

## PRZEBIEGI CZASOWE W PROCESIE KIEROWANIA

Podstawą każdego poprawnego systemu kierowania jest rzetelna sprawozdawczość. Dla potrzeb automatyzacji kierowania konieczne jest wyznaczenie okresów sprawozdawczych o stałej lub zmieniającej się w określony sposób długości. W dalszym ciągu długość okresu sprawozdawczego będziemy oznaczali literą  $T$ .

Proces zarządzania oparty na sprawozdawczości okresowej przypomina działanie złożonego układu automatycznej regulacji (różni się od niego jedynie większą złożonością i inną skalą czasową) i składa się z kilku działań występujących po sobie w ustalonej kolejności, wykonywanych cyklicznie. Należy w tym miejscu podkreślić, że wprowadzony dalej aparat pojęciowy odbiega nieco od aparatu pojęciowego automatyki. Automatyka, a w szczególności tzw. automatyka przemysłowa, zajmuje się przede wszystkim sterowaniem mikroprocesowym, używając do tego celu sprzężeń zwrotnych ujemnych [2].

Mając do czynienia ze stosunkowo prostymi obiektami o bardzo krótkich okresach sprawozdawczych automatyka przeważnie operuje pojęciami ciągłego pomiaru (sprawozdawczości) i przesunięciem fazowym zamiast pojęciem okresu sprawozdawczego. Rozwój automatyki cyfrowej, a w szczególności rozwój tzw. kompleksowej automatyki cyfrowej, pociągnie za sobą konieczność stworzenia odpowiedniego aparatu pojęciowego.

Drugą dziedziną zainteresowaną tego rodzaju aparaturą pojęciową jest teoria zarządzania. W pracy H. Fayola [9] można znaleźć pewne uwagi, wskazujące na to, że był on bliski sformułowania związków czasowych w procesie zarządzania. Problem ten nie jest kontynuowany w późniejszych

pracach zarówno na temat teorii zarządzania, jak i prakseologii. Podstawowe prawo rządzące przebiegami czasowymi w procesie zarządzania lub sterowania (zwane dalej prawem bilansu czasu) zostało po raz pierwszy sformułowane w 1960 r., a następnie opublikowane przez autora w 1961 r. [18] w odniesieniu do sterowania systemami dynamicznymi. W dalszym ciągu zajmiemy się przedstawieniem prawa bilansu czasu w postaci ogólnej i pewnych jego konsekwencji.

W zależności od tego, czy w każdym okresie sprawozdawczym są podejmowane decyzje i wydawane polecenia wykonawcze, czy też nie, będziemy wyróżniali trzy rodzaje systemów zautomatyzowanego zarządzania:

