

2152204/1

Na prawach rękopisu

Raporty

INSTYTUTU ORGANIZACJI I ZARZĄDZANIA
POLITECHNIKI WROCŁAWSKIEJ

Seria PRE

Nr 82

WYKORZYSTANIE WYMIAROWYCH
MODELI FUNKCJI PRODUKCJI DO
POTRZEB IDENTYFIKACJI I
PREDYKCJI
PROCESU PRODUKCJI

(praca doktorska)

Marian Waldemar Bról

doktorant w Inst. Org. i Zarządz. Pol. Wrocł.

Promotor: prof. dr inż. Wiesław M. Grudzewski

Słowa kluczowe: funkcja produkcji, analiza wymiarowa, proces produkcji,
modelowanie

Raport wpłynął do Redakcji I-23 dnia 31 lipca 1979 r.

Wrocław 1979

800408060M

SPIS TREŚCI

WSTĘP	4
1. FUNKCJA PRODUKCJI ILOŚCIOWYM ODWZOROWANIEM PRO- CESU PRODUKCJI	9
1.1. Rodzaje identyfikacji procesu produkcji	9
1.2. Metodologiczne przesłanki konstruowania funkcji produkcji.....	13
1.2.1. Wprowadzenie do zagadnienia	13
1.2.2. Określenie teoretycznych podstaw funkcji produkcji	14
1.2.3. Zasada substytucyjności i komplementarności czynników produkcji	16
1.2.4. Stopień agregacji modelu	18
1.2.5. Wybór zmiennych i postaci modelu	19
1.2.6. Klasyfikacja funkcji produkcji	22
1.3. Wymiarowe modele funkcji produkcji	25
1.3.1. Założenia i analityczna postać wymiarowych modeli funkcji produkcji	25
1.3.2. Ogólne zasady wyznaczania wymiarowych modeli funkcji produkcji	28
1.3.3. Wymiarowy model funkcji produkcji jako relacja techniczno- ekonomiczna	35
1.3.4. Czynniki o charakterze przypadkowym w wymiarowym mo- delu funkcji produkcji	38
1.3.5. Wnioskowanie na podstawie wymiarowych modeli funkcji produkcji	43
2. MIERZENIE, ANALIZA I PROGNOSTYCZNA OCENA PRODUK- CYJNEGO REZULTATU POSTĘPU TECHNICZNO-ORGANIZACYJ- NEGO	46
2.1. Wprowadzenie do zagadnienia	46
2.2. Wyznaczanie i analizowanie produkcyjnego rezultatu postę- pu techniczno-organizacyjnego z zastosowaniem indeksu produkcji sformułowanego na podstawie funkcji produkcji	49
2.3. Sposób uwzględniania wpływu neutralnego postępu technicz- nego w wymiarowym modelu funkcji produkcji na proces produkcji	58

2.3.1. Uwzględnienie neutralnego postępu technicznego według koncepcji J.R.Hicksa	61
2.3.2. Uwzględnienie neutralnego postępu technicznego według R.F.Harroda i R.M.Solowa	62
2.3.3. Szacowanie charakterystyk neutralnego postępu technicznego na podstawie wymiarowych modeli funkcji produkcji	65
2.4. Wymiarowy model funkcji produkcji z uwzględnieniem mierników organizacji pracy	69
2.5. Zasady analizy i perspektywicznej oceny produkcyjnego efektu postępu techniczno-organizacyjnego dla wybranych postaci funkcji liczbowo-liczbowych	71
3. WYZNACZANIE MIERNIKÓW EFEKTYWNOŚCI EKONOMICZNEJ PROCESU PRODUKCJI	82
3.1. Wprowadzenie do zagadnienia	82
3.2. Budowa mierników globalnej efektywności procesu produkcji....	89
3.3. Wyznaczanie cząstkowych mierników efektywności ekonomicznej wybranych czynników produkcji	96
3.4. Uwagi końcowe	101
4. MODELOWANIE WZROSTU PRODUKCJI DLA POTRZEB OKREŚLANIA ROZWOJU GOSPODARCZEGO	103
4.1. Wzrost a rozwój w systemach gospodarczych	103
4.2. Modele wzrostu produkcji z uwzględnieniem globalnej i cząstkowej efektywności ekonomicznej	106
4.2.1. Wyznaczanie skali wzrostu produkcji	106
4.2.2. Wyznaczanie tempa wzrostu produkcji w zależności od tempa wzrostu globalnej efektywności ekonomicznej procesu produkcji	109
4.3. Propozycja dekompozycji programu produkcji w hierarchicznych systemach gospodarczych	113
4.3.1. Wprowadzenie do zagadnienia	113
4.3.2. Opis i formalne zdefiniowanie decyzyjnego problemu dekompozycji programu produkcji	114
4.3.3. Rozwiązanie problemu decyzyjnego	117
5. KONCEPCJA KOMPUTEROWEGO SYSTEMU IDENTYFIKACJI I PREDYKCJI PROCESU PRODUKCJI (SIP)	120
5.1. Wprowadzenie do zagadnienia	120

5.2. Zakres i zadania systemu	120
5.3. Struktura systemu	123
5.4. Zasady budowy symboliki	123
5.5. Struktura zbiorów informacji	128
5.5.1. Zbiory danych źródłowych	128
5.5.2. Zbiory w pamięci zewnętrznej maszyny cyfrowej	139
5.5.3. Wydawnictwa	139
5.6. Opis procesu przetwarzania danych	145
5.7. Środki techniczne eksploatacji	165
PODSUMOWANIE	166
LITERATURA	171

WSTĘP

Dynamiczny rozwój sił wytwórczych społeczeństwa, wzrost rozmiarów produkcji, jej koncentracja i centralizacja, złożoność powiązań kooperacyjnych i wzajemnych zależności pomiędzy działami, gałęziami i jednostkami organizacyjnymi stwarzają potrzebę ciągłego doskonalenia systemów zarządzania. Zasadniczym celem systemów jest koordynacja działalności poszczególnych organizacji gospodarczych tak, aby gospodarka jako całość w możliwie najwyższym stopniu realizowała cel nadrzędny, którym jest zaspokojenie egzystencjalno-konsumpcyjnych, kulturowych, ekologicznych i innych potrzeb społecznych. Systemy zarządzania powinny również umożliwiać poszczególnym resortom, branżom i organizacjom gospodarczym osiaganie założonych przez nie celów.

Realizacja tak sformułowanego kierunku działania jest uwarunkowana między innymi procesami informacyjno-decyzyjnymi zachodzącymi w organizacjach gospodarczych. Istotną rolę w nich - a zatem i w samym zarządzaniu - odgrywa ilość i jakość informacji charakteryzujących własności i prawidłowości procesów przebiegających w danej jednostce gospodarczej.

W chwili obecnej zdobywanie informacji o procesach nie może ograniczać się jedynie do intuicji i doświadczenia ludzi kierujących danym systemem. Konieczne jest opracowanie możliwie konkretnych, a sformalizowanych sposobów, metod i technik, które umożliwią identyfikację¹ i prognostyczną ocenę procesów dla potrzeb funkcjonowania systemów zarządzania, a w szczególności procesów produkcji, konsumpcji, dystrybucji i inwestowania.

¹W niniejszej pracy identyfikacja procesu produkcji rozumiana jest w ujęciu szerokim jako stwierdzanie i rozpoznawanie stanów i zmian zachodzących w kolejnych stadiach przebiegu procesu produkcji oraz badanie własności tego procesu, zaś w wąskim ujęciu jako "...określenie sposobów ustalania modelu matematycznego procesu na podstawie badań eksperymentalnych" [1, s. 13] .

Podstawowym procesem realizowanym w każdej organizacji gospodarczej jest proces produkcji. Charakteryzuje się on celową i świadomą działalnością człowieka, która zmierza do przekształcenia znajdujących się w dyspozycji organizacji gospodarczej przedmiotów pracy, przy zastosowaniu odpowiednich środków pracy w produkcję o określonych rozmiarach, strukturze i jakości, a to powinno umożliwić zaspokajanie potrzeb społeczeństwa jako całości oraz jego poszczególnych członków.

[Badanie i perspektywiczna ocena procesu produkcji może być realizowana ze względu na kategorie socjologiczne, cybernetyczne, fizjologiczne oraz ekonomiczne. Przedmiotem badań w niniejszej pracy są ilościowe aspekty procesu produkcji i metody ich ekonomicznej oceny oraz prognozowanie ilościowych relacji pomiędzy różnymi wielkościami techniczno-ekonomicznymi, które charakteryzują przebieg tego procesu.]

W literaturze przedmiotu można odnaleźć wiele sposobów odrębnej analizy ekonomicznej wielkości produkcji oraz czynników produkcji 3,14,75,76 . Sposoby te polegają na badaniu kształtowania się wielkości produkcji lub poszczególnych jej czynników w czasie. Najczęściej rezultatem takiej analizy jest wyznaczenie modeli trendu wzrostu czynników lub wielkości produkcji. Jest to jednak dopiero pierwszy krok do identyfikacji i prognozowania procesu produkcji. Ze względu na silne i wielostronne powiązania pomiędzy czynnikami a wielkością produkcji pożądane jest podjęcie badań obejmujących znacznie obszerniejszy zakres problemów. Powinny one dotyczyć przede wszystkim:

- określenia ilościowych zależności pomiędzy czynnikami a wielkością produkcji,
- określenia i przewidywania wpływu dynamiki czynników na dynamikę wolumenu produkcji,
- badania efektów postępu techniczno-organizacyjnego,

- badania ekonomicznej efektywności procesu produkcji,
- analizowania zespołowej wydajności pracy i produktywności środków trwałych.

Są to zagadnienia, których rozwiązanie usprawni funkcjonowanie systemów zarządzania i kierowania przebiegiem procesu produkcji. Decyzje dotyczące procesu produkcji formułuje się najczęściej w postaci związków ilościowych, a ponieważ "Ustalaniem za pomocą metod statystycznych konkretnych ilościowych prawidłowości zachodzących w życiu gospodarczym zajmuje się ekonometria" [32, s. 121], a więc także i prawidłowości procesu produkcji, zatem do rozwiązania wypunktowanych wyżej problemów wykorzystać można modele ekonometryczne¹, a przede wszystkim modele funkcji produkcji.

Taki ekonometryczny sposób analizy procesu produkcji zaprezentowano m.in. w pracach [50,51,52,65,68,69,70]. Uzyskane w nich rezultaty przedstawiają możliwości, które stwarzają funkcje produkcji, głównie typu Cobba-Douglasa w badaniu i prognozowaniu procesu produkcji.

Należy podkreślić, że w większości pozycji literaturowych postać funkcji produkcji przyjmowana była arbitralnie. W związku z tym uzyskiwane modele nie zawsze miały postać, która była niezależna od przyjętego podstawowego układu jednostek miar², a także nie zawsze uwzględniany był fakt, że wielkości opisujące proces produkcji są wielkościami wymiarowymi³.

¹Model ekonometryczny jest to konstrukcja formalna, która za pomocą jednego równania lub układu równań przedstawia zasadnicze powiązania występujące pomiędzy rozpatrywanymi zjawiskami ekonomicznymi" [51,s.37].

²Przykładami takich układów w naukach technicznych są: Cgs, MKS, MKSA, angielski i ostatnio powszechnie stosowany SI.

³Wielkości wymiarowe i bezwymiarowe są elementami przestrzeni wymiarowej \mathbb{N}^n , którą zdefiniowano w pracy [16]. Wielkości wymiarowe to elementy przestrzeni \mathbb{N}^n , które mają dodatnią wartość liczbową oraz wymiar, natomiast wielkości bezwymiarowe to liczby rzeczywiste dodatnie.

Możliwość budowania funkcji produkcji, które uwzględniają wymiarowy charakter czynników produkcji przedstawiono w pracy [57], stosując analizę wymiarową.

Na podstawie przedstawionych rozważań tezę niniejszej pracy można sformułować następująco:

[Modele funkcji produkcji budowane przy zastosowaniu analizy wymiarowej mogą okazać się przydatne dla potrzeb identyfikacji i predykcji¹ procesu produkcji. Przy czym w przypadku wymiarowych modeli funkcji produkcji o argumentach niezależnych wymiarowo obszar problemów oraz wyniki wnioskowania powinny pokrywać się z rezultatami otrzymanymi dla funkcji typu Cobba-Douglasa, natomiast dla modeli o argumentach zależnych wymiarowo zakres zastosowań okazać się może bogatszy.]

Teza ta zostanie w niniejszej pracy uzasadniona w wyniku realizacji następujących celów szczegółowych:

[- zdefiniowania wymiarowych modeli funkcji produkcji jako relacji techniczno-ekonomicznej oraz określenia przesłanek metodologicznych do wyznaczenia tych modeli,

- opracowania sposobu wyznaczania wymiarowych modeli funkcji produkcji z uwzględnieniem czynników charakteryzujących wpływ neutralnego postępu technicznego, postępu w organizacji pracy i czynników o charakterze losowym,

- przedstawienia propozycji badania rezultatu produkcyjnego lub efektywnościowego wynikającego z dokonywanego się postępu techniczno-organizacyjnego,

- opracowania sposobu konstruowania mierników globalnej i cząstkowej efektywności ekonomicznej procesu produkcji,

¹Predykcję ekonometryczną określa się jako "...proces wnioskowania w przyszłość na podstawie znajomości modelu ekonometrycznego opisującego pewien wycinek sfery zjawisk ekonomicznych" [54, s. 27].

- przedstawienia koncepcji modelowania wzrostu produkcji dla potrzeb określania rozwoju gospodarczego.]

Punktem wyjścia do zaproponowanej koncepcji ekonomicznej identyfikacji i predykcji procesu produkcji są wymiarowe modele funkcji produkcji. Ich teoretyczną podstawą jest marksowska teoria czynników produkcji a forma matematyczna stosowanych modeli wiąże się z wykorzystaniem aparatu analizy wymiarowej, teorii ekonomii oraz metod statystyki matematycznej.

Przedstawione w pracy rozwiązania mają charakter ogólny. Wskazują generalne zasady postępowania, które mogą mieć zastosowanie w różnych resortach, gałęziach i branżach. W praktyce konieczna będzie ich adaptacja do specyficznych warunków, własności i cech badanego procesu produkcji. Badania przeprowadzone w pracy stanowią z jednej strony rozwinięcie teoretycznych zagadnień dotyczących wykorzystania analizy wymiarowej do modelowania procesu produkcji z drugiej zaś, poprzez częściowo aplikacyjny charakter pracy, przybliżają dotychczasowe rozważania teoretyczne do zastosowań w praktyce gospodarczej.

Niniejsza rozprawa jest kontynuacją prac prowadzonych w zespole badawczym "Projektowanie i modelowanie systemów zarządzania", które dotyczą wykorzystania analizy wymiarowej do modelowania procesów gospodarczych.

1. FUNKCJA PRODUKCJI ILOŚCIOWYM ODWZOROWANIEM PROCESU PRODUKCJI

1.1. Rodzaje identyfikacji procesu produkcji

Identyfikacja i perspektywiczna ocena procesu produkcji jest istotnym zagadnieniem w zarządzaniu gałęziami, branżami i organizacjami gospodarczymi. Wyróżnić można w zasadzie trzy rodzaje identyfikacji procesu produkcji. Pierwszy rodzaj polega na opracowaniu przez rzeczoznawców ekspertyzy identyfikacyjnej. Jest ona zbiorem subiektywnych ocen na temat stanów i ich zmian zachodzących w przebiegu procesu produkcji, a także ogólnych własności i prawidłowości tego procesu. Ekspertyza powstaje w wyniku ogólnego jakościowego poznania procesu produkcji. Identyfikacja, która polega na ekspertyzie, jest stosowana samodzielnie jedynie w sporadycznych sytuacjach, gdy rozpoznawaniu podlegają nowo powstałe procesy produkcji lub procesy o przebiegu których nie są dostępne ilościowe informacje z przeszłości. Najczęściej sporządzanie ekspertyzy jest jednym z etapów realizacji pozostałych rodzajów identyfikacji.

Drugi rodzaj identyfikacji procesu produkcji wymaga przeprowadzenia eksperymentu¹. Polega on na poddawaniu procesu produkcji oddziaływaniom określonych bodźców i analizowaniu ich skutków. W praktyce możliwy jest do przeprowadzenia jedynie eksperyment ex post² ze względu na trudność zapewnienia stałych warunków prowadzenia ekspery-

¹Szczegółowymi zagadnieniami dotyczącymi organizowania, planowania i klasyfikacji eksperymentów zajmuje się teoria eksperymentu (por. [20,33]).

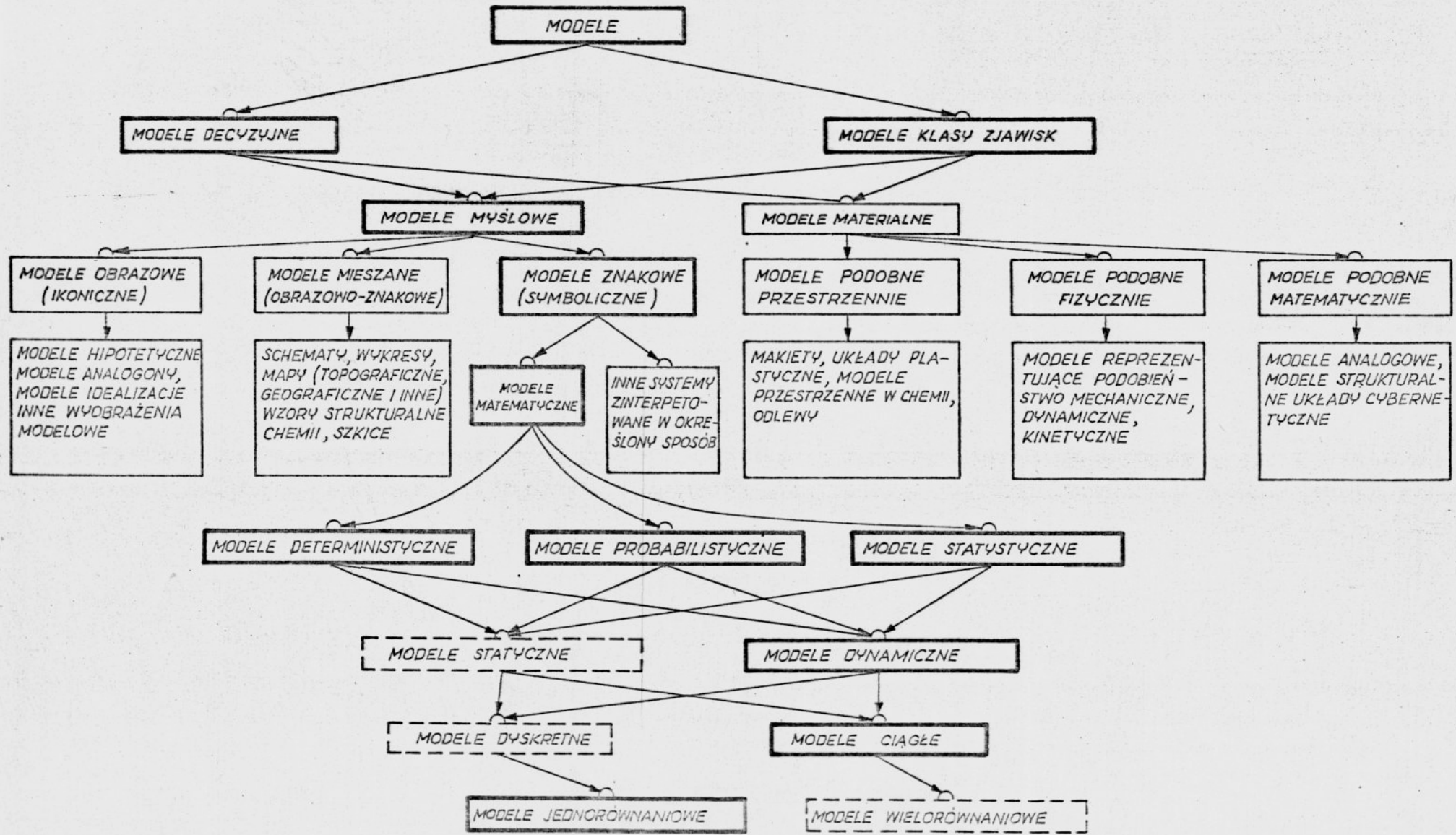
²Obok eksperymentu ex post wyróżnia się eksperyment kontrolowany (por. [46]).

mentu w określonym przedziale czasu oraz na negatywne następstwa, jakie może on wywołać w przebiegu procesu produkcji. Realizuje się go przez obserwację, pomiar i rejestrację wielkości oddziaływujących na proces produkcji w trakcie jego normalnego przebiegu oraz analizę rezultatów tych oddziaływań. Informacjami źródłowymi są w tym przypadku dane statystyczne o przebiegu procesu w przeszłości. Identyfikacja procesu produkcji prowadzona jedynie przy użyciu eksperymentu wykorzystywana jest rzadko. Powodem tego jest trudność zebrania dostatecznej ilości wiarygodnych danych statystycznych. Najczęściej przeprowadzenie eksperymentu jest wstępną fazą trzeciego rodzaju identyfikacji - m o d e l o w a n i a .

Identyfikacja, która wykorzystuje modelowanie polega na konstruowaniu modeli, czyli "...takich dających się pomyśleć lub materialnie zrealizować układów, które odzwierciedlając lub odtwarzając przebieg procesu, zdolne są zastępować go tak, że badanie ich dostarcza nowej informacji o tym procesie [62, s. 20] . Należy podkreślić, że w modelowaniu procesu produkcji wykorzystuje się głównie modele matematyczne¹ zaliczane przez W.Sztoffa do typu modeli idealnych z grupy modeli symbolicznych (rys.1) [62, s. 23] . Modelowanie matematyczne jest najbardziej złożonym i najtrudniejszym rodzajem identyfikacji procesu produkcji. Wymaga ono wcześniejszej realizacji eksperymentu i/lub opracowania ekspertyzy identyfikacyjnej. Pomimo trudności występujących przy tego rodzaju modelowaniu, sposób ten umożliwia najpełniejsze rozpoznanie procesu, a ponadto powstały w jego wyniku model może być bardzo pomocny w perspektywicznej ocenie przebiegu procesu produkcji oraz przy podejmowaniu decyzji związanych z tym procesem.

Za stosowaniem modeli matematycznych do identyfikacji procesu produkcji przemawia między innymi: duża wrażliwość procesu produkcji na od-

¹Do modeli matematycznych zaliczono również modele ekonometryczne.



Rys.1. Miejsce modeli matematycznych wśród ogółu modeli i ich klasyfikacja /Opracowano na podstawie klasyfikacji W.Sztöffa [62] oraz R.Ackoffa [1]

działywania bodźców z jego otoczenia, trudne do przewidzenia zachowania ludzi uczestniczących w procesie, zakłócenia występujące w przebiegu procesu oraz wielka złożoność i różnorodność elementów procesu i ich wzajemnych oddziaływań.

Zastosowanie modelowania matematycznego do identyfikacji procesu produkcji wykazuje niewątpliwie pewne słabości, na przykład należą do nich wprowadzone w modelu uproszczenia rzeczywistości, subiektywne wytypowanie przez twórcę modelu wielkości, które charakteryzują przebieg procesu, arbitralne przyjęcie analitycznej postaci modelu¹, niedogodności i mankamenty stosowanych technik i metod matematycznych.

Budowa modelu jest pracą twórczą, porównywalną z pracą artysty, który swoją niczym nie ograniczoną wizję świata ucieleśnia na płótnie lub w rzeźbie. Twórca modelu matematycznego, mając ograniczoną zazwyczaj własną inwencję przez cel, któremu model ma służyć, odwzorowuje za pomocą formuł matematycznych rzeczywisty proces. Aby powstał dobry model procesu produkcji, jego twórca musi posiadać znajomość obszaru modelowania, mieć szerokie spojrzenie na rzeczywistość oraz powinien umieć korzystać z metod i technik modelowania.

Reasumując należy podkreślić, że nie zawsze konieczna jest budowa matematycznego modelu procesu produkcji, bowiem wystarczające rozpoznanie tego procesu można niekiedy uzyskać jedynie po przeprowadzeniu eksperymentu lub (i) opracowaniu ekspertyzy. A zatem uzasadnia to wyodrębnienie trzech przedstawionych rodzajów identyfikacji. Najczęściej jednak, ze względu na dużą przydatność modeli matematycznych do podejmowania decyzji, ostatecznym rezultatem identyfikacji jest model procesu produkcji, który odwzorowuje ilościowe relacje pomiędzy wielkością produkcji i jej czynnikami. W literaturze model ten nazywany jest funkcją produkcji.

¹Przez analityczną postać modelu rozumie się postać analityczną funkcji zmiennych objaśnianych [51, s. 47].

1.2. Metodologiczne przesłanki konstruowania funkcji produkcji

1.2.1. Wprowadzenie do zagadnienia

W tym punkcie pracy zostaną przedstawione podstawowe przesłanki, które należy uwzględnić przy formułowaniu założeń funkcji produkcji. Przesłanki te opierają się na marksowskiej teorii czynników produkcji [42] i ogólnych zasadach tworzenia modeli ekonometrycznych.

Zarówno statyczne jak i dynamiczne funkcje produkcji opisują proces produkcji w ogóle, niezależnie od jego form społecznych. "Produkcja w ogóle - to abstrakcja, lecz abstrakcja rozumna, ponieważ rzeczywiście wyodrębnia ona i ustala to, co ogólne i wskutek tego uwalnia nas od powtórzeń" [36, s. 711]. Proces produkcji i dystrybucji na różnych szczeblach rozwoju społecznego - jak podkreślił K.Marks - podlega "prawom ogólnoludzkim", których znajomość jest konieczna, ale nie wystarczająca dla zrozumienia historycznie określonego sposobu produkcji. Pisał on w związku z tym: "Podsumujmy: są określenia wspólne dla wszystkich szczebli produkcji, które myślenie ustala jako powszechne; jednakże tak zwane ogólne warunki wszelkiej produkcji - to nic innego, jak te abstrakcyjne momenty, za pomocą których nie można zrozumieć ani jednego rzeczywistego historycznego szczebla produkcji" [36, s. 714].

Powyższe tezy K.Marksa oraz rozważania wielu autorów np. [3,23,31, 47,48,50,52,56,57,68,69,76] zajmujących się modelowaniem procesu produkcji pozwalają ocenić realne możliwości i granice stosowania funkcji produkcji. Należy stwierdzić, że funkcje te odzwierciedlają w formie matematycznej relacje rzeczowe, natomiast są one dalekie od tego, aby mogły odzwierciedlać proces produkcji społecznej jako jedności sił wytwórczych i stosunków produkcji. Te ostatnie występują bowiem w modelu w formie

niejawnej¹.

Przyjęcie w modelowaniu różnych hipotez upraszczających może prowadzić do otrzymania różnych funkcji produkcji dla tego samego procesu produkcji. Hipotezy te są formułowane w obszarze obejmującym takie zagadnienia, jak: określenie teoretycznych podstaw funkcji produkcji, zasadę substytucyjności i komplementarności czynników produkcji, stopień agregacji modelu, wybór zmiennych modelu, wybór analitycznej postaci modelu.

1.2.2. Określenie teoretycznych podstaw funkcji produkcji

Funkcja produkcji (jak wcześniej zauważono) jest modelem procesu produkcji. Dla konstruowania takiego modelu ważne jest określenie podstaw teoretycznych na podstawie których proces produkcji będzie rozpatrywany. Wynika to z faktu odróżniania w ekonomii marksistowskiej pojęcia "proces produkcji" od "pojęcia proces tworzenia wartości". W wielu publikacjach [15,22,26,51,52,56,57] z zakresu budowy i analizy funkcji produkcji zagadnienie dotyczące teoretycznych podstaw procesu produkcji nie było rozpatrywane, dlatego przedstawiono w tym punkcie pracy wnioski wynikające z marksowskiej teorii czynników produkcji, która stanowi teoretyczną podstawę funkcji produkcji rozważanych na gruncie teorii ekonomii socjalizmu. Wnioski te można sformułować w następujący sposób:

- proces produkcji polega na świadomym przekształcaniu zasobów produkcyjnych w produkcję o określonych rozmiarach, strukturze i jakości czyli w określone wartości użytkowe [37,s.213, 38,s.316, 42,s.149] ,

¹Stosunki produkcji uwzględnione są w funkcji produkcji przez określony dobór zmiennych objaśniających i przez wybór analitycznej postaci modelu, a także w wartościach oszacowanych parametrów.

- elementami [40, s.220; 41, s.31; 39, s. 231-232] procesu tworzenia wartości użytkowych są czynniki produkcji, które stanowią źródła przyrostu wielkości produkcji¹,

- wśród czynników produkcji wyróżnić można czynniki o charakterze tradycyjnym [41, s. 31]: praca, środki pracy, przedmioty pracy wraz z ich jakościowymi charakterystykami², warunki naturalne, w których przebiega proces produkcji oraz czynniki nowoczesne, do których zalicza się postęp wiedzy ludzkiej, nauki, techniki, poziomu organizacji pracy [38, s. 456,722] ,

- w procesie produkcji uczestniczą czynniki produkcji w pełnych swych rozmiarach [38, s. 244] ,

- miarą wielkości produkcji i jej czynników jest ich fizyczny rozmiar wyrażony w jednostkach naturalnych [41, s. 154] lub zastępczo w jednostkach wartości, przy założeniu niezmiennych cen (por. [3]),

- proces produkcji nie może odbywać się przy braku chociażby jednego z tradycyjnych czynników produkcji [41, s. 37] .

Różny sens pojęcia "proces produkcji" w teoriach ekonomii socjalizmu i kapitalizmu powoduje, że modele funkcji produkcji w warunkach gospodarki socjalistycznej i kapitalistycznej oddają istotę różnych pojęciowo procesów. Nie uwzględnianie tego może prowadzić do wielu nieporozumień zarówno o charakterze metodologicznym, jak i aplikacyjnym.

Na podstawie sformułowanych wniosków można określić dalsze metodologiczne przesłanki przydatne do konstruowania funkcji produkcji. Przesłanki te zaprezentowano w kolejnych punktach niniejszego rozdziału.

¹Termin "wielkość produkcji" będzie utożsamiany w dalszej części pracy z masą wartości użytkowych.

²Przez jakościowe charakterystyki tradycyjnych czynników produkcji rozumie się tu w odniesieniu do środków produkcji - ich poziom techniczny, strukturę i ich jakość, w odniesieniu do pracy - poziom wykształcenia, kwalifikacji siły roboczej oraz jej strukturę (np. według płci, wieku, stażu pracy). Jakościowa charakterystyka tradycyjnych czynników produkcji obejmuje również relacje pomiędzy poszczególnymi czynnikami produkcji.

1.2.3. Zasada substytucyjności i komplementarności czynników produkcji

Istotnym zagadnieniem występującym w pierwszej fazie konstruowania funkcji produkcji jest przyjęcie określonych założeń, które dotyczą praktycznie możliwych, a także technologicznie uzasadnionych granicznych przedziałów wielkości poszczególnych czynników produkcji oraz podzielności tych czynników. Ma to zasadnicze znaczenie przy doborze zmiennych i postaci modelu.

Komplementarność¹ czynników produkcji ma miejsce wówczas, gdy relacje pomiędzy tradycyjnymi czynnikami produkcji są stałe. Zasada komplementarności czynników produkcji odzwierciedla tylko jedną stronę ich wzajemnego oddziaływania na siebie. W rzeczywistych procesach produkcji można wykorzystać (w pewnym stopniu), zamiast jednego czynnika produkcji inny czynnik, który zapewni niezmiennie pod względem rozmiarów i struktury wykonanie produkcji. W przypadku tym działa więc zasada substytucyjności czynników produkcji. Zasada ta, chociaż wykorzystuje techniczne i technologiczne właściwości procesu produkcji, ma zarówno charakter technologiczny jak i ekonomiczny. Proces substytucji w aspekcie technicznym oznacza, że: jeden rodzaj surowca można zastąpić innym (wskutek zbliżonych ich cech użytkowych), człowiek może być zastąpiony przez maszynę, jeśli jej konstrukcja pozwala wykonywać operacje, które dotychczas były domeną człowieka, jedna grupa maszyn i urządzeń może być zastąpiona inną.

Aspekt ekonomiczny zasady substytucyjności jest konsekwencją względnych zmian rozmiarów czynników produkcji, zmian ich struktury oraz ogra-

¹Komplementarność czynników produkcji ściśle wiąże się z wnioskiem określonym w poprzednim punkcie pracy, a dotyczącym faktu, że proces produkcji nie może odbywać się przy braku chociaż jednego z tradycyjnych czynników produkcji.

niczoności zasobów produkcyjnych. Zasada substytucyjności w aspekcie ekonomicznym wyjaśnia fakt, że często współistnieją względnie najnowsze i przestarzałe techniki produkcji i technologie wytwarzania.

W rzeczywistych procesach produkcji komplementarność i substytucyjność czynników występują jednocześnie. Nie ma komplementarności "w czystej postaci", tak jak nie ma nieograniczonej substytucyjności. Powstaje pytanie, w jaki sposób realizowane są zatem zasady komplementarności i substytucyjności (jeśli działają one wspólnie) i co wpływa na ich wzajemne relacje? Poziom i charakter rozwoju sił wytwórczych znajdują wyraz m.in. w sposobie łączenia czynników produkcji, o których decyduje zarówno ich względna ograniczoność, jak i technologia produkcji. Oznacza to, że istnieje jakaś obiektywna minimalna wielkość zaangażowania poszczególnych czynników, poniżej której nie może odbywać się już proces produkcji.

Szczególny przypadek zasady substytucyjności występuje wówczas, gdy określony czynnik produkcji wzrasta, a pozostałe czynniki nie ulegają zmianie. W niektórych pozycjach literaturowych (np. [52]) ten rodzaj współzależności określa się jako autonomiczność czynników produkcji. Należy podkreślić, że często występuje taki moment gdy możliwości substytucji wyczerpują się. Moment ten występuje tym szybciej, im bardziej - wraz ze zwiększeniem czynnika produkcji - obniża się jego efektywność.

Ekonomiczną granicą wzrostu dowolnego czynnika produkcji, przy stałości innych, jest stan, w którym zwiększenie rozmiarów tego czynnika wyczerpuje efekt zastępowania nim innych. Dalszy wzrost czynnika odbywać się może jedynie przy komplementarności wszystkich czynników produkcji.

Współzależność pomiędzy komplementarnością a substytucyjnością czynników produkcji zależy od długości okresu, w którym jest ona analizowana. Wydaje się, że można w związku z tym sformułować wniosek mający znaczenie metodyczne: dla krótkookresowej identyfikacji i prognostycznej oce-

ny procesu produkcji powinna mieć decydujące znaczenie zasada komplementarności czynników produkcji, natomiast z wydłużeniem się przedziału czasu funkcje produkcji powinny uwzględniać w większym stopniu zasadę substytucyjności¹. A zatem krótkookresowa identyfikacja i predykcja powinny być prowadzone z wykorzystaniem macierzowych funkcji produkcji², zaś średnio- i długookresowa z wykorzystaniem modeli analitycznych. Problem komplementarności i substytucyjności czynników produkcji wiąże się z zagadnieniem stopnia agregacji funkcji produkcji. Zmniejszenie stopnia agregacji funkcji produkcji pozwala, z jednej strony, dokładniej zapoznać się z technologiczną substytucyjnością czynników, a z drugiej strony, przyczynia się do uwzględnienia w wyższym stopniu zasady komplementarności w funkcji produkcji.

1.2.4. Stopień agregacji modelu

Zagadnienie wyboru stopnia agregacji funkcji produkcji jest ściśle powiązane z celem budowy tego modelu. Jeżeli identyfikacja procesu produkcji jest prowadzona w skali makroekonomicznej, to odpowiedni model powinien opierać się na wielkościach zagregowanych. Natomiast dla identyfikacji w skali mikroekonomicznej model taki powinien ujmować wielkości jak najbardziej elementarne, nie zagregowane.

Zatrzymanie się na pewnym stopniu agregacji oznacza przyjęcie określonego założenia o szczegółowości funkcji produkcji³. Poważnym ogranicze-

¹Im dłuższy jest przedział czasu, w którym prowadzona jest analiza, tym bardziej zasadnicze są zmiany w technologii wytwarzania, tym mniejszy wpływ wywiera ograniczoność czynników produkcji i tym większe występują obiektywne możliwości substytucyjności czynników produkcji. Odwrotnie, gdy krótszy jest przedział czasu, tym silniej działa zasada komplementarności.

²Przykładowo może to być funkcja produkcji zaproponowana przez T.C.Koompansa za [57].

³Temat ten porusza J.Pajestka [50].

nieniem obniżania stopnia agregacji jest brak odpowiednio szczegółowego materiału statystycznego oraz konieczność rozbudowy modelu, co stwarza poważne problemy w szacowaniu jego parametrów.

1.2.5. Wybór zmiennych i postaci modelu

Podjęcie decyzji dotyczącej wyboru zmiennej objaśnianej - wielkości produkcji - oraz zmiennych objaśniających - czynników produkcji - jest równoważne przyjęciu hipotezy o tym, że wielkości te w sposób adekwatny charakteryzują przebieg rzeczywistego procesu produkcji. Inne wielkości, które nie zostały uwzględnione w modelu jako zmienne, są traktowane jako oddziałujące poprzez zmienne modelu lub poprzez oszacowane wartości parametrów analitycznej postaci modelu bądź też jako zakłócenia oddziałujące poprzez wyróżnioną zmienną modelu, która ma charakter losowy. Dobór zmiennych objaśniających jest konsekwencją założeń przyjętych w trakcie analizy zagadnień dotyczących teoretycznych podstaw funkcji produkcji¹, substytucyjności i komplementarności czynników produkcji oraz stopnia agregacji modelu.

Postać analityczna funkcji produkcji powinna odwzorowywać relacje zachodzące w modelowanym procesie pomiędzy wielkościami istotnymi dla tego procesu. Jej wybór oraz dobór zmiennych powinien być dokonywany z wykorzystaniem istniejących teorii makroekonomicznych i ekonomik szczegółowych².

W przypadku, gdy wiedza o modelowanym procesie ma charakter wyjątkowo jakościowy i brakuje sformalizowanych praw w teorii, wówczas

¹Założenia te wynikają z wniosków przedstawionych w punkcie 1.2.3, które dotyczą elementów procesu produkcji.

²W sytuacji gdy postać funkcji produkcji jest ustalona przede wszystkim na podstawie znanych teorii ekonomicznych, należy taki model zaliczyć do modeli przyczynowo-opisowych [51, s. 53].

punktem wyjścia do tworzenia modelu jest określenie stopnia korelacji między subiektywnie wytypowanymi wielkościami¹.

Wydaje się, że można na tej podstawie wyprowadzić wniosek o charakterze metodycznym tzn. jeżeli analityczna postać funkcji produkcji jest konsekwencją matematycznej interpretacji znanych i opisanych w teorii własności i założeń, to model taki może być wykorzystany do empirycznej weryfikacji prawdziwości znanych w teorii. W przypadku drugim, gdy analityczna postać modelu jest rezultatem odpowiedniego badania statystycznego, funkcja produkcji może służyć do formułowania określonych teorii dotyczących konkretnej klasy procesów.

W obu przypadkach uzyskane modele są jedynie umownie najbardziej odpowiednie². Dlatego poszukuje się różnych narzędzi, które w określony sposób mogłyby zobiektywizować dobór zmiennych i wybór postaci modelu. Jednym z takich narzędzi jest aparat analizy wymiarowej. Za jego pomocą, przyjmując założenia odnośnie do wymiarów wielkości modelu, można w sposób obiektywny znaleźć jego postać z dokładnością do funkcji liczbowo-liczbowej (argumenty tej funkcji oraz jej wartości są liczbami). Ustalenie postaci funkcji liczbowo-liczbowej odbywa się natomiast na podstawie zasad ogólnych podanych wyżej³.

Zastosowanie analizy wymiarowej do modelowania procesu produkcji przynosi dodatkowe korzyści, do których można zaliczyć:

¹Jeżeli dobór postaci funkcji produkcji jest konsekwencją odpowiedniego badania statystycznego, to model taki zaliczany jest do modeli symptomatycznych [51, s. 53].

²W przypadku pierwszym najodpowiedniejszy to taki model, który uwzględnia wszystkie ważne własności procesu produkcji wynikające z teorii, na podstawie której jest budowany, a także jest istotny na określonym poziomie ufności. W przypadku drugim, najodpowiedniejszy jest taki model, którego analityczna postać najlepiej przybliża dane historyczne.

³Specyficzne zasady doboru postaci funkcji liczbowo-liczbowej podane zostaną w dalszej części pracy.

- zmniejszenie w modelu ilości nieznanymi parametrów, co znacznie ułatwia szacowanie ich wartości,
- możliwość badania kompletności modelu, to znaczy stwierdzania czy w modelu uwzględniono wszystkie wielkości mające wpływ na przebieg procesu,
- fakt, że wielkości, których wartości są szacowane na podstawie danych statystycznych, zawsze zachowują charakter parametrów¹ stałych w określonych przedziałach czasu i interpretujących pewne własności modelowanego procesu produkcji,
- niezależność postaci modelu i wartości parametrów od podstawowego układu jednostek miar, w którym zwymiarowane są wielkości mające wpływ na proces,
- poprawność wymiarową modelu.

Należy jednak pamiętać, że skuteczność tego narzędzia jest uzależniona od założeń przyjętych na wstępie procesu modelowania. Między innymi założenia te dotyczą przyjętego sposobu mierzenia wielkości mających wpływ na proces, a co z tego wynika, określenia podstawowego układu jednostek miar², nadania wymiarów poszczególnym wielkościom i ustalenia samej techniki mierzenia.

Reasumując, należy podkreślić, że na podstawie zaprezentowanych metodologicznych przesłanek przydatnych do wyznaczania funkcji produkcji można dokonać klasyfikacji funkcji produkcji. Klasyfikacja taka zostanie zaproponowana w następnym punkcie pracy.

¹W modelach ekonometrycznych parametry tracą niekiedy swój charakter, na przykład gdy wyrażają wpływ nieuwzględnionych w modelu wielkości.

²W chwili obecnej nie istnieje w naukach ekonomicznych taki układ jak SI w naukach fizycznych i technicznych.

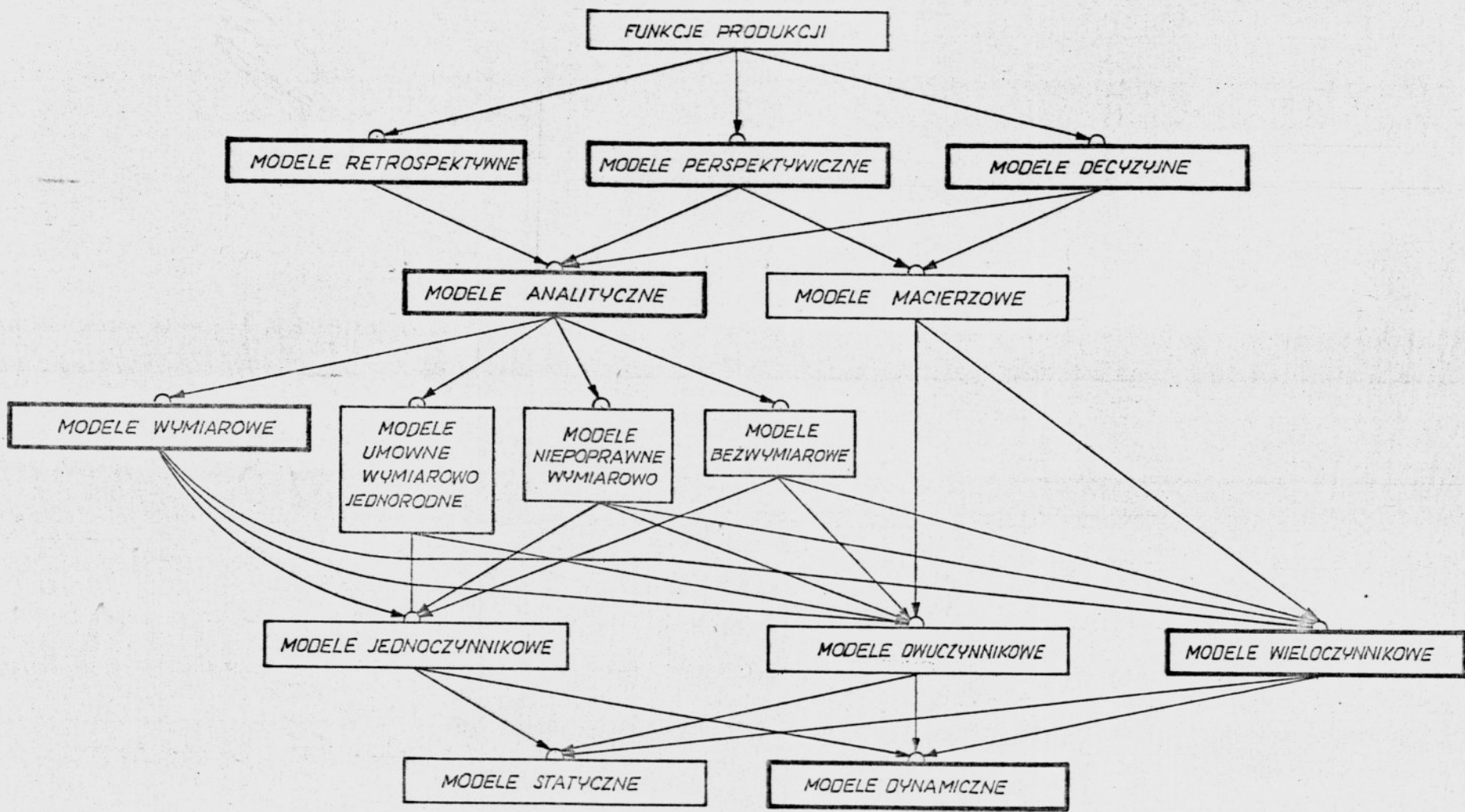
1.2.6. Klasyfikacja funkcji produkcji

Problematyka modelowania procesu produkcji ma dość bogatą literaturę. Niemal każda praca z dziedziny ekonometrii i teorii ekonomii zawiera część (np. [13,22,23,27,31,50,51,52,69,73]) poświęconą funkcjom produkcji. W literaturze przedmiotu znanych jest wiele funkcji produkcji różniących się między sobą własnościami analitycznymi, zasadami konstruowania, stopniem ogólności lub błędem dopasowania modelu do rzeczywistości. Do najbardziej znanych należą: model Cobba-Douglasa, uogólniony model Cobba-Douglasa, model Tinbergena, model CES, model Kompanza. Analiza własności tych i innych modeli zaprezentowana została między innymi w pracach [26,48,51,52,56,57,70], tam też dokonano szerokiego przeglądu funkcji produkcji. Nie dokonano natomiast klasyfikacji tych modeli według określonych zasad. Na rys. 2 przedstawiono propozycję takiej klasyfikacji. W tym celu przyjęto następujące kryteria klasyfikacyjne: podzielność i zastępowalność czynników produkcji, stopień agregacji czynników produkcji, stosunek modeli do czasu, przeznaczenie modelu, poprawność wymiarowa modelu.

