

FOGALMAK ÉS MÓDSZEREK

KISS ISTVÁN

Az általános rendszerelméletről

De nem könnyő mondanivalónknak a közlése és kifejtése, mert az újat is a régi analógiájára fogják fel. (*Francis Bacon: Novum Organum*)

A tanulmány célja a rendszerelméleti alapok bemutatása, amely azért különösen fontos, mert az alapok ismerete nélkül nem érthetjük meg, miért kaphat egy ma még kellően ki nem dolgozott — és főleg verbális — koncepció olyan súlyt a modern tudományokban, mint a rendszerelmélet kap, vagy miért próbálnak számos problémát új szemléletmóddal — a rendszerszemlélettel — megoldani a különböző tudományterületeken a biológiától a mérnöki tudományokon keresztül a közgazdaságtudományig. Ezért a tanulmányban különösen a rendszerelmélet kialakulása tudománytörténeti háttérét és a „rendszer” kifejezés köré kapcsolódó fogalmi rendszerek viszonyát kell megvilágítani.

I. A tudománytörténeti háttér

Bármelyik tudományág végső kérdései lényegében a filozófiához vezetnek és ez különösképpen igaz, ha a történeti gyökereket, az indító alap gondolatokat keressük. A filozófiatörténet tanulmányozása alapján bárki meggyőződhet arról, hogy például a görög filozófia virágkorában a matematika is a filozófiához, a „bölcesség szeretetéhez” tartozott. Nem meglepő tehát, ha az általános rendszerelmélet történeti gyökereinek keresésében is a filozófiatörténet ad útmutatást. Megállapíthatjuk ennek alapján, hogy már a görög filozófusok korában lényegében két típusú gondolkodási módot kidolgozó irányzatot különböztethetünk meg.

Az egyik filozófiai irányzat ragaszkodik ahhoz, hogy a gondolkodó az egyszerű részekben kezdje, ismerje és értse meg azokat alaposan, majd kezdje a részeket összeilleszteni, s ez végül az *egész* szerkezetévé teljesedik ki. Ezt a bölcséleti felfogást a szerénység és szorgalom jellemzi: az embernek igen keményen kell dolgoznia a részek megismerésén, mielőtt bonyolultabb és járatanabb utakra merészkednék. Az egészről való szólás jogát csak akkor érdemli ki így az ember, ha kellő gyakorlatot szerzett a részterületekben.

Az ellentétes filozófiai irányzat viszont azt tanítja, hogy az *egész* koncepciójából kell kiindulnunk, különben soha nem ismerhetjük fel a részeket és így nem is tökéletesíthetjük azokat. E filozófia jellemző vonása a merészség és alkotókészség, valamint a hosszú elmélkedés és vita. Itt a *cselekvés* jogát kell kiérdemelni, vagyis a részekben való változtatás *előtt* az általános és végső célt kell meghatározni és ennek szempontjából kell a részeket mérlegelni és a cselekedeteket megválasztani.

Mindkét gondolkodási irányzatnak mindmáig megvannak a maga következetes hívei, azonban az irányzatok közötti vitának az újkori természettudo-

mány kialakulásáig lényegében csak teoretikus jelentősége volt és a probléma nem lépett ki a különféle filozófiai iskolák összecsapásának küzdőteréből.

A természettudomány, amely a XVII. század közepéig természet-filozófia néven a filozófia egyik ágaként szerepelt, a XVIII. század közepétől önállósul és megkezdí saját és rohamos fejlődését. A rész- és egész problémakörének eddig csak teoretikus érdekességű vitáját az újkori természettudomány gyakorlati jelentőségű eredményei a részekből kiinduló koncepció javára billentik. Az újkori természettudomány ugyanis éppen a részek vizsgálatában éri el legfényesebb eredményeit. Nemcsak az a jellemző, hogy szerves összefüggő egészet alkotó empirikus világból mesterséges elvonatkoztatással kihalásának egy-egy szeletet, hanem az is, hogy ezeket a szeleteket különböző *szempontok* szerint (és a szempontoknak megfelelő módszerekkel) vizsgálják. A tudásanyag rohamosan nő és egy ember számára rövidesen már lehetetlenné válik a hatalmas szellemi tudásanyag megőrzése és fejlesztése. A XIX. század közepe táján ekkor kezdenek létrejönni a különféle szakosított természettudományi társaságok és egyetemi tanszékek. A specializálódásnak nevezhető „osztódás” tovább folytatódik és úgy tűnik, hogy a részekből kiinduló gondolkodási irányzat fölényét a ténylegesen elért eredmények vitathatatlanul bizonyítják.

Minden egyes speciális szaktudomány megalkotta a maga többé-kevésbé megfelelő elméletét (esetleg elméleteit). A specializált szakterületeken *belül* is fennmaradt ugyanis az igény az általános vonások megragadására és megfogalmazására. Ez pedig lényegét tekintve a sajátos (partikuláris) vonások túlságos előtérbe kerülésével szemben hatott. Az adatok és tények között szükségképpen összefüggéseket és lényegi hasonlóságokat kellett keresni, mert e nélkül nem lehetett megérteni a vizsgált jelenségeket. Másrészt az is igaz, hogy az elméletek adatokat és tényeket igényeltek, amelyekre felépülhettek. A rész és egész ellentéte tehát úgy látszott, hogy kielégítően megoldódik a szakterületi határokon belül.

A specializálódás fokozódása, az adatok számának rohamos növekedése, a speciális területeken belüli elméletek fejlődése azonban új problémákat is jelentett. Mindegyik specializált szakterület kifejlesztette ugyanis a maga sajátos nyelvét és a szakterületek közötti kommunikáció egyre nehezebbé vált, ahogy az általános rendszerelmélet egyik neves képviselője Boulding professzor találóan fejezi ki:

„A tudomány művelői között egyre nehezebb a kommunikáció és a tudomány elszigetelt szubkultúrákra hasadozott, amelyeket csak vékony kommunikációs szálak fűznek össze... A specializáció folyamán maguk az információt felvevő receptorok is specializálódtak. Ezért a fizikusok csak fizikusokkal beszélnek, a közgazdászok csak közgazdászokkal, ... a magfizikusok csak magfizikusokkal és az ökonometrikusok csak ökonometrikusokkal... Minél inkább alapesoportokra bomlik a tudomány és minél kevésbé lehetséges a szakágak közötti kommunikáció, annál inkább megnő az a veszély, hogy a releváns kommunikáció hiánya miatt lelassul a tudás összefejlődése.” [1]

Tényként állapíthatjuk meg, hogy az utóbbi 100 évben egyre folytatódott a jelenségek tanulmányozásának egyre szakosítottabb területekre való felosztása avégett, hogy a mélységi haladást fenn lehessen tartani. Ezzel együttjártak a fenti hátrányok is, s mintegy ennek kompenzálására már a XIX. század harmadik negyedében elindul egy, az integráció irányába mozgó fejlődés, amit legtalálébban „interdiszciplináris” (tudományközi) fejlődésnek nevezhetnénk.

Így jött létre a fizikai-kémia, a XX. század második negyedében a szociálpszichológia, és a fizikai és biológiai tudományok körében az ötvözött tudományok elég hosszú sora: biofizika, biokémia, asztrofizika stb., ma már csupakész, elismert tudományok.

