

Część pierwsza

PROCESY PRZETWARZANIA DANYCH

I. PROCES PRODUKCYJNY, PROCES DECYZYJNY, PROCES PRZETWARZANIA DANYCH

1. Proces produkcyjny

Proces produkcyjny (wytwórczy) w przedsiębiorstwie (zakładzie) przemysłowym określamy jako organiczny, całkowity zespół operacji, dzięki którym materiały i surowce przekształcają się w wyroby gotowe¹. Warto podkreślić, że proces produkcyjny zawsze dotyczy określonego wyrobu lub grupy określonych wyrobów i przebiega w określonych komórkach produkcyjnych.

Proces produkcyjny wyrobu prostego składa się z następujących 5 rodzajów operacji:

- a) operacji technologicznych, których rezultatem jest zmiana form, kształtu, wymiaru, właściwości fizyko-chemicznych obrabianego materiału, lub też montaż elementów,
- b) operacji transportowych,
- c) operacji kontroli jakości,
- d) operacji konserwacji,
- e) operacji magazynowania.

Zespolecie operacji produkcyjnych w zakresie jednego rodzaju daje odpowiednio: proces technologiczny, proces transportu, proces kontroli, proces konserwacji oraz proces magazynowania wyrobu.

W procesie produkcyjnym dowolnej komórki produkcyjnej wyróżniamy procesy produkcyjne podstawowe i pomocnicze. Proces produkcyjny podstawowy polega na wytworzeniu wyrobów lub świadczeniu usług, które stanowią produkcję towarową (bądź też odpowiednik produkcji towarowej — w wypadku, gdy rozpatrujemy komórki mniejsze od przedsiębiorstwa).

Proces produkcyjny pomocniczy nie daje rezultatów w postaci wyrobów lub usług, które wchodzi w skład fizyczny produkcji towarowej,

¹ Przedstawiamy tu syntezę teorii procesu produkcyjnego według S. Chajtmiana. Por. S. Chajtmian, *Elementarne formy struktury produkcyjnej i ewolucja odmian organizacji procesu produkcyjnego*, Warszawa 1958, IOPM.

jednakże jest niezbędny do normalnego funkcjonowania procesów produkcyjnych podstawowych. Do procesów produkcyjnych pomocniczych zaliczamy: procesy produkcji narzędzi i przyrządów, procesy remontowe urządzeń zakładu, procesy wytwarzania, rozdziału i dostawy energii itp.

Zakres stosowanych w zakładzie faz technologicznych, wyłączenia niektórych faz i przerzucania do zakładów kooperujących daje z jednej strony obraz struktury procesu produkcyjnego zakładu według faz technologicznych, z drugiej — zakres wykonywanych w zakładzie części, zespołów lub podzespołów ostatecznego wyrobu (przerzucanie wykonania niektórych elementów do zakładów kooperujących) świadczy równocześnie o strukturze procesu produkcyjnego określonych wyrobów.

Struktura procesu produkcyjnego jest istotnym czynnikiem wpływającym na charakter struktury produkcyjnej zakładu. Pojęcia te wymagają jednakże ścisłego rozróżnienia.

Przez pojęcie struktury produkcyjnej zakładu rozumiemy zestaw komórek produkcyjnych (wydziałów, oddziałów, gniazd, służb, gospodarek itp.) oraz formy ich wzajemnej więzi, tj. kooperacji wewnątrz zakładu.

Najmniejszym ogniwem produkcyjnym jest stanowisko robocze. Jest ono składnikiem kojarzącym w sobie trzy podstawowe czynniki procesów pracy: środki pracy, przedmiot pracy i wykonawcę. Oddzielenie od stanowiska roboczego choćby jednego z tych podstawowych czynników procesu pracy uniemożliwia tym samym wytwarzanie i likwiduje stanowisko robocze.

Struktura produkcyjna powstaje w wyniku określonego grupowania stanowisk roboczych w komórki produkcyjne pierwszego stopnia, które z kolei łączy się (grupuje) w komórki produkcyjne drugiego stopnia itd., aż do połączenia komórek n -tego stopnia w przedsiębiorstwo produkcyjne. Komórka pierwszego stopnia jest jednorodnym organizacyjnie zgrupowaniem stanowisk roboczych, przy czym zgrupowanie to następuje ze względu na podobieństwo stanowisk (struktura technologiczna) lub też ze względu na związek tych stanowisk w wytwarzaniu określonych wyrobów (struktura przedmiotowa).

Komórki ujęte w tzw. schematach organizacji zakładu, z którymi mamy do czynienia na bieżąco, są komórkami produkcyjno-administracyjnymi, utworzonymi ze względu na wspólną, wyodrębnioną administrację.

Zestaw komórek produkcyjno-administracyjnych stanowi o strukturze produkcyjno-administracyjnej, która wyłania się ze względu na „skrzyżowania” struktury produkcyjnej z możliwościami lub tendencjami organizacji aparatu zarządzania w danym przedsiębiorstwie. Wreszcie struktura zarządzania ujmuje główne więzi administracyjne (liniowe) i funkcjonalne (sztabowe) między poszczególnymi jednostkami oraz poszczególnymi pracownikami.

Struktura produkcyjna jest ściśle związana z odmianą organizacji produkcji. Odmiany te powstają w wyniku skojarzenia form organizacji

produkcji z typem organizacji produkcji. Formy odzwierciedlają stopień powiązania stanowisk roboczych, np. produkcja niepotokowa (w strukturze technologicznej, przedmiotowej), potok asynchroniczny, potok synchroniczny, potok z przymusowym taktem, potok zautomatyzowany.

Typy natomiast odzwierciedlają wzrost specjalizacji i stabilizacji produkcji na stanowisku roboczym. Rozróżniamy więc produkcję: jednostkową, drobnoseryjną, średnioseryjną, wielkoseryjną i masową.