Pierwsze z wymienionych kryteriów uwzględnia, omówione wcześniej, zasady substytucyjności i komplementarności czynników produkcji. Według tego kryterium funkcje produkcji podzielić można na analityczne (ciągłe) - oparte na zasadzie substytucyjności oraz macierzowe (dyskretne) - oparte na zasadzie komplementarności.

Według kryterium drugiego można wyróżnić modele jednoczynnikowe, które charakteryzują się bardzo wysokim stopniem agregacji oraz modele dwuczynnikowe i modele wieloczynnikowe. Te ostatnie cechują się niskim stopniem agregacji wielu czynników produkcji.

Kolejne kryterium dzieli funkcje produkcji na statyczne, w których nie odwzorowano czasu oraz dynamiczne, w których takie odwzorowanie występuje.



- modele rozważane w niniejszej pracy

Rys.2 Klasyfikacja funkcji produkcji

Kryterium "przeznaczenie modelu" pozwala na wyróżnienie tzw. funkcji produkcji retrospektywnych, które służą do identyfikacji procesu produkcji, perspektywnych, które umożliwiają programowanie procesu produkcji oraz decyzyjnych, które są wykorzystywane do wyznaczania optymalnych, w określonym sensie, decyzji związanych z procesem produkcji.

Ostatnie z wymienionych kryteriów tzw. poprawność wymiarowa wymaga dość szczegółowego przedstawienia, gdyż stanowi pewną nową propozycję. Według tego kryterium można wyróżnić:

1) Modele bezwymiarowe, w których zmienne objaśniające i objaśniane są liczbami, a nie wielkościami wymiarowymi. Najczęściej są to modele wyrażające zależność funkcyjną pomiędzy indeksem produkcji a indeksami czynników produkcji.

2) Modele "umownie" jednorodnie wymiarowo, w których wymiar zmiennej objaśnianej nie ulega zmianie przy niezmiennych się wymiarach zmiennych objaśniających jedynie dlatego, że zmieniają się wymiary parametrów funkcji produkcji. Parametry tych modeli są więc wielkościami wymiarowymi.

3) Modele niepoprawnie wymiarowo, w których dokonywane są niedozwolone działania na wielkościach wymiarowych np. dodawanie wielkości o różnych wymiarach, logarytmowanie wielkości wymiarowych, potęgowanie o wykładniku, którym jest wielkość wymiarowa, lub w których wymiar zmiennej objaśnianej nie jest zgodny z wymiarem wartości wynikającej z działań wykonywanych w modelu.

4) Modele wymiarowe, które charakteryzują się jednorodnością i niezmienniczością wymiarową, a także tym, że na wielkościach wymiarowych dokonywane są jedynie dozwolone działania. Modele te wyznacza się przy zastosowaniu analizy wymiarowej.

Uwzględnienie wśród kryteriów klasyfikacji funkcji produkcji poprawności

wymiarowej wydaje się niezbędne, gdyż pozwala na wyróżnienie przede wszystkim tych modeli, które są formalnie poprawne, a jednocześnie uzasadnia w wystarczającym stopniu (jak zaprezentowano to w pracy [57]) wykorzystanie analizy wymiarowej do modelowania procesów gospodarczych, a w szczególności funkcji produkcji; zwłaszcza jeżeli uwzględni się dodatkowe korzyści (przedstawione w punkcie 1.2.5), a które wynikają ze stosowania analizy wymiarowej.

Reasumując, funkcja produkcji, która może być wykorzystana do analizy procesu produkcji oraz do formułowania prognoz dotyczących tego procesu powinna być budowana z uwzględnieniem wniosków wynikających z zagadnień przedstawionych w punktach 1.2.1 - 1.2.5, a także opisywana za pomocą takiej postaci analitycznej, która nie ulega zmianie, jeżeli zmieni się układ jednostek miar oraz takiej, w której wielkość produkcji nie zmienia swego wymiaru, jeśli tylko nie ulegają zmianie wymiary czynników produkcji.

Wydaje się, że warunki te można spełnić, wykorzystując do opisu procesu produkcji aparat analizy wymiarowej.

W kolejnych punktach pracy przedmiotem badań będą jedynie funkcje produkcji wyznaczane za pomocą algebraicznego schematu analizy wymiarowej S.Drobota [16]. Funkcje te nazywane będą (za [57]), w y m i a r o w y m i m o d e l a m i f u n k c j i p r o d u k c j i .

1.3. Wymiarowe modele funkcji produkcji

1.3.1. Założenia i postać analityczna wymiarowych modeli funkcji produkcji

Stosując twierdzenia i pojęcia analizy wymiarowej, można wyznaczyć wymiarowy model funkcji produkcji o ogólnej postaci:

$$Y = E_0 \cdot \prod_{i=1}^m X_i^{a_i}, \quad (1)$$

gdzie: Y - wielkość produkcji,

X_i - czynniki produkcji tworzące układ wielkości wymiarowo niezależnych¹, nazywane dalej bazowymi czynnikami produkcji,

a_i - liczby rzeczywiste, które wyznacza się na podstawie porównywania wymiarów²: wielkości produkcji oraz prawej strony wyrażenia (1),

$E_0 = \begin{cases} \alpha_0 & \text{jeżeli wszystkie czynniki uwzględnione w modelu są czynnikami bazowymi,} \\ f(\varphi_1, \varphi_2, \dots, \varphi_r) & \text{jeżeli nie wszystkie czynniki uwzględnione w modelu są czynnikami bazowymi,} \end{cases}$

α_0 - parametr modelu, którego wartość szacowana jest na podstawie danych statystycznych,

$f(\varphi_1, \varphi_2, \dots, \varphi_r)$ - funkcja liczbowo-liczbowa³ o parametrach, których wartości szacowane są na podstawie danych statystycznych,

φ_j - wartość liczbowa⁴ j -tego czynnika produkcji wyrażonego w bazie procesu⁵,

X_j - czynniki produkcji nie należące do bazy procesu - niebazowe czynniki produkcji,

a_{ij} - liczby rzeczywiste wyznaczane na podstawie porównywania wymiarów: j -tego czynnika produkcji z wymiaru iloczynu czynników bazowych; $i = 1, 2, \dots, m$; $j = 1, 2, \dots, r$.

Uwzględniając postulaty formułowane przez autorów licznych publikacji po-

¹Definicję oraz sposób badania wymiarowej niezależności podano w pracy [27, s. 27].

²Zasady wyznaczania wykładników potęgowych a_i podano w pracy [21, s. 44].

³Funkcja liczbowo-liczbowa to funkcja w sensie matematycznym, której argumentami oraz jej wartością są liczby.

⁴Wielkościom φ_j , $j = 1, 2, \dots, r$ można w pewnych sytuacjach nadać określoną interpretację ekonomiczną (punkt 2.4 niniejszej pracy).

⁵Określenie bazy procesu podano w pracy [21, s. 91].

święconych funkcjom produkcji [2,22,23,52,56] przyjęto następujące założenia dla wymiarowych modeli funkcji produkcji:

- przedmiotem badań są związki ilościowe występujące w normalnych warunkach przebiegu¹ danego procesu produkcji,
- organizacja gospodarcza, której proces produkcji poddawany jest analizie, realizuje zadania planowe przydzielone jej w ramach narodowego planu gospodarczego i przestrzega nakazów wynikających stąd oraz stara się osiągnąć - w ramach posiadanych możliwości wyboru - możliwie najlepsze wyniki,
- w rozważanym procesie produkcji nie występują radykalne zmiany stosowanej technologii wytwórczej, natomiast ewentualny postęp w technikach wytwarzania może mieć jedynie ograniczony charakter, zmianie mogą ulegać co najwyżej ilościowe, a nie jakościowe własności procesu,
- ogół czynników produkcji określający tendencje zmiany wielkości produkcji w przeszłości zachowuje, średnio biorąc swoje znaczenie i kierunki oddziaływania w ciągu okresu objętego prognozą,
- badany proces produkcji może być realizowany, przynajmniej teoretycznie², za pomocą nieskończenie wielu technik produkcji³ charakteryzujących się różnym współczynnikiem technicznego uzbrojenia pracy. Oznacza to, że przyjmuje się założenie o całkowitej substytucyjności czynników: praca i środki trwałe,

¹Przez normalne warunki rozumie się warunki najczęściej spotykane. Pomija się natomiast szczególne warunki przebiegu procesu produkcji, a więc warunki laboratoryjne, półtechniczne, klęsk żywiołowych, szczególnego marnotrawstwa czynników produkcji.

²W przypadku rozważań prowadzonych w skali makroekonomicznej (całej gospodarki narodowej) praktycznie zawsze można przyjąć, że na społeczny proces produkcji składa się nieskończenie wiele technik produkcji, w skali mikroekonomicznej nie zawsze ma to miejsce. Dlatego w tym przypadku proponuje się przyjąć, że teoretycznie istnieje nieskończenie wiele technik, ale poznanych przez ludzi jest ich skończona ilość. Każda ze znanych technik jest charakteryzowana przez konkretną wielkość współczynnika technicznego uzbrojenia pracy.

³Pojęcie technik produkcji jest tu zgodne z zaproponowanym przez O.Lange [32, s. 143].

- stopień jednorodności wytwarzanej produkcji jest wysoki oraz dość znaczny w odniesieniu do czynników produkcji ,
- zainstalowane zasoby majątku trwałego mogą ulegać stosunkowo nie-
dużym zmianom,
- zmiany poszczególnych czynników produkcji z wyjątkiem pracy i środków trwałych mogą być autonomiczne,
- nie uwzględnia się specyfiki ¹ określonych gałęzi czy branż,
- ekonomiczna analiza i prognoza dotyczą pojedynczego procesu realizowanego przez organizację gospodarczą lub zbioru procesów realizowanych w poszczególnych jej komórkach,
- rozważane modele ze statystycznego punktu widzenia są istotne na określonym poziomie ufności.

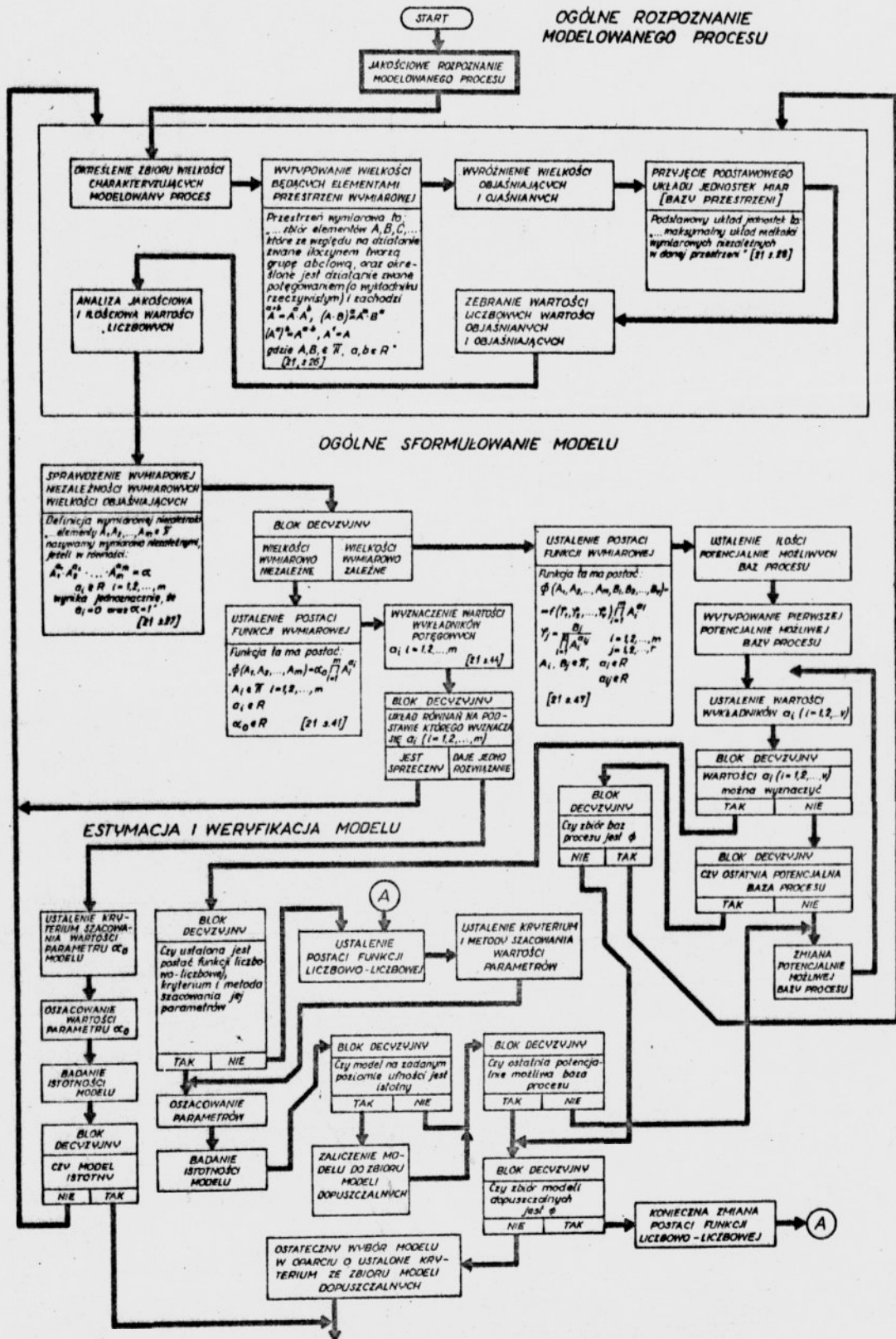
1.3.2. Ogólne zasady wyznaczania wymiarowych modeli funkcji produkcji

Konstruowanie wymiarowych modeli funkcji produkcji opiera się zarówno na pewnych ogólnych zasadach tradycyjnego modelowania ekonometrycznego jak i na specyficznym ujęciu wynikającym z twierdzeń analizy wymiarowej. Ogólną procedurę wyznaczania wymiarowych modeli funkcji produkcji przedstawiono na rys. 3. Wyróżnić w niej można trzy zasadnicze etapy: 1) ogólne rozpoznanie procesu, 2) ogólne sformułowanie modelu, 3) estymacja i weryfikacja modelu.

W każdym etapie realizacji procedury wykonywane są określone czynności oraz podejmowane decyzje, które przedstawiono na schemacie w postaci "bloków decyzyjnych", umożliwiających realizację określonej sekwencji czynności w zależności od spełnienia określonych warunków.

¹Skoncentrowano tu uwagę na pewnych zasadach i metodach ogólnych, które mogą zarówno mieć zastosowanie w różnych branżach i gałęziach w skali makro-, jak i mikroekonomicznej.

OGÓLNE ROZPOZNANIE
MODELOWANEGO PROCESU



Rys.3 Schemat blokowy wypracowania wymiarowych modeli procesów gospodarczych

Zasady postępowania dotyczące większości czynności zostały opisane w literaturze¹, dlatego niżej przedstawiono tylko wybrane, dla których sformułowano pewne nowe lub zmodyfikowane zasady i rozwiązania.

Jednym z pierwszych problemów, który wymaga rozwiązania dla prób stosowania analizy wymiarowej w modelowaniu procesów gospodarczych, jest problem ustalenia podstawowego układu jednostek miar dla modeli ekonomicznych. Wprawdzie podejmowano próby [15,22,30,32,50,52] sformułowania takiego układu, lecz proponowane rozwiązania nie znalazły szerokiego zastosowania. Wydaje się, że rolę taką może spełniać przedstawiony w tabeli 1 układ będący modyfikacją układu jednostek podstawowych podanego w pracy [57] .

Podstawowy układ jednostek miar

Tabela 1

Lp.	Nazwa jednostki	Symbol	Określenie jednostki	Skrót wymiaru
1	Jednostka monetarna	E ₁	1 tysiąc złotych	E ₁ = tżł.
2	Jednostka czasu	E ₂	1 rok	E ₂ = rok
3	Jednostka naturalna	E ₃	1 tysiąc ton	E ₃ = tton.
4	Jednostka demograficzna	E ₄	1 osoba	E ₄ = os.
5	Jednostka czasu pracy ludzi	E ₅	1 roboczo-godzina	E ₅ = rg.
6	Jednostka czasu pracy maszyn	E ₆	1 maszyno-godzina	E ₆ = mg.

Kolejna czynność pierwszego etapu procedury wyznaczania wymiarowych modeli funkcji produkcji polega na wytypowaniu wielkości wymiarowych,

¹Czynności oznaczone numerami 1,2,4,6,7,14,15,16 opisane zostały między innymi w pracach [11,17,18,22,32,33,52,55,70,74] zaś etapy 3,5,8,....,13,18,19 w pracach [16,21,25,57] .

które mają istotny wpływ na badany proces produkcji, i tak ustala się zmienną objaśnianą, czyli wielkość produkcji oraz zmienne objaśniające, czyli czynniki produkcji. W literaturze nie są znane "zobiektywizowane" reguły dokonywania wyboru zmiennych objaśniających. Korzystając z aparatu analizy wymiarowej można, w pewnych sytuacjach, przeprowadzić badanie kompletności modelu¹, czyli sprawdzić czy uwzględniono w modelu wszystkie zmienne objaśniające oraz zbadać "siłę oddziaływania" poszczególnych wymiarowych wielkości objaśniających na wielkość produkcji².

W drugim etapie procedury dokonywany jest m.in. wybór postaci funkcji liczbowo-liczbowej. Wybór ten można prowadzić, kierując się zasadami "wyboru analitycznej postaci modelu" rozpatrywanymi w literaturze z zakresu ekonometrii [21,50,51,63,69,70]. Bardzo interesujące, operacyjne postulaty umożliwiające odgadnięcie lub co najmniej zawężenie zbioru potencjalnie możliwych do przyjęcia funkcji przedstawiono w pracy [21]. Postulaty te, w zasadzie nie były dotychczas wykorzystywane w praktyce budowy modeli ekonometrycznych, tym niemniej wydaje się, że mogą okazać się one niezmiernie przydatne. Obejmują one:

- wymóg interpretowalności: "Wybór postaci funkcji liczbowo-liczbowej powinien zapewnić możliwość interpretacji poszczególnych jej wyrażeń w przyjętym do opisu procesie języka pojęć" [21, s. 88] ,

- wymóg zgodności z regułami interpretacji "...który powinien zapewniać zgodność modelu matematycznego z modelem teoretycznym, pozwalającym mierzyć wielkości występujące w opisie procesu" [21, s. 88] ,

- wymóg prostoty, który zakłada, że modelujący rozpocznie poszukiwania postaci modelu od najprostszej, ale ogólnej postaci funkcji, np. decydując się na model matematyczny w postaci wielomianu, zacznie poszu-

¹Sposób prowadzenia takiego badania przedstawiony zostanie w p.1.3.4 niniejszego rozdziału.

²Sposób prowadzenia takiego badania przedstawiono w pracy [24] .

kiwania od najniższego stopnia, przechodząc w razie potrzeby do wyższych,

- wymóg zwany trawestacją zasady "brzytwy Ochmana", żądający redukcji parametrów funkcji do niezbędnego minimum.

Dwa ostatnie wymogi sformułowano w pracy [19, s. 85] na podstawie postulatu prostoty podawanego przez Hempela, Poppera i Reichaustacha. Zgodnie z tymi postulatami oraz ze względu na analityczną postać znanych funkcji produkcji przyjęto do dalszych rozważań w niniejszej pracy liniową oraz multiplikatywną funkcję liczbowo-liczbową. Nie ogranicza to jednak ogólności zaproponowanych rozwiązań.

Kolejna czynność trzeciego etapu procedury polega na szacowaniu wartości parametrów funkcji liczbowo-liczbowej. Dokonuje się tego na podstawie tzw. parametrycznej postaci¹ wymiarowego modelu funkcji produkcji, którą przedstawić można następująco:

$$\hat{Y} = f(\varphi_1, \varphi_2, \dots, \varphi_r) \prod_{i=1}^m \hat{X}_i^{a_i}, \quad (2)$$

gdzie: \hat{Y} - część liczbowa wielkości wymiarowej (wielkość produkcji),

\hat{X}_i - część liczbowa wielkości wymiarowej X_i -bazowy czynnik produkcji, $i = 1, 2, \dots, m$,

$$\varphi_j = \frac{\hat{X}_j}{\prod_{i=1}^m \hat{X}_i^{a_{ij}}}, \quad j = 1, 2, \dots, r,$$

\hat{X}_j - część liczbowa wielkości wymiarowej X_j (j-ty niebazowy czynnik produkcji); $j = 1, 2, \dots, r$.

Chcąc oszacować wartość parametru α lub wartości parametrów $\alpha_1, \alpha_2, \dots, \alpha_s$

¹Postać parametryczna funkcji wymiarowej podano m.in. w pracy [21].

funkcji liczbowo-liczbowej modelu (1), należy przekształcić go do odpowiedniej postaci parametrycznej:

$$E_o = \hat{Y} \cdot \left(\prod_{i=1}^m \hat{x}_i^{a_i} \right)^{-1}, \quad (3)$$

w której: E_o , \hat{Y} , \hat{x}_i , a_{ij} (jak w (1) i (2)).

Dla tej postaci modelu, po przyjęciu konkretnej postaci funkcji liczbowo-liczbowej¹, należy zastosować znane algorytmy² szacowania wartości parametrów przy ustalonym kryterium identyfikacji właściwej³.

Trzeci etap procedury obejmuje również wybór bazy procesu, dla której błąd dopasowania⁴ modelu do rzeczywistości jest najmniejszy. Wybór ten można prowadzić krokowo, wyznaczając: zbiór potencjalnych baz procesu, zbiór faktycznych baz procesu, zbiór dopuszczalnych baz procesu, zbiór optymalnych baz procesu.

Zbiór potencjalnych baz procesu wyznacza się, dokonując wyboru wszystkich możliwych kombinacji m -elementowych z n -elementowego zbioru wielkości wymiarowych będących w modelu zmiennymi objaśniającymi.

Liczebność zbioru potencjalnie możliwych baz procesu wyznacza się następująco:

$$s = \binom{n}{m}, \quad (4)$$

gdzie: n - ilość wymiarowych zmiennych objaśniających,

m - ilość wielkości wymiarowych w bazie procesu (m - liczebność podstawowego układu jednostek),

¹Przykładowo dla liniowej postaci funkcji liczbowo-liczbowej należy oszacować np. metodą najmniejszych kwadratów parametry $\alpha_0, \alpha_1, \alpha_2, \dots, \alpha_s$ zależności $\hat{Y} \prod_{i=1}^m \hat{x}_i^{a_i} = \alpha_0 + \alpha_1 \varphi_1 + \alpha_2 \varphi_2 + \dots + \alpha_r \varphi_r$

²Mowa tu o znanych w ekonometrii (np. [17,23,33,52]) i statystyce matematycznej [18,33] metodach szacowania nieznanymi parametrów modeli; np. o zwykłej i uogólnionej metodzie najmniejszych kwadratów, metodzie aproksymacji stochastycznej.

³Proces szacowania wartości parametrów nazywany jest niekiedy identyfikacją właściwą [11].

⁴Przez błąd dopasowania rozumie się wartość kryterium, według którego szacowane są wartości parametrów funkcji liczbowo-liczbowej.

s - liczebność zbioru potencjalnie możliwych baz procesu.

Zbiór faktycznych baz procesu otrzymuje się, wyznaczając te układy wielkości wymiarowych, czyli elementy zbioru potencjalnie możliwych baz procesu, które są układami wielkości wymiarowo niezależnych. Dla każdej faktycznej bazy procesu szacowane są wartości parametrów funkcji liczbowo-liczbowej, której postać została ustalona w poprzednim etapie procedury. Uzyskuje się w ten sposób pewien zbiór modeli. Poszczególne modele poddawane są następnie weryfikacji statystycznej, polegającej na badaniu hipotezy o istotności modelu (ewentualnie jego parametrów) na określonym poziomie ufności. Modele, które w wyniku testowania uważać należy za istotne, tworzą zbiór modeli dopuszczalnych, zaś bazy procesu, dla których zostały one sformułowane stanowią zbiór baz dopuszczalnych.

Ostateczny wybór² bazy procesu, a zatem i modelu dokonuje się ze zbioru baz dopuszczalnych na podstawie przesłanek, które wynikają z przeznaczenia modelu, z uzależnienia funkcji liczbowo-liczbowej od wybranych wielkości φ_j ($j = 1, 2, \dots, r$), z żądania, aby określone zmienne objaśniające były zmiennymi bazowymi oraz z możliwości nadania wielkościom φ_j określonych interpretacji ekonomicznych. Można również poszukiwać zbioru baz optymalnych, a zatem takich, dla których modele charakteryzują się minimalną wartością błędu dopasowania.

¹Przykładowo w przypadku liniowej postaci funkcji liczbowo-liczbowej za dopuszczalne można przyjąć te modele, dla których na określonym poziomie istotności, odrzucana jest hipoteza o braku korelacji między wartościami φ_j ($j=1,2,\dots,r$) a wartością $E_0 = \left(\prod_{i=1}^r \hat{\lambda}^{a_{ij}} \right)^{-1} Y$. Elementy teorii hipotez statystycznych, specjalnie użyteczne w ekonometrii są zawarte w [33] oraz [18,74].

²Problem wyznaczenia ostatecznej postaci budowanego modelu z wykorzystaniem analizy wymiarowej może być rozwiązany również w inny sposób niż przedstawiono. Można - mianowicie - dla ustalonej arbitralnie jednej bazy procesu przyjmować kolejno różne postacie funkcji liczbowo-liczbowej (przykładowo wielomiany różnych stopni), dla każdej z nich szacować wartości parametrów, przeprowadzać statystyczną weryfikację oraz dokonywać wyboru modelu w określonym sensie najbliższego. Tego rodzaju sposób omówiono w [25]. Przedstawiony w pracy sposób wyznaczania ostatecznej postaci modelu jest pewną modyfikacją propozycji podanej w [25].

W sytuacji, gdy zbiór baz dopuszczalnych jest zbiorem pustym, należy zmienić postać funkcji liczbowo-liczbowej bądź dokonać zmian w zbiorze zmiennych objaśniających. Jest to zawsze związane z powrotem do etapów jakościowego i ilościowego rozpoznania procesu.

1.3.3. Wymiarowy model funkcji produkcji jako relacja techniczno-ekonomiczna

Badanie procesu produkcji można prowadzić z zastosowaniem modelu funkcji produkcji o różnym stopniu agregacji. W praktyce wykorzystuje się zazwyczaj modele o niewielkiej ilości czynników produkcji. Wynika to, m.in., z faktu, że do oszacowania wartości parametrów modelu wieloczynnikowego potrzeba bogatszego materiału statystycznego niż wymagają tego modele jedno-, dwu- lub trójczynnikowe¹.

Czynnikami produkcji najczęściej uwzględnianymi w modelach funkcji produkcji są: praca żywa, środki trwałe oraz rzadziej środki obrotowe. Można zatem stwierdzić, że w modelach o niewielkiej liczbie czynników (jeden, dwa, trzy) odwzorowywana relacja pomiędzy wielkością produkcji, a jej czynnikami ma charakter w zasadzie techniczny. Wykorzystanie analizy wymiarowej do modelowania funkcji produkcji pozwala zmniejszyć ilość parametrów, których wartości należy szacować na podstawie danych statystycznych. Stwarza to możliwość budowy modeli wieloczynnikowych, w sytuacjach, gdy dysponuje się nawet niezbyt bogatym materiałem statystycznym. W wymiarowych modelach funkcji produkcji - obok wymienionych czynników - można uwzględniać również inne, które charakteryzują środki produkcji i siłę roboczą od strony jakościowej, a także ekonomiczne i organizacyjne

¹Zmniejszenie ilości parametrów w modelu jest związane zazwyczaj z koniecznością zmniejszenia ilości czynników produkcji uwzględnionych w modelu, co w konsekwencji prowadzi do podniesienia stopnia agregacji modelu.

warunki przebiegu procesu produkcji. Wymiarowe modele funkcji produkcji mogą więc, w takich sytuacjach, odwzorowywać relację techniczno-ekonomiczną, jaka istnieje pomiędzy wielkością produkcji a jej czynnikami.

Wprawdzie wytypowanie kompletnego układu czynników produkcji możliwe jest jedynie dla konkretnego procesu produkcji - realizowanego na określonym etapie jego rozwoju - tym niemniej można podjąć próbę ogólnej klasyfikacji¹ czynników produkcji. Propozycję takiej klasyfikacji przedstawiono na rys. 4. Wyróżniono trzy zasadnicze grupy czynników produkcji: obiektywne, subiektywne i czynniki o charakterze przypadkowym.

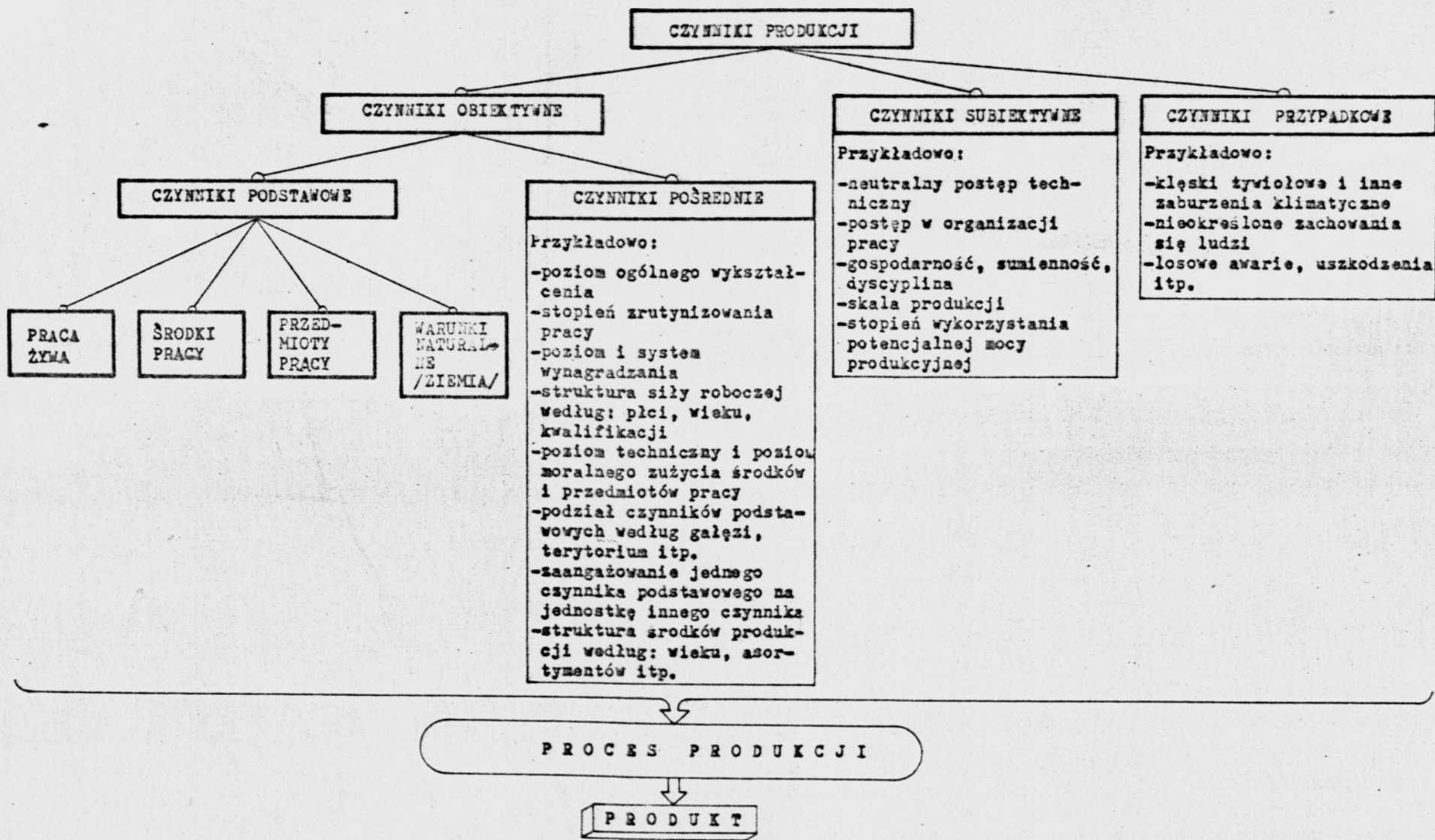
Czynniki obiektywne są to te, które charakteryzują stan lub poziom technik i technologii oraz warunki naturalne, w jakich proces produkcji przebiega. Wśród nich można wyróżnić czynniki podstawowe²: środki produkcji i siłę roboczą w ujęciu ilościowym oraz czynniki pośrednie³, do których można zaliczyć np. poziom wykształcenia ludzi, stopień zrutynizowania prac, strukturę siły roboczej według płci, wieku itp. oraz czynniki określające poziom techniczny produkcyjnych środków trwałych, a także techniczne uzbrojenie pracy, zaangażowanie materiałów na jednostkę pracy ludzi i maszyn. Czynniki pośrednie stanowią więc jakościową charakterystykę czynników podstawowych.

Czynniki subiektywne to te, które charakteryzują taką działalność ludzką, w efekcie której można - przy tym samym zestawie i poziomie czynników obiektywnych - uzyskać lepsze lub gorsze pod względem ekonomicznym rezultaty. Pomiar wielkości tego typu czynników jest zwykle bardzo

¹W klasyfikacji nie uwzględniono specyfiki procesów produkcji realizowanych w różnych branżach czy gałęziach przemysłu.

²Czynniki podstawowe są w zasadzie odpowiednikiem uwzględnionych przez K. Marksa czynników tradycyjnych [41, s. 31].

³Czynniki pośrednie są pewnym analogiem czynników efektywnościowych wyodrębnionych przez J. Pajestkę [49].



Rys.4. Klasyfikacja czynników produkcji

trudny. Do grupy czynników subiektywnych zalicza się np. mierniki poziomu organizacji pracy, wielkości charakteryzujące neutralny postęp techniczny oraz skalę produkcji.

Czynniki o charakterze przypadkowym to te, których oddziaływanie na przebieg procesu produkcji jest niesystematyczne i pojawia się sporadycznie. O ile w modelu czynniki obiektywne i subiektywne uwzględnia się zazwyczaj na niższym stopniu agregacji, to oddziaływanie czynników o charakterze przypadkowym reprezentowane jest przez "sumaryczny czynnik"¹ o charakterze losowym.

Budując wymiarowy model funkcji produkcji, który ma odwzorowywać relację techniczno-ekonomiczną zachodzącą w procesie produkcji, należy brać pod uwagę wszystkie grupy czynników produkcji. Konieczne jest zatem opracowanie sposobów uwzględniania w tych modelach wpływu neutralnego postępu technicznego, postępu organizacyjnego oraz agregatu czynników o charakterze przypadkowym.

1.3.4. Czynniki o charakterze przypadkowym w wymiarowym modelu funkcji produkcji

Jak przedstawiono w punkcie 1.2.5 oraz 1.3.3, w funkcjach produkcji trudno jest uwzględnić w sposób jawny wszystkie czynniki mające wpływ na przebieg procesu produkcji. Jednocześnie dąży się do tego, aby model w możliwie najlepszy sposób odwzorowywał rzeczywisty proces produkcji. Jest to możliwe - jak się wydaje - jedynie wówczas, gdy będzie on pozwa-

¹W funkcji produkcji praktycznie nie jest możliwe uwzględnianie wszystkich czynników obiektywnych i subiektywnych, dlatego w "sumarycznym czynniku" reprezentującym oddziaływanie czynników o charakterze przypadkowym będą dodatkowo uwzględniane wpływy na proces produkcyjny tych czynników, które explicite w modelu nie zostały uwzględnione.

łał na określenie ilościowego udziału wszystkich czynników w kształtowaniu wielkości i dynamiki produkcji. Taki dwustronny pogląd na modelowanie procesu produkcji musi prowadzić do pewnego kompromisowego rozwiązania, które sformułować można w sposób następujący: budując wymiarowy model funkcji produkcji, należy sprawdzić, czy zostały w nim uwzględnione wszystkie czynniki kształtujące przebieg procesu, a o ile odpowiedź będzie negatywna, należy zbadać, czy można poszerzyć model o dodatkowe zmienne objaśniające. Jeżeli jest to niemożliwe lub nie jest konieczne, to należy wprowadzić do modelu dodatkowy czynnik będący agregatem tych wszystkich, które w modelu nie zostały *ex plicite* uwzględnione. A zatem istnieje kolejny problem do rozwiązania: określenie sposobu badania kompletności struktury modelu (sprawdzania czy w modelu zostały uwzględnione wszystkie czynniki produkcji). Aparat analizy wymiarowej umożliwia w pewnych przypadkach przeprowadzenie takiego badania¹.

Jeżeli w wyniku przeprowadzonego eksperymentu kontrolowanego lub *ex post* otrzymano dwie realizacje procesu produkcji:

w chwili t : $\hat{X}_i^t; \varphi_j^t; \hat{Y}^t; \hat{X}_j^t$

oraz w chwili $t + \Delta t$: $\hat{X}_i^{t+\Delta t}; \varphi_j^{t+\Delta t}; \hat{Y}^{t+\Delta t}, \hat{X}_j^{t+\Delta t}$, $i=1,2,\dots,m$,
 $j=1,2,\dots,r$

gdzie oznaczenia jak w zależności (2),

to można stwierdzić, że struktura modelu funkcji produkcji jest kompletna w przypadku, gdy spełnione są następujące warunki:

- 1) \hat{X}_i, \hat{X}_j , $i = 1,2,\dots,m$, $j = 1,2,\dots,r$ - nie są realizacjami zmiennych losowych,

¹Badanie to może być prowadzone nie tylko w odniesieniu do wymiarowych modeli funkcji produkcji, ale również do wszystkich innych modeli zbudowanych za pomocą analizy wymiarowej.

2) realizacje procesu w chwili t i $t + \Delta t$ są podobne¹, a zatem

$$\varphi_j^t = \varphi_j^{t+\Delta t} \quad \text{dla } \hat{x}_j^t \neq \hat{x}_j^{t+\Delta t} \quad j = 1, 2, \dots, r$$
$$\hat{x}_i^t \neq \hat{x}_i^{t+\Delta t} \quad i = 1, 2, \dots, m,$$

3) zachodzi równość:

$$\frac{\hat{y}^{t+\Delta t}}{\prod_{i=1}^m (\hat{x}_i^{t+\Delta t})^{a_i}} = \frac{\hat{y}^t}{\prod_{i=1}^m (\hat{x}_i^t)^{a_i}}.$$

W przypadku gdy spełnione są jedynie postulaty 1), 2) a nie jest spełniony 3), można mówić o niekompletności struktury modelu. Warunek 2) jest zawsze możliwy do spełnienia, gdy dane o realizacjach procesu są zbierane na podstawie eksperymentu kontrolowanego. Natomiast dla eksperymentu *ex post*, gdzie dane o realizacjach zostały zebrane w trakcie normalnego przebiegu procesu, warunek 2) jest trudny do spełnienia. Najczęściej wynikiem modelowania procesu produkcji jest model, który charakteryzuje się strukturą niekompletną. Przyczyny tego są dwojakie. Po pierwsze duża złożoność procesów produkcji, wzajemne powiązania wielkości mających wpływ na jego przebieg, duża dynamika procesów oraz nieokreślony charakter zachowań się ludzi powoduje, że trudno jest wyspecyfikować wszystkie kwantytatywne czynniki mające wpływ na przebieg procesu. Dotyczy to w szczególności czynników o charakterze przypadkowym. Z drugiej strony cele, którym mają służyć modele, oraz ograniczona ilość i wiarygodność dostępnych informacji statystycznych powodują, że nawet spośród znanych wielkości mających wpływ na proces wprowadza

¹Dwie realizacje procesu opisanego za pomocą tej samej funkcji wymiarowej nazywają się podobnymi, jeśli ich niezmienniki podobieństwa są równe (por. [21]).

się do modelu w sposób jawny tylko wybrane, zaś wszystkie pozostałe - uznane za mniej istotne - próbuje się uwzględnić pośrednio.

W literaturze ekonometrycznej [10,12,22,48,50,52,56] jawnie niewyspecyfikowane czynniki produkcji uwzględnia się w funkcji produkcji dwoma sposobami: poprzez estymowane parametry modelu i poprzez dodatkową zmienną, najczęściej o charakterze losowym, która jest agregatem tych wszystkich czynników, które w sposób jawny w modelu nie występują. Budując wymiarowy model funkcji produkcji, nie można tych sposobów stosować bezkrytycznie (podobnie w przypadku konstruowania innych modeli ekonometrycznych).

Wydaje się, że uwzględnienie poprzez estymowane parametry oddziaływania na przebieg procesu produkcji czynników o charakterze przypadkowym oraz czynników obiektywnych i subiektywnych jawnie w modelu nie występujących, nie jest zupełnie poprawne. Wynika to z faktu, że parametry są wówczas interpretowane jako wielkości mające wpływ na proces, a zatem tracą charakter parametrów sensu stricto interpretujących własności procesu. Ponadto traktowanie parametrów jako pewnych agregatów wielkości powoduje, że powinny one być mierzone a nie estymowane. Jeśli nawet wymienione zastrzeżenia potraktowane zostaną jako uproszczenia, to okaże się jednak, że uwzględnienie przez parametry modelu oddziaływania nie wyspecyfikowanych explicite czynników nie jest wygodne, bowiem:

- wymaga częstej estymacji parametrów lub szczególnych założeń odnośnie do charakteru zmiennej reprezentującej wpływ czynników jawnie nie uwzględnionych w modelu,

- stwarza trudności przy analizie modelu; trudno ocenić "udział" parametrów i agregatu powstałego z innych wielkości w estymowanych wartościach.

Wydaje się, że bardziej poprawne i korzystniejsze jest wprowadzenie

dodatkowego czynnika skupiającego w sobie wpływ tych wszystkich wielkości, które w sposób jawny nie mogą być w modelu uwzględnione, w głównej mierze dotyczy to czynników o charakterze przypadkowym.

Oznaczając ten dodatkowy czynnik przez U i przyjmując założenie, że jest to wielkość bezwymiarowa o charakterze losowym, można ogólną postać wymiarowego modelu funkcji produkcji przedstawić następująco:

$$Y = E_1 \prod_{i=1}^m X_i^{\alpha_i}, \quad (5)$$

gdzie: $E_1 = \begin{cases} \alpha_0 E_{xp}(U) & \text{- gdy wyniki produkcji wymiarowo niezależne,} \\ f(U, \varphi_1, \varphi_2, \dots, \varphi_r) & \text{- gdy czynniki produkcji wymiarowo zależne,} \end{cases}$

Pozostałe oznaczenia jak poprzednio.

W zależności od postaci funkcji liczbowo-liczbowej czynnik przypadkowy U może mieć charakter addytywnego składnika, gdy jest to funkcja liniowa:

$$f(\varphi_1, \varphi_2, \dots, \varphi_r, U) = \alpha_0 + \sum_{j=1}^r \alpha_j \cdot \varphi_j + U \quad (6)$$

bądź może być wprowadzony w postaci eksponentialnego wykładnika, gdy jest to funkcja multiplikatywna:

$$f(\varphi_1, \varphi_2, \dots, \varphi_r, U) = \alpha_0 \prod_{j=1}^r \varphi_j^{\alpha_j} \cdot \text{Exp } U. \quad (7)$$

Uwzględnienie w wymiarowym modelu funkcji produkcji agregatu czynników o charakterze przypadkowym oraz zaproponowane (w dalszej części pracy) sposoby wprowadzania do modelu wpływu neutralnego postępu technicznego i postępu organizacyjnego znacznie poszerzą możliwości wnioskowania na podstawie wymiarowego modelu funkcji produkcji zarówno dla celów identyfikacji jak i prognozowania procesu produkcji.

1.3.5. Wnioskowanie na podstawie wymiarowych modeli funkcji produkcji

Wymiarowy model funkcji produkcji może być wykorzystany do analizy i prognostycznej oceny procesu produkcji. Można zatem przyjąć, że model taki ma dwa aspekty: r e t r o s p e k t y w n y i p e r s p e k t y w i c z n y .

Aspekt retrospektywny wymiarowego modelu funkcji produkcji wykorzystuje się wówczas, gdy wnioski na podstawie modelu dotyczyć ma przedstawienia ilościowych związków pomiędzy wielkością (dynamiką) produkcji a wielkością (dynamiką) czynników w minionych okresach czasu. Rzeczywistymi obserwacjami są w tym przypadku dane o rozmiarach produkcji Y^t i czynnikach $x_1^t, x_2^t, \dots, x_n^t$. Na podstawie tych obserwacji wyznacza się oszacowania wartości nieznanymi parametrów funkcji liczbowo-liczbowej $(\alpha_0, \alpha_1, \alpha_2, \dots, \alpha_s)$.