Az utóbbi két-három évtizedben figyelemreméltó fejlődés ment végbe az „interdiszciplínák” körében. Az újabb interdiszciplínák ugyanis már nem két, hanem számos különböző tudásterület átcsoportosítása, és a közös vonások ötvözete révén jöttek létre. Így a kibernetika például a villamosmérnöki tudományokból, a neurofiziológiából, a fizikából, a biológiából, sőt bizonyos mértékig még a gazdaságtanból is származik. A szervezélmélet a közgazdaságtanból, a szociológiából, a műszaki tudományokból és a fiziológiából ered, s a vezetéstudomány (management science) szintén több tudományzak terméke.

Az eddig közölt áttekintésből¹ két lényeges vonást emelhetünk ki. Az egyik az, hogy kétséget kizáróan megállapítható: a *specializáció kizárólagossága megszűnt* és egyre határozottabban bontakozik ki a különböző tudományágakat új, átfogóbb tudományokká integráló irányzat. Azt is mondhatjuk tehát, hogy a rész és egész tudományelméleti ellentétében a „rész”-koncepció (specializáció) átmeneti túlsúlya után magasabbrendű szintézisben áll helyre az egyensúly. Az integráló „egész” felé forduló figyelem nem csupán a filozófiai érdeklődés következménye, hanem a technikai fejlődéssel járó bonyolult problémák szükségszerű — sőt kényszerítő — velejárója.

A másik lényeges következtetés, hogy ha a különböző tudományágakban fellelhető közös vonások alapján új integráló tudományokat lehet létrehozni és az integrálódás trendje azt mutatja, hogy ezek az új tudományok *egyre több* tudományág közös vonásaiból ötvöződnek, akkor jogosan merül fel a kérdés, lehetséges-e olyan átfogó integráló tudomány, amelyik *valamennyi* tudományágot magában foglalja.

2. A rendszerelmélet megjelenése és terjedése

Más megfogalmazásban problémánk a következőképpen hangzik: megalkotható-e egy olyan általános elmélet, amelyik a többi speciális elmélet alapjául szolgálhat; áttörve a szakterületi határokat s ily módon elősegítve világunk mélyebb megértését? A probléma ilyen módon való fogalmazását az indokolja, hogy az egyes speciális szakterületek saját elmélettel rendelkeznek és minden elmélet jellemzője a közös vonások megragadása. A speciális szakelméletek a szakterületeken belüli közös vonásokat fogalmazzák meg, az említett integráló elméletek (például a kibernetika) már *több speciális* elmélet *közös elméleteként* jelennek meg, s végül szójátékkal — az elméletek elméletének nevezhetnénk. Ezt az utóbbi, teljesen átfogó elméletet nevezzük *általános rendszerelméletnek*.

A rendszerelmélet kifejezést abban az értelemben, ahogyan azt ma is használjuk, 1945-ben a magyar származású biológus, Ludwig von Bertalanffy használta először. Ezt követték 1949, 1950, 1951-ben Bertalanffy azon publikációi, amelyeket ma mint a rendszerelmélet alpmunkáit kezelünk.

A tudomány fejlődésével foglalkozó egyik amerikai szövetség keretében

¹ Az MTA Híradástechnikai Bizottságának Rendszerelméleti Albizottsága keretében megvitatott tanulmány alapján. Rövidítve megjelent: [2].

1954-ben alakult meg az *Általános Rendszerkutató Társaság*. Alapító tagjai Bertalanffy, Rapoport és Boulding.

1956-tól évenként megjelenik a Társaság évkönyve, amely az *Általános rendszerek* címet viseli. [3]. Ugyanebben az évben jelenik meg az amerikai vezetéstudomány folyóiratában Boulding azóta világhírűvé vált tanulmánya a rendszerelméletről, amely *A tudomány csontváza* alcímet viseli [1]. Ezt követően rohamosan növekszik a rendszerelmélettel és alkalmazási problémáival foglalkozó publikációk száma. 1956-ban jelenik meg az első rendszertechnikával foglalkozó általános érvényű, a rendszertechnikát módszertani jelleggel tárgyaló könyv, 1957-ben az operációkutatásban alapirodalomnak számító szerzői hármass könyve [4], [5].

1960-tól rohamos gyarapodásnak indul mind az elméleti mind a módszertani irodalom. Ebben az évben jelenik meg a Szovjetunióban a Voproszű Filozofii-ben az első orosznyelvű cikk a rendszerek kutatásáról. [6]

1961-ben megalakult a CIT-ben² a Ford Alapítvány támogatásával a *Rendszerkutató Központ*, majd ugyanebben az évben a Központ megrendezi az első rendszerszimpoziumát. [7] Ezt követik a további szimpóziumok [8,], [9]. Gyarapodnak a rendszerelméleti, rendszertechnikai és operációkutatási konferenciák. 1966-ban az amerikai villamosmérnökök intézete (IEEE) rendszertudományi és kibernetikai csoportot hoz létre, amely a szokásnak megfelelően közleményeiben tájékoztatja olvasóit a tudományterületen elért új eredményekről. Ettől az évtől megjelenik rendszeresen a *Transactions on Systems Science and Cybernetics*. 1967-ben Amerikában külön folyóirat indul a matematikai rendszerelméletről [10].

1969-ben számos orosznyelvű publikáció után megjelenik az első orosznyelvű évkönyv: *Rendszerkutatás* címen [11]. Ugyanebben az évben *Rendszerelmélet* címen magyar nyelven is megjelent az első tanulmány-gyűjtemény.

1969-ben alakul meg a Neumann János Számítógéptudományi Társaságon belül a rendszerelméleti munkabizottság, amely a *Rendszerelmélet* című válogatás megjelenése után feladatául tűzi ki egy rendszerelméleti ankét megszervezését. 1970-ben a KGST államok tudományos kutatásainak koordinációja kapcsán felmerül egy rendszerek kutatásával foglalkozó moszkvai kutatóintézet létrehozásának gondolata is. Ugyanebben az évben még a hagyományosan óvatosnak tartott angolok is megindítják *Rendszertudomány és Rendszertechnika* című folyóiratukat [12].

Mint az adatokból is kiderül, a szocialista országokban a 60-as évek elején indul el a rendszerkutatás és a 60-as évek végére érik meg a gondolat olyan mértékig, hogy annak egyrészt rendszeres publikációs formájú megjelenése, másrészt egy közös kutatóintézet gondolatának felvetése jelentkezik. Az említett folyamat magyar vonatkozású egyenes következménye a rendszerelmélet-ről tartott kétnapos ankét [13], ami azonban remélhetőleg a magyarországi fejlődésnek csak a kezdetét jelzi.

A tények időrendi áttekintése után néhány fontosabb gondolatot szeretnék kiemelni. Először talán arról, hogy mi tette szükségessé 1954-ben az első *Rendszerkutató Társaság* létrehozását [14].

A tudományok sokszor hivatkozott részekre bontásának kompenzálása mellett milyen motiváló tényezők hatottak még a rendszerek általános elméletének megfogalmazására?