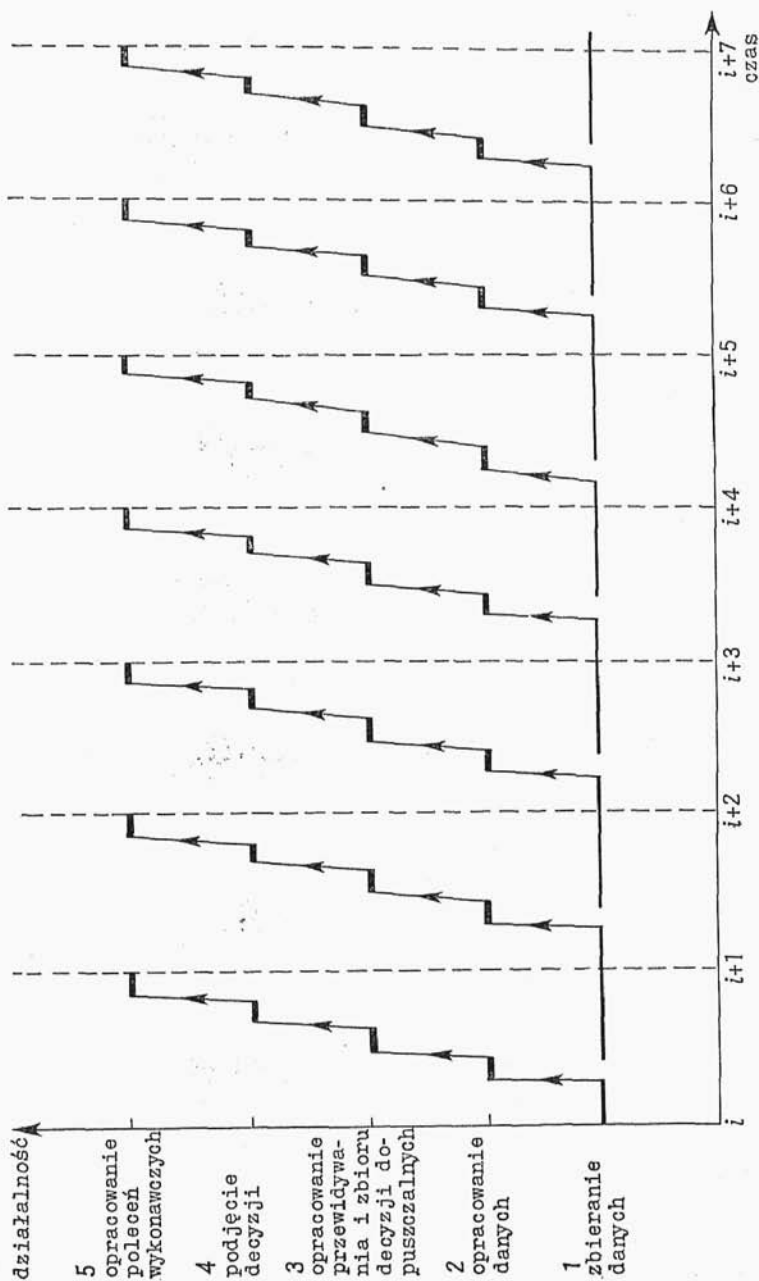
a) system synchroniczny, b) system podsynchroniczny, c) system asynchroniczny.

Dla uproszczenia rozważań zajmiemy się początkowo systemami zarządzania wymienionych wyżej typów o ustalonej długości okresu sprawozdawczego, czyli przypadkiem  $T = \text{const}$ . Jak pokażemy w dalszych rozdziałach, systemy o ustalonej długości okresu sprawozdawczego nie wystarczają dla potrzeb dowodzenia. Nawiasem mówiąc, pokazać można również systemy zarządzania oparte o zmienne w czasie długości okresu sprawozdawczego. Dlatego też mówiąc o systemach kierowania, trzeba rozważać ogólniejszy przypadek systemów o zmiennych długościach okresu sprawozdawczego. Z kolei bliżej scharakteryzujemy poszczególne systemy.

### 1.1. SYSTEM SYNCHRONICZNY

Przez cały okres sprawozdawczy są zbierane dane (w dalszym ciągu działalność tę będziemy oznaczali 1). Zakończenie zbierania danych następuje z pewnym opóźnieniem w stosunku do końca okresu sprawozdawczego. Długość tego opóźnienia będziemy oznaczali przez  $T_1$ . Następną działalnością jest opracowanie danych sprawozdawczych. Opracowanie danych składa się ze sprawdzenia wiarygodności danych, usunięcia i skorygowania danych błędnych, porównania wyników z operatywnym planem cząstkowym (o ile taki na danym szczeblu istnieje). Czas trwania powyższej działalności będziemy oznaczali przez  $T_2$  (a samą działalność oznaczmy 2).

Następną działalnością (działalność 3) będzie przygotowanie przewidywania co do wyników bieżącego okresu sprawozdawczego i przygotowanie, a raczej określenie zbioru decyzji dopuszczalnych. Czas trwania tej działal-



Rys. 3. Kolejność czynności w systemie synchronicznym o okresie  $T$

ności będziemy oznaczali przez  $T_3$ . Należy w tym miejscu jeszcze raz podkreślić, że informacje otrzymywane przez kierownictwo dotyczą zawsze przeszłości, decyzje zaś podjęte przez kierownictwo dotyczą przyszłości. Celem przewidywania jest ekstrapolacja informacji dotyczących stanu obiektu w przeszłości do chwili, w której zaczynają działać decyzje.

Przewidywanie może być dokonywane wieloma sposobami, począwszy od najprostszej ekstrapolacji, poprzez metody bardziej matematycznie wyrafinowane, aż do metod teorii gier włącznie. W rozdziale 2 będziemy omawiali model przewidywania i określania zbioru decyzji dopuszczalnych, operując aparatem matematycznym teorii gier.

