Jerzy TARAJKOWSKI

UJEMNE SPRZĘŻENIE ZWROTNE W GOSPODAROWANIU ZAPASAMI PRZEDSIĘBIORSTWA

Celem szkicu jest zwrócenie uwagi na poważne zakłócenia jakie pojawiają się już w pierwszej fazie działalności przedsiębiorstwa w Polsce lat osiemdziesiątych. Zakłócenia te polegają na powszechnym braku dostatecznej ilości surowców, materiałów i półfabrykatów niezbędnych do pełnego zaopatrzenia procesów produkcji i usług. Reglamentacja wraz z planowaniem w ujęciu tradycyjnym stają się instrumentami polityki hamującymi procesy rozwoju w ogóle a zapasów w szczególności. Warto przy tej okazji zwrócić uwagę na możliwość stosowania różnych metod regulacji zapasów, które nie sprowadzają się do tradycyjnie rozumianego (na obszarze Europy środkowej i wschodniej) planowania. Można wymienić tu np. prognozowanie czy określanie polityki zapasów przy pomocy forresterowskiej analizy dynamiki systemów. W obu przykładowych przypadkach nieodzowna jest ciągła wiedza o poziomach i zmianach podaży i popytu w dziedzinach jakie interesują przedsiębiorstwo. Cechą charakterystyczną wymienionych metod jest ich szerokie stosowanie w warunkach gospodarek rynkowych na użytek własny przedsiębiorstw a nie dla potrzeb shierarchizowanego aparatu planistyczno-politycznego.

Przełom lat siedemdziesiątych i osiemdziesiątych przynosi szereg prac poddających krytyce monopolistyczne traktowanie w procesie rozwoju instrumentarium planu centralnego. Rozwija się w tym okresie na wspomnianym obszarze Europy Środkowej koncepcja gospodarowania z permanentnym deficytem, nazwana zresztą eufemistycznie gospodarkę niedoboru. Chodzi po prostu o sytuację, gdy popyt przez długi czas odbiega znacząco od sumy i struktury zaplanowanej podaży, a zakłócenia procesu zmierzania do równowagi są tak silne, że przybierają charakter nierównowagi trwałej, pogłębianej zresztą przez sam system dyrektywnego planowania i zarządzania. W niektórych krajach (Węgry, Polska) stało się to przyczyną działań reformatorskich. Z dotychczas znanych opracowań oficjalnych w Polsce najdalej w propozycjach reform zaawansowany był projekt „Podstawowych Założeń Reformy Gospodarczej" Komisji ds. Reformy Gospodarczej, który ukazał się w styczniu 1981 r. Przyjęto w nim zasady twardych ograniczeń finansowych i jednoznacznego kryterium oceny działalności jednostek gospodarczych. Według tego projektu jednostronność instrumentarium polegająca na monopolu planowania zastąpiona została wachlarzem instrumentów

polityki gospodarczej, wśród których plan, mechanizm rynkowy oraz narzędzia finansowo-bankowe miały stanowić triadę wzajemnie uzupełniających się narzędzi. Według tego projektu: „Zasadniczym warunkiem istnienia przedsiębiorstwa powinna być rentowność. Brak spełnienia tego warunku powinien stanowić podstawę przymusowej reorganizacji lub likwidacji przedsiębiorstwa w trybie określonym przepisami prawnymi". (art.63 projektu). Powyższa reguła postępowania powinna być traktowana jako punkt wyjścia do konsekwentnie wprowadzonej reformy, która tylko wówczas ma szanse powodzenia jeśli zmieni całą dotychczasową sferę realną i regulacji (w sensie kornaiowskim). Zakładamy, że rozpoznanie sfery realnej i regulacji nie może odbywać się oddzielnie. Wiadomo już bowiem z historii rozwoju planowania, że rozłączne traktowanie tych dwóch sfer i koncentrowanie się na kształtowaniu zmian głównie sfery realnej powoduje sztuczne rozdzielenie procesów wytwórczych i dystrybucji od sterowania i zarządzania. Na dodatek sfera regulacji ulega wówczas łatwiej usztywnieniu a utworzone raz struktury biurokracji i władzy nie są łatwo podatne na modyfikacje i efektywne rozwiązania. Posługiwanie się rozwiązaniami efektywnymi zostaje w takiej usztywnionej strukturze dodatkowo zredukowane na skutek występowania procesów i decyzji standardowych[1]. Z powyższego wynika konieczność jednoczesnego badania sfery wytwarzania oraz procesów decyzyjnych towarzyszących produkcji i przepływowi towarów. Można to uczynić przy pomocy sprzężeń zwrotnych[2], jakie występują w kolejnych fazach wytwarzania produkcji. Pierwsza z podstawowych wielkości to zapasy, których rozmiary i struktura jest podporządkowana trzem zmiennym: decyzji zamówienia, opóźnieniu w realizacji zamówienia oraz informacji o zapasach[3]. Narzędzia pomocnicze w takim badaniu dostarcza nam między innymi rozwijana od lat 70-tych analiza dynamiki systemów zwana w skrócie dynamiką systemów. Wiedza o niej w Polsce jest jeszcze ciągle wycinkowa. Jest to jednak odrębny temat domagający się obszerniejszego studium. Dla dalszych rozważań przyjmiemy za punkty wyjścia następujące hipotezy.