² Case Institute of Technology, Cleveland, Ohio.

1. Számos területen tarthatatlannak bizonyult a 40-es években uralkodó elv, amely a fizikai törvényekre való visszavezetésben látta egy-egy jelenség magyarázatának tudományos voltát. Sem a biológia, sem a társadalomtudományok fejlődését nem segítette ez a szemlélet, tehát a fizikai jellegű törvények mellett új törvényekre, új tudományos elméletekre volt szükség, amelyek a fizika szigorúsága nélkül, de tudományos igénnyel, vagy a fizika egzaktságának megfelelő módon, de más fogalmi és formális kifejező eszközökkel írják le és kezelik a szervezeti rendszerek problémáit.
2. A klasszikus tudományok figyelmen kívül hagytak számos fontos fogalmat, jelenséget. Analitikus módszerükből eredően kerülték a bonyolult problémák, mint pl. szervezet, célkereső viselkedés stb. tárgyalását. Ezeket a tudományos gondolkodás körébe be kellett vonni.
3. A klasszikus tudományok lineáris és kétváltozós problémákkal foglalkoznak; egy ok egy okozat, esetleg néhány változó lineáris leírása. A fizika megoldotta a két test problémát de csak közelítő a soktest probléma megoldása. A szervezetekkel kapcsolatos problémák sokváltozósak. A determinisztikus helyzettel szemben megpróbálták leírni a szervezetlen komplexumokat is. A matematikai statisztikával értek is el bizonyos eredményeket, pl. az információ-elméletben. A szervezett komplexumok — rendszerek — azonban további, új eszközöket igényelnek.
4. Az eddig elmondottak is egyértelműen indokolják egy olyan új fogalmi modell bevezetését, amelynek segítségével a biológiai, társadalmi és más viselkedést mutató bonyolult együttesek (szervezetek, rendszerek) kezelhetők, vizsgálhatók.
5. Az így levezetett modellnek az eddigiekkel teljes összhangban egyetlen tudományághoz sem szabad ragadnia: interdiszciplinárisnak (tudomány-ághközinek) kell lennie azért, hogy a legkülönbözőbb tudományterületeken is hasznosítható legyen.

Összefoglalva: új tudományos kategóriákat kell bevezetni és megfelelő meghatározásokkal használatukat pontosá tenni, és az interdiszciplináris jellegnek megfelelően új modelleket kell kidolgozni.

A Bertalanffy által is megfogalmazott motiváló tényezők egyértelműen bizonyítják, hogy a rendszerelmélet új eredményeket elsősorban a szervezeti problémákkal kapcsolatban érhet el.

Az 1954-ben alakult *Rendszerkutató Társaság* a következő négy fő feladatot tűzte ki maga elé:

1. különböző tudományterületek fogalmi, törvény és modell analógiáinak feltárása; egyik területről a másikra történő átvitelének elősegítése.
2. Adekvát elméleti modellek fejlődésének serkentése olyan területeken, ahol ma még hiányoznak ilyenek.
3. Különböző tudományterületeken végzett szellemi erőfeszítések duplikálásának minimalizálása, amelynek fontosságára már Wiener is felhívta a figyelmet.
4. A tudományok egységének elősegítése a specialisták közötti kommunikáció javítása révén.

Bertalanffy aaptanulmánya [15] megtalálható a már sokat hivatkozott *Rendszerelmélet* című válogatásban. Tanulmányának csak néhány főbb gondolatát idézem, amelyek egyben egy igen termékeny vita elindítói is voltak és megindítottak egy hosszas tisztulási folyamatot.

Az általános rendszerelméletnek tehát valamennyi rendszerben fellelhető

közös vonásokból kell elméletet alkotnia, más megfogalmazásban kifejezhetnénk úgy is, hogy az általános rendszerek elméletének kell lennie. Az általános rendszerelmélettel szemben támasztható alapvető követelményeket pontosabban is megfogalmazhatjuk:

- a) Az általános rendszerelméletnek elég *általánosnak* kell lennie ahhoz, hogy magába foglalja a már meglévő speciális (elsősorban műszaki-matematikai jellegű) rendszerelméleteket. Ennek a követelménynek kielégítése magasfokú absztrakciót igényel. Ismeretes azonban, hogy minél magasabb fokú az absztrakció, annál kevesebb a konkrét tartalma: az általánosságért mindig fel kell áldoznunk valamennyi tartalmat, és az az állítás, ami gyakorlatilag mindenre érvényes lehet, szinte semmi. Az általános rendszerelmélet feladata tehát, hogy *megtalálja az absztrakció kellő szintjét, azaz fogalmainak igen széles körben kell alkalmazhatónak lenni, az általuk nyerhető következtetéseknek viszont elegendő tájékoztatással kell szolgálniuk ahhoz, hogy a speciális rendszerekről is hasznos ismereteket szerezzünk.*
- b) Az általános rendszerelméletnek *tudományos* elméletnek kell lenni abban az értelemben, hogy fogalmait és műszavait egyértelműen és pontosan kell definiálnia. Az általános rendszerelmélet nem használhat homályos értelmű, elmosódó költői analógiákat. Alapjainak elég szilárdaknak kell lenniük ahhoz, hogy következtetései a valós rendszerekre gyakorlatilag is értelmezhetőek legyenek.

A követelményeket maradéktalanul kielégítő általános rendszerelmélet jelenleg még nincs, a kutatások azonban világszerte jelentős szellemi és anyagi ráfordításokkal és egyre biztatóbb eredményekkel folynak. Helyénvaló, hogy megjegyezzük: a későbbiekben sem eshetünk abba a tévedésbe, hogy a rendszerelmélettel a természet minden jelensége hiánytalanul megmagyarázható, de annyi már most is bizonyosnak vehető — és ez nem kevés —, hogy rendkívül termékeny és hasznos, optimista reményekre valóban feljogosító elmélet születik.

A rendszerelmélet jelentőségét sokan *terminológiai jellegűnek tekintik*, és az általános rendszerelmélet keretében kifejlesztett modelleket biológiai, szociológiai, szociálpszichológiai, pszichológiai és szervezetelméleti problémák ismertetéséhez és értelmezéséhez alkalmazzák. A rendszerelmélet terminológiai jelentőségét hangsúlyozók csak annyit ismernek el, hogy a rendszerelmélet leíró kifejezésmódja alapot teremt materiálisan különböző jellegű rendszerek összehasonlításához és ilyen formán a probléma-szerkezetekben az izomorfiák meghatározásához az első kiindulási pontot adhatják.