Jeżeli dokonane w procesie modelowania założenia dotyczące np. podstaw teoretycznych modelu (punkt 1.2.2), zastępowalności i podzielności czynników produkcji (punkt 1.2.3), stopnia agregacji modelu (punkt 1.2.4), doboru zmiennych i postaci funkcji liczbowo-liczbowej (punkt 1.2.5), a także innych problemów będą spełnione, to wyznaczony model będzie wykorzystywany do określania rzeczywistych zależności, które odwzorowują proces wzrostu produkcji, do pomiaru i analizy cząstkowej efektywności ekonomicznej oraz do badania rezultatów występowania neutralnego postępu technicznego i poprawy organizacji pracy w minionych okresach czasu. Uzyskane na podstawie modelu informacje stanowią mogą podstawę do poprawy efektywności gospodarowania¹ w określonej gałęzi, branży lub organizacji gospodarczej. Wyznaczając wymiarowe modele funkcji produkcji

¹Efektywność gospodarowania rozumiana jest w niniejszej pracy szeroko jako skuteczność osiągania celów i zadań oraz największych korzyści z działalności gospodarczej [43,44].

dla różnych organizacji gospodarczych, można - na ich podstawie - przeprowadzić porównanie i ocenę globalnej efektywności ekonomicznej procesów produkcji realizowanych przez te organizacje.

Gdy wnioskowanie na podstawie wymiarowego modelu funkcji produkcji dotyczy przyszłych okresów czasu, to wykorzystuje się wówczas *a s p e k t p e r s p e k t y w i c z n y* modelu. Służy on głównie do perspektywicznych oszacowań wolumenu i dynamiki produkcji. W tym przypadku wyjściową jest informacja o parametrach $(\alpha_1, \alpha_2, \dots, \alpha_s)$ i czynnikach produkcji $(x_1^{t+\Delta t}, \dots, x_n^{t+\Delta t})$, a poszukiwaną perspektywiczną oceną wielkości (dynamiki) produkcji $Y^{t+\Delta t}$ lub informacją o wartościach wskaźników i mierników przydatnych dla kierowania danym procesem produkcji.

Należy podkreślić, że każda prognoza obliczona na podstawie modelu jest wielkością warunkową, to znaczy ma rację bytu wtedy, gdy badany proces produkcji nadal będzie przebiegał w tych samych lub zbliżonych warunkach, dla których oszacowano model. W związku z tym wynikają następujące założenia¹:

- stabilności parametrów i relacji w modelu,
- stabilności rozkładu czynnika o charakterze przypadkowym

Wymiarowy model funkcji produkcji oszacowany na podstawie danych statystycznych, w przypadku gdy nie będzie spełniał wymienionych założeń, nie może być wykorzystany do predykcji procesu produkcji. Natomiast gdy spełnione są powyższe założenia, to model może służyć takim celom. Przy czym prawie zawsze pewniejsza jest prognoza sporządzana na bliższy okres niż na dalszy.

Bardzo istotna dla poprawności wnioskowania na podstawie wymiarowych modeli funkcji produkcji jest ciągła aktualizacja i systematyczna weryfikacja modeli.

¹Założenia te sformułowano w teorii predykcji (por. [54]).

[Wykorzystując retrospektywny i perspektywiczny aspekt wymiarowych
modell funkcji produkcji można prowadzić analizę oraz prognozować proces
produkcji w zakresie rezultatów postępu techniczno-organizacyjnego, eko-
nomicznej efektywności procesu produkcji oraz wzrostu rozmiarów wielkości
produkcji.]

2. MIERZENIE, ANALIZA I PROGNOSTYCZNA OCENA PRODUKCYJNEGO REZULTATU POSTĘPU TECHNICZNO-ORGANIZACYJNEGO

2.1. Wprowadzenie do zagadnienia

Mierzenie efektów postępu techniczno-organizacyjnego jest jednym z ważniejszych a jednocześnie bardziej złożonych problemów analizy procesu produkcji. Znaczenie tego problemu wynika z faktu, że postęp ten jest jednym z podstawowych intensywnych źródeł wzrostu produkcji, jej unowocześnienia i doskonalenia jakości.

Efekty postępu techniczno-organizacyjnego¹ mogą mieć wieloraki charakter, gdyż postęp ten oddziałuje na różne aspekty procesu produkcji oraz na ekonomiczne wyniki działalności danej organizacji gospodarczej. Nie przeprowadzając szczegółowej dyskusji nad konsekwencjami postępu techniczno-organizacyjnego, można przytoczyć - za J. Szczepańskim, że postęp ten przynosi następujące skutki:

"... - podnosi wydajność pracy robotników i maszyn, mierzoną ilością produktu wytworzonego w określonej jednostce czasu,

- podnosi produktywność przemysłu i innych dziedzin gospodarki mierzona stosunkiem wartości produktu do wartości nakładów,
- nie prowadzi do podniesienia fizjologicznego kosztu pracy żywej,
- nie dezorganizuje osobowości pracowników, czyli nie stoi w sprzeczności z podstawowymi dążeniami każdego człowieka,
- nie rozbija w radykalny sposób form współżycia społecznego ludzi,
- nie stwarza ślepych uliczek w polityce zatrudnienia" [60, s. 4] .

¹W niniejszej pracy pojęcie postępu techniczno-organizacyjnego obejmuje neutralny i substytucyjny postęp techniczny oraz postęp w organizacji pracy.

Efekty postępu techniczno-organizacyjnego nie zawsze można kwantyfikować, dlatego ilościową analizę jego rezultatów zawęża się najczęściej do badania:

1) rezultatu efektywnościowego¹, polegającego na uzyskaniu określonego poziomu produkcji przy niższym niż poprzednio sumarycznym poziomie czynników produkcji, tak że w konsekwencji wzrasta efektywność ekonomiczna procesu produkcji lub cząstkowe efektywności czynników,

2) rezultatu produkcyjnego, który wyraża się w tym, że otrzymuje się produkcję wyższą niż wynika to ze wzrostu wielkości czynników produkcji.

Oba rodzaje rezultatów są następstwem spełniającego się postępu organizacyjnego oraz neutralnego i substytucyjnego postępu technicznego. Wielu autorów opracowało liczne sposoby i metody analizy efektów postępu techniczno-organizacyjnego. Wykorzystują one różnie charakteryzowane i interpretowane miary postępu. Analizę tych miar oraz określenie ich walorów formalnych podano w pracy [58]. Tam też dokonano, zamieszczonej na rys. 5, klasyfikacji miar postępu techniczno-organizacyjnego.

W niniejszym rozdziale zaproponowano badanie efektu produkcyjnego² postępu techniczno-organizacyjnego, z wykorzystaniem metody zaliczanej do metod ekonomicznej oceny postępu, do grupy leżącej na styku metod retrospektywnych i perspektywnych, a należącej do tzw. metod resztowych. Metoda ta przyjmuje za punkt wyjścia wymiarowy model funkcji produkcji uwzględniający wpływ postępu organizacyjnego i neutralnego postępu tech-

¹W literaturze (np. [53]) przedmiotu używa się częściej terminu "efekt wydajnościowy, który rezultat postępu technicznego odnosi do pracy żywej. Wydaje się jednak, że efekty postępu można także odnosić do innych czynników lub ich agregatów. Dlatego słuszniejsze jest stosowanie szerszego pojęcia "rezultat efektywnościowy".

²W sposób analogiczny można prowadzić analizę rezultatu efektywnościowego, wykorzystując w tym celu zdefiniowany w następnym rozdziale globalny miernik efektywności ekonomicznej procesu produkcji.

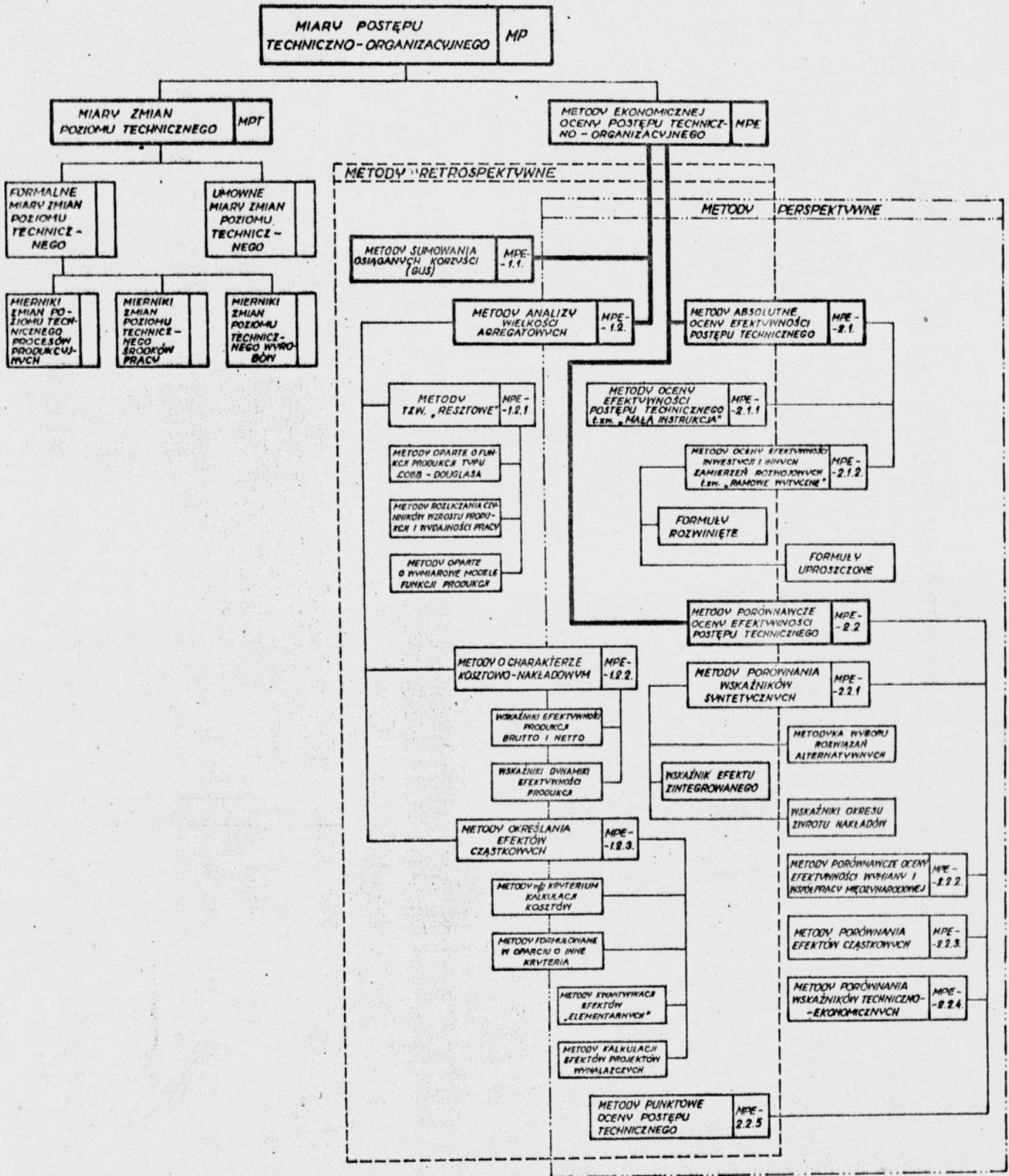


Fig. 9. Klasyfikacja miar postępu techniczno-organizacyjnego

nicznego. Umożliwia ona - na podstawie analizy różnie definiowanego indeksu produkcji - przybliżoną ocenę nie tylko sumarycznego efektu produkcyjnego wynikającego z postępu techniczno-organizacyjnego, ale również z cząstkowych rezultatów produkcyjnych, które są konsekwencją samodzielnie występującego postępu organizacyjnego bądź neutralnego lub substytucyjnego postępu technicznego.

2.2. Wyznaczanie i analizowanie produkcyjnego rezultatu postępu techniczno-organizacyjnego z zastosowaniem indeksu produkcji sformułowanego na podstawie funkcji produkcji

Dla potrzeb prezentacji proponowanego sposobu wyznaczania i analizowania produkcyjnego efektu postępu techniczno-organizacyjnego wprowadzono następujące określenia:

1) Indeks produkcji (I_Y^R) nazwano liczbę będącą krotnością zmian wielkości produkcji w okresie Δt .

$$I_{YR} = \frac{Y_R^{t+\Delta t}}{Y_R^t}, \quad (8)$$

gdzie: Y_R^t - rzeczywista wielkość produkcji w chwili t ,

$Y_R^{t+\Delta t}$ - rzeczywista wielkość produkcji w chwili $t + \Delta t$.

Jeżeli wielkość produkcji Y^t zostanie wyznaczona na podstawie modelu funkcji produkcji:

$$Y^t = \Phi(x_1^t, x_2^t, \dots, x_K^t, x_L^t, \dots, x_o^t, x_p^t, \dots, x_n^t), \quad (9)$$

gdzie: $x_1^t, x_2^t, \dots, x_n^t$ - czynniki produkcji, a w szczególności:

x_K^t - strumień środków trwałych,

x_L^t - strumień lub zasoby siły roboczej (pracy żywej),

x_o^t - czynnik produkcji reprezentujący wpływ postępu organizacyjnego,

x_p^t - czynnik produkcji reprezentujący wpływ neutralnego postępu technicznego,

to wartość wyrażenia:

$$I_{YM} = \frac{(x_1^{t+\Delta t}; x_2^{t+\Delta t}, \dots, x_K^{t+\Delta t}, x_L^{t+\Delta t}, \dots, x_o^{t+\Delta t}, x_p^{t+\Delta t}, \dots, x_n^{t+\Delta t})}{(x_1^t, x_2^t, \dots, x_K^t, x_L^t, \dots, x_o^t, x_p^t, \dots, x_n^t)} \quad (10)$$

nazywana będzie indeksem produkcji z modelu.

2) Produkcyjnym efektem wzrostu obiektywnych czynników produkcji nazwano przyrost produkcji (ΔY_C) w ciągu okresu Δt , który wynika jedynie ze zmiany wielkości tych czynników, przy niezmiennym się współczynniku technicznego uzbrojenia pracy.

$$Y_C = Y^t (I_{Y_{CM}} - 1), \quad (11)$$

przy spełnieniu warunku:

$$u^{t+\Delta t} = \frac{x_K^{t+\Delta t}}{x_L^{t+\Delta t}} = \frac{x_K^t}{x_L^t} = U^t, \quad (12)$$

gdzie: $I_{Y_{CM}}$ - indeks produkcji z modelu wynikający ze wzrostu tradycyjnych czynników produkcji,

u - współczynnik technicznego uzbrojenia pracy.

W sytuacjach, gdy warunek (12) nie jest spełniony, tzn. skala wzrostu pracy żywej (q_L) jest różna od skali wzrostu strumienia środków trwałych (q_K):

$$q_K \neq q_L, \quad (13)$$

gdzie:

$$q_K = \frac{x_K^{t+\Delta t}}{x_K^t} \quad q_L = \frac{x_L^{t+\Delta t}}{x_L^t}$$

określa się "zastępczą" skalę wzrostu - jednakową dla obu czynników (x_K, x_L) tak, aby suma wartości użytkowych pracy żywej i środków trwałych była taka jak w rzeczywistości.

$$q = \frac{x_K^t \cdot q_K \cdot C_K + x_L^t \cdot q_L \cdot C_L}{x_K^t C_K + x_L^t \cdot C_L}, \quad (14)$$

gdzie: q - zastępcza skala wzrostu czynników $x_K, x_L,$

C_L - jednostkowa, stała cena czynnika produkcji reprezentującego pracę żywą,

q_L - skala wzrostu czynnika produkcji reprezentującego pracę żywą,

C_K - jednostkowa, stała cena czynnika reprezentującego środki trwałe,

q_K - skala wzrostu czynnika reprezentującego środki trwałe.

Indeks produkcji z modelu wynikający ze wzrostu obiektywnych czynników produkcji wyraża się następująco:

$$I_{YcM} = \frac{(x_1^{t+\Delta t}, x_2^{t+\Delta t}, \dots, x_K^t \cdot q, x_L^t \cdot q, \dots, x_o^t, x_p^t, \dots, x_n^{t+\Delta t})}{(x_1^t, x_2^t, \dots, x_K^t, x_L^t, \dots, x_o^t, x_p^t, \dots, x_n^t)}, \quad (15)$$

gdzie:

$$q = \begin{cases} q & \text{- gdy } u^{t+\Delta t} = u^t \\ q_k = q_l & \text{- gdy } u^{t+\Delta t} = u^t. \end{cases}$$

3) Produkcyjnym efektem postępu techniczno-organizacyjnego ΔY_p nazwano ten przyrost produkcji w ciągu okresu Δt , który nie wynika ze wzrostu skali obiektywnych czynników produkcji, ale jest kształtowany przez postęp w organizacji pracy, neutralny oraz substytucyjny postęp techniczny, czyli czynniki produkcji o charakterze subiektywnym

$$\Delta Y_p = Y^t (T_{Y_{pM}} - 1), \quad (16)$$

gdzie: $I_{Y_{pM}}$ - indeks produkcji z modelu, wynikający z postępu techniczno-organizacyjnego,

przy czym

$$I_{Y_p M} = \frac{(x_1^t, x_2^t, \dots, x_k^{t+\Delta t}, x_L^{t+\Delta t}, \dots, x_o^{t+\Delta t}, x_p^{t+\Delta t}, \dots, x_n^t)}{(x_1^t, x_2^t, \dots, x_k^t \cdot q, x_L^t \cdot q, \dots, x_o^t, x_p^t, \dots, x_n^t)} \quad (17)$$

4) Produkcyjnym efektem neutralnego postępu technicznego ΔY_{pn} nazwano ten przyrost produkcji w ciągu okresu Δt , który nie wynika ze wzrostu skali tradycyjnych czynników produkcji, a także jest konsekwencją zmian technicznego uzbrojenia pracy i nie jest rezultatem poprawy organizacji pracy.

$$\Delta Y_{pn} = Y^t (I_{Y_{pn} M} - 1), \quad (18)$$

gdzie: $I_{Y_{pn} M}$ - indeks produkcji z modelu, wynikający z neutralnego postępu technicznego.

$$I_{Y_{pn} M} = \frac{(x_1^t, x_2^t, \dots, x_k^t, x_L^t, \dots, x_o^t, x_p^{t+\Delta t}, \dots, x_n^t)}{(x_1^t, x_2^t, \dots, x_k^t, x_L^t, \dots, x_o^t, x_p^t, \dots, x_n^t)} \quad (19)$$

5) Produkcyjnym efektem substytucyjnego postępu technicznego ΔY_{ps} nazwano ten przyrost produkcji w ciągu okresu Δt , który wynika jedynie ze zmiany współczynnika technicznego uzbrojenia pracy:

$$\Delta Y_{ps} = Y^t (I_{Y_{ps} M} - 1) \quad (20)$$

gdzie: $I_{Y_{ps} M}$ - indeks produkcji z modelu wynikający z substytucyjnego postępu technicznego.

$$I_{Y_{ps} M} = \frac{(x_1^t, x_2^t, \dots, x_k^{t+\Delta t}, x_L^{t+\Delta t}, \dots, x_o^t, x_p^t, \dots, x_n^t)}{(x_1^t, x_2^t, \dots, x_k^t \cdot q, x_L^t \cdot q, \dots, x_o^t, x_p^t, \dots, x_n^t)} \quad (21)$$

$$q = \begin{cases} q & \text{gdy } u^{t+\Delta t} \neq u^t \\ q_k = q_k & \text{gdy } u^{t+\Delta t} = u^t \end{cases}$$

6) Produkcyjnym efektem postępu organizacyjnego ΔY_{po} nazwano ten przyrost produkcji w ciągu okresu Δt , który wynika jedynie z wprowadzonych usprawnień w organizacji pracy:

$$\Delta Y_{po} = Y^t (I_{Y_{po}^M} - 1), \quad (22)$$

gdzie: $I_{Y_{po}^M}$ - indeks produkcji z modelu wynikający z postępu organizacyjnego.

$$I_{Y_{po}^M} = \frac{(x_1^t, x_2^t, \dots, x_k^t, x_L^t, \dots, x_o^{t+\Delta t}, x_p^t, \dots, x_n^t)}{(x_1^t, x_2^t, \dots, x_k^t, x_L^t, \dots, x_o^t, x_p^t, \dots, x_n^t)} \quad (23)$$

Dokonując analizy sposobu formułowania poszczególnych indeksów produkcji wyznaczonych na podstawie modelu, można zauważyć, że punkty

1) - 6) zostały sformułowane przy spełnieniu upraszczających założeń o:

- uwzględnieniu w funkcji produkcji wszystkich czynników, które mają wpływ na przebieg procesu produkcji,
- zawężeniu pojęcia "postęp substytucyjny" do wzajemnej zastępowalności pracy żywej i środków trwałych,
- możliwości odwzorowania za pomocą jednego miernika X_o zmian w poziomie organizacji pracy¹,

Założenia te można w znacznym stopniu złagodzić, wprowadzając do funkcji produkcji czynniki o charakterze przypadkowym, poszerzając postęp substytucyjny o zastępowalność np. różnych grup lub asortymentów środków trwałych lub przedmiotów pracy oraz zmniejszając stopień agregacji pracy żywej i środków trwałych, a także wprowadzając do modelu większy zespół mierników poziomu organizacji pracy. Następstwem tych modyfikacji funkcji produkcji będzie sformułowanie dalszych indeksów produkcji, które jednak będą w dalszym ciągu posiadać słabości typowe dla teorii indeksów.

¹Pewne możliwości złagodzenia tego założenia istnieją, jak się wydaje gdy miernik X_o wyznaczony zostanie z zastosowaniem analizy taksonomicznej.

Dla potrzeb prezentacji zaproponowanego sposobu analizy efektów postępu techniczno-organizacyjnego nie jest konieczne zwiększanie liczebności zbioru indeksów produkcji z modelu, natomiast będzie to pożądane przy prowadzeniu badań empirycznych dla konkretnego procesu produkcji.

Na podstawie przedstawionych sformułowań i przyjęcia założenia, że przyczyny powodujące przyrost produkcji, czyli wzrost skali obiektywnych czynników produkcji oraz neutralny i substytucyjny postęp techniczny a także postęp w organizacji pracy, nie mogą występować jednocześnie można stwierdzić, iż całkowity przyrost produkcji w okresie t jest sumą częściowych efektów produkcyjnych wynikających z kolejno występujących przyczyn wzrostu produkcji, a zatem

$$\Delta Y = \Delta Y_C + \Delta Y_{ps} + \Delta Y_{po} \quad (24)$$

Chcąc prowadzić analizę efektu produkcyjnego postępu techniczno-organizacyjnego przy sformułowanym założeniu, należy przede wszystkim ustalić kolejność¹ występowania poszczególnych rodzajów postępu i wzrostu skali obiektywnych czynników produkcji. Następnie, wykorzystując funkcję produkcji wyznaczoną dla konkretnego procesu produkcji, należy określić odpowiednie wartości indeksów produkcji z modelu. I tak na przykład dla okresu Δt przeprowadzona zostanie analiza efektu produkcyjnego postępu techniczno-organizacyjnego przy założeniu następującej kolejności występowania poszczególnych przyczyn wzrostu produkcji:

- w okresie t, t' - nastąpił wzrost skali obiektywnych czynników produkcji,
- w okresie t', t'' - nastąpiła realizacja postępu substytucyjnego,
- w okresie t'', t''' - nastąpiła realizacja postępu neutralnego,
- w okresie $t''', t + \Delta t$ - nastąpiła realizacja postępu organizacyjnego.

¹Na zależność całkowitego przyrostu produkcji od kolejności występowania przyczyn wzrostu produkcji nie zawsze w literaturze przedmiotu zwraca się uwagę np. [52].

Odpowiednie efekty produkcyjne wyrażają się zatem:

- dla okresu t, t' $\Delta Y_C = Y^t (I_{Y_C M} - 1)$,
- dla okresu t', t'' $\Delta Y_{ps} = Y^{t'} (I_{Y_{ps} M} - 1)$,
- dla okresu t'', t''' $\Delta Y_{pn} = Y^{t''} (I_{Y_{pn} M} - 1)$,
- dla okresu $t''', t + \Delta t$ $\Delta Y_{po} = Y^{t'''} (I_{Y_{po} M} - 1)$.

Można zauważyć, że całkowity przyrost produkcji

$$\Delta Y = \Delta Y_C + \Delta Y_{ps} + \Delta Y_{pn} + \Delta Y_{po}$$

w okresie t uwarunkowany jest przez kolejność występowania poszczególnych przyczyn wzrostu produkcji. Podobnie jest dla efektu produkcyjnego postępu techniczno-organizacyjnego. Efekt ten zależy od kolejności wystąpienia neutralnego i substytucyjnego postępu technicznego oraz postępu w organizacji pracy.

Jeżeli określony rodzaj postępu lub wzrost skali obiektywnych czynników produkcji, który występuje w i -tym przedziale czasu, określi się jako i -tą przyczynę wzrostu wielkości produkcji, to efekt produkcyjny wynikający z tej przyczyny można ogólnie wyrazić w postaci:

$$\Delta Y_i = Y^t \prod_{j=1}^{i-1} I_{Y_j M} (I_{Y_i M} - 1), \quad (25)$$

gdzie: $I_{Y_j M}$ - indeks produkcji z modelu wynikający z wystąpienia j -tej przyczyny wzrostu produkcji w poprzednim j -tym przedziale czasu ($j = 1, 2, \dots, i$),

$I_{Y_i M}$ - indeks produkcji z modelu wynikający z wystąpienia i -tej przyczyny wzrostu produkcji.

Przykładowo efekt produkcyjny wynikający z usprawnień organizacji pracy, dokonanych po neutralnym i substytucyjnym postępie technicznym oraz po okresie, w którym zmiana uległa skala obiektywnych czynników produkcji, wyraża się następująco:

$$\Delta Y_{po} = Y^t \cdot I_{Y_{pn}^M} \cdot I_{Y_{po}^M} \cdot I_{Y_c^M} (I_{Y_{po}^M} - 1).$$

Znając odpowiednie cząstkowe efekty produkcyjne wynikające z realizacji poszczególnych rodzajów postępu łatwo jest określić:

- efekt produkcyjny postępu techniczno-organizacyjnego (ΔY_p)

$$\Delta Y_p = \Delta Y_{pn} + \Delta Y_{ps} + \Delta Y_{po}, \quad (26)$$

- udział postępu techniczno-organizacyjnego w przyroście produkcji (\mathcal{H})

$$\mathcal{H}_p = \frac{\Delta Y_p}{\Delta Y}, \quad (27)$$

- udział poszczególnych rodzajów postępu w produkcyjnym efekcie postępu techniczno-organizacyjnego:

$$\mathcal{H}_i = \frac{\Delta Y_i}{\Delta Y} = \frac{(I_{Y_i^M} - 1)}{(I_{Y_p^M} - 1)} \cdot \prod_{j=1}^i I_{Y_j^M}, \quad (28)$$

gdzie: \mathcal{H}_i - udział i-tego rodzaju postępu realizowanego w i-tym przedziale czasu w produkcyjnym efekcie postępu techniczno-organizacyjnego,

$I_{Y_j^M}$ - indeks produkcji z modelu wynikający z realizacji j-tego rodzaju postępu w j-tym przedziale czasu.

W dotychczasowych rozważaniach przyjmowane było założenie wykluczające jednoczesne wystąpienie poszczególnych rodzajów postępu. Powodowało to konieczność wyodrębnienia rozłącznych przedziałów czasu, w których mógł być realizowany tylko jeden rodzaj oraz wymagało ustalenia chronologicznego ciągu z poszczególnych rodzajów postępów. W praktyce taka sytuacja w zasadzie nigdy nie występuje, bowiem zmianie skali obiektywnych czynników produkcji towarzyszy postęp substytucyjny i postęp organizacyjny. Neutralny postęp techniczny występuje natomiast praktycznie zawsze. Dlatego słuszniejsze wydają się być rozważania, w których istnieje możliwość jednoczesnego występowania różnych rodzajów postępu. W tym przypadku należy zależność (2.4) uzupełnić, wprowadzając produkcyjny efekt

wynikający z "wzajemnego nakładania się" oddziaływań różnych postępów i wzrostu skali obiektywnych czynników produkcji, czyli o tzw. "resztowy efekt produkcyjny". A zatem zależność ta przyjmie następującą postać:

$$\Delta Y = \Delta Y_c + \Delta Y_{ps} + \Delta Y_{pn} + \Delta Y_{po} + \Delta Y_m \quad (29)$$

gdzie: ΔY , ΔY_c , ΔY_{ps} , ΔY_{pn} , ΔY_{po} - zdefiniowane zostały wcześniej,

$$\Delta Y_m = Y^t (I_{YM} - 1) - \sum_{j=1}^s \Delta Y_j,$$

ΔY_j - produkcyjny efekt wynikający z j-tej przyczyny wzrostu produkcji ($j = 1, 2, \dots, s$).

Dla zależności (29) można określić - w sposób analogiczny jak poprzednio - przybliżone udziały produkcyjnego efektu wynikającego z postępu techniczno-organizacyjnego we wzroście produkcji oraz udział poszczególnych rodzajów postępu w postępie techniczno-organizacyjnym.

Proponowany sposób badania produkcyjnego efektu postępu techniczno-organizacyjnego opiera się na różnie określonych indeksach produkcji. Wyliczenie wartości niektórych indeksów na podstawie rzeczywistych danych statystycznych jest w zasadzie niemożliwe. Dlatego zaproponowano ich oszacowanie na podstawie funkcji produkcji. Wymaga to jednak uwzględnienia wśród czynników produkcji wielkości, które charakteryzowałyby postęp organizacyjny i neutralny postęp techniczny. Dotychczas wielkości te oznaczano w punktach 1) - 6) symbolicznie X_p , X_o . W praktyce przy konstruowaniu wymiarowych modeli funkcji produkcji należy je jednoznacznie zdefiniować i uwzględnić. Konieczność włączenia do modeli oddziaływania neutralnego postępu technicznego oraz usprawnień w organizacji pracy wynika również z faktu, że dobry model powinien możliwie wiernie odwzorowywać rzeczywisty proces, a neutralny postęp techniczny jak również postęp organizacyjny są nieodłącznymi elementami charakteryzującymi proces produkcji.

2.3. Sposób uwzględniania wpływu neutralnego postępu technicznego w wymiarowych modelach funkcji produkcji na proces produkcji

W literaturze znane są liczne próby uwzględniania - w budowanych dotychczas ekonometrycznych modelach funkcji produkcji - wpływu neutralnego postępu technicznego, natomiast w odniesieniu do modeli wymiarowych takiej próby jeszcze nie podjęto. Jedną z pierwszych modyfikacji umożliwiających "włączenie" neutralnego postępu technicznego do modelu funkcji produkcji dokonana została przez J. Tinbergena. Polegała ona na wprowadzeniu dodatkowego czynnika $e^{\gamma T}$, gdzie T - zmienna reprezentująca czas, a γ - stały parametr, do modelu typu Cobba-Douglasa¹. Idea tej koncepcji i jej pochodnych polega na "...włączeniu nieucieleśnionego postępu technicznego do gładkiej funkcji produkcji

$$Y = F(x_K, x_L), \quad (30)$$

gdzie: x_K - środki produkcji (kapitał) (numeracja i symbole autora),
 x_L - siła robocza (praca),
 Y - wielkość produkcji

tak, aby przesuwiała się ona w czasie [2, s. 236] .

"Przesunięcie" to w zależności od sposobu rozumienia neutralności postępu może być różnie określane. W rozważaniach z zakresu teorii makro- i mikroekonomicznej wyróżnia się neutralność postępu technicznego w sensie J.R.Hicksa, R.M.Solowa, R.F.Harroda [2,48] . W rozumieniu Hicksa neutral-

¹Gdzie T jest wielkością wymiarową $T = \hat{T} \cdot [T]$, \hat{T} - wartość liczbowa wielkości.

ny postęp techniczny nie jest związany z żadnym czynnikiem produkcji. Tak rozumiany postęp powoduje w sposób bezpośredni zwiększenie rozmiarów produkcji. W tym przypadku funkcja produkcji (30) przesuwa się w czasie dzięki "przemieszczeniu w górę" całej funkcji, co wyraża się wzorem:

$$Y = w(T) \cdot F(x_K, x_L) \quad (31)$$

w którym $w(T)$ - przemieszczenie,

T - zmienna reprezentująca czas,

Y, x_K, x_L - jak poprzednio.

Przemieszczenie $w(T)$ jest zatem funkcją czasu. Jej postać określano¹, zakładając, że tempo wzrostu produkcji w wyniku realizującego się neutralnego postępu technicznego jest stałe, to znaczy:

$$\frac{dw(\hat{T})}{w(T)d\hat{T}} = \text{constans}^2, \quad (32)$$

W wyniku rozwiązania równania różniczkowego (32) uzyskano następującą funkcję produkcji:

$$Y = e^{MT} \cdot F(x_K, x_L), \quad (33)$$

w której: T, Y, x_K, x_L - jak poprzednio,

M - parametr,

e - podstawa logarytmu naturalnego.

W rozumieniu Harroda neutralny postęp techniczny występuje w postaci "ucieleśnionej" w pracy żywej. Oddziałuje on na proces produkcji w ten sposób, że efekt produkcyjny tego postępu jest taki, jak gdyby uległy zwiększeniu rozmiary pracy żywej. W przypadku tak rozumianej neutralności funkcja produkcji (30) przesuwa się w czasie zgodnie z postacią:

¹W literaturze nie są znane rozważania w przypadku, gdy założenie to nie jest spełnione.

² \hat{T} - wartość liczbowa wielkości wymiarowej T ; $T = \hat{T} [T]$. Działanie różniczkowania określone jest jedynie na liczbach, nie zaś na wielkościach wymiarowych.

$$Y = F(x_K, w(T) \cdot x_L), \quad (34)$$

gdzie: Y, T, x_K, x_L - jak poprzednio,

$$\left. \begin{aligned} w(\hat{T}) &= 1 \text{ dla } \hat{T} = 0, \\ w(\hat{T}) &> 1 \\ \frac{dw(\hat{T})}{d\hat{T}} &> 0 \end{aligned} \right\} \text{ dla } \hat{T} > 0.$$

Również w tym przypadku przyjęcie proporcjonalnego zwiększania się w czasie siły roboczej w wyniku dokonywanego się neutralnego postępu technicznego było oparte w zasadzie na intuicji. Także postać zależności $w(T)$ określano jedynie wówczas, gdy było spełnione założenie o stałym tempie wzrostu siły roboczej pod wpływem neutralnego postępu technicznego (32). Funkcja produkcji w tym przypadku ma postać:

$$Y = F(x_K, x_L \cdot e^{LT}), \quad (35)$$

gdzie: Y, x_K, x_L, T, e - jak poprzednio,

L - parametr.

Neutralność postępu technicznego R.M.Solow określa analogicznie jak R.F.Harrod z tym, że postęp jest ucieleśniony w środkach trwałych x_K . Odpowiednie postacie funkcji produkcji (30) są w tym przypadku następujące:

$$Y = F(x_K \cdot w(T), x_L) \quad (36)$$

oraz

$$Y = F(e^{KT} \cdot x_L, x_K), \quad (37)$$

gdys

$$\frac{dw(\hat{T})}{w(\hat{T})d\hat{T}} = \text{constans},$$

gdzie: Y, x_K, x_L, e, T - jak poprzednio,

K - parametr.

Rozwiązania zaproponowane w następnym punkcie pracy dotyczą sposobu uwzględniania wpływu neutralnego postępu technicznego w wymiarowych

modelach funkcji produkcji. Rozważana będzie neutralność postępu w ujęciu Hicksa, Solowa i Harroda.

2.3.1. Uwzględnienie neutralnego postępu technicznego według koncepcji J.R.Hicksa

Proces produkcji, w którym wielkość produkcji wzrasta w czasie bez wzrostu czynników produkcji może być opisany ogólnym wymiarowym modelem funkcji produkcji:

$$Y = \Phi(x_1, x_2, \dots, x_p^{Ho}, \dots, x_{m+r}), \quad (38)$$

gdzie: Y - wielkość produkcji,

x_1, x_2, x_{m+r} - czynniki produkcji; $x_j = \text{const. } j=1, 2, \dots, m+r, j \neq p$,

x_p^{Ho} - wielkość wymiarowa, charakteryzująca wpływ neutralnego postępu technicznego w ujęciu Hicksa na proces produkcji.

Wielkość x_p^{Ho} jest funkcją tempa wzrostu produkcji w wyniku realizującego się neutralnego postępu technicznego (M) i czasu (T). Korzystając z koncepcji J.R.Hicksa oraz twierdzeń Buckinghamama [16], można wyznaczyć zależność funkcyjną:

$$Y = (Y_0, M, T),$$

w której: Y - rzeczywista wielkość produkcji,

Y_0 - wielkość produkcji wyznaczona na podstawie modelu (1),

M - miernik tempa wzrostu produkcji w wyniku realizującego się neutralnego postępu technicznego w ujęciu Hicksa,

T - czas.

Wielkości Y, Y_0 mają charakter strumieni¹ i ten sam wymiar, natomiast

$$[M] = \frac{1}{[T]}.$$

¹Wielkość Y o charakterze strumienia ma wymiar: $[Y] = \frac{[Y_z]}{[T]}$, gdzie Y_z - wielkość Y traktowana jako zasób, T - czas.

Zależność ta przyjmuje postać:

$$Y = \bigoplus_{H_0} (H_0) \cdot Y_0, \quad (39)$$

gdzie: $H_0 = M \cdot T$.

A zatem wymiarowy model funkcji produkcji wyraża się następująco:

$$Y = \bigoplus_{H_0} (H_0) \cdot Y_0 = \bigoplus_{H_0} (H_0) \cdot E_1 \cdot \prod_{i=1}^m x_i^{a_i}, \quad (40)$$

gdzie: $f(\varphi_1, \varphi_2, \dots, \varphi_r, U, \alpha_0, \alpha_1, \dots, \alpha_s)$ - dla czynników produkcji wymiarowo zależnych,
 $E_1 = \begin{cases} \alpha_0 \cdot f(U) & \text{- dla czynników produkcji wymiarowo niezależnych,} \end{cases}$

- pozostałe oznaczenia jak w wyrażeniu (5).

Przyjmując założenia o stałym tempie M , można pokazać, że

$$Y = e^{TM} \cdot E_1 \cdot \prod_{i=1}^m x_i^{a_i}, \quad (41)$$

gdzie: Y, x_i ($i = 1, 2, \dots, m$), E_1, T, M, e - jak poprzednio.

A zatem można zauważyć, że wielkość x_p^{Ho} w modelu o postaci (38) wyraża się następująco:

$$x_p^{Ho} = \bigoplus_{H_0} (H_0).$$

Jest ona odpowiednikiem "przemieszczenia" w(T) w zależności (31).

2.3.2. Uwzględnienie neutralnego postępu technicznego według R.F.Harroda i R.M.Solowa

Proces produkcji, w którym wielkość produkcji wzrasta w czasie na skutek oddziaływania neutralnego postępu technicznego w ujęciu R.F.Harroda może być opisany ogólnym wymiarowym modelem funkcji produkcji:

$$Y = \bigoplus (x_1, x_2, \dots, x_L, x_p^{HI}, \dots, x_{m+r}), \quad (42)$$

gdzie: Y - wielkość produkcji,

x_1, x_2, \dots, x_{m+r} - czynniki produkcji; $x_j = \text{const. } j=1, 2, \dots, r+m, j = p,$

x_L - rzeczywista wielkość pracy żywej,

x_p^{HI} - wielkość wymiarowa, charakteryzująca wpływ neutralnego postępu technicznego w ujęciu R.F.Harroda na proces produkcji.

Wielkość x_p^{HI} jest funkcją tempa wzrostu pracy żywej w wyniku realizującego się neutralnego postępu technicznego (L) i czasu (T). Korzystając z koncepcji K.F.Harroda oraz twierdzeń Buckingham'a, można wyznaczyć zależność funkcyjną:

$$Y = \bigoplus (x_1, x_2, \dots, x_L^0, \dots, x_{m+r}), \quad (43)$$

w której: $Y, x_1, x_2, \dots, x_{m+r}$ - jak wyżej,

$$x_L^0 = \bigoplus_{H_1} (x_L, L, T), \quad (44)$$

przy czym

x_L^0 - wielkość pracy żywej "powiększona" w wyniku realizującego się postępu w sensie Harroda,

x_L - rzeczywista wielkość pracy żywej $[x_L] = [x_L^0]$,

L - tempo wzrostu pracy żywej pod wpływem realizującego się postępu Harroda,

T - czas $[T] = [L]^{-1}$.

Postać funkcyjną zależności (44) wyznaczyć można również na podstawie twierdzenia II.

$$x_L^0 = \bigoplus_{H_1} (H_1) \cdot x_L, \quad (45)$$

gdzie: $H_1 = L \cdot T$.

W szczególności, gdy $L = \text{constans}$:

$$x_L^0 = e^{LT} \cdot x_L.$$

Uwzględniając w (43) zależność (45), otrzymać można model, w którym $x_p^{HI} = \bigoplus_{H_1} H_1 (H_1)$ jest odpowiednikiem przemieszczenia w(T) w zależności (35). W analogiczny sposób można wprowadzić wielkość x_p^{HIk} - charakte-

ryzującą neutralny postęp techniczny w sensie Solowa. W tym przypadku wielkość X_L należy zastąpić wielkością środków produkcji X_K a tempo wzrostu L , tempem wzrostu środków produkcji K . Dla poszczególnych rodzajów neutralnego postępu technicznego oraz sytuacji, gdy czynniki reprezentujące pracę żywą (X_L) i środki produkcji X_K mogą być wielkościami bazowymi lub nie, można przedstawić wymiarowy model funkcji produkcji w sposób następujący:

$$Y = E_2 \cdot \overset{\gamma_0}{\underset{I}{\Phi}}_{H_S} (H_S) \prod_{i=1}^m x_i^{a_i}, \quad (46)$$

gdzie: $\alpha_0 \cdot f(U)$ - gdy czynniki produkcji (x_1, \dots, x_{r+m}) tworzą układ wielkości wymiarowo niezależnych,
 $E_2 = \begin{cases} f(U, \varphi_1 \cdot \overset{x_1}{\Phi}_{H_S}(H_S), \varphi_2 \cdot \overset{x_2}{\Phi}_{H_S}(H_S) \dots \varphi_r \cdot \overset{x_r}{\Phi}_{H_S}(H_S) & \text{- układ wielkości wymiarowo zależnych,} \\ U & \text{- czynnik produkcji o charakterze przypadkowym (zmienna losowa)} \end{cases}$

$$\varphi_j = \frac{x_j}{\prod_{i=1}^m x_i^{a_{ij}}} \quad j = 1, 2, \dots, r,$$

x_j, x_i ($j=1, 2, \dots, r$; $i=1, 2, \dots, m$) - czynniki produkcji,

$$H_S = \begin{cases} H_0 & \text{- dla postępu Hicksa } M = H_0 T^{-1}, \\ H_1 & \text{- dla postępu Harroda } L = H_1 T^{-1}, \\ H_K & \text{- dla postępu Solowa } K = H_K T^{-1}, \end{cases}$$

$$\gamma_0 = \begin{cases} 1 & \text{- dla postępu Hicksa,} \\ 0 & \text{- gdy } X_L \text{ niebazowe} \\ a_1 & \text{- gdy } X_L \text{ bazowe} \\ 0 & \text{- gdy } X_K \text{ niebazowe} \\ a_k & \text{- gdy } X_K \text{ bazowe} \end{cases} \left. \begin{array}{l} \text{dla postępu Harroda,} \\ \text{dla postępu Solowa,} \end{array} \right\}$$

$$\delta_j = \left\{ \begin{array}{l} 0 \\ -a_{jl} \text{ - gdy } x_L \text{ bazowe} \\ 0 \text{ } j \neq L \\ 1 \text{ } j = L \end{array} \right\} \text{ gdy } x_L \text{ niebazowe} \quad \left. \begin{array}{l} \text{dla postępu Hicksa} \\ \text{dla postępu Harroda,} \end{array} \right\}$$

$$\left\{ \begin{array}{l} -a_{jk} \text{ - gdy } x_K \text{ bazowe} \\ 0 \text{ } j \neq k \\ 1 \text{ } j = k \end{array} \right\} \text{ - gdy } x_K \text{ niebazowe} \quad \left. \begin{array}{l} \\ \\ \end{array} \right\} \text{ dla postępu Solowa}$$

$j=1,2,\dots,r$.

Należy podkreślić, że w przypadku czynników produkcji $(x_1, x_2, \dots, x_{m+r})$ tworzących układ wielkości wymiarowo niezależnych, postać (46) wymiarowego modelu funkcji produkcji jest identyczna ze zmodyfikowaną funkcją Cobba-Douglasa [53] .

2.3.3. Szacowanie charakterystyk neutralnego postępu technicznego na podstawie wymiarowych modeli funkcji produkcji

W paragrafie poprzednim przedstawiono koncepcję uwzględniania w wymiarowym modelu funkcji produkcji elementów reprezentujących wpływ neutralnego postępu technicznego na przebieg procesu produkcji. Sposób ten w odróżnieniu od zaproponowanego przez M. Browna¹ nazwać można bezpośrednim. W monografii o mierzeniu postępu technicznego autor ten sformułował odpowiedź na pytanie jakiego rodzaju wnioski odnośnie do realizacji postępu technicznego można wyciągnąć, analizując zmiany parametrów funkcji produkcji. Odpowiedź ta jest interesująca i przekonująca, dlatego jej główne tezy zostaną niżej przedstawione, z uwzględnieniem faktu, że w niniejszej pracy rozpatruje się wymiarowe modele funkcji pro-

¹M. Brown w [10] zaproponował sposób pośredni opierający się na analizie zmian wartości parametrów funkcji produkcji.

dukcji, które traktować można jako uogólnienie analizowanych przez M. Browna funkcji Cobba-Douglasa. A zatem wnioski sformułowane w monografii 10 dotyczą również modeli prezentowanych w niniejszej pracy. Należy jednak przyjąć, że spełnione są następujące założenia:

1) Postać parametryczna wymiarowego modelu funkcji produkcji jest ciągła i dwukrotnie różniczkowalna, o pochodnych pierwszego stopnia dodatnich zaś drugiego ujemnych.

2) Czynniki produkcji X_1, X_2, \dots, X_{m+r} są dodatnie i zmieniać się mogą w sposób autonomiczny z wyjątkiem X_K, X_L , dla których ma miejsce ograniczona substytucja.