Kolejną działalnością (działalność 4) będzie podjęcie decyzji przez kierownictwo. Czas trwania tej działalności będziemy oznaczali przez  $T_4$ . Na razie pominiemy sprawę kryteriów, którymi powinno się posługiwać kierownictwo przy podejmowaniu decyzji. Do sprawy tej wrócimy w rozdziale 4.

Ostatnią wreszcie działalnością (działalność 5) o czasie trwania  $T_5$  jest rozbitcie podjętej decyzji na szereg poleceń wykonawczych, dotyczących przyszłego okresu sprawozdawczego, i przekazanie ich wykonawcy, uwzględniając w tym czas potrzebny wykonawcy na wprowadzenie poleceń w życie.

Obecnie możemy sformułować prawo bilansu czasu dla synchronicznego systemu zarządzania:

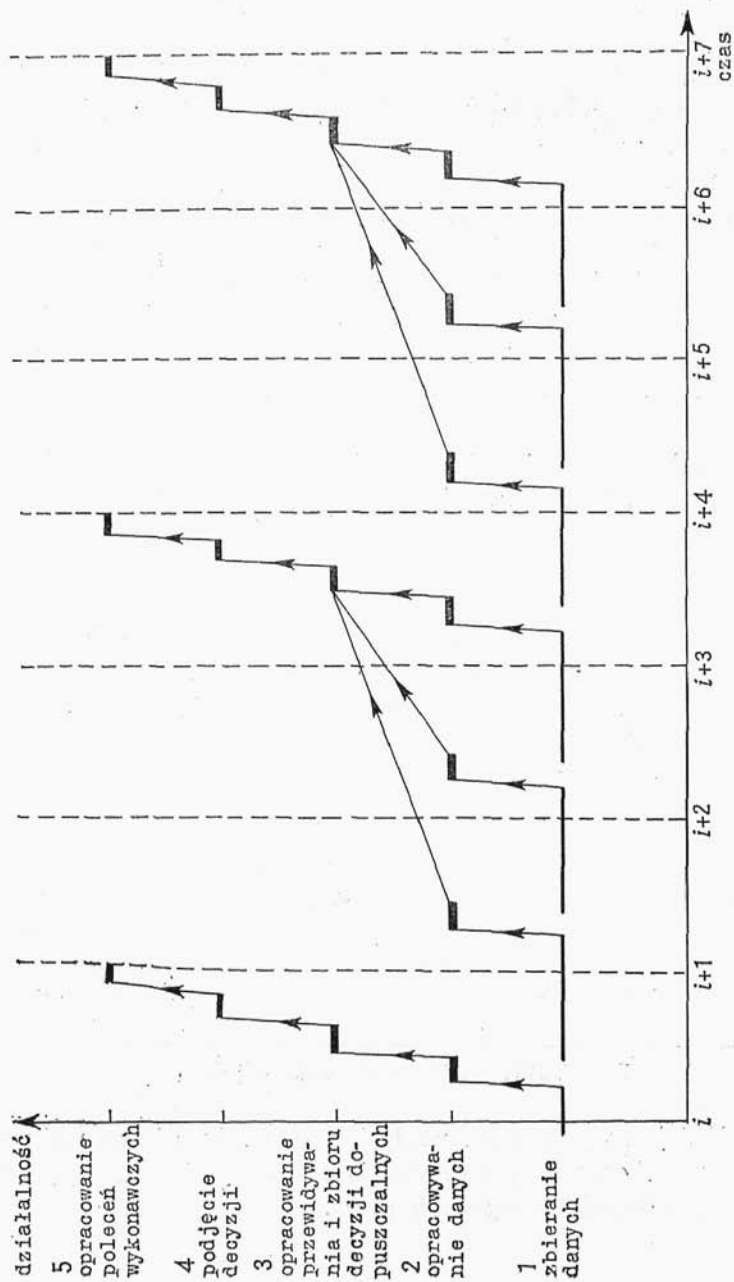
$$T \geq T_1 + T_2 + T_3 + T_4 + T_5. \quad (1-1)$$

Z prawa (1-1) wynika następujący wniosek dla projektowania systemu APD: długość okresu sprawozdawczego  $T$  nie może być krótsza od łącznego czasu trwania działalności 2÷5 plus opóźnienie  $T_1$ .