Vannak olyan vélemények is, hogy az általános rendszerelmélet a verbális fogalmi rendszerek terminológikus általánosítása és egységesítése mellett *betölt egy heurisztikus funkciót is* azáltal, hogy az általánosított elméletek olyan rendszerek vagy modelljeik értelmezéséhez is felhasználhatók, amelyek struktúrái és funkciói formálisan izomorfak. A rendszerelmélet sokoldalú felhasználási lehetőségeit vizsgálva elemezték a rendszerelmélet és szervezetelmélet kapcsolatát is [16]. A két elmélet formalizált fogalmai között visszafordíthatóan egyértelmű kapcsolat áll fenn, vagyis ha az elméletek fogalmai reflexív, szimmetrikus és tranzitív kapcsolatban állnak, úgy mindkét elmélet azonos logikai szerkezetet mutat. A két elmélet között formális izomorfizmus van és így az elméletek mindegyike a másik modelljeként alternatívén megjeleníthető. Ez a folyamat a rendszerelmélet alapján álló szervezetelmélet esetében a következők szerint szemléltethető:

Ha például létezik egy T_1 biológiai alkalmazkodási elmélet, egy T_2 szociológiai alkalmazkodási elmélet, valamint egy megfelelő pszichológiai T_3 elmélet, úgy ezek az elméletek — amennyiben formális szerkezetük izomorf — az általános rendszerelmélet keretében egy probléma-specifikus, általános T_A alkalmazkodási elméletté foglalhatók össze. Ha pl. egy üzemi szervezet esetén egy alkalmazkodás-jellegű jelenség rendszerelméleti terminológiával leírva formális szerkezet-izomorfiát mutat a rendszerelméletileg általánosított T_A elmélettel (modellel) akkor T_A az üzemi probléma-modelljeként interpretálható. Ebben az esetben a T_A általános modelltől rendszerelméletileg általánosított hipotézisek vezethetők le a speciális üzemi szervezet tényállására, ezek azonban szükségszerűen magasan absztraháltak. Ebben az esetben a rendszerelméleti szempontból általánosított elméletrendszer a szervezetelmélet terén feltartható új összefüggések révén heurisztikus funkciót tölt be azzal, hogy a levezetett hipotézisek hozzájárulhatnak ahhoz, hogy a meglévő kutatási hiányosságokat felfedjék és ebből kiindulva megmutassák kiküszöbölésükhöz kínálózó egyik vagy másik utat. Az a kérdés, hogy az elméletrendszerből levezetett hipotézis a mindenkor fennálló szervezet problémahelyzete értelmezéséhez alkalmazható-e, ezen a vonalon nem ítéltető meg. Ehhez már a hipotéziseknek az operacionalizálása és empirikus felülvizsgálata szükséges.

A heurisztikus eljárások hatékonysága többek között attól is függ, hogy milyen nagy az általános rendszerelmélet keretében általánosított és értelmezendő tudományág-specifikus problémák modelljeként interpretálható elméletek osztálya. Minél nagyobb azonban azon általános rendszer modellek sokasága, amelyek a mindenkor előforduló problémakör izomorfiájaként kezelhetők, annál nagyobb lehet annak a valószínűsége, hogy az értelmezést igénylő jelenségek a rendszer modellekből levezethető hipotézisek segítségével legalábbis megérthetők [16]

Az általános rendszerelméletben a kibernetikát úgy kezeljük, mint a modellek egy bizonyos típusának nagy csoportját. A két terület közötti kapcsolat megvilágítása azonban nem ilyen egyszerű.

3. Rendszerelmélet és kibernetika

A rendszerelméletnek a kibernetikával való egybevetéséhez az alábbi gondolatokból kell kiindulni.

A tudományos gyakorlatból ismert, hogy egy jelenség vagy rendszer tudományos kezelése nem követeli meg, hogy az összes lehetséges megkülönböztetést megtegyük benne; azaz mindig kiválaszthatók a rendszernek olyan vonásai, amelyekre elegendő a vizsgálatot elvégezni. Így jár el például minden specializált tudományág is. Megállapítható tehát, hogy egy rendszerre vonatkozó *részleges ismereteink* alapján is megfogalmazhatunk önmagukban *zárt és teljes értékű* megállapításokat. Az egyes vizsgálódási szinteknek vagy a vizsgált tárgy, rendszer egy-egy *vetületének* saját „skalája”, saját axiomatikája van. Az adott szinten, vagy vetületen belül a vizsgálatokat csak ezekre építve végezhetjük el a rendelkezésre álló ismeretek alapján kialakított modellen, amely a *vizsgálódási szint szempontjából* így önálló rendszert képez. Így jár el tulajdonképpen a kibernetika alkalmazója is rendszerének vizsgálatánál. A nézőpont megkötését az információk vezérlésre való felhasználásának vizsgálata adja. A kötött nézőpont mellett a kötött struktúra (a visszacsatolásos mechanizmus) is határozott korlátozást jelent az általános rendszerelmélettel szemben.

A két irányzat közötti különbség lényege a kibernetika alapját képező hasonlóságnál szélesebbkörű izomorfia felismerésén alapul. Ha ugyanis elfogadjuk a kibernetika tárgyaként, hogy különböző jellegű rendszerek *vezérlésével* foglalkozó tudomány, akkor máris lemondhatunk a rendszerszemléletről. Jóllehet a kibernetika az adott rendszert, mint egészet elemzi, azonban csak a *kibernetika* nézőpontjából; ami kötött és *egyetlen nézőpontot jelent*, a szabályozás, vezérlés aspektusát. Ezzel a vizsgálati aspektusok közül a legtöbbet kizártuk, még ha a zavaró tényezőkön keresztül néhányat áttételesen figyelembe is vesszünk. A rendszerszemlélet azonban még a rendszerjelleg szem előtt tartása mellett sem engedhet meg ilyen jellegű torzítást. Ha figyelembe vesszük továbbá azt, hogy a kibernetika visszacsatolásos *struktúrával* rendelkező rendszerek elemzésének, vizsgálatának tudománya, az általa vizsgált rendszerekre adódik a korlátozó feltétel, amely szerint feltételezzük, hogy a vizsgálandó rendszerünk ilyen struktúrával rendelkezik. Ha az élő szervezetekben és más viselkedést mutató rendszerben (pl. vállalat) lejátszódó szabályozásokat kibernetikai alapon vizsgáljuk, feltételezzük, hogy rendszerünk rendelkezik az említett struktúrával; vagy ha nem, a kibernetika nem teszi lehetővé, hogy a természetben található összes rendszer viselkedését a kibernetika törvényeivel magyarázzuk. Ennek szem elől való tévesztése a kívánt struktúra *belemagyarázásához* vezethet. Így eljutunk a más tudományokban is ismert úgynevezett modell-orientált gondolkodásmódhoz, amely a probléma-orientált irányzattal szemben már többször bizonyította hiányosságait. (Példa lehet az operációkutatással kapcsolatos vita!) Ha figyelembe vesszük még továbbá, hogy a kibernetikai rendszerelemzéshez szükségszerűen zárt hatásláncot kell feltételeznünk — márpedig ez nem áll minden esetben fenn (legalábbis nem olyan értelemben, ahogy azt a kibernetikai „törvények” feltételezik) — akkor biztosak lehetünk abban, hogy ezeket az eseteket a kibernetikában használt izomorfia alapján nem magyarázhatjuk.

Összefoglalva az elmondottakat, a következőket lehet megállapítani.

Mind az általános rendszerelmélet, mind pedig a kibernetika arra törekszik, hogy a különböző rendszerekben feltárja a rendszerek anyagi mivoltától független közös vonásokat, amelyek mind az élettelen természetben, mind a szerves világban, mind pedig az emberi társulásokban megjelenhetnek. Csak, míg a kibernetika a különféle vezérlési rendszereket tanulmányozza, az általános rendszerelmélet ilyen jellegű megkötést nem tesz. Olyan általános fogalmak meghatározása, általánosítása, „átvitele” a célja, mint amilyeneket már korábban említettünk.

