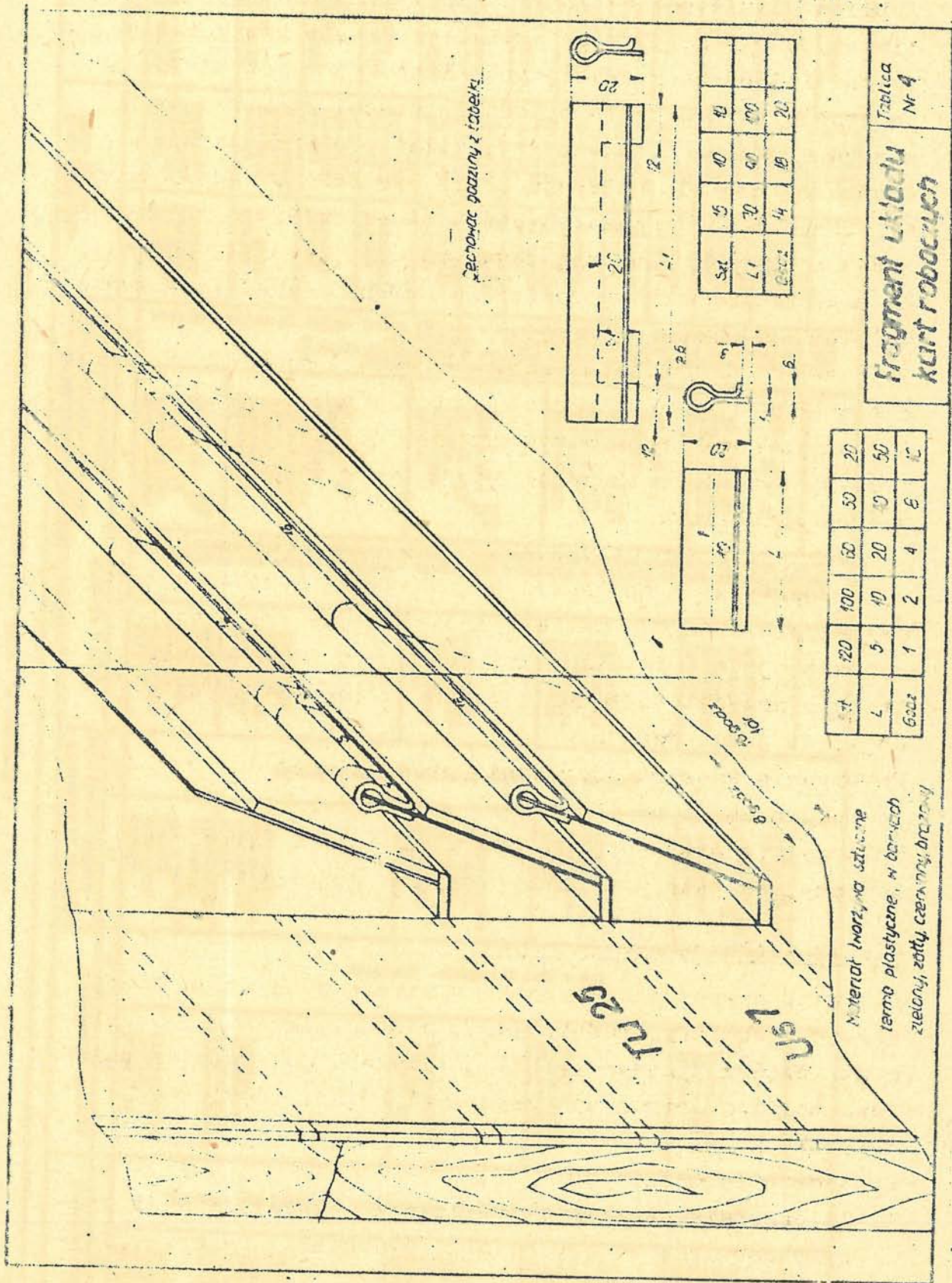
Kolumny nieparzyste przedstawiają stan po modernizacji. Kolumny parzyste przedstawiają stan przed modernizacją.

4. Efekty techniczno-ekonomiczne

W wyniku przeprowadzonych i przewidywanych zmian w zakresie struktury produkcyjnej, nastąpi zawężenie asortymentu części wykonywanych w gniazdach, jak również ustalone zostaną normatywne przebiegi części w gniazdach potokowych.

Prowadzić to będzie do:

1. Zwiększenia stopnia stabilizacji i specjalizacji pracy stanowisk roboczych, stworzy warunki do systematy-



[illegible]

cznego wzrostu wydajności pracy i zmniejszenia wskaźnika strat na braki.

2. Skrócenia czasów przygotowawczo-zakończeniowych, głównie po wprowadzeniu grupowej obróbki części.
3. Skrócenia dróg transportowych części i lepszego wykorzystania środków transportowych.
4. Skrócenia przerw międzyoperacyjnych.
5. Wzrostu wskaźnika wykorzystania maszyn i urządzeń.
6. Usprawnienia bieżącego sterowania produkcją przez wprowadzenie normatywnych przebiegów części dla gniazd o wyższych formach organizacji produkcji /gniazd potokowych/.

W wyniku wprowadzenia omawianego systemu sterowania produkcją przewiduje się następujące efekty:

1. Normatywne ustalenie zapasów robót w toku, pozwala na natychmiastowe korekty w przypadku niedoboru lub nadmiaru robót w toku.
2. Wprowadzenie jednolitego systemu sterowania produkcją wg części likwiduje nadmierną dowolność w ustalaniu programów miesięcznych części, poprzez regulację przebiegu produkcji na podstawie określonych zapasów zabezpieczających i tempa produkcji montażu.
3. Ograniczenie emisji dokumentacji do normalnych wielkości partii obróbczych niezależnie od przeznaczenia części.
4. Równomierne wykorzystanie środków produkcji przez odpowiednie rozłożenie zadań w czasie.
5. Zwiększenie rytmiczności spływu części zapewniających nieprzerwany tok pracy montażu.
6. Usprawnienie organizacji pracy stanowisk roboczych, poprzez likwidację nierównomiernych zapasów przy stanowiskach roboczych i poprawienie warunków BHP.
7. Decentralizację sterowania procesem produkcji do gniazd przedmiotowych zwiększającą odpowiedzialność dozoru za:
 - jakość produkcji,
 - ilość produkcji i terminy wykonania.

Wykaz symboli

DH	- chwila obserwacji
DNcz	- termin zakończenia wykonania części
DN _o	- termin zakończenia wykonania operacji
dr	- dni robocze
f _{sr}	- średni wskaźnik zmienności obciążenia stanowisk roboczych
K	- wskaźnik korygujący wielkość zapasu rezerwowego
$\bar{l}_{rez}$	- założona rezerwa w dniach roboczych na braki i trudności organizacyjne
$\bar{l}_s$	- cykl produkcyjny partii części
$\bar{l}_{no}$	- wyprzedzenie produkcyjne operacji
m	- liczba detalooperacji
n	- wielkość partii części
P	- tempo produkcji kompletów na godzinę
P _{cz}	- tempo produkcji części
P _t	- program produkcji części zamiennych w danym okresie
R _s	- rytm partii części
r	- liczba stanowisk roboczych
Z _z	- zapas zabezpieczający
Z _f	- zapas faktyczny
Z _n	- zapas normalny
Z _{nu}	- zapas normalny uruchomienia
Z _{nz}	- zapas normalny zakończenia
Z _t	- zapas technologiczny
Z _{to}	- zapas technologiczny w cyklu produkcyjnym obróbki
Z _{tm}	- zapas technologiczny montażu
Z _{rez}	- zapas rezerwowy

mgr inż. Andrzej Neyman

PLANOWANIE PRODUKCJI W POZNAŃSKIEJ FABRYCE WODOMIERZY I GAZOMIERZY "POWOGAZ" W POZNANIU

1. Wstęp

Celem niniejszego opracowania jest przedstawienie organizatorom produkcji pewnych osiągnięć w dziedzinie kierowania przebiegiem produkcji, uzyskanych na drodze modernizacji istniejącego systemu planowania produkcji w Poznańskiej Fabryce Wodomierzy i Gazomierzy "Powogaz" w Poznaniu.

W krótkim referacie nie sposób omówić szczegółowo wszystkich elementów przyjętego systemu; dlatego wydaje się słuszone pokazanie rzeczy, zdaniem autora referatu, najciekawszych.

Zaliczyć tu można przyjęte rozwiązanie sterowania produkcją części. Temu też tematowi głównie poświęcony jest referat, a zagadnienia zające się z planowaniem i regulacją produkcji części, jak np. planowanie produkcji wyrobów finalnych, podane są zaledwie szkicowo.

Oczywiście przedstawione rozwiązania należy widzieć na tle konkretnych warunków produkcyjnych i traktować jako jeden z przypadków doboru i dostosowania metod i odmian bieżącego sterowania produkcją.

2. Charakterystyka warunków produkcyjnych

2.1. Charakterystyka konstrukcyjna wyrobów.

Wyroby produkowane przez "Powogaz" przeznaczone są do zaspakajania w głównej mierze potrzeb resortu gospodarki komunalnej w kraju. Z tego też powodu występuje duże ich zróżnicowanie pod względem przeznaczenia, potrzeb ilościowych, złożoności konstrukcji, gabarytów i ciężaru.

Rozbieżności w tym zakresie przedstawiają się następująco:

- Przeznaczenie: wodomierze, przepływomierze do ścieków, urządzenia do dozowania środków chemicznych gazowych i ciekłych do dezynfekcji wód, elementy instalacji wodociągowej, agregaty miernicze do wzorcowania wodomierzy, taksometry, automaty do sprzedaży biletów tramwajowych i inna drobna aparatura hańdź przyrządy.
- Roczny program produkcyjny: od kilku sztuk do kilku tysięcy sztuk.
- Złożoność konstrukcji: liczba części rodzajowych w jednym wyrobie - od kilku do kilkuset sztuk.
- Wymiary gabarytowe: od kilkudziesięciu do kilku tysięcy milimetrów w odniesieniu do długości, szerokości i wysokości wyrobu.
- Ciężar wyrobu: od kilku kilogramów do około 5-ciu ton.
- Stosowane klasy dokładności:
 - części mechanizmów i liczydeł - 7 klasa
 - obudowy i części odlewane - 8 klasa
 - obudowy i części spawane - 12 klasa.

Rocznie uruchamia się produkcję 1 - 2 nowych wyrobów oraz kilku wyrobów zmodernizowanych lub w specjalnym wykonaniu, wynikającym głównie z życzeń odbiorców zagranicznych.

Poszczególne grupy wyrobów objęte są unifikacją części, przy czym dla wodomierzy, chloratorów i nawiertek stopień zunifikowania w ramach każdej z tych grup asortymentowych wyraża się stosunkowo wysokimi wskaźnikami

- do 50 % części rodzajowych.

Udział części normalnych w niektórych wyrobach sięga do 40 % części rodzajowych, przy uwzględnieniu norm zakładowych.

2.2. Charakterystyka technologiczna.

Stosowane procesy technologiczne:

- odlewanie piaskowe, kokilowe i odśrodkowe metali nieżelaznych,
- obróbka wiórowa metali i tworzyw sztucznych,
- obróbka plastyczna metali i tworzyw sztucznych,
- obróbka termiczna metali,
- spawanie metali i tworzyw sztucznych,

- obróbka powierzchniowa: pokrycia galwaniczne, chemiczne i malarskie
- emaliowanie tarcz cyfrowych,
- montaż podzespołów i zespołów - ręczny i zmechanizowany,
- montaż ostateczny wyrobów,
- wzorcowanie i próby wyrobów,
- legalizacja wyrobów.

Marszruta technologiczna:

- średnio dla części przypada 5 operacji obróbczych,
- operacje te wykonywane są średnio w 3-ch oddziałach,
- kontrola międzyoperacyjna prowadzona jest w pełnym zakresie,
- wszystkie wyroby podlegają kontroli ostatecznej, a ponadto wodomierze i taksometry podlegają legalizacji przez Urząd Jakości i Miar.

Kooperacja bierna obejmuje:

- odlewy żeliwne,
- odlewy ciśnieniowe z aluminium,
- odkuwki z metali nieżelaznych,
- półfabrykaty z tworzyw sztucznych,
- szkło techniczne,
- tabliczki znamionowe i firmowe.

2.3. Typ produkcji, struktura produkcji i organizacja służby produkcji.

W "Powogazie" nie występuje masowa i wielkoseryjna produkcja żadnego z wyrobów.

Nie ma ciągłości montażu, wyroby montowane są w partiach powtarzających się przeciętnie 2 - 3 razy w roku. Wyjątek stanowi produkcja taksometrów, wykonywanych w 12-tu partiach w roku, lecz i tu montaż nie odbywa się w sposób ciągły.

Średni wskaźnik zmienności obciążenia stanowisk roboczych dla wyrobów zawarty jest w granicach:

$$25 \leq f_{sr} \leq 1034$$

przy czym dla wyrobów składających się na około 80 % rocznej wartości produkcji:

$$25 \leq f_{sr} \leq 147$$

W oddziale obróbki najkorzystniej kształtuje się wskaźnik obciążenia dla stanowisk roboczych wydzielonych do obróbki odlewów żeliwnych, jednak jest również wysoki i zawiera się w granicach:

$$16 \leq f \leq 40$$

W oddziale obróbki występuje wyłącznie struktura produkcyjna technologiczna uzasadniona głównie typem produkcji i konieczną uniwersalnością parku obrabiarkowego przy dużej zmienności asortymentu produkcji w poszczególnych latach.

W odcinkach montażowych występuje struktura przedmiotowo-technologiczna; odcinki specjalizowane są przedmiotowo wg montowanych wyrobów, wewnątrz odcinków występuje specjalizacja technologiczna wg kolejnych faz montażu.

Organizacja służby produkcji przedstawiona jest na wy-cinku schematu organizacyjnego Fabryki i, ponieważ funkcja komórek produkcyjnych określona jest jednoznacznie przez ich nazwy, dodatkowe objaśnienia schematu wydają się zbędne /patrz rysunek nr 1/.

2.4. Wpływ warunków produkcyjnych na kierowanie produkcją w "Powogazie".

Cechą charakterystyczną dla "Powogazu", rzutującą na jego działalność, jest praca przy otwartym portfelu zamówień.

Dla przykładu można podać, że w okresie opracowywania programu rocznego dla bieżącego roku, tj. pod koniec II kwartału ubiegłego roku, zaledwie 50% planowanej wartości produkcji było pokryte zamówieniami. Z początkiem bieżącego roku istniało jeszcze około 30% rezerw w wartości produkcji przyjętej do planu rocznego. Taka sytuacja wymaga bardzo elastycznej pracy Fabryki i systemu planowania produkcji, umożliwiającego szybkie dostosowywanie się do zmieniającego się w poszczególnych miesiącach asortymentu produkcji.

