

II. Rendszerszemlélet és rendszerelmélet

Sasvári Péter

DOI: 10.36250/00734.02

1. A fejezet célkitűzése

A rendszerszemlélet alkalmazásának néhány évtizedes történelme arra a felismerésre épül, hogy az egymástól elszigetelődő ismeretek felhasználása, illetve az azok alapján létrehozott folyamatok működése legtöbbször sokkal kevésbé hatékony, mint amikor azokat összekapcsolják. Az információs társadalomban ugyanis egyre összetettebb technológiák alakultak ki, amelyek korábban teljesen különálló területek együttműködését igényelték. E bonyolult tevékenységek megvalósulása egyre nagyobb fokú koordinációt igényelt, és emellett nagyon megnövekedett azok kölcsönös függősége is.

A rendszerelmélet célja a tudományos elméletek, a szakmai eredmények általánosítása, amelynek eredményeként egymástól eltérő területek hasonló eszközökkel vizsgálhatók. Ez az általánosítás sokszor új tudományos módszertanokat igényel, amelyek jelentősen eltérnek a korábbiaktól. Az analitikus gondolkodás legtöbbször megelégszik azzal, hogy ismert módszereket kombináljon az ismeretlen probléma megoldása érdekében, ezért általában véletlenül fedezi fel a megoldást. A rendszerelméleti eljárások ezzel szemben szisztematikusan haladnak az optimum felé.

2. Bevezetés

A *rendszerelmélet* olyan általános tudománynak tekinti magát, amely kiterjed az összes természeti és társadalomtudományra. Keretet akar alkotni egy olyan általános elmélet számára, amely sok tudományág, illetve szaktudomány művelőinek lehetővé teszi a kölcsönös kommunikációt, egymás megértését. Az általános rendszerelmélet egyben természetfilozófia is. Az elemi összetevőkön túl mindig az egészet, a kapcsolataikat, a kölcsönhatásaikat, a rendszer önszerveződését és a megismerési folyamatokat vizsgálja. Az egész több, mint a részek összege, a tulajdonságai nem következnek az alkotórészek jellegzetességeiből. Az oksági kapcsolatok bonyolult, összetett hálózatot képeznek.

Az interdiszciplináris kommunikáció lehetősége mellett ez a szemlélet számos további lényeges előnyt is jelent (KNUT 1979):

- lehetővé teszi számos részvizsgálati szempont összefoglalását egy egységes szervezetelméletbe;
- értelmezési keretei tágítják az ember látókörét a szervezeti-szervezési problémákat illetően;
- a belső rendre irányuló figyelmet kiegészíti a rendszer-környezet kapcsolatok vizsgálatával;
- a célokat és a feladatokat nem tekinti már a priori adottoknak, hanem magától a rendszertől és a rendszert körülvevő környezettől függőknek.

A rendszerfogalom nem újdonság a köznapi gondolkodás számára. A tudományos és a köznyelv használja a rendszerváltás, fékrendszer, ösztöndíjrendszer, periódusos rendszer kifejezéseket, valamint sok és sokféle rendszert ismerünk: iskolarendszer, követelményrendszer, rendszerirányítási rendszer, elektromos rendszer, pénzügyi rendszer, operációs rendszer. Ezek a dolgok egymástól igencsak különböznek, mégis közös bennük a rendszer szó.

A szervezési problémákat rendszerszemléleti alapon vizsgáló tanulmányok kiválasztását és sorrendjét az a gondolat irányította, hogy a rendszerelmélet általános felismeréseiből mint sajátos keretből és a szervezetelmélet speciális ismereteiből mint a rendszerelmélet különös alkalmazási területéből kiindulva azzal, hogy új elméleteket és szempontokat vázolunk fel, a két elmélet kölcsönös viszonyát is sikerül tisztáznunk. Ezzel kapcsolatban különösen érdekes, ha azt összehasonlítjuk a szociológiai nézőpontokkal is. A rendszerelméleti szemlélet jellemzői közül a szervezetek belső gyakorlati felépítési problémái miatt érdekelnek bennünket a rendszerelmélet és a rendszertechnika közötti kapcsolatok is. Napjainkban megkerülhetetlen, hogy foglalkozunk a rendszerkutatásnak a szervezeti problémákra való alkalmazásával a gazdasági életben és a közigazgatásban.

3. Alapfogalmak

A modern tudomány fejlődését csodálatra méltó párhuzamosság jellemzi. Az egyes területeken egymástól teljesen függetlenül egyforma általános alapelvek bontakoznak ki. Míg a múlt század tudományos gondolkodása az eseményeket egymástól teljesen függetlenül vizsgálható, elemi egységek mozgásával kísérte megmagyarázni, ma minden területen olyan felfogások lépnek előtérbe, amelyeket egy fogalommal totálisaknak szoktak nevezni. A különböző specializálódott tudományágakban egymáshoz hasonló, általános problémák merültek fel, tekintet nélkül arra, hogy egyes tudományágak tárgyát mi képezte. Ez szükségessé tette egy új tudományos szemlélet, majd tudományág kialakulását, amely olyan problémákkal foglalkozik, amelyek egyetemes természetűek, és általánosan érvényes válaszokat keres az általános problémákra. Ez a kialakuló új alaptudomány az *általános rendszerelmélet* (*general system theory*) lett.

Az általános rendszerelmélet minden olyan szisztematikus, kibernetikai elmélet összefoglaló elnevezése, amely összekapcsolt rendszerekkel foglalkozik, és az egyes alrendszerek rendszerstruktúrája és funkciója közti összefüggésekből levont következtetéseket vizsgálja, figyelembe véve a különböző hatások változó mértékét (FRÖHLICH 1996).

A rendszerelmélet számos tudományágból nőtt ki, mint például a biológia, a pszichológia, az ökológia, ezért is nevezhető *multidiszciplináris* szemléletmódnak. Számos tudós és kutató foglalkozott a rendszerelmélet létjogosultságával és továbbfejlesztésével saját tudományterületén belül (GODA 2012).

Többségük a szervezetekkel, szerveződésekkel, együttműködésekkel, pszichológiával, ipari tervezéssel és vállalati rendszerek felépítésével foglalkozott. A rendszerelmélet nem egy eszköze a fejlesztésnek, sokkal inkább egy szemléletmód, amelynek segítségével máshogyan nézhetünk a fejlesztési folyamatokra.

A *rendszer* fogalma a tudományok és a tudományfilozófia egyik legalapvetőbb fogalma, mégis csak a 20. században dolgozták ki, a rendszerelmélet más fogalmaival együtt.