A kibernetika *kritikai értékelését* a rendszerelmélettel való összehasonlításon túl, az utóbbi években kialakult széles értelmezési skálája is indokolja, amely nem ritkán súlyos torzítások formájában jelentkezik. Ennek köszönhető, hogy ma a kibernetikával szemben kétféle magatartás figyelhető meg: egyik oldalról a kibernetika szót a modernség és a bátor haladás jelének tartják, míg a másik oldalon mások alig merészelik kimondani azt, félve, hogy komolytalansággal vádolják őket.

A kibernetikának vulgáris és népszerű szinten való megjelenése igen sokat ártott fejlődésének. Sajnos, a hatásvadászat több tudományos jellegűnek tekintett munkára is jellemző lett, (különösen érvényes ez a kibernetikának társadalomtudományi szinten való erőltetett alkalmazására.)

Az általános rendszerelmélettel szemben sokan fenntartással viseltetnek. Kétkednek egy olyan nem filozófiai jellegű tudomány létezésének lehetőség-

gében, amelynek törvényei bármely mozgásformához tartozó tárgyakra alkalmazhatók volnának. Ez azonban nem lehet akadály a általános rendszerelmélet fejlődésének, hiszen hasonló kétségekkel már a kibernetika kifejlődésének kapcsán is találkoztunk, amelyek azonban éppen ellenkezőleg, a kibernetika törvényeinek és tudományelméleti megalapozásának kifejlődésére gyakoroltak kedvező hatást. *A kibernetikáról, mint az általános rendszerelmélet egy részéről*, azt lehetne mondani, hogy az első olyan irányzat az elméleten belül, amely egzakttá tudott válni a felismert analógiák és törvényszerűségek alapján, azaz az információ-elmélettel együtt egy látszólagos egészet alkotva az elméleten belül önálló tudományággá fejlődhetett. Az általános rendszerelmélet többi vonatkozásának — a nem visszacsatolós struktúráján alapuló szabályozásoknak, esetleges más analógiáknak és törvényszerűségeknek — megfogalmazása még korántsem olyan egzakt, mint a kibernetikában rögzített törvényszerűségek és analógiák, ilyenformán ma az általános rendszerelmélet úgy is felfogható, mint egy *rendező elv*, amely egyrészt az analógiák, másrészt a viselkedést mutató rendszerek vizsgálatához ad keretet. Ezen keret kialakításához néhány, a rendszerelmélet témakörének felsorolásánál már említett címszó részletesebb tárgyalását tartjuk szükségesnek. Ezek közül is legfontosabbnak tekinthetjük a rendszer fogalmának kifejtését és meghatározását.

4. A „rendszer” értelmezése

A rendszer fogalmához igen közel eső gondolat felvetése már Hegel filozófiájában is szerepel, amikor az elsők között kísérelte meg osztályozni a totalitás ípusait. Annak ellenére, hogy Hegel óta igen sokan foglalkoztak az egész, a totalitás, a rendszer problémájával, a rendszernek máig sincs teljesen elfogadott, egyértelműen megfogalmazott definíciója; jóllehet erre vonatkozóan számos verbális és matematikai kísérlet ismert.

A viselkedést mutató rendszerek egészként való elemzését a kapitalista termelési viszonyok között már Marx is megadta. A kapitalista társadalom struktúráját elemezve egyidejűleg a bonyolult objektív rendszerek elemzése sok fontos módszertani elvét is megfogalmazta. A gazdasági struktúrához hasonló rendszert alkotó objektumok Marxnál a „szerves egész” vagy a „dialektikusan széttagolt egész” neveket kapták, amelyek a rendszergondolat korai megjelenését bizonyítják [6].

Mint már erre korábban is utaltunk *rendszeren* általában bizonyos elemek vagy részrendszerek egymással kölcsönhatásban levő együttesét értjük. A rendszerek elemei közötti kapcsolatok jellegének túlzott részletezését mellőzve, ezekre építve kétféle típusú rendszert különböztethetünk meg, egyben az osztályozás egy lehetséges változatát is megadjuk [17].

a) A fenti értelmezés szerint a gáz néhány molekulája vagy egy téglarakás is rendszer. Az ilyen rendszereket, mivel az elemek kölcsönhatása révén nem keletkezik semmiféle új tulajdonság egyszerű, *szummatív* rendszereknek nevezzük.

b) Bizonyos nagyságrend esetén azonban az elemek, például 10^{23} molekulánál a molekulák rendszere termodinamikai egésszé válik, s új tulajdonságok megjelenését eredményezi: hőmérséklet, nyomás. Az új tulajdonságok megjelenését eredményező kölcsönhatások esetében *totális* rendszerekről beszélünk.

A tanulmány további részében rendszeren meghatározott struktúra szerint egymással összefüggő és kölcsönhatásban levő, egymással és a struktúrával összhangban levő elemek együttesét értjük. A struktúrán ebben az esetben szerkezeti és működésbeli összefüggéseket értünk. Lényeges azonban, hogy az elemek összessége és kölcsönhatása olyan új, integratív minőségek megjelenését okozza, amelyek az alkotó részekre nem voltak jellemzők. Ez azt jelenti, hogy a rendszer elemei közti összefüggés olyan szoros, hogy egyiknek a megváltozása szükségszerűen előidézi a többi alkotó valamilyen változását; sőt nem ritkán az egész rendszer változását. Ennek következménye, hogy a rendszer a környezettel való kölcsönhatás különböző folyamataiban mindig mint valami *egységes egész* lép fel. (Gondoljunk például a kapcsolási rajz szerint az alkatrészekből megépített tranzistoros rádióra. Ebben az esetben az alkatrészek — ellenállások, tranzistorok stb. — a rendszer elemei, a kapcsolási rajz a struktúra és a rádió a totális, minőségileg új tulajdonsággal rendelkező rendszer).

Az előző gondolatmenetből is következik a rendszerek egy további fontos tulajdonsága, amely a rendszer határának meghatározásakor jelentős szerepet játszhat. Az ugyanis, hogy mit tekintünk rendszernek és mit tekintünk ezen rendszer környezetének, mindig a konkrét problémától, vagy feladattól függ. Ez a lehetőségünk abból adódik, hogy minden rendszer további rész- vagy alrendszerekre bontható, ugyanakkor ezen rendszer maga is egy nagyobb, vagy hierarchikusan magasabb szinten levő rendszer (környezet) része. A rendszerek ilyen egymásraépülésének elvét a *hierarchia* elvének nevezzük. Rendszernek tekintheti például a vállalatvezetés a termelésirányítás vagy minőségellenőrzés rendszerét, azonban ezeket csak úgy kezelheti, mint egy nagyobb rendszer részrendszereit, miután mind a kettő a vállalat céljait szolgáló tevékenységet végez. Egy hierarchikusan magasabb szinten, éppen a vállalatvezetés szintjén, szükséges ezeket a részrendszereket rendszerre összekapcsolni. Nyilvánvaló, hogy egy vállalat vezetője saját vállalatát tekinti rendszernek és a vele kapcsolatban levő intézményeket mint környezetet veszi figyelembe (ennek felismerése nagyon fontos, mint ahogy az a rendszertechnika és operációkutatás kapcsán még részletesebb megvilágítást kap).

