

## Gazdasági rendszerek vegetatív működése

Bonyolult, sokféle funkciót ellátó rendszerek irányítását általában egyszerűbb és magasabbfokú mechanizmusokból álló, többfokozatú szabályozók látják el.<sup>1</sup> Így például az űrhajó számos funkcióját egyszerű beépített automatikák vezérlik, más tevékenységeit fél-automatikusan a földről irányítják, ismét más funkciókat az űrhajósok közvetlenül, kézierővel kormányoznak. Vagy gondoljunk a magasabbrendű élő organizmusra, pl. az emberi szervezetre. Működésének egyrészét — többek között a légzést, az emésztést, a vérkeringést, a szív, a tüdő-, a gyomor- és bélrendszer, a vese működését — a vegetatív (autonóm) idegrendszer, a működés másrészét pedig a központi idegrendszer szabályozza.

A gazdaság is bonyolult, sokféle funkciót ellátó rendszer. Folyamatait többféle, alacsonyabb és magasabb fokú mechanizmus együttesen szabályozza. Az alacsonyabbfokút — a fiziológiai analógia alapján — *vegetatív (autonóm) szabályozásnak* nevezzük.<sup>2</sup>

Tanulmányunk első szakasza a „szabályozási mechanizmus” fogalmát magyarázza meg, összehasonlítást tesz különböző mechanizmusok között és tapasztalati megfigyeléseket ismertet. A 2. és 3. szakasz tárgya az autonóm szabályozás elméleti elemzése egy általános és egy speciális modell segítségével. Végül a 4. szakaszban következtetéseket vonunk le, s általános megjegyzéseket fűzünk a megelőző elméleti elemzéshez.

### 1. Szabályozási mechanizmusok

#### 1.1. Az ármechanizmus és az utasításos mechanizmus

A gazdasági rendszert, működésének elvont elemzésére, két szférára osztjuk fel. A *reálszférában* mennek végbe a gazdaság anyagi, fizikai folyamatai: a termelés, a termékek helyváltoztatása és a fogyasztás. A *szabályozási szféra* hiva-

<sup>1</sup> Tanulmányunk azokra a közgazdasági és modellépítési gondolatokra támaszkodik amelyeket Kornai János fejtett ki *Anti-Equilibrium* [4] című könyvének az autonóm szabályozásról szóló fejezetében, és az [5] tanulmányban. Az általános modell jelen továbbfejlesztése és a speciális modell a szerzők közös munkája, az utóbbinak az elemzését Martos Béla végezte el.

A szerzők kutatásait a Magyar Tudományos Akadémia Közgazdaságtudományi Intézetében végezték. Kornai János munkáját fél éven át a Cowles Foundation for Research in Economics (Yale University, USA) keretében folytatta, a Ford alapítvány által rendelkezésre bocsátott alapokból. Felhasználjuk az alkalmat, hogy köszönetet mondjunk a kutatásunkat támogató intézményeknek.

A tanulmány anyagát előadtuk a Bolyai János Matematikai Társulat által szervezett Operációkutatási Konferencián, Debrecen, 1970 és az Econometric Society 2. Világkongresszusán, Cambridge, Anglia, 1970.

<sup>2</sup> Az alacsonyabbfokú idegrendszer megjelölésére az angolnyelvű fiziológiai irodalom az „autonóm” jelzőt, más nyelvek, köztük a magyar is a „vegetatív” jelzőt használja. Az általunk leírt analóg gazdasági jelenséget mindkét jelző találan jellemzi.

tása a reálfolyamatok vezérlése. Itt megy végbe az információk összegyűjtése, feldolgozása és továbbadása, a döntések előkészítése és meghozatala.

A szabályozási szférán belül alrendszereket különböztetünk meg, amelyeket *szabályozási mechanizmusoknak* nevezünk. Ezek — noha szorosan egymáshoz kapcsolódva fejtik ki hatásukat — mégis bizonyosfokig elkülönülnek egymástól.

A szabályozási mechanizmusokat főként a következő ismérvek alapján határolhatjuk el egymástól:

1. *Szervezet*. A gazdaság mely szervezetei vesznek részt a mechanizmus működésében?

2. *Információs struktúra*. Mely információ-típusok jellemzik a mechanizmus közlés-áramlását? Milyen szervezetek között áll fenn információs kapcsolat a szóbanforgó mechanizmus keretében?

3. *Magatartási szabályok*. Milyen szabályosságok jellemzik a mechanizmusban résztvevő szervezetek döntéshozatali folyamatait? Milyen információs inputra milyen információs outputtal válaszolnak, másszóval: miféle válaszfüggvénnyel írható le magatartásuk?

4. *Motiváció*. Milyen motívumok készítetik a szervezeteket magatartási, döntési szabályaik és az azokhoz tartozó információs struktúra kialakítására?

Az alábbiakban nagyon vázlatosan, s erősen leegyszerűsítve összefoglaljuk két „tisztá” szabályozási mechanizmus ismérveit. Az első: az *ármechanizmus*, amelyet gyakran *piaci mechanizmusnak* is neveznek. Szervezete teljesen decentralizált; minden termelő és fogyasztó, eladó és vevő résztvesz benne. Nincsenek jogilag szankcionált alá-fölérendeltségi viszonyok. Információs struktúrájának fő jellegzetessége: az ár szolgál a szabályozás jelzőrendszereként. Túl kínálat esetén az ár csökken, túlkéréslet esetén nő. A termelő magatartási szabálya: ha valamely termék ára emelkedik, többet kell termelni, kevesebbet kell felhasználni belőle (áresökkenés esetén megfordítva). A termelő motivációja: a profit növelése. (A fogyasztó magatartási szabályait és motivációját itt nem érintjük.)

A második mechanizmus, amelyet meg akarunk említeni: az utasításokkal irányító központi szabályozás, röviden: az *utasításos mechanizmus*. Szervezete teljesen centralizált és hierarchikus. A gazdaság minden reáltevékenységét végső soron a központ irányítja, rendszerint nem közvetlenül. A központ alatt, s a termelő vállalatok fölött — egy, két vagy több szinten elrendezve — alközpontok, középfokú irányító szervek helyezkednek el. Az információs struktúra jellegzetessége: a közlések „függőleges” áramlása. Felülről lefelé utasításokat küldenek, alulról felfelé pedig jelentéseket. A jelentések alapján a központ dönt. A rövidlejárátú adaptáció szabályozására szolgáló magatartási szabály: ha a jelentésekből hiány derül ki, a termelés növelésére ad utasítást, ha felesleg mutatkozik, a termelés csökkentését írja elő. A termelő vállalatok motivációja: a fegyelem, az utasítások teljesítéséhez fűződő anyagi és erkölcsi érdekelttség. (A fogyasztói magatartásra ismét nem térünk ki.)

Az irodalom jelentős része azt a benyomást kelti, mintha a kapitalista gazdaság reálszféráját kizárólag az ármechanizmus, a szocialista gazdaságét pedig (legalábbis a decentralizálási reformokat megelőző korszakban) kizárólag az utasításos mechanizmus szabályozná. Ez azonban nem állja meg a helyét. Mind a kapitalista, mind a szocialista gazdaságban szimultán többféle szabályozási mechanizmus működik. A kapitalista gazdaságban megjelennek — ha nem is az egész országot átfogó méretekben, de legalábbis részlegesen — az utasításos mechanizmus elemei: a nagy konszernek és a nagy állami-

gazdasági szervezetek irányításában. A szocialista gazdaságban pedig már a reform előtt is működött — ha szoros korlátok között is — az ármechanizmus, s hatóköre a reformok nyomán tovább szélesedett.