---

[1] Uwagi wyjaśniające o procesach i decyzjach standardowych znajdzie Czytelnik w pracy J. K o r n a i; Anti-Equilibrium. Warszawa PWN 1973. Konkretny kontekst tych decyzji jest poruszony w artykule J.Polowczyka zamieszczonym w niniejszym zeszycie.

[2] Na konieczność badania sprzężeń w procesie budowy modeli zwracaliśmy uwagę w opracowaniu przygotowanym w 1973 r. Ogólne powiązania w planistycznym systemie modeli wzrostu. Maszynopis s.11
Drugie opracowanie z tego zakresu dotyczyło wstępnych badań prowadzonych pod kier. prof. O.Ecksteina (Harvard Univ.) i opisujących główne sprzężenia modelu DRI: The Main Loops in DRI Macromodel for US Economy.SPURS Program MIT, Cambridge 1979, Maszynopis.

[3] Patrz: Jay W. F o r r e s t e r, Principles of Systems. Wright-Allen Press. Inc. Cambridge, s. 1 - 9.

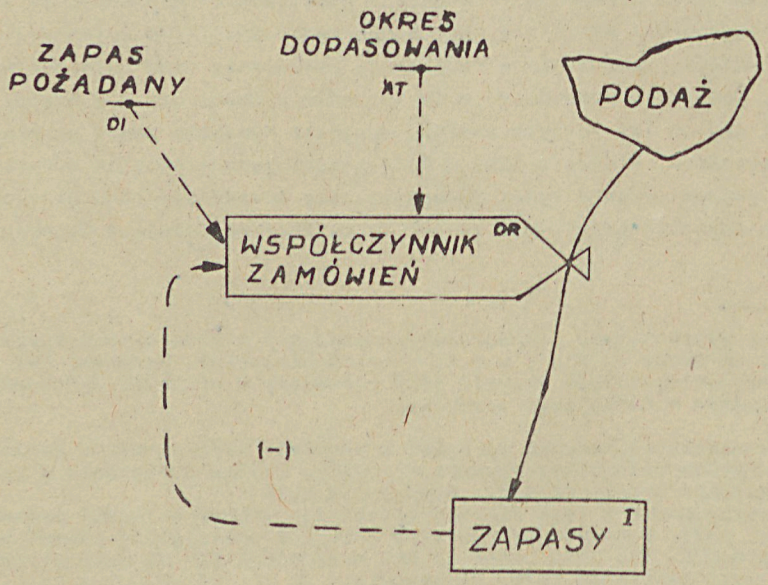
H i p o t e z a 1. Każde przedsiębiorstwo kierujące się zyskiem dąży do utrzymania zapasów na poziomie niezbędnym.

Ta oczywista prawda oznacza konieczność utrzymania poziomu zapasów w przedsiębiorstwie, który pozwala na niezakłóconą realizację zaakceptowanych zamówień. Kryterium zysku spełnia rolę normy działania wokół której koncentruje się uwaga menegerów przedsiębiorstwa.

H i p o t e z a 2. W procesie utrzymywania zapasu przedsiębiorstwa występują ujemne i dodatnie pętle sprzężeń zwrotnych pierwszego i wyższych rzędów.