3) Zmiany parametrów $(\alpha_0, \alpha_1, \alpha_2, \dots, \alpha_r)$ funkcji liczbowo-liczbowej nie powodują zmiany optymalnej bazy procesu.

4) Postać analityczna funkcji liczbowo-liczbowej jest tak dobrana, aby wartość tej funkcji była tym większa, im większa jest wartość estymowanych parametrów.

5) W technice i technologii modelowanego procesu produkcji nie zachodzą gwałtowne zmiany, czyli postać modelu jak również wartości parametrów nie ulegają szybkim zmianom.

Jeżeli parametry $(\alpha_0, \alpha_1, \alpha_2, \dots, \alpha_r)$ funkcji liczbowo-liczbowej $f(\varphi_1, \varphi_2, \dots, \varphi_r)$ lub parametr wykazują tendencję wzrostową w czasie, oznacza to możliwość otrzymania większej produkcji przy tej samej wielkości czynników produkcji. W rezultacie można przyjąć, że wzrost tych parametrów o wartości $\Delta\alpha_0, \Delta\alpha_1, \dots, \Delta\alpha_r$ lub $\Delta\alpha$ jest wynikiem neutralnego postępu technicznego i postępu organizacyjnego¹. Gdy model w sposób jawny uwzględnia czynnik

¹M. Brown wiązał zmiany parametrów jedynie z neutralnym postępowaniem technicznym, co wydaje się być nieuzasadnione, albowiem na ich przyrost wpływają jeszcze inne czynniki np. organizacja pracy, czynniki o charakterze przypadkowym, które w modelu rozpatrywanym nie były uwzględnione.

mierzący zmiany poziomu organizacji pracy, wówczas zmiany parametrów funkcji liczbowo-liczbowej charakteryzują jedynie neutralny postęp techniczny.

Przedstawiona pośrednia metoda "uwzględniania" neutralnego postępu technicznego w wymiarowych modelach funkcji produkcji budzi pewne wątpliwości. Wynikają one z ekonomicznej interpretacji zmian parametrów w konfrontacji z piątym założeniem w zależności (1). Poza tym przyjmowanie hipotezy o zmienności parametrów w małych przedziałach czasu powoduje, że parametry stają się zmiennymi opisującymi przebieg procesu, co znacznie utrudnia modelowanie procesu i analizę modelu.

Powyższe wątpliwości skłaniają do wykorzystania bezpośredniego sposobu uwzględniania wpływu neutralnego postępu technicznego w wymiarowym modelu funkcji produkcji. Wydaje się natomiast, że sposób pośredni może być wykorzystany do oszacowania wartości wielkości K,L,M charakteryzujących różnie rozumiany neutralny postęp techniczny. Procedurę szacowania wartości K,L,M można przedstawić, wyodrębniając następujące etapy:

- budowa modelu bez uwzględniania w sposób jawny wpływu neutralnego postępu technicznego,
- dwukrotna estymacja funkcji liczbowo-liczbowej w modelu; raz w oparciu o dane statystyczne z okresu (t, t'), a drugi raz w oparciu o dane z okresu (t', t''),
- wyznaczenie w okresie (t', t'') przyrostów $\Delta\alpha_1, \Delta\alpha_2, \dots, \Delta\alpha_r$ lub $\Delta\alpha$ parametrów oraz określenie indeksu produkcji z modelu wynikającego z tych przyrostów:

$$I_{Y_{pn}^M} = \frac{f(\psi_1, \psi_2, \dots, \psi_r, \alpha_0 + \Delta\alpha_0, \alpha_1 + \Delta\alpha_1, \alpha_2 + \Delta\alpha_2, \dots, \alpha_r + \Delta\alpha_r)}{f(\psi_1, \psi_2, \dots, \psi_r, \alpha_0, \alpha_1, \alpha_2, \dots, \alpha_r)} \quad (47)$$

przy założeniu, że wielkość poszczególnych czynników produkcji nie uległa zmianie,

- arbitralny wybór określonego ujęcia neutralności postępu technicznego;

wybór ten będzie weryfikowany poprzez badanie stopnia dopasowania modelu do rzeczywistego przebiegu procesu produkcji,

- rozwiązanie równania (48) ze względu na wielkości L, K, M

$$I_{Y_{pnM}} = \overset{\Delta}{I}_{Y_{pnM}}, \quad (48)$$

gdzie: $I_{Y_{pnM}}$ - określono w wyrażeniu (19),

$\overset{\Delta}{I}_{Y_{pnM}}$ - określono w wyrażeniu (47).

I tak na przykład dla multiplikatywnej postaci funkcji liczbowo-liczbowej modelu i o argumentach wymiarowo zależnych oraz eksponentialnym wpływie neutralnego postępu technicznego indeks produkcji z modelu wyraża się:

$$I_{Y_{pnM}} = e^{\beta_{H_s} (\gamma_0 + \sum_{j=1}^r \alpha_j \gamma_j)},$$

gdzie: β_{H_s} - część liczbowa wielkości wymiarowej $H_s \cdot T^{-1}$,

e - podstawa logarytmu naturalnego,

$\gamma_0, \gamma_j, \alpha_j$ - jak w zależności (46).

Natomiast indeks produkcji określony na podstawie modelu (1) jest:

$$I_{Y_{pnM}} = \left(1 + \frac{\Delta \alpha_0}{\alpha_0}\right) \prod_{j=1}^r \psi_j^{\Delta \alpha_j}$$

A zatem odpowiednie oszacowania wartości $\beta_M, \beta_K, \beta_L^1$, wynosić będą:

$$O_{MKL} = \ln\left(1 + \frac{\Delta \alpha_0}{\alpha_0}\right) + \sum_{j=1}^r \Delta \alpha_j \cdot \ln \psi_j \cdot e_x^{-1} \quad (49)$$

gdzie: - dla neutralnego postępu technicznego w rozumieniu Hicksa

$$O_{MKL} - \beta_M e_x = 1,$$

- dla neutralnego postępu technicznego w rozumieniu Solowa:

$$O_{MKL} - \beta_K e_x = \begin{cases} a_k - \sum_{j=1}^r a_{jk} \alpha_j & \text{gdy } x_k \text{ bazowe,} \\ \alpha_k & \text{gdy } x_k \text{ niebazowe,} \end{cases}$$

¹ $\beta_M, \beta_K, \beta_L$ - wartości liczbowe wielkości wymiarowych M, K, L .

² Ekonomiczna interpretacja wielkości e_x zostanie przedstawiona w rozdz.3.

- dla neutralnego postępu technicznego w rozumieniu Harroda:

$$O_{MKL} = \beta_L e_x = \begin{cases} a_1 - \sum_{j=1}^r a_{j1} \alpha_j & \text{gdy } X_1 \text{ bazowe,} \\ \alpha_1 & \text{gdy } X_1 \text{ niebazowe.} \end{cases}$$

W podobny sposób można wyznaczyć oszacowania wartości liczbowych wielkości M, K, L dla innych postaci funkcji liczbowo-liczbowej (np. liniowej). Zaprezentowany sposób szacowania wartości liczbowych wielkości charakteryzujących neutralny postęp techniczny wydaje się być przydatny dla potrzeb budowy wymiarowych modeli funkcji produkcji. W przypadku niedostępności odpowiedniego materiału statystycznego oszacowanie wartości liczbowych wielkości K, L, M można powierzyć ekspertom.

2.4. Wymiarowy model funkcji produkcji z uwzględnieniem mierników organizacji pracy

Wpływ postępu organizacyjnego na przebieg procesu produkcyjnego można uwzględnić w wymiarowym modelu funkcji produkcji przez wprowadzenie do niej miernika lub zespołu mierników poziomu organizacji pracy. W publikacjach z zakresu ekonometrii [52,53] były podejmowane próby definiowania takich mierników. Dlatego pominięto dyskusję na temat sposobu mierzenia i definiowania mierników poziomu organizacji pracy, natomiast rozważany będzie sposób uwzględniania tego rodzaju subiektywnych czynników produkcji w wymiarowych modelach funkcji produkcji. Przedstawiona zostanie taka modyfikacja modelu (46), która umożliwi - na podstawie badania wartości indeksu produkcji - przeprowadzenie analizy produkcyjnego efektu postępu organizacyjnego. Do dalszych rozważań przyjęto, że mierniki poziomu organizacji pracy są wielkościami bezwymiarowymi. Zasadność takiego założenia wynika z faktu, że mierniki te wyznaczane są jako iloraz tej samej wielkości dla dwóch momentów czasu lub różnych wielkości

o tym samym wymiarze. Znając postać wymiarowego modelu funkcji produkcji z dokładnością do funkcji liczbowo-liczbowej, można wskazać dwa sposoby uwzględniania mierników poziomu organizacji pracy.

Pierwszy polega na przeanalizowaniu wielkości bezwymiarowych φ_j , ($j=1,2,\dots,r$) i zbadaniu możliwości nadania im takiej interpretacji ekonomicznej, aby można je było traktować jako wspomniane wyżej mierniki. Przykładowo, jeżeli wśród czynników produkcji X_1, \dots, X_{r+m} zostaną wyróżnione dwa:

X_L - rozmiary pracy żywej $[X_L] = \frac{\text{roboczogodziny}}{\text{rok}}$ (wielkość bazowa),

X_{ob} - rozmiary pracy żywej przeznaczonej na obsługę techniczno-organizacyjną stanowisk pracy $[X_{ob}] = [X_L]$.

to:

$$Y = \Phi_{H_s}^{\delta_0} (H_s) f(U, \varphi_1 \cdot \Phi_{H_s}^{\delta_1} (H_s), \varphi_2 \cdot \Phi_{H_s}^{\delta_2} (H_s), \dots, \varphi_{r-1} \cdot \Phi_{H_s}^{\delta_{r-1}} (H_s), \frac{X_{ob}}{X_L} \cdot \Phi_{H_s}^{\delta_r} (H_s)) \prod_{i=1}^m X_i^{\alpha_i} \quad (50)$$

czyli: wielkość $\varphi_r = \frac{X_{ob}}{X_L}$ może być interpretowana jako miernik poziomu organizacji pracy.

Drugi sposób polega na wprowadzeniu do wymiarowego modelu funkcji produkcji dodatkowych czynników, które są miernikami poziomu organizacji pracy. Oznaczając je Q_1, \dots, Q_p , można pokazać, że ogólna postać modelu z uwzględnieniem wpływu postępu organizacyjnego i neutralnego postępu technicznego jest następująca:

$$Y = \Phi_{H_s}^{\delta_0} (H_s) f(U, Q_1, Q_2, \dots, Q_p, \varphi_1 \cdot \Phi_{H_s}^{\delta_1} (H_s), \dots, \varphi_{r-q} \cdot \Phi_{H_s}^{\delta_{r-q}} (H_s), \varphi_{r-q+1} \cdot \Phi_{H_s}^{\delta_{r-q+1}} (H_s), \dots, \varphi_r \cdot \Phi_{H_s}^{\delta_r} (H_s)) \prod_{i=1}^m X_i^{\alpha_i} \quad (51)$$

gdzie: $r-q+1, \dots, r$ - mierniki poziomu organizacji pracy uzyskane drogą odpowiedniej interpretacji,

Q_1, Q_2, \dots, Q_p - mierniki poziomu organizacji pracy traktowane jako subiektywne czynniki produkcji,

$U, \Phi_{H_s}^{\delta_0}, H_s, \delta_0, \delta_1, \delta_2, \dots, \delta_r$ - analogiczne znaczenie jak w (46).

2.5. Zasady analizy i perspektywicznej oceny produkcyjnego efektu postępu techniczno-organizacyjnego dla wybranych postaci funkcji liczbowo-liczbowych

Opracowanie sposobu uwzględniania w wymiarowym modelu funkcji produkcji czynników o charakterze przypadkowym, neutralnego postępu technicznego, postępu organizacyjnego oraz innych istotnych czynników typu obiektywnego i subiektywnego stanowi dopiero punkt wyjścia do sformułowania ostatecznej postaci wymiarowego modelu funkcji produkcji. Postać taką uzyskuje się, ustalając do jakiej klasy funkcji matematycznych ma należeć funkcja liczbowo-liczbowa i estymując na podstawie danych statystycznych jej nieznanne parametry. Klasę funkcji dobiera się w zasadzie w sposób arbitralny, wychodząc z różnorodnych przesłanek i postulatów wynikających z teorii ekonomii, empirycznego doświadczenia, stosowanego aparatu matematycznego a także będących rezultatem intuicji i zdrowego rozsądku. W literaturze produkcji sformułowano wiele założeń i postulatów z zakresu budowy i wykorzystania funkcji produkcji, które w modelowaniu procesów produkcji należy uwzględnić. Najczęściej wyodrębnia się następujące założenia:

- czynniki produkcji są wielkościami dodatnimi,
- wszystkie czynniki są produktotwórcze, czyli przyrost ich wielkości powoduje przyrost produkcji,
- przyrost produkcji maleje wraz z przyrostami poszczególnych czynników (wyjątek stanowią czynniki reprezentujące neutralny postęp techniczny i postęp organizacyjny),
- efektywności cząstkowe czynników powinny zależeć od poziomu organizacji pracy,
- efekty wprowadzonych usprawnień organizacyjnych czyli przyrost

wartości odpowiednich mierników powinien być tym większy, im wyższy jest poziom osiągniętego postępu technicznego,

- istnieje (przynajmniej teoretycznie) nieskończenie wiele technik produkcyjnych, za pomocą których można realizować modelowany proces produkcji,

- postać modelu powinna umożliwiać estymację parametrów,

- tempo wzrostu produkcji, siły roboczej lub środków trwałych w wyniku realizującego się postępu technicznego jest stałe.

Okazuje się, że przedstawione założenia spełnione są przez wymiarowe modele funkcji produkcji o postaci:

- multiplikatywnej:

$$Y = \alpha_0 \cdot e^{H_s \gamma_0} \cdot e^{\sum_{j=1}^r \alpha_j \gamma_j \cdot Q \cdot H_s} \cdot \prod_{j=1}^r \varphi_j^{Q \alpha_j} \cdot e^u \cdot \prod_{i=1}^m x_i^{a_i}, \quad (52)$$

gdzie: H_s, γ_0, γ_j - jest w zależności (46),

Q - miernik organizacji pracy $Q \in \Pi_0$,

U - czynnik o charakterze przypadkowym (zmienna losowa $E(U) = 0$),

x_i ($i=1,2,\dots,m$) - bazowe czynniki produkcji, $x_i = \hat{x}_i[x_i]$ $\hat{x}_i \in \Pi_0$

a_i ($i=1,2,\dots,m$), α_j ($j=1,2,\dots,r$) - liczby rzeczywiste (parametry)

$$0 < \alpha_j < 1$$

$$\varphi_j = \frac{x_j}{\prod_{i=1}^m x_i^{a_{ij}}}, \quad x_j$$
 ($j=1,2,\dots,r$) - niebazowe czynniki produkcji

$$x_j > 0 \quad \varphi_j > 1$$

a_{ij} ($i=1,2,\dots,m; j=1,2,\dots,r$) - liczby rzeczywiste,

e - podstawa logarytmu naturalnego,

Y - wielkość produkcji ;

- addytywnej:

$$Y = e^{H_s \gamma_0} \left(\sum_{j=1}^r \alpha_j \cdot \psi_j^Q \cdot e^{H_s Q \gamma_j} + U \right) \prod_{i=1}^m x_i^{a_i}, \quad (53)$$

gdzie: oznaczenia jak w zależności (52).

Można wykazać, że jeżeli czynniki produkcji tworzą układ wielkości wymiarowo niezależnych, to model o postaci (52) jest identyczny jak zmodyfikowana funkcja produkcji typu Cobba-Douglasa przedstawiona w 53. Postać ta jest następująca:

$$Y = \alpha_0 e^{H_s (\gamma_0 + \sum_{j=1}^r \alpha_j \psi_j^Q)} \prod_{i=1}^m x_i^{a_i}. \quad (54)$$

Stąd też własności i obszar praktycznych zastosowań jest podobny jak dla zmodyfikowanej funkcji Cobba-Douglasa. Natomiast własności wymiarowych modeli funkcji produkcji postaci (52) i (53) dla czynników produkcji wymiarowo zależnych umożliwiają poszerzenie obszaru zastosowań badania i programowania procesu produkcji.

Wyboru jednego z wyżej przedstawionych modeli dla konkretnego procesu produkcji można dokonać na podstawie przyjęcia lub odrzucenia założenia o istnieniu zależności pomiędzy efektywnością cząstkową czynników¹ a ich wielkościami. Jeżeli w modelowanym procesie tego rodzaju zależność nie występuje, należy przyjąć postać multiplikatywną, w przeciwnym przypadku - addytywną. Oczywiście jest, że obie postaci modelu nie wyczerpują wszystkich możliwych postaci, jednak ze względu na prostotę ich estymacji zasługują na szczególną uwagę. Pomiaru, analizy i perspektywicznej oceny produkcyjnego efektu postępu techniczno-organizacyjnego dla przedstawionych wyżej wymiarowych modeli funkcji produkcji dokonuje się, jak wcześniej stwierdzono, na podstawie indeksów produkcji w modelu. Poszczególne indeksy określono w tabeli 2.

¹Określenie miar cząstkowych efektywności ekonomicznych podano w dalszej części pracy (p.3.3); w tym przypadku za miarę tej efektywności przyjęto klasycznie rozumiane elastyczności produkcji względem poszczególnych czynników produkcji wyliczone na podstawie parametrycznej postaci wymiarowego modelu funkcji produkcji.

Opis tablicy nr 2

I_E - indeks globalnej efektywności ekonomicznej procesu produkcji,

I_{E_p} - indeks globalnej efektywności ekonomicznej procesu produkcji
wynikający z postępu techniczno-organizacyjnego,

I_{E_c} - indeks globalnej efektywności ekonomicznej procesu produkcji
wynikający ze wzrostu skali czynników produkcji,

$I_{E_{pn}}$ - indeks globalnej efektywności ekonomicznej procesu produkcji
wynikający z neutralnego postępu technicznego,

$I_{E_{po}}$ - indeks globalnej efektywności ekonomicznej procesu produkcji
wynikający z postępu w organizacji pracy,

$I_{E_{ps}}$ - indeks globalnej efektywności ekonomicznej procesu produkcji
wynikający z substytucyjnego postępu technicznego,

f_i, f_j - elastyczność produkcji względem i-tego, j-tego czynnika produkcji
dla momentu T $i = 1, 2, \dots, m, j = 1, \dots, r$ (miernik krańcowej,
cząstkowej efektywności ekonomicznej i-tego, j-tego czynnika
produkcji),

$$s_k = \begin{cases} 0 & \text{gdy } X_K \text{ jest czynnikiem bazowym} \\ 1 & \text{gdy } X_K \text{ jest czynnikiem niebazowym} \end{cases}$$

$$p_k = \begin{cases} 0 & \text{gdy } s_k = 1 \\ 1 & \text{gdy } s_k = 0 \end{cases}$$

$$s_l = \begin{cases} 0 & \text{gdy } X_L \text{ jest czynnikiem bazowym} \\ 1 & \text{gdy } X_L \text{ jest czynnikiem niebazowym} \end{cases}$$

$$p_l = \begin{cases} 0 & \text{gdy } s_l = 1 \\ 1 & \text{gdy } s_l = 0 \end{cases}$$

$f_{j^*}^*, f_i^*$ - elastyczności produkcji względem j-tego, i-tego czynnika produkcji
wyznaczone na podstawie modelu funkcji produkcji, w którym nie
uwzględniono neutralnego postępu technicznego,

pozostałe oznaczenia jak poprzednio.

Przeprowadzając analizę produkcyjnego efektu postępu techniczno-organizacyjnego należy przede wszystkim sprawdzić, czy dany rodzaj postępu w badanym okresie miał miejsce, czy też nie, bądź też czy nie nastąpił regres w organizacji pracy i "poziomie technicznym" procesie produkcji. Kontrolę taką przeprowadzić można na podstawie warunków zestawionych w tabeli 3. Zostały one wyznaczone na podstawie odpowiednich indeksów produkcji.

Jeżeli poszczególne rodzaje postępów miały miejsce, to określa się odpowiednie produkcyjne efekty z nich wynikające oraz udziały poszczególnych rodzajów postępu we wzroście produkcji, produkcyjnym efekcie postępu techniczno-organizacyjnego. Poszczególne efekty produkcyjne i udziały zestawiono w tabeli 4.

Perspektywiczną ocenę produkcyjnego efektu postępu techniczno-organizacyjnego oraz efektów cząstkowych wynikających z poszczególnych rodzajów postępów przeprowadza się na podstawie określonych w tabeli 4 zależności. Za znane wartości przyjmuje się przy tym: czynniki produkcji, poziom globalnej efektywności ekonomicznej procesu produkcji lub efektywności ekonomicznej procesu produkcji lub efektywności cząstkowych oraz zakłada się rodzaj prognozowanego postępu. Analizując zależności zestawione w tab. 2, 3 i 4, można zauważyć, że własności modeli (52) i (53) odpowiadają założeniom wyszczególnionym wcześniej. Ponadto należy zauważyć, że dla modelu postaci (52) wielkość przyrostu produkcji, który wynika z zachodzącego neutralnego postępu technicznego, zależy od:

- sposobu ujęcia neutralności postępu,
- od wartości mierników, które charakteryzują poziom organizacji pracy, w przypadku gdy wystąpiła neutralność postępu w ujęciu Harroda lub Solowa,
- cząstkowej efektywności czynników produkcji - wszystkich lub wybranych,

WARUNKI NA WYSTĘPIENIE NEUTRALNEGO POSTĘPU TECHNICZNEGO DLA WYBRANYCH FUNKCJI LICZBOWO LICZBOWYCH

TABELA 3

		Wymiarowy model funkcji produkcji o postaci:		
		$Y = \alpha_0 \prod_{j=1}^n \gamma_j^{\alpha_j} Q^{\alpha_Q} \prod_{i=1}^m X_i^{\alpha_i} E_{sp} [H_0 \sum_{j=1}^n \alpha_j \gamma_j Q + \gamma_0]$	$Y = \prod_{j=1}^n X_j^{\alpha_j} (\sum_{j=1}^n \alpha_j \gamma_j^Q E_{sp}(Q \gamma_j H_0)) E_{sp}(\gamma_0 H_0)$	
		Warunki na wystąpienie postępu techniczno - organizacyjnego:		
		Ogólne	Szczegółowe	
Rozdział postępu	Techniczno-organizacyjny	$I_{E_{sp}} > \frac{q \alpha_0 \alpha_1 + \alpha_0 \alpha_1}{\alpha_0 \alpha_1 + q \alpha_0 \alpha_1}$	$W_p = W_{pm} + W_{po} + W_{pp} + \sum_{j=1}^n \alpha_j \gamma_j \Delta Q H_0 (\gamma_0 + q) > 0$	$W_p = \sum_{j=1}^n \alpha_j \gamma_j^Q [E_{sp}(\gamma_j H_0 Q)] - [E_{sp}(\gamma_0 + \gamma_j H_0 (\gamma_0 + q))] \frac{\Delta Q}{q} \frac{p_1 (\alpha_0 - \alpha_1 (Q + \alpha Q))}{q_1} \frac{p_2 (\alpha_0 - \alpha_1 (Q + \alpha Q))}{q_2} \frac{p_3 (\alpha_0 - \alpha_1 (Q + \alpha Q))}{q_3} \dots + \sum_{j=1}^n (\alpha_0 - \alpha_1 \gamma_j^Q) \frac{Q + \alpha Q}{E_{sp}(\gamma_j H_0 (\gamma_0 + q))} + \sum_{j=1}^n (\alpha_0 - \alpha_1 \gamma_j^Q) \frac{Q + \alpha Q}{E_{sp}(\gamma_j H_0 (\gamma_0 + q))} [E_{sp}(\gamma_0) - \sum_{j=1}^n (\alpha_0 - \alpha_1 \gamma_j^Q) E_{sp}(\gamma_j H_0 Q)] - \sum_{j=1}^n (\alpha_0 - \alpha_1 \gamma_j^Q) E_{sp}(\gamma_j H_0 Q) > 0$
	Archiwizacyjny - techniczny	$I_{E_{pm}} > 1$	$W_{pm} = (\gamma_0 + \sum_{j=1}^n \alpha_j \gamma_j Q) H_0 T^{-1} > 0$	$W_{pm} = \sum_{j=1}^n \alpha_j \gamma_j^Q [E_{sp}(\gamma_j Q H_0)] [E_{sp}(\gamma_0 + \gamma_0) - 1] > 0$
	Archiwizacyjny - techniczny	$I_{E_{pm}} > \frac{q \alpha_0 \alpha_1 + \alpha_0 \alpha_1}{\alpha_0 \alpha_1 + q \alpha_0 \alpha_1}$	$W_{pm} = [(\sum_{j=1}^n \alpha_j \gamma_j + p_1 (\alpha_0 - \sum_{j=1}^n \alpha_j \gamma_j Q)) \ln q_0 + E_{sp}(\alpha_0 - \sum_{j=1}^n \alpha_j \gamma_j Q) \ln q_1] - [(\sum_{j=1}^n \alpha_j \gamma_j + p_1 (\alpha_0 - \sum_{j=1}^n \alpha_j \gamma_j Q)) \ln q + E_{sp}(\alpha_0 - \sum_{j=1}^n \alpha_j \gamma_j Q) \ln q] > 0$	$W_{pm} = [\sum_{j=1}^n \alpha_j \gamma_j^Q (q_0 - q) + \sum_{j=1}^n \alpha_j \gamma_j^Q (q_1 - q)] + \sum_{j=1}^n \alpha_j \gamma_j^Q [q_0 p_1 (\alpha_0 - \alpha_1 Q) - q_1 p_1 (\alpha_0 - \alpha_1 Q) + p_2 (\alpha_0 - \alpha_1 Q) + p_3 (\alpha_0 - \alpha_1 Q)] > 0$
	Archiwizacja	$I_{E_{pm}} > 1$	$W_{pm} = (\Delta Q \sum_{j=1}^n \alpha_j \ln \gamma_j)$	$W_{pm} = \sum_{j=1}^n \alpha_j \gamma_j^Q (\gamma_j^{\Delta Q} - 1) > 0$

Rodzaj efektu produkcyjnego	Zależność ogólna	Udział poszczególnych rodzajów efektu produkcyjnego w ogólnym efekcie produkcyjnym	Udział poszczególnych rodzajów efektów produkcyjnych wynikających z postępu techniczno-organizacyjnego
Ogólny efekt produkcyjny	$\Delta Y_M = Y^t \cdot (I_{Y_M} - 1)$	-	-
Efekt produkcyjny wynikający ze wzrostu skali tradycyjnych czynników produkcji	$\Delta Y_{cM} = Y^t (I_{Y_c M} - 1)$	$M_c = \frac{I_{Y_c M} - 1}{I_{Y_M} - 1}$	-
Efekt produkcyjny wynikający z dokonującego się postępu techniczno-organizacyjnego	$\Delta Y_{pM} = Y^t (I_{Y_p M} - 1)$	$M_p = \frac{I_{Y_p M} - 1}{I_{Y_M} - 1}$	-
Efekt produkcyjny wynikający z neutralnego postępu technicznego	$\Delta Y_{pnM} = Y^t (I_{Y_{pnM}} - 1)$	$M_{pn} = \frac{I_{Y_{pnM}} - 1}{I_{Y_M} - 1}$	$\eta_{pn} = \frac{I_{Y_{pnM}} - 1}{I_{Y_p M} - 1}$
Efekt produkcyjny wynikający z substytucyjnego postępu technicznego	$\Delta Y_{psM} = Y^t (I_{Y_{psM}} - 1)$	$M_{ps} = \frac{I_{Y_{psM}} - 1}{I_{Y_M} - 1}$	$\eta_{ps} = \frac{I_{Y_{psM}} - 1}{I_{Y_p M} - 1}$
Efekt produkcyjny wynikający z postępu organizacji pracy	$\Delta Y_{poM} = Y^t (I_{Y_{poM}} - 1)$	$M_{po} = \frac{I_{Y_{poM}} - 1}{I_{Y_M} - 1}$	$\eta_{po} = \frac{I_{Y_{poM}} - 1}{I_{Y_p M} - 1}$
Efekt produkcyjny "resztowy"	$\Delta Y_{RM} = Y^t (I_{Y_M} - I_{Y_{pnM}} - I_{Y_{psM}} - I_{Y_{poM}} + 3)$	$M_R = \frac{I_{Y_M} - I_{Y_{pnM}} - I_{Y_{psM}} - I_{Y_{poM}} + 3}{I_{Y_M} - 1}$	$\eta_R = \frac{I_{Y_p M} - I_{Y_{pnM}} - I_{Y_{psM}} - I_{Y_{poM}} + 2}{I_{Y_p M} - 1}$

- rozmiarów wielkości produkcji przed wystąpieniem określonego rodzaju postępu.

Natomiast produkcyjny efekt wynikający z substytucyjnego postępu technicznego kształtowany jest przez:

- wzrost skali obiektywnych czynników produkcji - pracy żywej i uprzedmiotowionej w środkach trwałych,
- poprawę poziomu organizacji pracy wyrażającą się przyrostem wartości mierników organizacji pracy,
- wartość użytkową pracy i środków trwałych,
- wydajność pracy i produktywność środków trwałych.

Można także stwierdzić, że przyrost produkcji pod wpływem realizującego się poziomu zależy od:

- wielkości czynników produkcji,
- cząstkowej efektywności czynników produkcji,
- globalnej efektywności procesu produkcji,
- stopnia poprawy poziomu organizacji pracy.

Znajomość powyższych własności modelu (52) ma istotne znaczenie zarówno dla modelowania procesu produkcji jak i jego analizy. Jeżeli ogólne jakościowe rozpoznanie procesu przeprowadzone przed sformułowaniem wymiarowego modelu funkcji produkcji wykazało, że proces produkcji, który ma być przedmiotem modelowania, ma wyżej określone własności (wszystkie lub ich znaczną część), to może stanowić to przesłankę do przyjęcia postaci (52) za model tego procesu. Model taki pozwoli określić ilościowy aspekt znanych własności jakościowych procesu.

W sposób podobny - na podstawie zależności zestawionych w tabelach 2,3,4 można określić własności wynikające z modelu postaci (53). Okazuje się, że w tym przypadku spełnione są wszystkie wymienione własności, a ponadto wielkość poszczególnych efektów produkcyjnych

zależna jest od wielkości wszystkich czynników produkcji, ich cząstkowej efektywności, a dla postępu organizacyjnego przyrost produkcji zależy również od wartości mierników poziomu organizacji pracy w okresie wcześniejszym.

Dysponując informacjami uzyskanymi na podstawie modelu postaci (52), (53), a dotyczącymi substytucyjnego postępu technicznego, można sformułować wnioski odnośnie do charakteru tego postępu. Jeżeli postęp substytucyjny związany jest z relacją $\frac{x_K^{t+\Delta t}}{x_L^{t+\Delta t}} > \frac{x_K^t}{x_L^t}$, to można mówić o postępie substytucyjnym kapitałochłonnym, w przypadku przeciwnym, tzn. gdy $\frac{x_K^{t+\Delta t}}{x_L^{t+\Delta t}} < \frac{x_K^t}{x_L^t}$, występuje tzw. substytucyjny postęp kapitałoszczędny (pracochłonny). Ponadto analizując w czasie zmiany wielkości czynników takich jak środki trwałe można wyciągnąć następujące wnioski (por. [48]) dotyczące postępu substytucyjnego kapitałochłonnego (analogicznie dla pracochłonnego):

- jeżeli wielkość x_L ulega zmniejszeniu, a x_K zwiększeniu, czyli następuje substytucja pracy żywej środkami trwałymi, to ma miejsce mechanizacja (mechanisation),
- jeżeli wielkość x_L ulega zmniejszeniu, a x_K pozostaje na stałym poziomie, to ma miejsce racjonalizacja pracy (rationalisation),
- jeżeli zarówno wielkość x_L jak i x_K ulegają zmniejszeniu, przy czym szybciej maleje x_L , to ma miejsce poprawa gospodarności (efficiency),
- jeżeli wielkości x_L , x_K ulegają zwiększeniu, przy czym x_K rośnie szybciej niż x_L , to jest to tzw. przypadek nowych kombinacji technik produkcji (new combinations).

Zauważyć należy, że obok analizowanych przykładowych postaci funkcji liczbowo-liczbowej można przyjmować inne, co w konsekwencji umożliwia formułowanie wymiarowych modeli funkcji produkcji o różnych własnościach.

Reasumując można stwierdzić, że przedstawiony sposób badania produkcyjnego efektu wynikającego z różnych rodzajów postępu technicznego oraz postępu organizacyjnego wykorzystać również można do pomiaru i analizy rezultatu efektywnościowego. W tym przypadku za miarę tego rezultatu należy przyjąć przyrost miernika poziomu globalnego efektywności ekonomicznej procesu produkcji. Miernik ten zdefiniowany zostanie w następnym rozdziale pracy.

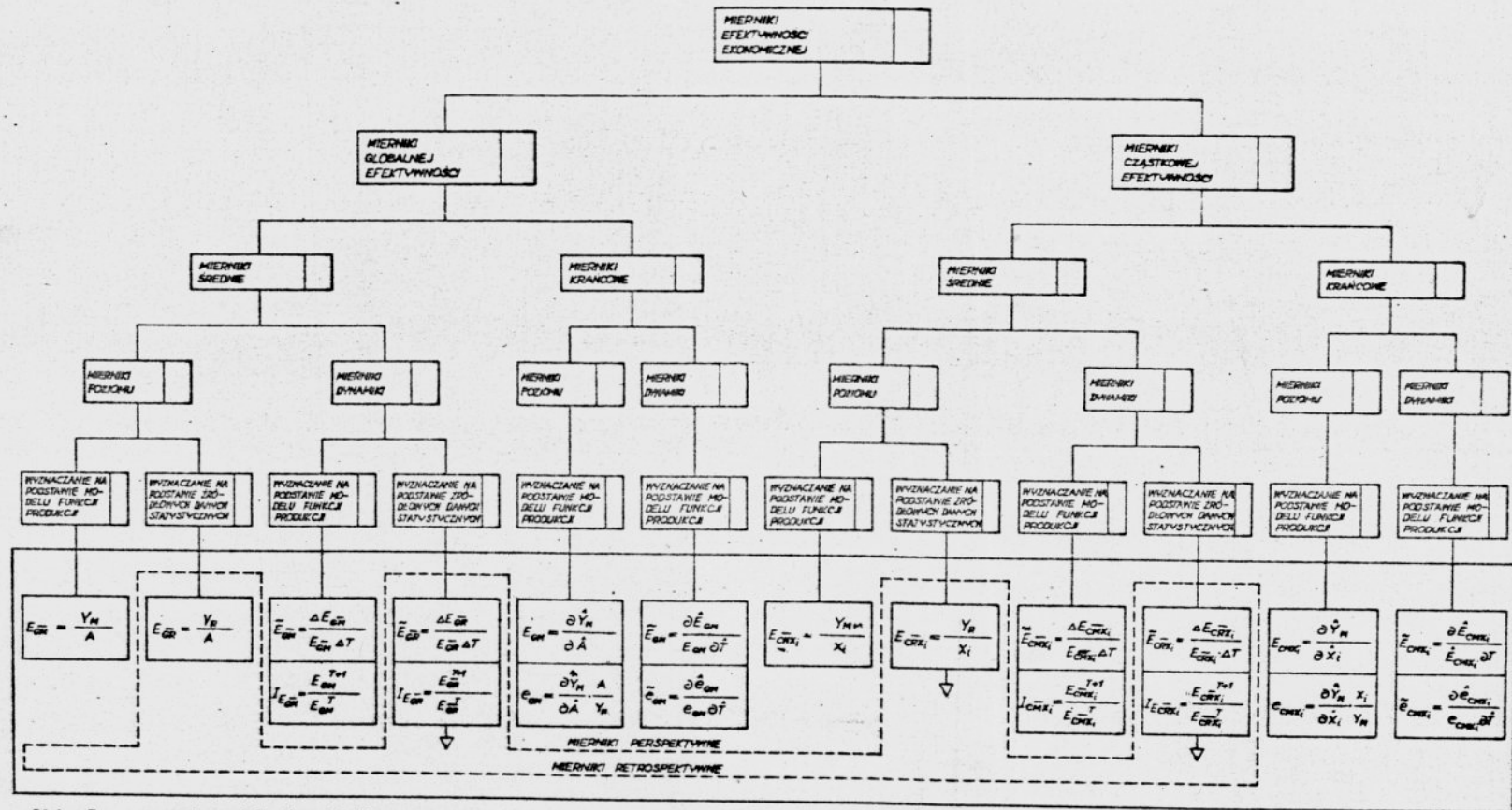
3. WYZNACZANIE MIERNIKÓW EFEKTYWNOŚCI EKONOMICZNEJ PROCESU PRODUKCJI

3.1. Wprowadzenie do zagadnienia

Efektywność ekonomiczna procesu produkcji wyraża stosunek między wielkością produkcji a uczestniczącymi w tym procesie czynnikami. Definiuje się ją zazwyczaj jako uzysk produkcji, w rozmiarach fizycznych lub wartościowo - przy stałych cenach, z jednostki zasobów produkcyjnych zaangażowanych w procesie produkcji.

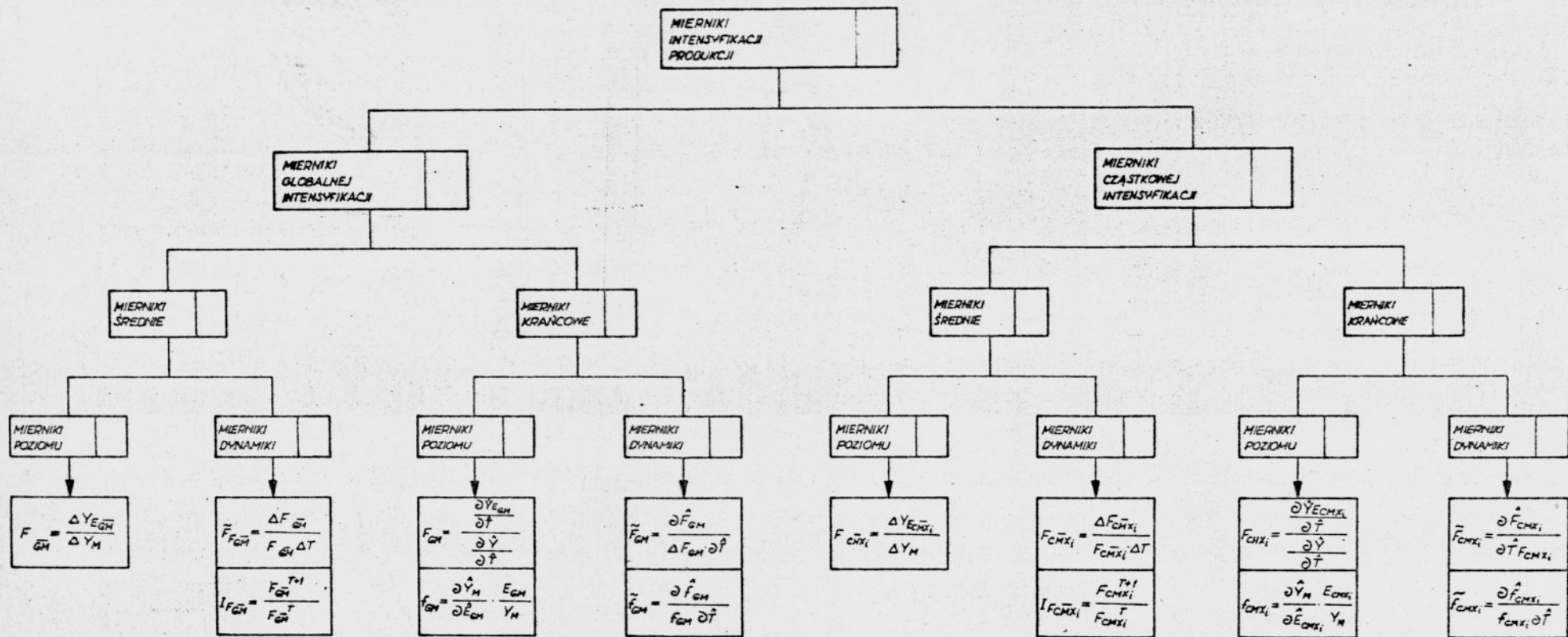
Wyróżnia się efektywność ekonomiczną cząstkową wynikającą z jednostki zaangażowanego czynnika np. produktywność środków trwałych, wydajność pracy oraz ogólną efektywność procesu produkcji odnoszoną do jednostki agregatu czynników. Tak rozumiane efektywności wyznacza się za pomocą mierników poziomu, które określają rozmiary uzysku oraz za pomocą mierników dynamiki, które charakteryzują zmiany poziomu efektywności w czasie. Ogólny podział i formalne definicje poszczególnych rodzajów mierników efektywności ekonomicznej podano na rysunku 6.

Jakościowo różną ocenę ilościowych relacji pomiędzy czynnikami produkcji a jej wielkością uzyskać można, wprowadzając pojęcie intensyfikacji produkcji. Intensyfikacja produkcji jest jedną ze szczególnych charakterystyk zmiany efektywności czynników produkcji. Odzwierciedla ona względny wkład zmian efektywności do przyrostu produkcji. Miarą tak rozumianej intensyfikacji są mierniki definiowane jako stosunek tempa wzrostu produkcji, które wynika ze zmiany efektywności procesu produkcji, do ogólnego tempa wzrostu. Ogólny podział i formalne zdefiniowanie poszczególnych rodzajów mierników intensyfikacji podano na rysunku 7. Wyznaczania cząstkowych mierników efektywności dokonuje się wprost na podstawie



gdzie: Y - rzeczywista wielkość produkcji
 Y^T - wielkość produkcji wyznaczona z modelu
 A - agregat czynników produkcji
 X_i - i-ty czynnik produkcji / $i=1,2,\dots,n$
 Mierniki poziomu efektywności: \bar{E} - produktywność, e - elastyczność
 Mierniki dynamiczne: \dot{E} - tempo wzrostu, \dot{e} - ścieżka wzrostu

rys. 6. Klasyfikacja i formuły obliczeniowe wskaźników efektywności ekonomicznej procesu produkcji.



ΔY_{EGH} - przyrost produkcji wynikający ze zmiany średniej globalnej efektywności ekonomicznej,
 ΔY_M - całkowity przyrost produkcji,
 ΔY_{ECMxi} - przyrost produkcji wynikający ze zmiany średniej cząstkowej efektywności ekonomicznej,

Mierniki poziomu intensyfikacji { F - udział tempa wzrostu produkcji wywołanego wzrostem efektywności ekonomicznej w całkowitym tempie wzrostu.
 f - elastyczność produkcji względem efektywności ekonomicznej

Mierniki dynamiki intensyfikacji { \bar{F} - tempo wzrostu intensyfikacji
 I_F - skala wzrostu intensyfikacji

rys. 7. Klasyfikacja i formalne zdefiniowanie mierników intensyfikacji produkcji.

definicji mierników. Przedstawiono to w punkcie 3.3 niniejszego rozdziału na przykładzie wybranych czynników produkcji (praca, środki trwałe) dla konkretnych postaci funkcji liczbowo-liczbowej. Bezpośrednie wyznaczenie miernika poziomu globalnej efektywności ekonomicznej na podstawie funkcji produkcji jest natomiast bardziej kłopotliwe. Sposób formułowania takiego miernika z zastosowaniem wymiarowego modelu funkcji produkcji przedstawiono w następnym punkcie pracy.

W badaniach nad efektywnością ekonomiczną procesu produkcji należy uwzględnić dwa warunki. Pierwszy dotyczy kwestii addytywności efektów i nakładów, drugi zaś - możliwości ilościowego ich ujmowania jako wolumenu. Warunki te wymagają pewnego komentarza. W procesie reprodukcji uczestniczą różne czynniki produkcji, które są niejednokrotnie zarówno pod względem samej treści ekonomicznej, jak i przyjętego wymiaru; środki trwałe i obrotowe uczestniczą jako zasoby, a praca żywa i przedmioty pracy - jako strumienie. Także statystyczna charakterystyka efektów i nakładów nie jest jednakowa ze względu na różne ich zwymiarowanie w układzie jednostek miar podstawowych. Znane rozwiązania dotyczące kwestii addytywności czynników produkcji pędą na sprowadzeniu zasobów do wymiaru strumieni lub strumieni do wymiaru zasobów. Odbywa się to drogą przyjęcia określonych współczynników wagowych, dzięki którym można ujednoczyć wymiary strumienia i zasobów czynników produkcji. Samo sumowanie konkretnych rodzajów czynników produkcji odbywa się zazwyczaj w jednostkach pieniężnych oraz w jednostkach pracy żywej (zatrudnienia). Ten dualizm w agregacji produkcji wymaga również rozwiązania kwestii ujednoczenia ich wymiarów. W odniesieniu do efektów procesu produkcji problem addytywności niezmiernie się komplikuje. Bezpośrednim efektem procesu wytwarzania są dobra i usługi finalne. Efekty te nie mają identycznej wartości użytkowej na szczeblach branży, gałęzi czy organizacji gospodarczej. Problem sumowania różnych wartości użytkowych został je-

dy nie w pewnym stopniu rozwiązany za pomocą określonego systemu cen stałych stanowiących współczynniki wagowe. Takie rozwiązanie pozwala ocenić realne zmiany efektywności, jednak uzyskane wyniki nie mogą być wykorzystane do bilansowania, jak również do określania zasad polityki cen. Dla tych potrzeb rachunek efektywności procesu produkcji powinien się odbywać - jak się wydaje - w kategoriach wartościowych zamiast rzeczowych. Jest to jednak problem wykraczający swoim zasięgiem poza ramy niniejszego opracowania.