Ezeket még kiegészítik további szabályozási mechanizmusok is. Ilyen például a *népgazdaság közép- és hosszúlejáratú állami tervezése*, amely kezdetül fogva igen fontos hatást fejtett ki a szocialista országokban, de egyre nagyobb szerephez jut a fejlődő országokban, sőt a fejlett tőkés országokban is.

### 1.2. A vegetatív (autonóm) szabályozás

További ilyen szabályozási mechanizmusnak minősíthető a *vegetatív (autonóm) szabályozás* is. Tulajdonképpen ez maga is összetett, több „al-mechanizmusra” tagolódó regulátor. *Megtalálható mind a kapitalista, mind a szocialista gazdaságokban.*

A vegetatív szabályozási mechanizmus legfontosabb — s tanulmányunkban részletesen tárgyalt — összetevője, „al-mechanizmusa” a *készletjelzéseken alapuló szabályozás*. A termelő vállalat egyik legfontosabb információs forrása: a saját termékeiből és a felhasznált anyagokból álló készletek megfigyelése. Ha saját termékeiből a készlet felhalmozódik, akkor célszerű a termelés színvonalát csökkenteni, ha viszont a készlet lepad, akkor érdemes a termelést fokozni. Hasonlóképpen: ha az anyagkészlet felduzzad, a beszerzés csökkenthető, ha az anyagkészlet túl kicsi, a beszerzést célszerű növelni. Utóbbihoz hasonló logika alapján dönthet bevásárlásairól a fogyasztói háztartás is.

A vegetatív szabályozási mechanizmus egy másik összetevője a *közvetlen kapcsolat vevő és eladó között*. Ajánlat, hirdetés, előzetes tárgyalás, megrendelés formájában közlik egymással: mit tudnak és akarnak adni, illetve kapni.

A vegetatív szabályozás jellegzetessége: mindig a legalsó szinten megy végbe, a közvetlen termelők és fogyasztók között, magasabbfokú adminisztratív szervek bevonása nélkül. „Autonóm”; nem kapcsolódik közvetlenül valamilyen bonyolult össz-társadalmi folyamathoz. Az utasításos mechanizmus sokszáz vállalat és hivatal precíz összjátékára épül, utasítások és jelentések bonyolult áramlására. A piaci mechanizmusban az árat a résztvevő vállalatok és háztartások együttesen alakítják ki. A szabályozásban viszont sokkal inkább lokális jellegű a folyamat. A készletjelzéseken alapuló szabályozásban a vállalat vagy a háztartás csupán *saját* készletét figyeli meg; az organizmus egyetlen sejtjén *belül* lejátszódó információs és döntési processzussal van dolgunk. A vevő és eladó közvetlen kapcsolatában az organizmus két „szomszédos” sejtje érintkezik egymással.

A vegetatív működés további jellegzetessége: egyszerűsége, úgy is mondhatnánk: primitívsége. Triviális jelenségekről van szó, amelyekről mindenki tud — csak éppen az elmélet hagyta figyelmen kívül.

A vegetatív szabályozás motivációját valószínűleg a következő irányban lehet keresni. Minden, egyszer már létrejött szervezet törekszik a megmaradásra, továbbélésre. A szervezethez tartozó személyek nagy többsége legalább annyira azonosul a szervezettel, hogy annak fennmaradását, folyamatos, zökkenőmentes működését kívánja, legalábbis akkor, ha ez nem kíván tőle túl nagy, a megszokottat meghaladó áldozatot, erőfeszítést. Ily módon az anyagbeszerző, az üzemmérnök, az értékesítési osztály dolgozója bizonyos fokig azonosul munkakörével és természetesnek érzi, hogy az ő feladata a vállalat folyamatos anyagellátása, az üzem sima működtetése, illetőleg a ter-

mékek eladása. Igyekeznek a feladatokat legalább olyan mértékben ellátni, hogy a szervezet folyamatosan működhessen. A vegetatív működésnek bizonyára egyéb motívumai is vannak, de a fenti látszik a legjelentősebbnek.

Ahogy az élő organizmus elemi működését — mondjuk a vérkeringést vagy a légzést — nem a központi idegrendszer tudatos aktusai biztosítják, hanem a vegetatív idegrendszer, ugyanúgy a gazdasági rendszer elemi életfunkcióit is vegetatív szabályozás vezérli. Nem igaz, hogy a kapitalista vállalat okvetlenül bevárja, míg az *A* termék ára csökken és a *B* terméké nő, s csak azután csökkenti az *A* termék és növeli a *B* termék termelését. Nem igaz, hogy a szocialista vállalat okvetlenül bevárja, míg *utasítást* kap: csökkentse az *A* termék és növelje a *B* termék termelését — és csak azután lát hozzá az utasítás megvalósításához. Mindkét társadalomban érvényesül autonóm mozgás. A vállalat „önmagától” csökkenti *A* és növeli *B* termelését, mert látja, hogy előbbiből felduzzadt, utóbbiból leapadt a készlet; illetve a vevő egyszerűen közölte vele: szeretne kevesebb *A* és több *B* terméket kapni.

Összefoglalásul táblázatos formában is áttekintjük a most tárgyalt szabályozási mechanizmusok ismérveit.

### Szabályozási mechanizmusok ismérvei

	Ármechanizmus	Utasításos mechanizmus	Vegetatív szabályozási mechanizmus	
			Készletjelzés	Vevő és eladó közvetlen kapcsolat
Szervezet	Decentralizált Valamennyi vevő és eladó együttes tevékenységének eredménye	Centralizált, hierarchikus	Decentralizált Kizárólag a szervezetben belül megy végbe	Decentralizált Kizárólag egy-egy eladó-vevő pár kapcsolatára épül
Információs struktúra: fő máció-típus	Ár	Lefelé: utasítás, felfelé: jelentés	Készletjelzés	Igények és lehetőségek közvetlen közlése
Magatartási szabály a termelőnél	Árváltozás → output-input változtatása	Utasítás → végrehajtás	Készletváltozás → output-input változtatása	vevő(eladó) közlése → termelő (felhasználó) alkalmazkodása
Termelő motivációja	Profit növelése	Fegyelem, érdekelt-ség az utasítás végrehajtásában	Azonosulás a funkcióval, a vállalat túlélésével, folyamatos üzemeltetésével	

### 1.3. Tapasztalatok

A vegetatív szabályozás empirikusan megfigyelhető. Leírásához — a termelés körében maradván — közelről tanulmányozni kell a vállalatok életét, a felhasznált információkat, a döntés „hüvelykujszabályait”. A szerzők személyes tapasztalatait, s számos vállalati vezetővel folytatott beszélgetései alátámasztani látszanak a vegetatív szabályozás létét, s kiemelkedően fontos hatóerejét. Működésének és más szabályozási mechanizmusokkal való összekapcsolásának módszeres leírása azonban további empirikus és elméleti kutatást igényel.

