EGY TOPOLOGIKUS TUDOMÁNYRENDSZEREZÉSI MODELL KÖRVONALAI

DARVAS GYÖRGY

1. BEVEZETÉS

A rendszertudomány megalkotói annak idején azzal a felismeréssel láttak munkához, hogy szükség van egy olyan általános érvényű elmélet kidolgozására, amely szintetizálja az egyes diszciplínákban felismerhető hasonló vonásokat, átfogó módon tárgyalja a bennük fellelhető közös strukturális és metodológiai elemeket.[1] Amióta csak rendszertudományról beszélhetünk, elevenen él a vita e tudomány kellően általános egzakt fogalmi struktúrájának kialakítása, elsősorban a rendszer fogalmának precíz definiálása; egy általános rendszerelmélet és speciális rendszerelméletek létezése; valamint a rendszertudománynak a tudományok rendszerében elfoglalt helye és funkciója körül. Egyik kérdéskör sem tekinthető lezártnak, ezért bevezetésként néhány utalásszerű megjegyzést kívánunk fűzni hozzájuk.

Kidolgozott *általános rendszerelmélet* mint olyan véleményünk szerint a mai napig sem jött létre. Ehelyett inkább általános rendszerszemléletről (systems approach, szisztyemnüj podhod) beszélhetünk.[2] Egy általános rendszerelmélet kidolgozására irányuló törekvések többnyire pozitivista, scientista, strukturalista alapokon születtek,[3] s vagy filozófiai zsákutcába torkolltak, vagy valamilyen speciális irányba tolódtak el, amelyek már nem képesek betölteni az általános rendszerelmélet funkcióját. A marxista igényű megközelítések[4, 5] filozófiai szempontból a dialektikus materializmus jól körvonalazott tudományfelfogásához képest egész a legutóbbi időkig nem tudták gazdagítani az általános rendszerelméleti diszciplína tartalmát.[6] Többen a logikai pozitivizmussal folytatott polémiában,

[1] Bertalanffy, L. von: Az általános rendszerelmélet problémái; „Rendszerelmélet", Közg. és Jogi K., Bp. 1971, 25–38.

[2] Boulding, K. E.: A rendszerelmélet mint szemléletmód; i. m. 113–130.

[3] Szükségesnek tartjuk megjegyezni, hogy a logikai pozitivizmus, amelynek talaján bontakozott ki végső soron közvetve az általános rendszerelmélet is, akkor fejlődött ki, amikor a tudománnyal és elsősorban a természettudománnyal kapcsolatos számos elméleti kérdés már sürgetően vetődött fel, ugyanakkor a marxista filozófiának abban az időben ezekre a kérdésekre még nem volt kidolgozott válasza, sőt még Engelsnek „A természet dialektikája" címmel összefoglalt kéziratai sem voltak – marxista körökben sem – közismertek.

[4] Blauberg, I. V.–Jugyin, E. G.: Filoszofszkije problemü isszledovanyij szisztyem i sztruktur; „Voproszü Filoszofii", 1970/5, 57–68.

[5] Ld. továbbá a Szovjetunióban megjelenő Rendszerelméleti Évkönyveket (Szisztyemnüje Isszledovanyija, Nauka M. 1969).

[6] Szadovszkij, V. N. „Az általános rendszerelmélet alapjai" c. könyvében – Statisztikai K., Bp. 1976. – kritikai elemzést nyújt a rendszerkutatás témakörében megjelent jelentősebb publikációkról, javaslatot tesz a rendszerkutatás, rendszerelmélet, rendszerszemlélet, általános rendszerelmélet vizsgá-

annak eszközeit átvéve, lényegében egy speciális rendszerelméleti – logikai – irányba tolódtak el. Legreálisabbnak azt a felfogást tekinthetjük, amely nem kívánja a rendszertudományt a tudományok tudományának, a tudományok királynőjének, még kevésbé a tudomány filozófiájának tekinteni, hanem egy szélesen értelmezett rendszerszemléletű tudományról beszél.

A tudományos élet bizonyos szféráiban, egyes tudományokban, vagy néhány egymáshoz közelálló tudományterületen viszont jól használható speciális rendszerelméletek születtek, amelyek eredményeit széleskörűen alkalmazzák is a tudományban és a gyakorlati élet bizonyos területein. Hogy egy általános rendszerelméleti diszciplína[7] léte, illetve szükségessége – a maga sajátos törvényeivel – újra és újra felmerül, főként abból adódik, hogy a speciális rendszertudományi alkalmazásokban folytonosan közös vonásokat, valamilyen általános rendszertörvények[8,9] érvényesülését keressük, s ezek működésére hivatkozunk. Ilyenek minden igényt kielégítő rendszerével viszont nem rendelkezünk. A diszciplína sajátos jellegéből adódóan ezek vagy oly mértékben általánosak, hogy semmi újat nem mondanak, vagy valamely speciális rendszerek jellemzése irányába csúsznak el.

Ezekkel a problémákkal függenek össze azok a törekvések is, amelyek a *rendszertudományt* igyekeznek megfelelően elhelyezni a *tudományok rendszerében*. Többnyire egy-egy aspektus kiemelésével, egy-két dimenziós sémákba[10] próbálják beleerőltetni, legfőképpen e diszciplína általánossági fokát hangsúlyozva. A mai tudomány rendszerében viszont több hasonlóan általános diszciplínát kell elhelyeznünk, körülhatárolva mindegyikük ontikus, megismerő és metodológiai funkcióját. Ez az általánosítási törekvés nem meglepő. Fejlődése kezdetén minden diszciplína „filozófikusabb". Így volt ez pl. a szemiotika, a szociológia, a kibernatika esetében is, s a jelen periódusban a rendszerelméletre is ez a jellemző. A túlzott általánosítási tendenciák közül mindössze egyet emelnénk ki, mint legszélsőségesebbet, amely a rendszertudományt egy rendszer-filozófia magaslatára emeli, majd „korunk tudományos filozófiáját" ezzel kívánja helyettesíteni, kijelölve e „rendszer-filozófián" belül a hagyományos filozófiai diszciplínák helyét is.[11] Ez a felfogás tipikus példája annak, amikor egy elmélet valamely szélsőségbe átcsapva önmagát szünteti meg. A filozófiának ugyanis önálló funkciója, vizsgálati területe van a tudományok rendszerében. Ezt a rendszertudomány megszüntetni nem tudja, ha pedig sorra átveszi e funkciókat, azonosul vele, s ezáltal önmaga külön létének alapját veszíti el. Marxista nézőpontból fordítva kell szemlélnünk e paradoxont: a filozófia egzisztenciájából ítéljük meg a rendszertudomány helyét. Így tekintve megállapíthatjuk, hogy e szélsőséges nézetek táptalajául a tudományos filozófiának az a hiányossága szolgál, hogy számos

---

lati területének körülhatárolására és egymáshoz való viszonyuk tisztázására, s legfőképpen megkísérli – elsőként – az általános rendszerelmélet rendszeres, marxista alapokon nyugvó kifejtését.

[7] Szadovszkij, V. N.: Obscsaja tyeorija szisztyem kak metatyeorija; „Voproszü Filoszofii", 1972/4, 78–89.

[8] Hempel C. G.. Az általános rendszerelmélet és a tudomány egysége; „Rendszerelmélet", 39–51.

[9] Paczolay Gyula: „Tudományok és rendszerek", Tudományszervezési Füzetek, Akadémiai K., Bp. 1973.

[10] A kétdimenziós ábrázolás korlátaira már Farkas János is rámutatott „A tudomány strukturális tagozódásáról" c. cikkében. „Magyar Tudomány", 1967/4, 237.