W literaturze światowej występują trzy nurty badań nad efektywnością ekonomiczną procesu produkcji. Pierwszy nurt traktuje czynniki produkcji jako zasoby i wyznacza syntetyczną (globalną) efektywność ich wykorzystania. Nurt ten odchodzi zrećźnie od unifikacji wymiarów czynników produkcji, gdyż przyjmuje założenie o bezpośredniej lub pośredniej addytywności częściowych efektywności poszczególnych czynników produkcji. Cechą charakterystyczną prezentowanego nurtu badawczego jest potraktowanie pracy jako zasobu. Do nurtu "zasobowego" można zaliczyć rozwiązania opierające się na funkcjach produkcji, w których argumentami są zasoby majątku trwałego i zatrudnienie. Ze względu na przyjmowane założenia metodologiczne można wyodrębnić dwa kierunki:

- kierunek, który rekomenduje estymację współczynników wagowych, opartą na metodzie najmniejszych kwadratów, na podstawie funkcji produkcji typu Cobba-Douglasa lub CES;

- kierunek, który zasoby majątku trwałego sprowadza do pracy żywej, na podstawie krańcowej stopy substytucji tych czynników. Przyjmowane rozwiązania polegają, w tym przypadku, na przeliczaniu zasobów majątku trwałego na zasoby pracy lub przechodzeniu z efektywności kapitału (produktywności) na wydajność pracy.

Drugi nurt badań nad efektywnością ekonomiczną procesu produkcji

charakteryzuje się podejściem od strony strumienia. Traktuje on zatrudnienie jako strumień siły roboczej ważony kosztami jej reprodukcji (płace realne). Wobec tego zasoby majątku trwałego zostają, za pomocą stopy procentowej, sprowadzone do wymiaru strumienia. Rozwiązania metodologiczne są tu jednak różne, chociaż wszystkie wykorzystują wybraną funkcję produkcji. Unifikacja czynników produkcji jest dokonywana metodą przyjęcia a priori określonych współczynników wagowych, charakteryzujących strukturę nakładów w okresie wyjściowym. Rolę współczynników wagowych pełnią najczęściej w skali makroekonomicznej parametry strukturalne podziału dochodu narodowego.

Trzeci nurt badań polega na sprowadzeniu nakładów pracy uprzedmiotowionej do pracy żywej na podstawie rachunku "ciągniętej pracochłonności". Badania te wykorzystują macierzowe funkcje produkcji typu Leontieva i Koopmansa. Zasady wyznaczania mierników globalnej efektywności ekonomicznej podane przez Cobba i Douglasa, Tinbergena, Allena, Sollowa, Denisona, Kendvicka, Reussa a także Kornaia, Worobjewa, Notkina, Tołkaczowa, Konstantinowej, Kwasza, Chanaturowa, Płyszewskiego i innych zaprezentowano w pracy [77]. Tam również przeprowadzono analizę mierników globalnej efektywności ekonomicznej sformułowanych przez tych autorów. Z analizy wynika, że sposób formułowania poszczególnych mierników jak również pewne ich własności są dyskusyjne. Najczęściej wymieniane są następujące zastrzeżenia:

- brak odwzorowania mechanizmu oddziaływania poszczególnych czynników produkcji na poziom i dynamikę efektywności ekonomicznej,
- uwzględnianie w miernikach jedynie podstawowych, obiektywnych czynników produkcji - pracy i środków trwałych, natomiast pomijanie pośrednich czynników obiektywnych oraz czynników subiektywnych i przypadkowych,

- częste stosowanie ujęcia wartościowego wielkości i czynników produkcji oraz "sztuczne" sprowadzanie, za pomocą systemu wag, do tych samych wymiarów czynników produkcji,

- założenia upraszczające takie jak np. o stałości elastyczności produkcji względem jej czynników, o stałości elastyczności substytucji, o braku korzyści wynikających ze zwiększonej skali produkcji, o stałym tempie wzrostu produkcji, który wynika z neutralnego postępu technicznego oraz inne,

- fakt, że formułowane mierniki często wywodzą się z neoklasycznej teorii produktywności czynników,

- nie przestrzeganie konsekwencji wynikających z warunków sformułowanych poprzednio, a które dotyczą zagadnienia addytywności efektów i nakładów oraz możliwości ilościowego ujęcia w postaci wolumenu.

Wydaje się, że wykorzystanie wymiarowych modeli funkcji produkcji do wyznaczania globalnych i cząstkowych mierników efektywności ekonomicznej procesu produkcji powinno w znacznym stopniu złagodzić przedstawione zastrzeżenia.

Zaproponowany w niniejszym opracowaniu sposób wyznaczania globalnych mierników może być uznany za czwarty nurt badań nad efektywnością ekonomiczną procesu produkcji. Nurt ten nie wymaga sprowadzania poszczególnych czynników produkcji do wspólnych wymiarów. Wynika to z faktu, że sformułowane mierniki globalnej efektywności ekonomicznej są funkcjami liczbowo-liczbowymi.

3.2. Budowa mierników globalnej efektywności procesu produkcji

Możliwość budowy miernika poziomu globalnej efektywności procesu produkcji na podstawie modelu funkcji produkcji przedstawił między innymi

M. Brown [10]¹. Zaproponował on, analizując własności wieloczynnikowej funkcji produkcji typu Cobba-Douglasa o postaci:

$$Y = \beta x_1^{\alpha_1} \cdot x_2^{\alpha_2} \dots x_n^{\alpha_n} \cdot e^{\xi}, \quad (55)$$

w której: $\beta, \alpha_1, \alpha_2, \dots, \alpha_n$ - estymowane parametry,

ξ - agregat czynników o charakterze przypadkowym (zmienna losowa),

x_1, \dots, x_n - czynniki produkcji typu obiektywnego (bez uwzględnienia neutralnego postępu technicznego i organizacyjnego),

interpretację parametru β jako miernika efektywności procesu produkcyjnego

$$\beta = \frac{Y}{A}, \quad (56)$$

gdzie: $A = x_1^{\alpha_1} \cdot x_2^{\alpha_2} \dots x_n^{\alpha_n} e^{\xi}$ - wielkość będąca agregatem czynników produkcji.

Koncepcja ta uwzględnia czynniki typu przypadkowego oraz znaczny zestaw czynników typu obiektywnego, a ponadto odchodzi częściowo od wartościowego wyrażenia wszystkich czynników produkcji w postaci sumy ich nakładów. Ma ona jednak pewne mankamenty.

Poważną wadą miernika o postaci (56) - zwłaszcza ze względu na jego analizę - jest to, że nie przedstawia mechanizmu oddziaływania poszczególnych czynników produkcji na jej wielkość. Nie uwzględnia on również wpływu neutralnego postępu technicznego oraz czynników subiektywnych na poziom i dynamikę globalnej efektywności ekonomicznej. Jeżeli weźmie się pod uwagę, że w chwili obecnej w wielu publikacjach [43,44] podkreśla się, iż efektywność należy ujmować kompleksowo, a w jej mier-

¹Podobne sugestie przedstawił Solow i Tinbergen [64].

nikach należy uwzględniać wpływ czynników produkcji o charakterze obiektywnym i subiektywnym, to zakres stosowalności omawianego miernika wydaje się być ograniczony. Również założenie o niezmienności efektywności w określonych przedziałach czasu¹ musi budzić wątpliwości.

W rzeczywistości bowiem efektywność ekonomiczna procesu produkcji zmienia się praktycznie w każdym momencie czasu, bo jest rezultatem wzajemnego oddziaływania wielu czynników, w tym także o charakterze losowym.

Wydaje się, że wymienione mankamenty można usunąć, jeżeli do budowy miernika globalnej efektywności ekonomicznej procesu produkcji wykorzystamy się [9] wymiarowe modele funkcji produkcji o postaci:

$$Y = E \prod_{i=1}^m x_i^{\alpha_i} \quad (57)$$

$$\text{gdzie: } E = E_2 \prod_{H_s}^{\delta_0} (H_s) \quad (58)$$

$$E_2 = \begin{cases} \alpha_0 \cdot f(U, Q) - \text{czynniki produkcji tworzą układ wielkości zależnych wymiarowo,} \\ f(U, \varphi_1 \prod_{H_s}^{\delta_1} (H_s), \dots, \varphi_r \prod_{H_s}^{\delta_r} (H_s)) - \text{gdy czynniki produkcji tworzą układ wielkości niezależnych wymiarowo,} \end{cases}$$

$$\prod_{H_s}^{\delta_j} H_s, \varphi_1, \dots, \varphi_r, \delta_1, \dots, \delta_r - \text{jak w zależności (46),}$$

U - czynnik produkcji o charakterze przypadkowym (zmienna losowa),

Q - miernik poziomu organizacji pracy,

x_j, x_i ($j = 1, 2, \dots, r$; $i = 1, 2, \dots, n$) - czynniki produkcji.

Analizując postać modelu (57) i wykorzystując przedstawioną koncepcję M. Browna, łatwo zauważyć, że wielkość oznaczoną przez E można traktować jako odpowiednik parametru β w modelu Cobba-Douglasa [55], zaś iloczyn wielkości wymiarowo niezależnych za pewien agregat (A) czynników produkcji.

¹ Wynika to z istoty parametru - jego stałości w wybranych przedziałach czasu.

Zatem za miernik poziomu globalnej efektywności agregatu czynników produkcji (A) należy przyjąć wielkość E, która nazwana będzie globalnym miernikiem efektywności ekonomicznej procesu produkcji. W sytuacji gdy w wymiarowym modelu funkcji produkcji (57) nie będzie uwzględniony, w sposób bezpośredni, wpływ neutralnego postępu technicznego i czynników reprezentujących poziom organizacji pracy, a czynniki produkcji tworzyć będą układ wielkości niezależnych wymiarowo, to miernik E przyjmie postać identyczną jak w klasycznym modelu Cobba-Douglasa. Sformułowanie miernika globalnej efektywności ekonomicznej w postaci funkcji czynników produkcji o charakterze obiektywnym, subiektywnym i przypadkowym w znacznym stopniu rozszerza pole ewentualnych praktycznych zastosowań wymiarowych modelu funkcji produkcji w porównaniu ze znanymi z literatury modelami typu Cobba-Douglasa.

Istnieje więc możliwość przeprowadzenia analizy i perspektywicznej oceny wpływu poszczególnych rodzajów czynników na kształtowanie się globalnej efektywności procesu produkcji. Analiza taka lub predykcja może być realizowana w sposób poprzednio zaprezentowany. Porównawcza analiza zmian wartości miernika w czasie przeprowadzona dla danego systemu gospodarczego może dostarczyć interesujących informacji na temat kierunków i szybkości zmian globalnej efektywności ekonomicznej w zależności od różnych czynników produkcji. Przeprowadzona zaś dla podsystemów gospodarczych, w których procesy są porównywalne¹ pod względem profilu techniczno-organizacyjnego i ekonomicznego, umożliwić może ocenę i klasyfikację działalności produkcyjnej poszczególnych podsystemów. Praktyczne wykorzystanie przedstawionego wyżej sposobu budowy miernika poziomu globalnej efektywności wymaga jednak

¹W modelowaniu procesu produkcji za pomocą analizy wymiarowej porównywalnym procesom powinny, jak się wydaje, odpowiadać identyczne bazy optymalne procesu.

znacznego nakładu pracy związanego z budową i estymacją modelu i żmudnymi obliczeniami. Dlatego pożądane jest opracowanie zautomatyzowanych procedur budowy i analizy wymiarowych modeli funkcji produkcji. Uzależnienie miernika globalnej efektywności ekonomicznej od czynnika o charakterze przypadkowym, reprezentującym zgodnie z interpretacją stosowaną w ekonometrii np. [12] wpływ na proces produkcji tych czynników, które w sposób jawny nie zostały uwzględnione w modelu, ma istotne znaczenie w procesie konstruowania i analizowania tego miernika. Za pośrednictwem czynnika o charakterze przypadkowym będą w mierniku globalnej efektywności ekonomicznej przedstawione warunki zewnętrzne w stosunku do produkcji np. metody zarządzania, planowania lub zmiany w organizacji pracy, których nie można było wyszczególnić wśród mierników postępu organizacyjnego. Czynnikiem ten odzwierciedla również wpływ strukturalnych przesunięć i zmian w stopniu jednorodności wielkości produkcji i jej czynników.

W literaturze [2,3,22,50,51,69] , analizując własności różnych funkcji produkcji, wprowadza się często pojęcie tzw. wydajności produkcji. Stała wydajność produkcji ma miejsce wówczas, gdy tempo wzrostu produkcji jest takie samo, jak tempo każdego z czynników produkcji. Rosnącą wydajność produkcji jest wówczas, gdy tempo wzrostu produkcji jest wyższe niż tempo wzrostu poszczególnych czynników produkcji, a malejąca wydajność, gdy tempo wzrostu produkcji jest niższe. W przypadku wymiarowego modelu funkcji produkcji warunki określające wydajność produkcji można sformułować w sposób następujący:

jeżeli przyjmie się, że wszystkie czynniki produkcji uległy w określonym przedziale czasu q -krotnej zmianie, to:

$$Y^{t+\Delta t} = W \cdot X^t,$$

gdzie: $W = q_E \cdot q \sum_{i=1}^m a_i$.

q_E - skala zmian globalnej efektywności ekonomicznej wynikająca ze zmian skali wszystkich czynników produkcji,

q - skala zmiany poszczególnych czynników produkcji,

Δt - jednostkowy przedział czasu.

A zatem, gdy:

$W > 1$, wydajność produkcji rośnie,

$W = 1$, wydajność produkcji jest stała,

$W < 1$, wydajność produkcji maleje.

Tak rozumiana wydajność produkcji jest swoistym miernikiem efektu produkcyjnego wynikającego ze zmiany skali gospodarowania (Economy of scale) [3].

Przyrost produkcji uzyskany dodatkowo dzięki rosnącej wydajności produkcji ma charakter intensywny. A zatem zmiana w skali gospodarowania powinna wpływać na poziom globalnej efektywności procesu produkcyjnego. Wydaje się, że słuszne byłoby więc uwzględnienie w mierniku o postaci (58) konsekwencji wynikających ze zmiany skali gospodarowania. Można to osiągnąć, przekształcając wymiarowy model funkcji produkcji (57) do postaci

$$Y = E \cdot \left[\prod_{i=1}^m x_i^{a_0} \right] \prod_{i=1}^m x_i^{(a_i - a_0)}, \quad (59)$$

w której

$$a_0 = \sum_{i=1}^m a_i - 1.$$

W tym przypadku miernik poziomu globalnej efektywności miałby postać:

$$E' = E \cdot \prod_{i=1}^m x_i^{a_0}. \quad (60)$$

Przedstawiona modyfikacja miernika poziomu globalnej efektywności ekonomicznej może budzić jednak wątpliwości. Wynikają one z faktu, że podobnie jak w przypadku modelu (55) parametr β tak i obecnie E' jest wielkością wymiarową. Dlatego proponuje się prowadzenie dalszych rozważań z zastosowaniem bardziej poprawnego formalnie miernika (58). Natomiast efekty wynikające ze zmiany skali gospodarowania należy analizować w sposób przedstawiony wyżej.

Ostateczną postać miernika poziomu globalnej efektywności ekonomicznej procesu produkcji można ustalić po zbudowaniu i zweryfikowaniu wymiarowego modelu funkcji produkcji, a więc dopiero wówczas, gdy znana jest postać funkcji liczbowo-liczbowej. Tym niemniej, jak pokazano w punkcie 2.5, szczególne znaczenie dla opisywania procesów produkcji mogą mieć wymiarowe modele funkcji produkcji o postaciach (52) i (53), dlatego określone na ich podstawie mierniki globalnej efektywności zestawiono w tabelicy 5.

Produkcyjna postać miernika poziomu globalnej efektywności ekonomicznej procesu produkcji pozwala wyznaczyć mierniki dynamiki tej efektywności. Dokonuje się tego na podstawie definicji zamieszczonych na rysunku 6. Dla modeli o postaci (52) i (53) odpowiednio mierniki podano w tabelicy 5.

Jakościowo różną ocenę ilościowych relacji pomiędzy czynnikami produkcji a jej wielkością można uzyskać za pośrednictwem mierników intensyfikacji produkcji. Globalny miernik poziomu intensyfikacji wyznaczany z zastosowaniem wymiarowego modelu funkcji produkcji ma następującą postać:

$$F_{GM} = \frac{\tilde{E}}{\tilde{E} + \sum_{i=1}^m a_i \tilde{X}_i} \quad (61)$$

MIERNIKI GLOBALNEJ EFEKTYWNOŚCI PROCESU PRODUKCJI WYZNACZONE
DLA WYBRANYCH FUNKCJI LICZBOWO - LICZBOWYCH

TABELA 3

		Wymiarowy model funkcji produkcji o postaci:	
		$Y = \alpha_0 \prod_{j=1}^n \gamma_j^{\alpha_j} \prod_{i=1}^m x_i^{\alpha_i} E_{sp}(\sum_{j=1}^n \alpha_j \gamma_j Q + \gamma_0) H_2$	$Y = [\sum_{j=1}^n \alpha_j \gamma_j^Q E_{sp} Q \gamma_j H_2] \prod_{i=1}^m x_i^{\alpha_i} E_{sp} \gamma_0 H_2$
MIERNIKI OPISANIKI GLOBALNEJ EFEKTYWNOŚCI PROCESU PRODUKCJI	MIERNIKI GLOBALNEJ EFEKTYWNOŚCI EKONOMICZNEJ	Wymiarowy model funkcji produkcji o postaci:	
		$E_{GM} = \alpha_0 \prod_{j=1}^n \gamma_j^{\alpha_j} E_{sp}(\alpha_j \gamma_j Q + \gamma_0) H_2$	$E_{GM} = \sum_{j=1}^n \alpha_j \gamma_j^Q E_{sp}(\gamma_0 + Q \gamma_j) H_2$
		$I_E = \left\{ E_{sp} \sum_{j=1}^n \alpha_j \gamma_j [\Delta Q H_{2(n+1)} + Q] + \gamma_0 \right\} \prod_{j=1}^n \gamma_j^{\Delta Q \alpha_j} \frac{\alpha_j (\Delta Q - Q)}{q_j} - \alpha_j \alpha_j (\Delta Q - Q) \prod_{j=1}^n q_j$	$I_E = \frac{\sum_{j=1}^n \alpha_j \gamma_j^{(Q+\Delta Q)} [E_{sp} \gamma_j H_{2(n+1)} (Q+\Delta Q)] q_j (Q+\Delta Q) \prod_{j=1}^n q_j - \alpha_j (Q+\Delta Q)}{\sum_{j=1}^n \alpha_j \gamma_j^Q E_{sp} \gamma_j H_2} E_{sp} \gamma_0 H_2 T^{-1}$
		$I_{E_p} = \left\{ E_{sp} \sum_{j=1}^n \alpha_j \gamma_j [\Delta Q H_{2(n+1)} + Q] + \gamma_0 \right\} \prod_{j=1}^n \gamma_j^{\Delta Q \alpha_j} \cdot \frac{q_j (Q+\Delta Q) \sum_{i=1}^m \alpha_i \alpha_i \cdot q_i (Q+\Delta Q) (q_i \alpha_i - \alpha_i \sum_{j=1}^n \alpha_j \alpha_j)}{q (Q+\Delta Q) [\sum_{i=1}^m \alpha_i \alpha_i + \alpha_i \sum_{j=1}^n \alpha_j \alpha_j - \alpha_i \sum_{j=1}^n \alpha_j \alpha_j]}$	$I_{E_p} = \frac{\sum_{j=1}^n \alpha_j \gamma_j^{(Q+\Delta Q)} [E_{sp} \gamma_j H_{2(n+1)} (Q+\Delta Q)] q_j - \alpha_j \alpha_j (Q+\Delta Q) - \alpha_i \alpha_i (H+\Delta Q) + \sum_{i=1}^m \alpha_i \alpha_i \sum_{j=1}^n \alpha_j \alpha_j [E_{sp} (H+\Delta Q)] + \sum_{i=1}^m \alpha_i \alpha_i \sum_{j=1}^n \alpha_j \alpha_j E_{sp} (H+\Delta Q)}{\prod_{j=1}^n \alpha_j \gamma_j^Q [E_{sp} \gamma_j H_2] q} E_{sp} \gamma_0 H_2 T^{-1}$
		$I_{E_c} = \prod_{j=1}^n \gamma_j^{\alpha_j} \prod_{i=1}^m x_i^{\alpha_i} \frac{\sum_{j=1}^n \alpha_j \alpha_j \cdot q_j \alpha_j (\sum_{i=1}^m \alpha_i \alpha_i Q) + \sum_{i=1}^m \alpha_i \alpha_i Q + \alpha_i (\sum_{j=1}^n \alpha_j \alpha_j Q) + \sum_{i=1}^m \alpha_i \alpha_i Q}{q_j \alpha_j (\sum_{i=1}^m \alpha_i \alpha_i) + \sum_{i=1}^m \alpha_i \alpha_i \cdot q_i \alpha_i (\sum_{j=1}^n \alpha_j \alpha_j) + \sum_{i=1}^m \alpha_i \alpha_i Q}$	$I_{E_c} = \frac{\sum_{j=1}^n \alpha_j \gamma_j^Q q_j^{\alpha_j} \prod_{i=1}^m x_i^{\alpha_i} \cdot \sum_{j=1}^n \alpha_j \alpha_j \cdot q_j^{\alpha_j} \prod_{i=1}^m x_i^{\alpha_i} - \alpha_i \alpha_i \sum_{j=1}^n \alpha_j \alpha_j \cdot q_j^{\alpha_j} \prod_{i=1}^m x_i^{\alpha_i} - \alpha_i \alpha_i \sum_{j=1}^n \alpha_j \alpha_j \cdot q_j^{\alpha_j} \prod_{i=1}^m x_i^{\alpha_i}}{\sum_{j=1}^n \alpha_j \gamma_j^Q}$
		$I_{c_{sp}} = E_{sp} (\gamma_0 + \sum_{j=1}^n \alpha_j \gamma_j Q)$	$I_{c_{sp}} = \frac{\sum_{j=1}^n \alpha_j \gamma_j^Q E_{sp} [\gamma_0 + Q \gamma_j]}{\sum_{j=1}^n \alpha_j \gamma_j^Q E_{sp} (\gamma_0 + Q \gamma_j)} E_{sp} \gamma_0 H_2 T^{-1}$
		$I_{E_{sp}} = \frac{q_j \alpha_j (\sum_{i=1}^m \alpha_i \alpha_i Q) + \sum_{i=1}^m \alpha_i \alpha_i Q \cdot q_i \alpha_i (\sum_{j=1}^n \alpha_j \alpha_j) + \sum_{i=1}^m \alpha_i \alpha_i Q}{q_j \alpha_j (\sum_{i=1}^m \alpha_i \alpha_i) + \sum_{i=1}^m \alpha_i \alpha_i Q + \alpha_i (\sum_{j=1}^n \alpha_j \alpha_j) + \sum_{i=1}^m \alpha_i \alpha_i Q}$	$I_{E_{sp}} = \frac{\sum_{j=1}^n \alpha_j \gamma_j^Q q_j^{-\alpha_j} \sum_{i=1}^m \alpha_i \alpha_i \cdot q_i^{-\alpha_i} \sum_{j=1}^n \alpha_j \alpha_j + \sum_{i=1}^m \alpha_i \alpha_i \cdot q_i^{-\alpha_i} \sum_{j=1}^n \alpha_j \alpha_j + \sum_{i=1}^m \alpha_i \alpha_i \cdot q_i^{-\alpha_i} \sum_{j=1}^n \alpha_j \alpha_j}{\sum_{j=1}^n \alpha_j \gamma_j^Q q_j^{-\alpha_j} \sum_{i=1}^m \alpha_i \alpha_i + \alpha_i (\sum_{j=1}^n \alpha_j \alpha_i) + \sum_{i=1}^m \alpha_i \alpha_i \cdot q_i^{-\alpha_i} \sum_{j=1}^n \alpha_j \alpha_j}$
		$I_{E_{sp}^0} = \prod_{j=1}^n \gamma_j^{\Delta Q \alpha_j}$	$I_{E_{sp}^0} = \frac{\sum_{j=1}^n \alpha_j \gamma_j^{Q+\Delta Q}}{\sum_{j=1}^n \alpha_j \gamma_j^Q}$
		$\bar{E}_{GM} = \gamma_0 + Q \sum_{j=1}^n \alpha_j (\bar{\gamma}_j + \gamma_j) + (\bar{\gamma}_j + \gamma_j)$	$\bar{E}_{GM} = \sum_{j=1}^n E_j \{ Q (\gamma_j + \bar{\gamma}_j) + \gamma_j \bar{\gamma}_j + \gamma_j \}$
		$\bar{E}_{GM_{sp}} = \gamma_0 + \sum_{j=1}^n \alpha_j \gamma_j Q$	$\bar{E}_{GM_{sp}} = \sum_{j=1}^n E_j (\gamma_0 + \gamma_j Q)$
$\bar{E}_{GM_{sp}^0} = \sum_{j=1}^n \alpha_j \gamma_j \bar{Q}$	$\bar{E}_{GM_{sp}^0} = \sum_{j=1}^n E_j \gamma_j \bar{Q}$		
$\bar{E}_{GM_{sp}^1} = \sum_{j=1}^n \alpha_j \gamma_j Q = \sum_{j=1}^n \alpha_j (\bar{\gamma}_j - \bar{\gamma}_j) \alpha_j \bar{\gamma}_j$	$\bar{E}_{GM_{sp}^1} = \sum_{j=1}^n E_j \bar{Q} \bar{\gamma}_j = \sum_{j=1}^n E_j \bar{Q} (\bar{\gamma}_j - \sum_{i=1}^m \alpha_i \bar{\gamma}_i)$		

w której: \tilde{E} - tempo wzrostu globalnej efektywności ekonomicznej,
 a_i - liczby rzeczywiste, $i=1,2,\dots,n$,
 X_i - tempo bazowych czynników produkcji,
 $i = 1,2,\dots,m$.

Na uwagę zasługuje fakt, że nie każdy wzrost efektywności procesu produkcji prowadzi do wyższego poziomu intensyfikacji produkcji. Wzrost poziomu intensyfikacji może mieć miejsce nawet przy spadającym tempie wzrostu efektywności. Pierwsza sytuacja ma miejsce wówczas, gdy agregat złożony z bazowych czynników produkcji powiększa się w tempie szybszym niż efektywność procesu produkcji (tzn. $\tilde{E} < \sum_{i=1}^m a_i X_i$), drugi zaś, gdy tempo wzrostu agregatu czynników jest niższe od tempa wzrostu efektywności lub też zmniejsza się (tzn. gdy $\tilde{X} \leq 0$ lub gdy $\tilde{E} > \tilde{X}$).

Poziom efektywności ekonomicznej procesu produkcji można określić w wybranych momentach czasu. Natomiast poziom intensyfikacji produkcji należy odnosić do wybranych przedziałów czasu. Zatem można zauważyć, że pojęcie efektywności ma charakter statyczny, zaś intensyfikacji dynamiczny. Mierniki intensyfikacji produkcji ukazują źródła przyrostu wolumenu produkcji.

3.3. Wyznaczanie cząstkowych mierników efektywności ekonomicznej wybranych czynników produkcji

Prezentowane w poprzednim punkcie globalne mierniki efektywności ekonomicznej są - na podstawie niektórych właściwości - zbliżone do mierników cząstkowych. Formalne podobieństwo polega na tym, że zamiast agregatu złożonego z wielu czynników produkcji, wykorzystuje się poszczególne czynniki produkcji z osobną np. środki produkcji, pracę żywą. Pod względem treści ekonomicznej mierniki globalne i cząstkowe

zasadniczo różnią się między sobą. Różnice te wynikają z tego, że poszczególne czynniki produkcji - przede wszystkim środki produkcji i praca żywa uczestniczą w procesie produkcji, uzupełniając się i zastępując wzajemnie. Konsekwencją tego jest występowanie w wymiarowym modelu funkcji produkcji poszczególnych czynników oddzielnie, nie zaś w postaci agregatu.

Rola i znaczenie cząstkowych mierników efektywności ekonomicznej wynika z faktu, że charakteryzują one jakościowo poszczególne czynniki produkcji, pozwalając stwierdzić stopień ich wykorzystania, a także "wkład" każdego z czynników w kształtowanie wielkości produkcji w czasie. Klasyfikację oraz formalne definicje cząstkowych mierników efektywności podano na rysunku 6.

Koncepcja wyznaczania cząstkowych mierników efektywności ekonomicznej czynników produkcji na podstawie modelu funkcji produkcji jest znana w literaturze. Najczęściej stosowano ją dla modeli typu Cobba-Douglasa. Można ją również zaadoptować w przypadku stosowania wymiarowych modeli funkcji produkcji.

W tym punkcie pracy pokazano wyznaczanie niektórych średnich i krańcowych mierników efektywności ekonomicznej określanych na podstawie wymiarowych modeli funkcji produkcji. Rozważać się będzie dwa niewątpliwie najbardziej podstawowe czynniki produkcji o charakterze obiektywnym - pracą żywą i środki trwałe. I tak w celu wyznaczenia średniego miernika poziomu zespołowej wydajności pracy lub produktywności środków trwałych¹ należy przekształcić wymiarowy model funkcji produkcji (57), dzieląc obie jego strony przez wielkość reprezentującą w modelu pracą lub środki trwałe.

¹W analogiczny sposób wyznacza się średnie mierniki cząstkowej efektywności ekonomicznej innych czynników produkcji.

Zespołowa wydajność pracy W wyraża się:

$$W = w_E \prod_{i=1}^m x_i^{a_i}, \quad (62)$$

gdzie: $w_E = \frac{E}{X_L}$ - miernik globalnej efektywności ekonomicznej procesu produkcji przypadającej na jednostkę pracy żywej,

a produktywność środków trwałych P :

$$P = p_E \prod_{i=1}^m x_i^{a_i}, \quad (63)$$

gdzie: $p_E = \frac{E}{X_k}$ - miernik globalnej efektywności ekonomicznej procesu produkcji przypadającej na jednostkę środków produkcji.

Pozostałe oznaczenia jak poprzednio.

Średnie mierniki poziomu i dynamiki zespołowej wydajności pracy i produktywności środków trwałych można wyznaczyć dla wymiarowych modeli funkcji produkcji o postaci (52) i (53), wykorzystując dane z tab. 5 i stosując wzory (62), (63), (64), (65).

Wyznaczając krańcowe mierniki poziomu i dynamiki zespołowej wydajności pracy W_{Kr} i produktywności środków trwałych P_{Kr} należy skorzystać z odpowiedniej definicji (rys. 6). Dla ogólnej postaci wymiarowego modelu funkcji produkcji (3) odpowiednie mierniki zestawiono w tab. 6.

Można zauważyć, że zarówno poziom zespołowej wydajności pracy, jak i produktywność środków pracy zależą nie tylko od wielkości poszczególnych czynników produkcji, ale również od poziomu globalnej efektywności ekonomicznej procesu produkcji.

Biorąc pod uwagę sposób określania czynnika X_L , można wyznaczać mierniki zespołowej wydajności wszystkich zatrudnionych, mierzonych w osobach jako zasób lub roboczogodzinach na jednostkę czasu jako strumień, bądź też poszczególnych grup pracowników np. bezpośrednio-pro-

Krańcowe mierniki efektywności ekonomicznej środków trwałych
i pracy żywej

Tabela 6

	Zespołowa wydajność pracy		Produktywność środków trwałych	
	Miernik poziomu W_{Kr}	Miernik dynamiki W_{Kr}	Miernik poziomu P_{Kr}	Miernik dynamiki P_{Kr}
x_L, x_K - bazowe czynniki produkcji	$W_{Kr} = e_{EL} + a_L$	$\tilde{W}_{Kr} = \frac{\tilde{e}_{EL}}{1 + a_L \cdot e^{-1}_{EL}}$	$P_{Kr} = e_{EK} + a_K$	$\tilde{P}_{Kr} = \frac{\tilde{e}_{EK}}{1 + a_K \cdot e^{-1}_{EK}}$
x_L, x_K - niebazowe czynniki produkcji	$W_{Kr} = e_{EL}$	$\tilde{W}_{Kr} = \tilde{e}_{EL}$	$P_{Kr} = e_{EK}$	$\tilde{P}_{Kr} = \tilde{e}_{EK}$

gdzie: e_{EK}, e_{EL} - elastyczność globalnej efektywności ekonomicznej względem odpowiednio środków pracy lub pracy żywej,

$\tilde{e}_{EK}, \tilde{e}_{EL}$ - tempo wzrostu elastyczności e_{EK}, e_{EL} ,

x_K - środki pracy

x_L - praca żywa.

dukcyjnych, inżynieryjno-technicznych czy administracyjnych o określonym poziomie kwalifikacji zawodowych, stażu pracy, wieku, płci. Podobnie produktywność środków produkcji można odnosić do różnych grup środków o określonym wieku, strukturze techniczno-technologicznej, stopniu nowoczesności i innych.

Średnie mierniki poziomu cząstkowej efektywności ekonomicznej stanowią podstawę do wyznaczania odpowiednich mierników dynamiki

$$\tilde{W} = \tilde{w}_E + \sum_{i=1}^m a_i \tilde{x}_i \quad (64)$$

$$\tilde{P} = \tilde{p}_E + \sum_{i=1}^m a_i \tilde{x}_i \quad (65)$$

gdzie: P, W - średnie tempo wzrostu, odpowiednio, produktywności środków trwałych i zespołowej wydajności pracy,

\tilde{P}_E, \tilde{W}_E - średnie tempo wzrostu globalnej efektywności ekonomicznej przypadającej na jednostkę, odpowiednio środków produkcji lub pracy żywej,

\tilde{X}_i - tempo wzrostu czynników produkcji,

$i=1, \dots, m,$

a_i - liczby rzeczywiste,

$i=1, \dots, m.$

Wyznaczone na podstawie wymiarowych modeli funkcji produkcji krańcowe efektywności cząstkowe¹ są, zależne od mierników globalnej efektywności ekonomicznej procesu produkcji. Te zaś, jak już pokazano, są funkcjami obiektywnych i subiektywnych czynników produkcji, czasu, wielkości charakteryzujących neutralny postęp techniczny, postęp organizacyjny oraz czynnika o charakterze przypadkowym.

Należy podkreślić, że wyznaczane na podstawie modelu (57) krańcowe mierniki efektywności ekonomicznej są zmiennymi charakteryzującymi jakościowy aspekt procesu produkcji. W znanych rozważaniach literaturo- wych przyjmowano natomiast założenie o stałości omawianych tu mierników. Nie odpowiada to rzeczywistości, gdyż:

- powiększenie wielkości czynników produkcji powoduje wzrost koncentracji produkcji i w określonych warunkach sprzyja podniesieniu ich efektywności ekonomicznej,

- przy danym poziomie technicznym czynników ich przyspieszony wzrost może odbywać się przez włączenie do produkcji lub przez utrzymanie i intensywniejsze wykorzystanie czynników gorszych pod względem

¹Rozumiane są one jako klasyczne elastyczności produkcji względem określonego czynnika produkcji.

asortymentu, poziomu technicznego i jakości, zahamowanie wzrostu czynników produkcji może iść w parze z rezygnacją z przestarzałych warunków produkcji, metod technologicznych i zasobów naturalnych, co oznacza większą efektywność zasobów produkcyjnych,

- wskutek wprowadzenia postępu naukowo-technicznego i organizacyjnego podnosi się jakość i techniczny poziom czynników, czemu towarzyszy ich wzrastająca efektywność¹. Wprawdzie w wielu publikacjach podejmowano² próby modyfikacji funkcji Cobba-Douglasa tak, aby uzmiennić elastyczność produkcji względem jej czynników, jednak robiono to w sposób sztuczny i w zasadzie niepoprawny formalnie.

Należy podkreślić, że wartości i własności krańcowych mierników efektywności ekonomicznej, wyznaczanych na podstawie modelu (57) wynikają w sposób naturalny z własności tego modelu, w którym odwzorowano proces produkcji oraz ogólnych definicji odpowiednich mierników efektywności. Nie są natomiast konsekwencją sztucznych założeń dokonanych poza modelem³.

3.4. Uwagi końcowe

Podsumowując rozważania dotyczące wyznaczania i analizowania mierników efektywności ekonomicznych uzyskanych na podstawie wymiarowych modeli funkcji produkcji, należy zauważyć, że nie ma żadnej sprzeczności między globalnymi a cząstkowymi oraz krańcowymi i śred-

¹Podkreśla to W.Lenin [34] mówiąc o powszechnym prawie wzrastającej efektywności zasobów produkcji na skutek stale odbywającego się rozwoju sił wytwórczych

²Na przykład Wąsik: $Y=f(t) \cdot x_1^{f_1(t)} \cdot x_2^{f_2(t)} \cdot e^{\xi t}$ (por. [67]),
Neuman - Read $Q_t = \beta \cdot \prod_{i=1}^m x_i^{\alpha_i} \cdot e^{\sum_{i,j} \gamma_{ij} \ln x_{it} \ln x_{jt} + \dots}$, (por. [52])

Pawłowski $Q_t = \gamma \cdot L_t^{\alpha T} \cdot K_t^{\beta} M_t$ (por. [52]).

³Przykładem może być tu funkcja Cobba - Douglasa, w której zakładano, że suma krańcowych efektywności czynników produkcji równa się jedności.

nimi miernikami efektywności ekonomicznej. Częstkowa efektywność ekonomiczna poszczególnych czynników produkcji jest zależna od globalnej efektywności całego procesu produkcji. Mierniki średnie pojawiają się jako zintegrowanie krańcowych mierników. Również nie występują sprzeczności między miernikami efektywności ekonomicznej a intensyfikacji produkcji - lecz się wzajemnie uzupełniają.

W przypadku, gdy w wymiarowym modelu funkcji produkcji czynniki produkcji tworzą układ wymiarowo niezależny, wówczas własności i obszar praktycznych zastosowań rozważanych mierników w badaniu i programowaniu efektywności ekonomicznej procesu produkcji są identyczne z własnościami klasycznej funkcji Cobba-Douglasa lub jej modyfikacji. Natomiast gdy w modelu (57) czynniki produkcji tworzą układ wielkości wymiarowo zależnych, to własności mierników efektywności są odmienne; wydaje się, że w wielu przypadkach bliższe rzeczywistości, może to prowadzić do bardziej wiarygodnych analiz i przewidywań. Również możliwości praktycznych zastosowań są w tym przypadku szersze.

4. MODELOWANIE WZROSTU PRODUKCJI DLA POTRZEB OKREŚLANIA ROZWOJU GOSPODARCZEGO

4.1. Wzrost a rozwój w systemach gospodarczych

Identyfikacja procesu produkcji może dotyczyć statyki lub dynamiki tego procesu. Pierwsza polega na stwierdzaniu i rozpoznawaniu stanów, w jakich proces produkcji znajduje się w określonym momencie czasowym. Prowadzona jest ona zazwyczaj za pomocą modeli statycznych¹.

Identyfikacja dynamiki ma miejsce wówczas, gdy rozpoznaniu podlegają zmiany stanów w określonym przedziale czasu; jest ona realizowana z zastosowaniem modeli dynamicznych. Istotną cechą tych modeli jest to, że występuje w nich w sposób jawny² lub utajony³ czynnik czasu. Modele dynamiczne charakteryzują zazwyczaj wzrost produkcji występujący w systemie gospodarczym, natomiast tylko fragmentarycznie opisują jego rozwój.

W literaturze ekonomicznej pojęcia "wzrost" i "rozwój" nie zawsze są jednoznacznie rozumiane. Wydaje się, że celowe byłoby rozróżnianie tych pojęć. Konieczne jest również wyodrębnienie modeli wzrostu i modeli rozwoju. Pojęcie wzrostu odnosi się do konkretnych wielkości techniczno-ekonomicznych charakteryzujących badany proces produkcji lub system

¹Przykładowo: wymiarowe modele funkcji produkcji w tabeli 2 w pracy [57].

²Dynamiczny model funkcji produkcji, w którym czas występuje w sposób jawny, jako jedną ze zmiennych modelu przedstawiono w punkcie 2.3.

³"Utajony" czynnik czasu występuje w modelach funkcji produkcji, gdy zmienne reprezentujące wielkość produkcji i jej czynniki przedstawiane są w postaci skali przyrostów, indeksów lub innych wyrażen reprezentujących zmianę wielkości produkcji i jej czynników w czasie.

gospodarczy, w którym on przebiega. Modele wzrostu są zatem modelami matematycznymi, które umożliwiają określenie rozmiarów i tempa zmian pewnych wielkości, np. produkcji, w zależności od zmian innych wielkości, np. czynników produkcji, oraz od czasu, w którym te zmiany następują. Charakterystyka procesu produkcji dzięki nim uzyskana jest ograniczona jedynie do opisu ilościowego, który jest wyrażony zwykle przez niewielki zestaw wielkości ekonomicznych. Ogólna charakterystyka procesu produkcji wymaga natomiast zarówno ujęcia ilościowego jak i jakościowego oraz uwzględnienia mnogości wzajemnych powiązań pomiędzy elementami systemu gospodarczego, w którym badany proces przebiega. Takie całościowe opisy procesu prowadzą do powstania modeli rozwoju, które powinny także odwzorowywać realizację celów systemu lub procesów w nim realizowanych. Jeżeli stwierdzi się, że cele systemu są realizowane w coraz większym stopniu, czyli w sposób pełniejszy zaspokajane są potrzeby społeczne coraz wyższego rzędu, to można sądzić, że w systemie ma miejsce rozwój.

Budując modele rozwoju systemu gospodarczego, nie można ograniczać się jedynie do modeli matematycznych, choć właśnie one jako modele wzrostu mogą być pewnymi istotnymi elementami modeli rozwoju.

W niniejszym rozdziale przedstawiono wybrane aspekty modelowania wzrostu produkcji uwzględniające globalną efektywność ekonomiczną procesu produkcji i cząstkowe efektywności ekonomiczne czynników produkcji w modelach wzrostu. Przy budowie modeli uwzględniono wyznaczanie skali wzrostu produkcji z wykorzystaniem teorii podobieństwa modelowego i analizę czynników produkcji. Prezentowane rozwiązania umożliwią sformułowanie odpowiedzi na następujące pytania.

Jakie jest tempo (skala) wzrostu produkcji? Czy ma ono charakter równomierny, czy też nie?

Jakie są główne czynniki kształtujące dynamikę produkcji?

Jaki jest wpływ poszczególnych czynników produkcji i ich efektywności na tempo (skalę) wzrostu produkcji?

Czy wzrost produkcji jest konsekwencją (i w jakim stopniu) zmian o charakterze intensywnym lub ekstensywnym występujących w procesie produkcji?

Jakie są możliwe kierunki aktywnego oddziaływania na proces wzrostu produkcji?

Jakiego poziomu produkcji można oczekiwać w przyszłości przy przyjęciu określonych założeń odnośnie do wzrostu poszczególnych czynników produkcji oraz ich efektywności, a także kształtowania się poziomu globalnej efektywności procesu produkcji?

Powyższe pytania są istotne z punktu widzenia programowania i planowania wzrostu i rozwoju procesu produkcji. Poprawność uzyskanych odpowiedzi na nie zależy oczywiście od prawidłowości budowy i adekwatności wymiarowego modelu funkcji produkcji w stosunku do badanego procesu produkcyjnego.

Wydaje się, że matematyczne modele wzrostu produkcji, należące do modeli klasy zjawisk, powinny być uzupełnione modelami decyzyjnymi, które umożliwią wyznaczanie optymalnych (w określonym sensie) decyzji planistycznych. Modele te mogą dotyczyć np. poszukiwania optymalnych kierunków wzrostu produkcji lub zagadnień związanych z rozdziałem zasobów produkcyjnych lub agregacją i dekompozycją planów (programów) produkcji w hierarchicznych systemach gospodarczych. Problematykę budowy modeli decyzyjnych na podstawie wymiarowych modeli funkcji produkcji omówiono w trzecim punkcie niniejszego rozdziału na przykładzie problemu optymalnej dekompozycji planu produkcji.

4.2. Modele wzrostu produkcji z uwzględnieniem globalnej i cząstkowej efektywności ekonomicznej

4.2.1. Wyznaczanie skali wzrostu produkcji

W poprzednich rozdziałach określono sens ekonomiczny funkcji liczbowo-liczbowej wymiarowego modelu funkcji produkcji a także uwzględniono w niej czynniki produkcji - obiektywne, subiektywne i przypadkowe. Pozwala to na interpretacyjne wzbogacenie koncepcji zaproponowanych przez K. Rośtanowską w pracy [57]. Przedstawione w niniejszym punkcie rozwiązania potwierdzają możliwość wykorzystania teorii podobieństwa modelowego do modelowania wzrostu procesu produkcji.

Istotę koncepcji zastosowania teorii podobieństwa modelowego w prezentowanych problemach można przedstawić następująco. Jeżeli pewien proces produkcji będzie w chwili t opisany za pomocą wymiarowego modelu funkcji produkcji¹

$$Y^t = E^t \cdot \prod_{i=1}^m (x_i^t)^{a_i}, \quad (66)$$

gdzie: E^t - poziom globalnej efektywności ekonomicznej procesu produkcji,

x_i $(i=1,2,\dots,m)$ - bazowe czynniki produkcji,

x_j $(j=1,2,\dots,r)$ - niebazowe czynniki produkcji,

$$x_j = \psi_j \prod_{i=1}^m x_i^{a_{ij}},$$

zaś w chwili $t + \Delta t$

$$Y^{t+\Delta t} = E^{t+\Delta t} \cdot \prod_{i=1}^m (x_i^{t+\Delta t})^{a_i},$$

¹Zakłada się ponadto, że w rozpatrywanym podziale czasu Δt w procesie produkcji nie uległa zmianie stosowana technika i technologia wytwarzania oraz w ramach tej ostatniej relacje ilościowe między czynnikami produkcji pozostały niezmienione bądź też występują w nich zmiany mające charakter powolny, regularny i systematyczny, czyli proces ten w dalszym ciągu opisywany będzie przez ten sam model.

przy czym wielkości poszczególnych czynników produkcji uległy S_i , S_j - krotnej zmianie (skale wzrostu czynników produkcji)

$$x_i^{t+\Delta t} = S_i^x \cdot x_i^t \quad (i=1,2,\dots,m)$$

$$x_j^{t+\Delta t} = S_j^x \cdot x_j^t \quad (j=1,2,\dots,r) ,$$

to skala przejścia 21 dla tak sformułowanych warunków wyraża się:

$$S^Y = \frac{x^{t+\Delta t}}{Y^t} = \frac{E^{t+\Delta t}}{E^t} \prod_{i=1}^m (S_i^x)^{a_i} \quad (67)$$

i ma interpretację indeksu produkcji.