Figyelemreméltó közvetett bizonyítékát adta a vegetatív szabályozás fontos szerepének a magyar gazdaságvezetés reformja. Három évvel ezelőtt, 1968. január 1-én egyik napról a másikra kiiktatták a gazdaság igen széles területén az utasításokkal irányító központi szabályozást, legalábbis a rövidlejárátú döntések körében. Azóta azonban csupán a reálszférának aránylag kisebb részét szabályozza „tisztá” ármechanizmus, a piac egyensúlyi helyzetéhez rugalmasan igazodó mozgó árakkal. Ennek ellenére nem keletkezett vákuum a gazdaság szabályozásában. A reform előtt is, utána is működött a vegetatív szabályozás. Meggyőződésünk szerint jelentős részben ennek köszönhető, hogy a termelés „ment magától”; különösebb zökkenő nélkül, simán mennek végbe a gazdaság reálfolyamatai.

Bármilyen fontos is a további empirikus kutatás, vannak korlátai. A gyakorlatban a vegetatív szabályozás a magasabbrendű mechanizmusokkal összefonódva, együttesen hat. „Tiszta” formában, a többitől teljesen elkülönítve csak elméletileg, matematikai modellek segítségével elemezhetjük.

## 2. Általános modell

Jelen tanulmányunkban kizárólag a vegetatív szabályozás egyik összetevőjének, „al-mechanizmusának”, a készletjelzéseken alapuló vezérlésnek az elméleti elemzésével foglalkozunk. Először egy általános modellt ismertetünk, amely keretül szolgál a konkrét vizsgálatok egész sorozatához, majd — a 4. szakaszban — specifikáljuk az általános modellt, s egy egyszerű konkrét modellen végezzük el az elemzést.

A gazdasági rendszerben  $m$  számú elsődleges korlátos erőforrás áll rendelkezésre és  $n$  számú terméket állítanak elő. A rendszer szervezetei:  $M$  számú fogyasztó és  $N + 1$  számú termelő, akik közül a 0 sorszámú a természet elsődleges erőforrásait „termeli” a semmiből.

A rendszer dinamikus; minden változója az idő,  $t$  függvénye. Az időre vonatkozó argumentumot a további tárgyalásban csak helyyel-közzel tesszük ki, ha hangsúlyozni akarjuk, hogy valamely változó az időnek *adott* függvénye. Az idő szerinti deriválást a változó fölé tett ponttal jelezzük.

### 2.1. Változók

A tárgyalás jelenlegi általános szintjén nyitva hagyjuk a kérdést, vajon sztochasztikus vagy determinisztikus változókat szerepeltetünk-e a modellben.

#### *Endogén változók*

$u_{ij}$  = az  $i$ -edik termelő termékkészlete (output-készlet) a  $j$ -edik termékből ( $i = 1, \dots, N$ ;  $j = 1, \dots, n$ ).

$v_{ij}$  = az  $i$ -edik termelő anyagkészlete (input-készlet) a  $j$ -edik termékből ( $i = 1, \dots, N$ ;  $j = 1, \dots, n$ ).

$w_{ij}$  = az  $i$ -edik fogyasztó készlete a  $j$ -edik termékből ( $i = 1, \dots, M$ ;  $j = 1, \dots, n$ ).

$r_{ih}$  = az  $i$ -edik termelő készlete a  $h$ -adik erőforrásból ( $i = 0, 1, \dots, N$ ;  $h = 1, \dots, m$ ).

$x_{ij}$  = az  $i$ -edik termelő termelése a  $j$ -edik termékből ( $i = 1, \dots, N$ ;  $j = 1, \dots, n$ ).

- $y_{ikj}$  = az  $i$ -edik termelő vásárlása a  $k$ -edik termelőtől a  $j$ -edik termékből  
 ( $i = 1, \dots, N$ ;  $k = 1, \dots, N$ ;  $j = 1, \dots, n$ ).  
 $z_{ikj}$  = az  $i$ -edik fogyasztó vásárlása a  $k$ -edik termelőtől a  $j$ -edik termékből  
 ( $i = 1, \dots, M$ ;  $k = 1, \dots, N$ ;  $j = 1, \dots, n$ ).  
 $s_{ikh}$  = a  $h$ -adik erőforrás átadása a  $k$ -edik termelőtől az  $i$ -edik termelőhöz  
 ( $h = 1, 2, \dots, m$ ;  $i, k = 0, 1, \dots, N$ ).  
 $p_{ij}$  = az  $i$ -edik termelő felhasználása a  $j$ -edik termékből ( $i = 1, \dots, N$ ;  
 $j = 1, \dots, n$ ).  
 $q_{ih}$  = az  $i$ -edik termelő felhasználása a  $h$ -adik erőforrásból ( $i = 1, \dots, N$ ;  
 $h = 1, \dots, m$ ).

### Exogén változók

- $g_{ij}$  = az  $i$ -edik fogyasztó fogyasztása a  $j$ -edik termékből ( $i = 1, \dots, M$ ;  
 $j = 1, \dots, n$ ).  
 $r_h$  = a rendszer összes készlete a  $h$ -adik erőforrásból ( $h = 1, \dots, m$ ).

## 2.2. Általános feltevések

1. A változók a  $t \geq 0$  tartományban folytonosan differenciálhatók. Kezdőértékük a  $t = 0$  időpontra adva van. A kezdőértéket felső indexként írt nullával jelöljük (pl.  $x_{ij}^0, w_{ij}^0, \dots$ ).

2. Nincsenek ikertermékek ( $p_{ij} \geq 0$ ).

3. A fogyasztás  $g_{ij} = g_{ij}(t) \geq 0$  az időnek adott függvénye.

4. A rendszer összes erőforráskészlete  $r_h = r_h(t) \geq 0$ , az időnek adott függvénye.

5. Az erőforrások nem termelhetők ( $q_{ih} \geq 0$ ), de alkalmazásuk során nem is használódnak el, nem fogynak. Természetes növekedésük, ill. fogyásuk a 0 sorozatú „termelő” készletét változtatja.

6. A  $j$ -edik termék minősége homogén; független attól, melyik  $k$  termelő állítja elő. Ennek megfelelően minden felhasználó számára, legyen az akár termelő, akár fogyasztó, közömbös, hogy a termék melyik termelőtől ered. Feltételezzük: amennyiben a kínálat fedezi a keresletet, azaz a későbbiekben ismertetésre kerülő mérlegegyenletek kielégülnek, akkor létezik olyan mechanizmus, amely biztosítja, hogy az eladó és a vevő megtalálja egymást. Ezt a mechanizmust nem modellezzük.<sup>3</sup>

## 2.3. A modell

### Ráfordítási függvények

$$(2.1) \quad p_{ij} = p_{ij}(x_{i1}, x_{i2}, \dots, x_{in}, t)$$

$$(2.2) \quad q_{ih} = q_{ih}(x_{i1}, x_{i2}, \dots, x_{in}, t)$$

E függvényekről feltesszük, hogy  $p_{ij}, q_{ih} \geq 0$ , ha  $x_{i1}, \dots, x_{in}, t \geq 0$ . Lásd: 2. és 5. feltevést.

<sup>3</sup> Ugyanezt a feltételezést hallgatólagosan megteszik az ármechanizmus matematikai modelljei is.

*Mérlegegyenletek*

$$(2.3) \quad \dot{u}_{ij} = x_{ij} - \sum_{k=1}^N y_{kij} - \sum_{k=1}^M z_{kij}$$

$$(2.4) \quad \dot{v}_{ij} = \sum_{k=1}^N y_{ikj} - p_{ij}$$

$$(2.5) \quad \dot{w}_{ij} = \sum_{k=1}^N z_{ikj} - g_{ij}$$

$$(2.6) \quad \dot{r}_{ih} = \sum_{k=0}^N s_{ikh} \quad i \neq 0$$

$$(2.7) \quad r_h = \sum_{i=0}^N r_{ih}$$

$$(2.8) \quad y_{ikj} = -y_{kij}$$

$$(2.9) \quad z_{ikj} = -z_{kij}$$

$$(2.10) \quad s_{ikh} = -s_{kih}$$

A (2.3)–(2.10) egyenletek a termelés és forgalom triviális egyensúlyi feltételeit adják meg. (2.6)-nál figyelembe vettük az 5. feltevést.