A rendszerelmélet mai kidolgozottsága mellett természetes, hogy a fenti értelmezésen kívül még számos más is létezik. Itt a leggyakrabban elfogadott definícióból indultunk ki. Emellett a későbbiekben említésre kerülő különböző irányzatok képviselői más-más definíciókat dolgoznak ki, azonban általában megjegyzik, hogy az adott értelmezést — különösen a matematikaiakat — átmenetinek, munkahipotézisnek tekintik. A verbális meghatározások számos olyan kifejezést — mint pl. struktúra, elem, kölcsönhatás stb. — tartalmaznak, amelyek további értelmezést igényelnek, azonban ezekre e tanulmány keretében nem térhetünk ki.

5. A rendszerek osztályozása

A rendszerek felépülésének hierarchikus elvét juttatja érvényre Boulding is a rendszerek osztályozásának egyik kísérleténél. Világhírű — és újabban egyre gyakrabban idézett — tanulmányában [1] hierarchikus struktúrába rendezi a tapasztalatilag érzékelhető területeket szervezettségi fokuk (szerveződési szintjük) szerint. Boulding koncepciója nem hibátlan, de számos fontos kérdésre ennek alapján áttekinthető válasz adható.

„1. Az első szint a statikus struktúra szintje. Ezt a VÁZAK szintjének nevezhetnénk . . . E vázak pontos leírásával kezdődik a szervezett elméleti tudás szinte minden területén, mert a statikus viszonyoknak e pontos leírása nélkül nem lehetséges semmiféle funkcionális vagy dinamikus elmélet . . .

2. A rendszerelmélet második szintjén az egyszerű dinamikus rendszert látjuk eleve determinált, szükségszerű mozgásaival. Ezt az ÓRAMŰVEK szintjének nevezhetnénk . . . e szinthez tartozik a fizika, a kémia, sőt a közgazdaságtan elméleti konstrukcióinak nagyobbik része . . .

3. A következő szint a vezérlő mechanizmus vagy kibernetikai rendszer, amelyet a TERMOSZTÁT szintjének nevezhetnénk. Ez az egyszerű stabil egyensúlyi rendszertől főleg abban különbözik, hogy lényeges része az információ továbbítása és feldolgozása . . . A fiziológiában oly nagy fontosságú homeosztatis modelleket a kibernetikai mechanizmus egyik példája, de a biológus és a társadalomkutató által vizsgált egész világ tele van ilyen mechanizmusokkal.

4. A negyedik a „nyílt rendszer” vagy öfenntartó struktúra szintje. Itt kezd az élő elválni a nem élőtől, ezt a SEJT szintjének nevezhetnénk . . .

5. Az ötödik a genetikai társadalom szintje. Tipikus alakja a NÖVÉNY, és a botanikus empirikus világban uralkodik.

6. Amint feljebb haladunk a növényvilágtól az állatvilág felé, fokozatosan új szintre, az „ÁLLATI” szintre érkezünk, amelyet a növekvő mozgékonyság, a teleologikus viselkedés és az önmagáról való tudás jellemez. Itt specializált információ-felvevők fejlődnek ki (szem, fül stb.), s ennek következtében halatlan mértékben megnő az információ-felvétel; ezenkívül egyre inkább ki-fejlődik az idegrendszer, végeredményben pedig az agy mint az a szerv, amely a felvett információt strukturált tudássá vagy „képpé” szervezi. Amint az állati élet skáláján felfelé haladunk, a magatartás egyre növekvő mértékben már nem csupán valamilyen konkrét ingerre bekövetkező reakció, hanem a környezetről, mint egészről alkotott „képre” vagy strukturált tudásra vagy szemléletre adott válasz . . .

7. Ezután az EMBERI szint következik, vagyis a rendszerként felfogott egyedi emberi lény. Az ember rendelkezik az állati rendszerek összes vagy majdnem összes jellemzőivel és ezenfelül még öntudattal is, ami némileg különbözik a pusztán önmagáról való tudástól. A képnek itt — amellett, hogy sokkal bonyolultabb, mint akár a legmagasabb rendű állatoké is — még visszatükröző tulajdonsága is van: az ember nemcsak tud, hanem tudja is, hogy tud. Ez a tulajdonság valószínűleg a nyelv és a szimbolizáció jelenségével függ össze. Az embert alantasabb testvéreitől a legvilágosabban a beszéd különbözteti meg, vagyis az a képesség, hogy — ellentétben a pusztán jelekkel, mint amilyen egy állat figyelmeztető kiáltása — szimbólumokat dolgozzon ki, sajátítson el és értelmezzen . . .

8. Minthogy az egyedi emberre nézve létfontosságúak a szimbolikus képek és az azokon alapuló magtartás, nem könnyű világosan elhatárolni, az egyéni emberi organizmus szintjét a következő szinttől, a TÁRSADALMI szervezettől . . . Mit kell vizsgálnunk ezen a szinten? Az információk tartalmát és jelentését, az értékrendszerek természetét és dimenzióit, a képeknek történelemmé váló átírását, a képzőművészet, a zene, a költészet bonyolult és finom szimbolikáit, s az emberi emóciók egész összetett skáláját . . .

9. Hogy teljessé tegyük a rendszerek struktúráját, végezetül még fel kell vennünk a legfelső lépcsőfokot, a TRANSCENDENTÁLIS rendszereket . . .” (jelenlegi ismereteinket meghaladókat).

Hanika így jellemzi Boulding osztályozását [18]: „A rendszerek hierarchikus rendjének meghatározására irányuló kísérlet rámutat jelenlegi tudásunk hiányosságaira. A negyedik szinten túlmenve erősen kétséges, hogy rendelkezünk-e jelenleg megfelelő sémával, vagy annak még csak csökevényes formájával is. A gazdasági szervezetek és a vezetés elemzése legjobb esetben is csak a harmadik vagy negyedik szinten mozog, noha maga a tanulmányozott jelenség nyilvánvalóan a nyolcadik szinthez tartozik. A közgazdaságtan csak most kezdi használni a harmadik szintnek megfelelő fogalmakat.”

A Boulding-féle osztályozásban a társadalmi egész értelmezése teljesen idealista jellegű, azonban az osztályozást mégis igen hasznosnak tekinthetjük, mivel az objektíve létező totális képződmények sajátosságainak elég széles körét veszi tekintetbe [17].

A fentiekben vázlatosan ismertett Boulding-féle koncepció elfogadásával — ha ez nem is hibátlan — világossá válik, például a kibernetika és a rendszerelmélet közötti viszony: a kibernetika a harmadik szint modellje, a rendszerelmélet pedig a negyedik szinté. Mivel mindegyik szint tartalmazza a hierarchia alsóbb fokán levőket, ezért a negyedik szint — a rendszerelmélet — szervesen magában foglalja a kibernetikát (nem pedig fordítva, ahogy egyes teoretikusok állítják, például Klaus).