[11] László, E.: Systems Philosophy. Survey of an Evolving Paradigm of Contemporary Thought; „Proceedings of the XVth World Congress of Philosophy in Varna", Szófia 1973, 1. 81–89.

tudományelméleti kérdésben még nem sikerült kialakítania a maga álláspontját, ezeket többnyire röviden és egyszerűen a világ egyetemes összefüggése törvényének kimondásával intézzük el. A rendszertudomány „scientista-filozófikus" irányzata részben ezen kérdéskör hiányzó elemeit igyekszik a maga módján kidolgozni. Ezekre a marxista filozófiának kell a maga keretein belül megfelelő választ adnia. Másrészt meg kell állapítanunk, hogy a rendszertudomány számos kérdésköre nem tartozik a filozófiába. Amikor szót emelünk egy önálló rendszertudomány mellett, elismerjük és hangsúlyozzuk, hogy sajátos, más diszciplínák keretein belül nem megoldható problémaköre, vizsgálati területe van.

A rendszerek vizsgálata nem meríti ki a rendszertudomány, rendszerelmélet vizsgálati területének teljes spektrumát, ezek sokkal szélesebb kérdéskört fognak át. Ezért a *rendszer fogalma* körüli bizonytalanság jelentőségét is eszerint kell megítélnünk. Kétségtelen azonban, hogy a „rendszer" e tudományon belül kulcsfontosságú fogalom, s ha valamely egzakt definíció mellett nem is törünk lándzsát, a rendszerről alkotott felfogásunkat minden esetben körvonalaznunk kell. Erre a részletes tárgyalásnál ki is térünk.

A *rendszerezés* a rendszertudomány egyik szűk területét alkotja. Ezen belül is egészen sajátos helyet foglal el a tudomány rendszerezése. Nemcsak azért, mert önmagát is e rendszeren belül kell elhelyeznie, hanem, mert ontológiai és gnoszeológiai értelemben egyaránt a legszélesebb valóságot, illetve erre vonatkozó ismereteink legszélesebb körét fogja át. Így ez az egyik legáltalánosabb, rendszer-metodológiai szempontból különösen jelentős, speciális rendszerezés. A hazai és a nemzetközi irodalomban, főként az elmúlt tíz év során, jó néhány tudományrendszerezési törekvéssel találkoztunk.[12, 13, 14, 15, 16, 17] Ezek az írások számos adalékkal szolgáltak a tudományrendszerezés módszereinek, aspektusainak, eszközeinek, a tudományban elfoglalt helyének tisztázásához, s együttesen sikerült egy korszerű, dinamikus, a tudomány mai sajátosságainak megfelelő tudományrendszer-koncepciót kialakítaniuk. Valójában nem cél, hogy egyetlen gigantikus modellt hozzunk létre, amelyet kézikönyvként használva abból bárki, bármikor a tudomány akármely területére vonatkozó külsődleges ismertetőjegyeket leolvashassa. Koncepcionálisan azonban szükségünk van egy általános tudományrendszer-modellre, amelynek az a

[12] Bernal, J. D.: „Tudomány és történelem", Gondolat K., Bp. 1963.

[13] Bóna Ervin – Farkas János – . . . : „A tudomány néhány elméleti kérdése", Tudományszervezési Füzetek, Akadémiai K., Bp. 1970.

[14] Bóna Ervin: „A kémiai tudományok és kutatási ágak rendszerezési kérdései", Akadémiai K., Bp. 1971.

[15] Paczolay Gy.: i. m.

[16] Kedrov, B, M.. „A természettudományok tárgya és kölcsönös kapcsolata", Kossuth K., Bp. 1965.

[17] Az e tárgyú cikkek közül a teljesség igénye nélkül emelünk ki néhányat: Bóna E.: A mai tudománystruktúra és modellezésének néhány kérdése; „MM Tájékoztató", 1969/6, 78–97. – Bóna E.: A tudomány önvizsgálatának néhány főbb kérdése; „Filozófiai Közl.", 1971/1. – Bóna E. – Farkas J.: A tudomány modern fogalma és meghatározása; „MM. Tájékoztató", 1969/2 7–15. – Bóna E. – Farkas J.: A tudomány mai struktúrájának és fejlődésének néhány ellentmondása; „Magyar Tudomány", 1970/6, 425–446. – Farkas J.: A tudomány strukturális tagozódásáról; „Magyar Tudomány" 1967/4, 226–238. – Farkas J.: A tudomány rendszerezésének problémái; „Magyar Tudomány", 1965/1, 1–11. – Farkas J.: A Science of Science ágazati és hálószerű felfogásáról; „Magyar Tudomány", 1968/6, 357–373.

jelentősége, hogy a parciális rendszerezések, amelyekre gyakorta szükségünk van, ennek metszeteiként jelennek meg. Ennek az általános rendszerezési koncepciónak a továbbfejlesztéséhez kívánunk hozzájárulni – jórészt az idézett írások talajáról – azzal, hogy rámutatunk a tudomány-rendszer néhány topologikus tulajdonságára s az ebből fakadó rendszerezési konzekvenciákra.

Mielőtt azonban ennek tárgyalására rátérnénk, néhány szót kell szólnunk a topologikus *rendszer-modellezés*ről. A topologikus modellezés lehetősége és szükségessége nem kimondottan a tudományrendszerezés kapcsán vetődött fel. Az utóbbi években erre rámutattak az általános modell-elméletben,[18] a rendszerelmélet bizonyos területein,[19] a fizikában,[20] a biofizikában,[21] s a szociológiában is. A tudományrendszerezés területén ilyen irányú törekvéssel Farkas János idézett[22] tanulmányában találkozhatunk. A szakirodalomban azonban mind ez ideig többet emlegették a topologikus ábrázolás, modellezés szükségességét, mint amennyit ilyenek kidolgozása érdekében tettek.[23] Tudománytörténetileg[24] ennek hátterében az áll, hogy évezredeken keresztül igazán egzaktnak csak a pont fogalmára épülő, metrikus elméleteket tekintették. A topológia fogalma azonban ősibb a pont fogalmánál. Míg a pont fogalmának kialakításához bizonyos absztrakcióra volt szükség, a topológia primitív fogalomnak tekinthető. Ez ugyanis a testiséggel volt kapcsolatos, s az emberi fogalomalkotás történetében egy test előbb képviselte az abszolút tér egy kiszakított darabját, mint valamely belső pontjának környezetét. Az ún. egzakt tudomány létrejötte (a geometria és a mérés kialakulásával) azonban évezredekre kiszorította a topológiát a tudományos gondolkodásból, s furcsa módon újabb absztrakcióra volt szükség ahhoz, hogy az emberiség újra fölfedezze magának e fogalmat. Az újkori és most már halmazelméleti alapon megfogalmazott topológia a XIX. században Riemannál jelenik meg először. A matematika ezen ágának számos területét, s a metrikával való kapcsolatát csak a XX. században sikerült kidolgozni. Így érthető, hogy a topológiának az alkalmazási területeken történő térhódítása is nehezen haladt. Ezért egy topologikus modell felvázolását egészen az alapoknál kell kezdenünk.

I

2. A RENDSZEREK ÉRTELMEZÉSE

A rendszer fogalmát sokféleképpen értelmezték és értelmezik. Mindezekből két közös momentumot kiemelendőnek tartunk: egyrészt minden rendszer bizonyos objektumoknak, a rendszer elemeinek halmaza, másrészt minden rendszert jellemzik az elemek közötti domináns kapcsolatok.

[18] Akcsurin, I. A.–Vegyenov, M. F.–Szacskov, Ju. V.: Szoznavatyelnaja rol' matyematyicseszkogo modelirovanyija; Znanyije, szerija Filoszofija 8., M. 1968.

[19] Cornacchio, J.: Topologicseszkaja sztruktura obscsesziszty emnüh matyematyicseszkih modelej, Szisztyemnüje Isszledovanyija, M. 1973, 173.

[20] Mosztyepanyenko, A. M.: „Problema universzalnosztyi osznovnüh szvojsztv prosztransztva i vremenyi", Nauka, L. 1969.

[21] Akcsurin, I. A.: „Jegyinsztvo jesztyesztvenno-naucsnogo znanyija", Nauka, M. 1975.

[22] Ld. a 10. sz. jegyzetet.