*Magatartási szabályok*

$$(2.11) \quad x_{ij} = \xi_{ij} \left[ u_{ij}, \sum_{k=1}^N y_{kij} + \sum_{k=1}^M z_{kij} \right]$$

$$(2.12) \quad \sum_{k=1}^N y_{ikj} = \eta_{ij} [v_{ij}, p_{ij}]$$

$$(2.13) \quad \sum_{k=1}^N z_{ikj} = \zeta_{ij} [w_{ij}, g_{ij}]$$

$$(2.14) \quad \sum_{k=0}^N s_{ikh} = \sigma_{ih} [r_{ih}, q_{ih}] \quad i \neq 0.$$

A termelés, a termék- és erőforrás-beszerzés a készleteknek és a felhasználásnak a függvénye. Itt a  $\xi_{ij}[\dots]$ ,  $\eta_{ij}[\dots]$  stb. függvények operátorként értelmezendők, így például időszerinti deriválást, integrálást és más operációkat is tartalmazhatnak.

#### 2.4. Az elméleti probléma általános felvetése. Túlélési feltételek

A kérdés, legáltalánosabb formában, a következő:

*Kialakíthatók-e olyan készletjelzésre épülő magatartási szabályok, amelyek mellett a rendszer túlélése, folytonos működése (sőt esetleg növekedése is) biztosítva van?*

A kérdés megválaszolásához definiálnunk kell a „túlélés”, a „folytonos működés” fogalmát. A (2.1)–(2.10) rendszerrel jellemzett gazdaságban a túl-

élésnek egy enyhe fogalma például a következő egyenlőtlenségekkel definiálható:

$$(2.15) \quad x_{ij} \geq 0$$

$$(2.16) \quad u_{ij}, v_{ij}, w_{ij} \geq 0$$

$$(2.17) \quad \begin{aligned} r_{ih} &\geq q_{ih} \\ r_{oh} &\geq 0 \end{aligned} \quad i \neq 0$$

Azaz a termelés és a termékkészletek nem lehetnek negatívak, az erőforrások alkalmazása nem haladhatja meg a készletet. Természetesen ennél szigorúbb túlélési feltételek is előírhatók.

A kérdés csak az általános modell bizonyos specifikálása esetén válaszolható meg. Így további feltevéseket kell tennünk a ráfordítási függvényekre, a fogyasztásra, az erőforrásokra. A következő szakaszban egy ilyen erősen specifikált és egyszerűsített modellváltozatot mutatunk be.

### 3. Speciális modell: Leontief-gazdaság, integráló szabályozás

#### 3.1. Speciális feltevések

Az előző szakaszban bevezetett hat általános feltevésen túlmenően most továbbiakat vezetünk be. E feltevések első csoportja (1—3) a gazdaság szerkezetére vonatkozik:

1. Minden működési változó determinisztikus.
2. Egyetlen fogyasztó van. ( $M = 1$ )
3. A gazdasági rendszer reálszférája Leontief-típusú, azaz:
  - Nincsenek külső korlátos erőforrások. ( $m = 0$ )
  - Az  $i$ -edik terméket egyetlen termelő állítja elő, az  $i$ -edik ágazat, mégpedig egyetlen technológiával ( $n = N$ ).<sup>4</sup>
  - A ráfordítások a termelésnek lineáris függvényei:

$$(3.1) \quad p_{ji} = F_{ij} x_j.$$

<sup>4</sup> Ennek megfelelően a következő speciális jelöléseket alkalmazzuk: Kis betűk  $n$  elemű vektorokat, nagy betűk  $n \times n$  méretű mátrixokat jelölnek. A vektorok komponenseit és a vagonális mátrixok diagonális elemeit egyszerű, a mátrixok általános elemeit kettős alsó indexszel látjuk el.

Az előbbi konvenciótól eltérően  $e_j$ -vel jelöljük a  $j$ -ik egységvektort és  $e$ -vel az egységvektorok összegét, az összegező vektort.  $E_j$  az a mátrix, amelynek  $j$ -ik diagonális eleme 1, az összes többi eleme 0. Ezek összegét, az egységmátrixot  $E$ -vel jelöljük.

$u$  = a termelői készlet vektora,  $u_i$  = az  $i$ -ik ágazat készlete saját termékéből.  
 $V$  = a felhasználói készletek mátrixa,  $V_{ij}$  = az  $j$ -ik ágazatnál levő készlet a  $i$ -ik ágazat termékéből.

$w$  = a fogyasztói készlet vektora,  $w_i$  = a fogyasztó készlete az  $i$ -ik ágazat termékéből.  
 $x$  = a termelés vektora,  $x_i$  = az  $i$ -ik ágazat termelt mennyisége.

$Y$  = a felhasználói vásárlások mátrixa,  $Y_{ij}$  = az  $j$ -ik ágazat vásárlása a  $i$ -ik ágazat termékéből.

$z$  = a fogyasztói vásárlások vektora,  $z_i$  = a fogyasztó vásárlása az  $i$ -ik ágazat termékéből.

$g = g(t) > 0$  a fogyasztás adott vektora.  $g_i$  = a fogyasztás az  $i$ -ik ágazat termékéből.

$F = F(t) \geq 0$  az input koeficiensnek adott mátrixa.  $F_{ij}$  =  $j$ -ik ágazat egységnyi termékének előállításánál az  $i$ -ik ágazat termékéből felhasznált mennyiség.



A feltevések következő csoportja (4–7) az adottnak feltételezett  $F(t)$  input-koefficiens mátrix,  $g(t)$  fogyasztási függvény és az  $x^0$ ,  $w^0$ ,  $V^0$ ,  $w^0$  induló adatokra köt ki bizonyos összefüggéseket, amelyek együttesen, mint látni fogjuk elégségesek ahhoz, hogy a rendszer működőképességét fenntarthatassuk.

4. Az  $F(t)$  input-koefficiens mátrix nem negatív (ezzel teljesül a 2. általános feltevés), folytonosan differenciálható és spektrális rádiusza 1-nél kisebb minden  $t \geq 0$ -ra.

5. Az  $x_0$  induló termelés *folytatható*, azaz

$$(3.2) \quad x^0 - F^0 x^0 > 0$$

6. A  $g(t)$  fogyasztási függvény *elégséges*, azaz minden  $t \geq 0$ -ra és minden  $i$ -re áll:<sup>5</sup>

$$(3.3) \quad g_i(t) > |x_i^0 - \sum F_{ij}^0 x_j^0 - g_i^0|.$$

7. Az induló készletek pozitívak:<sup>6</sup>

$$(3.5) \quad u^0 > 0, v^0 > 0, w^0 > 0.$$

Az 5. és 6. feltevéshez némi kiegészítő magyarázatot fűzünk:

Az induló termelés folytathatóságának feltétele azt követeli meg, hogy az induló termelésnek megfelelő nettó termék pozitív legyen. E követelmény szinte triviálisnak tűnik. Valójában mégsem teljesen az, hiszen eléggé nagy induló készletek terhére a gazdaság hosszabb időn át működőképes maradhat akkor is; ha az induló nettó terméknek van negatív komponense.