Oznacza to, że przy niezakłóconym zaopatrzeniu rozmiary zapasów istniejących już w przedsiębiorstwie stanowią informację do kolejnego zmniejszania zamówień następnych partii zapasów. Mamy zatem do czynienia z przykładem potwierdzającym definicję ujemnego sprzężenia zwrotnego zamieszczoną m.in. w pracy J. Gościńskiego: Planowanie i sterowanie - - ujęcie systemowe[4]. Treść ujemnego sprzężenia zwrotnego pierwszego stopnia sprowadza się do zmniejszania kolejnych dostaw partii zapasów w miarę zbliżania się do pożądanego poziomu zapasów. Dla analizy dynamiki systemu zapasów przyjmuje się jako wyjściowy następujący schemat ujemnego sprzężenia zwrotnego pierwszego stopnia (schemat 1).

S c h e m a t 1



[4]Patrz - jak wyżej - s.67, Przy tej okazji wyjaśnijmy, że w niniejszym szkicu zajmiemy się tylko sprzężeniem ujemnym 1-go rzędu, zaś pozostałe typy sprzężeń zwrotnych w kontekście dynamiki systemów omówione zostaną w przyszłości.

Ze schematu można łatwo zauważyć brak opóźnień (przesunięć czasowych) między zamówieniem a dostawą. Głównym celem tak sformułowanego sprzężenia jest utrzymanie stałego poziomu niezbędnych zapasów, pożądanych dla prowadzenia niezakłóconej produkcji. To znaczy, że poziom zapasów pożądanych (symbol DI) będzie uzależniony od tzw. współczynnika zamówień(symbol OR). Jeśli zapasy zaczynają przeważać wielkość pożądaną (DI) wówczas OR zaczyna przyjmować wartości ujemne. Ze schematu widać, że:

$$OR = DI - I \qquad (1)$$

Posługując się tokiem rozumowania przyjętym w forresterowskiej dynamice systemu, OR może być dodatnie lub ujemne, co oznacza albo powiększenie wielkości zapasów albo zwrot do dostawcy.

W tym momencie pojawiają się następujące pytania. Po pierwsze, jaki jest charakter zależności między tymi wielkościami? Po drugie, czy OR reaguje wyraźnie na zmiany zapasów? Po trzecie, jaka jest postać nieliniowej zależności między zapasami a współczynnikiem zamówień? do postawienia takich pytań upoważniają następujące zasady dynamiki systemów:

3. 3 - 1 o rozwiązaniach symulowanych;
4. 2 - 1 o decyzjach w ramach pętli sprzężenia zwrotnego;
6. 1 - 1 o równości jednostek pomiaru[5].

Ponieważ zasady dynamiki systemów generalnie nie są znane w literaturze polskiej dlatego przytoczymy je w pełnym brzmieniu:

Rozwiązania symulacyjne

Większość dynamicznych zachowań w systemach społecznych może być przedstawiona za pomocą modeli liniowych o tak wysokim stopniu złożoności,że rozwiązania analityczne są niemożliwe.

Decyzje zawsze w pętli sprzężenia

Każda decyzja powstaje wewnątrz pętli sprzężenia zwrotnego. Decyzja wywołuje kontrolę działania zmieniającego poziomy systemu. Proces decyzyjny może być częścią więcej niż jednej pętli sprzężenia zwrotnego.

Równość jednostek pomiaru

W dowolnym równaniu każdy człon winien być mierzony według tego samego wymiaru. Człony mające różne jednostki miary wskazują na błąd w równaniu.

[5] Patrz - Jay W. F o r r e s t e r; Principles of Systems. rozdz.3,4 i 6.

Z pierwszej wymienionej zasady wynika trudność rozwiązania liniowych wersji modeli zjawisk społecznych (także ekonomicznych - dop. J.T.)[6]. Zasada ta staje się bardziej zrozumiała w przypadku analizy zapasów przedsiębiorstwa jeżeli weźmiemy dodatkowo pod uwagę zasadę o krzywoliniowym charakterze pętli pierwszego stopnia, to znaczy pętli o jednym mierniku natężenia strumienia[7]. Chodzi tu o współczynnik zamówień. Jak zauważymy za chwilę przykład zmian współczynnika zamówień w zależności od rozmiarów zapasów ma charakter krzywoliniowy także w przypadku prostego dydaktycznego przykładu liczbowego. Przed jego opisem konieczne jest jeszcze wyjaśnienie trzeciej z cytowanych zasad dynamiki systemów o ujednoliconych jednostkach. W tym celu zestawmy wielkości zawarte w zmodyfikowanym równaniu współczynnika zamówień wyrażając je jednostkami miary. Równanie zmodyfikowane ma następującą postać:

$$OR = \frac{1}{AT}(DI - I), \qquad (2)$$

gdzie oprócz dotychczasowych symboli występuje AT co oznacza okres dostosowania zapasów, wyrażony w tygodniach, w sytuacji gdy współczynnik OR pozostaje bez zmian. Na skutek dopływu towarów zmienia się z czasem poziom zapasów i oczywiście współczynnik zamówień.
Podstawiając do równania (2) jednostki miary otrzymamy:

$$\frac{\text{jedn.}}{\text{tydzień}} = \frac{1}{\text{tydzień}}(\text{jedn.} - \text{jedn.}).$$