[23] Mosztyepanyenko, A. M.: Mnogoobrazije szvojsztv prosztransztva-vremenyi i problemü fizicseszkogo poznanyija; „Fizicseszkaja nauka i filoszofija", Nauka, M. 1973, 306.

[24] Bourbaki, N.: „Obscsaja topologija", Nauka, M. 1968. Bevezetés.

Miután a rendszert – többek között – bizonyos objektumok halmazának tekintjük, szükségesnek tartjuk tisztázni az objektum fogalmát a tudományos megismerésben. Ennek során először is meg kell különböztetnünk az objektív valóság és az objektum fogalmát. Az előbbi alatt értünk minden tudatunktól függetlenül létezőt, *objektív valóság*ról a tudattal szemben beszélhetünk. *Objektum* az objektív valóságon belül mindaz, ami a társadalom adott fejlettségi fokán az ember elméleti és gyakorlati tevékenységének tárgyává lett, ellentettje pedig nem a tudat, hanem a megismerő szubjektum, amely az objektív valóság dolgait és jelenségeit tevékenysége alá vonta.[25] Az objektum–szubjektum kölcsönhatása során utóbbi akkor és úgy képes az objektumot kiemelni az objektív valóságból, amennyiben a megismerés fejlődésének adott fokán rendelkezik a tárgyi-megismerő tevékenység olyan formáival, amelyek tükrözik az adott objektum alapvető jellemvonásait.[26] Röviden tehát, az objektum az objektív valóság része, amelyre a szubjektum megismerő tevékenysége irányul.[27] A továbbiakban, a tudományos megismerésre korlátozva vizsgálódásainkat, az objektum fogalmát egy viszonylag szűkebb értelemben használjuk, megkülönböztetve a tudomány objektumait a valóság jelenségeitől és folyamataitól, amennyiben azok az utóbbiakat csak bizonyos tulajdonságaikat kiemelve tükrözik vissza. A tudomány objektumait a valóság többé-kevésbé közelítő tükörképeinek tekintjük.[28]

Szadovszkij[29] a rendszer fogalmát – több ontológiai kritérium mellett – kognitív eszköznek tekinti, amely valamilyen *eszmei objektumot* ír le. (I. m. 86. old.) Ebben az eszmei objektumban viszont valóságos objektumok és viszonyok tükröződnek. Itt a modern tudománymetodológia egyik visszatérő problémája merül fel, ti. az elméleti modellek ontologizálásának kérdése. Egy elméleti objektum realitásának kérdését ugyanis csak a tudományos gyakorlatból és tudományos gnoszeológiai kritériumokból kiindulva lehet megoldani. Egy adott probléma megoldásához feltétlenül rendelkeznünk kell az elméleti modell adekvátságának (vagy az ellenkezőjének) gnoszeológiai kritériumaival.[30] Lukács György írja a kategóriák vonatkozásában: „. . . a kategóriák nem a szubjektum valamiféle rejtélyes produktivitásának eredményei, hanem magának a valóságnak állandó általános formái. Visszatükröződésük tehát csak akkor lehet megfelelő, ha a tudatban kialakult kép ezeket a formákat is tartalmazza, mint a visszatükrözött tartalom formáló elveit."[31] Szadovszkij e vonatkozásban megállapítja, hogy „. . . a „rendszer"-fogalomnak az általános rendszerelmélet keretében kidolgozandó definiálásakor szem előtt kell tartani, mi az *ismeretelméleti célja* annak, hogy egy objektumnak rendszertulajdonságokat adjunk." (I. m. 84. old.)

[25] Kopnyin, P. V.: „Vvegyenyije v marksziszt kuju gnoszeologiju", Naukova Dumka, K. 1966, 68.

[26] Lektorszkij, V. A.: „Problema ob'jekta i szub'jekta v klasszicseszkoj i szovremennoj burzsuaznoj filoszofii", M. 1965, 25.

[27] Bazsan, V. V.–Düslevüj, P. Sz.–Lukjanyec, V. Sz.: „Dialektyicseszkij matyerializm i problema real'nosztyi v szovremennoj fizike" Naukova Dumka, K. 1974, 95.

[28] Szmirnov, V. A.: Urovnyi znanyija i etapü processza poznanyija; „Problemü logiki naucsnogo poznanyija", 27. Bár a szerző túlzottan logikai megközelítésével nem értünk teljesen egyet, e vonatkozásban az idézett meghatározást elfogadjuk.

[29] Ld. a 6. sz. jegyzetben idézett művet.

[30] Mosztyepanyenko, A. M.: „Prosztransztvo-vremja i fizicseszkoje poznanyije", Atomizdat, M. 1975, 3.

[31] Lukács György: „Az esztitikum sajátossága", Röv. kiadás, Magvető K., Bp. 1969, 32.

A megismerő szubjektum számára a rendszer – úgy is mint önmagában egy vizsgálat objektuma, s úgy is mint objektumok halmaza – a megismerés, a visszatükrözés folyamatában válik realitássá. Az objektív valóság ugyanis önmagában egységes egész. Rendszerekre és e rendszerek komplementumaira a visszatükrözés folyamatában tagolódik, amikor a megismerés céljának és szempontjainak figyelembevételével kiemeljük az objektív valóság egy részéből a rendszerre jellemző jegyeket. Mint Lenin írja: „az ember nem képes a természet *egészét* teljesen, a maga, közvetlen totalitásában' megragadni = visszatükrözni = leképezni, hanem *mindig* csak közelíteni tud hozzá elvonatkoztatva, fogalmakat, törvényeket, a világ tudományos képét megalkotva, s i. t."[32] Hasonlóan egyetlen rendszer sem képes a valóságot, vagy annak egy részét a maga totalitásában tükrözni. Egy rendszer jellemzése során mindig bizonyos vizsgálati szempontokat kell szem előtt tartanunk. A rendszer tehát az anyagi valóság egy részét, tulajdonságainak egy metszetét tükrözi. Ebben a tekintetben kétségkívül előtérbe helyeztük a probléma ismeretelméleti jellegét. Ugyanakkor hangsúlyoznunk kell, hogy egy probléma megközelítése során – a tudománymetodológiában különösen – nem abszolutizálhatjuk sem az ontológiai, sem az ismeretelméleti aspektust, ezek szerves egységet alkotnak. A tudományos megismerés, mint sajátos szubjektum–objektum viszony tételezi e viszony mindkét oldalának objektív jelenlétét, másrészt pedig a tudomány objektumainak fenti értelmezése szerint utóbbiak – a megismeréstől független objektív létük ellenére – csak a tudományos megismerés folyamatában válnak az objektív valóság szegmentumaiból tudományos objektumokká. Röviden, a rendszer ontológiai jelentősége abban áll, hogy a vizsgált objektum helyett önmaga válik tudományos vizsgálat tárgyává, annak csak az adott vizsgálat szempontjából jelentős, domináns kölcsönhatásait, tulajdonságait tükrözve vissza. Egy adott megismerő folyamat során egy rendszert képező objektumok halmazát a megismerő szubjektum emeli ki az objektív valóság egészéből s iktatja önmaga és a megismerendő valóság közé. Ezáltal a rendszer a megismerés praktikus eszközévé válik. Ilyen értelemben beszélünk a rendszer-fogalom modell jellegéről.[33]

Már itt fel kell hívnunk a figyelmet arra, hogy maga a rendszer mint egész a tudományos megismerés során, más vonatkozásban éppúgy objektumnak tekinthető, mint a rendszert alkotó objektumok, s ugyanakkor a rendszer bármely eleme is – akár egész más típusú – további objektumok rendszereként jelenhet meg.[34] A rendszert képező objektumok összességét nevezzük a rendszer elemeinek. Megjegyezzük továbbá, hogy a rendszer elemei közötti kapcsolatok, mint objektumok közötti viszonyok, más vonatkozásban, más rendszerképző szempontok figyelembevételével, maguk is tudományos megismerés objektumaivá és rendszerképző elemekké válhatnak.