A fogyasztás elégségeségének feltétele már mesterkéltebbnek tűnik, de nem nagyon szigorú. Ez legjobban (3.4) alatti alakjából látszik, amely azt követeli, hogy a fogyasztás minden termékből haladjon meg a nettó termelés felét.

### 3.2. A modell és megoldása

#### Mérlegegyenletek

Az 1.–3. speciális feltevések alkalmazásával a mérlegegyenletek az alábbi alakot öltik. (Az egyenleteket baloldalon vektor, jobboldalon skalár alakban írjuk fel.)<sup>7</sup>

$$(3.6) \quad \dot{u} = x - Y e - z \quad \dot{u}_i = x_i - \sum_j Y_{ij} - z_i$$

$$(3.7) \quad \dot{V} e_j = Y e_j - F E_j x \quad \dot{V}_{ij} = Y_{ij} - F_{ij} x_j$$

$$(3.8) \quad \dot{w} = z - g \quad \dot{w}_i = z_i - g_i$$

<sup>5</sup> A (3.3) feltételt  $t = 0$ -ra alkalmazva kapjuk:

$$(3.4) \quad g^0 > \frac{1}{2} (x^0 - F^0 x^0) > 0$$

azaz (3.3) implikálja (3.2)-t és ez utóbbi redundáns. Továbbá, ha még feltesszük, hogy  $g(t) \geq g^0$  minden  $t$ -re (például  $g(t)$  monoton növekvő függvény), akkor (3.4) szükséges és elégséges ahhoz is, hogy (3.3) kielégüljön.

<sup>6</sup> A speciális modellben később kitűnő okból szigorú ( $>$ ) egyenlőtlenségként követelünk meg számos feltételt, amelyek az általános modellben gyenge ( $\geq$ ) alakban szerepeltek.

<sup>7</sup> A (2.8)–(2.10) forgalmi mérlegek e modellben feleslegesé válnak.

### Magatartási szabályok

Vezessük be a következő konstansokat, amelyek a szabályozó rendszer „beállítását” végzik majd el:

$u^*$ ,  $V^*$ ,  $w^*$  = a megfelelő változókra vonatkozó normálkészlet  
 $C$  = a szabályozó paraméterek diagonális mátrixa ( $C_i$  az  $i$ -ik ágazat szabályozó paramétere).

A következő — a szabályozástechnikában integráló szabályozásnak nevezett — magatartási szabályokat alkalmazzuk [6].

$$(3.9) \quad \dot{x} = \dot{Y}e + \dot{z} + C^2(u^* - u) \qquad \dot{x}_i = \sum_j \dot{Y}_{ij} + \dot{z}_i + C_i^2(u_i^* - u_i)$$

$$(3.10) \quad \dot{Y}e_j = FE_j\dot{x} + \dot{F}E_jx + C^2(V^* - V)e_j \quad \dot{Y}_{ij} = F_{ij}\dot{x}_j + \dot{F}_{ij}x_j + C_i^2(V_{ij}^* - V_{ij})$$

$$(3.11) \quad \dot{z} = \dot{g} + C^2(w^* - w) \qquad \dot{z}_i = \dot{g}_i + C_i^2(w_i^* - w_i)$$

### A modell megoldása

A fenti (3.6)–(3.11) lineáris egyenletrendszer  $2n^2 + 4n$  skaláregyenletről áll, ugyanennyi ismeretlen függvénnyel. Együtthatómátrixa nem szinguláris, ezért pontosan egy olyan megoldása van, amelyik a  $t = 0$  időpontban az  $u^0$ ,  $V^0$ ,  $w^0$ ,  $x^0$ ,  $Y^0$ ,  $z^0$  értéket veszi fel. Ezt a megoldást itt explicit alakban megadjuk, helyessége behelyettesítéssel könnyen ellenőrizhető.

$$u = u^* + (\cos Ct)(u^0 - u^*) + (C^{-1} \sin Ct)(x^0 - Y^0 e - z^0)$$

$$Ve_j = V^* e_j + (\cos Ct)(V^0 - V^*) e_j + (C^{-1} \sin Ct)(Y^0 e_j - F^0 E_j x^0)$$

$$w = w^* + (\cos Ct)(w^0 - w^*) + (C^{-1} \sin Ct)(z^0 - g^0)$$

$$(3.12) \quad x = (E - F)^{-1} [g - (C \sin Ct)(u^0 - u^* + V^0 e - V^* e + w^0 - w^*) + (\cos Ct)(x^0 - F^0 x^0 - g^0)]$$

$$Ye_j = FE_j x - (C \sin Ct)(V^0 - V^*) e_j + (\cos Ct)(Y^0 e_j - F^0 E_j x^0)$$

$$z = g - (C \sin Ct)(w^0 - w^*) + (\cos Ct)(z^0 - g^0).$$

Mint e megoldásból látható, az alkalmazott szabályozás instabil (oszcilláló). Stabil szabályozáshoz bonyolultabb (többtagú) magatartási szabályok szükségesek. Ilyen szabályozás esetleg nélkülözheti majd a felhasználásra vonatkozó információkat is és pusztán készletjelentések alapján működhet. Ennek kidolgozása egyik következő kutatási feladatunk.

A (3.12) megoldás  $x$ ,  $Y$  és  $z$  komponensei — mint az könnyen belátható, —  $g$  komponenseinek monoton növekvő függvényei, ami egyébként várható volt. Ezt összevetve az elégséges fogyasztás (3.3) feltételével, kitűnik, hogy modellünk akár stagnáló, akár tetszés szerint növekvő gazdaságot ábrázolhat. A növekedés korlátait a speciális modellünkben elhanyagolt erőforrások szabják meg.

## 3.3. A rendszer működőképessége

A rendszer működőképességének feltételeit, az általános modellnél említett lehetőséghez hasonlóan, a következő egyenlőtlenségekkel definiáljuk:

$$(3.13) \quad x > 0,$$

$$(3.14) \quad u > 0,$$

$$(3.15) \quad V > 0,$$

$$(3.16) \quad w > 0.$$

**TÉTEL.** Az 1.—4. általános feltételeket (2.2. fejezet) és az 1.—7. speciális feltételeket kielégítő rendszerben van a  $C_i$  szabályozó paramétereknek és az  $u_i^*$ ,  $V_{ij}^*$ ,  $w_i^*$  normálkészleteknek olyan pozitív értékrendszerük, hogy a (3.6)–(3.11) egyenletrendszer megoldása a (3.13)–(3.16) feltételek értelmében működőképes.