Ludwig von Bertalanffy szerint: „A rendszer egymással kölcsönhatásban álló elemek olyan együttese, amelyre bizonyos rendszertörvények alkalmazhatók. Az elem a rendszer olyan része, összetevője, amelyet az egész vizsgálata érdekében célszerű megkülönböztetni.” (VON BERTALANFFY 1968a)

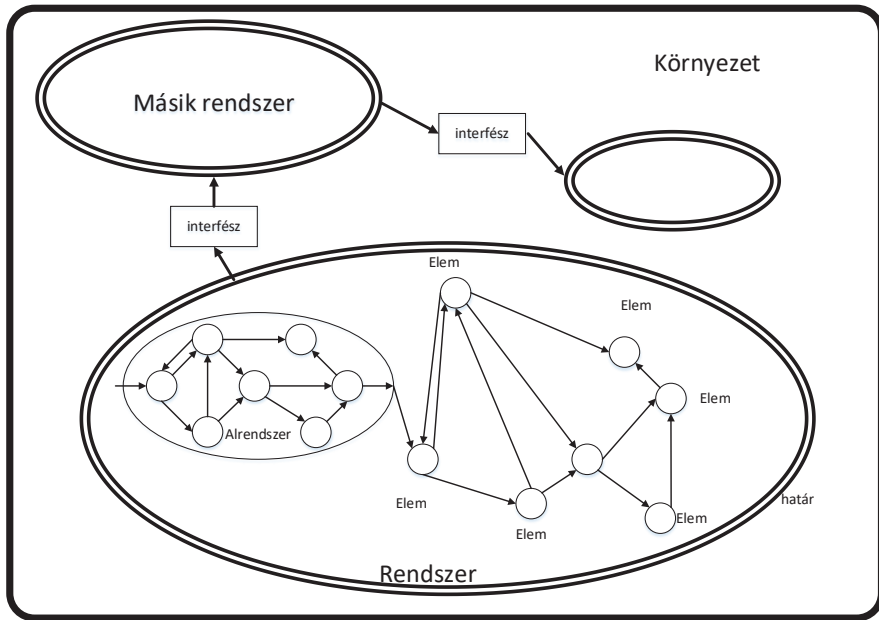
Máshol Ludwig von Bertalanffy szerint: „Egy rendszert, legyen az élő organizmus vagy a társadalom, a következők jellemzik: teljesség, növekedés, különbözőség, hierarchikus felépítettség, dominancia, ellenőrzés és verseny.” (VON BERTALANFFY 1968b)

A Hall és Fagen szerzőpáros a következő módon határozta meg a rendszert: „A rendszer feladatok összességéből, a feladatok és a rájuk jellemző attribútumok kapcsolati hálójából épül fel. Az attribútumok a feladatokat jellemzik, és a kapcsolat az, ami egymáshoz köti és egyé teszi azokat.” (HALL–FAGEN 1968)

Szadovszkij szerint: „A rendszert alkotó halmaz elemei között meghatározott viszonyok és összefüggések jóvoltából az elemek együttese olyan összefüggő egésszé válik, amelyben minden egyes elem végső soron valamennyi többi elemmel összefügg, és tulajdonságai ennek az összefüggésnek a figyelembevétele nélkül nem érthetők meg. A rendszer tulajdonságai viszont nem egyszerűen az alkotóelemek tulajdonságainak összegeként állnak elő, hanem az elemek közötti összefüggések és viszonyok jelenléte és specifikuma által nyernek meghatározást.” (SZADOVSZKIJ 1976)

Szakál a rendszer fogalmán „sajátos tulajdonságokkal rendelkező elemek integrált egységét érti, amelyben az elemek egymással valódi kölcsönhatásban az egész rendszerre jellemző új tulajdonságot, eredményt vagy tárgyi jellegű objektumot hoznak létre”. Ezt az új dolgot a rendszer rendezőelvének nevezi, mivel ez fűzi egybe, ez integrálja egészszé az elemeket (SZAKÁL 2000).

Káposzta és társai szerint „a rendszer egyéni elemek sokasága, amelyek szorosan vagy lazán kapcsolódnak egymáshoz”. A kapcsolat lehet *szabályos* vagy *szabálytalan*, *látható* vagy *láthatatlan*, *pozitív* vagy *negatív*. A rendszer teljes jellemzőit nem az egyes részek külön-külön jellemzői határozzák meg, és egyes jellemzői lehetséges, hogy ellentétesek a teljes rendszer jellemzőivel. A részek elemei a rendszernek, de összességében a rendszert az elemek közti kapcsolatok és a kapcsolatok viselkedése határozza meg. A továbbiakban, amikor rendszerről beszélünk ez a meghatározás érvényes az *alrendszerre* is (KÁPOSZTA–KIS–GODA 2013).



1. ábra

A rendszer, az alrendszer és a környezet kapcsolata

Forrás: a szerző szerkesztése

Talcott Parsons volt az, aki a társadalmi képződmények megragadására megalkotta a *rendszer* és *alrendszer* fogalmát (PARSONS 1975). A rendszert nem képzeljük felbonthatatlannak, tehát *alrendszerei* is vannak, és nem képzeljük elszigeteltnek, önmagában lévőnek sem, mert *környezet* veszi körül. A *környezet* a rendszeren kívül lévő összes dolgot jelenti: ezek tulajdonságai kihatnak a rendszerre, így ha ezeket megváltoztatják, megváltozik a rendszer viselkedése.

A pusztán formális szemléletnél minden egyes rendszer egy másik rendszer elemének tekinthető. A bizonyos rendszerbe tartozó, „bezárt” kisebb rendszer, amelyet az elemek kisebb száma jellemez, *részrendszernek*, *alrendszernek*, *alacsonyabb rendű rendszernek* vagy *belső rendszernek* nevezhető. Az ezt a rendszert körülvevő nagyobb rendszert, amely még számos további elemet is felmutat, nevezhetjük akár *környezeti rendszernek*, *felsőbbrendű rendszernek*, *szuperrendszernek* vagy *környező rendszernek* is.

Ezzel összefüggésben kiemelendő, hogy a belső rendszer, környező rendszer kifejezésekkel csak *viszonylatokat* fejezünk ki.

Az *összrendszer* kifejezés használata további adatok nélkül szintén kevésbé célszerű, mivel bemutatható, hogy minden összrendszernek van egy környező rendszere, vagyis végső soron összrendszer egyáltalán nem létezik. Találkozhatunk továbbá azzal az ítélettel is, hogy a rendszer sohasem áll elszigetelten egymagában, hanem mindig bizonyos egész része. Ez annyiban helyes, hogy minden rendszer beilleszthető egy környező rendszerbe, sőt mi több, a környező rendszerek történeti következménye, hogy ezek mindig új elemekkel gyarapodnak.