2.1. A rendszerek ábrázolása

A rendszereket, mint az objektív valóság tükörképeit, a könnyebb tárgyalhatóság vagy a szemléletesség kedvéért valamilyen formában ábrázolni szoktuk. Sőt nemegyszer előfordul, hogy magát a rendszert azonosítják, vagy helyettesítik a rendszer ábrázolásával, s a

[32] Lenin: Filozófiai füzetek; Lenin Összes Művei, 29. köt.

[33] Kocsondi András: Modellezés vagy megismerés; „OM Tájékoztató", 1975/4–5, 114–133. és Kocsondi A.: „Modell-módszer", Akadémiai K., Bp. 1976.

[34] Ld. a 7. sz. alatt idézett cikket, 86. old.

tudományos vizsgálatok közvetlen tárgyát gyakran a rendszerek ábrázolása (reprezentációja) képezi. Az ábrázolás leggyakoribb formái a rendszerek matematikai modelljei. (Matematikai ábrázolásnak tekintjük már a legegyszerűbb diagramot, sémát, gráfot stb. is.) Rendszerek modellezésére az egyes szaktudományok a matematika eredményeinek széles skáláját használták fel. (Ide sorolhatjuk a geometriai és algebrai struktúrák, pl. hálók, gyűrűk, csoportok alkalmazását különböző rendszerek modellezésére, de példaként említhetjük a kvantumfizikai állapotok Hilbert térbeli ábrázolását is.) A legelterjedtebbnek mégis a gráfokkal való modellezést tekinthetjük. Ennek okait a következőkben kereshetjük. A rendszertudomány két alapvető fogalomra épít, a rendszer elemeire és az elemek közötti kapcsolatokra. A hagyományos modellezésben igen jó megfeleltetést lehetett találni a rendszer elemei és a gráf pontjai, valamint az elemek közötti kapcsolatok és a gráf élei között.[35] Rá kell azonban mutatnunk, hogy a gráfokkal való modellezés csak részben alkalmas – dinamikus – rendszerek ábrázolására. A gráf csak egy részlegesen rendezett halmazt ábrázol, amely nem képes kifejezni a több elemet, vagy akár a rendszer egészét átható kapcsolatokat. Pedig ilyen kapcsolatok létezése egy döntő kritérium, amely megkülönbözteti a hagyományosan értelmezett halmazokat a rendszerektől.[36] E követelményekhez legközelebb a hálóstruktúrák gráfjai állnak,[37] amelyek vizsgálatára a későbbiekben még visszatérünk.

A rendszer egészét átható kapcsolatok problémája túlmutat a matematikai ábrázolás problémakörén, s igen fontos a rendszerek megítélése szempontjából. Ezért szeretnénk ezt néhány, a társadalom, az élő és az élettelen természet területéről vett példával is megvilágítani.

i) Szűkebb értelemben véve az egyik első rendszer, amelyet a tudomány történetében leírtak, az a társadalom, illetve a társadalmi tudat marxi értelmezése[38] volt. A társadalomban a tudat olyan – minden eddiginél magasabbrendű – kapcsolat a társadalom tagjai között, amely nem a társadalom egyes tagjainak tudatához köthető, nem azok egyszerű összessége, hanem minőségileg új módon, az egészhez tartozik, a társadalmat, mint emberi egyedek rendszerét közösen jellemzi. Nem egyes emberpárok, hanem a társadalom minden tagja közötti érintkezés közvetítője.

ii) Az élő szervezetben az idegrendszer olyan kapcsolatot teremt az élő egyed szervei közt, amelyről nincs értelme két vagy több kiválasztott szerv viszonylatában beszélni, hisz így kiragadva, épp a lényeget, az illető szervrendszer, mint élő egyed életét szüntetnénk meg.

iii) A mikrofizikában a fizikai formában megjelenő anyag építőkövei, az ún. elemi részek között a kölcsönhatási terek szintén olyan kapcsolatot létesítenek, amelynek

[35] Erre már rámutattunk egy korábbi cikkünkben is: Darvas György–Grolmusz Vince: Systems Analysis of Scientific Research and Development; „Progress in Cybernetics and Systems Research", vol. 2. Hamisphere Publ. Corp. 1975, 295–302.

[36] Ebben a tekintetben eltér a véleményünk Paczolay Gyuláétól, aki „Tudományok és rendszerek" c. könyvében – bár nem teljes következetességgel – azonosítja a rendszert a halmazzal (26–27.), szemben az általa más szerzőktől idézett, s a mienkéhez hasonló értelemben használt rendszer fogalmakkal (236.).

[37] Farkas János: A Science of Science ágazati és hálószerű felfogásáról; „Magyar Tudomány", 1968/6, 357–373.

[38] Marx: A német ideológia; MEM 3, 31. – Engels: Anti-Dühring, Erkölcs és jog; MEM 20, 87. – Marx: „Gazdasági-filozófiai kéziratok", Kossuth, Bp. 1970, 70.

hatása alól az adott rendszer alkotórészei nem vonhatók ki, az a rendszer egészét áthatja.

A rendszerek ábrázolása kapcsán kell szólnunk azok modell jellegéről.[39] Annál is inkább, miután legtöbbször közvetítő szerepet töltenek be az elmélet és a valóság vizsgált része között. Mint az előbbiekben erre már utaltunk, a megismerés folyamatában a kutatás objektumát helyettesítik, azzal hasonlósági viszonyban vannak. Egyfelől ismeretelméleti képmások az objektumhoz viszonyítva, másfelől absztrakt, idealizált objektumok az elmélethez viszonyítva. Közvetítő szerepüknél fogva új ismeretek megszerzését teszik lehetővé az ábrázolt rendszerre vonatkozóan.[40,41] Ezért a továbbiakban, amikor a rendszerek modell jellegét említjük, mindig ebben az értelemben használjuk és a rendszerek valamilyen reprezentációjára gondolunk, amely a vizsgálatok során a rendszer helyébe lép. A hasonlósági megfeleltetés alapján az ábrázolt rendszer is rendszer, a rendszert alkotó objektumok reprezentációinak a rendszere. Miután ezekben a rendszerekben az objektív valóság tükröződik vissza, objektív realitással bírnak. Ugyanakkor önálló entitásnak csak annak figyelembevételével tekinthetők, hogy ők maguk csak modellek, nem merítik ki a visszatükrözött objektumok összes jellemzőit.

2.2. A rendszer és környezete

Már szót ejtettünk a rendszer elemei közötti kapcsolatokról. A rendszer ezen kívül sokféleképpen kapcsolódik külső és belső környezetéhez, az anyagi világ tágabb és mélyebb egységeihez is.[42] Egy rendszer azáltal tekinthető önálló egységnek, hogy minőségileg elkülönül külső és belső környezetétől.[43] Ennek a minőségi elkülönülésnek a mibenléte emeli ki a rendszert az anyagi világ objektumainak[44] és kölcsönhatásainak sokféleségéből[45] s egyszersmind egyértelműen megfelel a visszatükrözés jellegének is.[46] A visszatükrözés jellegét viszont a rendszerképzés célja és szempontjai határozzák meg (pl. valamely tudományos vizsgálatot szolgáló visszatükrözés).

Elvben bármely anyagi vagy tudati képződmény elemét képezheti valamely rendszernek, a rendszer objektuma lehet. Sőt, ami egyik esetben a rendszer elemei közötti kapcsolatot jelentette, egy minőségileg más rendszerben maga is eleme lehet a rendszernek. Mégsem beszélhetünk az objektumok tetszőleges halmaza esetén rendszerről. Figyelembe kell ugyanis vennünk a rendszerképzés szempontjainak megfelelően azokat a minőségi jegyeket, amelyek a rendszert közösen jellemzik, egyúttal pedig környezetétől elkülönítik. A rendszer megítélésénél pedig elsősorban objektumainak domináló kölcsönhatásait kell figyelembe vennünk.