Jak łatwo zauważyć, w przypadku występowania wymiarowo niezależnych czynników produkcji skala przejścia wynosić będzie:

$$S^Y = \prod_{i=1}^m (S_i^x)^{a_i} . \quad (68)$$

Natomiast w przypadku występowania czynników produkcji wymiarowo zależnych, skala wzrostu produkcji zależna jest od skali wzrostu globalnej efektywności ekonomicznej ($S^E = \frac{E^{t+\Delta t}}{E^t}$) oraz skali wzrostu bazowych czynników produkcji.

Warto podkreślić, że jeżeli skale wzrostu czynników produkcji S_j^x , S_i^x spełniają kryteria podobieństwa modelowego, to jest to jednoznaczne z utrzymaniem na stałym poziomie w okresie Δt wartości miernika globalnej efektywności ekonomicznej. A zatem można sformułować następujący wniosek: gdy globalna efektywność ekonomiczna procesu produkcji nie ulega zmianie w czasie, to realizacje tego procesu w poszczególnych momentach czasu są podobne, a skala wzrostu produkcji zależy jedynie od skali wzrostu bazowych czynników produkcji. Wniosek ten ma istotne znaczenie metodologiczne, gdyż umożliwia wyznaczenie skali wzrostu produkcji nawet bez znajomości postaci funkcji liczbowo-liczbowej.

Znajomość zależności skali wzrostu produkcji od skali wzrostu globalnej efektywności ekonomicznej oraz skali wzrostu czynników bazowych, przy przyjęciu założeń odnośnie do wartości S^E oraz S_i^x $i=1,2,\dots,m$ pozwolą przewidywać wielkość produkcji w przyszłych okresach czasu:

$$Y^{t+\Delta t} = S^Y \cdot Y^t = S^E \cdot \prod_{i=1}^m (S_i^x)^{a_i} \cdot Y^t, \quad (69)$$

gdzie: Y^t - rzeczywista wielkość produkcji w chwili t ,

$Y^{t+\Delta t}$ - prognozowana wielkość produkcji w chwili $t+\Delta t$,

S^Y - prognozowana skala wzrostu produkcji,

S^E - prognozowana skala wzrostu globalnej efektywności ekonomicznej,

S_i^x - $i = 1,2,\dots,m$ - prognozowana skala wzrostu bazowych czynników produkcji.

Skale wzrostu S_i^x są wielkościami w zasadzie nieznanymi, które mają się realizować dopiero w przyszłym okresie Δt . Ich wartości w okresie prognozowanym można określić na podstawie danych z planów gospodarczych, w których zakłada się poziomy niektórych wielkości ekonomicznych. Można również skorzystać ze znajomości trendów czynników produkcji, ale tylko tych, które są dość stabilne, czyli nie ulegają częstym wahaniom lub zatamaniom.

Analogicznie, przyjmując prognozy odnośnie do wartości skal wzrostu czynników produkcji, można oszacować przyszłą wartość skali wzrostu globalnej efektywności ekonomicznej. Wyniesie ona:

$$S^E = \frac{f(\varphi_1^{t+\Delta t} \cdot \Phi_{H_s}^{\delta_1}(H_s^{t+\Delta t}), \varphi_2^{t+\Delta t} \cdot \Phi_{H_s}^{\delta_2}(H_s^{t+\Delta t}), \dots, \varphi_r^{t+\Delta t} \cdot \Phi_{H_s}^{\delta_r}(H_s^{t+\Delta t}), U^{t+\Delta t}, Q^{t+\Delta t}) \cdot \Phi_{H_s}^{\delta_0}(H_s^{t+\Delta t})}{f(\varphi_1^t \cdot \Phi_{H_s}^{\delta_1}(H_s^t), \varphi_2^t \cdot \Phi_{H_s}^{\delta_2}(H_s^t), \dots, \varphi_r^t \cdot \Phi_{H_s}^{\delta_r}(H_s^t), U^t, Q^t) \cdot \Phi_{H_s}^{\delta_0}(H_s^t)} \quad (70)$$

Oznaczenia jak w modelu (46).

Sformułowane modele wzrostu (69), (70) - podobnie jak wszystkie modele ekonometryczne - są uproszczeniem rzeczywistości. Dlatego też nawet przy stosowaniu metod spełniających zasady efektywnej predykcji, należy zdawać sobie sprawę z tego, że obliczona na podstawie modelu prognoza może się spełnić jedynie z pewnym prawdopodobieństwem. Na błąd prognozy, czyli różnicę między prognozowaną skalą wzrostu, a jej faktyczną wartością, jaka zaistnieje w okresie prognozowanym, ma wpływ nie tylko czynnik produkcji o charakterze przypadkowym (zmienna losowa), ale również błąd prognoz czynników produkcji, a także błędy ocen parametrów modelu.

4.2.2. Wyznaczanie tempa wzrostu produkcji w zależności od tempa wzrostu globalnej efektywności ekonomicznej procesu produkcji

Przedmiotem analizy czynników produkcji [3] i prognozowania tempa wzrostu produkcji jest określenie i przewidywanie wpływu fizycznej wielkości czynników, ich dynamiki i efektywności ekonomicznej na dynamikę produkcji oraz określenie wzajemnych oddziaływań pomiędzy poszczególnymi czynnikami produkcji.

Istota czynnikowych modeli wzrostu produkcji polega na ustaleniu związków między dynamiką produkcji, a wielkością i dynamiką czynników produkcji. Ponieważ ilościowe relacje pomiędzy wielkością produkcji a jej czynnikami są odwzorowane w modelu funkcji produkcji, dlatego ten ostatni często wykorzystywany jest jako podstawa do formułowania odpowiednich modeli wzrostu produkcji.

W literaturze¹ znane są liczne modele wzrostu produkcji sformułowane

¹Bogaty przegląd modeli wzrostu przedstawiono w pracy [48] .

na podstawie różnych funkcji produkcji. Tym niemniej wydaje się celowe - ze względu na przyczyny omówione w punkcie 1.3.1 - zaproponowanie czynnikowych modeli wzrostu produkcji wyznaczanych na podstawie wymiarowych modeli funkcji produkcji.

Prognozowanie tempa wzrostu produkcji z wykorzystaniem analizy czynnikowej można prowadzić za pomocą modeli o ogólnej postaci (50) na dwóch poziomach. Pierwszy poziom charakteryzuje się znaczną agregacją czynników produkcji. Rozpatruje się w tym przypadku model wzrostu produkcji (71) uzyskany drogą logarytmowania i różniczkowania względem zależności (57).

$$\tilde{Y} = \tilde{E} + \tilde{A}, \quad (71)$$

gdzie: \tilde{Y} - tempo wzrostu produkcji,

\tilde{E} - tempo wzrostu globalnej efektywności procesu produkcji,

\tilde{A} - tempo wzrostu agregatu złożonego z bazowych czynników

produkcji ($\tilde{A} = \sum_{i=1}^m a_i \cdot \tilde{x}_i$).

Globalna efektywność ekonomiczna procesu produkcji określana miernikiem E jest funkcją wielkości bezwymiarowych ψ_j ($j = 1, 2, \dots, r$), które przedstawiają wartość liczbową niebazowych czynników produkcji wyrażoną za pośrednictwem czynników bazowych¹, a zatem możliwe jest określenie wpływu wzrostu rozmiarów tych wielkości na wzrost globalnej efektywności ekonomicznej, a w konsekwencji na wzrost produkcji.

Podobnie wyznaczyć można wpływ wzrostu bazowych czynników produkcji na tempo wzrostu agregatu (\tilde{A}) tych czynników. W konsekwencji pozwala to określić składowe tempa wzrostu produkcji, które mają charakter in-

¹Jak już wspomniano, wielkościom ψ_j ($j=1, 2, \dots, r$) można nadać określoną interpretację techniczno-ekonomiczną, np. mierników organizacji pracy lub innych mierników ekonomicznych.

tensywny i ekstensywny¹ oraz udziały tempa wzrostu poszczególnych czynników produkcji w kształtowaniu wielkości tych składowych (tab. 7).

Analiza czynnikowa wzrostu produkcji na poziomie agregatów czynników

Tabela 7

	Tempo wzrostu produkcji (\tilde{Y})	
	Składowe tempo wzrostu produkcji o charakterze	
	intensywnym (\tilde{E})	ekstensywnym (\tilde{A})
Udział składowych w tempie wzrostu produkcji	$U_E = \frac{\tilde{E}}{\tilde{E} + \tilde{A}}$	$U_A = \frac{\tilde{A}}{\tilde{E} + \tilde{A}}$
Udział tempa wzrostu q-tego czynnika produkcji w kształtowaniu odpowiedniej składowej wzrostu	$U_{EX_q} = \frac{\tilde{x}_q}{\tilde{E}_{q=1\dots}}$	$U_{AX_q} = \frac{\tilde{x}_q}{\tilde{A}_{q=1\dots}}$

Prognozowanie tempa wzrostu produkcji można prowadzić na podstawie modelu (71), przyjmując określone prognozy odnośnie do kształtowania się poziomu i tempa globalnej efektywności ekonomicznej procesu produkcji oraz poszczególnych czynników produkcji.

Drugi poziom, na którym można prowadzić analizę czynników produkcji, charakteryzuje się małą agregacją czynników produkcji. Rozpatruje się w tym przypadku model wzrostu produkcji postaci:

$$\tilde{Y}_{Xq} = \tilde{e}_{Xq} \cdot \tilde{x}_q + o(\Delta x_q) \quad q = 1, 2, \dots, m+r, \quad (72)$$

¹W literaturze przedmiotu [3,4,5,6,49,50] w różny sposób charakteryzowano ekstensywny i intensywny wzrost produkcji. Dla potrzeb niniejszej pracy przyjęto, że wzrost ekstensywny ma miejsce wówczas, gdy jest wynikiem jedynie wzrostu rozmiarów bazowych czynników produkcji (w zasadzie czynników tradycyjnych), natomiast intensywny, gdy jest konsekwencją jedynie zmiany efektywności globalnej procesu produkcji, wskaźników techniczno-technologicznych.

gdzie: e_{X_q} - krańcowa efektywność cząstkowa q-tego czynnika produkcji wyznaczana na podstawie wymiarowego modelu funkcji produkcji,

\tilde{x}_q - tempo wzrostu q-tego czynnika produkcji (wyrażane dyskretnie jako $\frac{\Delta X_q}{X_q}$),

\tilde{Y}_{X_q} - tempo wzrostu produkcji wynikające ze wzrostu q-tego czynnika produkcji ($\frac{\Delta Y_q}{Y_q}$),

$o(\Delta X_q)$ - nieskończenie mała rzędu wyższego niż ΔX_q .

W przypadku tym można określić udział poszczególnych grup czynników produkcji - obiektywnych, subiektywnych i przypadkowych w kształtowaniu tempa wzrostu produkcji, sumując -w ramach danej grupy - udziały wyliczone na podstawie zależności (73) poszczególnych czynników w tempie wzrostu produkcji.

Udział poszczególnych czynników produkcji w kształtowaniu tempa wzrostu produkcji można określić:

$$U_{Xq} = \frac{e_{Xq} \cdot \tilde{x}_q}{E + \sum_{i=1}^m a_i \cdot \tilde{x}_i} \quad q=1,2,\dots,m+r, \quad (73)$$

gdzie licznik wyraża tempo wzrostu produkcji wynikające ze zmiany q-tego czynnika produkcji, a mianownik ogólne tempo wzrostu produkcji; pozostałe oznaczenia jak poprzednio.

Odpowiednie udziały tempa wzrostu czynników produkcji lub wielkości ψ_j ($j=1,2,\dots,r$) dla wymiarowych modeli funkcji produkcji postaci (51,52) można określić na podstawie zależności zestawionych w tabelach (2,4,5).

Przedstawione modele wzrostu produkcji (67,68,69,71,72), uzyskane na podstawie wymiarowych modeli funkcji produkcji, pozwalają, jak się wydaje, uzyskać informacje umożliwiające kierownictwu systemu gospodarczego podejmowanie decyzji w celu zapewnienia możliwie efektywnej i peł-

nej realizacji zadań produkcyjnych oraz formułowanie trafnych programów wzrostu produkcji i poprawy efektywności ekonomicznej procesu produkcji.

4.3. Propozycja dekompozycji programu produkcji w hierarchicznych systemach gospodarczych (por. [7])

4.3.1. Wprowadzenie do zagadnienia

W poprzednich punktach pracy przedstawiono możliwości wykorzystania wymiarowych modeli funkcji produkcji do identyfikacji i prognozowania procesu produkcji. Prezentowane modele spełniały zadania retrospektywne lub perspektywiczne i mogły być zaliczone do grupy modeli klasy zjawisk.

W tym punkcie pracy pokazano możliwość wykorzystania wymiarowych funkcji produkcji do budowy modeli decyzyjnych. Modele te - ze względu na swoje przeznaczenie - odpowiadają najbardziej zadaniom planistycznym.

Celem prezentowanej koncepcji jest przedstawienie sposobu dekompozycji programu produkcyjnego systemu gospodarczego¹ na programy podsystemów² produkcyjnych. Prezentowana koncepcja jest oparta na znanym w teorii wielkich systemów zagadnieniu rozdziału zasobów na podstawie tzw. charakterystyk sterowania optymalnego. Ponieważ wymiarowy model funkcji produkcji spełnia wymogi stawiane wspomnianym charakterystykom, dokonano próby jego wykorzystania w zagadnieniu dekompozycji programu produkcji. Za kryterium podziału programu przyjęto minimalizację w skali całego systemu określonego rodzaju czynnika produkcji.

¹Mowa tu o systemach gospodarczych takich jak np. gospodarka narodowa, branża, WOG, przedsiębiorstwo.

²Mowa tu o podsystemach, którymi mogą być odpowiednio: branże, WOGi, przedsiębiorstwa, zakłady.

4.3.2. Opis i formalne zdefiniowanie decyzyjnego problemu dekompozycji programu produkcji

Przedmiotem rozważań jest system gospodarczy o strukturze hierarchicznej, wytwarzający jeden jednorodny produkt (rys. 8). Potencjałem produkcyjnym systemu dysponują poszczególne podsystemy. Kierownictwo systemu ma możliwość przemieszczania siły roboczej między podsystemami, nie może natomiast przemieszczać środków produkcji. "Centrum" rozlicza system z wykonania zadań planowych i z osiągniętego poziomu cząstkowej efektywności ekonomicznej reglamentowanego czynnika produkcji¹.

Procesy produkcyjne w poszczególnych podsystemach mogą się różnić poziomem ogólnej efektywności ekonomicznej, w wyniku różnego poziomu organizacji pracy, różnej skali produkcji, oddziaływania neutralnego postępu technicznego itp. Kierownictwo, dążąc do uzyskania najlepszych wyników, stoi przed problemem takiego podziału programu produkcji na poszczególne podsystemy, aby spodziewane zużycie reglamentowanego czynnika produkcji było minimalne w skali całego systemu. Tak opisaną sytuację problemową, można formalnie zdefiniować w postaci matematycznego modelu decyzyjnego.

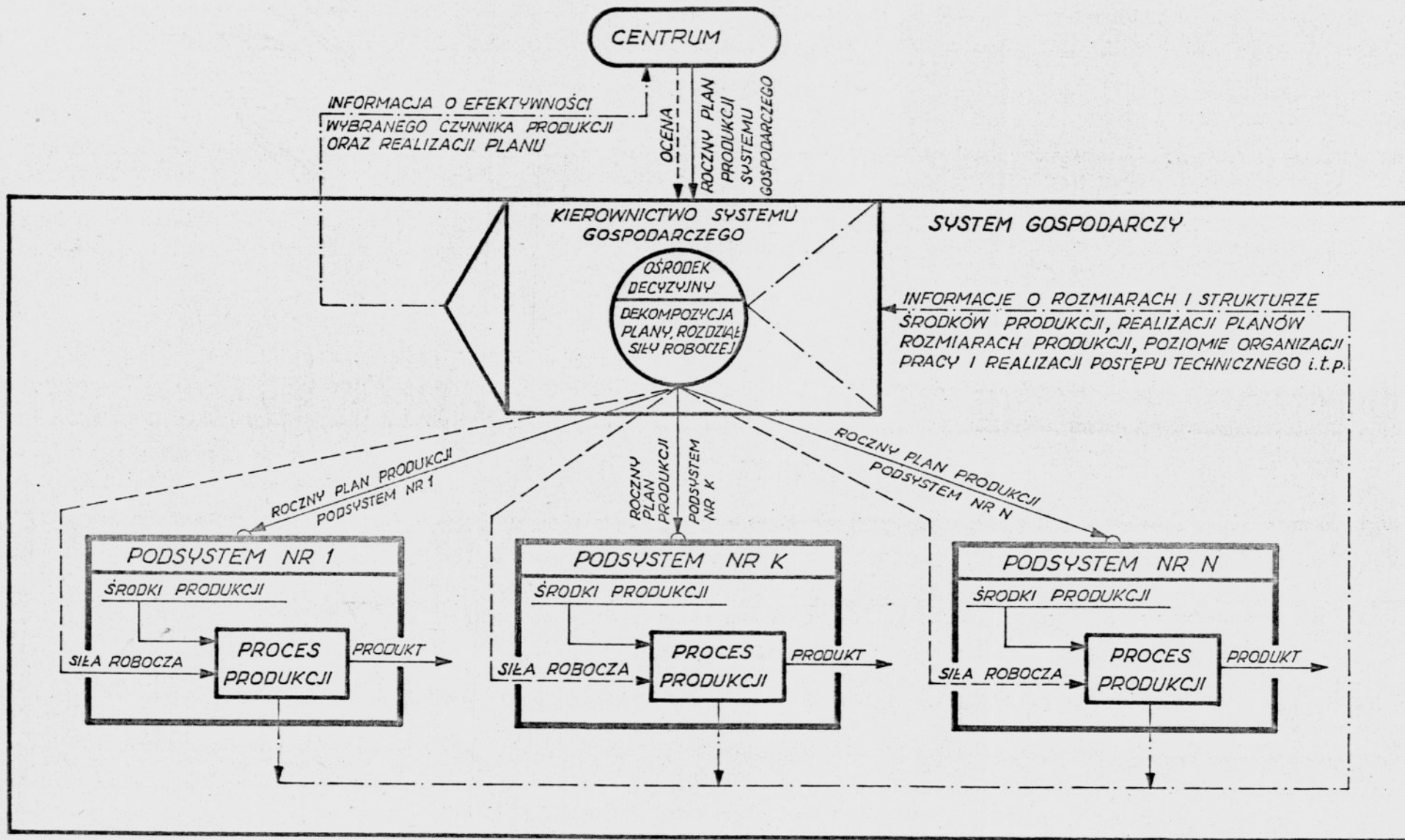
Funkcja celu

$$x_M = \sum_{K=1}^N x_{KM} \rightarrow \min_{Y_K, x_{KL}}$$

w której: x_{KM} - wielkość "zużycia" minimalizowanego czynnika produkcji w k-tym podsystemie,

x_M - wielkość "zużycia" minimalizowanego czynnika produkcji w całym systemie.

¹Czynnikami takimi mogą być wybrane materiały, surowce, paliwa, energia elektryczna lub też wielkości agregatowe np. środki obrotowe.



Rys. 3 Uproszczony schemat funkcjonowania systemu gospodarczego

Ograniczenia:

$$\sum_{K=1}^N Y_K \geq Y$$

$$\sum_{K=1}^N x_{KL} \leq x_L$$

$$Y_K \leq Y_K^{\max} \quad K = 1, 2, \dots, N$$

$$\sum_{K=1}^N Y_K^{\max} > Y$$

$$Y_K, x_{KL} > 0 \quad K = 1, 2, \dots, N,$$

gdzie:

zmienne decyzyjne:

Y_K - wielkość planu produkcji k-tego podsystemu,

x_{KL} - wielkość siły roboczej podlegającej rozdziałowi w k-tym podsystemie,

zmienne nie będące zmiennymi decyzyjnymi:

Y - wielkość planu produkcji całego systemu gospodarczego,

Y_K^{\max} - maksymalna zdolność produkcyjna k-tego podsystemu,

x_L - wielkość siły roboczej podlegającej rozdziałowi w całym systemie,

oraz:

N - ilość podsystemów.

W celu rozwiązania modelu (74) należy określić ilościową zależność pomiędzy wielkością produkcji w każdym z zakładów (Y_K), a czynnikami produkcji potrzebnymi do jej wytworzenia x_{Kq} . Rolę takiej zależności spełnia, jak zauważono w pracy [27], wymiarowy model funkcji produkcji, będący modelem procesu produkcji, który charakteryzuje się:

- jednym jednorodnym produktem¹ wytwarzanym przez wszystkie podsystemy,

¹W przypadku, gdy dekompozycji podlega program w ujęciu wartościowym, założenie o jednorodności można pominąć.

- podobnym (nie zmieniającym się w sposób przypadkowy) techniczno-technologicznym profilem poszczególnych podsystemów,
- realizowaniem zadań planowych przydzielonych w ramach narodowego planu gospodarczego,
- dążeniem do osiągnięcia, w ramach posiadanych możliwości wyboru, możliwie najlepszych wyników w zakresie realizacji planu i efektywności ekonomicznej wybranego czynnika produkcji,
- ograniczoną od góry zdolnością produkcyjną poszczególnych podsystemów, która umożliwia jednak realizację planu produkcji całego systemu.

4.3.3. Rozwiązanie problemu decyzyjnego

Sformułowany w 4.3.2 model (74) jest szczególnym przypadkiem modelu¹ rozdziału zasobów w wielkich systemach, w którym:

- a) charakterystyki kierowania² dla poszczególnych podsystemów zbudowano na podstawie wymiarowych modeli funkcji produkcji (w których to czynniki produkcji x_{KL} , x_{KM} , $K = 1, 2, \dots, N$ są wielkościami bazowymi),
- b) niektóre ze zmiennych (x_{Kq} , $q = 1, 2, \dots, r_{tm}$, $q \neq L, M$) minimalizowanych wkraczają do ograniczeń, tzn. są traktowane jako ustalone parametry kierowania.

A zatem rozwiązanie modelu (74) uzyskuje się z następującej równości³:

$$\frac{x_{KL}^*}{x_L} = \frac{y_K^*}{Y} = \frac{x_{OK}^1}{x_0^1} \quad K = 1, 2, \dots, n, \quad (75)$$

w której $x_0^1 = \sum_{K=1}^N x_{OK}^1$

¹Model ten w teorii wielkich systemów został sformułowany w pracy [29, s. 250-251].

²Pojęcie charakterystyki kierowania wprowadzono w pracy na zasadzie analogii do charakterystyki sterowania zdefiniowanej w [29].

³Rozwiązanie ogólnego problemu rozdziału zasobów podano w pracy [29, s. 249].

$$x_{OK}^1 = \left\{ E \cdot \prod_{\substack{i=1 \\ i \neq L \\ i \neq M}}^m x_i^{a_i} \right\}^{-1}$$

$$a_0 = \sum_{i=1}^m a_i - 1,$$

Y_K^* - optymalna wielkość planu produkcji w k-tym podsystemie,

x_{kl}^* - wielkość siły roboczej, którą kierownictwo systemu powinno skierować do k-tego podsystemu, aby wykonać plan Y i ograniczyć zużycie czynnika X_M do minimum.

Należy zauważyć, że proponowana koncepcja dekompozycji programu produkcyjnego będzie możliwa do zastosowania jedynie wówczas, gdy wymiarowe funkcje produkcji dla każdego podsystemu będą miały tę samą bazę. Odpowiada to wcześniej sformułowanemu postulatowi o podobnym profilu techniczno-technologicznym poszczególnych podsystemów.

Wartość wskaźników jakości procesu w k-tym podsystemie można określić dopiero po oszacowaniu wartości parametrów funkcji liczbowo-liczbowej, stosując odpowiednie moduły estymacji i korzystając z danych statystycznych obrazujących przebieg procesów produkcyjnych w poszczególnych podsystemach.

Analizując wymiarowy model funkcji produkcji przedstawiony w postaci charakterystyki kierowania, można zauważyć, że istnieje związek¹ pomiędzy współczynnikiem jakości procesu² a miernikiem globalnej efektywności ekonomicznej procesu produkcji. Związek ten wyraża się następująco:

$$E = X_0^{-a_0}. \quad (76)$$

¹Związek ten pozwala nadać interpretację ekonomiczną indeksowi jakości procesu. Można bowiem uznać wartość indeksu jakości za miernik chłonności procesu na bazowe czynniki produkcji.

²Współczynnik jakości procesu zdefiniowano w pracach [29,27].

A zatem optymalna dekompozycja programu produkcji odpowiada, zgodnie zresztą z intuicją, przydzieleniu większych zadań produkcyjnych podsystemom o wyższej globalnej efektywności ekonomicznej procesu produkcji.

5. KONCEPCJA KOMPUTEROWEGO SYSTEMU IDENTYFIKACJI I PREDYKCJI PROCESU PRODUKCJI (SIP)

5.1. Wprowadzenie do zagadnienia

Konstruowanie wymiarowych modeli funkcji produkcji, a także ich wykorzystanie w badaniu i prognozowaniu procesu produkcji, wymaga przeprowadzenia bardzo pracochłonnych i złożonych obliczeń numerycznych oraz przetwarzania znacznej ilości informacji źródłowych. Pożądane jest zatem podjęcie próby opracowania systemu informatycznego, który w znacznym stopniu skróci niezbędny czas budowy i analizy modeli funkcji produkcji a także umożliwi stosowanie na szerszą skalę tych modeli w praktyce gospodarczej.

W niniejszym rozdziale ograniczono się jedynie do opracowania koncepcji komputerowego systemu identyfikacji i predykcji procesu produkcji, nie zaś projektu technicznego. Wynika to z faktu, że zrealizowanie kompletnego projektu przekracza możliwości pojedynczego wykonawcy oraz związane jest ze znacznymi kosztami. Proponowane założenia systemu wzbogacono o przedstawienie jednego z programów numerycznych, który umożliwi wyznaczenie wymiarowego modelu funkcji produkcji oraz jego statystyczną weryfikację.

5.2. Zakres i zadania systemu

Zautomatyzowany system identyfikacji i predykcji procesu produkcji obejmuje następujące obszary problemowe:

- wyznaczanie wymiarowych modeli funkcji produkcji,
- retrospektywną analizę procesu produkcji,

- perspektywiczną ocenę procesu produkcji,
- optymalizację wybranych zagadnień dotyczących procesu produkcji.

Proponowany system wykorzystuje teoretyczne rozwiązania z zakresu budowy wymiarowych modeli funkcji produkcji oraz możliwości aplikacji tych modeli do badania i programowania procesu produkcji.

Celem systemu SIP jest dostarczenie - w możliwie krótkim czasie i w odpowiednim przekroju tematycznym - wyczerpujących informacji dla użytkowników systemu, czyli kadry naukowej ośrodków naukowo-badawczych oraz kierownictwa organizacji gospodarczej, w której przebiega dany proces produkcji. Informacje te pozwolą na realizację następujących zadań szczegółowych.

1) W zakresie wyznaczania wymiarowych modeli funkcji produkcji umożliwią uzyskanie:

- zbioru modeli dopuszczalnych i optymalnych,
- modeli uwzględniających neutralny postęp techniczny,
- modeli uwzględniających mierniki poziomu organizacji pracy,
- modeli uwzględniających agregat czynników o charakterze przypad-

kowym,

- modeli o liniowej lub multiplikatywnej funkcji liczbowo-liczbowej.

2) W zakresie identyfikacji procesu produkcji umożliwią:

- wyznaczenie statystycznych relacji pomiędzy wielkością produkcji a jej czynnikami,

- określenie i analizę efektu produkcyjnego postępu techniczno-organizacyjnego oraz cząstkowych efektów wynikających z neutralnego postępu technicznego oraz postępu w organizacji pracy,

- określenie i analizę poziomu i dynamiki globalnej oraz cząstkowej efektywności ekonomicznej procesu produkcji,

- określenie i analizę tempa oraz skali wzrostu produkcji w zależ-

ności od czynników i efektywności ekonomicznej procesu produkcji.

3) W zakresie prognostycznej oceny procesu produkcji umożliwią wyznaczenie:

- średniookresowej prognozy wielkości produkcji przy określonej perspektywicznej wielkości czynników,
- średniookresowej prognozy wybranych czynników produkcji przy określonej perspektywicznej wielkości produkcji oraz innych jej czynników,
- prognozy efektu produkcyjnego postępu techniczno-organizacyjnego, a także cząstkowych efektów neutralnego i substytucyjnego postępu technicznego i postępu organizacyjnego,
- prognozy poziomu dynamiki globalnej i cząstkowej efektywności ekonomicznej procesu produkcji,
- prognozy tempa (skali) wzrostu produkcji,
- prognozy tempa (skali) wzrostu czynników produkcji.

4) W zakresie optymalizacji wybranych zagadnień procesu produkcji umożliwią:

- dekompozycję programów produkcji w hierarchicznych systemach gospodarczych,
- rozdział zasobów produkcyjnych w hierarchicznych systemach gospodarczych.

Komputerowy system identyfikacji i predykcji procesu produkcji ma również za zadanie wyeliminowanie pracy ręcznej i zastąpienie człowieka w żmudnych i pracochłonnych czynnościach polegających na wyznaczaniu i analizowaniu modeli procesu produkcji. Zakres systemu jest ograniczony w zasadzie do rozwiązań teoretycznych zaprezentowanych w niniejszej pracy.

5.3. Struktura systemu

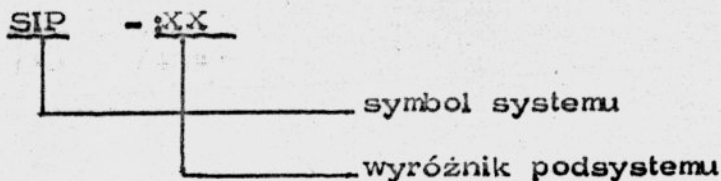
Proponowany system składa się z 4 podsystemów: 1) wyznaczania i weryfikacji modeli (WM), 2) identyfikacji procesu produkcji (IP), 3) predykcji procesu produkcji (PP), 4) optymalizacji (OP). Każdy z podsystemów dzieli się na jednostki przetwarzania. Szczegółową strukturę komputerowego systemu identyfikacji i predykcji procesu produkcji przedstawiono na rys. 9.

5.4. Zasady budowy symboliki

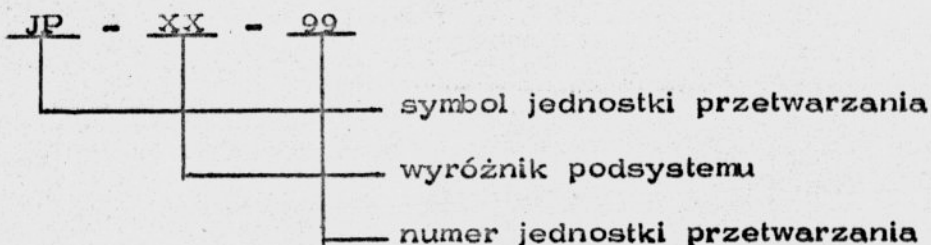
W proponowanym systemie symbolikę można podzielić na kody służące do określania informacji merytorycznej w zakresie problematyki rozwiązywanej przez system i kody mające zastosowanie do oznaczeń związanych z technologią, organizacją i funkcjonowaniem systemu.

W zakresie technologii, organizacji i funkcjonowania systemu SIP zastosowano następujące kody:

1) Kod struktury systemu



2) Kod jednostki przetwarzania



5.3. Struktura systemu

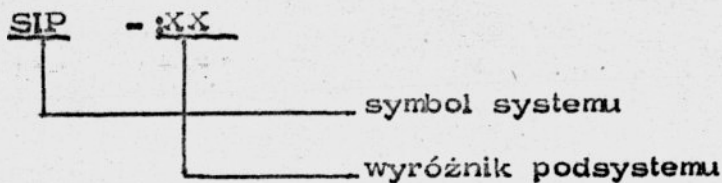
Proponowany system składa się z 4 podsystemów: 1) wyznaczania i weryfikacji modeli (WM), 2) identyfikacji procesu produkcji (IP), 3) predykcji procesu produkcji (PP), 4) optymalizacji (OP). Każdy z podsystemów dzieli się na jednostki przetwarzania. Szczegółową strukturę komputerowego systemu identyfikacji i predykcji procesu produkcji przedstawiono na rys. 9.

5.4. Zasady budowy symboliki

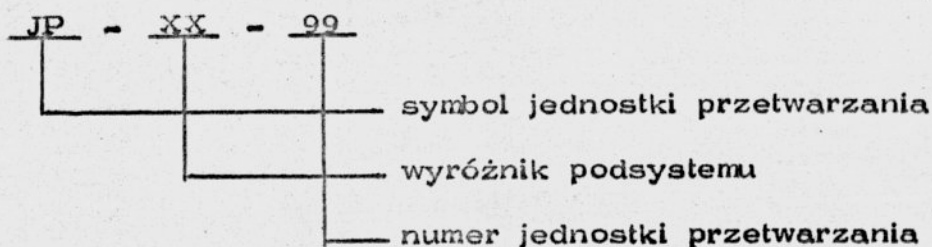
W proponowanym systemie symbolikę można podzielić na kody służące do określania informacji merytorycznej w zakresie problematyki rozwiązywanej przez system i kody mające zastosowanie do oznaczeń związanych z technologią, organizacją i funkcjonowaniem systemu.

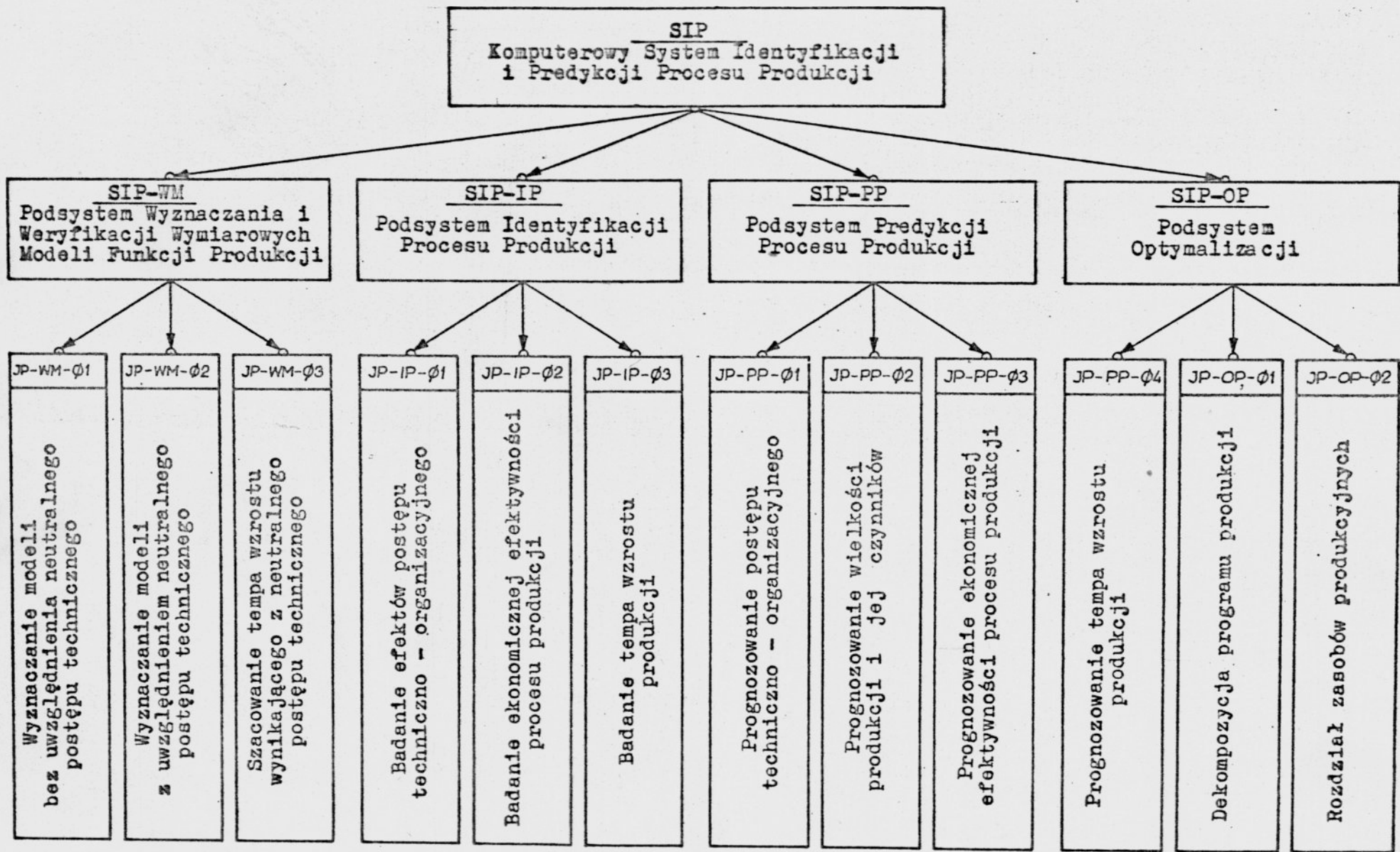
W zakresie technologii, organizacji i funkcjonowania systemu SIP zastosowano następujące kody:

1) Kod struktury systemu



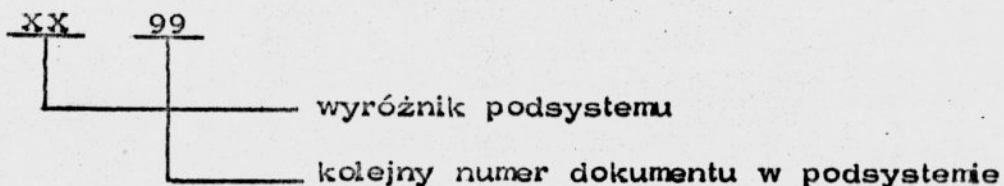
2) Kod jednostki przetwarzania



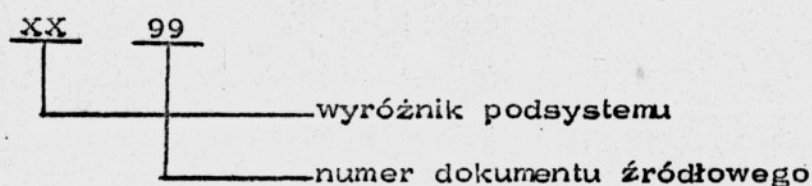


Rys.9. STRUKTURA KOMPUTEROWEGO SYSTEMU IDENTYFIKACJI I PREDYKCJI PROCESU PRODUKCJI

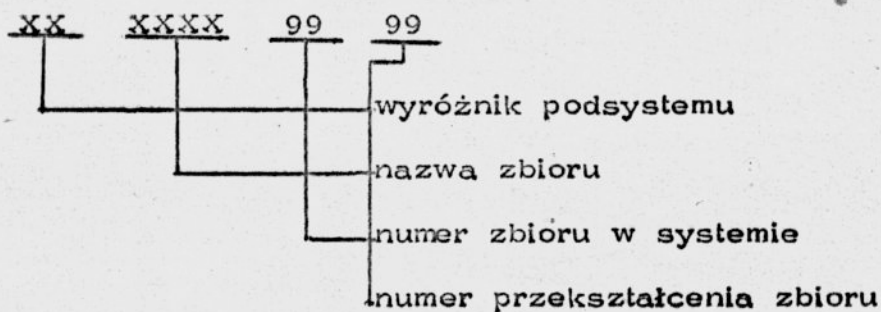
3) Kod dokumentu źródłowego



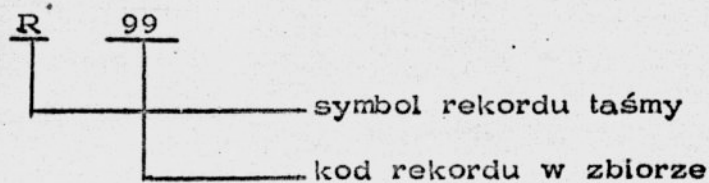
4) Kod maszynowych nośników informacji



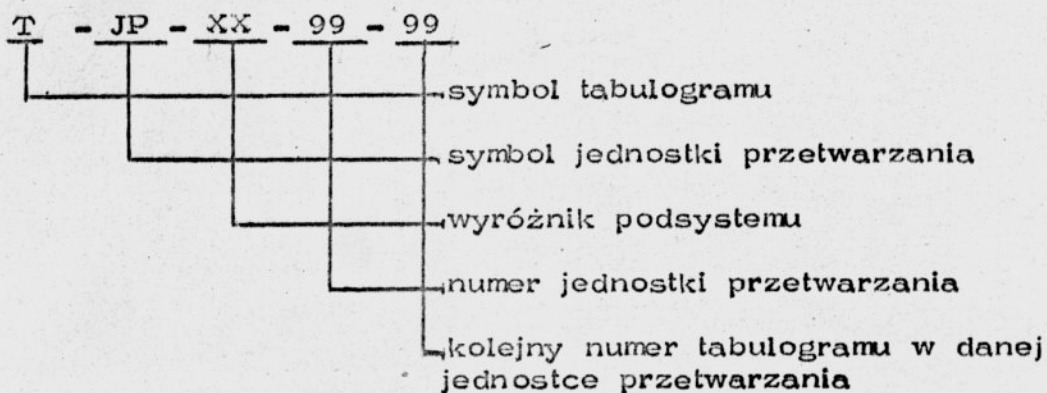
5) Kod zbioru taśmowego



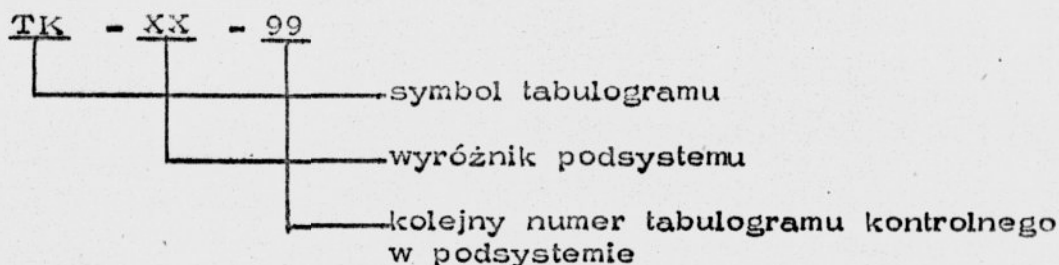
6) Nazwa rekordu



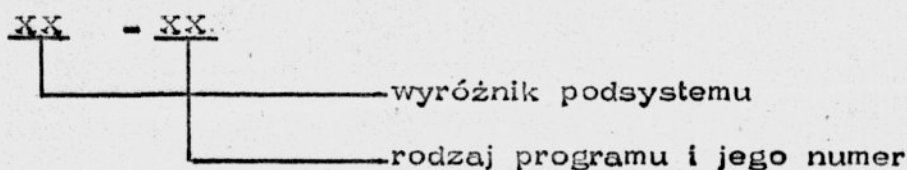
7) Symbol tabulogramu użytkowego



8) Symbol tabulogramu kontrolnego



9) Nazwa programu

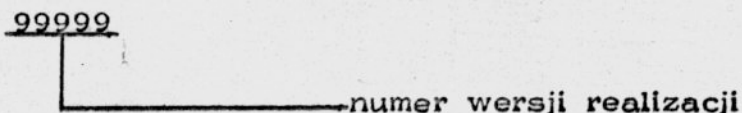


Przyjęto następujące symbole programów:

Z99 - zakładanie, A99 - aktualizacja, S99 - sortowanie, N99 - obliczenia numeryczne, W99 - wydawniczy,

gdzie 99 oznacza kolejny numer programu w danej grupie rodzajowej.

10) Kod wersji realizacji programu WMN1

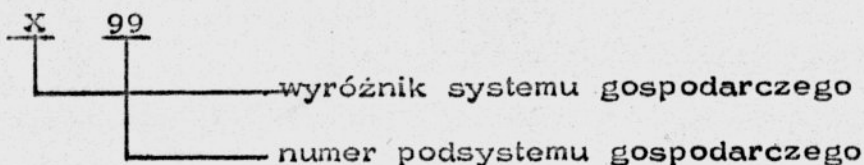


11) Kod specjalny

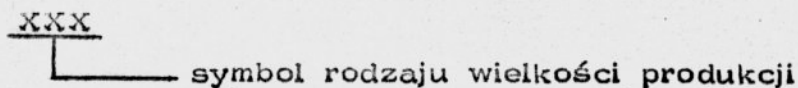
Ma na celu zabezpieczenie zbiorów przed wykorzystaniem ich przez osoby nieupoważnione. Kod specjalny jest daną alfanumeryczną dwuznakową.