A rendszer szétbontható önálló részeire, mindegyik rész vizsgálható úgy, mint önálló elem egésze, és ezek jellemzői párhuzamba vonhatók a rendszer teljes egészével, és leírják az egész rendszer tulajdonságait (DESCARTES 1637).

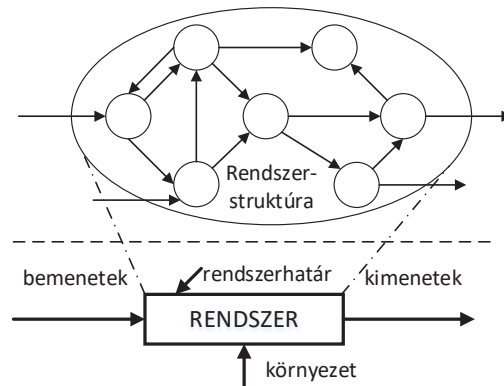
Ludwig von Bertalanffy azt mondja, hogy a rendszer tulajdonságait nem kizárólag az elemek, hanem sokkal inkább a köztük lévő *kapcsolatok* határozzák meg (VON BERTALANFFY 1968a).

Alfred Kuhn szerint minden rendszerre igaz az, hogy hiába ismerjük a rendszer egy részét, nem jelenti azt, hogy ebből a tudásból képesek lennénk leírni a rendszer többi részét is (KUHN 1974). Egy *információrészlet* a teljes információhalmazhoz képest akár ellentétes következtetésre is vezethet minket, és így téves következtetéseket vonunk le a teljes rendszerre nézve, ami végzetes lehet a döntéshozatal során. Vannak kontrollált (kibernetikus) és nem kontrollált rendszerek. A kontrollált rendszerekben az információ érzékelhető, és a változások hatnak a válaszreakciókra. Kuhn különböző szerepeket határoz meg a rendszeren belül: detektorokat, szelektorokat és ezek hatásait, amelyek a rendszer működését adják. A detektor azzal foglalkozik, hogy az információk kapcsolat létrejöttén két rendszer között. A szelektor megkeresi azt a szabályszerűséget, amely szerint a rendszer dönteni fog, és a hatás az lesz, amit tranzakció formájában a rendszer végrehajt. A kommunikáció és a tranzakció tulajdonképpen az egyetlen rendszerek közti interakció. A kommunikáció maga az információcsere, míg a tranzakció vonja be a rendszerbe a cserélhető energiát.

Alfred Kuhn szerint a döntés szerepe fogja a rendszert eljuttatni a *teljes egyensúlyhoz* (equilibrium). Amikor egy társadalmat rendszernek tekintünk, akkor a kultúra mint *rendszer-sablon* jelenik meg. A társadalom elemzése így nem más, mint kommunikáció és a tanulási modell elemzése egy nagyobb csoporton belül (KUHN 1974).

Nemes Nagy József szerint a filozófia és a matematika mellett a rendszerelmélet az a tudomány, amelyben a tér fogalma nagyon általánosan van jelen. Véleménye szerint a rendszer fogalmának három alapvető komponense az *elem*, a *struktúra* és a *funkció* (NEMES NAGY 1998).

- A rendszer *elemei*, amelyek a vizsgálat szemszögéből tekintve a legkisebb értelmes egységek, és amelyek szintén vizsgálhatók a rendszermodellezés módszereivel.
- A rendszer *struktúrája*, azaz az elemei közötti kapcsolatok, amelyek általában időben lassan változnak, vagy állandónak tekinthetők.
- A *társadalmi struktúra* (vagy ahogy még említeni szokták: társadalmi rend, társadalmi rendszer) egy olyan rendszer, amelyben emberek különböző személyes kapcsolatokkal kialakult mintázatok alapján társadalomba szerveződnek.
- A *funkció* jelentése a szerep vagy rendeltetés, amelyet egy gép, szerkezet, szervezet vagy személy betölt.
- A rendszer *folyamatai*, amelyek a cél megvalósítása érdekében egymáshoz kapcsolódó elemi tevékenységek sorából tevődnek össze, és többnyire időben ciklikusan ismétlődnek.
- A rendszer *bemenetei és kimenetei*, azaz azok a kapcsolódási pontok, amelyeken keresztül a környezet hat a rendszerre, illetve a rendszer hat a környezetére (CSERNY 2000).
- A rendszernek belső jellemzője lehet még a célkitűzése, amely akkor egyszerű, ha a célok egyértelműek és számszerűsíthetők.



2. ábra

A rendszer feketedoboz- és struktúramodellje

Forrás: FAUST 2011

A *környezet* a rendszeren kívül lévő összes dolgot jelenti: ezek tulajdonságai kihatnak a rendszerre, ha ezeknek a tulajdonságait megváltoztatják, megváltozik a rendszer viselkedése.

Az *objektumok* a rendszer *paraméterei*. Az *objektum* értelmezése a valóság mintájára tulajdonságokkal és viselkedésekkel felruházott *egység*. Paraméter a rendszerben

- a bemenet,
- a folyamat,
- a kimenet,
- a visszacsatolás-szabályozás
- és a korlátozás.

A *bemenet* az adatok fogadására használható csatlakozó vagy illesztés. Változások összefüggő sorát, folytonos ok-okozati kapcsolatban lévő eredmények egységes egymásutánját pedig *folyamatnak* hívjuk. *Kimenetnek* nevezzük a folyamat végén kapott eredményeket.

Minden egyes rendszerparaméternek számos értéke lehet, hogy azzal jellemezze a *rendszer állapotát*.

A *tulajdonságok* az objektum paramétereinek tulajdonságai. A tulajdonság a dolog ismertségének, megfigyelésének vagy a folyamatban való részvételének a külső megnyilvánulása. Tulajdonságok jellemzik a rendszer paramétereit, és lehetővé teszik, hogy azoknak értéket, valamint méretadatokat adjunk. Az objektumok tulajdonságait a rendszer működése megváltoztathatja.

A *viszonyok* azok a kötések, amelyek a dolgokat és a tulajdonságokat a rendszer folyamataiban összekötik. A viszonyokat osztályozhatjuk elsőfokúknak, amikor azok egymás számára funkcionálisan szükségesek. A szimbiózis például ilyen elsőfokú eset, két eltérő szervezet szükséges kapcsolatát – mint például egy növény és annak parazitája együttes életét – jellemzi.