Duże trudności w sterowaniu produkcją stwarza liczny asortyment części /około 6.000 części rodzajowych/ ,

będący następstwem szerokiego asortymentu wyrobów i ich złożoności. Sytuację dodatkowo komplikuje mała seryjność produkcji, tak wyrobów, jak i części, oraz długie okresy czasu oddzielające uruchomienia kolejnych partii.

W sterowaniu przebiegiem produkcji wg operacji złożoność zadań określają głównie: duża zmienność obciążenia stanowisk roboczych dochodząca często do 3 przebrojeń obrabiarki w ciągu zmiany roboczej, skomplikowana marszruta technologiczna wynikająca z technologicznej struktury jednostek produkcyjnych i odrabianie części "za braki". Momentami korzystnymi dla sterowania produkcją są niewątpliwie: daleko posunięta unifikacja części w kilku grupach wyrobów oraz powtarzalność produkcji wyrobów w ciągu kilku kolejnych lat.

W takich warunkach powstają szczególne trudności, aby system sterowania produkcją wg części zapewnił panowanie nad utrzymaniem właściwych zapasów produkcji w toku.

W okresach przerw w montażu wyrobów nie mogą zalegać w magazynach zapasy części zbędnych w tym czasie. Ponadto stale trwający proces modernizacji wyrobów musi być mocno powiązany z planowaniem produkcji części dla uniknięcia tworzenia się zapasów części, które w określonym czasie będą wycofane z produkcji.

3. Dotychczasowy system planowania produkcji i próby jego usprawnienia.

Zgodnie z przyjętym na wstępie założeniem dalsze rozważania koncentrować się będą na zagadnieniach sterowania produkcją wg części w okresie przed modernizacją, a następnie-po modernizacji.

W opraciu o kwartalny plan produkcji towarowej sporządzono w dziale produkcji plan produkcji części.

W stosowanych wyprzedzeniach terminowych przyjęto założenie, że części powinny być wykonane w miesiącu poprzedzającym montaż wyrobów, a przygotówki w miesiącu poprzedzającym wykonanie części. Przy takich założeniach cykl produkcji wyrobów wynosił w każdym przypadku trzy miesiące, choć w wielu przypadkach mógł być znacznie krótszy.

W miesięcznych planach produkcji części nie nadawano poszczególnym robotom terminów wykonania, pozostawiając warsztatowi swobodę w ustalaniu pilności robót w ramach miesiąca.

Z czasem na dokumentację warsztatową naniesiono długość cyklu wykonania partii poszczególnych części, co pozwalało orientować się, kiedy należy daną robotę uruchomić, aby zakończyć ją w planowanym miesiącu.

Części wykonywano w kompletach na miesięczną partię montażową wyrobów.

Braki produkcyjne uzupełniano przy każdej partii obróbkowej części.

Pierwszym etapem usprawnienia było wprowadzenie produkcji części i podzespołów do taksometrów na magazyn półfabrykatów, co łączyło się z objęciem produkcji taksometrów "remanentową"^{X/} kalkulacją kosztów. Części do taksometrów zaczęto wytwarzać w partiach ekonomicznych, nie pokrywających się z partiami montażowymi.

W magazynach utworzono zapasy rezerwowe części na opóźnione dostawy z obróbki i na pokrycie braków produkcyjnych występujących w montażu.

^{X/} Remanentowa kalkulacja kosztów stanowi w przemyśle maszynowym uproszczenie: kalkulacji zleceńowej. Polega ona na tym, że zamiast oddzielnego kalkulowania poszczególnych zleceń, uruchamianych w ciągu okresu sprawozdawczego, kalkuluje się produkcję gotową całego okresu, bez względu na ilość uruchomionych w danym okresie partii wyrobów. Produkcję tę kalkuluje się w oparciu o okresową inwentaryzację i wycenę produkcji, w toku i półfabrykatów. Kalkulacja ta ma zastosowanie przy produkcji masowej oraz seryjnej powtarzalnej, kiedy uruchamia się w okresie sprawozdawczym szereg partii tego samego wyrobu.

Następnym etapem było rozpoczęcie produkcji na magazyn drobnych części wspólnych do wodomierzy różnych typów i wielkości oraz części z tworzyw sztucznych i surowych odlewów z metali nieżelaznych. Części te objęte normatywnym rachunkiem kosztów.

W międzyczasie wydzielono w dziale produkcji sekcję emisji dokumentacji warsztatowej i sekcję planowania warsztatowego. Do powielania dokumentacji zastosowano powielacz rządzący, usprawniając tym sposobem jej emisję. Planistów, którzy do tego czasu wystawiali również dokumentację warsztatową na prowadzony przez siebie asortyment wyrobów, zwolniono od wykonywania czynności nie związanych z ich funkcją.

Poczyniono szereg różnych usprawnień prac planistycznych oraz emisji i obiegu dokumentacji warsztatowej. Osiągnięty stan organizacyjny w planowaniu produkcji nie zapewnił jednak możliwości sprostania rosnącym zadaniom. Znaczny wzrost produkcji, rozszerzenie asortymentu wyrobów i części zamiennych oraz wysokie wymagania stawiane Fabryce w zakresie obniżki kosztów wytwarzania zmusiły Fabrykę do kompleksowej analizy systemu planowania produkcji i jego radykalnych zmian na wszystkich szczeblach.

Obecnie w Fabryce odbywa się wdrażanie nowego systemu planowania produkcji. Należy zaznaczyć, że jest on rozwinięciem dotychczasowych osiągnięć i bazuje na doświadczeniach zdobytych w ciągu kilku lat poszukiwań i prób.

Obecny system powstał we współpracy z Katedrą Ekonomiki i Organizacji Przemysłu Politechniki Poznańskiej oraz w oparciu o systematykę metod i odmian bieżącego sterowania produkcją opracowaną przez dr inż. Jerzego Boszko z tejże Katedry.

. Zmodernizowany system planowania produkcji.

.1. Wprowadzenie.

Sekcja planowania warsztatowego otrzymuje z działu planowania, z 4-miesięcznym wyprzedzeniem w stosunku do spływu wyrobów finalnych, miesięczne plany produkcji towarowej, dla których dokonano wstępnego zbilansowania obciążeń z dysponowanym czasem pracy grup stanowisk roboczych wzajemnie zastępowalnych.

Sekcja planowania warsztatowego rozkłada, w oparciu o bilans obciążeń stanowisk montażowych, zadania montażowe na 3-dniowe jednostki czasu wg cyklogramów i pracochłonności operacji montażowych. Na tak powstałym planie montażu ustala się terminy zakończenia dla wyrobów finalnych.

Następnym etapem w pracach planistycznych jest zaplanowanie produkcji części w ilościach i terminach zapewniających zabezpieczenie planowanego przebiegu montażu.

Zdecydowano się na wprowadzenie do zmodernizowanego systemu planowania trzech metod planowania produkcji części, a mianowicie:

1. metody numerów kompletów, a ściślej mówiąc jej odmiany wg partii produkcyjnych,
2. metody zapasów z jej odmianami brutto i netto,
3. metody zleceń.

Stosowanie równolegle trzech metod planowania wynika głównie z podziału produkowanych części na trzy podstawowe grupy:

- części przekazywane bezpośrednio na montaż /do magazynu kompletacyjnego/ ,
- części przekazywana do magazynów akumulacyjnych na wielokrotne pobrania lub dostawy i na przesunięcie, w fazie w stosunku do montażu wyrobów gotowych,
- części przekazywane bezpośrednio do magazynu wyrobów gotowych jako części zamienne.

W następnym podrozdziale przedstawiono sposób klasyfikacji części do grup i podgrup, z którymi powiązane

są odpowiednie metody planowania, a w dalszej części referatu omówione są szczegółowo praktyczne rozwiązania samych metod.

4.2. Klasyfikacja części

Pod określeniem "części" należy rozumieć wszystkie pojedyncze części i podzespoły /składające się z 2 ÷ 5 pojedynczych części łączonych na stałe przez rolowanie, nitowanie, zalewanie tworzywem sztucznym itp./ oraz dwa rodzaje przygotówek: odlewy nieobrobione z metali nieżelaznych i wtopki do części z tworzyw sztucznych /np. z polistyrenu/, składające się na wyroby objęte programem produkcyjnym.

Wyróżnia się 7 grup klasyfikacyjnych części wg kryteriów przedstawionych w tabeli 1 w kol. 2. Wyodrębnienie grup 3, 5 i 6 wynika z następujących przyczyn:

- grupa 3 /części z tworzyw sztucznych/ i grupa 5 /odlewy/ wyróżniają się systemem dobowych rozliczeń zużycia materiałów w oddziale odlewni i odcinku tworzyw sztucznych;
- grupa 6 /części do taksometrów/ wyróżnia się przynależnością tylko do jednego wyrobu produkowanego względnie ciągle w powtarzających się wielkościach partii.

Części w grupach sklasyfikowane są do podgrup wg dwóch kryteriów:

1. wartości /ceny/ części,
2. stopnia powtarzalności produkcji części i wyrobów, do których dane części wchodzi.

Ad 1. Zakłada się podział części w grupach na części: drobne, średnie i wiodące.

Do części drobnych zaliczyć można części, dla których wartość /cena/ 1 sztuki gotowej części jest niższa od ustalonej wartości granicznej /patrz rys. Nr 2/

$$C \leq C_{g2} \quad \text{/przedział C/}$$

Do części średnich zalicza się części, dla których

$$C_{g2} \leq C \leq C_{g1} \quad \text{/przedział B/}$$

Dla części wiodących

$$C > C_{g1} \quad \text{/przedział A/}$$

Takie ustalenia oparto na założeniu, że dla przeciętnych^{x/} przedsiębiorstw przemysłu maszynowego rozkład wartości części w stosunku do ich asortymentu przedstawia się następująco:

- 10 % części /grupa A/ decyduje o 70 % wartości produkcji
- 30 % części /grupa B/ decyduje o 20 % wartości produkcji
- 60 % części /grupa C/ decyduje o 10 % wartości produkcji.

Dla części grupy A należy stosować metodę planowania zapewniającą małe zapasy części w robotach w toku.

Inaczej można potraktować części grupy B, gdzie dopuszczalne zapasy mogą być większe i metoda bieżącego sterowania może być mniej precyzyjna niż dla części grupy A. Części grupy C, która reprezentuje najszerszą nomenklaturę, lecz o najmniejszych wartościach, mogą być produkowane na sygnały o wyczerpujących się zapasach magazynowych, a nawet znaczny ich zapas nie wiąże dużej ilości środków i ta metoda planowania jest najprostsza w użytkowaniu.

Ad 2. Aby rozszerzyć zakres planowania części metodą zapasów poza dotychczas nią objęte tylko części do taksonometrów, przyjęto, że mogą nią być objęte średnie i drobne części ze wszystkich grup spełniające następujące warunki:

1. Dla części oryginalnych

$$N_k \geq 10 N_{ek}$$

$$n_k \geq 10 n_{ek}$$

przy czym

N_k - seria konstrukcyjna wyrobów liczona od początku do końca produkcji danego wyrobu w nie zmienionej wersji konstrukcyjnej

n_k - seria konstrukcyjna części

N_{ek} - ekonomiczna wielkość serii produkcyjnej wyrobów

n_{ek} - jw., lecz części.

^{x/} John L. Burbidge: Zasady organizacji produkcji.

Jest to równoznaczne, przy przyjęciu N_k i n_k dla okresu 5 lat, z dwukrotną co najmniej powtarzalnością partii wyrobów i partii części w roku.

2. Dla części zunifikowanych:

$$n_k \geq 10 n_{ek}$$

$$n_k = \sum_{i=1}^{i=a_f} N_{ki} \cdot d_i$$

gdzie:

d - powtarzalność części w wyrobie

a_f - liczba wyrobów, do których wchodzi dana część.

W tabeli 1 przedstawiono zależności między grupami klasyfikacyjnymi a metodami sterowania produkcją części. W zasadzie tabela daje pełen obraz przyjętego systemu sterowania produkcją części w "Powogazie", jednak warto zwrócić uwagę na pewne szczegóły systemu, a mianowicie na przyjęte modele sterowania. Omówieniu ich poświęcone są następujące podrozdziały.

4.3. Modele sterowania produkcją części.

4.3.1. Model sterowania dla metody numerów kompletów wg partii produkcyjnych.

Części objęte planowaniem wg metody numerów kompletów wykonuje się w kompletach na partię wyrobów lub w przypadku części zunifikowanych w kompletach na partię kilku różnych wyrobów.

Wielkość partii obróbczej wynosi:

$$n_0 = n_p = N_p \cdot d$$

gdzie:

n_p - seria produkcyjna części

N_p - seria produkcyjna wyrobów wykonywana względnie ciągle na montażu lub dla części zunifikowanych:

$$n_0 = n_p = \sum_{i=1}^{i=a_n} N_{pi} \cdot d_i$$

Na pokrycie powstałych braków produkcyjnych uruchamianie się na podstawie kart braków oddzielne partie po zakończeniu ostatniej operacji obróbczej na partii części.

Ustalanie terminów dla partii części odbywa się w oparciu o szczegółowe cyklogramy wyrobów, opracowane w ramach technicznego przygotowania produkcji dla części objętych omawianą metodą wg zależności określonej wzorem:

$$D_{np} = D_Np - T_{cz}$$

gdzie:

D_{np} - termin zakończenia partii części

D_Np - termin zakończenia partii wyrobów

T_{cz} - wyprzedzenie zakończenia części.

przy czym dla części zunifikowanych przyjmuje się D_Np dla partii wyrobów, która ma być najwcześniej zakończona w okresie ciągłości zużycia danych części w montażu.

Dla metody numerów kompletów ewidencja przebiegu produkcji prowadzona jest w sekcji planowania warsztatowego na cyklogramach sporządzonych dla serii N_p wyrobów.

4.3.2. Model planowania wg metody zapasów brutto

Na wstępie należy podkreślić szczególne warunki zastosowania zapasów brutto w "Powogazie". Metoda ta została zastosowana do części, dla których występują znaczne okresy nieciągłości ich zużycia do montażu. Na te okresy zapasy części w magazynach ulegają "wygaszaniu".

Narzędziem planistycznym do planowania produkcji części wg metody zapasów brutto jest harmonogram przebiegu produkcji części wzór P101, obejmujący okres kwartału /24 3-dniowych jednostek terminu/. Jest to wzór uniwersalny dla metody brutto i netto i różny jest jedynie sposób posługiwania się nim dla każdej z tych metod. Harmonogram prowadzi się w jednym egzemplarzu w dziale produkcji, gdzie jest w zasadzie scentralizowane sterowanie produkcją wg części. Harmonogram przebiegu produkcji części zaprowadzony dla metody brutto przedstawia tabela Nr 2.

W hoczku harmonogramu wpisuje planista wartości liczbowe normatywów planowania, zaczerpnięte z albumu normatywów.