W zakresie problematyki rozwiązywanej przez system mają zastosowanie następujące kody:

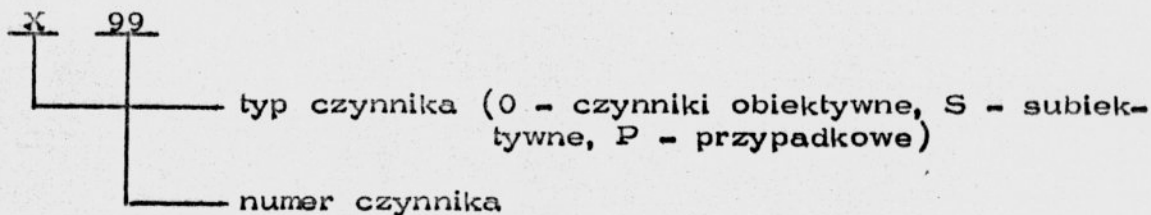
1) Kod systemu (podsystemu) gospodarczego



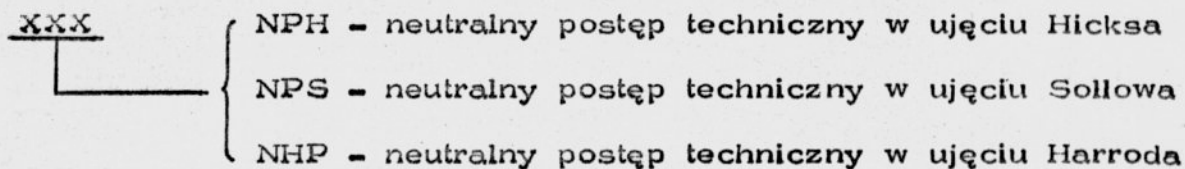
2) Kod wielkości produkcji



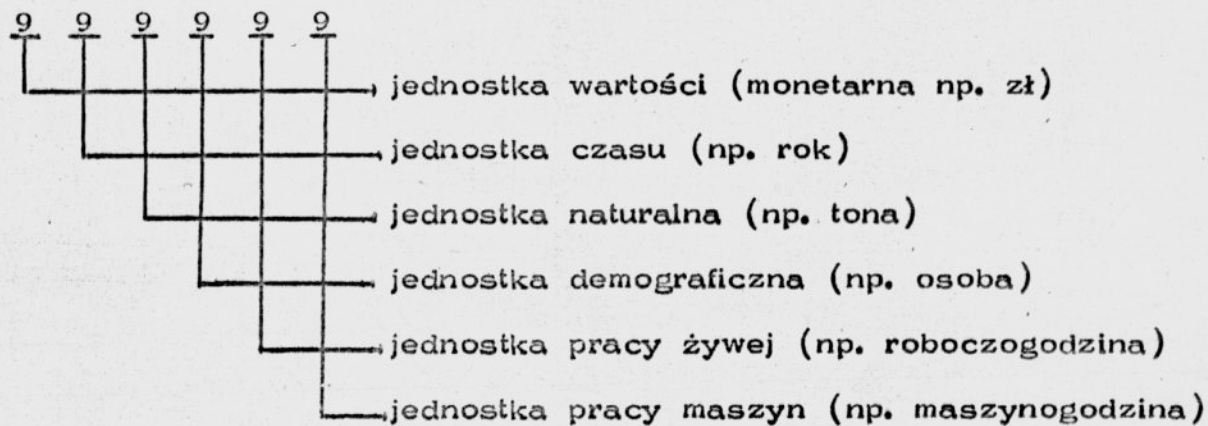
3) Kod czynników produkcji



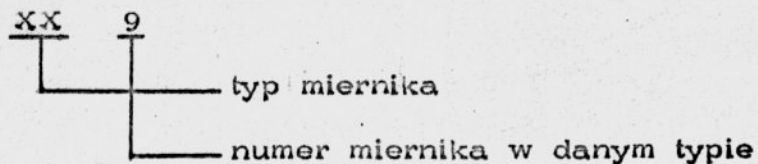
4) Kod rodzaju neutralnego postępu technicznego



5) Kod wymiaru wielkości produkcji lub czynników produkcji



6) Kod mierników efektywności ekonomicznej



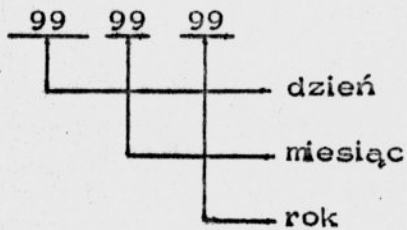
Wyróżnia się typy mierników:

PG - globalne mierniki poziomu,

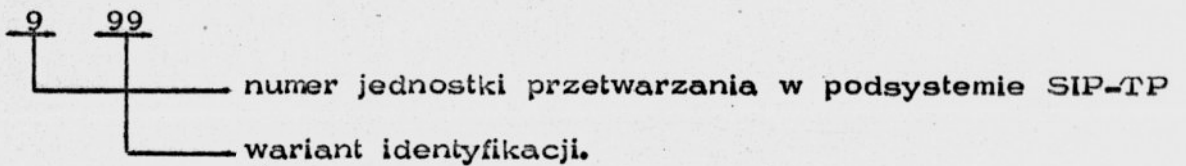
DG - globalne mierniki dynamiki,

DC - cząstkowe mierniki dynamiki.

7) Data



8) Kod wariantu identyfikacji procesu produkcji



5.5. Struktura zbiorów informacji

5.5.1. Zbiory danych źródłowych

1) Dokumenty źródłowe.

W komputerowym systemie identyfikacji i predykcji procesu produkcji przetwarzane będą informacje z następujących dokumentów źródłowych:

- WM ϕ 1: karta rzeczywistej wielkości produkcji.

Sporządza je dział ekonomiczny systemu (podsystemu) gospodarczego jeden raz w roku lub w kwartale na podstawie sprawozdania o wynikach działalności ekonomicznej systemu gospodarczego. SIP wykorzystuje dokumenty WM ϕ 1 do założenia i aktualizacji rekordów o kodzie ϕ 1 w zbiorze informacji o przebiegu procesu produkcji, który jest zapisany na taśmie magnetycznej WMRDPP ϕ 1XX. Wzór dokumentu podano na rys. 10.

- WM ϕ 2: karta opisu czynników produkcji i ich efektywności

Sporządzana jest przez jednostki organizacyjne systemu gospodarczego, które rozliczają poszczególne czynniki produkcji (np. dział zatrudnienia i kadr, dział gospodarki materiałowej, dział głównego mechanika).

SIP — $\frac{WM}{PP}$ *

KARTA $\frac{RZECZYWISTEJ}{PROGNOZOWANEJ}$ * WIELKOŚCI PRODUKCJI

NAZWA SYSTEMU PODSYSTEMU
GOSPODARCZEGO

1 W M φ 1 4
P P φ 2
symbol dokumentu

5 _____ 10
data

11 _____ 13
symbol systemu (podsystemu)
gospodarczego

14 _____ 16
kod wielkości
produkcji

nazwa wielkości
produkcji

17 _____ 26
wartość liczbowa wielkości produkcji

wymiar wielkości produkcji

27 _____ 32
kod wymiaru

33 _____ 35
kod wielkości
produkcji

nazwa wielkości
produkcji

36 _____ 45
wartość liczbowa wielkości produkcji

wymiar wielkości produkcji

46 _____ 51
kod wymiaru

52 _____ 54
kod wielkości
produkcji

nazwa wielkości
produkcji

55 _____ 64
wartość liczbowa wielkości produkcji

wymiar wielkości produkcji

65 _____ 70
kod wymiaru

71 _____ 78
suma kontrolna

Numer kolejny karty

Sporządził

Sprawdził

*) Niepotrzebne skreślić

Rys.10. Wzór karty rzeczywistej lub prognozowanej wielkości produkcji.

Powstaje ona raz w roku lub w kwartale na podstawie dokumentów rozliczenia obrotu materiałami, rozliczeń wykorzystania czasu pracy ludzi i maszyn oraz odpowiednich sprawozdań. SIP wykorzystuje dokumenty WM ϕ 2 do zakładania i aktualizacji rekordów w kodzie ϕ 2 w zbiorze informacji o przebiegu procesu produkcji. Wzór dokumentu WM ϕ 2 przedstawiono na rys. 11.

- WM ϕ 3; karta charakterystyki neutralnego postępu technicznego.

Sporządza ją dział organizacyjny, ekonomiczny lub postępu technicznego jeden raz w roku lub w kwartale na podstawie tabulogramu użytkowego T-JP-WH- ϕ 3- ϕ 1 lub oszacowań ekspertów. SIP wykorzystuje karty do założenia i aktualizacji rekordów w kodzie ϕ 3 w zbiorze informacji o przebiegu procesu produkcji. Wzór dokumentu WM ϕ 3 zamieszczono na rys. 12.

- WM ϕ 4 - karta wartości parametrów funkcji liczbowo-liczbowej.

Sporządza ją sekcja numeryczna działu przetwarzania informacji na podstawie tabulogramu T-JP-WM- ϕ 1- ϕ ϕ lub opinii ekspertów jeden raz w roku. SIP wykorzystuje karty do wyznaczania aktualnych oszacowań parametrów funkcji liczbowo-liczbowej w przypadku, gdy użyto metody aproksymacji stochastycznej. Wzór karty zamieszczono na rys. 13.

- IP ϕ 1 - karta opisu wymiarowego modelu funkcji produkcji dla celów identyfikacji.

Sporządza ją sekcja numeryczna działu przetwarzania informacji w porozumieniu z działem ekonomicznym i organizacyjnym na podstawie tabulogramu T-JP-WM- ϕ 1- ϕ ϕ na okres, w którym wybrany wymiarowy model funkcji produkcji jest istotny statystycznie. System SIP wykorzystuje dokument IP ϕ 1 do założenia i aktualizacji zbioru wymiarowych modeli funkcji produkcji przydatnych do identyfikacji procesu produkcji. Zbiór ten zapisany jest na taśmie magnetycznej IP WMFP. Wzór karty przedstawiono na rys. 14.

SIP - WM*
PP

KARTA CHARAKTERYSTYKI * NEUTRALNEGO POSTĘPU TECHNICZNEGO
PROGNOZY

NAZWA SYSTEMU (PODSYSTEMU)
GOSPODARCZEGO

1 | W | M | φ | 3 | 4
P | P | φ | 3

symbol dokumentu

5 | | | | | 10

data

11 | | | | | 13

symbol systemu (podsystemu)
gospodarczego

14 | | | | | 16

kod neutralnego
postępu technicznego

rodzaj neutralnego
postępu technicznego

17 | | | | | | | | | | | 26

wartość liczbowa charakterystyki
prognozy *

wymiar charakterystyki
prognozy *

27 | | | | | | | | | | 32

kod wymiaru

33 | | | | | 35

kod neutralnego
postępu technicznego

rodzaj neutralnego
postępu technicznego

36 | | | | | | | | | | | 45

wartość liczbowa charakterystyki
prognozy *

wymiar charakterystyki
prognozy *

46 | | | | | | | | | | 51

kod wymiaru

52 | | | | | 54

kod neutralnego
postępu technicznego

rodzaj neutralnego
postępu technicznego

55 | | | | | | | | | | | 64

wartość liczbowa charakterystyki
prognozy *

wymiar charakterystyki
prognozy *

65 | | | | | | | | | | 70

kod wymiaru

71 | | | | | | | | | | | 78

suma kontrolna

numer kolejny karty

sporządził

sprawdził

*) Niepotrzebne skreślić

Rys. 12. Wzór karty charakterystyki /prognozy/ neutralnego postępu technicznego.

1 | W | M | Φ | 4 | 4
 symbol dokumentu

5 | | | | | | | | | | 10
 data

NAZWA SYSTEMU (PODSYSTEMU)
 GOSPODARCZEGO
 11 | | | | | 13
 symbol systemu (podsystemu)
 gospodarczego

14 | | | | | 16
 kod czynnika produkcji nazwa czynnika

17 | | | | | | | | | | | | | | | | 26
 wartość parametru

27 | | | | | 28
 kolejny numer czynnika niebazowego
 w modelu

29 | | | | | 31

32 | | | | | | | | | | | | | | | | 41

42 | | | | | 43

44 | | | | | 46
 59 | | | | | 61

47 | | | | | | | | | | | | | | | | 56
 62 | | | | | | | | | | | | | | | | 71

57 | | | | | 58
 72 | | | | | 73

74 | | | | | | | | | | 71

numer kolejny karty

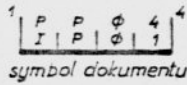
sporządził

sprawił

* - dla parametru α_0 kod czynnika = C $\Phi\Phi$, kolejny numer czynnika niebazowego = $\Phi\Phi$

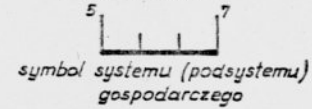
Rys.13. Wzór karty parametrów funkcji liczbowo-liczbowej modelu.

SIP - $\frac{IP}{PP}$ *

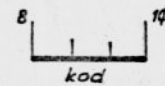


KARTA OPISU WYMIAROWEGO MODELU FUNKCJI PRODUKCJI

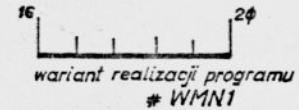
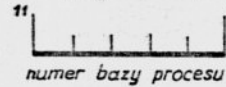
NAZWA SYSTEMU (PODSYSTEMU)
GOSPODARCZEGO



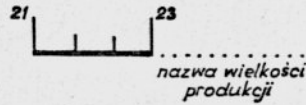
Wariant identyfikacji procesu produkcji



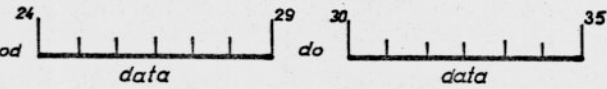
Wariant wymiarowego modelu funkcji produkcji



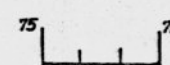
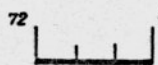
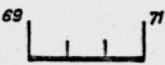
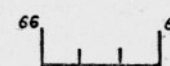
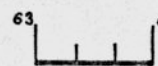
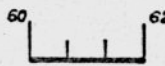
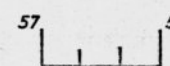
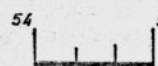
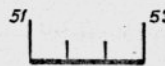
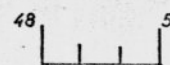
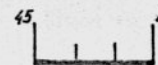
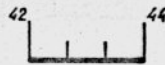
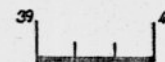
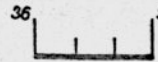
Wielkość produkcji:



analiza za okres od



Czynniki produkcji:



numer kolejny karty

sporządził

sprawdził

Rys. 14. Wzór karty opisu modelu.

- PP ϕ 1; karta prognozy czynników produkcji i efektywności ekonomicznej.

Sporządza ją dział planowania ekonomicznego jeden raz w roku lub w kwartale na podstawie obowiązujących prognoz. SIP wykorzystuje karty do założenia i aktualizacji zbioru informacji o prognozach. Karty te tworzą na taśmie magnetycznej PPPDPP 13XX rekordy o kodzie ϕ 1. Wzór karty przedstawiono na rys. 11.

- PP ϕ 2; karta prognozy wielkości produkcji

Sporządza ją dział planowania ekonomicznego jeden raz w roku lub w kwartale na podstawie obowiązującej prognozy wielkości produkcji. System wykorzystuje karty PP ϕ 2 do założenia i aktualizacji rekordów ϕ 2 w zbiorze informacji o prognozach. Wzór karty zamieszczono na rys. 10.

- PP ϕ 3; karta prognozy neutralnego postępu technicznego

Sporządza ją dział planowania ekonomicznego jeden raz w roku lub w kwartale na podstawie obowiązującej prognozy. System wykorzystuje karty PP ϕ 3 do założenia i aktualizacji rekordów o kodzie ϕ 3 w zbiorze informacji o prognozach. Wzór karty na rys. 12.

- PP ϕ 4; karta opisu wymiarowego modelu funkcji produkcji dla celów predykcji.

Sporządza ją sekcja numeryczna działu przetwarzania informacji w porozumieniu z działem ekonomicznym i organizacyjnym na podstawie tabulogramu T-JP-WM- ϕ 1- ϕ ϕ na ściśle ustalony okres. System SIP wykorzystuje dokument PP ϕ 4 do założenia i aktualizacji zbioru wymiarowych modeli funkcji produkcji przydatnych do prognozowania procesu produkcji. Zbiór ten zapisany jest na taśmie magnetycznej PPWMFP 12XX. Wzór karty PP ϕ 4 przedstawiono na rys. 14.

- PO ϕ 1; karta ograniczeń w zagadnieniu dekompozycji planu produkcji

Sporządza ją dział planowania ekonomicznego. System wykorzystuje karty do założenia i aktualizacji rekordów o kodzie ϕ 1 w zbiorze informacji o ograniczeniach. Zbiór ten zapisany jest na taśmie magnetycznej PO OGDP21XX. Wzór karty zamieszczono na rys. 15.

- PO ϕ 2; karta ograniczeń w zagadnieniu rozdziału zasobów

Sporządzana jest przez dział planowania ekonomicznego w porozumieniu z innymi jednostkami organizacyjnymi. System wykorzystuje dokumenty PO ϕ 2 do założenia i analizy rekordów o kodzie ϕ 1 w zbiorze informacji o ograniczeniach w zagadnieniu rozdziału zasobów. Zbiór ten zapisany jest na taśmie magnetycznej PO OGRZ20XX. Wzór karty podano na rys. 15.

- PO ϕ 3; karta charakterystyki podsystemu gospodarczego

Sporządzana jest w poszczególnych podsystemach, dla których prowadzona jest dekompozycja planu lub rozdziału zasobów. System wykorzystuje dokumenty PO ϕ 3 do założenia i aktualizacji rekordów o kodzie ϕ 2 w zbiorach informacji o ograniczeniach zapisanych na taśmie magnetycznej PO OGDP21XX lub PO OGRZ20XX. Wzór karty podano na rys. 16.

2) Maszynowe nośniki informacji

Przenoszenie danych z dokumentów źródłowych do maszyny cyfrowej odbywa się za pomocą kart maszynowych osiemdziesięciokolumnowych. Karty te stanowią odzwierciedlenie wszystkich danych podlegających przetwarzaniu z części lub całości dokumentów źródłowych. Służą one do zakładania i uzupełniania zbiorów na taśmach magnetycznych.

1 P O Ø 3 4
symbol dokumentu

5 _____ 10
data

NAZWA SYSTEMU
GOSPODARCZEGO
11 _____ 13
symbol systemu
gospodarczego

Nazwa podsystemu

14 _____ 16
symbol

Plan produkcji podsystemu

17 _____ 19
kod wielkości
produkcji

20 _____ 29
wartość liczbową planu

Zdolność produkcyjna podsystemu

30 _____ 39
wartość liczbową

40 _____ 45
suma kontrolna

46 _____ 50
Numer bazy procesu

51 _____ 55
wariant realizacji
programu # WMN1

_____ numer kolejny karty

_____ sporządził

_____ sprawdził

Rys.16. Wzór karty charakterystyki podsystemu gospodarczego.

5.5.2. Zbiory w pamięci zewnętrznej maszyny cyfrowej

W proponowanym systemie nośnikami pamięci zewnętrznej będą taśmy magnetyczne PT-3. Na nośnikach tych zapisane zostaną sekwencyjne zbiory o standardowych blokach informacji (512 słów, 24 rekordy). Rekordy zbiorów mogą być uporządkowane według następujących kluczy:

- $\phi\phi$ - kod rekordu,
- $\phi 1$ - symbol systemu (podsystemu gospodarczego),
- $\phi 2$ - symbol wielkości produkcji,
- $\phi 3$ - symbol czynnika produkcji lub jego efektywności,
- $\phi 4$ - data,
- $\phi 5$ - numer bazy procesu,
- $\phi 6$ - numer wariantu realizacji programu WMN1,
- $\phi 7$ - numer czynnika bazowego,
- $\phi 8$ - numer czynnika niebazowego,
- $\phi 9$ - symbol rodzaju neutralnego postępu technicznego.

W systemie przewiduje się tworzenie, aktualizację i przetwarzanie zbiorów zestawionych w tab. 8.

5.5.3. Wydawnictwa

W systemie występują dwa rodzaje wydawnictw: 1) tabulogramy użytkowe, 2) tabulogramy kontrolne.

Ad 1) Tabulogramy użytkowe powstają jako wynik przetwarzania danych źródłowych. Proponuje się, aby dla każdej jednostki przetwarzania sporządzony był jeden rodzaj tabulogramu w kilku wersjach zależnych od przekroju tematycznego i od odbiorcy. W niniejszym opracowaniu zaprojektowano tabulogram użytkowy dla podsystemu SIP-WM, który spełnia

Zbiory informacji systemu SIP w pamięci zewnętrznej maszyny cyfrowej

Tabela 8

Lp.	Symbol zbioru	Nazwa i rodzaj zbioru	Program generujący zbiór	Zawartość zbioru	Program przetwarzający zbiór	Uporządkowanie
1	2	3	4	5	6	7
1	WMRDPP ϕ 1XX	Zbiór informacji o rzeczywistym przebiegu procesu produkcji. Zbiór główny.	WZM1	R ϕ 1- dane o wielkości produkcji tworzony na podstawie WM ϕ 1. R ϕ 2- dane o czynnikach produkcji tworzony na podstawie WM ϕ 2.	WMS1, WMA1, WMN1	R01-według kluczy $\phi\phi$, ϕ 1, ϕ 2, ϕ 4 R ϕ 2-według kluczy $\phi\phi$, ϕ 1, ϕ 3, ϕ 4
2	WMNPTE ϕ 5XX	Zbiór informacji o neutralnym postępie technicznym. Zbiór wynikowy dla IP-WM- ϕ 3	WMZ2 lub WMN1	R ϕ 1- dane o wielkościach charakteryzujących różne rodzaje neutralnego postępu technicznego, tworzony na podstawie WM ϕ 3 lub zbioru WMRDPP ϕ 1 ϕ 3	WMS3, WMD2	R ϕ 1-według kluczy ϕ 1, ϕ 9, ϕ 4
3	WMWYBN ϕ 4XX	Zbiór wartości wykładników potęgowych bazowych czynników produkcji	WMN1	R ϕ 1- dane o wykładnikach potęgowych a_i ($i=1,2,\dots,m$) wyznaczonych na podstawie porównywania wymiarów. R ϕ 2- dane o numerach czynników bazowych oraz wartościach wykładników a_{ij} z zależności $f_j = \frac{x_j}{\prod_{i=1}^m x_i^{a_{ij}}}$	WMS6, WMD1, IPD3, PPD5,	R ϕ 1-według kluczy $\phi\phi$, ϕ 1, ϕ 2, ϕ 4, ϕ 5, ϕ 6, ϕ 7. R ϕ 2-według kluczy $\phi\phi$, ϕ 1, ϕ 2, ϕ 4, ϕ 5, ϕ 6, ϕ 8.

1	2	3	4	5	6	7
4	WMARFI ϕ 3XX	Zbiór wartości argumentów ψ_j , $j=1,2,\dots,r$	WMN1	R ϕ 1-dane o wartościach argumentów funkcji liczbowo-liczbowej oraz dane o wariancie realizacji programu WMN1, numerach czynników bazowych i niebazowych	WMS5, WMD1, IPD3,	R ϕ 1-według kluczy ϕ 1, ϕ 2, ϕ 4, ϕ 5, ϕ 6, ϕ 8
5	WMPWFL ϕ 2XX	Zbiór wartości parametrów	WMN1	R ϕ 1-dane o wartościach parametrów funkcji liczbowo-liczbowej, R ϕ 2-dane o przebiegu procesu weryfikacji modelu oraz o podstawowych statystycznych właściwościach modelu	WMS4, WMD1, IPD3, PPD5	R ϕ 1, R ϕ 2 -według kluczy ϕ 0, ϕ 1, ϕ 2, ϕ 4, ϕ 5, ϕ 6, ϕ 8
6	WMWYDA ϕ 6XX	Zbiór wydawniczy podsystemu SIP-WM	WMD1	Odpowiednio zredagowane informacje ze zbiorów WMPWFL ϕ 2XX, WMARFI ϕ 3XX, WMWYBN ϕ 4XX	WMW1	Wymaga zaprojektowania sposobu uporządkowania dla poszczególnych wersji realizacji
7	IPWMFP ϕ 7XX	Zbiór informacji o statystycznie wiarygodnych wymiarowych modelach funkcji produkcji, wersja IP	IPZ3	R ϕ 1-dane o aktualnie "obowiązujących" modelach przydatnych dla celów identyfikacji procesu produkcji	IPS7, IPD3, IPN2	R ϕ 1,według kluczy ϕ 1, ϕ 2, ϕ 4, ϕ 5, ϕ 6

1	2	3	4	5	6	7
8	IPIDPTØ8XX	Zbiór wynikowy jednostki przetwarzania JP-IP-Ø1	IPN2	RØ1-dane o efektach produkcyjnych postępu techniczno- organizacyjnego	IPD4	wymaga zaprojektowania sposobu uporządkowania
9	IPIDPC1ØXX	Zbiór wynikowy jednostki przetwarzania JP-IP-Ø3	IPN2	RØ1-dane o tempie wzrostu produkcji RØ2-dane o relacjach pomiędzy wielkością produkcji i jej czynnikami	IPD4	wymaga zaprojektowania sposobu uporządkowania
10	IPIDEEØ9XX	Zbiór wynikowy jednostki przetwarzania JP-IP-Ø2	IPN2	RØ1-dane o poziomie efektywności ekonomicznej procesu produkcji oraz efektywności czynników. RØ2-dane o dynamice efektywności ekonomicznej procesu produkcji oraz poszczególnych czynników	IPD4	jak wyżej
11	IPWYDA11XX	Zbiór wydawniczy podsystemu SIP-IP	IPD4	Odpowiednio zredagowane informacje ze zbiorów IPIDPTØ8XX, IPIDEEØ9XX	IPW3	jak wyżej
12	PPPDPP13Ø1	Zbiór informacji o prognozie procesu produkcji	PPZ5	RØ1-dane o prognozie czynników produkcji i ich efektywnościach; tworzony na podstawie PPØ1, RØ2-dane o prognozie wielkości produkcji; tworzony na podstawie PPØ2, RØ3-dane o prognozie neutralnego postępu technicznego tworzony na podstawie PPØ3	PPN4	jak wyżej

1	2	3	4	5	6	7
13	PPWMFP12XX	Zbiór informacji o statystycznie wiarygodnych wymiarowych modelach funkcji produkcji, wersja PP	PPZ4	Zawartość jak w zbiorze IPWMFP07XX, generowana na podstawie PP04	PPS8, PPD5, PPN4, PPN3, PPN5	jak w IPWMFP07XX
14	PPPRWT17XX	Zbiór wynikowy jednostki przetwarzania JP-PP-04	PPN4	R01-dane o prognozie tempa wzrostu produkcji	PPD6	Wymaga zaprojektowania sposobu uporządkowania
15	PPPRWS18XX	Zbiór wynikowy jednostki przetwarzania JP-PP-04	PPN4	R01-dane o prognozowaniu skali wzrostu produkcji	PPD6	jak wyżej
16	PPPREE15XX	Zbiór wynikowy jednostki przetwarzania JP-PP-02	PPN3	R01-dane o prognozie wielkości produkcji i jej czynników	PPD6	jak wyżej
17	PPPRPT16XX	Zbiór wynikowy jednostki przetwarzania JP-PP-01	PPN3	R01-dane o prognozie efektów produkcyjnych postępu techniczno-organizacyjnego oraz udziału neutralnego postępu technicznego, postępu substytucyjnego i organizacyjnego w kształtowaniu wzrostu produkcji	PPD6	jak wyżej
18	PPWYDA19XX	Zbiór wydawniczy podsystemu SIP-PP	PPD6	Zawiera odpowiednio zredagowane rekordy na podstawie informacji ze zbiorów wynikowych podsystemu SIP-PP	PPW4	jak wyżej

1	2	3	4	5	6	7
19	POOGDP21XX	Zbiór ograniczeń DP	POZ6	R ϕ 1-dane o aktualnie występujących ograniczeniach dotyczących zagadnienia dekompozycji planu produkcji; rekordy tworzone na podstawie PO ϕ 1, PO ϕ 3	POS9, PON5	jak wyżej
20	POOGRZ20XX	Zbiór ograniczeń RZ	POZ6	R ϕ 1-dane o aktualnie występujących ograniczeniach dotyczących zagadnienia rozdziału zasobów; rekordy tworzone na podstawie PO ϕ 2, PO ϕ 3	POS ϕ PON5	jak wyżej
21	PODEKP22XX	Zbiór wynikowy jednostki przetwarzania JP-PO- ϕ 1	PON5	R ϕ 1-dane o optymalnej dekompozycji planu produkcji całego systemu gospodarczego na plany poszczególnych podsystemów	POD7	jak wyżej
22	POROZZ21XX	Zbiór wynikowy jednostki przetwarzania JP-PO- ϕ 2	PON5	R ϕ 1-dane o optymalnym przydziale wybranych zasobów, które są w dyspozycji systemu gospodarczego, poszczególnym jego podsystemom	POD7	jak wyżej
23	POWYDA24XX	Zbiór wydawniczy podsystemu SIP-PO	POD7	Zbiór odpowiednio zredagowane rekordy na podstawie informacji ze zbiorów wynikowych podsystemu SIP-OP	POW5	jak wyżej

rolę tabulogramu zbiorczego dla wszystkich jednostek przetwarzania tego podsystemu. Pozostałe tabulogramy wymagają prac projektowych. Wzór zaprojektowanego tabulogramu przedstawiono na rys. 17.

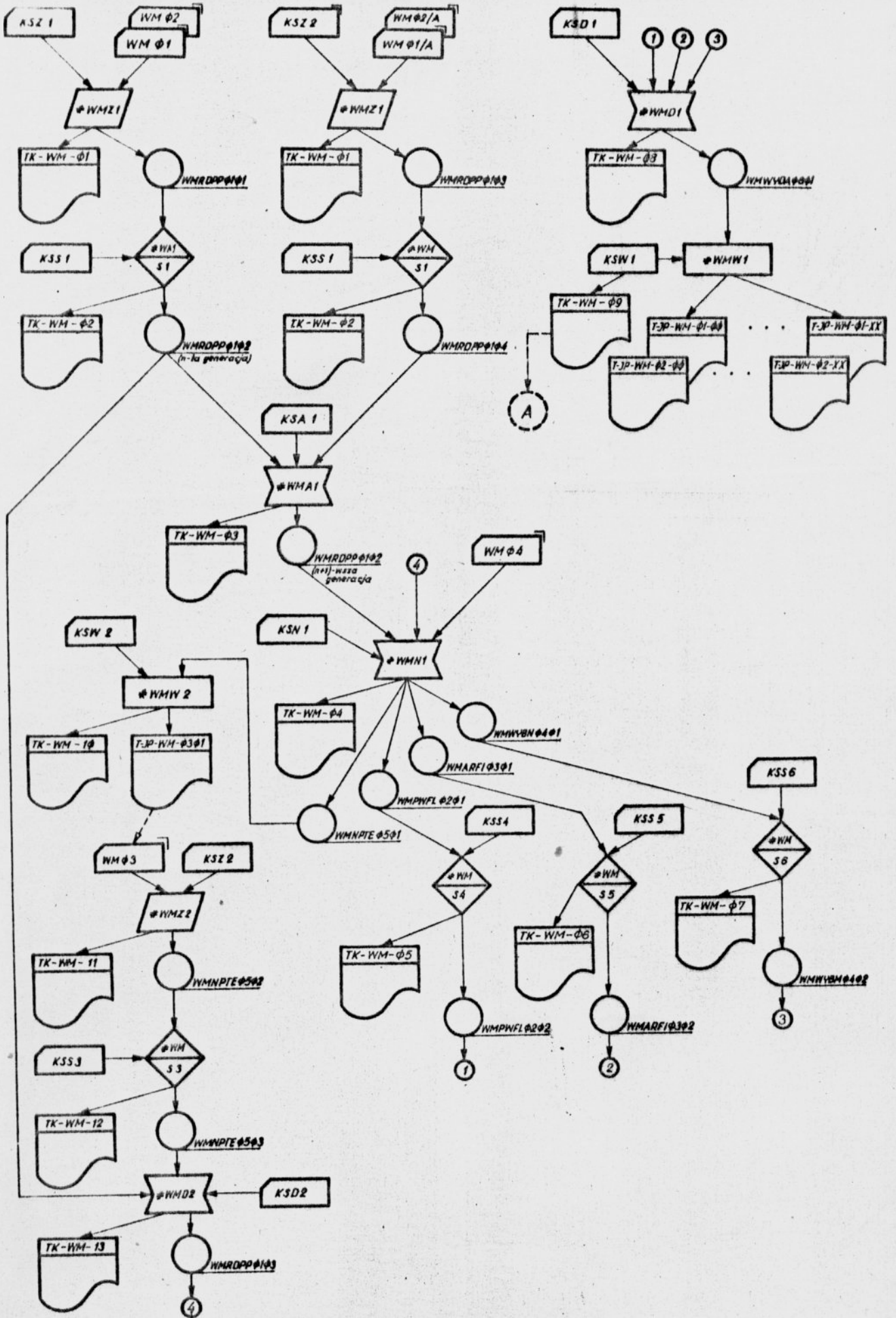
Ad 2) Tabulogramy kontrolne, powstają jako wynik kontroli procesu przetwarzania; zaprojektowanie ich będzie możliwe po opracowaniu zasad kontroli danych i przebiegu poszczególnych programów.

5.6. Opis procesu przetwarzania danych

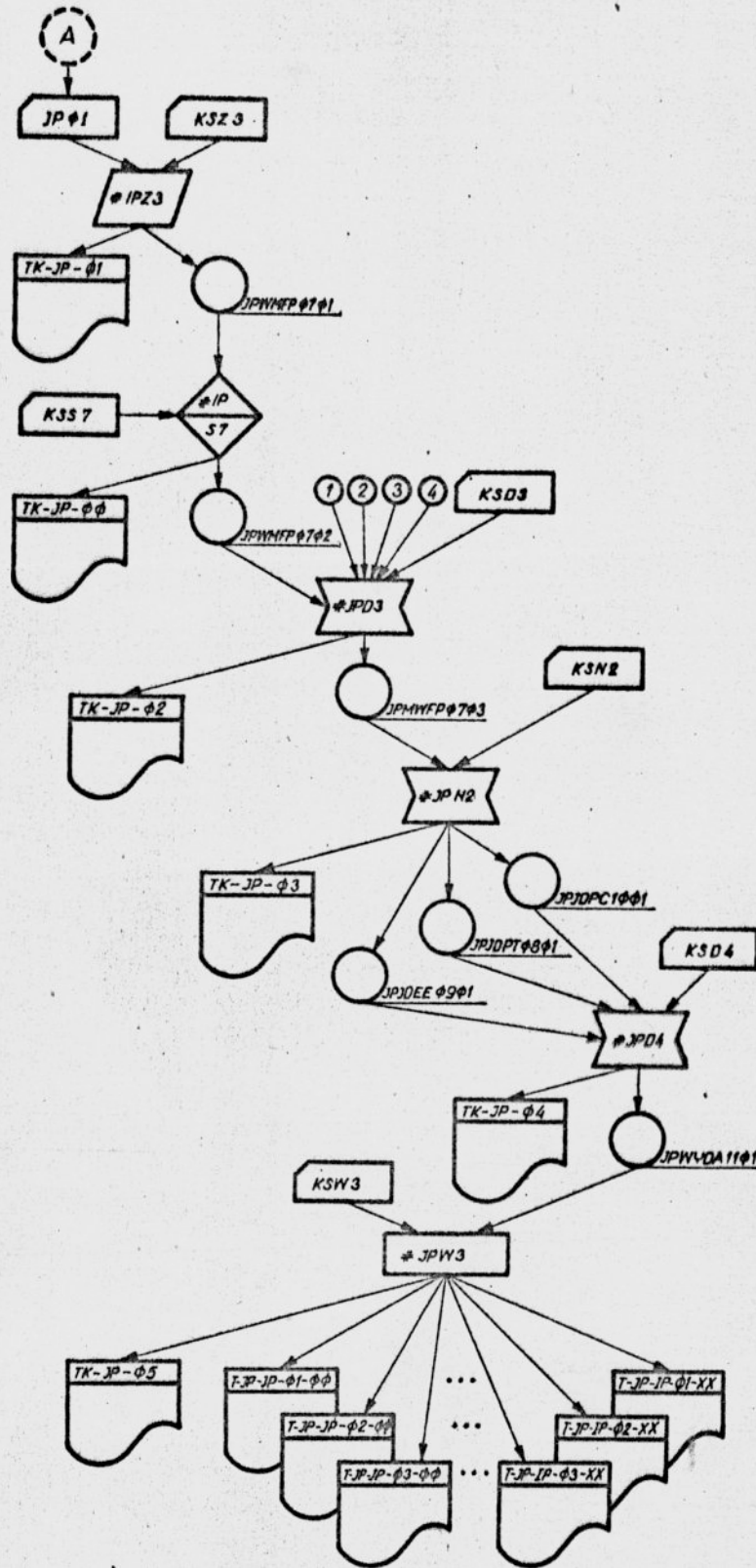
Proces przetwarzania danych w komputerowym systemie identyfikacji i predykcji procesu produkcji przedstawiono na schemacie analitycznym (rys. 18). System korzysta z programów załadowniczych, programów sortowania, programów dobierania, programów numerycznych oraz programów wydawniczych. Ogólną charakterystykę poszczególnych programów podano w tabelicy 9. W chwili obecnej w fazie uruchamiania jest program WMN ϕ 1. Program ten wykorzystuje algorytm wyznaczania wymiarowych modeli funkcji produkcji zrealizowany na podstawie rozwiązań zaprezentowanych w niniejszej pracy. Ogólne zasady budowy i działania algorytmu przedstawiono na rys. 19. W celu uruchomienia¹ programu WMN ϕ 1 należy przygotować następujące dane wejściowe:

- informacje o przebiegu procesu produkcji (zbiór WMRDPP ϕ 1XX) lub dokumenty źródłowe WM ϕ 1, WM ϕ 2,
- informacje o parametrach sterujących (karta sterująca KS1 (rys. 20),
- informacje o początkowych wartościach parametrów funkcji liczbowo-liczbowej w przypadku korzystania z metody aproksymacji stochastycznej (dokument źródłowy WM ϕ 3).

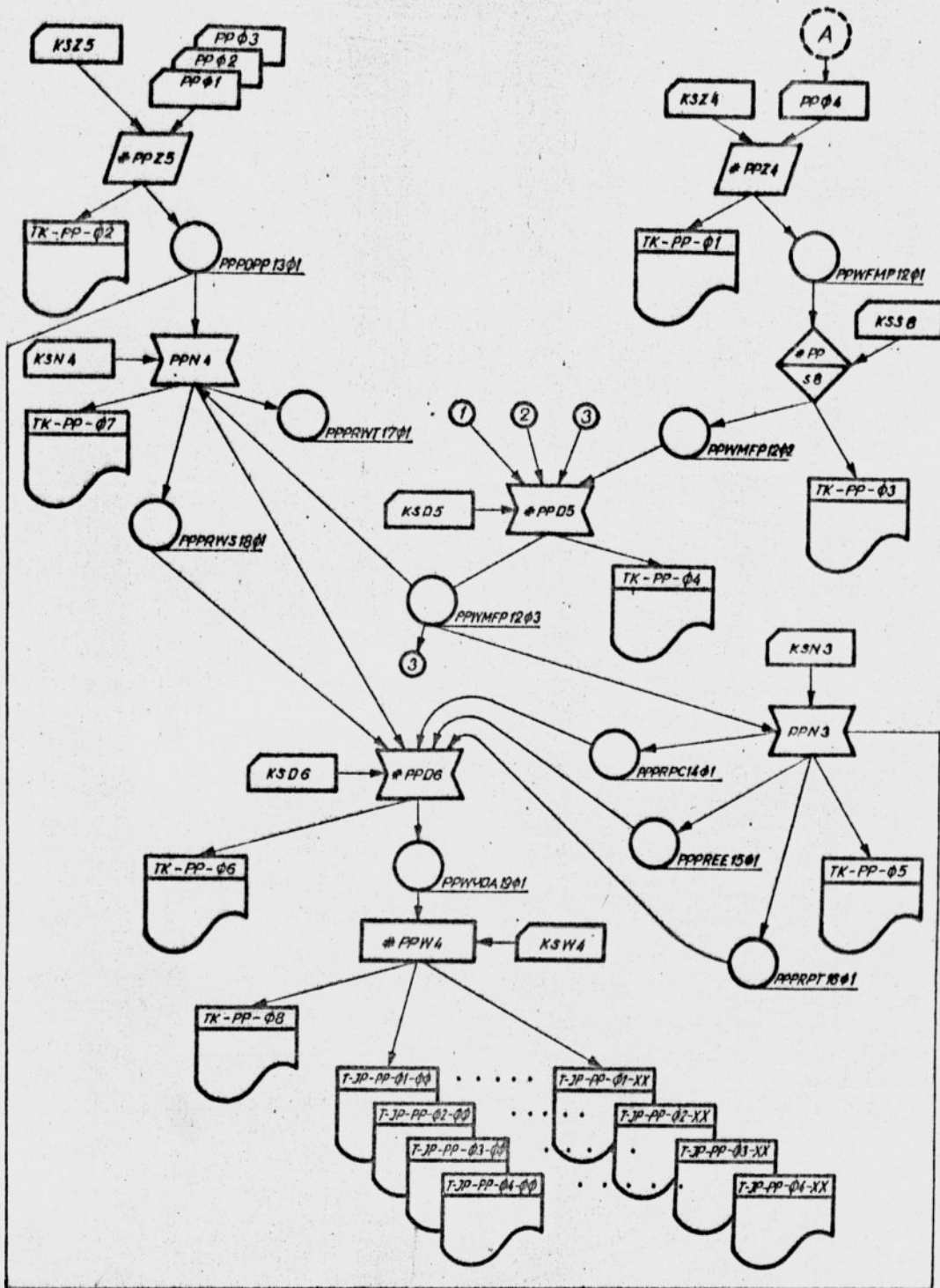
¹Uruchomienie programu możliwe jest przy znajomości kodu specjalnego.