A viszonyok lehetnek másodfokúak is, ha azok kiegészítő jellegűek: ha lényegesen növelik a rendszer teljesítményeit, ha fennállnak, de funkcionálisan egyébként nincs rájuk szükség. Ilyen másodfokú viszony a szinergia. Végül a viszonyok lehetnek harmadfokúak is, amikor vagy redundánsak, vagy egymásnak ellentmondóak.

A *redundancia* olyan állapotot ír le, amelyben a rendszerben felesleges objektumok vannak. Ellentmondásos állapot akkor áll fenn, ha a rendszerben két objektum van, amelyek közül, ha az egyik igaz, akkor a másik definíció szerint hamis.

4. Rendszertípusok

A megfigyelt rendszerek száma végtelen, ezért nagyon nehéz kategorizálni, hogy milyen rendszertípusok is vannak. A tudomány számos területén alkalmazzák a rendszerelméletet, és azt minden tudomány továbbfejlesztette a saját maga igényei irányába. Nagyon nehéz lenne olyan átfogó tanulmányt készíteni a rendszerelméletről, amely bemutatná a szerepét minden tudományágban. A következőkben többféle rendszertípusálási módszer található, ami jól mutatja, hogy a rendszertípusok meghatározása nem egyszerű vállalkozás.

Az első feladat a rendszer leírása. Kifejlesztjük a megfontolásokba bevont összes rendszerre érvényes leírási modellt. Az irodalomban rendszerleírás helyett *rendszerosztályozásról* is beszélnek. Ez a kifejezés annyiban látszik túlságosan szűknek, hogy kizárja a rendszer-típológiát. A rendszerleírás viszont kiterjed mind az osztályozási, mind a tipológiai jegyekre.

Minden teljességre törekvés nélkül a következő ismertetőjegyek alkothatnák egy rendszerleírás alapját.

- a) valóság (jelenségrendszerek – tudományos ítéletrendszerek),
- b) a tárgy fajtája a jelenségek szintjén (élettelen természeti tárgyak – növények – állatok – emberek – gépek),
- c) bonyolultság (egyszerű – bonyolult – nagyon bonyolult),
- d) elszigetelhetőség (gyakorlatilag elszigetelhető – nem elszigetelhető – kevésbé elszigetelhető),
- e) determináltság (determinált – sztochasztikus),
- f) célra irányultság (emberek által kitűzött célokkal vagy ilyen célok nélkül),
- g) információcsere (nincs – megfigyeléssel – kommunikációval – visszacsatolt kommunikációval),
- h) megváltozási tendencia (stacionárius – evolúciós [hullámszerű mozgás vagy trend]),
- i) egyensúlyi tendencia (egyensúly felé irányuló – egyensúlytól távolodó),
- j) regeneráció (regenerálódásra képes – regenerálódásra nem képes),
- k) tanulási képesség (önállóan fejlődőképes – csak heteronóm módon fejleszthető).

Ezt a vázlatosan szemléltetett ismertetőjegy-gyűjteményt ki kellene egészíteni. A követett cél szerint több vagy kevesebb ismertetőjegy lenne felhasználható. Ehhez kapcsolódóan megállapíthatók volnának a lehetséges ismertetőjegy-kombinációk és ezek közül azok, amelyeknek értelmük van. Minden ilyen értelmes kombináció után rendszercsoportot alkot a leíró modellben. Minden egyes elképzelhető jelenségrendszert egy-egy ilyen rendszer-csoportba kellene sorolni.

Egy ilyen rendszerleírást második lépésként a rendszerelméletnek kellene követnie. Egy bizonyos rendszer-csoportra vagy több kialakított rendszer-csoportra ki kellene munkálni és empirikusan igazolni kellene a lehető legtöbb információt tartalmazó rendszerességeket (törvényeket vagy hipotéziseket). A rendszerkutatás szempontjából csak az olyan törvények volnának relevánsak, amelyek a rendszerkutatás azonosságai alapelve alá tartoznak,

és amelyekkel ezért más tudományok nem foglalkoznak. Az ilyen törvények az egyes esetekre vonatkozó peremfeltételekkel elméletekké volnának összekapcsolhatók.

Az ilyen törvények és elméletek lehetővé tennék, hogy a rendszerekben ismeretlen folyamatokat tisztázzunk, és jövőbeli történéseket prognosztizáljunk. Ebből sok szempontból elméleti hasznot húzhatna mindegyik természet- és társadalomtudomány.

4.1. Valós és absztrakt

Alfred Kuhn szerint a rendszereket struktúrájuk szerint kell csoportosítani. Kuhn megkülönböztet:

- *valós* (real) / *materiális*,
- *absztrakt* (abstract),
- vagy *analitikus* (analytic) rendszert (KUHNS 1974).

Valós rendszer minden olyan rendszer, amely energiát vagy anyagiságot hordoz magában, illetve amely magában foglalja az anyagi világ jelenségeit, amelyek tudatunktól függetlenül, objektíve léteznek. Ezek a rendszerek általában további három csoportba tagozódnak (BODNÁR–PARÓCZAI 1995; DEÁK–KOZMA 1996):

- szervesen természetben kialakult rendszerek,
- élő szervezetek és közösségeik,
- emberekből és eszközeikből álló rendszerek.

Az *absztrakt* vagy *analitikus* rendszerek elemei jeleket, koncepciókat tartalmaznak. Az absztrakt rendszerek az anyagi világ jelenségeinek tudati tükröződései és kivetítődései. Ezek közül a legfontosabbak a *matematikai* és *logikai* rendszerek, valamint a materiális rendszereket közvetlenül tükröző modellek.

A *matematikai* irányzat képviselői a matematikai logika módszerével elemzik a rendszereket, fontosnak tartják az elméletépítést, és kevésbé fontosnak a rendszerelemzést. Meghatározzák a rendszer fogalmát, majd a definícióból levezethető következtetéseket vizsgálják meg. Ezen kutatók szerint a rendszerelmélet matematikai módszerek összessége, amelyek segítségével a rendszerek elemezhetők. A módszerek főleg a differencia- és differenciálegyenletek, a vezérlélmélet, az automaták elmélete, az információelmélet, a matematikai programozás, a dinamikus programozás, a variációs számítás, a dinamikus rendszerek elmélete, a funkcionálanalízis, a valószínűségelmélet, a játékelmélet stb. területéről származnak, de további matematikai irányok is lehetnek.