2. Proces podejmowania decyzji

a. Podstawy procesu podejmowania decyzji

Dziedzinę podejmowania decyzji² dzieli się zwykle w zależności od tego, czy decyzja jest podejmowana indywidualnie, czy kolegialnie, (co ma wpływ na wypadkową decyzji) oraz w zależności od tego, czy jest dokonywana w warunkach (a) pewności, (b) ryzyka, czy (c) niepewności. Do tej ostatniej klasyfikacji dodaje się (d) kombinację niepewności i ryzyka. O sytuacji pewności mówimy, kiedy działanie prowadzi zawsze do określonego wyniku. Ryzyko występuje, jeżeli każde działanie prowadzi do pewnego określonego zbioru możliwych wyników, przy czym istnieje prawdopodobieństwo pojawiania się każdego z nich. Zakłada się, że prawdopodobieństwa te są znane podejmującemu decyzję. Sytuacja niepewności występuje wtedy, jeżeli prawdopodobieństwa wyników są całkowicie nieznanne.

Niektórzy autorzy podkreślają³, że bardziej miarodajny podział — z punktu widzenia psychologii — byłby na sytuacje pewne i niepewne.

Z interesującego nas punktu widzenia możliwości automatyzacji niektórych faz procesu podejmowania decyzji bardzo przydatny podział na procesy decyzyjne w sytuacji zamkniętej i otwartej zaproponował J. Koziński⁴. W pierwszej sytuacji decydujący ma wszelkie niezbędne informacje o możliwych działaniach, ich wynikach oraz warunkach, od których zależą te wyniki. Skomplikowanie sytuacji otwartej sprawia, że modele decyzyjne bardzo rzadko opisują rzeczywiste sytuacje.

W rzeczywistości człowiek musi samodzielnie wytwarzać możliwe działania i przewidywać ich konsekwencje. Sytuacje decyzyjne tego typu mają charakter otwarty. W praktyce podejmowania decyzji mamy zwykle do czynienia z sytuacją niepewności i otwartą.

Wykorzystując psychologiczną interpretację procesu decyzyjnego⁵ zba-

² Por. R. Luce, H. Raiffa, *Gry i decyzje*, Warszawa 1964.

³ Por. R. Luce, P. Suppes, *Preference Utility and Subjective Probability*. W: *Handbook of Mathematical Psychology*, t. III, New York, London, Sydney, 1963, J. Wiley.

⁴ Przedstawiamy tu syntezę teorii procesów przeddecyzyjnych. Por. J. Koziński, *Psychologia procesów przeddecyzyjnych*, Warszawa 1969, s. 31.

⁵ Por. J. Koziński, op. cit., s. 44.

dajmy sytuację niepewną i zamkniętą podejmowania decyzji w sprawie ewentualnego zakupu komputera i zrezygnowania z dotychczasowej współpracy zakładu z usługowym ośrodkiem obliczeniowym. Możliwe są dwa postępowania: p_1 — zakupić komputer i p_2 — nie kupować komputera. Równocześnie znane są dwie hipotezy o stanie rzeczy: h_1 — zakup komputera może doprowadzić do dalszego rozwoju systemu automatycznego przetwarzania danych (SAPD) i h_2 — zakup może opóźnić rozwój ze względu na brak doświadczonych projektantów i programistów w zakładzie oraz spowodować przeprogramowanie tego systemu z jednego komputera na drugi. Prawdopodobieństwo wystąpienia poszczególnych hipotez zwane dalej subiektywnymi wynosi $P(h_1) = 0,5$ i $P(h_2) = 0,5$. W tej sytuacji decydujący będzie się kierował użytecznością wyników (U_i), która jest subiektywną, indywidualną miarą cenności wyniku.

TABLICA 1

Model danych procesu podejmowania decyzji

		Hipotezy o stanie rzeczy	
		h_1 — zakup może pomóc w dalszym rozwoju systemu APD $P(h_1) = 0,5$	h_2 — zakup opóźni rozwój systemu APD $P(h_2) = 0,5$
postępowanie	P_1 — zakupić komputer dla zakładu	$U_{1,1} = +8$ poprawienie prestiżu zakładu i komórek EPD w zakładzie	$U_{2,1} = -6$ wystąpią dodatkowe nakłady na przeprogramowanie i błędy z powodu braku doświadczonych programistów
	P_2 — nie kupować komputera dla zakładu	$U_{1,2} = -6$ rozczarowanie pracowników komórki EPD, zahamowanie dalszych prac przygotowawczo-organizacyjnych w zakładzie	$U_{2,2} = +4$ zadowolenie pracowników komórki EPD i ich mobilizacja do szkolenia i wykazywania się

W tabelicy 1 podajemy użyteczność dla poszczególnych wyników decyzji. W sytuacji niepewnej i zamkniętej algorytmiczna zasada wyboru brzmi: wybieraj to działanie, które daje maksymalną subiektywnie oczekiwaną użyteczność (S_i)⁶. Zgodnie z tą regułą ludzie wybierają to działanie, które maksymalizuje:

$$S_i = P_1 \cdot U_1 + P_2 \cdot U_2 + \dots P_m \cdot U_m, \text{ gdzie}$$

m oznacza liczbę możliwych wyników działania, przy czym pierwszy wynik ma prawdopodobieństwo subiektywne P_1 i użyteczność U_1 , drugi P_2 i U_2 itd.

⁶ Por. tamże, s. 14.