A rendszerek osztályozásának további részletezése helyett (lásd bővebben: [17] alatt) egy, a leggyakrabban előforduló osztályozásokat összefoglaló sémát mutatunk be.

Determinisztikus	{ Vázak Óraművek Vezérlőmechanizmusok Egysejtű szervezetek }	Élettelen	} Statikus (Szummatív)
Valószínűségi	{ Növények Állatok Emberek Emberi szervezetek }	Élő	

Természetesen a fenti összefoglaló táblázatban részletezett típusú rendszereken kívül ezektől eltérő osztályozás is elképzelhető. A további osztályozási szempontok azonban részben bennfoglaltatnak az eddigi, az osztályozás alapjául szolgáló elvekben. Beszélhetünk többek között zárt, és nyílt rendszerekről, „ember—ember”-, „ember—gép”- és „gép—gép”-rendszerekről.

6. Rendszerelméleti irányzatok

A rendszerelmélet művelőit, többféle szempont szerint lehetne csoportosítani, megkülönböztetve például biológiai, matematikai vagy műszaki jellegű iskolákat. Célszerűbbnek látszik azonban az alábbi főbb irányok megkülönböztetése.

6.1. A legrégebbi irányzathoz tartoznak Bertalanffy követői, akik a rendszerelméletet filozófikus jelleggel, gondolati kísérletként felfogva használják, a valóságot jobban leíró, ún. verbális modelleket használva.

Bertalanffy irányzatát talán leginkább egy kissé negatív kritikai idézettel világíthatjuk meg [19].

„Az élő rendszerekkel foglalkozó tudósok közül a biológus Ludwig von Bertalanffy volt az első, aki a különböző területeken megjelenő rendszerfogalmak és módszerek lényegi egységét már régen megértette s aki írásai és előadásai alapján az általános rendszerelméletet határozott tudományos diszciplínaként ismertette el. Helyénvaló azonban megjegyeznünk, hogy Bertalanffynak és iskolájának munkásságát elsősorban a biológiai rendszerek tanulmányozásában felmerült problémák motiválják és ez sokkal inkább tapasztalati és kvalitatív jellegű, mint azoknak a rendszerteoretikusoknak munkája, akik az egzakt tudományok területén működnek. Ténylegesen az a helyzet, hogy jelenleg meglehetősen nagy távolság van az „élő” rendszerek teoretikusai és az „élettelen” rendszerek teoretikusai között, és egyáltalán nem biztos, hogy ez a távolság az idők folyamán jelentősen csökkenni fog. Vannak akik úgy gondolják, hogy ez a távolság a hagyományos matematikai apparátus alapvető elégtelenségét tükrözi, a biológiai rendszerek vizsgálatával való sikeres foglalkozás szempontjából. Az ilyen rendszerekkel való hatékony foglalkozáshoz — mely rendszerek nagyságrendekkel bonyolultabbak, mint az emberalkotta rendszerek — a jelenlegitől gyökerében különböző matematikára lenne szükségünk, a valószínűségeloszlások kategóriáiban nem kifejezhető zavaros és homályos mennyiségek matematikájára. Valójában ilyen matematika szükségessége egyre nyilvánvalóbb lesz az élettelen rendszerek területén is, mert a legtöbb gyakorlati esetben az emberalkotta rendszerek teljesítményének megítéléséhez használt a priori adatok és kritériumok távol vannak a pontos specifikálástól, vagy attól, hogy pontosan ismerjük valószínűségi eloszlásukat.”

6.2. A másik irányzat nem elégszik meg a verbális leírással, matematikai formalizmust keres a rendszerelméleti problémák kezeléséhez. Ezen irányzaton belül kétféle iskolát különböztethetünk meg:

- a) a hagyományos matematikai apparátussal (pl. differenciaegyenletekkel) dolgozókat (Zadeh, Kálmán és mások) és
- b) új matematikai kifejezési eszközöket (pl. halmazelmélet) kereső iskolát, amelynek vezéralakja Mesarovic professzor, a clevelandi Rendszerkutató Központ igazgatója.

Mesarovic abból indul ki, hogy minden tudományos elméletnek megfelel egy formális (matematikai) modell, amelyet matematikai relációkkal reprezentálhatunk. Az ilyen formalizált modellek felállítására egy olyan eljárást javasol, amely a következő lépésekből áll:

- elkészítjük a jelenség verbális leírását,
- ezt transzformáljuk formális alakba,
- effektív specifikációt keresünk,
- vizsgáljuk a formális rendszert,
- a kapott eredmények alapján kísérleteket végzünk, esetleg a verbális leírást is módosítva a finomítás érdekében a folyamatot előlről kezdhethetjük.

Az előző pontban már utaltunk arra, hogy a filozófiai alapon álló verbális iskola és a formalizálásra törekedő matematikus iskola bizonyos szempontból szemben áll egymással. A matematikusok támadják a „filozófus” beállítottságukat pontatlanságuk miatt, ugyanakkor a verbális modellek alkotói azt kritizálják a matematikusoknál, hogy nem képesek a minőségileg új és rendkívül komplex jelenségek lényegének megragadására, formalizált leírására. Erre már Zadeh is utalt. Egészen nyilvánvaló, hogy ma mindkét iskola képviselőinek ismeretanyagára szükség van, és konkrét esetekben mindkettő al-

kalmazására szükség van. A túlzott formalizálásra való törekvés azonban a már korábban említett modell-orientált közelítésmóddhoz vezethet. (Mesarovic koncepciójának matematikai interpretálására ezen tanulmány keretében nem térhetünk ki [8].)

6.3. A harmadik jellegzetes iskola az, amelyik a módszertani elveket tartja szem előtt s ezen belül két, esetenként három címszó alatt foglalható össze [20]:

- a) operációkutatók köre,
- b) a rendszertechikával foglalkozók köre,
- c) a munka fiziológiával (human engineering), ember—gép rendszerek illeszkedési problémáival foglalkozók köre.

A módszertani irányzatok lényegét tekintve számos közös gondolat vezet a rendszerelméleti alapokhoz. Különösen az operációkutatásra és a rendszertechikára érvényes, hogy komplex jelenségeket (rendszereket) vizsgál interdiszciplináris módon (több tudomány szak segítségével), amely szükségképpen rendszerszemléletű tevékenységet jelent. Az operációkutatás értelmezését illetően olyan változásoknak vagyunk tanúi, amelyek nem egy országban az operációkutatási tevékenységet folytatók körében szakadáshoz vezetett, és pedig a modellorientált, illetve probléma-orientált irányzatok képviselői külön társaságokat alakítottak.

Az operációkutatás és rendszertechika közötti közös és eltérő jellemzők az alábbiakban foglalhatók össze. Az operációkutatás meglévő rendszerek működésével foglalkozik, a rendszertechika pedig az új rendszerek tervezésével és megalkotásával. A két közelítésmód a valóságban nem választható szét élesen, s ezért a közös eszközök és eljárások használata nem meglepő. A rendszertechikát, mint a rendszertervezés módszertanát Morton a következőképpen jellemzi:

„A rendszertechika abból indul ki, hogy minden rendszer integrált egész, még akkor is, ha különféle specializált struktúrákból és funkciókból épül fel. Továbbá abból, hogy minden rendszernek van egy bizonyos számú célja, és hogy ezeknek egyensúlya rendszerenként messzemenően változhat. A módszerek arra törekednek, hogy a súlyozott céloknak megfelelően optimálják a rendszer egészének funkcióit és megvalósítsák a rendszer részeinek maximális összeegyeztethetőségét.” (További meghatározásokat tartalmaz [2].)