Są nimi:

- statystycznie ustalony współczynnik braków produkcyjnych

$$b = b_0 + b_m$$

gdzie

b_0 - współczynnik braków dla obróbki

b_m - współczynnik braków dla montażu;

- długość cyklu produkcyjnego T_s dla partii obróbczej części n_{org} w jednostkach terminu;
- długość okresu zabezpieczenia T_{rez} na nieterminową dostawę części do magazynu

$$T_{rez} = k_{rez} \cdot T_s$$

/dla przykładu na rys. 3 przyjęto $k_{rez} = 0,3/$;

- długość okresów T_m przehywania części w cyklu montażowym wyrobu;
- wielkość partii obróbczej n_{org} części,

Do obliczenia przez planistę pozostają:

- wyprzedzenie całkowite T_u uruchomienia partii obróbczej części, przy czym

$$T_u = T_s + T_{rez} + T_m;$$

- wielkość zapasu normalnego w magazynie Z_n , na który w przypadku metody brutto składa się tylko nadwyżka części na pokrycie braków i wobec tego

$$Z_n = Z_b = P_{cz} \cdot b$$

przy czym

P_{cz} - program produkcji części dla okresu względnej ciągłości zużycia części w montażu;

- wielkość zapasu zabezpieczającego Z_{zab} na pokrycie braków na podstawie wzoru:

$$Z_{zab} = Z_f - Z_b$$

przy czym wielkość zapasu faktycznego Z_f ustala planista na podstawie kartoteki magazynowej przed rozpoczęciem uruchomienia produkcji danej pozycji części na kolejny okres ciągłości zużycia tych części w montażu.

Zapas faktyczny stanowią wtedy ewentualne pozostałości części z naddatku na braki z poprzedniego okresu.

Na arkuszu harmonogramu dla każdej pozycji części przeznaczone są cztery wiersze dla rejestracji i śledzenia przebiegu produkcji.

W pierwszym wierszu od góry, z trzymiesięcznym wyprzedzeniem, wg planu montażu wpisuje planista zużycie części w montażu i na części zamienne w jednostkach terminów i narastająco.

W drugim wierszu rejestruje liczbowo i wykreślnie /w skali zużycia części/ uruchomienia partii obróbczych.

Uruchamiając pierwszą partię planista koryguje jej wielkość w górę lub w dół:

$$n_1 = n_{org} + /z_b - z_p/$$

Do rejestracji produkcji uruchomionej narastająco i wykreślnie dodaje wartość zapasu faktycznego Z_f .

Chcąc ustalić termin uruchomienia partii, planista cofa się od jednostki terminu, dla której nie ma pełnego zabezpieczenia w części o długości τ_u w jednostkach terminu i znakiem ∇ oznacza termin uruchomienia oraz kolejny numer partii obróbczej.

Uruchamiając partię zaznacza wykreślnie pałeczką zapas uruchomienia przeciągając pałeczkę do numeru określonego liczbowo narastająco w tym wierszu i w podany wyżej sposób oznacza termin uruchomienia następnej partii.

Jednocześnie w trzecim wierszu znakiem ∇ oznacza planowany termin spływu partii gotowych części, wyliczając go z wzoru:

$$D_{nz} = D_{nu} + \tau_s$$

gdzie:

D_{nz} - termin zakończenia partii części

D_{nu} - termin uruchomienia partii części

τ_s - długość cyklu produkcyjnego dla partii części.

W trzecim wierszu rejestruje planista liczbowo i wykreślnie zakończenia partii obróbczych, równoznaczne z dostawami gotowych partii części do magazynu.

Do rejestracji zakończonej produkcji dodaje wartość zapasu faktycznego z_f .

W czwartym wierszu rejestruje planista liczbowo powstałe braki produkcyjne w obróbce i w montażu i śledząc ich narastanie ma możliwość kontroli, czy ich liczba nie przekracza ustalonego zapasu $z_p = z_n$ na pokrycie braków.

3. Model planowania wg metody zapasów netto

Metoda zapasów netto jest zastosowana do części o ciągłym zużyciu w montażu, choć często w zmiennym tempie zużycia. Narzędziem planistycznym do sterowania produkcją wg metody zapasów netto jest harmonogram przebiegu produkcji wzór 101 jak dla metody brutto.

Harmonogram przebiegu produkcji części zaprowadzony dla metody netto przedstawia tabela Nr 3.

W boczku harmonogramu wpisuje planista wartości liczbowe normatywów planowania zaczerpnięte z albumu normatywów.

Występują tu, podobnie jak dla metody brutto:

τ_s - długość cyklu produkcyjnego dla partii obróbczych części n_{org}

τ_{rez} - długość okresu zabezpieczenia na nieterminową dostawę części do magazynu

τ_m - długość okresu przebywania części w cyklu montażowym wyrobów

n_{org} - wielkość obróbki.

W odróżnieniu od metody brutto w kolumnie oznaczonej

"b" planista wpisuje wartość b_m , a nie $b = b_0 + b_m$

W przypadku metody netto wyprzedzenie uruchomienia ogranicza się tylko do cyklu wykonania części:

$$\tau_n = \tau_s$$

bowiem ilościowe zabezpieczenie na nieterminową dostawę części i na okres przebywania części w cyklu montażowym zawarte jest w zapasie normalnym Z_n .

Wielkość zapasu normalnego Z_n ustala planista wg wzoru:

$$Z_n = Z_{rez} + Z_m + Z_b$$

przy czym

$$Z_{rez} = \tau_{rez} \cdot P_{cz}$$

$$Z_m = \tau_m \cdot P_{cz}$$

$$Z_b = n_{org} \cdot U_m$$

gdzie

P_{cz} - przeciętne tempo zużycia części w sztukach na jednostkę terminu.

W zapasie normalnym pominięto zapas technologiczny w obróbce, ponieważ dla wszystkich części objętych metodą zapasów netto

$$R_s \gg \tau_s$$

gdzie:

R_s - rytm/okres powtarzalności/ partii części

τ_s - długość cyklu wykonania partii części.

Wielkość zapasu zabezpieczającego wylicza planista wg wzoru:

$$Z_{zab} = Z_f - Z_n$$

Na arkuszu harmonogramu dla każdej pozycji części przeznaczone są cztery wiersze dla rejestracji i śledzenia przebiegu produkcji.

W pierwszym wierszu od góry, z trzymiesięcznym wyprzedzeniem, wg planu montażu wpisuje planista zużycie części w montażu i na części zamienne w jednostkach terminów i narastająco.

W drugim wierszu rejestruje liczbowo i wykreślnie /w skali zużycia części/ uruchomienia partii obróbowych. Rejestrują uruchomienia produkcji narastająco i wykreślnie dodaje wielkość początkowego zapasu zabezpieczającego Z_{zab} .

Chcąc ustalić termin uruchomienia partii, planista cofa się od jednostki terminu, dla której nie ma pełnego zabezpieczenia w części o długość $\tau_u = \tau_s$ w jednostkach terminów i znakiem ∇ oznacza termin uruchomienia.

Uruchamiając partię zaznacza wykreślnie pałeczką zapas uruchomienia i w podany wyżej sposób oznacza termin uruchomienia następnej partii.

W trzecim wierszu rejestruje planista zakończenie partii obróbczych, równoznaczne z dostawami gotowych części do magazynu.

Rejestrując zakończenia narastająco i wykreślnie dodaje wielkość początkowego zapasu zabezpieczającego Zzab i automatycznie uzyskuje termin spływu następnej partii części.

W czwartym wierszu rejestruje liczbowo powstałe braki produkcyjne w montażu i śledząc ich narastanie ma możliwość kontroli, czy stosunek ich liczby ujętej narastająco do zużycia części liczonego również narastająco nie przekracza ustalonej wartości b_m .

4.3.4. Bilansowanie obciążeń

Bilansowanie obciążeń dokonuje się w dziale produkcji bieżąco i dla kolejnych jednostek terminów wg grup stanowisk wzajemnie zastępowalnych.

Planista ustala wstępnie wg harmonogramów przebiegu produkcji i cyklogramów szczegółowych terminy pozytywne na przygotowanej dokumentacji warsztatowej i następnie czas wykonania t_w z kart pracy dla danej jednostki terminu wciąga na arkusz bilansu.

Po regulacji obciążeń drogą przesunięć pewnych robót między sąsiednimi jednostkami terminów i po zbilansowaniu obciążeń dokumentacja warsztatowa zostaje ostatecznie zaterminowana.

Bilansem w jednostkach terminów objęte są stanowiska robocze o decydującym znaczeniu dla przebiegu produkcji, a przede wszystkim stanowiska o wysokim wskaźniku obciążenia w skali rocznej. Dla pozostałych stanowisk bilansowania obciążeń dokonuje się dla okresu rocznego.

Należy dodać, że zaterminowaniu w jednostkach terminów podlega całość dokumentacji warsztatowej, tak, że dla wszystkich robót określone są stopnie pilności ich wykonania.

5. Efekty techniczne i ekonomiczne modernizacji systemu planowania produkcji.

W wyniku wprowadzenia zmodernizowanego systemu planowania produkcji, traktowanemu tu jako wszystkie jego szczeble, a nie wyłącznie planowanie produkcji części, jak to miało miejsce w poprzednich rozdziałach referatu, Fabryka powinna osiągnąć następujące korzyści:

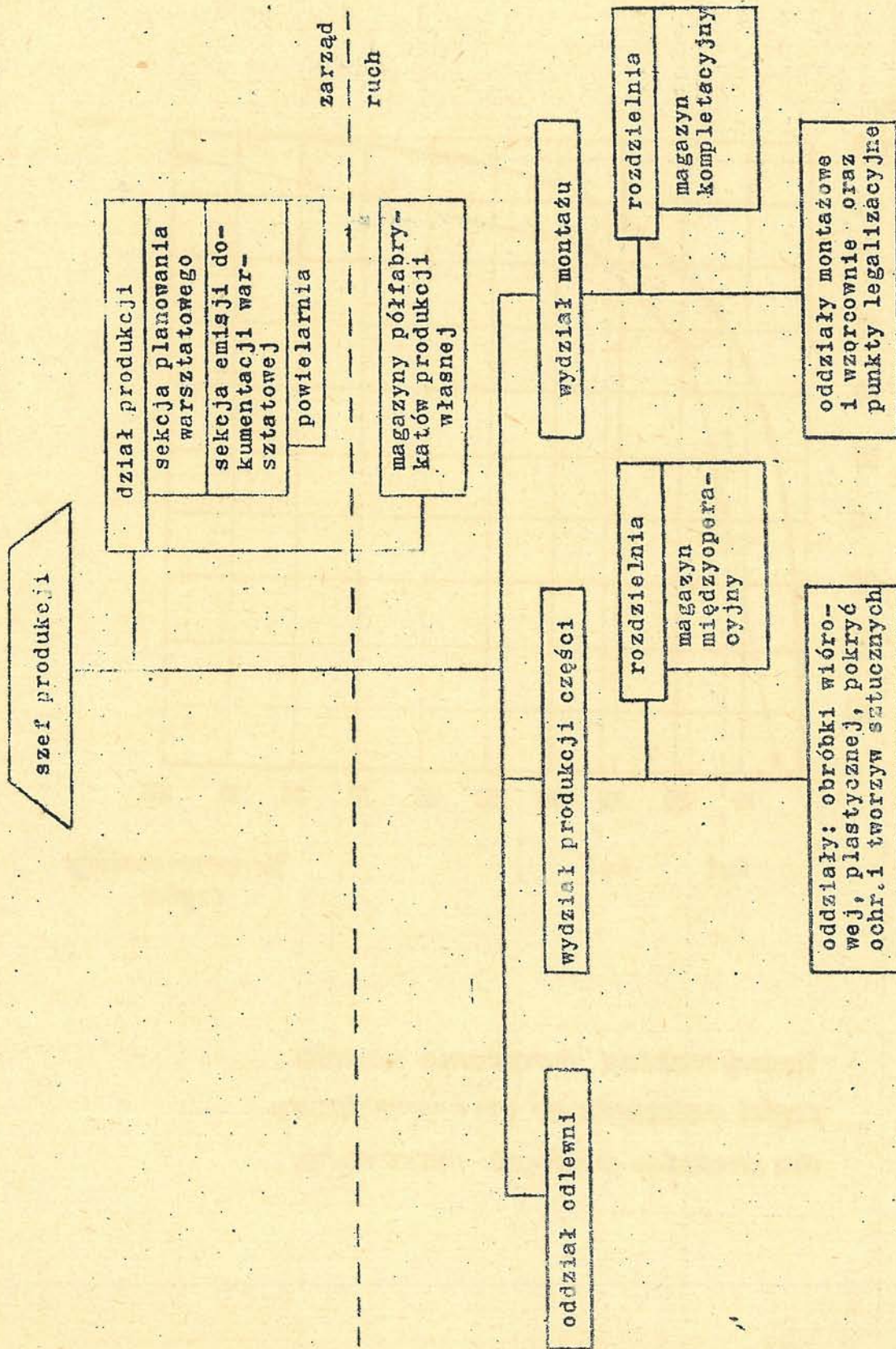
1. właściwy rozkład w czasie obciążeń na grupy stanowisk roboczych wzajemnie zastępowalnych, nie dopuszczający do powstania wąskich przejść i poważniejszych zakłóceń przebiegu produkcji,
2. poprawę rytmiczności spływu gotowych wyrobów,
3. możliwość zapewnienia na szczeblu działu produkcji powiązań terminowych poszczególnych faz cyklu produkcyjnego i powiązań części w ramach wyrobów,
4. skrócenie cyklu produkcyjnego wyrobów szacunkowo średnio o 33 % i zmniejszenie zapasów robót w toku,
5. obniżkę kosztów własnych w wyniku wykonywania części w partiach ekonomicznych i niedopuszczania do podziału partii,
6. obniżkę kosztów własnych dzięki radykalnemu ograniczeniu odrabiania części "za braki" po zakończeniu obróbki partii części /przejście na rozliczanie braków w zapasach/,
7. wzrost wydajności pracy i zmniejszenie przestojów dzięki lepszej obsłudze organizacyjnej stanowisk roboczych.