Na rysunku 3 przedstawiony jest związek czasowy pomiędzy poszczególnymi działalnościami składającymi się na cykl zarządzania w systemie synchronicznym. Graficznie czasy trwania działalności oznaczone są za pomocą poziomych kresek, strzałki zaś wskazują następstwa.

## 1.2. SYSTEM PODSYNCHRONICZNY

Pozornie jedyną różnicą pomiędzy systemem synchronicznym a podsyndronicznym jest fakt, że działalności 4 i 5 (omawiane w p. 1.1) nie wystę-



Rys. 4. Kolejność czynności w systemie podsynchronicznym o okresie  $3T$

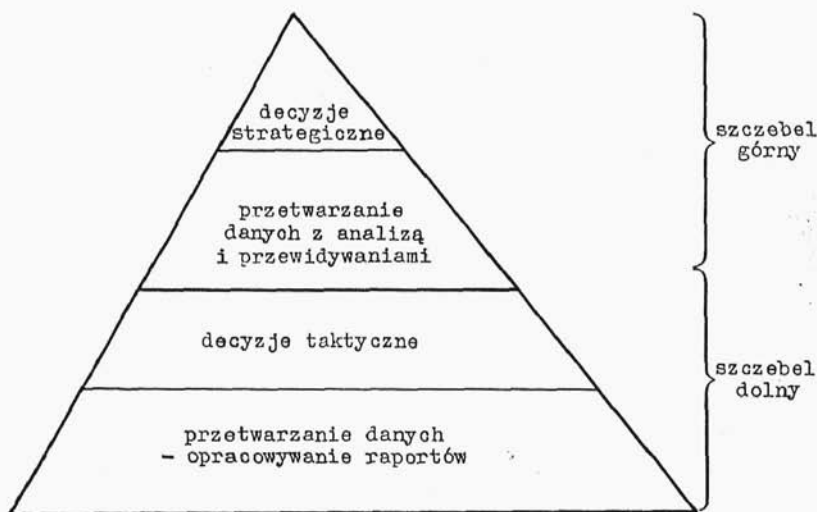
pują w każdym okresie, lecz co pewną określoną wielokrotność okresu  $T$ , np. co szósty okres, czyli co  $6T$ .

Istnieje jednakże dużo głębsza różnica, polegająca na tym, że zmienia się w stosunku do systemu synchronicznego zależność pomiędzy stabilnością obiektu zarządzanego lub sterowanego (czyli jego zdolność do samoczynnego wyrównywania zakłóceń) a sprawnością systemu przetwarzania danych. Oczywiście, prawo (1-1) obowiązuje również i w tym przypadku.

Na rysunku 4 przedstawiamy związek czasowy pomiędzy poszczególnymi działalnościami, składającymi się na cykl zarządzania w systemie pod-synchronicznym. Oznaczenia graficzne przyjęto takie same jak w p. 1.1.