[39] A rendszerek modell jellegét itt eltérő módon értelmezzük mint azt Bertalanffy tette „Az általános rendszerelmélet problémái" c. írásában („Rendszerelmélet", 32–33.).

[40] Stoff, V.: „Modell és filozófia", Kossuth K., Bp. 1973, 7–9., 32.

[41] Kocsondi András: Modellezés vagy megismerés; „OM tájékoztató", 1975/4–5, 126.

[42] Ld. még a 9. sz. jegyzetben említett művet!

[43] Figyelem! A belső környezet fogalmát itt és a továbbiakban sok más szerzőtől eltérően használjuk! Másrészt a rendszer környezeteit is – a rendszerhez hasonlóan – a 2. pontban megfogalmazott módon az objektumok képmás jellege értelmében vizsgáljuk.

[44] Ld. a 27. sz. jegyzet!

[45] Ld. még Afanaszjev, V.: „A társadalom tudományos irányítása", Kossuth K., Bp. 1969. A totális rendszerekről c. fejezet 5–12.

[46] Ld. a 28. sz. jegyzetet!

Bármely rendszer része más, tágabb rendszereknek és maga is tartalmaz szubrendszereket. Ez a reláció mindkét irányban végtelen, de a rendszer-szubrendszer viszonyban a rendszerképzés szempontjai (a domináns kölcsönhatások) lehetnek minőségileg egészen különbözők. Tágabb rendszerek viszonylatában beszélünk a rendszer külső, szubrendszerek viszonylatában a rendszer belső kapcsolatairól. Példaként tekintsük a tudományos diszciplínák rendszerét! Ennek egyik eleme, mondjuk, a kémia. A kémia viszont önmaga is a kémiai tudományok rendszerét alkotja, eż az előbbi rendszer egyik szubrendszere. E két rendszer egymás közti relációjában beszélhetünk az egyik rendszer belső, ill. az utóbbi rendszer külső kapcsolatairól. Fizikai struktúrák rendszerekkénti értelmezése példázhatja a rendszer, ill. a szubrendszer karakterisztikus kölcsönhatásainak minőségi különbségét: atom-atommag : elektromágneses-erős kölcsönhatás. (Számos szerző, ettől eltérően, a rendszer belső kapcsolatainak azt nevezi, amit itt a rendszer elemei közötti kapcsolatnak neveztünk.) Külső, ill. belső kapcsolat fennállhat a rendszer egy része, valamint a rendszer egy eleme, illetve a külső, ill. a szubrendszer egésze, része, valamint eleme között. Formális lenne azonban, ha az összes lehetséges relációknak azonos jelentőséget tulajdonítanánk. A rendszer külső, illetve belső kapcsolatai is kölcsönhatások[47] formájában nyilvánulnak meg.

2.3. A rendszerek struktúrája és dinamikája

Nyílt vagy zárt rendszerek?

Láttuk, hogy minden rendszer minőségileg elkülönül környezetétől, ugyanakkor teljes mértékben nem szakítható ki az anyagi világ egységéből, ahhoz sokféle szállal kapcsolódik. A minőségi elkülönülés mindig a visszatükrözés jellegének megfelelően, egy adott vizsgálat szempontjainak szűrőjén keresztül történik. Más szempontok figyelembevételével a rendszer objektumai beolvadnának környezetük hátterébe, más kölcsönhatásaikat tekintenénk dominánsnak s másként szerveződnének rendszerekbe. Például ugyanaz az objektum másként jelenhet meg számunkra, ha egy élő szervezeten belüli biológiai funkcióját vizsgáljuk, s másként, ha kémiai vagy fizikai tulajdonságaira vagyunk kíváncsiak. Ugyanakkor az önmagával azonos rendszer, az adott minőségi határokon belül időben is változik. A rendszer tehát strukturálisan és dinamikusan is sokféleképpen és ellentmondásosan kapcsolódik környezetéhez. Jogos tehát a kérdés, hogy egy rendszer elemeinek halmazát nyílt vagy zárt halmaznak tekintsük-e?

Bertalanffy[48] az általános rendszerelmélet számára a biológiai rendszerekből és a rendszernek külső környezetével való kapcsolatából kiindulva a nyílt rendszer modelljét ajánlja. Ezzel szemben a klasszikus mechanika a maga törvényeit, ugyancsak éppen e rendszereknek külső környzetükhöz való kapcsolatából kiindulva, zárt rendszerekre fogalmazza meg. Az első esetben az élő szervezetet azért tekintjük nyíltnak, mert létezik legalább egy külső kapcsolata, anyagcserét folytat környezetével; a második esetben pedig a mechanikai rendszert azért tekintjük zártnak, mert külső kapcsolatai közül legalább egyet, az energiacserét kizárjuk. Mindkét rendszernek számos kapcsolata lehet környezetével, bizonyos kapcsolatok szempontjából zártak, mások szempontjából pedig nyitottak,

[47] A különböző típusú rendszerek karakterisztikus kölcsönhatásai is, hasonlóan a rendszerekhez, egy sajátos hierarchiát alkotnak. Erre talán a legszebb példa a különböző fizikai kölcsönhatások hierarchiája.

[48] Ld. az 1. sz. jegyzetet!

a különbség pusztán az, hogy a rendszer mibenléte szempontjából melyiknek milyen jelentősége van. A nyílt és zárt rendszereket tehát nem lehet mereven szembeállítani.

Strukturális szempontból vizsgálva a kérdést, amikor azt mondjuk, hogy a rendszer minőségileg különül el (külső és belső) környezetétől, ez annyit jelent, hogy a rendszer elemeinek halmaza az adott vizsgálati cél és szempontok által meghatározott minőségek tekintetében válik ki környezetéből, ennyiben képez egységet. A rendszer elemei közötti kapcsolatok kifejezetten az adott rendszerre jellemzőek, s e kapcsolatok tekintetében a rendszer elemei elhatárolhatóak környezetüktől. Egyébként a rendszer sokféleképpen kötődik a valóság fennmaradó, ezúttal ki nem ragadott részéhez. Ezen egyéb kapcsolataiban nem szükségszerű, hogy elemei egységesen viselkedjenek, sőt ezen kapcsolatokban és hovatartozás tekintetében a rendszer egésze, vagy bizonyos része nemcsak az elemekre tagolásnak megfelelő diszkrét viselkedést mutathatja, hanem folytonos jellegű is lehet. Ily módon tehát a rendszer bizonyos minőségi jegyek, sőt éppen a rendszerképző, s a rendszerre jellemző jegyek tekintetében zárt, egyéb tekintetben nyílt környezetéhez viszonyítva. Ez a nyitottság problémájának strukturális – s a rendszer kapcsolatain keresztül való – megközelítése.

Egy másik, jelentős tényező e kérdés megítélésénél a rendszer dinamikus viselkedése. Amikor ugyanis egy konkrét rendszert definiálunk, meghatározzuk elemeit és a rendszerképzés szempontjából jellemző kapcsolatokat, akkor mintegy gyorsfényképet készítünk a szempontok szűrőjével a valóság egy darabjáról, egy bizonyos rövid időintervallumban fennáló állapotot rögzítünk. A rendszer viszont időben változik. Változnak elemei, a rendszer részei, részben kapcsolatai, sőt maga a rendszer is, s az idő függvényében változhat a rendszerhez tartozó elemek halmaza is. A rendszer tehát ilyen értelemben is nyílt, s nyitott volta most az állandó változásban jelentkezik. Ez a nyitottság problémájának dinamikus – s elsősorban a rendszer elemein keresztül történő – megközelítése.

A rendszer életében viszont létezik egy viszonylagos állandóság, amely hosszabb időintervallumban az önmagával való azonosságot biztosítja. Ez a viszonylagos állandóság az a minőségi meghatározottság, amely tág határok között az állandó változások közepette megmarad. Ez a minőségi egység egy zárt formációvá teszi a rendszert, amelyet a fluktuációk nem befolyásolnak lényegileg. Mindezekből az a következtetés vonható le, hogy a rendszerek rendelkeznek egy viszonylagos nyitottsággal és egy viszonylagos zártsággal is. Egyiknek a túlhangsúlyozása sem célszerű. A zártság túlhangsúlyozása a rendszert megmerevítené, környezetétől s így realitása hátterétől elszakítaná; a nyitottság túlhangsúlyozása pedig teljes relativizmushoz vezethet, amely megakadályozná a rendszernek mint modellnek ismeretelméleti funkciója betöltését.