A *logika* az érvényes következtetések és bizonyítások, illetve az ezzel összefüggő filozófiai, matematikai, nyelvészeti és tudományos módszertani kérdések tudománya. A logika a filozófia része egyfelől a hagyományos besorolás miatt, másrészt amiatt, hogy a logikai elméletek szoros kapcsolatban vannak ismeretelméleti és nyelvfilozófiai kérdésekkel. A matematikai elméletek láttathatók logikai elméletekként, a logikaiak pedig gyakran jól vizsgálhatók matematikai eszközökkel (KNEALE–KNEALE 1987).

4.2. Statikus és dinamikus

Működésük szerint megkülönböztetünk:

- *statikus* (nem működő) és
- *dinamikus* (működő) rendszereket.

Azokra a rendszerekre, amelyekben kialakul az egyensúly, és nincsenek benne változó pontok, nincsen állapotváltozás és mozgás, azt mondjuk, hogy a *statikus* egyensúly állapotában vannak.

Dinamikus egyensúly akkor létezik, amikor a rendszer elemei a változás állapotában vannak, de legalább egy eleme felvette a változási státuszt. A homeosztázis dinamikus rendszert feltételez legalább két változó elemmel. A homeosztázis (hasonló állapot) a belső környezet dinamikus állandóságát jelenti, az élő szervezetek egyik legfontosabb jellemzője, az élettan legfontosabb alapfogalma (KUHN 1974).

A *dinamikus* rendszerek tovább csoportosíthatók abból a szempontból, hogy a működést a természeti-társadalmi törvények spontán érvényesülése váltja-e ki, vagy pedig a működés valamilyen meghatározott cél érdekében a szóban forgó törvények tudatos felhasználásával valósul meg.

Ebből a szempontból

- *célszerűen* és
- *nem célszerűen* működő rendszerek különböztethetők meg.

A *célszerűen működő* rendszerek alkalmasak bonyolult célok követésére és a cél eléréséhez szükséges stratégia és taktika kidolgozására, továbbá a rendszer tevékenységét célorientáltan végzik, képesek a célok megfogalmazására és a teljesítési feltételek meghatározására, a cél elérését tudatos vezérléssel biztosítják. A *nem célszerű működést* folytató rendszerek erre nem alkalmasak.

A célszerűen működő rendszerek egy része *mesterségesen szervezett rendszer*, és a működési célirányukat irányítás biztosítja, az ilyen rendszereket *kibernetikai rendszereknek* is nevezhetjük. A kibernetika egy komplex tudományos irányzat, amely a szabályozás, vezérlés, információfeldolgozás, -továbbítás általános törvényeit kutatja. A kibernetika dinamikus rendszereket vizsgál, olyan rendszereket, amelyek a külvilággal való kölcsönhatás során változnak. E rendszerek szerepének, struktúrájának és viselkedésének törvényszerűségeit kutatja. Fontos működési elv a szabályozás, amely kompenzálja a külvilágnak a rendszerre gyakorolt zavaró hatásait, illetve elősegíti a rendszer alkalmazkodását a változó külső feltételekhez. Ennek az az előfeltétele, hogy a rendszer észlelje a külvilág hatásait, vagyis információt tudjon felvenni és feldolgozni.

A *spontán működő rendszereket* valamilyen természeti vagy társadalmi törvény mozgatja.

A *dinamikus* rendszereket a következőképpen csoportosíthatjuk (KOMOR 2005):

- *zárt* rendszer: a rendszer alkotórészei hatnak egymásra,
- *nyílt* rendszer: befolyásolja a környezet,
- *ellenőrző* rendszer: visszacsatolással állandó állapotot tart fenn.

Szigetelt vagy más néven *zárt* rendszereknek nevezzük azokat a rendszereket, ahol a kölcsönhatások közel zérusnak tekinthetők. A *nyílt* rendszereket két nagy csoportra bontjuk: *aktív*

és *passzív* rendszerekre. A passzív rendszerek tudomásul veszik a környezeti hatásokat, de nem történik reakció. Ezzel szemben az aktív rendszerek visszahatnak a környezetükre, és befolyással vannak annak működésére, illetve módosítják az onnan érkező hatásokat. Az *aktív* rendszer lehet adaptív is, ami azt jelenti, hogy elsősorban nem a környezeti hatások módosításával, hanem azokra jól reagálva, hozzájuk alkalmazkodva biztosítja működőképességét.

A gyakorlati használhatóság tekintetében a *nyílt* és az *ellenőrző* rendszerek tekintendők lényegesnek, mivel a társadalmi, gazdasági folyamatokban a rendszer és környezet közötti információáramlások, kölcsönhatások, visszacsatolási folyamatok szerepe nagy jelentőségű (KOMOR 2005).

4.3. Kapcsolat, szerkezet és idő

Szücs a rendszertípusokat tulajdonságai alapján csoportosítja (SZÜCS 1972). Három fő tulajdonságot határoz meg:

- a *kapcsolat* a környezettel,
- a *szerkezet*,
- valamint az *idő*.

A nyitott rendszer egy olyan állomása a rendszereknek, amikor a rendszer interakcióban van a környezetével. A nyitott rendszerek folyamatosan vezérlik állapotukat, és felügyelik létezésüket. Korábban már szó volt arról, hogy a nyitott rendszer a zárt rendszer ellentettje. Nagyon ritkán fordulnak elő egyszerre nyitott és zárt rendszerek. Alapvetően meghatározó részei egy nyitott rendszernek a következők: bemenet, átalakítás, kimenet és a kontrollelemek, amelyeket visszacsatolásnak nevezünk. A nyitott rendszer elemeinek leírását a következőképpen fogalmazhatjuk meg. A környezet az összes olyan elem, amely kívül helyezkedik el a rendszeren, és megvan benne az a potenciál, hogy hatást gyakoroljon minden egyes részére. A bemenetek azok a források, amelyeket a rendszer elvesz vagy kap a külső környezettől. Az átalakítás a források transzformációja a rendszeren belül. A kimenet a rendszer munkájának eredménye, ezt juttatja vissza a külső környezetbe.

A *visszacsatolás* folyamatos információforrás, amely meghozza a megfelelő változtatási parancsokat a rendszer számára, ezzel a rendszer tovább él vagy növekszik.