Przed dokonaniem wyboru działania, decydujący musi obliczyć średnią, czyli oczekiwaną użyteczność działania:

$$S_{p_1} = 0,5 \cdot 8 + 0,5 \cdot 6 = +1,$$

$$S_{p_2} = 0,5 \cdot 6 + 0,5 \cdot 4 = -1.$$

W takiej sytuacji zostanie podjęta decyzja zakupu komputera. W rzeczywistości decydujący nie zawsze konsekwentnie stosują omawianą regułę. Jednakże w ten lub inny sposób brać będą pod uwagę użyteczność i prawdopodobieństwo każdego wyniku.

Można zatem powiedzieć, że decyzja jest tutaj funkcją użyteczności i prawdopodobieństwa subiektywnego; $D = f(P, U)$. Przedstawiony proces decyzyjny jest jednym z wielu przykładów sytuacji niepewnych, które nazywa się dobrze określonymi. Sytuacje te można zapisać zgodnie z wzorem:

$$S_N = (P, H, V), \text{ gdzie}$$

P jest skończonym zbiorem możliwego postępowania $p_1, p_2 \dots p_m$,

H — skończonym zbiorem hipotez o stanach rzeczy $h_1, h_2 \dots h_n$,

V — jest funkcją wartości wyników $P \cdot H$ w ten sposób, że $V(p_i, h_j)$ jest wartością, którą człowiek otrzymuje wtedy, gdy wybierze postępowanie p_i i hipoteza h_j okaże się prawdziwa.

Ponieważ w procesie decyzyjnym, zgodnie z podanym typem przykładu, warunki nie ulegają zmianie, proces taki ma charakter statyczny. Pod wpływem prac z zakresu procesów adaptacyjnych psychologowie wprowadzili klasę dynamicznych procesów decyzyjnych, w których występują cztery zmienne:

$$S_D = \langle P, H, V, E \rangle, \text{ gdzie}$$

E jest zbiorem eksperymentów i obserwacji modyfikujących kolejne decyzje.

Każda następna diagnoza (D_t) zależy od diagnozy poprzedniej (D_{t-1}) i dodatkowych, równocześnie zbieranych informacji $I_1 \dots I_n$:

$$D_t = f(D_{t-1}, I_1 \dots I_n).$$

W procesie podejmowania decyzji człowiek najpierw gromadzi istniejące już informacje modyfikujące dany etap decyzji, a następnie sam wytwarza nowe informacje w wyniku złożonego wnioskowania, opierającego się na ciągłym poznawaniu sytuacji. Wśród tych informacji jedne będą miały charakter kategoriyczny (prawdopodobieństwo otrzymania informacji I przy założeniu, że hipoteza h jest prawdziwa wynosi 0 lub 1, czyli $P(I/h) = 1$ lub 0) albo protablistyczny ($0 < P(I/h) < 1$).

Uważa się, że optymalnym modelem procesów diagnostycznych jest reguła Bayesa; jeśli prawdopodobieństwa w niej występujące zdefiniujemy

jako prawdopodobieństwa osobiste, to można ją uważać za optymalny wzorec diagnozy, który wskazuje, jak ludzie powinni zmieniać stopień pewności hipotez o stanach rzeczy pod wpływem nowych informacji. Założmy, że istnieje idealny człowiek, który postępuje zgodnie z modelem optymalnym Bayesa. Jego proces formułowania diagnozy i oceny decyzji składa się z trzech następujących operacji⁷.

Operacja pierwsza — człowiek znając zbiór hipotez o stanach rzeczy (H), w których jedna jest prawdziwa, określa wstępne prawdopodobieństwa *a priori* wszystkich hipotez $P(h_i)$ dla każdego i . W miarę zwiększania eksperymentów wpływ tego prawdopodobieństwa na prawdopodobieństwa *a posteriori* maleje⁸.

Operacja druga — dzięki napływowi dodatkowo otrzymanych informacji — człowiek bada ich relacje z hipotezami określając prawdopodobieństwo warunkowe $P(I/h)$. Decyduje ono o wartości diagnostycznej informacji. Przyjmijmy, że informacja dodatkowa I była następująca: „większa wypłata obliczona przez komputer została spowodowana błędem programu”. Dla hipotezy (h_1), że winien temu programista przyjęto $P(I/h_1) = 0,7$, a dla hipotezy (h_2), że winien temu jest operator komputera przyjęto $P(I/h_2) = 0,1$.

Operacja trzecia — na podstawie prawdopodobieństw *a priori* $P(h_i)$ i dodatkowych informacji o znanych prawdopodobieństwach $P(I/h_i)$, człowiek przystępuje do zmodyfikowania poprzedniej diagnozy, czyli ustala nowe prawdopodobieństwa hipotez zwane *a posteriori*:

$$P(h_i/I) = \frac{P(h_i) \cdot P(I/h_i)}{P(I)},$$

gdzie $P(I)$ jest prawdopodobieństwem bezwarunkowym, które równa się:

$$P(I) = \sum_i P(h_i) \cdot P(I/h_i).$$

Prawdopodobieństwo *a posteriori* hipotez $P(h_i/I)$ w miarę dopływu innych informacji $I_1, I_2 \dots I_n$ ulega modyfikacji.

Nawiązując do podanego już przykładu w operacji drugiej, ustalimy, że w równym stopniu podejrzewano o spowodowanie nadpłaty i programistę, i operatora. Innymi słowy, $P(h_1) = P(h_2) = 0,5$. Stosując regułę Bayesa można stwierdzić, że prawdopodobieństwo *a posteriori* h_1 równa się:

$$P(h_1/I) = \frac{0,5 \cdot 0,7}{0,5 \cdot 0,7 + 0,5 \cdot 0,1} = 0,87.$$

Zatem prawdopodobieństwo, że błąd został spowodowany przez progra-

⁷ Por. J. Koziński, op. cit., s. 54.