W ten sposób spełniona jest trzecia z wymienionych zasad dynamiki systemów.

Skoro wyjaśniliśmy stanowisko wobec 3 wymienionych zasad dynamiki systemów powróćmy do myśli jednoczesnego przebadania sfery wytwarzania i przepływu towarów oraz towarzyszącym im decyzji. Znamy już charakter sprzężenia opisanego w schemacie 1 i zajmiemy się teraz przykładem liczbowym, wykorzystując do tego celu materiał zawarty w podstawowej pracy J. Forrestera[8].

1. Przyjmujemy poziom pożądanych zapasów w wysokości 6000 jednostek. Wszelkie różnice traktuje się jako błąd.

2. Wielkość AT wynosi 5 tygodni, co oznacza czas jaki jest niezbędny, przy aktualnym współczynniku zamówień do uzupełnienia zapasów.

---

[6] Twórca dynamiki systemów prof. J. Forrester zajmował się od początku swoich zainteresowań układami dynamicznymi w wielu dziedzinach praktyki, nauki i techniki. Stąd zasady mają charakter generalizacji wysokiego stopnia.

[7] Pojęcie natężenia strumienia zapewne intuicyjnie zrozumiałe zostało wyjaśnione już w literaturze polskiej przez B. Wąsika i J. Polowczyka. B. W ą s i k B., Elementy dynamiki systemowej dla ekonomistów. Akademia Ekonomiczna Kraków 1983. J. P o l o w c z y k, Komplementarność modeli dynamiki systemów i modeli optymalizacyjnych „Przegląd statystyczny", 1984 nr 1/2

[8] Patrz - J. F o r r e s t e r, op.cit., s.2-7 et seqq.

3. Zapas wyjściowy wynosi 1000 jednostek.

4. Zmiana współczynnika zamówień występuje po dwu tygodniach.

Oto jak wyglądają wyniki rachunku na podstawie powyższych decyzji (tabela 1).

Tabela 1

Dynamika zapasów

Czas (tygodnie)	Zapasy (jedn.)	Przyrost zapasów (jedn.) I	Błąd poziomu zapasów (jedn.) DI - I	Współczynnik zamówień jedn./tydz. OR
0,0	1000	-	5000	1000
2,0	3000	2000	3000	600
4,0	4200	1200	1800	360
6,0	4920	720	1080	216
8,0	5352	432	648	130
10,0	5611	259	389	78
12,0	5767	156	233	47
14,0	5860	93	140	28
16,0	6916	56	84	17
18,0	5950	34	50	10
20,0	5970	20	30	6
22,0	5982	12	18	4
24,0	5989	7	11	2

Źródło: Forrester J.; Principles of Systems, op.cit., s.2-8.

Jak widać każdorazowo po dwu tygodniach oblicza się na nowo współczynnik zamówień, który rosnąc wykładniczo zbliża się do pożądanego poziomu zapasów. Poziom ten może osiągnąć po dwu latach od momentu początkowo przyjętej polityki zapasów. Nie jest to okres krótki a jednocześnie wymaga konsekwentnego postępowania decydentów regulujących wysokość dostaw. Czy jest to łatwe? Odpowiedzi pozytywnej można udzielić wówczas gdy w procesie tworzenia zapasów nie istnieją w gospodarce deficyty uniemożliwiające realizację poziomu DI. Jest to zatem możliwe wówczas gdy istniejący rynek surowcowo-materiałowy w pełni obsługuje zmieniający się wolumen zamówień.

Zastanowienia godny jest także charakter ujemnego sprzężenia zwrotnego w sensie skutku jaki powstaje w tak prostym przykładzie. W sprzężeniu tym nie dopuszcza się wpływu innych zewnętrznych sprzężeń, które w rzeczywistości występują. Pierwszym takim sprzężeniem jest powiązanie zapasów z produkcją. Uwzględnienie tego powiązania wymagałoby choćby zmiany stopnia sprzężenia na wyższy niż pierwszy.