*Bizonyítás.* Tekintve egy

$$\xi(t) = \alpha + \beta \cos qt + \gamma \sin qt$$

skalárfüggvényt, annak szükséges és elégséges feltétele, hogy  $\xi(t) > 0$  álljon minden  $t \geq 0$ -ra az, hogy

$$(3.17) \quad \alpha > (\beta^2 + \gamma^2)^{\frac{1}{2}}$$

Alkalmazva ezt a (3.12)-beli  $u$ ,  $V$ ,  $w$  függvényekre (3.14)–(3.16)-ból a következő egyenlőtlenségekhez jutunk:

$$(3.18) \quad \begin{aligned} u_i^* &> [u_i^0 - u_i^*]^2 + C_i^{-2} (x_i^0 - \sum_j Y_{ij}^0 - z_i^0)^2]^{\frac{1}{2}} \\ v_{ij}^* &> [V_{ij}^0 - V_{ij}^*]^2 + C_i^{-2} (Y_{ij}^0 - F_{ij}^0 x_j^0)^2]^{\frac{1}{2}} \\ w_i^* &> [(w_i^0 - w_i^*)^2 + C_i^{-2} (z_i^0 - g_i^0)^2]^{\frac{1}{2}}. \end{aligned}$$

Ha most a normálkészleteket úgy választjuk meg, hogy

$$(3.19) \quad \begin{aligned} u_i^* &= u_i^0 \\ v_{ij}^* &= v_{ij}^0 \\ w_i^* &= w_i^0 \end{aligned}$$

a  $C_i$  szabályozó paraméterek értékét pedig úgy, hogy

$$(3.20) \quad C_i > \max \left\{ \frac{|x_i^0 - \sum_j Y_{ij}^0 - z_i^0|}{u_i^0}; \max_j \frac{|Y_{ij}^0 - F_{ij}^0 x_j^0|}{V_{ij}^0}; \frac{|z_i^0 - g_i^0|}{w_i^0} \right\},$$

akkor a (3.18) egyenlőtlenségek és ezzel a (3.14)–(3.16) egyenlőtlenségek is teljesülnek.

A (3.13) feltétel teljesüléséhez (3.12)-ből véve  $x$ -et, elégséges, ha

$$(3.21) \quad g > (\sin Ct) (u^0 - u^* + V^0 e - V^* e + w^0 - w^*) - (\cos Ct) (x^0 - F^0 x^0 - g^0)$$

hiszen  $F$ -ről feltettük, hogy spektrális rádiusza minden  $t$ -re kisebb egynél, tehát az  $(E - F)^{-1}$  Leontief inverz nem negatív és így minden pozitív vektorral való szorzata pozitív. (3.17) szerint (3.21) teljesül, ha

$$(3.22) \quad g_i > [C_i^2(u_i^0 - u_i^* + \sum_j V_{ij}^0 - \sum_j V_{ij}^* + w_i^0 - w_i^*)^2 + (x_i^0 - \sum_j F_{ij}^0 x_j^0 - g_i^0)^2]^{\frac{1}{2}}.$$

Ez a normálkészletek (3.19) alatti választása esetén (3.3) miatt áll tetszőleges  $C_i$ -kre.

Ezzel a tételt bebizonyítottuk, sőt (3.19) és (3.20) alatt megadtuk a normálkészletek és a szabályozó paraméterek egy lehetséges választásának szabályát is. Meg kell azonban jegyezni, hogy a (3.18) és (3.22) egyenlőségekből álló rendszert ki lehet elégíteni akkor is, ha (3.19) nem teljesül pontosan, ennek feltételeit azonban igen bonyolult lenne explicit alakban előállítani.

### 3.4. A rendszer perturbációja

Az előzőekben leírt gazdaságot valójában csak akkor van jogunk szabályozottnak nevezni, ha képes arra, hogy kisebb külső zavarok esetén is működőképes maradjon. Ennek a kérdésnek vizsgálatához a rendszeren különböző fajta perturbációkat hajtunk végre. A vizsgálat során feltételezzük, hogy a perturbálatlan rendszer működőképes, azaz a normálkészleteket és szabályozó paramétereket úgy állapítottuk meg, hogy a perturbálatlan rendszer megoldása kielégítse a (3.13)–(3.16) feltételek teljesüléséhez elégséges (3.18) és (3.22) egyenlőségeket. Nem tesszük fel azonban, hogy e feltételeket éppen a (3.19)–(3.20) relációkban megadott módon elégítették ki.

*Első perturbáció: Eltérés a kezdeti értékektől*

Tegyük fel, hogy a rendszer beindítása során az  $u^0$ ,  $V^0$ ,  $w^0$ ,  $x^0$ ,  $Y^0$ ,  $z^0$  kezdeti értékeket pontatlanul állapították meg és valójában a kezdő értékek  $\tilde{u}^0$ ,  $\tilde{V}^0$ ,  $\dots$ ,  $\tilde{z}^0$  voltak, úgy azonban, hogy az  $u$ ,  $V$ ,  $\dots$ ,  $z$  változók  $2n^2 + 4n$  dimenziós terében a  $P \equiv (u^0, V^0, \dots, z^0)$  pont a  $\tilde{P} \equiv (\tilde{u}^0, \tilde{V}^0, \dots, \tilde{z}^0)$  ponthoz kellőképpen közel fekszik.

A két különböző kiinduló pontnak két különböző [a (3.6)–(3.11) mozgásegyenletekkel leírt] pálya felel meg. A pályakoordináták különbségét az első  $n^2 + 3n$  koordinátára írjuk csak fel, azokra, amelyeknek a pozitivitását (3.13)–(3.16) előírja.

$$(3.23) \quad \begin{aligned} \tilde{u} - u &= (\cos Ct)(\tilde{u}^0 - u^0) + (C^{-1} \sin Ct)(\tilde{x}^0 - \tilde{Y}^0 e - \tilde{z}^0 - x^0 + Y^0 e + z^0) \\ (\tilde{V} - V) e_j &= (\cos Ct)(\tilde{V}^0 - V^0) e_j + (C^{-1} \sin Ct)[(\tilde{Y}^0 - Y^0) e_j - F E_j(\tilde{x}^0 - x^0)] \\ \tilde{w} - w &= (\cos Ct)(\tilde{w}^0 - w^0) + (C^{-1} \sin Ct)(\tilde{z}^0 - z^0) \\ \tilde{x} - x &= (E - F)^{-1}[-(C \sin Ct)(\tilde{u}^0 + \tilde{V}^0 e + \tilde{w}^0 - u^0 - V^0 e - w^0) + \\ &+ (\cos Ct)(E - F)(\tilde{x}^0 - x^0)] \end{aligned}$$

Látható, hogy a (3.23) jobboldalán álló kifejezések minden komponensének abszolút értéke kisebb lesz egy tetszés szerinti, az időtől nem függő  $\varepsilon > 0$  számnál, ha  $\tilde{P}$  eléggé közel fekszik  $P$ -hez, és pedig minden  $t \geq 0$ -ra. Következésképp a pályakoordináták közötti különbség abszolút értéke kisebb lesz ezen  $\varepsilon$ -nál, minden  $t$ -re. Mivel pedig a perturbálatlan megoldás fenti koordinátái pozitívak, elég kicsi  $\varepsilon$ -t választva a perturbált megoldásé is pozitívak maradnak.

*Második perturbáció: A készletek ugrásszerű változása*

Itt azt tételezzük fel, hogy a  $t = \tilde{t}$  pillanatban a készletek a (3.12) integrál adta értékek helyett ugrásszerűen a tőlük eltérő  $\tilde{u}$ ,  $\tilde{V}$ ,  $\tilde{w}$  értékeket veszik fel. Ez természetesen együtt jár azzal, hogy a (3.6)–(3.8) mérlegegyenletek a  $\tilde{t}$  pillanatban nem érvényesek (nincsenek is értelmezve). Viszont feltételezzük, hogy egyébként a gazdaság úgy működik tovább, mintha mi sem történt volna, azaz a (3.9)–(3.11) magatartási szabályoknak megfelelően.