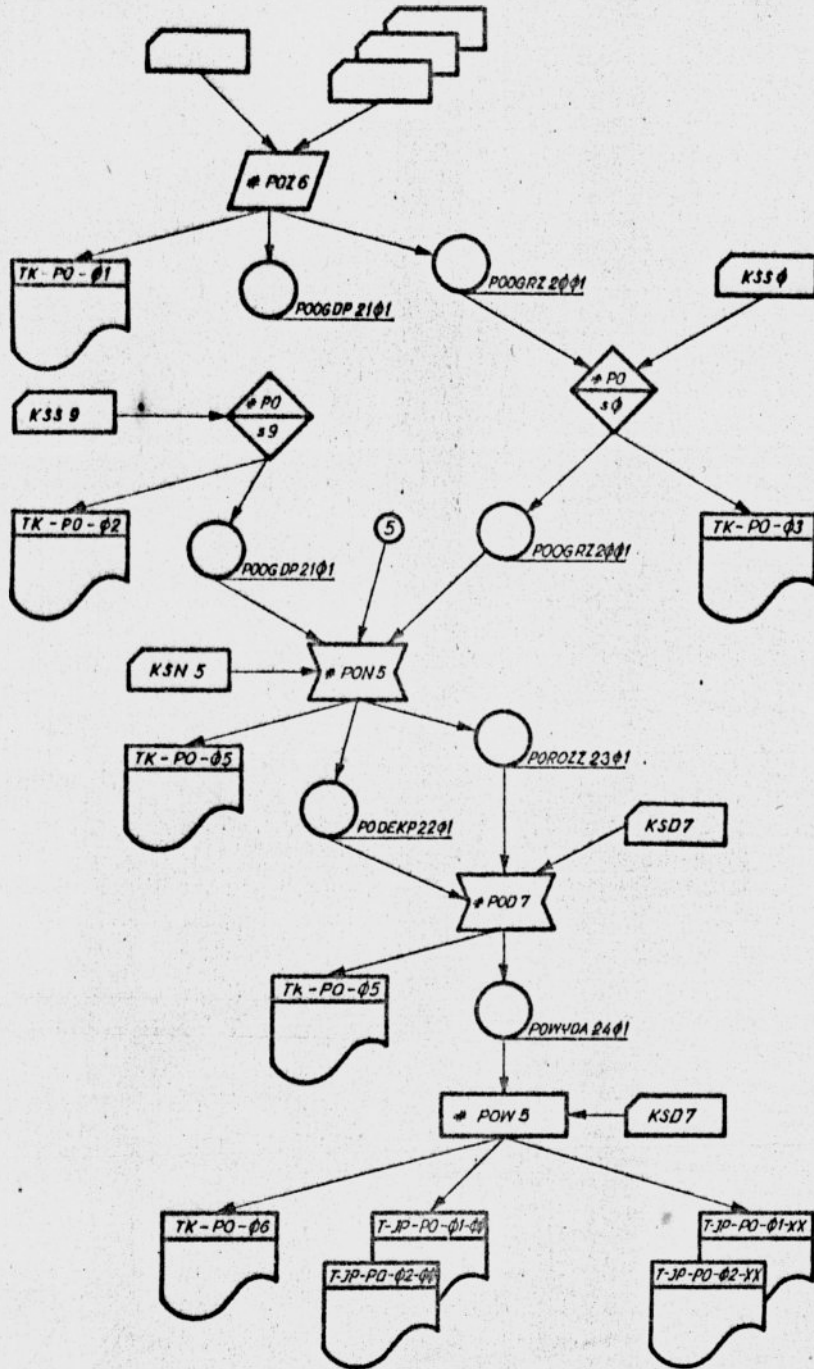
Rys. 10 e. Schemat jakościowy przedstawienia w podsystemie wyznaczania upiastkowych modeli fabryki produkcji



Rys. 10 b. Schemat analityczny przetworzenia w podsystemie identyfikacji procesu produkcji



Rys. 10 c. Schemat analityczny przygotowania w podgotowaniu produkcji procesu produkcji



Rys. 10 d. Schemat analityczny przetwarzania w podsystemie optymalizacji

Zestawienie programów w systemie SIP

Tabela 9

Rodzaj programu	Przeznaczenie programu	Nazwa programu	Symbol karty sterującej	Zbiory wejściowe	Zbiory wyjściowe	Symbol tabulogramu kontrolnego	Klucze
1	2	3	4	5	6	7	8
Załadowczy	-wczytanie informacji z dokumentów źródłowych -kontrola formalna poprawności danych -generowanie rekordów w zbiorze wyjściowym na taśmie magnetycznej -wydruk raportu o przebiegu załadowczym	#WMZ1	KSZ1	WMØ1 WMØ2	WMRDPPØ1Ø1 WMRDPPØ1Ø3	TK-WM-Ø1	
		#WMZ2	KSZ2	WMØ3	WMNPTEØ5Ø2	TK-WM-11	
		#IPZ3	KSZ3	IPØ1	IPWMFPØ7Ø1	TK-IP-Ø1	
		#PPZ4	KSZ4	PPØ4	PPWMFP12Ø1	TK-PP-Ø1	
		#PPZ5	KSZ5	PPØ1 PPØ2 PPØ3	PPPDPP13Ø1	TK-PP-Ø2	
		#POZ6	KSZ6	POØ1 POØ2 POØ3	POOGDP21Ø1 POOGRZ2ØØ1	TK-PO-Ø1	
Sortowania	-wczytanie rekordów ze zbioru wejściowego zapisanego na taśmie magnetycznej -porządkowanie informacji według ustalonych kluczy -generowanie rekordów w zbiorze wyjściowym na taśmie magnetycznej -wydruk raportu o przebiegu sortowania	#WMS1	KSS1	WMRDPPØ1Ø1	WMRDPPØ1Ø2	TK-WM-Ø2	ØØ, Ø1, Ø2 lub Ø3, Ø4
		#WMS5	KSS3	WMNPTEØ5Ø2	WMNPTEØ5Ø3	TK-WM-12	ØØ, Ø1, Ø4, Ø5, Ø6, Ø9
		#WMS4	KSS4	WMPWFLØ2Ø1	WMPWFLØ2Ø2	TK-WM-Ø5	ØØ, Ø1, Ø4, Ø5, Ø6, Ø7
		#WMS5	KSS5	WMARFIØ3Ø1	WMARFIØ3Ø2	TK-WM-Ø6	ØØ, Ø1, Ø4, Ø6, Ø7 lub Ø8, Ø5
		#WMS6	KSS6	WMWYBNØ4Ø2	WMWYBNØ4Ø3	TK-WM-Ø7	ØØ, Ø1, Ø4, Ø5, Ø6, Ø2 lub Ø3, Ø7 lub Ø8
		#IPS7	KSS7	IPWMFPØ7Ø1	IPWMFPØ7Ø2	TK-IP-ØØ	ØØ, Ø1, Ø5, Ø6, Ø2
		#PPS8	KSS8	PPWMFP12Ø1	PPWMFP12Ø2	TK-PP-Ø3	
		#POS9	KSS9	POOGDP21Ø1	BOOGDP21Ø2	TK-PO-Ø2	
		#PCSØ	KSSØ	POOGRZ2ØØ1	POOGRZ21Ø2	TK-PO-Ø3	

1	2	3	4	5	6	7	8
Aktualizacja	<ul style="list-style-type: none"> -czytanie rekordów ze zbioru wejściowego na taśmie magnetycznej -czytanie rekordów ze zbioru aktualizującego -wpisanie odpowiednich rekordów ze zbioru aktualizującego do zbioru wyjściowego, przepisanie pozostałych rekordów ze zbioru wejściowego -wydruk raportu o przebiegu aktualizacji 	WMA1	KSA1	WMRDPP0102 o numerze generacji n WMRDPP0104	WMRDPP0102 o numerze generacji n+1	TK-WM-03	
Numeryczny	<ul style="list-style-type: none"> -wyznaczenie baz procesu, obliczenie wykładników potęgowych czynników bazowych oraz niebazowych, -wyznaczanie wartości argumentów funkcji liczbowo-liczbowej, -obliczanie wartości parametrów funkcji liczbowo-liczbowej i statystyczna weryfikacja modelu, -oszacowanie wielkości charakteryzujących neutralny postęp techn. -wydruk raportu o przebiegu programu <p>/szczegółowe przedstawienie progr.zamieszczono na str.</p>	WMI1	KSN1	WMRDPP0102 WM04 WMRDPP0103	WMWYBN0401 WMARFI0301 WMPWFL0201 WMNPIE0501	TK-WM-04	

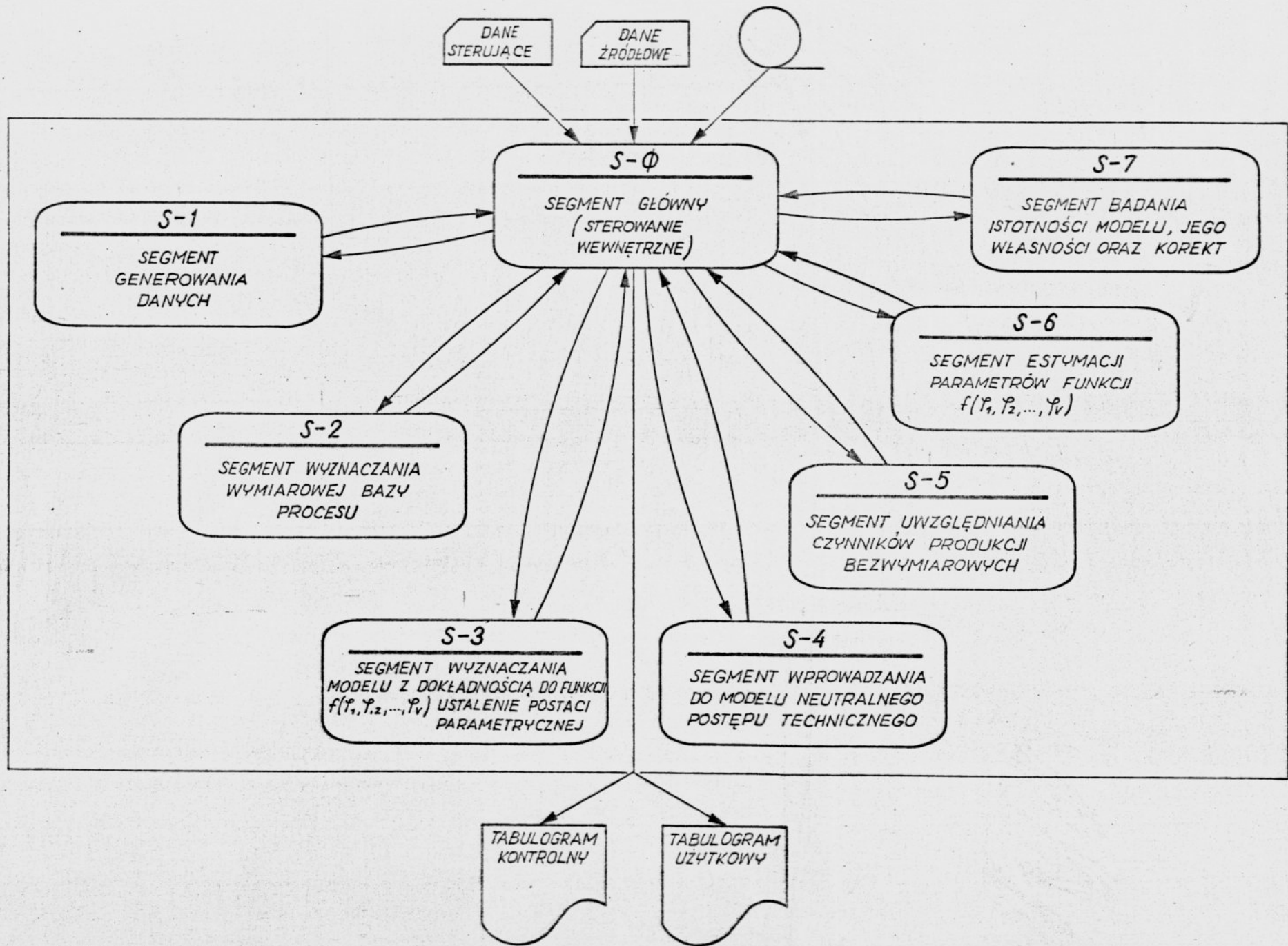
1	2	3	4	5	6	7	8
	<ul style="list-style-type: none">-obliczenie efektu produkcyjnego postępu techniczno-organizacyjnego,-określenie udziału postępu techniczno-organizacyjnego w kształtowaniu procesu produkcji-obliczenie efektów produkcyjnych<ul style="list-style-type: none">•neutralnego postępu technicznego,•substytucyjnego postępu technicznego,•postępu w organizacji pracy-określenie udziałów poszczególnych efektów cząstkowych w sumarycznym efekcie produkcyjnym postępu techniczno-organizacyjnego-wyznaczanie wartości mierników poziomu i dynamiki globalnej i cząstkowej efektywności ekonomicznej i intensyfikacji produkcji-wylizanie wielkości produkcji przy zadanej wielkości czynników produkcji-wydruk raportu o przebiegu programu	#IPN2	KSN2	IPWMFP 0703	IPIDPT0801 IPIDEE0901 IPIDPC1001	TK-IP-03	

1	2	3	4	5	6	7	8
	<ul style="list-style-type: none">-obliczenie efektu produkcyjnego postępu techniczno-organizacyjnego,-określenie udziału postępu techniczno-organizacyjnego w kształtowaniu procesu produkcji-obliczenie efektów produkcyjnych<ul style="list-style-type: none">•neutralnego postępu technicznego,•substytucyjnego postępu technicznego,•postępu w organizacji pracy-określenie udziałów poszczególnych efektów cząstkowych w sumarycznym efekcie produkcyjnym postępu techniczno-organizacyjnego-wyznaczanie wartości mierników poziomu i dynamiki globalnej i cząstkowej efektywności ekonomicznej i intensyfikacji produkcji-wylizanie wielkości produkcji przy zadanej wielkości czynników produkcji-wydruk raportu o przebiegu programu	#IPN2	KSN2	IPWMEP 0703	IPIDPT0801 IPIDEE0901 IPIDPC1001	TK-IP-03	

1	2	3	4	5	6	7	8
	<ul style="list-style-type: none"> -wyznaczenie prognozy wielkości produkcji przy zadanych rozmiarach czynników produkcji, -wyznaczenie prognozy efektywności ekonomicznej procesu produkcji, -wyznaczenie prognozy dotyczącej postępu techniczno-organizacyjnego, -wydruk komunikatu o przebiegu programu, -zapis rekordów do zbiorów wyjściowych. 	# PPN3	KSN3	PPWMFP12Ø3 PPPDPP13Ø1	PPRPPC14Ø1 PPPREE15Ø1 PPRPT16Ø1	TK-PP-Ø5	
	<ul style="list-style-type: none"> -wyznaczanie prognozy wzrostu produkcji -wyznaczanie prognozy skali wzrostu produkcji, -wydruk tabulogramu kontrolnego 	# PPN4	KSN4	PPPDPP13Ø1 PPWMFP12Ø3	PPRWT17Ø1 PPRWS18Ø1	TK-PP-Ø7	
	<ul style="list-style-type: none"> -wyznaczanie wskaźników jakości kierowania i charakterystyk kierowania dla poszczególnych podsystemów gospodarczych, -dokonanie dekompozycji planu produkcji, -dokonanie rozdziału zasobów, -zapisanie rekordów do zbioru wyjściowego, -wydruk tabulogramu kontrolnego. 	# PON5	KSN5	POOGDP21Ø2 POOGRZ2ØØ2 PPWMFP12Ø3	PODEKP22Ø1 POROZZ23Ø1	TK-PO-Ø4	

1	2	3	4	5	6	7	8
dobierania	-czytanie rekordów ze zbiorów wejściowych, -porównywanie kluczy, -przepisywanie odpowiednich informacji do zbioru wyjściowego, -druk raportu o przebiegu dobierania	# WMD1	KSD1	WMPWFL0202 WMARFI0302 WMWYBN0402	WMWYDA0601	TK-WM-08	
		# WMD2	KSD2	WMNPTE0502 WMNPTE0503	WMRDPP0103	TK-WM-13	
		# IPD3	KSD3	WMPWFL0202 WMARFI0302 WMWYBN0402 IPWMFP0702	IPWMFP0703	TK-IP-02	00,01,05, 06
		# IPD4	KSD4	IPIDPC1001 IPIDPT0801 IPIDEE0901	IPWYDA1101	TK-IP-04	
		# PPD5	KSD5	WMWYBN0402 PPWMFP1202 WMPNFL0202 WMARFI0302	PPWMFP1203	TK-PP-04	
		# PPD6	KSD6	PPRPC1401 PPRWT1701 PPREE1501 PPRWS1801 PPRPT1601	PPWYDA1601	TK-PP-06	
		# POD7	KSD7	PODEKP2201 POROZZ2301	POWYDA2401	TK-PO-05	

1	2	3	4	5	6	7	8
wydawniczy	- czytanie rekordów ze zbiorów wejściowych, - wydruk tabulogramów użytko- wych i kontrolnych	# WMW1	KSW1	WMWYDA 0601	T-JP-WM-08-XX T-JP-WM-01-XX	TK-WM-09	
		# WMW2	KSW2	WMNPTE 0501	T-JP-WM-03-01	TK-WM-10	
		# IPW3	KSW3	IPWYDA 1101	T-JP-TP-01-XX T-JP-IP-02-XX T-JP-IP-03-XX	TK-IP-05	
		# PPW4	KSW4	PPWYDA 1901	T-JP-PP-01-XX T-JP-PP-02-XX T-JP-PP-03-XX T-JP-PP-04-XX	TK-PP-08	
		# POW5	KSW5	POWYDA 2401	T-JP-PO-01-XX T-JP-PO-01-XX	TK-PO-06	



Rys.19. Ogólny schemat budowy i działania algorytmu wyznaczania wymiarowych modeli funkcji

Karta sterująca KS1 zawiera następujące parametry:

a) parametry wyboru:

GEN - uruchomienia generatora danych statystycznych,

PW - modyfikacji postaci funkcji liczbowo-liczbowej,

PN }
PS } - wyboru rodzajów neutralnego postępu technicznego,

TK }
TS } - wyboru postaci funkcji liczbowo-liczbowej,

PE }
PF } - wyboru metody estymacji,

SPR - sprowadzenia funkcji liczbowo-liczbowej do postaci liniowej,

NTK }
LK } - wyboru wariantu testu Kołmogorowa.

b) parametry ograniczające ilość:

LP - serii danych statystycznych,

KX - żadaną serii danych (przy metodzie aproksymacji stochastycznej,

N1 - wymiarowych czynników produkcji,

N2 - bezwymiarowych czynników produkcji,

N - jednostek podstawowego układu jednostek miar,

TMAX - teoretycznie możliwych wymiarowych baz procesu,

SS - elementów podzbioru serii danych generowanych,

QP - klas w teście Pirsona,

KOMEG - żadana ilość kroków w uogólnionej metodzie najmniejszych kwadratów,

POLM - ilość wymiarowych baz procesu wyprowadzanych z procedury,

c) parametry metod estymacji i badania istotności funkcji liczbowo-liczbowej:

DT2 - dopuszczalna wielkość błędu dopasowania danych z modelu do danych rzeczywistych,

- NL } - parametry charakteryzujące ciąg zbieżności aproksymacji
NM } - stochastycznej,
- DL } - wartości krytyczne rozkładu statystyki Durбина-Watsona,
DU }
- AL1 - poziom istotności,
- SSW - ilość szacowanych parametrów w teście Pirsona,
- STK - wartość krytyczna rozkładu Studenta.

Program WMNO1 może być realizowany w 12090 wariantach. Wyboru jednego z nich dokonuje się, zadając odpowiednie wartości parametrów karty sterującej. Wartości te zestawiono w tab. 10. Parametry karty KSN1 są danymi wejściowymi dla automatycznego sterowania programem, który jest realizowany przez segment główny. Segment ten, oznaczony symbolicznie S- ϕ (rys. 19), prowadzi także konwersację z urządzeniami WE/WY maszyny cyfrowej oraz wywołuje określone podprogramy realizujące zadania stawiane innym segmentom.

Segment generowania danych S-1 jest wykorzystywany w przypadkach, gdy ilość rzeczywistych informacji statystycznych o wielkości produkcji i jej czynnikach jest niewystarczająca do przeprowadzenia estymacji parametrów funkcji liczbowo-liczbowej. Występuje to głównie, gdy stosuje się metodę aproksymacji stochastycznej. Sposób konstruowania generatora przedstawiono w pracy [78].

Zasady działania kolejnych segmentów S-2, S-3 wynikają bezpośrednio z odpowiednich twierdzeń i definicji analizy wymiarowej. Segment S-2 dokonuje wyboru potencjalnej bazy procesu, a następnie sprawdza wymiarową niezależność tego układu czynników produkcji, czyli ustala faktyczną bazę procesu. Algorytm wyznaczania kolejnych potencjalnych baz został opracowany specjalnie dla potrzeb algorytmu WMNO1. Segment S-3 wyznacza wykładniki potęgowe a_i , a_{ij} (por. punkt 1.3.2) czyli

Tabela 10 Zestawienie parametrów sterujących

Nr parametru	Symbol parametru	Możliwe wartości parametrów i opis ich działania	Ilość możliwych wariantów																									
1.	GEN	\emptyset - nie wystąpi generacja danych statystycznych	2																									
		1 - wystąpi generacja danych statystycznych																										
2.	PW	\emptyset - nie wystąpi parametr wolny /swobodny/	2																									
		1 - wystąpi parametr wolny /swobodny/																										
3.	NEUTRALNY POSTĘP TECHNICZNY																											
		<table border="1" style="width: 100%; text-align: center;"> <tr> <td>nie występuje</td> <td>Hicks'a</td> <td>Hicks'a i Sollova</td> <td>Hicks'a i Harroda</td> <td>Sollova i Harroda</td> <td>Sollova, Harroda</td> <td>oraz Hicks'a</td> <td>Solova</td> <td>Harroda</td> <td>nie występuje</td> <td>nie występuje</td> <td>nie występuje</td> <td>nie występuje</td> </tr> <tr> <td>1</td> <td>2</td> <td>2</td> <td>2</td> <td>3</td> <td>2</td> <td>3</td> <td>4</td> <td>1</td> <td>1</td> <td>1</td> <td>1</td> </tr> </table>	nie występuje	Hicks'a	Hicks'a i Sollova	Hicks'a i Harroda	Sollova i Harroda	Sollova, Harroda	oraz Hicks'a	Solova	Harroda	nie występuje	nie występuje	nie występuje	nie występuje	1	2	2	2	3	2	3	4	1	1	1	1	12
	nie występuje	Hicks'a	Hicks'a i Sollova	Hicks'a i Harroda	Sollova i Harroda	Sollova, Harroda	oraz Hicks'a	Solova	Harroda	nie występuje	nie występuje	nie występuje	nie występuje															
	1	2	2	2	3	2	3	4	1	1	1	1																
PN																												
PS																												
4.	POSTAĆ FUNKCJI LICZBOWO-LICZBOWEJ																											
		liniowa	liniowa oraz multiplikatywna	multiplikatywna	3																							
	TK	1	1	2																								
	TS	2	1	1																								
5.	METODA ESTYMACJI PARAMETRÓW FUNKCJI LICZBOWO-LICZBOWEJ																											
		metoda najmniejszych kwadratów	metoda aproksymacji stochastycznej	/Rezerwa/ inna metoda	metoda najmniejszych kwadratów oraz metoda aproksymacji stochastycznej	metoda najmniejszych kwadratów oraz inna metoda	metoda aproksymacji stochastycznej oraz inna metoda	wszystkie metody estymacji	7																			
	PE1	1	2	3	1	1	2	1																				
	PF1	3	2	1	\emptyset	2	1	1																				
6.	SPR	\emptyset - w wypadku multiplikatywnej postaci funkcji liczbowo-liczbowej nie nastąpi jej sprowadzenie do postaci liniowej	2																									
		1 - w wypadku multiplikatywnej postaci funkcji liczbowo-liczbowej nastąpi jej logarytmiczna transformacja do postaci liniowej																										
7.	NTK	\emptyset - model jest istotny jeżeli chociaż w jednym z wariantów testu Kolmogowa uzyska się pozytywny rezultat	6																									
		1 - model jest istotny jeżeli wszystkie warianty testu Kolmogowa dają pozytywne rezultaty																										
		1 - wariant testu nr 1 statystyka /statystyka D ⁺ /																										
		2 - wariant testu nr 2 statystyka /statystyka D ⁻ /																										
	LK	3 - wariant testu nr 3 statystyka /statystyka D /																										

przedstawia wielkość produkcji oraz niebazowe czynniki produkcji jako kombinację wymiarową czynników produkcji należących do bazy procesu. Segment ten sprowadza również wymiarowy model funkcji produkcji do postaci parametrycznej. Segment S-4 wprowadza do modelu oddziaływanie na proces produkcji neutralnego postępu technicznego. Wykorzystuje się w tym celu przedstawiony w punkcie 2.3 sposób uwzględniania w wymiarowym modelu funkcji produkcji neutralnego postępu technicznego w sensie Hicksa, Solowa lub Harroda.

Następny segment (S-5) procedury uwzględnia w modelu czynniki produkcji, które są wielkościami bezwymiarowymi oraz wprowadza do modelu dodatkową zmienną: $\psi_0 = 1$, która umożliwi uwzględnienie lub nie, w dalszym przebiegu programu, swobodnego (wolnego) parametru w funkcji liczbowo-liczbowej.

W segmencie (S-6) szacowania wartości parametrów funkcji realizowane są następujące zadania:

- przygotowanie macierzy danych statystycznych do szacowania wartości parametrów metodą aproksymacji stochastycznej [11,27,78] ,
- szacowanie wartości parametrów liniowej (lub sprowadzonej do liniowej) funkcji liczbowo-liczbowej metodą najmniejszych kwadratów¹,
- szacowanie wartości parametrów liniowej (lub sprowadzonej do liniowej) bądź multiplikatywnej postaci funkcji metodą aproksymacji stochastycznej,
- sprowadzanie postaci multiplikatywnej do liniowej,

¹Przy następujących założeniach o stochastycznej strukturze parametrycznej postaci wymiarowego modelu funkcji produkcji elementy macierzy danych statystycznych są ustalonymi liczbami (nie są zmiennymi losowymi). $E(U)=0$, U - zmienna losowa (czynnik o charakterze przypadkowym).

$D^2U = \sigma^2 M$ $M = \begin{cases} I - \text{macierz jednostkowa} \\ R - \text{dodatnio określona macierz symetryczna.} \end{cases}$

- wyznaczanie błędu dopasowania oraz empirycznej wariancji reszto-
wej dla oszacowanego modelu metodą najmniejszych kwadratów lub meto-
dą aproksymacji stochastycznej,

- szacowanie macierzy kowariancji parametrów dla liniowej i multipli-
katywnej funkcji liczbowo-liczbowej, której parametry oszacowano metodą
najmniejszych kwadratów.

Zastosowane algorytmy oparto na zasadach szacowania wartości para-
metrów modeli przy zastosowaniu aproksymacji stochastycznej i metody
najmniejszych kwadratów [11,17,18,22,32,51,69,74] .

Ostatni segment procedury (S^0-7) jest realizowany jedynie, gdy do
szacowania wartości parametrów zastosowano metodę najmniejszych kwa-
dratów. Realizuje on następujące zadania:

- wyznacza macierz wartości czynnika produkcji o charakterze przy-
padkowym (wartości zmiennej losowej U),

- przeprowadza standaryzację zmiennej losowej U ,

- wyznacza współczynnik determinacji (RD) (por. [74, s. 36]),

- przeprowadza weryfikację hipotezy o normalności rozkładu zmien-
nej losowej U za pomocą testu Pirsona (dla licznej próby) lub testu
Kolmogorowa (dla małej próby),

- przeprowadza weryfikację hipotezy o braku korelacji za pomocą
statystyki F -Fischera-Snedecora,

- przeprowadza weryfikację hipotezy o braku istotności parametrów
za pomocą statystyki t -Studenta,

- przeprowadza weryfikację hipotezy o autokorelacji realizacji zmien-
nej losowej E za pomocą statystyki Durbin-Wottsona (dla małych prób)
oraz testu serii (dla dużych prób),

- bada stabilność czynnika losowego za pomocą testu serii,

- przeprowadza weryfikację hipotezy o heteroskedastyczności (homo-

skedastyczności) modelu za pomocą statystyki F (dla małych prób) oraz testu o istotności parametrów w liniowym związku pomiędzy wariancją resztową a pewną zmienną "w" (dla dużych prób) [74] ,

- koryguje oszacowania parametrów za pomocą uogólnionej metody najmniejszych kwadratów.

Prezentowany program WMN1 został napisany w języku FORTRAN 1900. Zbudowany jest z 32 podprogramów, które wykorzystują programy standardowe: FPMGEIN, FPMUMT, FUDET, FPMASUS, z biblioteki SUBGROUPEFSCE oraz FUNIFAB, FNOR, FSZER, FCHIK, FSNE, FSTUD, z biblioteki SUBGROUPEFGIS. Przewidywany obszar pamięci potrzebny do realizacji programu wynosi około 36 k słów dla sześćcioelementowego podstawowego układu jednostek miar, czternastu czynników produkcji, dla których dysponuje się ośmioelementowymi szeregami danych statystycznych. Program WMN1 w chwili obecnej poddawany jest testowaniu na rzeczywistych danych przedsiębiorstwa przemysłowego.

5.7. Środki techniczne eksploatacji

Wdrożenie i eksploatacja systemu będą realizowane z wykorzystaniem komputera ODRA serii 1300 (o powiększonej pamięci operacyjnej), wyposażonego w pamięci masowe na taśmach magnetycznych.

Przygotowanie maszynowych nośników informacji w okresie eksploatacji systemu będzie się odbywało w sekcji przygotowania nośników informacji działu przetwarzania danych, wyposażonej w dziurkarki i sprawdzarki kart. Dane wynikowe drukowane będą na drukarkach wierszowych 120-znakowych.

PODSUMOWANIE

Celem pracy było zbadanie możliwości wykorzystania wymiarowych modeli funkcji produkcji do identyfikacji i prognostycznej oceny procesu produkcji. Zakres rozważań zawężono do następujących zagadnień szczegółowych:

- metodologicznych przesłanek wyznaczania funkcji produkcji (rozdz. 1, pkt. 1.2),
- techniczno-ekonomicznej interpretacji wymiarowego modelu funkcji produkcji (rozdz. 1 pkt 1.3.3),
- zagadnienia badania kompletności modelu ze względu na czynniki produkcji w nim uwzględnione (rozdz. 1, pkt 1.3.4),
- neutralnego postępu technicznego i postępu organizacyjnego w wymiarowym modelu funkcji produkcji (rozdz. 2, pkt 2.3 i 2.4),
- mierników efektywności ekonomicznej procesu produkcji sformułowanych przy zastosowaniu wymiarowych modeli funkcji produkcji (rozdz. 3, pkt 3.2 i 3.3),
- modelowania wzrostu produkcji z wykorzystaniem wymiarowych modeli funkcji produkcji (rozdz. 4, pkt 4.2),
- wybranych zagadnień decyzyjnych dotyczących programowania produkcji (rozdz. 4, pkt 4.3).

Wyniki z przeprowadzonych badań potwierdziły słuszność sformułowanej w pracy tezy o przydatności wymiarowych modeli funkcji produkcji do badania i programowania procesu produkcji. Uzyskane rezultaty można zakwalifikować do dwóch zasadniczych grup.

Pierwsza obejmuje metodologiczne zasady wyznaczania wymiarowych modeli funkcji produkcji.

1) Sformułowano metodologiczne przesłanki wyznaczania wymiarowych modeli funkcji produkcji, które obejmują teoretyczne podstawy modeli, zasadę substytucyjności i komplementarności, stopień agregacji modelu, wybór zmiennych i postaci funkcji produkcji oraz kryteria ich klasyfikacji.

2) Opracowano sposób badania kompletności modelu czyli sprawdzania, w pewnych sytuacjach, czy w wymiarowym modelu funkcji produkcji uwzględniono wszystkie czynniki mające wpływ na modelowany proces.

3) Opracowano sposób uwzględniania wpływu neutralnego postępu technicznego w wymiarowym modelu funkcji produkcji na proces produkcji, uzyskane w wyniku jego stosowania rezultaty potwierdzają pewne arbitralnie dotąd przyjmowane założenia i pozwalają na uogólnienie znanych w literaturze rozwiązań.

4) Przedstawiono zasady wprowadzania do modelu mierników poziomu organizacji pracy.

5) Nadano wymiarowym modelom funkcji produkcji interpretację techniczno-ekonomiczną.

6) Opracowano sposób uwzględniania w modelu czynników produkcji o charakterze przypadkowym.

7) Zaproponowano wyróżnienie kilku rodzajów wymiarowych baz procesu; ma to istotne znaczenie przy statystycznej weryfikacji modelu i dla ostatecznego wyboru modelu.

Na tej podstawie opracowano procedurę wyznaczania i weryfikacji statystycznej wymiarowych modeli funkcji produkcji; ona następnie posłużyła do opracowania programu numerycznego WMN1 zaprezentowanego w rozdziale dotyczącym komputerowego systemu identyfikacji i predykcji procesu produkcji.

Druga grupa wyników obejmuje teoretyczne i aplikacyjne zasady badania i programowania procesu produkcji przy zastosowaniu wymiarowych modeli funkcji produkcji.

1) Przedstawiono propozycję mierzenia, analizy i prognostycznej oceny efektów produkcyjnych wynikających z dokonywanego się postępu techniczno-organizacyjnego, a w szczególności neutralnego i substytucyjnego postępu technicznego oraz postępu organizacyjnego; zaprezentowane rozwiązania zilustrowano przykładami dla liniowych i multiplikatywnych funkcji liczbowo-liczbowych.

2) Opracowano sposób konstruowania mierników globalnej i cząstkowej efektywności ekonomicznej procesu produkcji oraz wskaźników intensyfikacji produkcji.

3) Przedstawiono możliwości modelowania wzrostu produkcji dla potrzeb określania rozwoju. Wykorzystano w tym celu teorię podobieństwa modelowego oraz metodę czynnikowej analizy tempa wzrostu; uzyskane rezultaty poszerzają zakres przydatności funkcji produkcji stosowanych w literaturze, gdyż uwzględniają zależność pomiędzy globalną i cząstkową efektywnością ekonomiczną a tempem lub skalą wzrostu produkcji.

4) Przedstawiono możliwość adaptacji rozwiązań znanych w teorii wielkich systemów do sformułowania i rozwiązania zagadnienia dekompozycji programu produkcji.

Zaproponowana koncepcja identyfikacji i predykcji procesu produkcji umożliwi, jak się wydaje, ocenę istniejących obiektywnie ilościowych i częściowo jakościowych prawidłowości procesu produkcji oraz pozwala na wyznaczenie relacji, na podstawie których można formułować prognozy interesujących wielkości ekonomicznych, a także podejmować decyzje kształtujące przebieg procesu produkcji.

Wymiarowe modele funkcji produkcji, podobnie jak inne funkcje produkcji, mogą być stosowane do badania i programowania procesu produkcji głównie w skali makroekonomicznej np. na poziomie gospodarki narodowej, branży lub gałęzi przemysłu. Istnieją również możliwości ich wykorzystania

na poziomie mikroekonomicznym np. wielkiej organizacji gospodarczej lub przedsiębiorstwa. Możliwości te wynikają z faktu, że funkcje produkcji budowane przy zastosowaniu analizy wymiarowej pozwalają uwzględnić znacznie szerszy zestaw czynników produkcji. Próby użycia wymiarowych modeli funkcji produkcji w skali mikro wymagają jednak rozwiązania wielu problemów, które w istotny sposób decydują o wierności odwzorowania badanego procesu w modelu.

Przedstawione w pracy rozważania mają również określone słabości. Do nich należy głównie konieczność spełnienia sformułowanych w pracy założeń. Wydaje się, że pewnym mankamentem prowadzonych rozważań jest zawężenie problematyki identyfikacji i predykcji procesu produkcji do badania efektów produkcyjnych postępu techniczno-organizacyjnego, efektywności ekonomicznej procesu produkcji i wzrostu produkcji, a pominięcie innych ważnych zagadnień, jak: szczegółowego badania wydajności i intensywności pracy żywej, jakości produktów, ogólnej efektywności gospodarowania, problemów dotyczących kooperacji i wymiany międzynarodowej i innych.

Wiele problemów dotyczących konstruowania i wykorzystania wymiarowych modeli funkcji produkcji nie zostało w pracy rozwiązanych. Stanowią one mogą punkt wyjścia do dalszych badań, które powinny obejmować przede wszystkim:

- opracowanie sformalizowanego sposobu doboru czynników produkcji, które w modelu należy uwzględnić,
- badanie własności estymatorów parametrów funkcji liczbowo-liczbowej, gdy wybrane czynniki obiektywne i subiektywne są zmiennymi losowymi,
- opracowanie sposobu bieżącej aktualizacji modelu,
- problem uwzględniania w modelach zasady substytucyjności i komplementarności czynników produkcji,
- opracowanie sposobu jednoczesnego występowania neutralnego postępu technicznego w ujęciu Hicksa, Solowa i Harroda,

- konstruowanie niemierników poziomu organizacji pracy,
- empiryczną weryfikację zaproponowanych w pracy rozwiązań.

Generalnie, jak się wydaje, dalsze badania powinny iść w kierunku wykorzystania wymiarowych modeli funkcji produkcji do budowy modeli rozwoju gospodarczego.

LITERATURA

- 1 Ackoff R., Decyzje optymalne w badaniach stosowanych, PWN, Warszawa 1969.
- 2 Allen R.G.D., Teoria makroekonomiczna, PWN, Warszawa 1975.
- 3 Ancyskin A., Prognozirowanije rosta socjalisticeskoj ekonomiki, Ekonomika, Moskwa 1973.
- 4 Bączykowski A., Mierniki intensywności wzrostu gospodarczego, PWE, Warszawa 1974.
- 5 Berżowski A., Intensywność i efektywność wzrostu gospodarczego, Ekonomista 1977, nr 1.
- 6 Borowy M., Kwantyfikacja intensywnego wzrostu, Gospodarka Planowa 1971, nr 8.
- 7 Brol M.W., Koncepcja wykorzystania wymiarowego modelu funkcji produkcji do dekompozycji planu produkcyjnego w przedsiębiorstwie wielozakładowym, Pr.Nauk.Inst.Org. i Zarz. Pol.Wrocł., seria nr 21, 1978.
- 8 Brol M.W., Kroik J., Otrzymywanie globalnych wskaźników jakości procesów produkcyjnych z zastosowaniem wymiarowych modeli funkcji produkcji, Komunikat nr 339 Inst. Org. i Zarz. Pol.Wr.
- 9 Brol M.W., Kroik J., Wymiarowy model funkcji produkcji z uwzględnieniem neutralnego postępu technicznego, postępu organizacyjnego i czynników produkcji o charakterze przypadkowym, komunikat nr 367 Inst.Org. i Zarz. Pol. Wr. 1978.
- 10 Brown M., On the Theory and Measurement of Technological Change, Cambridge 1966.
- 11 Bubnicki Z., Identyfikacja obiektów sterowania, PWN, Warszawa 1974.

- 12 Czerwiński Z., O interpretacji równań ekonometrycznych, Przegląd Statystyczny 1966, nr 3.
- 13 Czerwiński Z., Podstawy matematyczne modeli wzrostu, PWE, Warszawa 1973.
- 14 Czupiał J., Zagadnienia reprodukcji socjalistycznej, Wyd. Pol. Wr. 1975 (skrypt).
- 15 de Jong F.J., Dimensional Analysis for Economists, Amsterdam 1969 North-Holland Publishing Company.
- 16 Drobot S., Foundation of dimensional analysis, Studia Mathematica t. XIV, 1954.
- 17 Goldberger A., Teoria ekonometrii, PWE, Warszawa 1975.
- 18 Hellwig Z., Elementy rachunku prawdopodobieństwa i statystyki matematycznej, PWN, Warszawa 1970.
- 19 Hempel C.G., Podstawy nauk przyrodniczych, WNT, Warszawa 1968.
- 20 Kacprzyński Z., Planowania eksperymentu, podstawy matematyki, WNT, Warszawa 1974.
- 21 Kasprzak W., Lysik B., Analiza wymiarowa w projektowaniu eksperymentu, Wyd. PAN, Wrocław 1978.
- 22 Klein R.L., Wstęp do ekonometrii, PWE, Warszawa 1965.
- 23 Kobriński N.E., Podstawy sterowania w systemach ekonomicznych, WNT, Warszawa 1972.
- 24 Kokar M., O badaniu istotności wpływu wielkości wymiarowych na proces, Komunikat nr 3 Inst. Inż.Chem.i Urz. Ciepl. Pol. Wrocl., Wrocław 1972.
- 25 Kokar M., Optymalizacja wyboru bazy w przypadku identyfikacji procesów wymiarowych, Komunikat nr 70, Inst.Inż.Chem. i Urząd. Ciepl. Wrocław 1974.

- 26 Kopeć A., Postęp techniczny i jego wpływ na rozwój i doskonalenie produkcji w przemyśle elektromaszynowym, komunikat nr 404 Inst. Org. i Zarz. Pol. Wrocł. (praca doktorska), Wrocław 1978.
- 27 Kroik J., Analiza i budowa modeli kierowania procesami wytwórczymi przy użyciu metody aproksymacji stochastycznej, komunikat nr 164 Inst. Org. i Zarz. Pol. Wrocł. (praca doktorska), Wrocław 1976.
- 28 Kruszczyński S., Kwantyfikacja czynników wzrostu produkcji globalnej uspołecznionego przemysłu Wielkopolski w latach 1946-1964, Przegląd Statystyczny 1966, nr 1.
- 29 Kulikowski R., Sterowanie w wielkich systemach, WNT, Warszawa 1970.
- 30 Lange O., Ekonomia polityczna, t. II, PWE, Warszawa 1965.
- 31 Lange O., Optymalne decyzje, PWN, Warszawa 1964.
- 32 Lange O., Wstęp do ekonometrii, PWE, Warszawa 1965.
- 33 Leman E., Prowierka statisticeskich gipotez, Mysl', Moskva 1964.
- 34 Lenin W.I., Dzieła, t. V, KiW, Warszawa 1950.
- 35 Mańczak K., Technika planowania i eksperymentu, WNT, Warszawa 1976.
- 36 Marks K., Engels F., Dzieła, t. XIII, KiW, Warszawa 1966.
- 37 Marks K., Engels F., Dzieła, t. XIX, KiW, Warszawa 1972.
- 38 Marks K., Engels F., Dzieła, t. XXIII, KiW, Warszawa 1968.
- 39 Marks K., Engels F., Dzieła, t. XXII, KiW, Warszawa 1957.
- 40 Marks K., Engels F., Kapitał, t. II, KiW, Warszawa 1955.
- 41 Marks K., Kapitał, t. III, KiW, Warszawa 1957.
- 42 Marks K., Teorie wartości dodatkowej, PWN, Warszawa 1963.
- 43 Melich A., Intensywność-wydajność-efektywność, Trybuna Ludu 1978, nr 44.
- 44 Melich A., Mierniki efektywności, Trybuna Ludu 1978, nr 31.

- 45 Minc B., Aktualne zagadnienia ekonomii politycznej socjalizmu, PWN, Warszawa 1967.
- 46 Naylor T., Modelowanie cyfrowe systemów ekonomicznych, PWN, Warszawa 1975.
- 47 Newman P.K., Read R.C., Production Functions with Restricted Shares, International Economic Review 1961.
- 48 Niemczyński K., Z zagadnień analizy dynamiki gospodarczej, PWN, Warszawa 1974.
- 49 Pajestka J., Ogólne współzależności rozwojowe i społeczne czynniki produkcji, Gospodarka Planowa 1973, nr 3.
- 50 Pajestka J., Zatrudnienie i inwestycje a wzrost gospodarczy, PWN, Warszawa 1961.
- 51 Pawłowski Z., Ekonometria, wyd. IV, PWN, Warszawa 1975.
- 52 Pawłowski Z., Ekonometryczna analiza procesu produkcyjnego, PWN, Warszawa 1976.
- 53 Pawłowski Z., Funkcja produkcji z uwzględnieniem czynnika organizacyjnego, Ekonomista 1970, nr 4.
- 54 Pawłowski Z., Teoria prognozy ekonometrycznej w gospodarce socjalistycznej, PWN, Warszawa 1974.
- 55 Pawłowski Z., Wstęp do statystyki matematycznej, PWN, Warszawa 1967.
- 56 Plasmans J.E.J., Production Investment Behaviour, Universitaire Pers, Tilburg 1975.
- 57 Roślanowska K., Modelowanie funkcji produkcji przy użyciu analizy wymiarowej dla potrzeb kierowania procesami gospodarczymi, Komunikat nr 161 Inst. Org. i Zarządz. Pol. Wrocław. (praca doktorska), Wrocław 1976.
- 58 Saj A., Badanie przydatności miar postępu technicznego, Komunikat nr 278 Inst. Org. i Zarządz. Pol. Wrocław. (praca doktorska), Wrocław 1977.

- 59 Schumpeter J., Teoria rozwoju gospodarczego, PWN, Warszawa 1960.
- 60 Szczepański J., Społeczne warunki i społeczne skutki postępu technicznego, Nowa Kultura 1960, nr 23.
- 61 Szczepański J., Stan badań socjologicznych nad społecznymi procesami industrializacji, Studia Socjologiczne 1964, nr 3.
- 62 Sztuff W., Modelowanie i filozofia, PWN, Warszawa 1971.
- 63 Szűcs E., Modelowanie matematyczne w fizyce i technice, WNT, Warszawa 1977.
- 64 Tinbergen J., de Wolff P., Simplified Model of the Causatio of Technological Unemployment, Econometrica nr 7, 1939 (przedruk w J.Tinbergen "Selected Papers 1959.
- 65 Wandelt K., Studia nad postępowaniem techniczno-organizacyjnym, Prace Komisji Nauk Ekonomicznych, t. I, z. nr 3, Poznań 1972.
- 66 Wąsik B., Dynamiczny model produkcji polskiego przemysłu uspołecznionego w latach 1961-1967, Przegląd Statystyczny 1969, nr 3-4.
- 67 Wojciechowska U., Finansowanie postępu technicznego, PWE, Warszawa 1964.
- 68 Zajac K., Zeliaś A., Ekonometryczna analiza funkcji produkcji i wydajności pracy w przedsiębiorstwie przemysłowym, Przegląd Statystyczny 1968, nr 4.
- 69 Praca zbiorowa pod redakcją S.Bartosiewicz, Metody ekonometryczne, PWE, Warszawa 1976.
- 70 Praca zbiorowa pod redakcją Z.Hellwiga, Elementy rachunku ekonomicznego (Ekonometryczna analiza procesu produkcyjnego), PWE, Warszawa 1972.
- 71 Praca zbiorowa pod redakcją Z.Hellwiga, Zarys ekonometrii, PWE, Warszawa 1967.

- 72 Praca zbiorowa pod redakcją T.Kasprzaka, Badania operacyjne w nowoczesnym zarządzaniu, PWE, Warszawa 1974.
- 73 Praca zbiorowa pod redakcją T.Kasprzaka, Cybernetyka zarządzania w systemach ekonomicznych, PWE, Warszawa 1971.
- 74 Praca zbiorowa pod redakcją W.Welfego, Metody ekonometryczne, t. I, PWE, Warszawa 1977.
- 75 Praca zbiorowa, Naukowe podstawy prognozowania ekonomicznego, PWN, Warszawa 1974.
- 76 Praca zbiorowa, Prognozowanie gospodarki kapitalistycznej, PWE, Warszawa 1973.
- 77 Praca zbiorowa, Metody badania efektywności gospodarowania, seria Prace Instytutu Planowania , nr 54, Warszawa 1978.
- 78 Pruchniewicz P., Analiza procesu estymacji parametrów otrzymanych przy użyciu metody aproksymacji stochastycznej na przykładzie liniowych modeli ekonometrycznych, Praca magisterska nr 272 Inst. Org. i Zarządz. Pol. Wrocł., Wrocław 1978.

WYKAZ ODBIORCÓW

Lp.		Ilość egz.
1	Rada Naukowa L-23	6
2	Biblioteka i Redakcja L-23	3
3	Autor	<u>2</u>
	Razem	11

	* N *	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
		N.N.P.O.T.T.A.N			13.11	13.12	13.16				
	Rozpocz. pr.	Zakończ. pr.	Upubl. pr.	Institut	Nr tematu						
	1.0.7.6	0.9.7.9		I.2.3.1	0.3.1	0.0	0.0	0.9			
	Nr zlecenia			Nr archiwalny							
				I.2.3.1/P-0.8.2.1.7.9*							
Symbol UKD	658.511			analiza procesu produkcji			79; Inst.Org.				
	330.116			modele ekonome-tryczne			PWr				
							MNSzWT				
							pol.				

Opis bibliograficzny

Brol Marian

Wykorzystanie wymiarowych modeli funkcji produkcji do potrzeb identyfikacji i predykcji procesu produkcji.

Raporty Inst.Org.PWr. 1979 ser.PRE nr 82

177s. 20 rys. 10 tab. bibliogr. 78 poz. /maszyn.powiel./

Rozprawa doktorska

Politechnika Wroclawska, Instytut Organizacji i Zarzadzania, Wroclaw

Promotor: prof.dr inż.Wieslaw Grudzewski

Praca własna

Charakter pracy: podstawowa
Materiały odpłatne A

Rozpowszechnienie -

Analiza dokumentacyjna

⟨D⟩ Przedstawiono zasady modelowania procesu produkcji z zastosowaniem analizy wymiarowej. Zaproponowano sposób analizy i predykcji produkcyjnego efektu postępu techniczno-organizacyjnego. Przedstawiono sposób uwzględniania oddziaływania neutralnego postępu technicznego i postępu w organizacji pracy na proces produkcji w wymiarowym modelu funkcji produkcji. Nadano ekonomiczną interpretację funkcji liczbowo-liczbowej. Umożliwiono to identyfikację i predykcję efektywności ekonomicznej procesu produkcji. Przedstawiono możliwość wykorzystania wymiarowych modeli funkcji produkcji do modelowania rozwoju gospodarczego. Podano również koncepcję komputerowego systemu identyfikacji i predykcji procesu produkcji.

Imię i Nazwisko autora analizy

Marian Brol

Słowa kluczowe

⟨S⟩ funkcja produkcji, analiza wymiarowa, proces produkcji, modelowanie

**0480*00*

⟨A _____ *B _____ *C _____ *D _____

*E _____ *F _____ *G _____ *H _____

tylko PRL	CINTE	APW	Podpis red.	Podpis asyst. d/s badań	Potwierdzenie przyjęcia poprawki.	Potwierdzenie przyjęcia karty w Oddziale Dokumentacji.
NIE	TAK	TAK	<i>[Signature]</i>	<i>[Signature]</i>	<i>[Signature]</i>	
Wpisać TAK lub NIE						