⁸ Por. H. Steinhaus, *Wnioskowanie indukcyjne*, „Myśl Filozoficzna” 1956, nr 5.

mistę wzrosło do 0,87, a prawdopodobieństwo popełnienia błędu przez operatora zmalało do 0,13.

Wynika stąd, że w procesie podejmowania decyzji znaczenia nabierają: prawdopodobieństwo subiektywne hipotez o stanie rzeczy, użyteczność wyniku postępowania dla decydującego oraz prawdopodobieństwo warunkowe (określające na ile dodatkowa informacja potwierdza daną hipotezę). W sytuacji zamkniętej decydujący ma wszystkie hipotezy o stanach rzeczy i kierunki postępowania, a w sytuacji otwartej musi się liczyć ze znajomością tylko niektórych hipotez i niektórych kierunków postępowania.

Stąd też w tej sytuacji człowiek wytwarza sam hipotezy o stanach rzeczy. Hipoteza jest po prostu sądem subiektywnym, którego prawdopodobieństwo mniejsze jest od jedności. Wysuwanie nowych hipotez o stanach rzeczy wymaga produktywnego myślenia, w którym poważną rolę spełnia zjawisko olśnienia („wpaść na pomysł”), choć wynik olśnienia nie zawsze ułatwia otrzymanie pożądanej hipotezy. Ze względu na dość istotne znaczenie zjawiska olśnienia nie można każdego procesu myślenia, a w szczególności w sytuacji otwartej przedstawić w formie algorytmicznej. Wysuwanie nowych hipotez jest typową procedurą heurystyczną (np. metodą prób i błędów)⁹.

Z licznych badań psychologów wynika¹⁰, że w sytuacjach zamkniętych, w których chodzi o parę hipotez, ludzie formułują diagnozę ostrożniej niż wynika to z reguły Bayesa. Natomiast gdy liczba hipotez jest znaczna, wówczas człowiek wyodrębnia z całego zbioru hipotez tylko te, które wydają mu się najbardziej prawdopodobne. Diagnozy są wówczas mniej ostrożne od tych, które wynikałyby z reguły Bayesa. Wynika to z faktu, że człowiek ma w tej sytuacji większe przekonanie o dokonanym wyborze, ponieważ wydaje mu się, że hipotezy, które wybrał, mogą się okazać prawdziwe.

b. Strategia decydowania

W punkcie 2a zajmowaliśmy się ogólną konstrukcją modelu decyzyjnego, a w szczególności kompletowaniem (sytuacja zamknięta) lub formułowaniem (sytuacja otwarta) hipotez o stanach rzeczy i kierunków postępowania. Obecnie zajmiemy się przeanalizowaniem paru typowych strategii decydowania, którymi decydujący może się posługiwać w procesie wyboru decyzji, opierając się na już posiadanych hipotezach o stanach rzeczy i obranych kierunkach postępowania.

Z teorii gier wiemy, że w sytuacjach otwartych nie istnieją optymalne strategie dla obu partnerów (partner I — „kierunki postępowania”,

⁹ Por. J. Koziński, op. cit., s. 57.

¹⁰ Por. tamże.



partner II — „hipotezy o stanach rzeczy”, czyli natura)¹¹. Można jedynie wyznaczyć strategię partnera I, która gwarantuje mu maksymalny wynik spośród minimalnych. Wynika stąd strategia maksyminimalna. Wyobraźmy sobie następujący problem decyzyjny¹². Załóżmy, że producent może wytwarzać: minikomputer, bądź komputer uniwersalny, bądź superkomputer. Oplacalność każdego z nich zależy od przyszłych stanów rzeczy, takich jak: h_1 — przygotowanie organizacyjne użytkowników, h_2 — możliwości eksportu, h_3 — możliwości importu podzespołów. Producent przewiduje trzy możliwe stany rzeczy: h_1, h_2, h_3 i nie ma danych, aby określić ich prawdopodobieństwo. Zna tylko ewentualne zyski i straty (w mln zł), które podajemy w tablicy 2.

TABLICA 2

Model danych przykładowego problemu decyzyjnego

		Hipotezy o stanach rzeczy		
		h_1	h_2	h_3
postępowanie	P_1 — produkowanie minikomputerów	8	2	-1
	P_2 — produkowanie uniwersalnych komputerów	2	0	-4
	P_3 — produkowanie superkomputerów	-6	4	-6

Stosując strategię maksyminimalną należy najpierw znaleźć najgorsze wyniki dla poszczególnych kierunków postępowania, czyli minima:

minikomputery	— 1,
komputery uniwersalne	— 4,
superkomputery	— 6.

Następnie wybieramy najlepszy, czyli maksymalny wynik z tego zbioru. Producent wybierze produkcję minikomputerów, tzn. w najgorszym razie straci milion złotych. Strategię tę można nazwać skrajnym asekurowaniem.

Inną strategią zwaną minimaksymalną będzie wybranie najpierw najlepszego wyniku, a potem najgorszego. W podanym przykładzie wybrane maksyma wynoszą:

minikomputery	8,
komputery uniwersalne	2,
superkomputery	4.

¹¹ Por. R. Luce, H. Raiffa, op. cit.

¹² Opracowany według koncepcji J. Kozińskiego. Por. J. Koziński, *Psychologiczne problemy podejmowania decyzji w sytuacji niepewnej (ryzykownej)*. Materiały TNOiK na III Konferencję Dyrektor w procesie kierowania przedsiębiorstwem, Warszawa 1969.

Z kolei wybieramy z tego zbioru najgorszy wynik, czyli minimalny. Producent wybierze zatem do produkcji komputer uniwersalny.