Ezt a perturbációt felfoghatjuk úgy, mintha a rendszer működése a  $t = \tilde{t}$  időpontban újra kezdődne. Ha a  $C_i$ -ket elég nagyra választottuk, ahhoz, hogy a (3.18) egyenlőtlenségek akkor is kielégüljenek, ha azokba  $w^0$ ,  $V^0$ ,  $w^0$  helyett az  $\tilde{u}$ ,  $\tilde{V}$ ,  $\tilde{w}$  perturbált  $\tilde{t}$  időpontbeli készleteket és  $x^0$ ,  $Y^0$ ,  $z^0$ ,  $F^0$ ,  $g_0$  helyébe az  $x(\tilde{t})$ ,  $Y(\tilde{t})$ ,  $z(\tilde{t})$ ,  $F(\tilde{t})$ ,  $g(\tilde{t})$  értékeket helyettesítjük és  $g$  minden  $t \geq \tilde{t}$ -re elég nagy ahhoz, hogy a (3.22) egyenlőtlenség is, ugyanezzel a helyettesítéssel, érvényben maradjon, akkor a rendszer a  $\tilde{t}$  időpont után is működőképes marad, jóllehet a  $C_i$  szabályozó paraméterek és a normálkészletek értékét nem változtattuk meg. Ha viszont a készletek ugrásszerű változása olyan radikális, hogy a (3.18) vagy (3.22) egyenlőtlenségek valamelyike felborul, akkor az új helyzethez való alkalmazkodás az említett paraméterek újbóli megállapítását (a szabályozás „utánaállítását”) követeli meg.

*Harmadik perturbáció. Ertérés az adott  $F(t)$  input mátrixtól és  $g(t)$  fogyasztási vektortól*

Feltételezzük, hogy az  $F(t)$  input koefficiens mátrix és a  $g(t)$  fogyasztási vektor helyébe a  $\tilde{F}(t)$  és  $\tilde{g}(t)$  perturbált értékek lépnek, a következő tulajdonságokkal

- $\tilde{F}(t)$  és  $\tilde{g}(t)$  folytonosan differenciálhatók  $t \geq 0$ -ra
- $\tilde{F}(0) = F^0$ ,  $\tilde{g}(0) = g^0$
- $\tilde{F}(t)$  spektrális rádiusza kisebb 1-nél, minden  $t > 0$ -ra
- $\tilde{g}(t)$  kielégíti a (3.22) egyenlőtlenséget, minden  $t > 0$ -ra.

Ekkor a perturbált rendszer működőképes marad, hiszen a (3.18) egyenlőtlenségeket a perturbáció nem érinti (3.22) érvényességét pedig feltételeztük (d) és e feltevés nyilván teljesül, ha  $\tilde{g}(t) - g(t)$  komponenseinek abszolút értéke eléggé kicsi.

#### 4. Következtetések és általános megjegyzések

A 3. szakaszban leírt egyszerű modell a 2. szakaszban körvonalazott „modell-család” egyik tagja. Kidolgozását csupán első lépésnek tekintjük a probléma elméleti vizsgálatában. Ugyanezen modell-család más tagjai a következő szempontok szerint alakíthatók ki:

- A modell sztochasztizálása.
- Nem-lineáris ráfordítási függvények bevezetése.
- Korlátos erőforrások explicit figyelembevétele.
- A technológiai választás, a termékek közti helyettesítés reprezentálása a modellben.
- Más magatartási szabályok alkalmazása.
- A szabályozás időigényének, késleltetésének figyelembe vétele.

A 3. szakaszban bizonyítani tudtuk, hogy — erős megszorításokat tartalmazó feltevések mellett — a vegetatív szabályozás képes egymagában működtetni a

reálszférát, sőt annak pusztán stagnálásán, „vegetálásán” túlmenően még növekedését is biztosíthatja. A továbbiakban — a feltevéseket lépésről-lépésre gyengítve — fel kell tárnunk a megállapítás „határait”. Melyek azok a szabályozási funkciók, amelyet a vegetatív mechanizmus képes ellátni, s melyek ellátására képtelen? Ilyesféle kérdésekre kell majd felelnünk:

Csupán kis, az eredeti egyensúlyi helyzetet nem túlságosan megzavaró megváltoztatásokhoz képes-e a reálszféra adaptálódni a vegetatív szabályozás vezérlésével, vagy nagyobbakhoz is?

Képes-e a reálszféra szabályozására akkor is, ha vannak külső korlátos erőforrások? Különösen pedig akkor, ha a külső erőforrások volumene és relatív arányai változnak az időben, pl. az egyik erőforrás viszonylag mindinkább szűkössé válik egy másikhoz képest?

Az előbbi kérdéssel összefügg: csak adott technológia mellett képes-e a reálszférát szabályozni, vagy képes-e vezérelni a technológiai változást?

S végül: mennyire hatékony, pazarló vagy takarékos a vegetatív szabályozás? Költségei: a készletek leköttése, s a termelés, illetve beszerzés ingadozásával együttjáró átállítási veszteségek. Viszont javára szól, hogy nagyon olcsón szerzi be az információt, kicsi az adminisztrációs költsége.

A további elméleti kutatáshoz elsősorban a szabályozáselmélet eredményeire támaszkodhatunk. Itt egy fogalmi rendszerében jól felépített elméletről van szó, amelyet ugyan elsősorban műszaki célokra alkalmaztak, de képes absztrakt módon leírni szabályozási folyamatokat és elemezni azok sajátosságait függetlenül attól, hogy a szabályozott reálfolyamat miből áll. A szabályozáselmélet gazdasági (mikroökonómiai) felhasználásának úttörője *H. A. Simon* volt [7], akinek gondolatai számos ponton érintkeznek a mieinkkel. Úgy tűnik, hogy kezdeményezését nem igen követték. (Az optimális szabályozás elmélete e kutatási iránytól távolabb esik, nem is térünk rá ki.)

Egy másik fontos diszciplína az optimális készletgazdálkodás céljaira kidolgozott operációkutatási modellek és elméleti tételek. Utóbbi témakörrel számos elméleti közgazdász is foglalkozott — de mindig mikroökonómiai nézőpontból [2]. Noha sok esetben valóságos „perszonálunió” volt egyfelől a gazdasági rendszer *egészét* (pl. az általános egyensúlyelméletet) és a *részproblémát*, a vállalati készletgazdálkodást kutató közgazdászok csoportjai között, az elméletnek ez a két területe sohasem integrálódott. Ez az integráció időszerűvé vált. A készletnek sokféle funkciója van. Egyik hivatása (s ezzel foglalkozott az operációkutatás): zavartalaná tenni a vállalat munkáját és a vállalat vevőkörének kiszolgálását. Másik funkciójára jelen tanulmány kívánt rámutatni: jelzőrendszerként szolgál a gazdaság egészének szabályozásához.

További kutatásunkban nem kívánnánk ugyanabba a hibába esni, mint az ármechanizmus, illetve az utasításokkal irányító központi szabályozás jónéhány kutatója. Miután erősen elvont gondolatmenet alapján bebizonyították, hogy az egyik, illetve a másik speciális szabályozási mechanizmus képes *egymagában* irányítani a reálszférát — elfeledkeztek kiinduló feltevéseik erős megszorításairól. Az igazság ugyanis az, hogy a *valóságos* ármechanizmus, illetve a *valóságos* utasításos mechanizmus nem képes egymagában szabályozni a *valóságos* reálszférát. Ugyanez áll a vegetatív mechanizmusra is. Papíron — modellünk leegyszerűsített világában — képes egymagában szabályozni a gazdasági életet. Hatóereje nem tűnik gyengébbnek (vagy legalábbis lényegesen gyengébbnek) mint a másik két mechanizmusé; hasonló feltevésekből vezethető le mindhárom mechanizmus működőképessége.