Zależność między grupami klasyfikacyjnymi części a metodami planowania produkcji części

Tabela 1

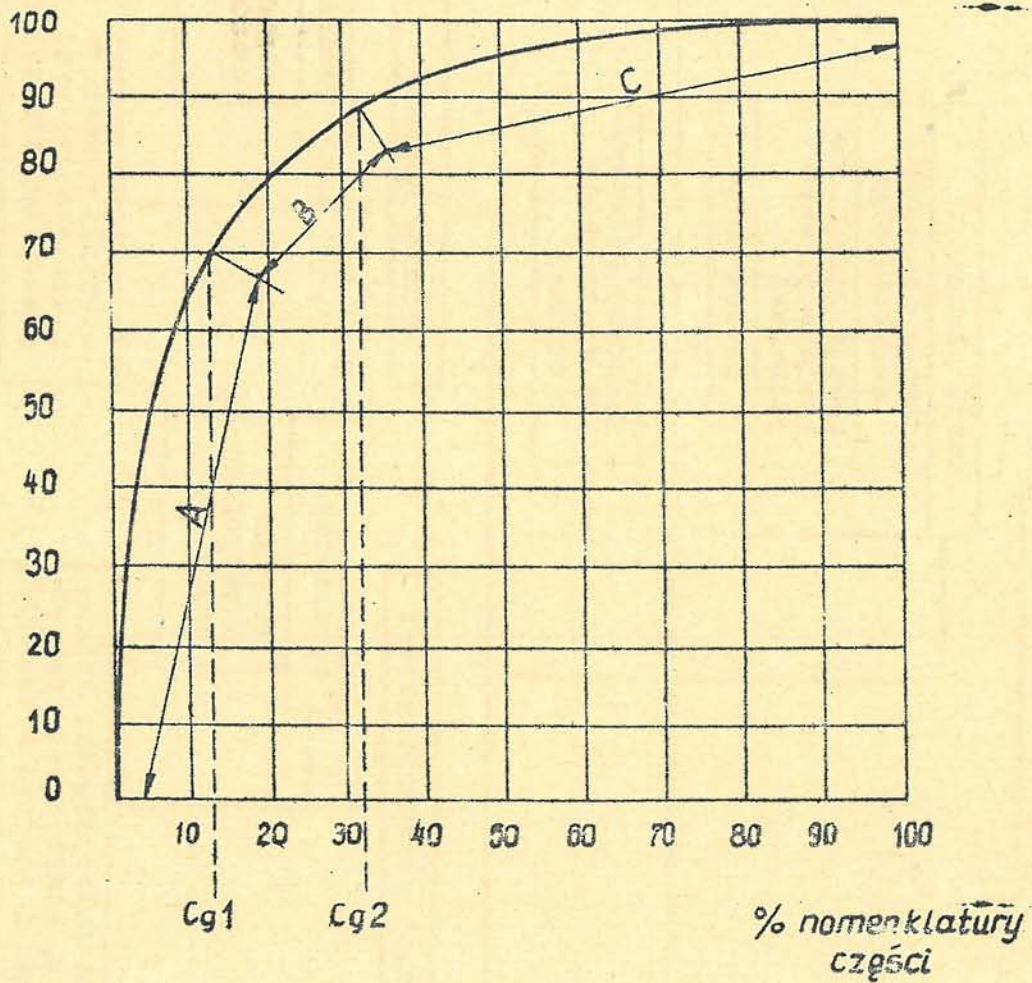
Nr grupy	Nazwa grupy części	Nr podgrupy	Cecha części	Wartość części	Stopień powtarzalności produkcji	Metoda planowania części	Model sterowania	Sposób uzupełnienia "za brak"	Rodzaj magazynu części	Obciążenie magazynu i sposób składowania części
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1.	Części oryginalne do wszystkich wyrobów z wyjątkiem wałkowatego	1,1	wiodące	$C > C_{g1}$	bez względu na stopień powtarzalności	numerów kompletów wg partii produkcyjnych	$n_0 = \sum_{i=1}^n p_i \cdot d_i$ $D_{up} = D_{up} - \{oz\}$	oddzielne partie na podstawie kart braków	kompletujący zlokalizowany przy właściwym oddziale montażowym	obciążenie magazynu, regały pojemniki, załadunek miejscem składowania tylko dla porównań z zapasów na braki
		1,2	średnie	$C_{g2} < C < C_{g1}$	$n_k < 10 n_{ek}$ lub $n_k < 10 n_{ek}$	zapasów brutto	$n_0 = n_k$ $Z_{zb} = Z_{z} - Z_n$ $Z_n = Z_b$ terminy wyznaczane bieżąco	nadwyżka części na braki w zapasie normalnym na okres obsługi zużyta części w montażu	akumulujący	obciążenie magazynu, regały pojemniki, załadunek miejscem składowania tylko dla porównań z zapasów na braki
		1,3			$n_k > 10 n_{ek}$ i $n_k > 10 n_{ek}$ co odpowiada półrocznemu zapasowi					
		1,4	drobne	$C < C_{g2}$	bez względu na stopień powtarzalności					
2.	Części zamiennikowe do wyrobów z tych wyrobów z wyjątkiem wałkowatego	2,1	wiodące	$C > C_{g1}$	bez względu na stopień powtarzalności	numerów kompletów wg partii produkcyjnych	$n_0 = n_p$ $n_p = \sum_{i=1}^n p_i \cdot d_i$ $D_{up} = D_{up} - \{oz\}$ $D_{up} = n_{ad}$ wchodzący w skład części	oddzielne partie po zakończeniu ostatniej operacji obróbowej na partii części na podstawie kart braków	kompletujący, zlokalizowany przy właściwym oddziale montażowym	obciążenie magazynu, regały pojemniki, załadunek miejscem składowania tylko dla porównań z zapasów na braki
		2,2	średnie	$C_{g2} < C < C_{g1}$	$n_k = i \cdot n_{ek}$ $n_k = \sum_{i=1}^n p_i \cdot d_i$	zapasów brutto	$n_0 = n_k$ $Z_{zb} = Z_{z} - Z_n$ $n = Z_b$ terminy wyznaczane bieżąco	nadwyżka części na braki w zapasie normalnym na okres obsługi zużyta części w montażu	akumulujący	obciążenie magazynu, regały pojemniki, załadunek miejscem składowania tylko dla porównań z zapasów na braki
		2,3			$n_k > 10 n_{ek}$ i $n_k > 10 n_{ek}$ co odpowiada półrocznemu zapasowi					
		2,4	drobne	$C < C_{g2}$	bez względu na stopień powtarzalności					
3.	Części z tworzyw sztucznych, gumowa i metalowa do wyrobów z tych wyrobów	3,1	drobne	$C < C_{g2}$	bez względu na stopień powtarzalności	zapasów netto	$n_0 = n_k$ $Z_{zb} = Z_{z} - Z_n$ $n = Z_{z} + Z_b + Z_n$ terminy wyznaczane bieżąco	nadwyżka części na braki w zapasie normalnym	akumulujący	obciążenie magazynu, pojemniki i regały składowania, załadunek miejscem składowania
		3,2								

Nr grupy	Nazwa grupy części	Nr podgrupy	Cecha części	Wartosc części	Stopień powtarzalności produkcji	Metoda planowania części	Model sterowania	Sposób uzupełnienia "za brak"	Rodzaj magazynu gotowych części	Obciążenie magazynu i sposób składowania części
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
4.	Przygotówki do wtopki do części z tworzyw sztucznych	4,1	drobne	$0 < C_{g2}$	bez względu na stopień powtarzalności	zapasów netto	$n_0 \approx n_{ek}$ $Z_{zab} = Z_f - n$ $Z_n = Z_{rez} + Z_b + Z_m$ terminy wyznaczane bieżąco	nadwyżka części na braki w zapasie normalnym	akumulatoryjny "dost" "pobr" spełnia równieź rolę amortyzatora /Z rez/ na nieterminowe dostawy	obciążenie zmienne, poziomiki i regeły szufladkowe, stałe miejsca składowania.
5.	Przygotówki: odlewy surowe z metali nieżelaznych oryginalne i zutylizowane do wszystkich wyrobów	5,1	średnie	bez wzgl. na wartość części	bez względu na stopień powtarzalności	zapasów brutto	$n_0 \approx n_{ek}$ $Z_{zab} = Z_f - Z_n$ $Z_n = Z_b$ terminy wyznaczane bieżąco	nadwyżka części na braki w zapasie normalnym na okres ciążenia części w montażu	akumulatoryjny "dost" "pobr"	obciążenie zmienne, poziomiki, nie na stałych miejscach składowania
6.	Części do taksometrów	6,1	średnie	$C_{g2} < C_{g1}$	bez względu na stopień powtarzalności	zapasów netto	$n_0 \approx n_{ek}$ $Z_{zab} = Z_f - Z_n$ $Z_n = Z_{rez} + Z_b + Z_m$ terminy wyznaczane bieżąco	nadwyżka części na braki w zapasie normalnym	akumulatoryjny "dost" "pobr" spełnia równieź rolę amortyzatora /Z rez/ na nieterminowe dostawy	obciążenie zmienne, poziomiki i regeły szufladkowe, stałe miejsca składowania
6,2			drobne	$C < C_{g2}$						
7.	Części zamienne do podgrup: 1.1, 1.2, 2.1, 2.2	7,1	wiodące i średnie	$0 > C_{g2}$	bez względu na stopień powtarzalności	zleceń	$n_0 = P_z$ terminy wyznaczane bieżąco	jeżeli brzość oddzielne partie na podstawie kart braków	akumulatoryjny, wyrobów gotowych "dost" "sprzed"	obciążenie zmienne, poziomiki, stałe miejsca składowania.



Rys.1 Schemat organizacji służby produkcji w Poznańskiej Fabryce Wodociągów i Gazociągów w Poznaniu

% Kosztów



Typowy rozkład narastania wartości
części w stosunku do ich nomenklatury
dla zakładów przemysłu maszynowego.

Rysunek nr 2

POWODZĄCY Poznan	p101	Hormonogram wg metody zapasów	Przebieg produkcji wg metody zapasów	Grupa szkieletowa znormalizowane podmierzone	Symbol magazynu PM1	Rok 1968	Kwartal I	Str. 1	Produkcja w sztukach wg jednostek terminu i narastająco																								
									01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	
b	T ₀	T ₁	T ₂	T ₃	T ₄	T ₅	T ₆	T ₇	Zmiana stanu zapasów																								
									01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	
Szczeg.	4	2	8	150	22	7	15	155	Zmiana stanu zapasów																								
									01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	
Szczeg.	4	2	8	150	22	7	15	155	Zmiana stanu zapasów																								
									01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	
Szczeg.	4	2	8	150	22	7	15	155	Zmiana stanu zapasów																								
									01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	
Szczeg.	4	2	8	150	22	7	15	155	Zmiana stanu zapasów																								
									01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	
Szczeg.	4	2	8	150	22	7	15	155	Zmiana stanu zapasów																								
									01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	
Szczeg.	4	2	8	150	22	7	15	155	Zmiana stanu zapasów																								
									01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	
Szczeg.	4	2	8	150	22	7	15	155	Zmiana stanu zapasów																								
									01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	
Szczeg.	4	2	8	150	22	7	15	155	Zmiana stanu zapasów																								
									01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	
Szczeg.	4	2	8	150	22	7	15	155	Zmiana stanu zapasów																								
									01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	
Szczeg.	4	2	8	150	22	7	15	155	Zmiana stanu zapasów																								
									01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	
Szczeg.	4	2	8	150	22	7	15	155	Zmiana stanu zapasów																								
									01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	
Szczeg.	4	2	8	150	22	7	15	155	Zmiana stanu zapasów																								
									01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	
Szczeg.	4	2	8	150	22	7	15	155	Zmiana stanu zapasów																								
									01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	
Szczeg.	4	2	8	150	22	7	15	155	Zmiana stanu zapasów																								
									01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	
Szczeg.	4	2	8	150	22	7	15	155	Zmiana stanu zapasów																								
									01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	
Szczeg.	4	2	8	150	22	7	15	155	Zmiana stanu zapasów																								
									01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	
Szczeg.	4	2	8	150	22	7	15	155	Zmiana stanu zapasów																								
									01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	
Szczeg.	4	2	8	150	22	7	15	155	Zmiana stanu zapasów																								
									01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	
Szczeg.	4	2	8	150	22	7	15	155	Zmiana stanu zapasów																								
									01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	
Szczeg.	4	2	8	150	22	7	15	155	Zmiana stanu zapasów																								
									01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	
Szczeg.	4	2	8	150	22	7	15	155	Zmiana stanu zapasów																								
									01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	
Szczeg.	4	2	8	150	22	7	15	155	Zmiana stanu zapasów																								
									01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	
Szczeg.	4	2	8	150	22	7	15	155	Zmiana stanu zapasów																								
									01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	
Szczeg.	4	2	8	150	22	7	15	155	Zmiana stanu zapasów																								
									01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	
Szczeg.	4	2	8	150	22	7	15	155	Zmiana stanu zapasów																								
									01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	
Szczeg.	4	2	8	150	22	7	15	155	Zmiana stanu zapasów																								
									01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	
Szczeg.	4	2	8	150	22	7	15	155	Zmiana stanu zapasów																								
									01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	
Szczeg.	4	2	8	150	22	7	15	155	Zmiana stanu zapasów																								
									01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	
Szczeg.	4	2	8	150	22	7	15	155	Zmiana stanu zapasów																								
									01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	
Szczeg.	4	2	8	150	22	7	15	155	Zmiana stanu zapasów																								
									01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	
Szczeg.	4	2	8	150	22	7	15	155	Zmiana stanu zapasów																								
									01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	
Szczeg.	4	2	8	150	22	7	15	155	Zmiana stanu zapasów																								
									01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	
Szczeg.	4	2	8	150	22	7	15	155	Zmiana stanu zapasów																								
									01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	
Szczeg.	4	2	8	150	22	7	15	155	Zmiana stanu zapasów																								
									01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	
Szczeg.	4	2	8	150	22	7	15	155	Zmiana stanu zapasów																								
									01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	
Szczeg.	4	2	8	150	22	7	15	155	Zmiana stanu zapasów																								
									01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	
Szczeg.	4	2	8	150	22	7	15	155	Zmiana stanu zapasów																								
									01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	
Szczeg.	4	2	8	150	22	7	15	155	Zmiana stanu zapasów																								
									01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	
Szczeg.	4	2	8	150	22	7	15	155	Zmiana stanu zapasów																								
									01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	
Szczeg.	4	2	8	150	22	7	15	155	Zmiana stanu zapasów																								
									01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	
Szczeg.	4	2	8	150	22	7	15	155	Zmiana stanu zapasów																								
									01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	
Szczeg.	4	2	8	150	22	7	15	155	Zmiana stanu zapasów																								
									01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11</														

Jerzy Bozako

dr inż. mgr ekonom.