Modyfikacją tych dwóch strategii będzie strategia uwzględniająca stan optymizmu decydującego. Wyobraźmy sobie, że dyrektor fabryki komputerów w równym stopniu jest optymistą, jak i pesymistą. Strategia jego prowadzi do następujących średnich wartości postępowania obliczonych według następującej zależności:

(wynik najlepszy $\cdot 0,5$ + wynik najgorszy) $\cdot (1 - 0,5)$ wtedy:

minikomputer	1,5,
komputer uniwersalny	1,5,
superkomputer	2.

W konsekwencji dyrektor podejmie decyzję wytwarzania minikomputerów uważając, że są one najbardziej opłacalne. Zbliżoną do tej będzie strategia „równej szansy” opracowana przez Laplace’a. Średnie oczekiwane użyteczności każdego postępowania otrzymuje się z sumy iloczynów $h_i \cdot U_i$. Dla podanego przykładu wyniki obliczeń będą następujące:

minikomputer	2,97,
komputer uniwersalny	0,66,
superkomputer	2,64.

Dyrektor fabryki zdecyduje się na produkowanie minikomputerów.

Z tego przeglądu strategii decydowania wynika, że w trzech wypadkach zostanie wybrany do produkcji minikomputer, a w jednym — komputer uniwersalny.

c. Drzewa decyzyjne

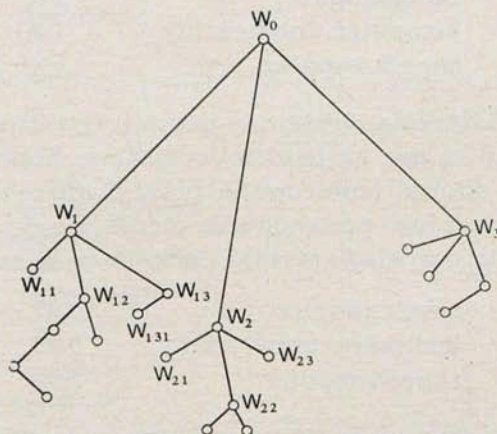
Przedstawione w poprzednim punkcie strategie decydowania dotyczą tych sytuacji, w których znane są użyteczności postępowania. W praktyce, szczególnie gospodarczej, należy liczyć się z sytuacjami, w których nie znana jest użyteczność postępowania. Można powiedzieć, że różnica między dobrym a złym decydującym polega na tym, że pierwszy z nich umie przewidzieć więcej konsekwencji decyzji niż drugi¹³. W celu lepszego przewidywania konsekwencji decyzji można układać tzw. drzewa decyzyjne (w dużym stopniu mające charakter treningowy), w których podaje się: a) nazwę postępowania, b) możliwe kierunki dalszego postępowania, c) prawdopodobieństwo otrzymania każdego z wyników, d) użyteczność wyników.

Drzewo decyzyjne jest to graf spójny nie mający cykli. Oznacza to,

¹³ Por. J. Koziński, *Psychologiczne problemy podejmowania decyzji w sytuacji niepewnej (ryzykownej)*, wyd. cyt.

że nie ma on krawędzi wielokrotnych. Wynika stąd także, że w drzewie jest dokładnie jeden łuk łączący dowolną parę wierzchołków.

W celu skonstruowania drzewa, wybieramy pewien wierzchołek W_0 . Z W_0 prowadzimy krawędzie do sąsiednich wierzchołków W_1, W_2, \dots , a z tych wierzchołków prowadzimy krawędzie do sąsiednich wierzchołków $W_{11}, W_{12}, \dots, W_{21}, W_{22} \dots$ itd. jak na rysunku 1. Wyróżniony wierzchołek W_0 nazywamy korzeniem drzewa (zresztą każdy wierzchołek może być wybrany jako korzeń).

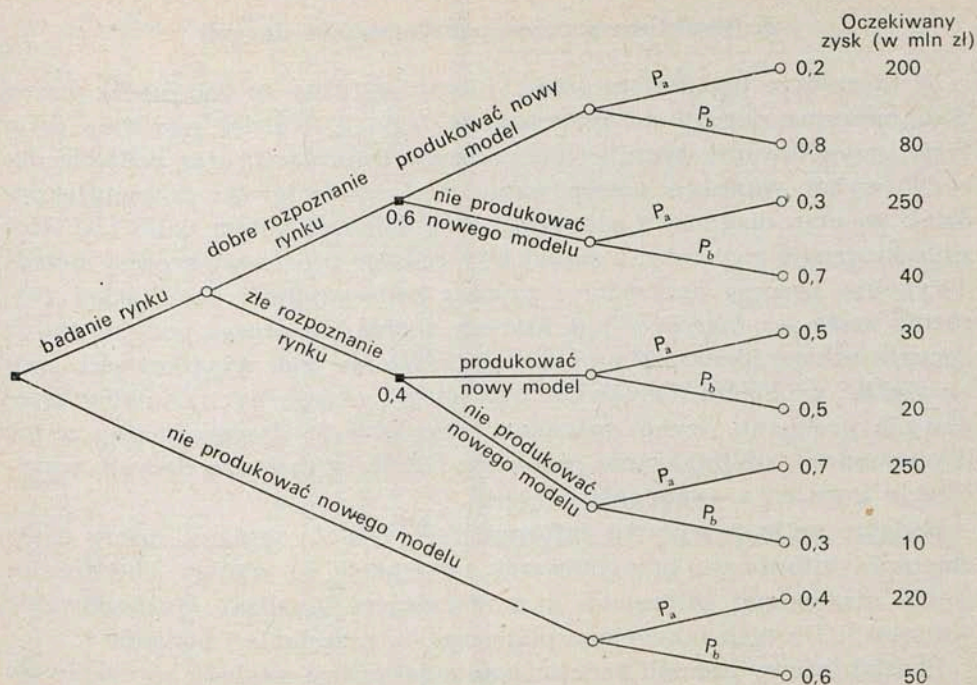


Rys. 1. Graf drzewa

Wykorzystajmy zasady do zbudowania drzewa decyzyjnego dla zilustrowania problemu czy uruchomić produkcję nowego modelu komputera. Na rysunku 2 przedstawiamy drzewo decyzyjne dla tego problemu. W drzewie tym występują trzy wierzchołki mające charakter punktów decyzyjnych (kwadraty) oraz wierzchołki odzwierciedlające zdarzenia (kółeczka), których występowanie określone jest prawdopodobieństwem.