Egy rendszer szerkezetét tekintve vizsgálhatjuk a hierarchikus felépítését, a komplexitását, valamint hogy hány dimenzióra terjed ki. Ez lehet *lineáris* (egydimenziós), *síkbeli* (kétdimenziós) vagy *térbeli* (háromdimenziós). A szerkezet ismeretében leírható a rendszer hierarchiája, részrendszerek és az elemek relációja. Ezek típusától, számától és kapcsolatrendszerüktől függően a rendszer lehet *egyszerű* vagy *bonyolult*, *merev* vagy *flexibilis*, *centralizált* vagy *decentralizált*. A centralizált rendszereknél van egy olyan részrendszer (vagy elem), amely a működés szempontjából kiemelt.

4.4. Egyszerű és összetett

A rendszert alkotó elemek száma és a köztük lévő kapcsolatok áttekinthetősége szempontjából:

- *egyszerű*,
- *összetett* és
- *bonyolult* rendszereket különböztethetünk meg.

Az *egyszerű rendszerek* jellemzője, hogy elemszámuk és az elemek közötti lehetséges kapcsolati állapotok száma relatíve alacsony, és a kapcsolatrendszer egyértelműen áttekinthető, leképezhető. Például egy átlagos asztal, szekrény.

Az *összetett rendszereket* több egyszerű rendszer alkotja, ebből következően számossabb elemkapcsolattal rendelkeznek, de ezek a kapcsolatok egyértelműen megismerhetők, leképezhetők, például egy épület a teljes gépészetével, elektronikájával.

A *bonyolult rendszereket* a többszörös összetétel jellemzi, az alkotóelemek száma és lehetséges kombinációja jelentős, és ezek a kapcsolatok sokrétűek, egy részük nehezen feltárható, és a rendszerről nem adható egyszerű áttekintés, leképezés.

4.5. Csere- és versenykapcsolat

A rendszer a *környezet* révén él, a környezet is meghatározza a rendszert. A környezettel a rendszer kapcsolatban áll, ahhoz illeszkedik, az illeszkedés, alkalmazkodás sikere döntő lehet a rendszer jövője szempontjából. Minél jobban értjük a környezetet, annál jobb rendszert lehet tervezni bele, ezért tudnunk kell, hogy a környezetben lévő rendszerek milyen viszonyban vannak a mi rendszerünkkel. *Zavaró jelnek* hívjuk azt, ami a környezetből érkező vagy a rendszerben keletkező hatás, amely a rendszer működését zavarja, akadályozza (ROÓZ–HEIDRICH 2013).

A környezeti rendszerekkel lehetnek *cserekapcsolataink*, onnan felvesszünk és oda kibocsátunk anyagot, pénzt, embereket, ismeretet stb. Lehetnek *versenykapcsolataink* is, azaz versenghetünk ugyanazért az áruért, erőforrásért, munkáért stb. Ami ilyenkor a tennivalónk, hogy megállapítjuk, mi folyik ezen a téren, és miért viselkednek úgy, ahogy viselkednek versenytársaink. Összefoglalva:

1. Meg kell tudnunk, hogy mi is létezik a valós világban, el kell köteleznünk magunkat az empirikus, tapasztalati ismeretek gyűjtése mellett.
2. Mérnünk kell a jelenségek jellemzőit mind statikus, mind dinamikus állapotukban.
3. Nem szabad olyan elveket és elméleteket gyártani, amelyek nem megfigyelésen alapulnak.
4. Meg kell állapítanunk, hogy egy jelenség viselkedésének mi az oka, akár dinamikus, akár statikus állapotában.
5. Óvatosan kell eljárunk a jelenségek osztályozásában.

4.6. Totális és szummatív rendszer

Az elemek kapcsolataiból új tulajdonságok is keletkezhetnek. Ezeket a rendszereket *totális* rendszereknek nevezzük. Jellemző rájuk, hogy egy elem megváltozásakor más elem vagy akár az egész rendszer változik.

A szummatív rendszereknél a tulajdonságok az elemek tulajdonságainak egyszerű összege. Egy-egy elem elvétele vagy beiktatása nem okoz számottevő minőségi változást a rendszerben (mindegy, hogy néhány homokszemmel több vagy kevesebb van a rendszerben).

4.7. Determinisztikus és sztochasztikus

Az elemek és az alrendszerek közötti kapcsolatok jellege szerint:

- *determinisztikus* (határozott) és
- *sztochasztikus* (határozatlan) rendszereket különböztetünk meg.

A *determinisztikus* rendszerek esetében az elemek közötti kapcsolatok *egyértelműek*. Az ismert inputok és transzformációk eredményeként várható output egyértelműen meghatározható. A műszaki-technikai rendszerek jellemzően ilyenek.

A determinizmusnak két fajtája van:

- Az *okozati determinizmus* (vagyis a kauzális determináció) szerint a világ állapota egy bizonyos időpontban a természeti törvényekkel együtt meghatározza a világ későbbi állapotait.
- A *logikai determinizmus* (más néven logikai fatalizmus, amely nem összekeverendő a fatalizmussal mint a determinizmus következményével) szerint minden – a múlttól, a jelenről vagy a jövőről szóló – állításról megállapítható, hogy igaz-e vagy hamis, és az igaz állítások szükségszerűen megtörténtek, megtörténnek, vagy meg fognak történni.

A *sztochasztikus* rendszerek esetében az elemkapcsolatok legfeljebb csak *valószínűsíthetők*, a rendszer működése bizonytalanságot hordoz, kockázattal jár. A sztochasztikus folyamat időben végbemenő folyamat. A folyamat végbemehet diszkrét időben, ahol a valószínűségi változók egy idősnak felelnek meg, vagy folytonos idejű folyamatról beszélünk, amikor egy adott időtartományban folytonosan változhatnak a folyamatot részben vagy teljesen jellemző valószínűségi változók.

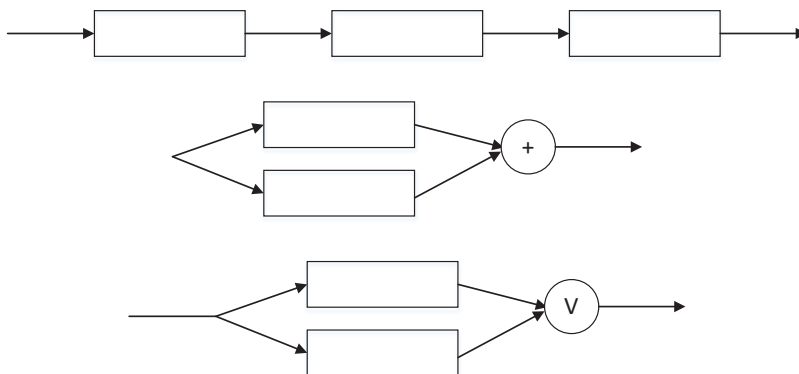
4.8. Soros, párhuzamos és alternatív

A *rendszer struktúrája* a komponensei között fennálló relációk halmaza, egyszerűbben az elemkapcsolatok összessége. Típusai

- a *soros*,
- a *párhuzamos*
- és az *alternatív*.