A valóságos gazdaság szabályozása összetett és többfokozatú. Egyrészt: a különböző szabályozási mechanizmusok között munkamegosztás van; kölcsönösen kiegészítik egymást. A modern gazdaságban az árak rendszerint széles területeken merevek, tehetetlenek. A vegetatív szabályozás révén kisebb változásokhoz könnyen hozzáigazodhat a rendszer, még mielőtt a változást akár árjelzések, akár központi utasítások közvetítenék. A vegetatív szabályozásnak szerepét — benyomásunk szerint — az jelöli ki, hogy e mechanizmus egyszerű, „primitív”, tehát gyors és olcsó. Bonyolult adaptációs feladat vezérlését a vegetatív szabályozás simpla mechanizmusa nem képes ellátni, nem is beszélve a jövőendő változásokhoz való előzetes alkalmazkodásról.

Nemcsak munkamegosztás van a szabályozási mechanizmusok között, hanem átfedés is. Ugyanazt a reálfolyamatot különböző mechanizmusok együttesen szabályozzák.

Egyik mechanizmus sem teljesen megbízható önmagában. Alkalmas összekapcsolásuk, együttes hatásuk révén kölcsönösen korrigálhatják egymás tévedéseit, tompíthatják a kilengéseket, csökkenthetik az adaptációs veszteségeket. (Természetesen hibás összekapcsolás esetén kölcsönösen fel is erősíthetik a kilengéseket, a veszteségeket.)

A legfontosabb, amit ezzel kapcsolatban meg kell gondolnunk, a tapasztalat. Minden valóságos modern gazdasági rendszer szabályozása összetett, többfokozatú. Ez arra mutat, hogy elkerülhetetlenül ilyenre van szükség. Nem érdemes tehát azon gondolkodnunk, hogyan teremthető meg egy olyan optimális „tisztá” mechanizmus (pl. optimális árrendszer), amely egymagában elvégez minden szabályozást. Akár az árak, a rövidlejáratú utasítások, a készletjelzések vagy a közép- és hosszúlejáratú tervek szerepét vizsgáljuk, végső soron azt a kérdést kell majd felvetnünk: hogyan hatnak ezek az információk együttesen a gazdaság reálfolyamataira.

Ez olyan kérdés, amelyet tudományunk jóformán még fel sem tett önmagának. Nem is várhatunk rá gyors választ. Sok matematikai modellünk van már az egyik szabályozásra, az ármechanizmusra. Most, a következő kutatási fázisban modelleznünk kell a többi mechanizmust (az utasításos szabályozást, a tervezést, a vegetatív szabályozást stb.). Ezt követheti majd a még nehezebbnek ígérkező, de okvetlenül elvégzendő feladat: a többfokozatú, összetett szabályozási rendszerek elméleti elemzése.

(Beérkezett: 1971. január 26.)

#### IRODALOM

1. ARROW, K. J. — HURWICZ, L.: Decentralization and computation in resource allocation in Essays in Economics and Econometrics. Chapel Hill, 1960. University of North-Carolina Press.
2. ARROW, K. J. — KARLIN, S. — SCARF, H.: Studies in the mathematical theory of inventory and production, Stanford, 1958. Stanford University Press.
3. HADLEY, G. — WHITIN, T. M.: Analysis of inventory systems. New York, 1953. Prentice Hall, Inc.
4. KORNAI J.: Anti-equilibrium. Budapest, Akadémiai Kiadó. (Sajtó alatt).
5. KORNAI J.: Vegetatív működésű gazdasági rendszer. Budapest, 1969. A Magyar Tudományos Akadémia Közgazdaságtudományi Intézete. (Kéziratban).
6. SZÁDAI R.: A szabályozáselmélet elemei. Budapest, 1963. Műszaki Könyvkiadó.
7. SIMON, H. A.: On the application of servomechanism theory in the study of production control. Econometrica, 20. (1952) pp. 247 — 268.

## THE AUTONOMOUS FUNCTIONING OF AN ECONOMIC SYSTEM

Analyzing the way an economic system (a firm as well as a national economy) works, a distinction can be made between its autonomous and higher functioning. This bears analogy to the working of the autonomous and the higher nervous system in living organisms, hence the terminology adapted. The main features of the autonomous functioning of the economic system are:

1. The simplicity of the information required for making decisions. The relative unimportance of price-type information.

2. The simple behavioral rules which rely mostly on habits.

This excludes fundamental changes in technology as well as major investment decisions, which are controlled by the higher control system. Another point of view is a problem of restriction: the autonomous functioning aims only at the survival of the system, which may include a stationary extension, in an essentially unchanged environment. Any other, more complex goals appear in the higher control system.

The autonomous functioning of different systems seems to be very similar, while the higher functioning is fairly diversified owing to political, social, historical and other conditions. It seems to be hard to separate the effects of the autonomous functioning in as much as they are always mixed up with the effects of higher functioning in any modern economy. No empirical evidence as to the viability of a pure autonomous economy can be given. We must restrict ourselves to theoretical reasoning via simplified formal models.

As a first approximation of the problem a simple model for the Leontief-type economy will be demonstrated. Simple behavioral rules are applied, where relative changes in production and purchase quantities depend only on changes in producers' and consumers' own stocks, sales and consumption quantities, while prices play no role. The analysis of the model proves that such an economy can survive even if minor outer disturbances occur.

The conclusion which can be drawn is that information about stocks may play a considerable part in the control of any economic system, a much more important role than is usually acknowledged in the literature.

## ВЕГЕТАТИВНОЕ ДЕЙСТВИЕ СИСТЕМЫ ХОЗЯЙСТВА

Анализируя действие системы хозяйства (предприятия или народного хозяйства), мы можем различать между вегетативным и волевым действиями. Это является подобным действию вегетативной и соматической нервной системы живого организма, поэтому мы используемся этой терминологией. Главные характерные черты вегетативного действия системы хозяйства следующие:

1. Информация для принятия решений является простой. Информация о типе цен является сравнительно неважной.

2. Правила поведения основываются главным образом на обычаях.

Это исключает базисные технические изменения и решения о крупных капиталовложениях, потому что они контролируются волевой системой. Другая точка зрения — эта проблема ограничения: вегетативное действие стремится только к поддержанию системы, что может означать устойчивое расширение, но существу в неизменном окружении.

Вегетативное действие различных систем кажется очень подобным вышеупомянутому, но волевые действия являются разнообразными, благодаря политическим, общественным, историческим и другим условиям. В современном хозяйстве различать влияние вегетативного действия от влияния волевого трудно, потому что они всегда смешиваются. Нельзя доказать жизнеспособность чистого вегетативного хозяйства. Мы можем ограничиваться только на теоретические заключения в интересах упрощенных формальных моделей.

В качестве первого подхода к проблеме авторы представляют простую модель хозяйства типа Леонтьев. Применяются простые правила поведения, когда сравнительные изменения количества производства и покупки товаров зависят только от изменений запасов, сбыта и количества потребления производителей и потребителей, а цены играют никакой роли. Анализ моделей показывает, что такое хозяйство может существовать, даже если происходят мелкие внешние неполадки.

Можно вывести заключение, что информация о запасах может иметь значительную роль в контроле систем хозяйства, более важную роль, чем вообще признается в литературе.