Zbadajmy oczekiwane zyski, jakie można osiągnąć dzięki podjęciu określonych decyzji (por. punkty decyzyjne) i występowaniu określonych zdarzeń; zyski będą się kształtować następująco:

Rozpoznanie rynku		Produkować nowy model	Oczekiwany zysk w mln zł
dobrze	tak	$0,2 \cdot 200 + 0,8 \cdot 80$	104
dobrze	nie	$0,3 \cdot 250 + 0,7 \cdot 40$	103
złe	tak	$0,5 \cdot 30 + 0,5 \cdot 20$	25
złe	nie	$0,7 \cdot 250 + 0,3 \cdot 10$	178
Badać rynek			
tak		$0,6 \cdot 104 + 0,4 \cdot 178$	133,6
nie		$0,4 \cdot 220 + 0,6 \cdot 50$	85



Rys. 2. Przykład drzewa decyzyjnego problemu uruchomienia produkcji nowego komputera (P_a — konkurencyjny zakład nie wyprodukuje nowego modelu komputera, P_b — konkurencyjny zakład wyprodukuje taki model)

Z danych tych wynika, że stosując strategię maksymalizacji zysku, podjęcie decyzji o badaniu rynku może doprowadzić do uzyskania o ponad 50% większego zysku niż w sytuacji pominięcia tego badania. Natomiast podejmując tego typu badanie w sytuacji złego rozpoznania rynku — niepodjęcie produkcji nowego modelu komputera jest około 6 razy bardziej opłacalne od uruchomienia produkcji. W sytuacji dobrego rozpoznania rynku decyzja o podjęciu lub niepodjęciu produkcji nie ma większego wpływu na zróżnicowanie wysokości zysku.

Największą trudność w budowie drzew decyzyjnych sprawia przewidywanie możliwych punktów decyzyjnych i prawdopodobieństw zajścia zdarzeń. Jak już mówiliśmy, trudność ta szczególnie potęguje się w sytuacjach otwartych. Zastosowanie komputera do drzew decyzyjnych może polegać na:

- projektowaniu samych drzew,
- przeliczaniu drzew.

Pierwszy rodzaj zastosowania wymaga aktywnego współdziałania człowieka oraz bardzo złożonego programu (dla komputera) o charakterze samoulepszącym. W rezultacie, nie jest pewne czy człowiek bez współudziału komputera nie ułoży bardziej optymalnego drzewa. Samo obliczenie drzewa ma już charakter mechanizacji obliczeń.

d. Struktura procesu podejmowania decyzji

W literaturze przedmiotu różni autorzy w różny sposób dzielą proces podejmowania decyzji na poszczególne fazy. J. Kurnal wyróżnia dwie fazy: przygotowanie decyzji (zgromadzenie informacji) oraz podjęcie decyzji (wybór wariantu postępowania)¹⁴. J. Zieleniewski proponuje podział: na etap diagnozy i prognozy, choć dzieli je potem dalej¹⁵, J. Koziński uznaje trzy fazy, a raczej trzy rodzaje procesów: procesy przeddecyzyjne, procesy decyzyjne i procesy podecyzyjne¹⁶. P. Drucker różni sześć faz („kroków”), z których składa się proces podejmowania decyzji: zaklasyfikowanie problemu i określenie jego wyjątkowości, „postawienie” problemu (określenie jego istoty), określenie warunków brzegowych problemu, wybór właściwej decyzji i to wystarczającej, a nie dopuszczalnej, zdefiniowanie postępowania dla wykonania decyzji, weryfikacja trafności i wykonania decyzji¹⁷.

Badając pętlę przepływu informacji N. Chapin wyłonił cztery fazy: zbieranie informacji, przygotowanie informacji do analizy, skonfrontowanie otrzymanej informacji z zamierzeniem (analiza), sformułowanie wniosku¹⁸. Do tych faz dodano piątą fazę — przesłanie i kontrola¹⁹.

Podział fazowy procesu podejmowania decyzji ze względu na możliwość jego automatyzacji w cyklu zamkniętym, powtarzającym się (cykl rozpoczynający się po raz pierwszy zaczyna się od fazy trzeciej) przedstawia się następująco:

- faza pierwsza — odzwierciedlenie odchyłeń w stosunku do uprzednio podjętej decyzji oraz celu, który ta decyzja miała realizować,
- faza druga — analizowanie odchyłeń decyzyjnych,
- faza trzecia — formułowanie wariantów decyzji,
- faza czwarta — ocena wariantów decyzji,
- faza piąta — wybór wariantów decyzji,
- faza szósta — wykonanie decyzji,
- faza siódma — kontrolowanie wykonania decyzji.

W tablicy 3 podajemy strukturę ogólnego procesu podejmowania decyzji z podziałem na: procesy, fazy i operacje (czynności). W rozdziale IV (4) dokonamy według tego podziału przeglądu możliwości zastosowania niektórych metod i technik automatyzacji.

¹⁴ Por. J. Kurnal, *Zarys teorii organizacji i zarządzania*, Warszawa 1969.

¹⁵ Por. J. Zieleniewski, *Organizacja zespołów ludzkich*, wyd. III, Warszawa 1967.