II

3. A TOPOLOGIKUS RENDSZER-ÁBRÁZOLÁS

Az eddigiek során foglalkoztunk a rendszerek értelmezésével kapcsolatos legáltalánosabb kérdésekkel, legfontosabb tulajdonságaikkal. A továbbiakban, célunknak megfelelően, speciális követelmények figyelembevételével szűkítjük a legáltalánosabban értelmezett rendszerek körét, egyrészt az ábrázolás tekintetében a topologikus rendszer-ábrázolás irányában, másrészt az ábrázolás tárgyát illetően a tudomány rendszerezése felé.

Egy korszerű tudományrendszerezéssel szemben több olyan követelményt is támasztunk, amelyeket a hagyományos rendszerábrázolások során nem tudtunk, vagy nem kielégítő módon tudtunk figyelembe venni. Az ismert rendszerezések néhány követelménynek ezek közül megfeleltek ugyan, összességüknek azonban kevéssé. A rendszertől megköveteljük:

– Mindenekelőtt legyen alkalmas egyidejűleg több aspektus figyelembevételére. Ez egyúttal azt is jelenti, hogy a több aspektusnak megfelelően más-más kapcsolatrendszert is ábrázoljon az elemek között!

– Vegye figyelembe, hogy a mai tudományban merev diszciplináris határok nincsenek, tükrözze a tudományban végbemenő integrálódási folyamatot!

– Vegye figyelembe és hűen tükrözze az egyes diszciplínák mélységben való tagolódását – a tudományos diszciplínákon belül végbemenő differenciálódási folyamatot; hogy a tudomány egésze nem tekinthető a tudományos diszciplínák diszjunkt halmazának!

– Vegye figyelembe, hogy a tudománynak nemcsak diszciplináris szervezettségű alrendszerei, részei vannak!

– Tükrözze azt a tényt, hogy a tudomány struktúráján belül eltérő fejlettségű fázisok is találhatók!

– Legyen rugalmas, képes legyen ábrázolni a rendszeren belül a minőségi határok átlépésével nem járó dinamikus változásokat!

– Az ábrázolás határesetekként, vagy metszeteiben tartalmazza a hagyományos, bizonyos praktikus célokra bevált, bár a teljes ábrázolás igénye nélkül készített rendszerezéseket (pl. az egydimenziós ábrázolást igénylő statisztikai rendszerezést, az ontológiai aspektust kiemelő szintek szerinti rendszerezést stb.)!

Mindezeknek a követelményeknek véleményünk szerint egy topologikus rendszerábrázolással eleget lehet tenni. A topologikus rendszerezés szükségességére a szakirodalomban többen is rámutattak,[49,50,51] sőt a topologikus ábrázolás szükségessége és jó alkalmazhatósága nemcsak a rendszerelmélet keretében merült fel.[52,53] Az általános rendszerelmélet számára használható kellően általános, kidolgozott topologikus rendszermodellel azonban egyelőre nem találkozhatunk, ami kísérlet pedig történt, túl speciálisnak tekinthető analóg felhasználásra.[54]

Általában véve egy topologikus modell előnyei közé kell sorolnunk, hogy matematikai értelemben véve tágabb a hagyományos, algebrai struktúrákra épülő, vagy metrikus ábrázolásoknál. Bizonyos feltételek teljesülése esetén visszavezethető azokra – így határesetként tartalmazza azokat –, másrészt viszont adott esetben messzebbmenő következtetések levonására lehet alkalmas az ábrázolt rendszerre vonatkozóan. Egy topologikus modell nyitott új szempontok, új kapcsolatok figyelembevétele szempontjából, az ábrázolt objektum differenciálódása során kikristályosodó új elemek felé, s a rendszer külső és belső környezete felé mutató mélységében való tagolódás ábrázolása tekintetében. Természetéből adódóan alkalmas a sokoldalú kapcsolatok ábrázolására.

[49] Ld. a 21. sz. jegyzetet!

[50] Rashevsky, N.: Topology and Life; „Bulletin of Mathematical Biophysics", 1954, 16. 317.

[51] Ld. a 18. sz. jegyzetet!

[52] Ld. a 18., 19., 20., 21. sz. jegyzeteket!

[53] Ld. a 23. sz. jegyzetet!

[54] Pl. Cornacchio 19. sz. jegyzet alatt idézett cikke.

A topologikus ábrázolást sugallja az a momentum is, hogy egy rendszer megítélésénél a minőségi jegyekre helyeztük a fő hangsúlyt. A rendszer elemeit s környezeteit elsősorban minőségi jellemzőik határolják el egymástól. Ennek ábrázolására egy topologikus modell, amelyben a mennyiségi jellemzők másodlagos szerepet játszanak, különösen alkalmasnak látszik.

Látni fogjuk, hogy egy topologikus rendszer-modell abban az esetben is megfelel a rendszerek ábrázolásával szemben támasztott követelményeknek, ha adott esetben történetesen semmi pluszt nem nyújt a hagyományos modellekhez képest.

Meg kell jegyeznünk, hogy miután a szakirodalomban többnyire csak utalások találhatók egy topologikus rendszer-modell körvonalaira, jelen munka sem vállalkozhat egy kidolgozott és minden tekintetben kifogástalan rendszer-modell felvázolására. Látva a topologikus ábrázolásban rejlő előnyöket, ugyanakkor figyelembe véve egy új modell kidolgozásával járó nehézségeket, itt csak egy kísérleti jellegű tudomány-rendszer-modell vázolására vállalkozhatunk, némi adalékkal szolgálva a szakirodalomból ismert próbálkozásokhoz.

4. A TOPOLOGIKUS MODELL MATEMATIKAI ALAPJAI[55,56,57]

Az ábrázolandó rendszer objektumait egy topologikus tér elemeinek tekintjük. A rendszer objektumainak térbeli viszonyain itt azt a dinamikus strukturálódást értjük, amelyet az objektumoknak – az éppen leglényegesebb szerepet játszó kölcsönhatások természetétől függő – környezete határoz meg. A rendszer elemeit pedig – a topológiában szokásos módon – egy környezetfogalommal értelmezzük. Ezt a környezetet, megkülönböztetésül a rendszer külső és belső környezetének korábbi értelmezésétől, a továbbiakban tartománynak fogjuk nevezni. A környezet kifejezéstől való eltérést indokolja az is, hogy a környezet szavunk involválja, hogy valaminek, többnyire egy vagy több pontnak a környezetéről van szó. Felépítendő topologikus modellünk legvégső építőköveinek viszont magukat a tartományokat tekintjük, a pont fogalmát pedig száműzzük a rendszerből. Ha ugyanis egy rendszer elemeit pontokként ábrázoljuk, ezzel lezárjuk belső környezetük[58] felé, azt deklaráljuk, hogy semmilyen vonatkozásban tovább nem tagolhatók, nem strukturálhatók. Ez ellentmondana előfeltevéseinknek és nem felelne meg a tudomány mint rendszer természetének sem. Tartományon tehát mindig további – esetenként minőségileg teljesen más természetű – tartományok környezetét értjük.

A topologikus tér fogalma tulajdonképpen két elemből tevődik össze: a tér tartományainak halmazából és az ezen a halmazon értelmezett topológiából. A tér tartományainak halmazán értelmezett topológián azt értjük, hogy megjelöljük a tér tartományainak részhalmazait, amelyek a topologikus tér – konvenció szerint: nyílt – halmazai.[59] Ez a megjelölés történhet közvetlenül, vagy valamilyen segédkonstrukció,[60] pl. ha van ilyen,

[55] Alekszandrov, P. Sz.: „Bevezetés a függvények általános elméletébe", Akadémiai K., Bp. 1952. Topologikus terek 192.