Z powyższą uwagą łączą się następne dotyczące warunków działania przedsiębiorstw w Polsce. Przede wszystkim nasuwa się potrzeba pilnego

zwrócenia uwagi na głębokie zakłócenia jakie występują obecnie i mają swe źródła w istnieniu stanu przejściowego. Chodzi o aktualny stan rozwoju społeczno-polityczno-gospodarczego Polski, w którym wiadomo iż dotychczasowe formy, instytucje i metody polityki społeczno-gospodarczej uległy dewaluacji i dezaprobacie. Tymczasem nowe formy, instytucje i metody z trudem lub/i oporami torują sobie drogę do rzeczywistości. Z jednej strony np. tworzy się podstawy legislacyjne umożliwiające przejście do nowych form i metod (np. formuła „3 S", formuła upadłości przedsiębiorstw państwowych), z drugiej zaś system reglamentacji i miękkiego finansowania podważa dokumentnie wymienione wyżej podstawy.

Wspomniane zakłócenia dotykają od razu początkowych faz działalności przedsiębiorstwa a więc tworzenia i zmian w zapasach. Z jednej strony występuje więc dążenie do samodzielności przedsiębiorstw, funkcjonowania mechanizmu rynkowego oraz planowania autonomicznego przedsiębiorstw. Z drugiej strony nadal jest utrzymywana, a nawet nasila się tendencja do centralizacji zarządzania przedsiębiorstwami, reglamentacji materiałów i surowców oraz nieracjonalnego stosowania zasobów siły roboczej. Nieracjonalność ta ma kilka wymiarów, z których najbardziej oczywisty przejawia się w utrzymywaniu załogi przedsiębiorstw ponad rozmiary potrzebne do obsługi procesów produkcji. Drugi oczywisty wymiar dotyczy przerostu kadr biurokratyczno-administracyjnych przedsiębiorstw. Trzeci spośród wymiarów obejmuje biurokrację tzw. aparatu wyższych szczebli. Są to wystarczające przyczyny do istnienia tak silnych konfliktów interesów, że niemożliwym staje się sprawne działanie przedsiębiorstwa. Konflikty między wymienionymi wymiarami siły roboczej polegają na preferowaniu własnych korzyści i interesów. W takich sytuacjach pojawiają się zupełnie inne, siły, czynniki i zmienne, które decydują o charakterze przedstawionego najprostszego negatywnego sprzężenia zwrotnego. Nie można tego pomijać w analizie poszczególnych fragmentów działalności przedsiębiorstwa. W przypadku stosowania analizy dynamiki systemów istnieje jeszcze jedno niebezpieczeństwo o charakterze metodologicznym. Chodzi o powstanie sytuacji nieprzydatności tego instrumentu dla praktyki gdy rzeczywiste czynniki sprawcze i decyzyjne tkwią p o z a układem opisanym dynamiką systemu. Sytuacje takie mają miejsce gdy tworzy się luka między sferą realną a sferą regulacji, polegająca na tworzeniu stanów fikcyjnych zarówno w sferze materialnej jak i sferze zarządzania i decyzji. Problem ten próbuje się rozwiązać między innymi przez indeterministyczne podejście do procesów rozwoju przedsiębiorstwa. Jedna z takich dróg to włączenie zakłóceń losowych. Szersze uwagi na ten temat znajdują się w artykule J.Polowczyka, a problem jest na tyle ważny i obszerny, że dotyczy dużej części spośród 31 zasad dynamiki systemów, sformułowanych przez J.W. Forrestera.

Literatura

F o r r e s t e r J.W., Principles of Systems. Wright Allen Press Inc., Cambridge.

Gospodarka w procesie reformowania. Pr. zbior. pod red. J.Pajestki, PAN Instytut Nauk Ekonomicznych PWE 1986,

P o l o w c z y k J., Komplementarność modeli dynamiki systemów i modeli optymalizacyjnych. „Przegląd Statystyczny", 1984 nr 1/2.

T a r a j k o w s k i J., Podstawowe sprzężenia w modelach rozwoju gospodarczego (przykłady) 1981. Maszynopis.

T a r a j k o w s k i J., The Main Loops in DRI Macromodel for US Economy, SPURS Program MIT, Cambridge 1979, Maszynopis.