¹⁶ Por. J. Koziński, *Psychologiczne problemy podejmowania decyzji w sytuacji niepewnej (ryzykownej)*, wyd. cyt.

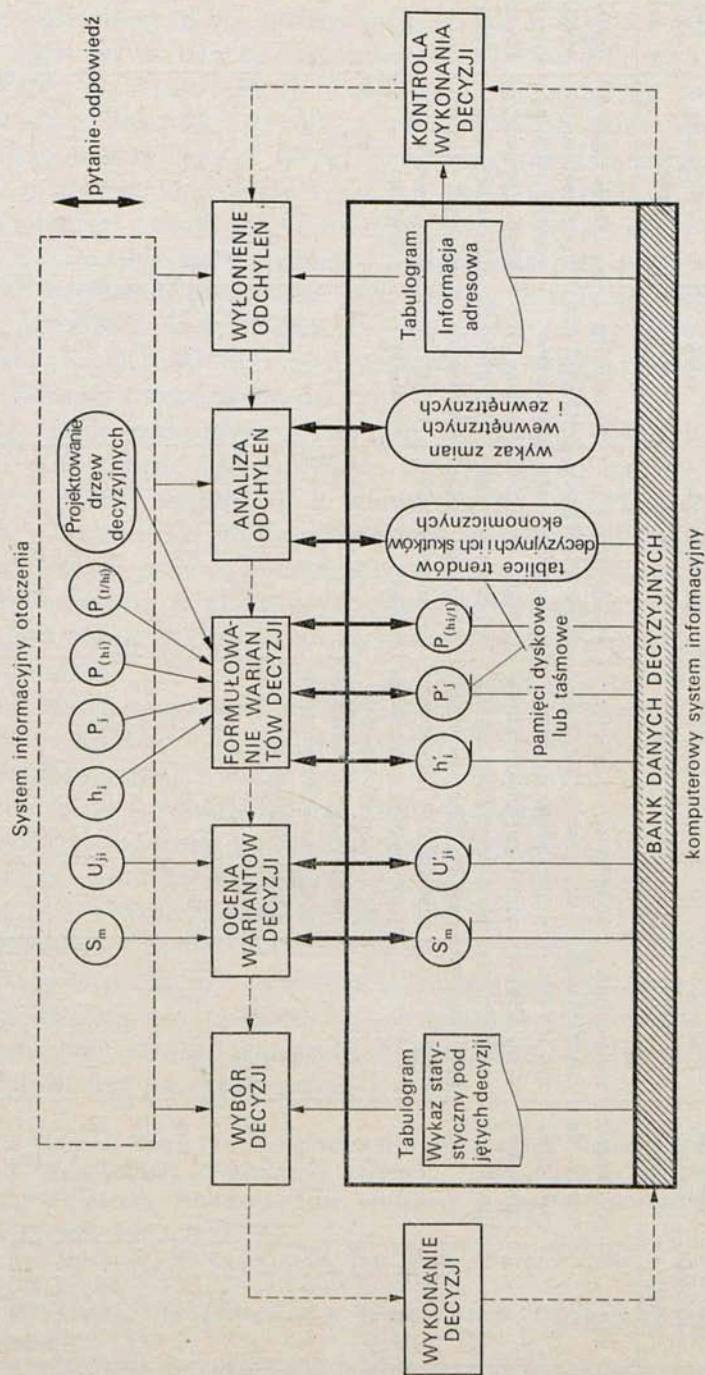
¹⁷ Por. P. Drucker, *Manager und der Idiot*, „Fortschriftliche Betriebsführung” 1967, R. XIV, z. 3/4.

¹⁸ Por. N. Czapin, *An Introduction to Automatic Computers*, New York 1957, Van Norstand.

¹⁹ Por. A. Targowski, *Przetwarzanie danych a teoria informacji*, „Biuletyn TNOiK” 1961, nr 6.

Układ struktury ogólnego procesu podejmowania decyzji

Procesy	Przeddecyzyjne				Decyzyjne		Podecyzyjne	
	VII kontrola wykonania decyzji	I wylonięcie odchylen od decyzji	II analiza odchylen	diagnoza III formułowanie wariantów decyzji	IV ocena wariantów decyzji	V wybór decyzji	VI wykonanie decyzji	VII kontrola wykonania decyzji
Fazy								
Operacje (czynności)		porównanie wyniku de- cyzji (dzia- łania) z ce- lem decyzji	systematyka odchylen i ana- liza ich przy- czyn, przygo- towanie infor- macji do diag- nozy	kompletowanie hipotez o stanie rzeczy i kierunków postępowania (systemy zamknięte) lub formułowa- nie hipotez (albo ich ele- mentów, albo ich relacji, albo łącznie) i kierunków postępowania, formułowa- nie prawdopodobieństw subiektywnych i warun- kowych oraz obliczanie praw- dopodobieństwa	projektowanie drzew decyzyjnych, formułowanie uży- teczności wyników, wybór strategii de- cydowania i osza- cowanie wariantów decyzji	ewentualny przegląd ocen wariantów według róż- nych strategii, weryfikacja strategii decy- dowania	przesłanie decyzji do wykonania (po- srednio) podwład- nemu (pośrednio) lub członkom wyko- nawczym kierowa- nego procesu (bez- pośrednio)	porównanie wyniku de- cyzji z oczę- kiwanym wynikiem