Azonos elemek különböző módon kapcsolva különböző viselkedésű rendszereket képezhetnek. A rendszer általunk kívánt viselkedését, teljesítményét tehát úgy érhetjük el, hogy a meghatározott működésű elemeket meghatározott módon kapcsoljuk össze (szervezés).

A rendszer struktúrájának változtatásával, átszervezéssel megváltoztathatjuk a működését, teljesítményét.



3. ábra

Az elemkapcsolatok jellemző változatai

Forrás: HÁKLÁR–NAGY 1975

Talán még korábbi tanulmányaikból emlékeznek rá, hogy:

- a *sorba* kapcsolt elemek esetén a teljesítményt a legkisebb kapacitású elem teljesítménye határozza meg;
- a *párhuzamosan* kapcsolt elemek teljesítménye összeadódik;
- az *alternatív* kapcsolat esetén egyszerre mindig csak az egyik elem funkcionál, a teljesítmény tehát vagylagos, az éppen működő elem teljesítményének megfelelő.

4.9. Természetes és mesterséges rendszerek

A tudomány fejlődése, valamint Charles Darwin angol természettudós evolúciós elmélete elősegítette azt, hogy a biológusok olyan rendszertani csoportokat kezdtek használni, amelyeknek alapja nemcsak a fajok közötti hasonlóság volt, hanem a származási, rokonsági viszonyok is. A célratörő rendszerek közül vannak olyanok, amelyek *természetes* úton jöttek létre (születtek). A természetes rendszerek tehát olyan elemek halmaza, amelyek nem emberi cselekvés eredményeként jöttek létre, és eleget tesznek a rendszer-definícióknak.

Carl Linné svéd természettudós legfőbb célja az élőlények rendszerezésének megalkotása volt. Rendszerében az élőlényeket a növények és az állatok országára különítette el. Linné önkényesen kiválasztott tulajdonságok szerint csoportosította az élőlényeket. Az ilyen rendszerezést *mesterséges rendszernek* nevezzük. Ezeknek a rendszereknek csak

a születésük pillanatában adottak a céljaik (létfenntartás, fajfenntartás az ember esetében), míg más rendszerek esetében előbb volt a cél, és az ember tervezett és működtetett egy olyan rendszert, amely ezt el is tudja érni. Ez utóbbiak a *mesterséges* vagy tervezett rendszerek. A mesterséges rendszerek az ember tudatos tevékenysége által létrehozott azon rendszerek, amelyeket mindig valamilyen cél elérése érdekében hoznak vagy hoztak létre. A rendszer célja tehát keletkezésének oka is egyben.

Valamennyi, az emberi társadalom által létrehozott rendszer tervezett rendszer, ezért a rendszerek is a mesterséges rendszerek csoportjába tartoznak. Tervezett rendszereket mindig valamilyen szükséglet kielégítésére, azaz folyamatra hoznak létre, ezért a rendszer legfontosabb jellemzőjét a benne lezajló folyamatok alkotják (dinamikus kép), és nem a struktúrája (statikus kép). A rendszer strukturális jellemzésének csak akkor van értelme, ha ismerjük azokat a folyamatokat, amelyekre a struktúra létrejött.

A mesterséges rendszerek elemét képezheti maga az ember, a dolgozók, és ezért a mesterséges rendszerben a természetes rendszerek sokaságának céljait kell konfliktusmentesen összehangolni.

4.10. Az ekvifinalitás, az élő és az élettelen rendszer

Az *élettelen* rendszerekre általánosságban az a jellemző, hogy a végül elért végső állapotot a kezdetben adott feltételek határozzák meg. Az *ekvifinalitás* azt jelenti, hogy a rendszer különböző kezdőállapotokból képes ugyanabba a végállapotba eljutni. Ez lényegében vezérlést jelent, nem egyszerűen egy adott állapot fenntartását, hanem egy folyamat végigvitelét, a külső-belső környezet változékonysága ellenére. Az élővilágban ennek legmarkánsabb példája az egyedfejlődés: a külső környezet változékonysága ellenére képes a meghatározott „terv” szerinti szervezetet felépíteni. A zárt rendszerek nem viselkedhetnek ekvifinálisan: ez az oka annak, hogy nem találkozunk ezzel a viselkedésmóddal általában az élettelen természet szférájában. Ezzel szemben a nyílt rendszerek, amelyek kölcsönhatásban élnek környezetükkel, és amennyiben egyensúlyhoz közelednek, ilyen, a kezdeti feltételektől független, ekvifinális viselkedést mutatnak.

Általánosan az ekvifinalitás a szerves szabályozások alapja. Minden olyan életmegnyilvánulásnál találkozunk vele, ahol a viselkedés rendszerszerű, pontosabban kifejezve egy nyílt rendszer viselkedése, vagyis azt az elemek dinamikus kölcsönhatása határozza meg, míg fokozódó gépszerűsödés esetén egyre lehetetlenebb lesz a szabályozás és ezzel az ekvifinalitás, a történéis egyes okozati láncolatokra való felbontása.

Az igazi finalitás vagy „célra törés”, ha ezt a kifejezést egyáltalán bevezethetjük, azt mondja ki, hogy a mindenkori viselkedést a cél előrelátása határozza meg. Ahhoz kapcsolódik, hogy a jövőbeni cél az ember gondolataiban már benne van, és meghatározza a jelenlegi cselekvést. Ez az igazi célratörés úgy látszik, az emberi viselkedésnek a jellemzője és a nyelvnek, valamint a fogalmaknak az embernél kifejlődött szimbolizmusához kapcsolódik.

5. Összefoglalás

A folyamatok rendszerszemléletű vizsgálata olyan alapvető fogalmakra és törvényszerűségekre épül, amelyek ismerete feltétlenül szükséges a szintetikus gondolkodás kialakulásához. A rendszerek vizsgálata során számos olyan összefüggést fogalmaztak meg, amelyek (KATA 2013):

- minden rendszerre érvényesek a konkrét kialakítástól, szerkezettől és feladattól függetlenül,
- befolyásolják a rendszervizsgálat módszerét, eredményeinek értelmezését.

A rendszereket különböző tulajdonságaik alapján többféleképpen is csoportosíthatjuk.