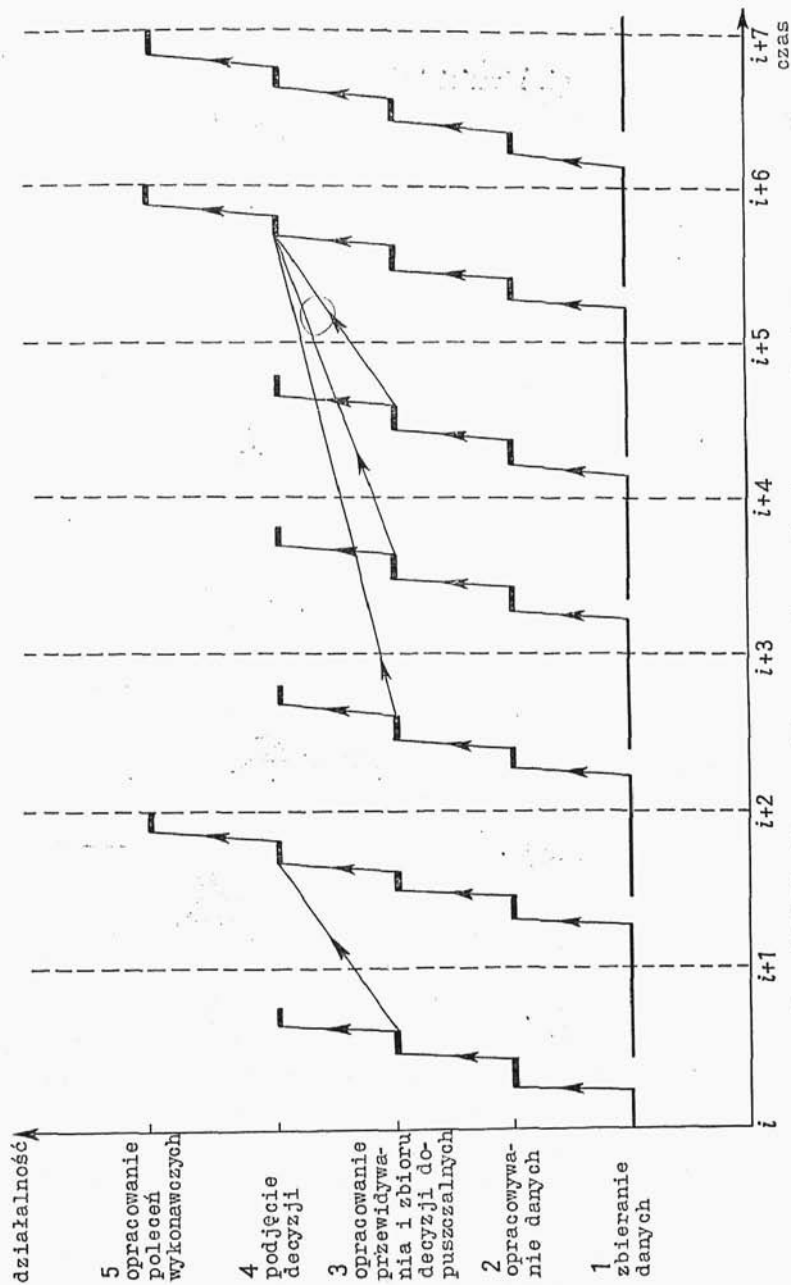
### 1.3. SYSTEM ASYNCHRONICZNY

W systemie tym, w odróżnieniu od dwu omawianych wcześniej systemów, działalności 1, 2, 3 i 4 są wykonywane w każdym okresie, natomiast



Rys. 5. Dwuszczeblowa piramida decyzyjna

działalność 5 jest wykonywana wtedy i tylko wtedy, gdy na podstawie danych sprawozdawczych i przewidywania lub ze względu na zmianę zadań zostaje podjęta decyzja skorygowania planu.



Rys. 6. Kolejność czynności w systemie asynchronicznym o okresie  $T$

Prawo (1-1) obowiązuje również i w tym przypadku. Jednakże struktura systemu asynchronicznego jest znacznie bardziej złożona od struktury dwu omawianych systemów. Mówiąc językiem automatyki, obiekt regulowany za pomocą systemu asynchronicznego musi być wyposażony w zespół lokalnych regulatorów, czyli mamy w tym przypadku do czynienia z hierarchicznym systemem regulacji. W procesie zarządzania takiej strukturze regulacji odpowiada wielopoziomowa piramida zarządzania, wyposażona, używając terminologii Fayola, w tzw. kładki umożliwiające podejmowanie doraźnych, krótkotrwałych w skutkach decyzji (niejednokrotnie decyzje takie są uzgadniane pomiędzy zainteresowanymi kierownikami danego szczebla) przez kierowników równych szczebli. Tego rodzaju dwupoziomowa piramida jest pokazana na rys. 5. Przetwarzanie danych na dolnym szczeblu piramidy daje w wyniku raporty okresowe dla kierownictwa niższych szczebli, które na tej podstawie podejmuje decyzje taktyczne, dotyczące podwładnych wzmiankowanych kierowników niższych szczebli.

Na rysunku 6 przedstawiony jest związek czasowy pomiędzy poszczególnymi działalnościami składającymi się na cykl zarządzania w systemie asynchronicznym. Oznaczenia graficzne przyjęto takie same jak w pkt. 1.1. Należy podkreślić, że przy systemie asynchronicznym opracowując przewidywanie należy uwzględnić również decyzje taktyczne kierownictwa niższych szczebli, które w istniejącej sytuacji najprawdopodobniej zostały podjęte. Tym samym więc opracowanie przewidywania jest znacznie bardziej złożone niż w przypadkach omówionych w p. 1.1. i 1.2.