Rys. 3. Proces podejmowania decyzji wspomagany komputerem (s — strategia decydowania, u — użyteczność wyników, h — hipotezy o stanach rzeczy, p — kierunki postępowania)

e. Człowiek — komputer

W zastosowaniach komputerów w procesie podejmowania decyzji główną uwagę koncentruje się na mechanizacji pracochłonnych obliczeń modeli matematycznych z zakresu badań operacyjnych²⁰. Wiele prac cybernetyków prowadzi do zbudowania samoorganizującego się układu, który zbliżony byłby do istot myślących, a więc podejmujących decyzje. Oba kierunki modernizacji procesu podejmowania decyzji znajdują się na skrajnych biegunach. Niewiele natomiast badań podejmuje się w zakresie równomiernego stosowania komputerów w poszczególnych fazach procesu podejmowania decyzji i to nie jako urządzeń, które zastąpią człowieka, a jako urządzeń, które pomagają w podejmowaniu decyzji. Do bardziej interesujących rozwiązań w tym zakresie należy zaliczyć Komputerowy System Przetwarzania Informacji Probabilistycznej (PIP) opracowany w 1964 r. w Laboratorium Psychologii Inżynierskiej Uniwersytetu Michigan. Na podstawie podanych przez człowieka prawdopodobieństw subiektywnych (P/h_i) i warunkowych ($P/I/h_i$) komputer oblicza prawdopodobieństwo *a posteriori* ($P/h_i/I$) według reguły Bayesa. Jest to zatem system tylko diagnostyczny działający w sytuacji zamkniętej.

Próbie konstrukcji Ogólnego Systemu Diagnostycznego (OSD) „człowiek — komputer” podjął J. Koziński²¹. OSD ma działać w sytuacji otwartej, posiada zatem oprócz innych bloków systemu generator hipotez o stanach rzeczy, ewaluator, który ocenia poprawność tych hipotez (odrzuca hipotezy wyraźnie błędne, nieprawdopodobne), estymator (ocenia prawdopodobieństwo warunkowe) oraz blok formułowania diagnozy (według reguły Bayesa). Takie bloki systemu jak generator pomysłów i estymator prawdopodobieństw obsługiwany jest przez ludzi, natomiast blok formułowania diagnozy realizowany jest przez komputer. Przedstawione dwa komputerowe systemy diagnostyczne zostały przygotowane do celów badań psychologicznych i ograniczone do niektórych tylko faz procesu podejmowania decyzji.

Przedstawimy teraz zarys koncepcji stosowania komputerów w poszczególnych fazach procesu podejmowania decyzji (por. rys. 3). Przyjmujemy założenie, że decydujący korzysta z dwóch systemów informacyjnych: otoczenia i komputerowego. Decydujący porozumiewa się z komputerowym systemem informacyjnym w układzie „pytanie—odpowiedź”. W komputerze umieszczony jest bank danych decyzyjnych. Każdorazowe podjęcie decyzji jest w nim zarejestrowane i scharakteryzowane. W banku tym występują ponadto dane dotyczące trendów decyzyjnych i ich skutków (w postaci tablic), zmiany występujące wewnątrz i na zewnątrz

²⁰ Systematyczny wykład z tego zakresu daje W. Sadowski. Por. W. Sadowski, *Teoria podejmowania decyzji*, Warszawa 1964.

²¹ Por. J. Koziński, *Psychologia procesów przeddecyzyjnych*, wyd. cyt., s. 209.

kierowanego obiektu, dane do generowania: strategii, użyteczności wyników, kierunków postępowania, hipotez o stanach rzeczy itp.

Bankiem danych kieruje system operacyjny, który powoduje ciągłe adaptowanie zbiorów do rzeczywistych warunków podejmowania decyzji (eliminowanie sytuacji nieprawdopodobnych). W ramach faz: wyboru decyzji, kontroli decyzji i wyłaniania odchyłeń system operacyjny przygotowuje (na podstawie danych z banku) serwis informacyjny dla decydującego w postaci tabulogramów. Przeanalizujemy dalej możliwości zastosowania niektórych metod i technik typowych dla komputerowych systemów informacyjnych.

3. Związki procesu produkcyjnego z procesem decyzyjnym

Zarówno w teorii, jak i w praktyce obserwujemy niepokojącą tendencję niezależnego rozpatrywania zagadnień procesu produkcyjnego, procesu decyzyjnego oraz procesu przetwarzania danych. W konsekwencji prowadzi to do rozwoju niezależnych metod i technik analizy i syntezy tych procesów o ograniczonych z góry możliwościach ich doskonalenia. Natomiast łączne rozpatrywanie wymienionych procesów może wyzwolić znaczną ilość nowych rozwiązań niewidocznych przy dotychczasowym (niezależnym) rozpatrywaniu tych procesów.

Zagadnieniem pierwotnym, determinującym zależności między procesem produkcyjnym, decyzyjnym i przetwarzania danych jest proces produkcyjny. Wiele badań i prac poświęcono doskonaleniu procesu produkcyjnego, który doczekał się swojej teorii sformułowanej przez S. Chajtmana²². W teorii tej rozpatruje się przebieg procesu produkcyjnego najpierw określonego wyrobu i grupy wyrobów, a następnie jego przebiegi w komórkach produkcyjnych. Elementarnymi komórkami produkcyjnymi są stanowiska robocze, które są odpowiednio grupowane w ramach struktury produkcyjnej, następnie struktury produkcyjno-administracyjnej, która w rezultacie daje podstawy do zaprojektowania organizacji aparatu zarządzania.

Kierowanie przebiegiem procesu produkcyjnego wymaga danych. Proces przetwarzania danych odzwierciedla przebieg procesu produkcyjnego wyrobu oraz procesów pomocniczych (por. rys. 4).

Proces przetwarzania danych jest więc zagadnieniem wtórnym i podlega różnym stopniom skomplikowania w zależności od występującej odmiany organizacji produkcji. Inne aspekty tego procesu występują w produkcji niepotokowej jednostkowej, a jeszcze inne w skrajnym wypadku produkowania wyrobu na jednym zautomatyzowanym stanowisku roboczym.

²² Por. S. Chajtman, op. cit.