NIEKTÓRE ZAGADNIENIA BIEŻĄCEGO STEROWANIA PRODUKCJA
/PLANOWANIA WYKONAWCZEGO/ W ZAKŁADACH BUDOWY MASZYN

1. Podstawowe elementy bieżącego sterowania produkcją /bsp/.
 - 1.1. Największe trudności nastręcza analiza zjawisk powszechnie znanych i ogólnie przyjętych za oczywiste od lat wielu na podstawie codziennego z nimi obcowania, w wyniku czego istota ich i zasięg nie budziły wątpliwości praktyków, a nawet autorów opracowań naukowych na tyle, aby istotę ich zbadać szczegółowo. Trudności te rosną tym bardziej, gdy zjawisko jest skomplikowane, a poznanie go kryje się pod różnorodnym nazewnictwem, którego znaczenie dalekie jest od ujednolicenia. Tak było do niedawna z bieżącym sterowaniem produkcją. Pomimo że zjawisko to ukształtowało się stosunkowo niedawno, doczekało się już w naszej literaturze i praktyce wielu nazw i określeń. Jednocześnie zaś, pomimo licznych prób systematyki metod i odmian, nie zostało jeszcze wyparte z nauki i praktyki przekonanie, że istnieje możliwość takiego ukształtowania metod, odmian i wzorcowych elementów bsp, aby w oparciu o odpowiednio sklasyfikowane warunki produkcyjne można było dokonywać optymalnego doboru i jedynie odpowiedniej adaptacji do systemu bsp dla dowolnego zakładu budowy maszyn. Nierzadko pokutują wręcz poglądy, że jest to sfera sztuki lub rzemiosła i w tej sferze należy poszukiwać indywidualnych rozwiązań dla każdego z zakładów.
 - 1.2. Dla uporządkowania nazewnictwa przyjmujemy /bez większych odchyśleń w zakresie znaczenia nazw stosowanych w literaturze i praktyce/, że nazwy: planowanie warsztatowe, planowanie wykonawcze, planowanie wg terminów, planowanie kalendarzowe, planowanie operatywne produkcji oraz planowanie bieżące produkcji są synonimami i ich, treści znaczeniowe objęte są

wprowadzoną tutaj nazwą bieżące sterowanie produkcją /bsp/ Podkreślić przy tym nie omieszkamy, że bsp obejmuje w całości sprzężenie zwrotne pomiędzy obrazem zdarzeń zachodzących w przebiegu produkcji, niesionym przez informacje kontrolne, a dyspozycjami, wynikłymi z przetworzenia informacji kontrolnych przy podstawie programu działania / produkcji/, zawartymi w informacjach sterujących. W ten sposób odgradzamy się od zaistniałych w literaturze, a także nierzadko w praktyce - deformacji i wynaturzeń, sprowadzających "planowanie" - zawarte w poprzednich nazwach, tylko do opracowywania planów bez uwzględnienia bieżącej regulacji przebiegu produkcji, a często odchyłających się w metodyce i formach od funkcji celu sterowania.

- 1.3. Istotną rolą bsp jest rozkładanie zadań i środków, określonych w planach techniczno-ekonomicznych zakładów, na dostatecznie małe okresy czasu, wg kolejno występujących w zakładzie jednostek produkcyjnych różnych szczebli, aż do stanowiska roboczego i regulacja przebiegu produkcji w tych jednostkach dla uzyskania równomiernej pracy stanowisk roboczych i optymalnej sprawności zakładowego procesu produkcji. Stopień złożoności wyrobów finalnych w zakładach budowy maszyn i różnorodność asortymentu części i operacji tam występująca skłania nas w procesie bieżącego sterowania produkcją w pierwszej kolejności do poznania związków czasowych /występujących w czasie/ pomiędzy chwilą gotowości wyrobu finalnego a chwilami końca i początku/ uruchomienia i zakończenia/ wykonania poszczególnych zespołów, części i operacji. Działanie to prowadzi poprzez analizę cyklu produkcyjnego poszczególnych wyrobów do normatywnego określenia wyprzedzeń, których zachowanie zapewnia względnie nieprzerwaną pracę nad elementami wyrobu od chwili ich włączenia do procesu produkcji oraz względnie równoczesne ich spotykane się na operacjach montażowych aż do montażu głównego włącznie. Stąd podstawowa metoda postępowania w bsp nazwiemy metoda wyprzedzeń.

4. Podstawową miarą wyprzedzenia jest miara czasu. W bsp jako jednostki miary czasu przyjmujemy najczęściej krótkie okresy czasu, które w danych warunkach sterowania procesem produkcji możemy uważać za najmniejszy potrzebny do wyróżnienia /zaniedbywalnie mały/. Jednocześnie stosujemy go najczęściej do jednej z miar czasu "kalendarzowego" /godzina, dzień, dekada, miesiąc/ lub wytwarzamy oddzielny kalendarz powiązany z kalendarzem powszechnie obowiązującym odpowiednim kluczem czy zestawieniem porównawczym. Takie dowolnie małe okresy czasu właściwe dla danych warunków nazwiemy jednostkami terminowania. Jednostkę terminowania numerycznie określona, na którą wyznaczamy wykonanie określonych robót lub określone zdarzenia /rozpoczęcie lub zakończenie wykonania/, przyjęto powszechnie nazywać terminem. Ze związków konstrukcyjnych i technologicznych w ramach wyrobu wynika, że termin wykonania każdej z operacji $/D_o/$ musi być umieszczony w czasie wcześniej niż termin ukończenia wykonania całego wyrobu $/D_w/$ i to z takim obliczeniem, aby wszystkie zdarzenia uzależniające ukończenie wykonania wyrobu "W" leżące na drodze $D_o \rightarrow D_w$ mogły nastąpić przy optymalnej sprawności zakładowego procesu produkcji. Terminy zakończenia końcowych operacji pokrywać się będą z terminami zakończenia wykonania części $/D_{cz}/$ lub zespołów oraz wyrobu finalnego.
- Znaczenie terminu w zależności od przypisanej mu roli w danych warunkach będzie różne, w ogólności trojaki:
- Termin może służyć jedynie dla wyznaczenia kolejności wykonania różnych operacji i części w korelacji z innymi terminami; przypadek bardzo częsty, szczególnie przy wdrażaniu szczegółowego terminowania robót. Termin taki nazwiemy terminem ideowym.
 - Termin ogranicza zdarzenia w czasie tylko "w przód". znaczy to, że np. wykonanie operacji czy części nie może się odbyć później, ale może nastąpić wcześniej. Jest więc to termin limitowy, używany najczęściej przy terminowaniu wykonania części i zespołów,

a także dla operacji przy terminowaniu "jednostopniowym"
- o czym niżej

c. Termin ograniczać może zdarzenia i operacje w czasie obustronnie. Przypadek obecnie rzadko spotykany w bsp wg części, występujący tylko przy wysokich formach i poziomie organizacji produkcji. Bardziej powszechnie występuje dopiero w fazie regulacji i rozdzielnictwa robót /sterowania wg operacji/. Termin taki nazwiemy dyrektywnym albo umocowanym w czasie.

Najczęściej w praktyce mniema się, że termin występuje tylko w trzecim obustronnie ograniczającym znaczeniu. Pływie stąd niespostrzeżenie możliwości wykorzystania terminowania robót do istotnych porządkujących etapów w bsp, szczególnie w znaczeniu pierwszym.

1.5. Termin uzyskujemy dla części i operacji przez umniejszenie /cofnięcie/ terminu wykonania wyrobu o wielkość **normatywnego wyprzedzenia w skali czasu**. Stąd wynika **istotna rola normatywów wyprzedzeń**.

Posiadanie ich wytwarza automatyzm terminowania i regulacji przebiegu produkcji. Każda jednostka produkcyjna może wtedy **sama określać** terminy wykonania swoich robót bez otrzymywania dyrektywnych planów szczegółowych z jednostki wyższego stopnia. Wystarczają jej do tego skomasywane informacje odnośnie:

- terminów wykonania /spływu/ wyrobów finalnych,
- bratów występujących w następnej części cyklu produkcyjnego.

Taki automatyzm jest uwarunkowany prowadzeniem własnej ewidencji pokrycia swym wykonaniem odpowiednich zleceń i numerów wyrobów.

1.6. W zależności od przyjętej metody i odmiany bsp występują w ogólności następujące rodzaje wyprzedzeń:

- wyprzedzenia całkowite $/T/$ - w przypadku gdy wyprzedzeniem obejmujemy cały okres czasu od chwili wykonania /spływu/ wyrobu gotowego do chwili wykonania części lub operacji w danej fazie cyklu produkcyjnego;
- wyprzedzenia cząstkowe $/T'/$ - w przypadku gdy odniesie-

niem będzie nie wykonanie wyrobu, a zdarzenie pośrednie, np. uprzednio ustalony termin wykonania części, a wyprzedzenie określi nam termin jej uruchomienia lub wykonanie poszczególnych operacji.

W innym przekroju wyróżnimy:

- wyprzedzenie zakończenia τ_z
- wyprzedzenia uruchomienia wykonania τ_u , które mogą być bezpośrednio odniesione do terminu wykonania /zakończenia wykonania/ wyrobu /wyprzedzenie całkowite/ lub części czy zespołu /wyprzedzenia cząstkowe/.

Poza wyprzedzeniami liczonymi bezpośrednio w jednostkach czasu stosujemy często ich odpowiedniki liczone w wielkościach zapasu części.

Potrzebne nam to jest szczególnie przy produkcji części "na magazyn", tj. w partiach oderwanych od partii występujących na montażu, a także i w pozostałych częściach cyklu produkcyjnego. Wtedy zmienne stany zapasów w magazynach części możemy porównać sprawnie tylko z wyprzedzeniami normatywnymi określonymi w liczbie sztuk części przy zastosowaniu prostej zależności pomiędzy wyprzedzeniami ilościowymi a wyprzedzeniami w jednostkach czasu /"czasowymi"/:

$$Z = \tau \cdot p \quad / 1 /$$

gdzie:

- τ - okres czasu, np. w godzinach roboczych [gr],
- p - tempo produkcji lub zużycia /poboru części do montażu/ liczone odpowiednio, np. w sztukach na godzinę $\left[\frac{\text{szt}}{\text{gr}} \right]$

Te dwa rodzaje wyprzedzeń określimy w skróceniu jako:

- wyprzedzenia czasowe i
- wyprzedzenia ilościowe.

1.7. W układzie wyprzedzeń czasowych droga od wyznaczenia terminu dla wyrobu do wyznaczenia terminu dla operacji może być dwojaka:

- 1^o. Terminowanie dwustopniowe, gdy kolejno wyznaczamy najpierw terminy zakończenia wykonania części, a na-

stepnie terminy wykonania operacji. Odpowiadac
bda temu ponizsze wzory:

$$D_{cz} = D_w - \tau_{zcz} \quad / 2 /$$

$$D_o = D_{cz} - \tau'_{zo} \quad / 3 /$$

2°. Terminowanie jednostopniowe, gdy w fazie techniczne-
go przygotowania produkcji ustalamy od razu terminy
poszczegolnych operacji w oparciu o wyprzedzenia
calkowite:

$$D_o = D_w - \tau_{zo} \quad / 4 /$$

W przypadku wykonywania wiekszej liczby wyrobów,
lecz bez produkcji czesci na magazyn odpowiednie
ustalenia terminow wiążemy z kazdym numerem wyrobu
oddzielnie:

$$D_{Ncz} = D_{Nw} - \tau_{zcz} \quad / 5 /$$

$$D_{No} = D_{Ncz} - \tau'_{zo} \quad / 6 /$$

lub

$$D_{No} = D_{Nw} - \tau_{zo} \quad / 7 /$$

W przypadku, gdy liczba czesci wykonywanych dla wzglednie
ciaglego montazu bedzie tak duza, ze znacznie przekroczy
ekonomicznie uzasadniona wielkosc partii obróbczej, wy-
stapi ekonomiczna celowosc wykonywania czesci na ma-
gazyn. W tym przypadku zapas czesci wykonywanych przez
okremlona jednostke produkcyjna znajdujacy sie w cyklu
produkcyjnym, a scislej w jego czesci nastepujacej po
fazie wykonywanej przez te jednostke, bedzie stanowil
podstawe do okreslenia terminu wykonania nastepnej
partii czesci.

Normalna partia czesci "n" winna byc wykonana z takim
obliczeniem, aby splyw jej nastapil wzczesniej, zanim
wyczerpie sie zapas przewyzszajacy normalne napeknie-
nie robotami w toku, a wiec pokrywajacy zapasy techno-
logiczne w wydzialach i oddzialach oraz zapasy rezerwowe
w magazynach, utrzymywane na pokrycie odchyleń od nor-
malnego cyklu wykonania i ewent. na pokrycie czestotli-

wie występujących drobnych ilości braków, w kalkulowanych w program i tempo produkcji części.

Dla zachowania automatyzmu terminowania i regulacji przebiegu produkcji określamy zapasy /wyprzedzenia ilościowe/ normalne w całej następnej części cyklu produkcyjnego, obliczone uprzednio cząstkowo wg faz jako zapasy technologiczne i rezerwowe. W identyczny sposób prowadzimy ewidencję sumaryczną zapasów faktycznych. Porównanie tych dwóch wielkości daje nam obserwację w/w przewyżki, po wyczerpaniu której winien nastąpić spływ następnej partii części.

Zamieniając wielkość przewyżki na wyprzedzenie czasowe przez wydzielenie jej przez tempo produkcji uzyskujemy w porównaniu z chwilą obserwacji /aktualną datą/ poszukiwany termin.

Automatyzm ten dochodzi do pełnej sprawności przy zastosowaniu wykresów liniowych aktualizowanych po każdej zmianie zapasów, lub jeszcze lepiej przy zastosowaniu tablic synoptycznych zastępujących wykresy liniowe. Przebieg terminowania przedstawić można następującymi wzorami:

$$Z_n = \sum Z_t + \sum Z_{rez} \quad / 8 /$$

gdzie:

Z_n - zapas normalny

Z_t - zapas technologiczny

Z_{rez} - zapas rezerwowy w magazynie międzywydziałowym

$$Z_z = Z_f - Z_n \quad / 9 /$$

gdzie:

Z_z - zapas zabezpieczający - przewyżka zapasu faktycznego nad zapasem normalnym.

Z_f - zapas faktyczny

$$D_{Ncz} = D_H - \frac{Z_z}{p_{cz}} \quad / 10 /$$

gdzie:

D_H - chwila obserwacji

Terminy dla wykonania operacji wyznaczamy nadal wg wzoru 8, lub, w przypadku potokowych form organizacji produkcji śledzimy i regulujemy przebieg produkcji wg terminów wstępcowych względnie normatywnych zapasów technologicznych w liniach produkcyjnych.

Poniżej załączono dwa modele urządzeń do sterowania produkcją wg części: dla metody zapasów brutto i dla metody zapasów netto, wypełnione przykładowo przy tych samych częściach, normatywach i sytuacjach w zapasach faktycznych. Metody różnią się tym, że wykres liniowy przy metodzie brutto obejmuje całość zapasów faktycznych, a przy metodzie netto tylko przewyżkę /zapas zabezpieczający/. W obydwu przypadkach tempo produkcji naniesiono w głowce harmonogramu z narastającym naliczeniem kolejnego numeru wyrobu, jaki spłynie w danym dniu. Stanowi to podstawę do prowadzenia wykresów liniowych. Dodatkowo w górnym wierszu poprowadzono wykres uruchomienia produkcji w jednostce produkcyjnej /dolny wiersz obrazuje spływ produkcji z tej jednostki/.

Przy metodzie netto koniec pałeczki ustala w każdej chwili automatycznie termin uruchomienia i spływu następnych partii części.