[56] Bourbaki, N.: i. m.

[57] Akcsurin, I. A.: i. m.

[58] Ld. még egyszer a 43. sz. jegyzetet!

[59] Alakszandrov, P. Sz.: i. m. 198.

[60] Ezt a fajta megjelölést a matematika a topológia Hausdorff-féle megadásának nevezi.

akkor a tér bázisa, vagy a tartományok által alkotott rácsok segítségével. Minden rendszernél külön vizsgálandó, hogy tartományai milyen szétválasztási követelményeknek felelnek meg, mennyiben képeznek rácsot, van-e megszámlálható bázisuk s normáltak-e! Ennek során kiderül, hogy a tudományban vizsgált rendszereink többsége számára már ezen elemi topologikus tulajdonságok vizsgálata is igen szigorú feltételeket ír elő, többnyire nem teljesülnek. Így e rendszerek többsége még kevésbé ábrázolható metrizálható topologikus térrel. A topologikus modellek alkalmazását igazolja, hogy a rendszerek többsége csak a topologikus terek legáltalánosabb osztályaival ábrázolható, s ez csak speciális esetekben szűkíthető egyéb matematikai konstrukciókra. Egy viszonylag széles általánosságra igényt tartó rendszerelmélet a maga általános rendszer fogalma számára szükségképpen választ egy minél általánosabb modell-struktúrát – nevezetesen a topologikus terek legáltalánosabb osztályait –, amelyből azután az egyes különös rendszertípusok konkrétabb modelljei deriválhatók.

A topologikus terek elméletének felépítése a matematikában többféle fogalmi és axiómarendszerre alapozva történt. A legáltalánosabbnak a ponthalmazok elméletére épülő felépítés tekinthető. A többféle kiindulópont és fogalmi apparátus eltérő mértékben látszik alkalmasnak a rendszerek ábrázolásához. A szigorú matematikai elmélet és az ábrázolandó rendszer között ugyanis egy hasonlósági viszonyt kell találnunk, fogalmaikat pedig meg kell feleltetnünk egymásnak.[61] A rendelkezésünkre álló irodalom alapján Alekszandrov[62] felépítése látszik legalkalmasabbnak az előző fejezetekben vázolt követelményeknek és fogalmaknak megfelelő topologikus rendszer-ábrázoláshoz.

5. A TUDOMÁNY MINT RENDSZER

Egy rendszer tárgyalása során a legfontosabb tisztázandó probléma: világosan meg kell határoznunk, mi az, amit ábrázolni szeretnénk. A tudományt mint olyant sokféle aspektusból lehet vizsgálni, s ennek megfelelően más-más definíciókat kaphatunk. Ezek közül egy-egy aspektust figyelembe véve viszonylag könnyű egy-egy definíciót találni, amely egy speciális rendszerezés számára megfelelő, de a tudomány fogalmának csak egyoldalú megközelítését adja. Példaként említjük, hogy a tudomány vizsgálható, mint felhalmozott ismeretek rendszere, mint sajátos megismerő tevékenységi rendszer, mint az ismeretek megszerzésének módszere, mint intézményrendszer, s. i. t. Viszonylag nehéz olyan definíciót találni, amely a tudomány megközelítésének sokféle aspektusát tükrözi, egyúttal azonban nem válik semmitmondóan általánossá. A probléma komplexitását mutatja, hogy a tudomány értelmezésére nem rendelkezünk egyértelműen elfogadott, egzaktul tömör definícióval[63] s az e körül folyó tudományos viták sem tekinthetők lezártnak. Ennek ellenére nem tekinthető a probléma teljesen megoldatlannak. Csak a magyar nyelven megjelent publikációkat tekintve is több könyv[64] és számos folyóiratcikk[65] tárgyalja

[61] Akcsurin ezzel kapcsolatban Groethendick topológiáit ajánlja, a rendelkezésünkre álló szakirodalomban azonban ez nem követhető végig pontosan.

[62] Alekszandrov, P. Sz.: i. m.

[63] Bernal, J. D. (i. m. 6.) tagadja ilyen meghatározás lehetőségét.

[64] Ld. a 12., 13., 14., 15., 16. sz. jegyzeteket!

[65] Ld. a 17. sz. jegyzetet!

együttesen kimerítő alapossággal a tudomány mibenlétének, illetve tárgyalása, rendszerezése aspektusainak kérdését. Ezek közül is 12. és 13. jegyzetben említett szerzők koncepcióját tekintjük legalkalmasabbnak arra, hogy rendszerezésünk alapjául szolgáljon. Bernal a tudomány ötféle vonatkozását említi: „1. intézmény; 2. módszer; 3. az ismeretek gyarapodó hagyománya; 4. a termelés fenntartásának és fejlesztésének egyik fontos tényezője; 5. a világmindenséghez és az emberhez fűződő hitek illetve állásfoglalások egyik leghatalmasabb formáló ereje."[66] Bóna Ervin és Farkas János pedig a tudomány fogalmának következő közelítő[67] jellemzését adja: „A tudomány rendkívül komplex, totális és nyílt társadalmi tevékenységi és eredmény-rendszer. Egyrészt céltudatos társadalmi tevékenységforma, amely a természeti, társadalmi és szellemi valóság objektív tulajdonságainak és mozgástörvényeinek elméleti megismerését, visszatükrözését és gyakorlati alkalmazását, előrelátását célozza. Másrészt módszeresen szerzett, igazolt, szüntelenül gyarapodó és tökéletesedő elméleti és tárgyiasult ismeretek rendszere, sajátos intézményi és szociológiai viszonyokkal. A termelési szféra köréből vált ki, de szoros kölcsönhatásban áll egyéb társadalmi tevékenységformákkal."[68] Rendszer-modellünkben a tudományt a lehető legtágabb értelemben teljes komplexitásában összes vonatkozásai és aspektusai figyelembevételével értelmezzük, amely nyílt minden új, a rendszerezésnél szóba jöhető mozzanat irányában.

Modellünkben az így értelmezett tudományt mint rendszert egy topologikus térnek tekintjük. A topologikus tér alaphalmaza a tudomány egésze. A topologikus tér (nyílt) halmazainak a tudomány tartományait nevezzük. A tudomány tartományait egészen sajátosan értelmezzük, amennyiben tudományos tartományon értjük a tudományágakat, tudományágazatokat, az egyes tudományos diszciplínákat, szaktudományokat vagy tudományszakokat, határtudományokat, kutatási ágakat, tudományos témacsoportokat, témákat, feladatokat, vizsgálati irányokat egészen a tudományos kérdésekig, megjegyezve, hogy a tudományos kérdést sem tekintjük – természeténél fogva – a tudomány legvégső elemi egységének, hiszen minden tudományos kérdés – megválaszolva, vagy éppen anélkül – újabb tudományos kérdések sorát veti fel. Szükség volt a felsoroltakat egyetlen – többé-kevésbé elfogadható – terminus alá összegyűjteni, hiszen ezek, bárminek nevezzük is őket, a tudomány egészén belül egységes rendszert képeznek. A matematikából kölcsönzött „tartomány" terminus használatát az indokolja, hogy egy hagyományos keretekbe nem illő rendszerezéshez igyekeztünk olyan alapfogalmat választani, amelyhez az adott területen a legkevesebb konvencionális jelentés kapcsolódik. A fentebb felsoroltak többségét – úgy véljük – már más, szűkebb tartalom kifejezésére használják. Miután nincs közöttük végső, tovább nem tagolható elem, egyiket sem tekinthetjük a topologikus tér pontjainak, így topologikus terünk, amint ezt előre jeleztük, a tartományok halmazára épül. Ezen belül értelmezhető a résztartomány fogalma (pl. fizika $\subset$ természettudomány), a tartományok uniója (pl. biológiai tudományok $\cup$ élettelen természettudományok= természettudományok) és a tartományok metszete (pl. kémia $\cap$ biológia=biokémia). Egy tartomány halmazelméleti értelemben vett környezetén azt a tágabb tartományt értjük, amely az adott tartományt egészében tartalmazza.