A módszertani irányzatok — a bonyolult jelenségek leírásához rendelkezésre álló matematikai apparátus hiányossága miatt — nagy mértékben más szakterületek eszközeit és módszereit kombinálják a szakemberek tapasztalataival és intuíciójával. „Ennek oka lényegében azoknak az elméleti alapoknak hiánya — mondja Mesarovic — amelyekből a metodológiai eljárások is levezethetők. Az általános rendszerelmélet egyik célja ilyen alapok megteremtése.” [8]. A rendszertechika és rendszerelmélet közötti kapcsolat lényegét igen jól fogalmazza meg Franklin [21].

„A rendszertechika a rendszerek tervezésére szolgáló módszerek összessége. A rendszerelmélet a rendszertechikát megalapozó többé-kevésbé absztrakt törvényeknek és fogalmaknak együttese. A rendszertechikának a rendszerelmélet fejlődését ösztönző számos vetülete van...”

A rendszerszemléletű módszertanok sikeres alkalmazását számos példa bizonyítja. A rendszerszemléletű módszertanok helyzete lényegesen kedvezőbb, mint a rendszerelméleté, bár ez ellentmond annak, hogy ezek elméleti alapjait a rendszerelmélet szolgáltatja, amely még nem elégíti ki a tudományos elmélet szigorú kritériumait. A mégis kedvezőbb helyzet magyarázata az, hogy a gya-

korlatban optimális döntések helyett kielégítő döntésekkel is megelégszünk. Ez tulajdonképpen azt jelenti, hogy a korábbinál jobb megoldás az adott körülmények között már kielégítő akkor is, ha ez a megoldás nem optimális. Már most tény az, hogy a rendszerszemléletű módszertanok — legalábbis a nagy rendszerek esetében — a *gyakorlati* igazolás próbáját fényes sikerrel állták ki, noha még nincs igazolt egységes elméletük. A rendszerszemlélet térhódításával egy másik tanulmány foglalkozik [22].

A három fő irányzatnak vagy iskolának más-más a problémakezelése, jóllehet, hogy elvben a vizsgálat tárgya egy és ugyanaz: a rendszer. Módszereik az iskolák jellegéből fakadóan eltérőek. Eredményeik az alkalmazott módszerek fejlettségétől függően hasonlóan eltérőek. A filozófiai indítású iskola eredményei közül legjelentősebbnek a Boulding-féle hierarchia, illetve rendszerosztályozási tanulmány tekinthető [1]. A módszertani irányzatok közül az első kettőnek számos művelője dolgozik a fejlett ipari államokban, illetve a rendszertechnika és operációkutatás bizonyos szakterületein hazánkban is. A matematikai iskolán belül a kutatók jelentős része alapkutatás jellegű tevékenységet végez, hiszen a jelenleg rendelkezésre álló matematikai apparátus még nem teszi lehetővé a komplex problémák kezelését, legalábbis nem a hagyományos egzaktuság szintjén.

*

A rendszerelmélet mai állapotában — Bertalanffy értelmezése szerint — „... nem annyira az a fontos, hogy hézagokat találjunk a jelenlegi szükségképpen ideiglenes megfogalmazásokban, hanem hogy megértsük a kérdés horderejét.”

IRODALOM

1. BOULDING, K. E.: Az általános rendszerelmélet — a tudomány csontváza. Részlet KINDLER J.—KISS I. (szerk.): Rendszerelmélet — Válogatott tanulmányok c. könyvből. Budapest, 1969. Közgazdasági és Jogi Könyvkiadó. 94—112. o.
2. KINDLER J.—KISS I.: Rendszerelméleti és rendszertechnikai irányzatok. Híradástechnika, 1970/1. 1—8. o.
3. BERTALANFFY, L. von — RAPOPORT, A. (Ed.): General systems. Yearbook of the Society for General Systems Research. Ann Arbor, Michigan.
4. GOODE, H. H.—MACHOL, R. E.: System engineering. An introduction to the design of large-scale systems. New York, 1957. McGraw Hill Book Co.
5. CHURCHMAN, C. W.—ACKOFF, R. L.—ARNOFF, E. L.: Introduction to operations research. New York, 1957. John Wiley and Sons.
6. Лекторский, В. А.—Садовский, В. Н.: О принципах исследования систем. Вопросы Философии. Том 14. № 8. стр. 67—89.
7. ECKMAN, D. P. (Ed.): Systems: Research and design. Proceedings of the First Systems Symposium at Case Institute of Technology. New York, 1961. John Wiley and Sons.
8. MESAROVIC, M. D. (Ed.): Views on general systems theory. Proceedings of the Second Systems Symposium at Case Institute of Technology. New York, 1964. John Wiley and Sons.
9. MESAROVIC, M. D. (Ed.): Systems theory and biology. New York, 1968. Springer Verlag.
10. Mathematical systems theory. New York, 1967-től. Springer Verlag.
11. Системные исследования. Ежегодник, 1969. Москва, 1969. Издательство Наука.
12. International Journal of Systems Science. London, 1970. júliustól. Taylor and Francis Ltd. Journal of Systems Engineering. University of Lancaster, Lancaster, 1970-től.

13. HAJNAL A.—KISS I. (Szerk.): Rendszerelméleti ankét a szervezeti rendszerekről. Budapest, 1971. MTESZ.
14. BERTALANFFY, L. von.: General system theory. New York, 1968. George Braziller.
15. BERTALANFFY, L. von.: Az általános rendszerelmélet. Új kísérlet a tudomány egységének létrehozására. Rendszerelmélet. 25. o.
16. GROCHLA, E.: Systemtheorie und Organisationstheorie. Zeitschrift für Betriebswirtschaft. Vol. 42. No. 1. 1970. pp. 1—16.
17. Афанасьев, В. Г.: О принципах классификации целостных систем. Вопросы Философии. 1963. №. 3. стр. 31—43.
18. HANIKAI, F. de P.: A vezetés új horizontja. Útmutató vezetők számára. Budapest, 1970. Közgazdasági és Jogi Könyvkiadó.
19. ZADEH, L. A.: From circuit theory to systems theory. Proceedings of the IRE. Vol. 50. No. 5. May 1962. pp. 856—871.
20. CHAPANIS, A.: On some relations between human engineering, operations research and systems engineering. In: ECKMAN: Research and design. pp. 289—308.
21. What is systems theory and where is it going? A panel discussion. IEEE Transactions on Circuit Theory. Vol. 10. No. 2. 1963. pp. 154—160.
22. A rendszerelmélet térhódítása a műszaki-gazdasági gyakorlatban. Műszaki Gazdasági Tájékoztató, 12. kötet. 9. sz. 1971. szeptember.