Przy metodzie netto operacja wg wzoru 10. zostaje rozbita na dwie:

- wykres liniowy ukazuje nam zabezpieczenie wg stanu faktycznego zapasu części w cyklu produkcyjnym,
- dla ustalenia terminu spływu lub uruchomienia następnej partii części trzeba cofnąć się o okres $\frac{Z_n}{P_{cz}}$.

Pomimo takiej wady model znajduje często zastosowanie w określonych warunkach:

- gdy zapasy normalne są zanedbywalnie małe,
- gdy zależy nam na obserwacji wykreślnej całych zapasów: bądź to przy nieciągłej produkcji na montażu, bądź to w okresie występowania licznych braków w napełnianiu robotami w toku /licznych deficytkach/. Stosujemy wtedy odpowiednie modyfikacje normatywów, przez

zamianę Zn na układ czasu i znaczne ich zunifikowanie dla usprawnienia terminowania i sprowadzenia defektu w automatyzmie do nieznacznych rozmiarów.

- ..8. Dotychczas opisano ustalenia terminów w oparciu o związki czasowe wynikające z powiązań konstrukcyjnych i technologicznych pomiędzy operacjami i częściami a wyrobami finalnymi.

Pozostaje do opisanie regulacja terminów w związku z wyrównywaniem obciążeń stanowisk roboczych w poszczególnych jednostkach terminowania /krótkich okresach/.

Obciążenia w dłuższych okresach czasu są wyrównywane wg. jednorodnych grup /wzajemnie zastępowalnych/ stanowisk roboczych w ramach planu techniczno-ekonomicznego. Pomimo to terminy wyznaczane dla poszczególnych operacji przy różnej wielkości wyprzedzeń i różnej prędkości powodują przypadkowe zbiegi obciążeń w jednostkach terminowania i nierównomierności, nierzadko znaczne, w zakresie rozkładu obciążeń w czasie. W takiej sytuacji na poszczególnych grupach stanowisk w okresach zbiegu obciążeń część operacji nie mogłaby być wykonywana w terminie i oczekiwać by musiała na następne jednostki terminowania, mniej obciążone. Wcześniejsze rozpoznanie i likwidacja zbiegów obciążenia jest możliwa tylko na drodze bilansowania obciążeń wg. jednostek terminowania i jednorodnych grup stanowisk roboczych, tzn. naliczania obciążeń i porównywania ich ze zdolnością produkcyjną, a następnie, uwzględniając kolejną pilność operacji, likwidację wgarnięcia obciążenia poprzez przesunięcie części operacji na terminy wcześniejsze, mniej obciążone. Przesunięcie wykonania operacji na terminy późniejsze niż postulowane wg. wyprzedzenia normalnego jest możliwe tylko, gdy wyprzedzenie zawiera dostateczne rezerwy dla tego celu. Ponieważ okres objęty wgarnieniem obciążenia pojawiać się będzie losowo i jego długość nie jest możliwa do określenia bez naliczenia obciążeń w krótkich okresach, dokładniejsze określenie potrzebnej rezerwy w wyprzedzeniu bez takich naliczeń jest niemożliwe i z reguły pociąga za sobą grube błędy i nadmiary w wiązanych środkach obrotowych w robotach w toku.

Jest więc możliwe do tolerowania tylko w warunkach, gdy i tak wyprzedzenia są ustalane wielce niedokładnie i z zapasem ze względu na stan organizacyjny zakładu, a w szczególności ze względu na brak dokładniejszego określania przerw międzyoperacyjnych /niestety jeszcze powszechny/. Ale i w takich warunkach, jeżeli chcemy poprawić stan organizacyjny i prowadzić do spokojnej i równomiernej pracy - bilansowanie obciążeń w krótkich okresach, eliminujące przeważny rozmiar zagrożeń losowych w przebiegu produkcji, winno być jednym z pierwszych działań prowadzących do tego celu.

Z rozważań powyższych wynikają następujące wnioski:

- Terminy ustalane jedynie w oparciu o wyprzedzenia normatywne są terminami ideowymi i mogą służyć bezpośrednio tylko dla ustalania kolejności wykonania operacji.
- Dla uzyskania terminów dyrektywnych przy niepotokowych formach organizacji produkcji konieczne jest dokonywanie bilansowania obciążeń w krótkich okresach. Przy formach potokowych mocowanie terminów w czasie następuje w ramach organizacji potoku.
- Jednostronnego umocowania terminów w czasie możemy dokonywać przez odpowiednie zwiększenie rezerw w wyprzedzeniach.

Termin ideowy zamieniamy przez to na termin limitowy, którego dotrzymanie jest w przeważnej liczbie przypadków w pełni możliwe przy odpowiednio zwiększonej działalności w fazie regulacji przebiegu produkcji, głównie w fazie rozdzielnictwa robót.

9. W bsp w obecnym jego rozwoju wyraźnie zaznacza się potrzeba wydzielenia i rozwoju fazy przygotowania organizacyjnego. Faza ta obejmuje w układzie historycznym /kolejności występowania w czasie/ następujące główne etapy:

- formowanie jednostek produkcyjnych przy maksymalnym wykorzystaniu możliwości pogłębienia specjalizacji przedmiotowej tych jednostek aż do wyrunków objęcia

ich asortymentu produkcji terminami wzorcowymi i organizowania potoków;

- przygotowanie bazy normatywnej, w tym szczególnie normatywnych wyprzedzeń dla części i operacji;
- bilansowanie obciążeń w krótkich okresach i mocowanie terminów w czasie.

Faza przygotowania obejmuje w ogólności wszystkie czynności i zdarzenia odbywające się przed wydaniem robót na warsztaty /np. przed wydaniem dokumentacji warsztatowej do wydziałów i oddziałów/.

Wydzielenie fazy przygotowania pozwoli na równoległe intensywniejsze zajęcie się częścią pozostałą - fazą regulacji.

Faza regulacji w bsp obejmuje wszystkie czynności wykonywane dla zapewnienia ciągłości i równomierności obciążenia stanowisk roboczych oraz zabezpieczenia ciągłości pracy montażu i terminowego wykonywania wszystkich zleceń finalnych w warunkach, jakie zaistniały w zakresie:

- realności terminów,
- zmian występujących w przebiegu produkcji,
- zagrożeń i zakłóceń toku produkcji -

po zakończeniu fazy przygotowania.

Faza ta wymaga szczególnie operatywnego i sprawnego działania. Pociąga to za sobą konieczność dokładnego organizacyjnego jej przygotowania, w szczególności wyposażenia w środki orgatechniczne i układy synoptyczne.

- 1.10. Normatywne określenie wyprzedzeń i wytwarzanie terminów dla każdej części i operacji pozwala na wyraźne rozgraniczenie zjawiska zagrożenia od zjawiska zakłócenia toku produkcji. Zagrożenie powstaje wtedy, gdy naruszone są terminy oparte na normatywnych wyprzedzeniach lub poprzednie zdarzenia /np. brak zdolności produkcyjnej w grupie stanowisk roboczych/ takie naruszenie zwiastuje. Stąd zakłady, które w fazie przygotowania bsp nie wypracowują normatywnych wyprzedzeń

i realnych terminów pozostają w ciągłym zagrożeniu w zakresie całej swej operatywnej działalności - lub schodzą na pozycje znacznych nadmiernych rezerw w zdolności produkcyjnej i wiązanych środkach obrotowych. Najczęściej występują obydwa te zjawiska równocześnie: zakład żyje w ciągłym i obszernym zagrożeniu toku produkcji, pomimo że utrzymuje znaczne rezerwy nadmierne. Zagrożenie jest tym łatwiejsze do rozładowania, czym większe jest wyprzedzenie w czasie od chwili jego spostrzeżenia do terminu finalnego wiążącego zakład w stosunku do jego odbiorców. Rozładowanie każdego zagrożenia przyczynia dodatkowy nakład pracy i koszt. Niespostrzeżenie zagrożenia lub spostrzeżenie go zbyt późne w stosunku do bezwładności jego rozładowania - powoduje zakłócenie toku produkcji, wyrażające się w przestojach stanowisk roboczych i nagłym gromadzeniu się części i zapasów w oczekiwaniu na przeterminowane "deficytki".

Dopuszczenie do zakłócenia powoduje natychmiast widoczne znaczne straty i jest jawne dla załogi. Rozładowanie zagrożeń zamyka się w dużej części w dodatkowym obciążeniu układu sterowania produkcją. Rozładowanie zakłócenia wiąże się z dodatkowym obciążeniem stanowisk realizujących bezpośrednio proces produkcji.

Liczne zagrożenia prowadzą do przeciążenia układu sterowania i w konsekwencji do zakłóceń. Liczne zakłócenia toku produkcji prowadzą do przeciążenia całego układu i powodują obok kosztów przekroczenie posiadanych rezerw i nieterminową realizację produkcji oraz umniejszenie ogólnej wielkości produkcji wykonywanej przez zakład. Z obrazu tego wynikają bodźce dla doskonalenia bieżącego sterowania produkcją, skierowane zarówno do pracowników zajmujących się nim bezpośrednio, jak i do całej załogi zakładu.

2. Podstawowe metody bsp i ich odmiany

Ustalenia zawarte powyżej, a w szczególności w p. 17. pozwalają na określenie metod i odmian obejmujących

względnie wszystkie przypadki warunków produkcyjnych zachodzących w zakładach budowy maszyn.

Jak ustalono powyżej, podstawową metodą stosowaną w bsp jest metoda wyprzedzeń.

Metoda wyprzedzeń doznaje podziału na dwie metody główne:

- metodę wyprzedzeń czasowych /liczonych bezpośrednio w czasie/,
- metodę wyprzedzeń ilościowych zwaną metodą zapasów.

Metody główne wykazują w szczegółowych rozwiązaniach dalsze zasadnicze różnicowania. Przy wykonywaniu /w produkcji jednostkowej i małoseryjnej nieustabilizowanej/ całej partii wyrobów równej serii konstrukcyjnej obejmującej jedną do niewielkiej liczby sztuk i nie wywołującej w produkcji części krotkości w stosunku do partii ekonomicznie uzasadnionej - wyprzedzenia będą stosowane jednorazowo, na jedno zlecenie, zgodnie z wzorami 2., 3. i 4. powyżej. Większa powtarzalność wyrobów finalnych spowoduje konieczność wielokrotnego terminowania poszczególnych partii części i śledzenia zabezpieczenia montażu w odniesieniu do każdego numeru wyrobu oddzielnie. Wtedy stosujemy odpowiednio wzory 5. do 7.

Odpowiednio uformowane metody sterowania oparte o powyższe wzory nazwiemy:

- metoda zleceń zewnętrznych i
- metoda numerów kompletów.

Modele urządzeń do sterowania wg części dla tych metod zawierają rysunki 1. i 2.

W metodzie zapasów omówiliśmy już powyżej dwie metody szczegółowe:

- metodę zapasów brutto i
- metodę zapasów netto,

których modele urządzeń do sterowania wg części zawierają rysunki 3. i 4.

Odmiany metodyczne powstają w zależności od tego, czy i w jaki sposób dokonywane jest bilansowanie obciążeń

w krótkich okresach w fazie przygotowania bsp.
W przypadku, gdy bilansowanie takie nie jest wykonywane, odmianę nazwano "zupełnymi". W zakresie odmian zupełnych wyróżniono w metodzie zapasów netto odmiany, których przygotowanie poparte jest ustaleniem terminów wzorcowych dla części i operacji lub objęte taktem produkcji. Przypadki takie występują przede wszystkim w potokowych formach organizacji produkcji.
W liniach potokowych zbilansowane obciążenia układają się w takt produkcji. Stąd odmiana z taktem produkcji.
W gniazdach potokowych bilansowanie obciążeń prowadzi do budowy harmonogramu wzorcowego, w którym umocowane są terminy dla partii części i operacji w ramach rytmu gniazda. Stąd powstaje odmiana z harmonogramami wzorcowymi. Wreszcie w gniazdach niepotokowych i oddziałach przedmiotowo specjalizowanych o dużej stabilizacji produkcji istnieją warunki dla ustalenia normalnego szeregu liczbowego dla rytmów /okresów powtarzalności produkcji/ partii części i naliczenia obciążeń w ramach rytmu wg jednostek terminowania. Prowadzi to do określenia terminów wzorcowych wykonania partii części. Odmianę taką nazwano odmianą z terminami wzorcowymi.
W ten sposób uformowano dziewięć odmian metodycznych, typowych dla warunków występujących w zakładach budowy maszyn. Odmiany te i warunki ich stosowania ujęto w tablicę systematyki połączoną w załączeniu /tabl.2./
Warunki stosowania poszczególnych odmian i metod określono w trzech przedziałach:

- a. Powiązanie części i operacji z wyrobem finalnym - określa, czy części wykonywane są tylko dla jednego wyrobu czy też dla liczniejszego asortymentu wyrobów finalnych. Produkcję części unifikowanych przesunięto generalnie do metody zapasów.
- b. Stopień ciągłości i powtarzalności produkcji wyrobów finalnych i części scharakteryzowano zarówno od strony ciągłości lub nieciągłości /okresowej powtarzalności/ produkcji części na montażu jak i od stro-

ny wskaźnika zmienności obciążenia stanowisk roboczych $/f_{sr}/$ charakteryzującego stopień stabilizacji produkcji w jednostkach produkcyjnych. Charakterystycznym jest tutaj przyporządkowanie metody zapasów brutto do warunków produkcji względnie ustabilizowanej, lecz z montażem przerywanym, okresowo powtarzającym się. W tych warunkach właśnie metoda zapasów brutto jest szczególnie przydatna. Dodatkowo manipulacje potrzebne do ustalenia terminu uruchamiania i zakończenia partii części są tutaj ceną, jaką płacimy za inny automatyzm, a mianowicie śledzenie całych zapasów faktycznych na wykresie liniowym /patrz rys. 3./ w porównaniu z zabezpieczeniem montażu odpowiednich numerów wyrobu finalnego. Pozwala to na łatwe ustalenie wielkości ostatniej partii części w okresie ciągłości produkcji na montażu i wygaszanie zapasów na okres nieciągłości.

c. Struktura produkcyjna i odpowiednie formy organizacji produkcji oraz specjalizacja jednostek produkcyjnych podana jest w układzie symboli wynikających z tablicy odmian specjalizacji /tabl. 1./ ułożonej wg stopni rozwinięcia asortymentu wyrobów finalnych zgodnie z podziałem pracy występujących wg szczebli struktury produkcyjnej zakładu.

3. Rola składowisk i magazynów w cyklu produkcyjnym

Metoda zapasów łączy się z koniecznością utrzymywania zapasów magazynowych części. Jednocześnie powoduje nas do bliższej analizy celowości utrzymywania zapasów w różnych miejscach składowania rozproszonych w cyklu produkcyjnym, poza jednostkami organizacyjnymi uformowanymi w magazyny.