#### 1.4. SYSTEM O ZMIENNEJ CZĘSTOTLIWOŚCI

W odróżnieniu od trzech poprzednio omawianych systemów zarządzania, w systemie o zmiennej częstotliwości długość okresu sprawozdawczego nie jest stała, a sam system nie musi odnosić się jedynie do zarządzania, lecz ze względu na swą postać opisuje proces kierowania w najogólniejszym przypadku.

Zmiany długości okresu sprawozdawczego mogą być określone z góry dla odpowiednio dużej ilości okresów lub mogą być każdorazowo wyznaczane, np. w czasie podejmowania decyzji na okres następny. Kolejność działalności w tym systemie jest taka sama jak w systemie synchronicznym,



natomiast prawo bilansu czasu przybiera nieco inną postać. Oznaczając przez  $T(i, i+1)$  długość okresu sprawozdawczego zaczynającego się w chwili  $i$ , a kończącego się w chwili  $i+1$  (pozostałe oznaczenia jak w 1-1), możemy prawo bilansu czasu dla systemu o zmiennej częstotliwości przedstawić w poniższy sposób:

$$\min T(i, i+1) \geq T_1 + T_2 + T_3 + T_4 + T_5. \quad (1-2)$$

Oczywiście, można wprowadzić pojęcie systemów podsynchronicznego i asynchronicznego o zmiennej częstotliwości, przy czym systemy takie niewątpliwie mają doniosłość praktyczną.

W dotychczasowych rozważaniach, dotyczących układów o stałej długości okresu sprawozdawczego, pominęliśmy sprawę tzw. informacji alarmowych, dotyczących takich zjawisk jak: klęski żywiołowej, wycofania albo zmiany przez zleceniodawcę dużego zamówienia będącego już w realizacji itp. Zautomatyzowany system zarządzania musi być wyposażony w odpowiedni zespół układów alarmowych, który może spowodować odpowiednie zmiany decyzji. Ponieważ jednak problem ten wymaga indywidualnego rozpatrzenia ze względu na specyfikę obiektu zarządzanego i specyfikę otoczenia obiektu, sprawy tej nie będziemy szczegółowo omawiać. Podkreślimy jedynie, że dla pewnej klasy układów o zmiennej długości okresu sprawozdawczego pojawienie się informacji alarmowej powoduje automatyczne zakończenie okresu sprawozdawczego. Do sprawy tej wrócimy jeszcze w rozdz. 5.

Celowe będzie na zakończenie rozdziału zastanowienie się nad wnioskami, jakie dla projektowania systemu APD wypływają z wyżej przeprowadzonych rozważań. W rozdziale 0 zwróciliśmy uwagę po raz pierwszy, że wszystkie informacje, które otrzymuje kierownik, opisują przeszłość, chociaż mogą niewątpliwie rzutować na przyszłość, natomiast wszystkie decyzje podjęte przez kierownika dotyczą przyszłości. Z kolei prawo bilansu czasu określa jeden ze związków zachodzących pomiędzy długością okresu sprawozdawczego a mocą systemu przetwarzania i przesyłania informacji. Związek ten, szacujący długość okresu sprawozdawczego od dołu, określa, że długość ta musi być większa lub równa sumie czasów działalności 2÷5 plus opóźnienie  $T_1$ .

Ograniczenie od góry na długość okresu sprawozdawczego, w przypadku systemu zarządzania, wynika z modelu przewidywania, czyli modelu po-

zwalającego na wyciągnięcie wniosków na teraźniejszość i przyszłość z informacji dotyczących przeszłości. Oczywiście, im obiekt kierowany jest bardziej stabilny, tym łatwiej zbudować model przewidywania dający dobre wyniki.

W przypadku gdy posiadane przez nas środki techniczne nie pozwalają na wykonanie dla dwuszczeblowego systemu zarządzania przetwarzania w zadanym czasie, należy dążyć do zwiększenia ilości szczebli zarządzania. Zwiększenie takie pozwala na uzyskanie większej stabilności układu i tym samym pozwoli na przedłużenie okresu sprawozdawczego. Badanie zależności pomiędzy ilością szczebli decyzyjnych a stabilnością układu i długością okresu sprawozdawczego jest niewątpliwie sprawą wielkiej doniosłości gospodarczej. Problem ten przerasta jednakże ramy niniejszej pracy.