Fogalmak

- absztrakt rendszer
- alrendszer
- alternatív
- analitikus rendszer
- belső rendszer
- bemenet
- bonyolult rendszer
- célszerűen működő
- cserekapcsolat
- determinisztikus
- dinamikus rendszer
- egység
- egyszerű rendszer
- ekvifinalitás
- elem
- ellenőrző rendszer
- folyamat
- funkció
- hierarchikus rendszer
- információrészlet
- kapcsolat
- kimenet
- környezet
- logikai determinizmus
- logikai rendszer
- matematikai rendszer
- mesterséges rendszer
- multidiszciplináris

- nem célszerűen működő
- nyílt rendszer
- objektum
- okozati determinizmus
- összrendszer
- összetett rendszer
- párhuzamos
- redundancia
- rendszer
- rendszerállapot
- rendszerelmélet
- rendszerosztályozás
- rendszersablon
- részrendszer
- soros
- spontán működő
- statikus rendszer
- struktúra
- sztochasztikus
- szummatív rendszer
- teljes egyensúly
- természetes rendszer
- totális rendszer
- tulajdonság
- valós rendszer
- versenykapcsolat
- viszonylat
- zárt rendszer

Áttekintő kérdések

1. Mi a rendszerelmélet?
2. Sorolja fel a rendszerszemléletből származó előnyöket!
3. Ismertesse a rendszer, az alrendszer és a környezet kapcsolatát! Készítsen magyarázó ábrát!
4. Kit tekintünk az általános rendszerelmélet atyjának?
5. Mi a rendszer? Árnyalja a fogalmat!
6. Mi a rendszerelem?
7. Hogyan értelmezhető az elem funkcionális önállósága?
8. Mit értünk egy rendszer struktúráján?
9. Ábrázolja és jellemezze az elemek közötti kapcsolatok típusait!
10. Milyen általános jellemzők szerint csoportosíthatjuk a rendszereket?
11. Ismertesse az egyes csoportok jellemzőit!
12. Milyen részekből áll egy rendszer? Milyen tulajdonságai vannak ezeknek?

Felhasznált irodalom

- BODNÁR P. – PARÓCZAI P. (1995): *Gazdasági informatika*. Budapest, PSZF.
- CSEERNY L. (2000): *Szervezeti döntéstámogatás*. PhD-értekezés. Budapest, BME. Elérhető: www.ekt.bme.hu/EGM_2008osz/Dontes_2008/dontestamogatás_szervezeti.pdf (A letöltés dátuma: 2018. 03. 26.)
- DEÁK I. – KOZMA I. (1996): *Gazdasági informatika I.* Távközlési kiegészítő anyag. Budapest, PSZF.
- DESCARTES, R. (2000) [1637]: *Értekezés a módszerről*. Budapest, Műszaki.
- FAUST D. (2011): *Rendszertechnika*. [Gödöllő], Szent István Egyetem. Elérhető: https://regi.tankonyvtar.hu/en/tartalom/tamop412A/2010-0019_Rendszertechnika/ch05s03.html (A letöltés dátuma: 2018. 03. 26.)
- FREIBERGER, P. – MCNEILL, D. (1993): *Fuzzy Logic*. New York, Simon & Schuster.
- FRÖHLICH, W. D. (1996): *Pszichológiai szótár*. Budapest, Springer Hungarica.
- GODA P. (2012): *Új rendszerszemléletű helyzetfeltárási módszer a vidéki területek fejlesztésében*. PhD-értekezés. Gödöllő, Regionális Tudományok Doktori Iskola.
- HÁKTLÁR L. – NAGY J. (1975): *Információrendszerek tervezése és szervezése*. Budapest, KJK.
- HALL, A. D. – FAGEN, R. E. (1968): Definition of system. In BUCKLEY, W. ed.: *Modern systems research for the behavioral scientist*. Chicago, Aldine. 80–81.
- KÁPOSZTA J. – KIS M. – GODA P. (2013): Területi elemzések rendszervizsgálati megközelítésben, pókhálóentrópia-vizsgálat segítségével. *Erdélyi Múzeum*, 3. füzet. 52–69.
- KATA J. (2013): *Mérnöki módszerek a pedagógiában*. Budapest, Typotex. Elérhető: www.tankonyvtar.hu/hu/tartalom/tamop412A/2011-0023_Mernoki/section-0002.html (A letöltés dátuma: 2018. 03. 26.)
- KNEALE, W. – KNEALE, M. (1987): *A logika fejlődése*. Budapest, Gondolat.
- KNUT B. (1979): *A szervezet, mint rendszer*. Budapest, Közgazdasági és Jogi Könyvkiadó.
- KOMOR L. (2005): *Gazdaságpszichológia*. Gödöllő, Szent István Egyetem, Gazdaság- és Társadalomtudományi Kar, Vezetéstudományi Tanszék.
- KUHN, A. (1974): *The Logic of Social Systems*. San Francisco, Jossey-Bass.
- NEMES NAGY J. (1998): *A tér a társadalomkutatásban – Bevezetés a regionális tudományba*. Budapest, Hilscher Rezső Szociálpolitikai Egyesület, „Ember-Település-Régió”.
- PARSONS, T. (1977): The Present Status of “Structural-Functional” Theory in Sociology. In PARSONS, T.: *Social Systems and The Evolution of Action Theory*. New York, The Free Press. 100–117.
- ROÓZ J. – HEIDRICH B. (2013): *Vállalati gazdaságtan és menedzsment alapjai*. Budapest, Nemzeti Tankönyvkiadó.
- SZADOVSZKIJ, V. N. (1976): *Az általános rendszerelmélet alapjai*. Budapest, Statisztikai Kiadó Vállalat.
- SZAKÁL F. (2000): A vállalat mint gazdasági rendszer. In BUZÁS Gy. – NEMESSÁLYI Zs. – SZÉKELY Cs. szerk.: *Mezőgazdasági üzemtan I.* Budapest, Mezőgazdasági Szaktudás. 20–74.
- SZÜCS E. (1972): *Hasonlóság és modell*. Budapest, Műszaki.
- VON BERTALANFFY, L. (1968a): *General System Theory: Foundations, Developments, Applications*. New York, Braziller.
- VON BERTALANFFY, L. (1968b): *The Organismic Psychology and Systems Theory, Heinz Werner lectures*. Worcester, Clark University Press.
- ZADEH, L. A. – POLAK, E. (1972): *Rendszerelmélet*. Budapest, Műszaki.
- ZADEH, L. A. (1962): From Circuit Theory to System Theory. *Proceedings of the IRE*, Vol. 50. 856–864.

Vákát oldal