Potrzeba organizowania magazynów międzywydziałowych dla przygotówek i części powstaje z chwilą zróżnicowania wielkości partii obróbczych i oderwania ich wykonawstwa od wykonywanego względnie ciągle montażu. Różnica rytmów pobrania i dostawy powoduje konieczność akumulacji części na okres nieciągłości ich wykonywania /rys. nr 5. i 6./. Nadarza się wtedy też okazja do koncentracji rezerw na

nieterminowe dostawy części i braki w magazynach międzywydziałowych. Ukazują się w układzie skoncentrowanym dwie podstawowe funkcje magazynów:

- funkcja akumulacyjna, podobna do funkcji, jaką spełnia w układach technologicznych: koło zamachowe czy akumulator starterowy;
- funkcja amortyzacyjna w ramach likwidacji drobnych i częstotliwych odchyleń od normalnego toku produkcji.

Potrzeba utrzymywania magazynów części zanika przy pełnej stabilizacji robót w obróbce i montażu i połączeniu przebiegu produkcji części i montażu w układy liniowe o produkcji nieprzerywanej /o obciążeniu stałym/. W takim /rzadkim w przemyśle budowy maszyn/ przypadku zapasy rezerwowe ulegają wtórnemu rozproszeniu i wpleceniu w zapasy międzyoperacyjne linii produkcyjnych. Poza w/w funkcjami w określonych warunkach zachodzi potrzeba tworzenia magazynów i składowisk dla innych celów.

Głównymi z nich, związanymi z bsp są:

- magazyny kompletacyjne, pełniące tylko funkcję amortyzacyjną w zakresie kojarzenia terminów spływu części do jednej operacji montażowej. Magazyny takie występują przy niskich typach produkcji jako międzywydziałowe i wyprzedzają warunki zastosowania metody zapasów;
- przechowywanie resztek występują w warunkach przerywanej okresowo powtarzającej się i względnie ustabilizowanej produkcji wyrobów i części do nich przynależnych. Resztki zapasów rezerwowych utrzymywanych w magazynach akumulacyjnych zdejmowane są na okres nieciągłości z przynależnych im miejsc składowania i przechowywania oddzielnie /jeżeli jest to bardziej opłacalne niż fizyczna ich likwidacja/ aż do okresu powtórnego wznowienia produkcji wyrobów. W tym czasie magazyny akumulacyjne przejmują inne części przynależne do wyrobów naprzemiennie produkowanych;

- magazyny międzyoperacyjne lub t.zw. magazyny manipulacyjne rozdzielni pracy, służące jako przechowalnie części na okres wyczekiwania ich na następne operacje.

Wszystkie wyżej omówione funkcje magazynów posiadają w metodach i odmianach bsp istotne znaczenie, o ile ewidencja stanów magazynowych jest zintegrowana z całym systemem sterowania produkcją.

I na odwrót: często jeszcze spotykany brak powiązań funkcji magazynowych z bsp czyni układ mało sterowalnym, a zapasy nadmierne.

4. Odmiany "uzupełniania braków"

Jednym z istotnych zjawisk tworzących zagrożenia toku produkcji są braki. Stopień zagrażalności braków zwiększa mniemanie, że braki "trzeba odrabiać". Za takim mniemaniem idzie zbyt daleko praktyka. Tylko w produkcji jednostkowej i małoseryjnej niestabilizowanej /warunki metody zleceń/ oraz nielicznych określonych warunkach wyższych typów produkcji /większej stabilizacji produkcji/ dla niektórych części o dużych gabarytach - takie mniemanie i praktyka są słuszne. Odrabianie braków wiąże się bowiem z dopuszczeniem do zagrożenia toku produkcji w każdym przypadku wystąpienia braku. Stara-
niem naszym winno być natomiast, aby to nieuniknione, a więc normalnie zdarzające się zjawisko, w rozmiarach ilościowych uznanych w danych warunkach za normalne - pokrywać rezerwami amortyzującymi zagrożenia. W ten sposób uzyskujemy wyprzedzanie braków rezerwami. W kolejności występowania coraz większej stabilizacji produkcji wyróżnić można następujące formy tworzenia rezerw na braki.

- a. Powiększenie doraźne kolejnych partii części dla tworzenia rezerwy i jej odnawiania.
- b. Tworzenie zapasu rezerwowego w magazynach międzywydziałowych na okres ciągłości montażu wyrobu. Zapas okresowo wygaszany i wznawiany przed następnym okresem ciągłości produkcji na montażu wyrobów, do których część należy.

c. Tworzenie stałego zapasu rezerwowego na braki przy produkcji ciągłej na montażu.

5. Uzbrojenie procesu sterowania: obszernym problemem mającym istotny wpływ na sprawność sterowania procesem produkcji jest problem uzbrojenia procesu bieżącego w tym opracowaniu. Ze względu jednak na jego wagę nie można także całkiem go pominąć, tym bardziej, że w tym miejscu tkwią głównie rezerwy sprawności sterowania w naszym przemyśle budowy maszyn.

Jako uzbrojenie procesu bsp rozumiem tutaj ogół narzędzi i urządzeń służących do wytwarzania i przesyłu informacji kontrolnych i sprawozdawczych.

Wystąpią więc w tym zbiorze zarówno druki i formularze dokumentów aż do "nieformalnych" notatek i zestawień sporządzonych "na własny użytek" przez poszczególnych pracowników zajmujących się sterowaniem produkcją, jak i urządzenia "samoliceńowe", kartoteki uzbrojone w koniki i wycięcia dla selekcji informacji, harmonogramy i wykresy - aż do tablic planistycznych i wszelkich urządzeń synoptycznych oraz maszyn liczących i urządzeń do automatycznego przetwarzania informacji. Z całego zbioru urządzeń i narzędzi służących w bsp zatrzymam się tutaj tylko nad urządzeniami do przetwarzania informacji. Dotyczyć to będzie tym samym urządzeń do wytwarzania terminów i ich regulacji oraz bilansowania obciążeń. Pozostawimy natomiast cały zbiór nośników informacji kontrolnych i sterujących oraz urządzeń do ich przesyłu.

W praktyce dotychczasowej w przetwarzaniu informacji utrzymuje się zdecydowana przewaga zestawień tabelarycznych z językiem cyfrowym przy stosunkowo mniejszym udziale wykresów liniowych lub sieciowych, sporządzanych na papierze. Praktyka taka przy zastosowaniu mechanizacji i automatyzacji przetwarzania danych - wydaje się pogłębiać.

W miejsce zestawień wykonywanych ręcznie wkraczają często bezpośrednio na warsztaty tabulogramy. Nierzadkie są

przy tym przypadki wypierania układów wykreslnych przez maszyny liczące, usprawniające procesy obliczeń i selekcji danych, a niezdolne do produkowania swych wyników w języku wykreslnym. Jest to niewątpliwie zjawisko przejściowe, ale może w okresie długotrwałego procesu wyposażania przemysłu w urządzenia do automatycznego przetwarzania danych /zanim urządzenia do automatycznego wytwarzania układów wykreslnych i synoptycznych wejdą w użytkowanie i staną się u nas powszechne/ - wziąć w służbę obecnych zestawień cyfrowych procesy sterowania produkcją.

W bieżącym sterowaniu produkcją, szczególnie w fazie regulacji, "nie ma czasu" na wczytywanie się w zestawienia tabelaryczne.

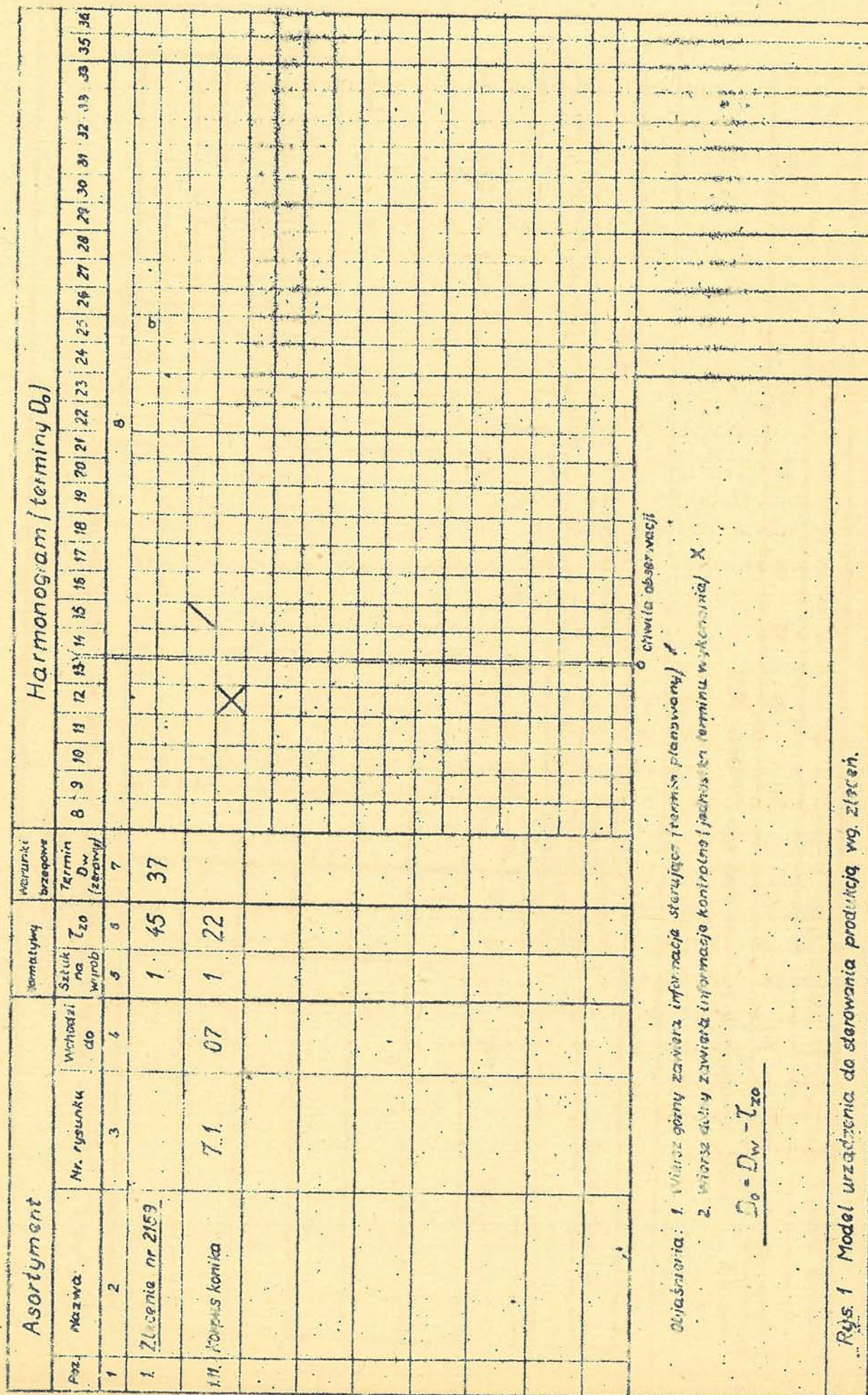
Zbiór informacji przygotowany do podejmowania operatywnych decyzji w zakresie ustalania terminów i regulacji obciążeń stanowisk roboczych musi być prezentowany w języku łatwo czytelnym dla receptorów człowieka, w tym szczególnie wzroku. Duże liczby informacji odnoszących się w budowie maszyn do licznych operacji i części muszą być równocześnie w zasięgu wzroku w układzie skorelowanym. Informacje wynikowe o zagrożeniach występujących w tych zbiorach muszą narzucać się w sposób natarczywy, wykluczający przeoczenia. W tej sytuacji wybijają się dwa kierunki działania dla modernizacji uzbrojenia bsp w zakładach budowy maszyn:

- a. Zapóźnienia w rozwoju wykreslnych sposobów, w tym szczególnie liniowych, w bsp nie mogą być odrobione przeskokiem od razu na sterowanie procesem produkcji poprzez maszyny do automatycznego przetwarzania danych. Odwrotnie - przechodzenie na tabulogramy umniejsza sprawność sterowania nawet w stosunku do "ręcznie" sporządzonych zestawień a tym bardziej wykresów, przez większy udział języka cyfr wypierających opisy literowe. Badania przeprowadzone w tym zakresie wykazują przebijanie

się w takich warunkach tendencji do synoptyki przez sporządzenie przez pracowników służb produkcyjnych licznych zestawień i wykresów "na własny użytek". Również wykresy robione na papierze są już w fazie regulacji bsp narzędziem zbyt pracochłonnym i mało sprawnym. Zmiany w sytuacji na warsztatach wymagają wymazywań lub powtarzania całego wykresu. Istnieje konieczność szerokiego wprowadzenia do bsp urządzeń synoptycznych typu tablic planistycznych i kartotek opatrzonych w koniki, zastępujących wykresy liniowe i pozwalających na szybkie zmiany w kolejności i terminach wykonania części i operacji dla rozkładowania zaistniałych zagrożeń toku produkcji. Urządzenia takie, wchodzące w zakres małej mechanizacji procesu sterowania produkcją, są mało kosztowne i praktycznie bezinwestycyjne.

- b. Włączenie narastającego potencjału maszyn statystyczno-analitycznych i urządzeń do automatycznego przetwarzania informacji do fazy przygotowania bsp, szczególnie w zakresie masowych przeliczeń normatywów i obciążeń w krótkich okresach oraz obliczeń spływu ogólnego strumienia produkcji /wielkości wykonywanej produkcji w normogodzinach czy innych jednostkach wielkości przerobu w porównaniu z planem/.

Dopóki zaległość w uzbrojeniu procesu sterowania produkcją w środki małej mechanizacji nie będzie wyrównana, dopóty parcie na stosowanie automatyzacji przetwarzania informacji będzie w bsp powodowało zniekształcenia i dysproporcje prowadzące w konsekwencji m.in. do kryzysu użyteczności maszyn do automatycznego przetwarzania informacji i przewlekłego zacoferania i niesprawności bieżącego sterowania produkcją w zakładach budowy maszyn.



Jednostka terminu	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62
Nr wyrobu	159				160		161		162			163		164		165		166				167		168			169		170		171		172	

Tabl. 4.1 Model harmonogramu terminów finalnych (terminów D_w)

Asortyment				Normatywy		warunki brzegowe		Harmonogram (terminy Dcz)																											
Dcz	Nazwa	Nr wys.	wchodzący do wyrobu	nr tuki	Tcz	Ncz / Dcz	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46			
1	1	3	1	5	6	7	160	161	162	163	164	165	166	167	168	169	170	171	172																
26	Korkowód	327	03	2	12	159 / 20																													
																	</																		

czwarta obserwacja

Rys. 2 Model urządzenia do sterowania produkcją wg metody numerów komórek

$$D_{Ncz} = D_{Nw} \cdot T_{zecz}$$

[illegible]
$$Z_n = \sum Z_f + \sum Z_{rez.m} \quad \text{w nast\u0119pnej cz\u0119\u015bci cyklu produkcyjnego}$$

Rys. nr. 3 Model urzãdzenia do sterowania produkcjã wg metody zapasów brutto

Asortyment				Normatywy				Wymiary brzegowe		Harmonogram																											
Poz.	Nazwa	Nr rys.	Wzrost do wyrab.	Sufik na wyrab.	Zn	T _w		Z _z pocz.	P _t	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	
						m ₀	m ₁			48	48	48	48	48	48	48	48	48	48	48	48	48	48	48	48	48	48	48	48	48	48	48	48	48	48	48	48
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11																											
26	Głowica	9.7.	09	2	943	200	3.5	120	-	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200
27	Targaniec	9.8.	09	1	437	200	5	158	200	121	108	98	98	98	98	98	98	98	98	98	98	98	98	98	98	98	98	98	98	98	98	98	98	98	98	98	

o chwila obserwacji

3. Z_z = 2,5 · Z_n

1. Z_n = 3 · Z₁ + 2 · Z₂ raz m. w następniej części cyklu produkcyjnego

2. T_w - cykl produkcyjny wykonania partii części

Rys. nr. 4 Model urządzenia do sterowania procesu produkcji wg metody zapasów netto.

0 chwila obserwacji

1. $Z_n = Z_1 + Z_2 + Z_3$ w następnym cyklu produkcyjnym 3. $Z_2 = 2 \cdot Z_1$

2. T_n - cykl produkcyjny wykonania partii części

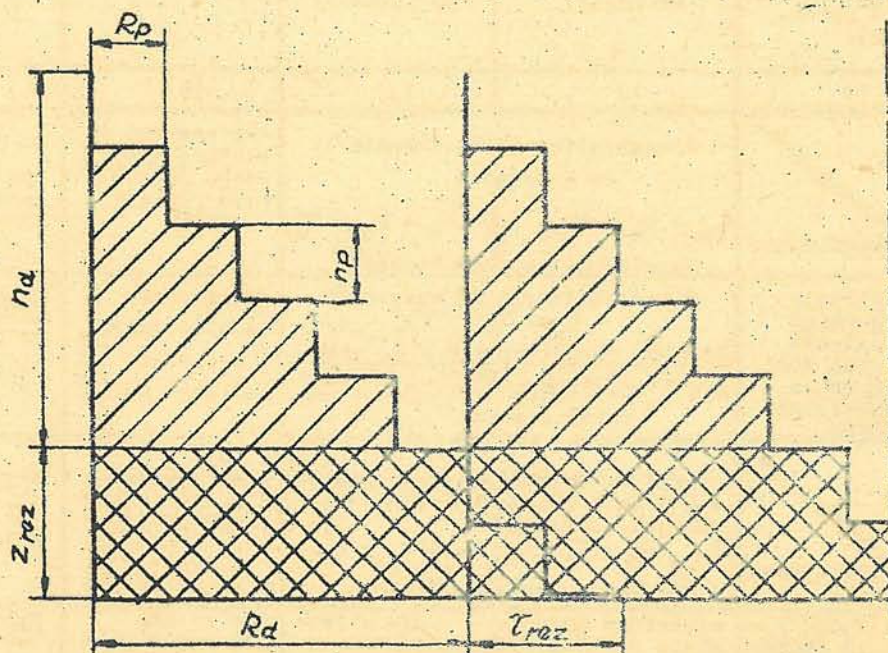
Rys. Nr. 4 Model urządzenia do sterowania procesem produkcji wg metody zapasów netto.

Szczegół struktury produkcyjnej	Symbol	Odmiana specjalizacji jednostki produkcyjnej	Symbol	Występujące rozwinięcia asortymentu produkcji			
				WFZ wyroby finalne	WZ zespoły i podz.	WP wyroby proste	WO operacje
Służba produkcji	S ₁	Przedmiotowo zamknięta (specjalizowana) w zakresie wyrobów finalnych	S ₁ FZ	X	X	X	X
		Przedmiotowo zamknięte (specjalizowane) w zakresie wyrobów finalnych	S ₂ FZ	X	X	X	X
		Przedmiotowo zamknięte (specjalizowane) w zakresie zespołów	S ₂ Z		X	X	X
		Przedmiotowo zamknięte (specjalizowane) w zakresie wyrobów prostych	S ₂ P			X	X
		Specjalizowane tylko technologicznie	S ₂ O				X
Oddziały	S ₃	Przedmiotowo zamknięte (specjalizowane) w zakresie wyrobów finalnych	S ₃ FZ	X	X	X	X
		Przedmiotowo zamknięte (specjalizowane) w zakresie zespołów	S ₃ Z		X	X	X
		Przedmiotowo zamknięte (specjalizowane) w zakresie wyrobów prostych	S ₃ P			X	X
		Specjalizowane tylko technologicznie	S ₃ O				X
Eniada przedmiotowo specjalizowane i linie produk.	S ₄	Specjalizowane w zakresie zespołów	S ₄ Z		X	X	X
		Specjalizowane w zakresie wyrobów prostych (części)	S ₄ P			X	X
Stanowiska robocze	S ₅	Niezależnie od stopnia zawężenia specjalizacji	S ₅ O				X
Tabl. 1		Stopień rozwinięcia asortymentu produkcji w zależności od szerokości struktury produkcyjnej i odmiany specjalizacji.					

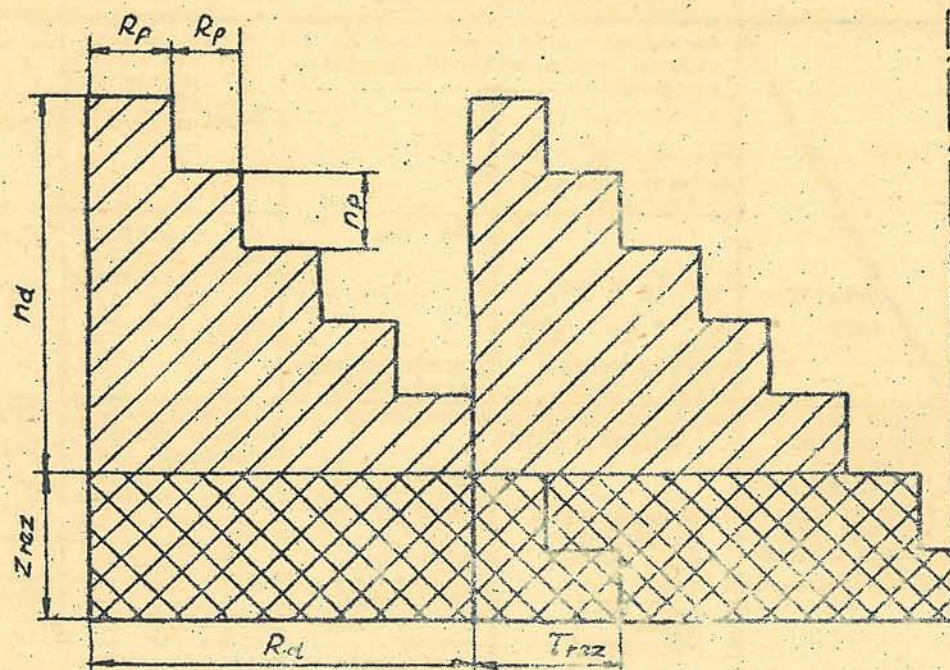
Sym- boli- zacja	Warunki asortymentowe				Struktura produkcyjna	Metoda	Odmia- na	Zakres przygotowania	
	powtarzalność i ciągłość produkcji z wyrobem finalnym	powtarzalność i ciągłość produkcji wyrobów finalnych	powtarzalność i ciągłość produkcji części	f _{gr}				zróżnicowanie partii części	sposób określania wyprzedzenia
1	2	3	4	4a	5	6	7	8	9
I	Z u p e z n e	Po jednej do kilkunastu sztuk bez przewidzianej powtarzalności		100 do 500	$S_2O + S_3O$ bez szczebla S_4	Zleceń zewnętrznych	ślepa	W kompletach na serię wyrobów finalnych	W czasie kalenderszym od dnia "zerowego" Wyprzedzenia
II		$N < n_{eksr}$		więcej			zupełna		
III		Większe liczby wyrobów i części lecz występujące jednorazowo w programie rocznym bez określonej powtarzalności w latach następnych		50 do 100	$S_2O + S_3P$ lub $S_2O + S_3O$ bez szczebla S_4	Numerów kompletów	ślepa	W kompletach na serię wyrobów finalnych z podziałem na partie obróbcze i ewentualnie transportowe	naniesione na karty technologiczne i na dokumentację sterowania produkcją (obiegową i harmonogramy)
IV		$N > n_{eksr}$		więcej			zupełna		
V	Operacje i części (wyroby proste) typizowane częściowo dla liczniejszego asortymentu wyrobów finalnych	Liczba wyrobów lub zespołów obejmujące konstrukcyjną wyrobów finalnych lub zespołów	Części produkowane seryjnie w partiach o wielkości optymalizowanej lub w sposób ciągły	30 do 50	$S_2P + S_3P$ z udziałem	Zapasów brutto	ślepa	pełne zróżnicowanie wielkości partii optymalizowanych w szeregu liczbowym	Wyprzedzenia w zapasach (ilościowe)
VI				100	$S_2Z + S_3Z$ bez szczebla S_4		ślepa		$Z_n = \sum Z_t + \sum Z_{czm}$ w następnej części cyklu produkcyjnego do dnia "zerowego"
VII				do 30	$S_2P + S_3P + S_4P$ niepotokowe z udziałem		z terminami wzorcowymi	wielkość partii optymalizowane w szeregu liczbowym taktów partii	
VIII				do 10	$S_2Z + S_3Z + S_4Z$ potoki zmienne z udziałem	Zapasów netto	z harmonogramami wzorcowymi		
IX				0,2 do 1	$S_2Z + S_3Z + S_4Z$ potoki stałe z udziałem $S_2P + S_3P + S_4P$		z taktami produkcyjnymi	produkcja ciągła w taktach	

Objaśnienia: T - wyprzedzenie produkcyjne operacji w cyklu wyrobu prostego D_n - chwila obserwacji
 n_{ek} - wyprzedzenie produkcyjne operacji w zakresie partii części
 n_{eksr} - ekonomiczna wielkość partii
 n_{eksr} - średnia dla wszystkich części i faz technologicznych, T - wyprzedzenie sezonowe

organizacyjny w t.p.p.		Model sterowania bieżącego		Wielkość rezerv w wy- przebiegach	Poziom organizacyjny zakładu
dla wyrobów finalnych	dla opera- cji	wg części	wg operacji		
10	11	12	13	14	15
bieżące w miarę za- pełnienia „portfela zamówień” - wg „grup zastępowalnych” stanowisk robotycznych	nie	decentralizacja sterowania do wydziałów $D_{cz} = D_w - \tau_{cz}$ $D_o = D_{cz} - \tau'_{oz}$ Terminy wyznaczane bieżąco		Powiększone na bieżącą likwi- dację „wygar- bień obciąże- nia”	Minimalny dla bezpieczeństwa zagro- żeń i zapobie- gania zakłóceniom toku produkcji
	przygotowane	decentralizacja do wydziałów $D_o = D_w - \tau_{zo}$ terminy określone w t.p.p. pod- legają jedynie regulacji w opar- ciu o obciążenia stanowisk w roz- dzielni pracy		Bez rezerw na likwidację „wygarbień obciążenia”	Wysoki. Okresy międzyoperacyj- ne zorganizowane i określone sta- tystycznie
Według lat i miesięcy według grup zastępowal- nych stano- wisk robo- tycznych	nie	częściowa decentralizacja stero- wania do oddziałów przedmiotowo specjalizowanych $D_{Ncz} = D_{Nw} - \tau_{cz}$ $D_{No} = D_{Ncz} - \tau'_{no}$ Terminy wyznaczane bieżąco		Powiększone na bieżącą likwi- dację „wygar- bień obciąże- nia”	Minimalny dla tej metody
	przygotowane	częściowa decentralizacja stero- wania do oddziałów przedmiotowo specjalizowanych $D_{No} = D_{Ncz} - \tau_{no}$ Tylko regulacja terminów		Bez rezerw jak w odmianie II. Okresy mię- dyoperacyjne nie są niż w odmianie III.	Wysoki Okresy między- operacyjne o mniejszym roz- rzucie niż w odmianie II.
Raz w roku lub w kwar- talach (w za- leżności od stabilizacji tempa produk- cji poszcze- gólnych wyro- bów finalnych lub zespołów normalnych)	nie	decentralizacja sterowania do oddziałów przedmiotowo-specjali- zowanych $Z_z = Z_f$ $D_{Ncz} = D_H + \frac{Z_z}{p_{cz}} - \tau_{ro}$ terminy wyznacza- ne bieżąco		Zapasy waha- jące się i nie- harmonizowane a przez to średnio duże	Minimalny z lic- nym asortymentem różnicowy (duży udział sterowania dyspozytorskiego)
	przygotowane	$Z_z = Z_f - Z_n$ $D_{Ncz} = D_H + \frac{Z_z}{p_{cz}}$ terminy wyznac- zane bieżąco	$D_{No} = D_{Ncz} - \tau'_{no}$ terminy wyznac- zane bieżąco	Zapasy zbliżo- ne do normal- nych lecz z re- zerwami na „wy- garbienia ob- ciążeń”	Minimalny zorganizowany w normalny tok pracy
wg grup zast. stan. rob. i wg jednostek przedmiotowo specjalizowanych	Raz w roku lub kwartale bilans wg jednostek ter- minu na naj- większy rytm partii produk- cyjnych	decentralizacja sterowania do gniazd i linii $D_{No} = D_{Ncz} - \tau'_{no}$ regulacja wg terminów wzorcowych		Normalne bez rezerw na wy- garbienia ob- ciążeń lecz z rezerwami na okresy między- operacyjnych	Wysoki. Okresy międzyoperacyj- ne określone jeszcze sta- tystycznie
		obserwacja kontrolna oraz regu- lacja we- dług ter- minów wzorcowych $Z_z = Z_f - Z_n$ oraz obserwacja kontrolna i regulacja wg taktu sztuki	Regulacja wg harmono- gramów wzorcowych Regulacja według taktu sztuki	normalne optymalne wynikające z organiza- cji potoków. Przy obciąże- niu stałym - zanik zapa- sów magazyn- owych	Wysoki a dla potoków złożo- nych bardzo wysoki. Okresy mię- dyoperacyjne określone anali- tycznie Normalnie wy- soki bez okre- sów biernych poza rezerwy
od razu według operacji przy organizowaniu potoków					



Rys. nr. 5 Zmiany w zapasach magazynowych.



Rys. nr. 6 Zmiany w zapasach magazynowych.

R_d - rytm dostawy równy rytmowi serii,

n_d - wielkość jednorazowej dostawy (normalna)
równa wielkości serii części,

R_p - rytm pobrania (na montaż)

n_p - wielkość jednorazowego pobrania (na montaż)