[66] Bernal, J. D.: i. m. 6.
[67] A szerzők jellemzése!
[68] Bóna E. – Farkas J. – . . . : i. m. 24–25.

A tudomány rendszerén belül sokféle aspektus figyelembevételével különíthetünk el tartományokat (tudományterületeket). Ezek közül négyet külön is kiemelnénk.[69]

– Ontológiailag egy-egy tartomány az általa vizsgálat alá vont objektum (ok) szerint különül el. Ebből a szempontból a rendszer nyitott az objektív valóság egésze felé, szélességében és mélységében egyaránt. Fizikai példával élve tudományos vizsgálat tárgya lehet az univerzum éppúgy, mint az anyag legmélyebb építőkövei, melyek közül a korábban legelemibbnek hitt protonról, elektronról stb. is ma már bizonyosan tudjuk, hogy van valamilyen struktúrájuk, még ha ez minőségileg különbözik is a magasabb „szinteken" megismert strukturális viszonyoktól. S a fizikusok a ma fizikai értelemben „pontszerűnek" mutatkozó „kvarkok"-ról sem zárják ki határozottan, hogy ma még ismeretlen s számunkra egyelőre elérhetetlen fizikai körülmények között ezekben is felismerhető legyen valamilyen értelemben vett strukturálódás. Másik példaként említhetjük a társadalom életének, az emberek közötti anyagi és szellemi viszonyoknak a tudományos vizsgálatát, amely viszonyok állandóan újratermelik önmagukat s ezáltal a tudományos vizsgálatok objektumainak kimeríthetetlen sorát képezik. Ide soroljuk a tudományterületeknek az általuk vizsgált objektumok szervezettsége, bonyolultsága szerinti csoportosítását is.

– Gnoszeológiai értelemben elkülöníthetők tartományok a különböző irányokban folyó megismerő tevékenység jellege szerint. Itt különösen hangsúlyoznunk kell a történeti szemléletet, hiszen gnoszeológiai értelemben egy-egy tudományterület helyét a rendszeren belül az illető tudományterületnek a tudomány, mint megismerő folyamat története, fejlődése során kialakult szerepe határozza meg. E fejlődésen belül fontos szerepük van azoknak a csomópontoknak, amelyek egy adott tudományterület differenciálódási, illetve integrálódási törekvéseinek képezték, illetve képezik alapját. A rendszer ebben az értelemben is nyitott, ezúttal a jövő tudományfejlődési tendenciái irányában.

– Metodológiailag elkülöníthetők tartományok a bennük alkalmazott tudományos módszerek szerint is, amelyek ma már végtelen sokrétűek, szemben a XVII–XVIII. század többnyire két-két módszert kiemelő osztályozásával (kísérleti – elméleti, induktív – deduktív, analitikus – szintetikus módszerek). Számos módszer kidolgozása, továbbfejlesztése, vizsgálata önmaga is önálló tudományterületté vált. Egyes tudományos módszerek igen fontos integráló tényezővé is váltak egymástól korábban topológiailag távolesőnek tekintett tudományos tartományokban bevezetett alkalmazásuk révén.

– Funkcionálisan aszerint különböztetünk meg tartományokat, hogy a megismerés feltáró, vagy alapkutatási fázisától a társadalmi-gyakorlati hasznosításig, alkalmazásig, megvalósításig húzódó folyamatban milyen helyet foglalnak el. Itt a rendszer nyitottsága abban mutatkozik meg, hogy e folyamat végső fázisa, valamint a tudományos tevékenység között nem húzódik merev határ. Ez sokszor elmosódott s annak megítélése sem egyértelmű, hogy mely tevékenységet minősítünk tudományosnak s melyet ipari, mezőgazdasági, gyógyászati, társadalmi stb. alkalmazásnak, felhasználásnak. Ezen a folyamaton belül is sok a kicsatolás, közbenső eredmények, módszerek felhasználása, s ilyeneknek a tudományra való visszahatása útján. S sok esetben ami az egyik tudományterületen tudományos tevékenység produktumaként jelenik meg, az a tudomány más területein a kutatások kiindulópontja is lehet.

[69] Bóna E.: „A kémiai tudományok és kutatási ágak rendszerezési kérdései", 15–22.

A fentebb tárgyaltakon kívül a rendszerezés során szerepet játszhatnak még különböző konvenciók, speciális gyakorlati, szervezési aspektusok is.

A különböző rendszerező aspektusok figyelembevétele azt jelzi, hogy az egyes tudománytartományok az egyes rendszerező aspektusok figyelembevételével topológiailag különböző helyet foglalnak el a rendszerben. Ez csak egy sokirányú áthatást érzékeltetni képes „sokdimenziós" topologikus térben lehetséges, amely szemléletes formában nem ábrázolható, síklapon, vagy testi-anyagiságában megjelenő modellen csak különböző metszeteiben, vetületeiben jeleníthető meg. Szerencsére azonban a teljes topologikus ábrázolásra csak a rendszer egységességének bizonyításához, a teljesség igényének figyelembevételekor van szükségünk, s a gyakorlati célokra felhasználható tudományrendszerezésekhez e rendszer vetületei is elegendőek. E vetületek tárgyalásakor azonban jó, ha szem előtt tartjuk, hogy mely teljesebb rendszerből származtattuk azokat.

6. A TUDOMÁNY-RENDSZER-MODELL ALAPVETŐ TOPOLOGIKUS TULAJDONSÁGAINAK VIZSGÁLATA

Anélkül, hogy ezekből messzemenő következtetéseket vonnánk le, vizsgáljuk meg a tudománynak mint rendszernek néhány alapvető topologikus tulajdonságát!

A tudomány-rendszer legfőbb topologikus tulajdonságának tekintjük, hogy tartományai terjedelemmel bírnak. Egy tudománytartomány terjedelme mind a négy említett aspektus szerint értelmezhető, aszerint, hogy az adott vizsgálatban közülük melyik dominál.

Egy tudománytartomány résztartományáról akkor van értelme beszélnünk, ha az adott résztartomány valamely aspektusból önálló tudományos tartományt képez, vagyis önálló vizsgálati területe, objektuma(i) van(nak), az adott területen tudományos kérdések vethetők fel, körülhatárolható tudományos tevékenység folyik valamilyen intézményrendszeren belül, vagy individuálisan, tudományos módszerek kerülnek felhasználásra, tudományos ismeretek jól körülhatárolt köre halmozódott fel, vagy az adott területen folyó jól körülhatárolható tevékenységtől valamilyen tudományos eredmény várható stb.

Hasonló mondható el két vagy több tudománytartomány metszetéről is.

Két, vagy több tudománytartomány unióját akkor értelmezhetjük, ha az a tudomány rendszerén belül valamely aspektus szem előtt tartásával körülhatárolható egységet képez. (Pl. nincs értelme a biológia és a történettudományok uniójáról beszélni, de beszélhetünk a biológiában, a szociológiában, valamint egyéb diszciplínákban alkalmazott történeti szemléletmódról.)

Ha a tudománytartományok halmazán megadjuk a tudománytartományok értelmezhető résztartományait, metszeteit és unióit, ezzel értelmeztük a rendszer topológiáját, s tulajdonképpen megadtuk a rendszer topologikus modelljét.

A rendszerre nézve fontos következménye van annak, hogy megszorításokat tettünk a tudománytartományok tetszőleges metszeteinek és unióinak a rendszeren belüli értelmezésével kapcsolatban. Ha ugyanis nincs értelme egy adott tudománytartományon belül értelmezhető további tudománytartományok közül tetszőlegesen kiválasztottnak az uniójáról, mint az adott tudományos tartomány résztartományáról beszélnünk, hanem ez csak bizonyos meghatározott résztartományok uniójáról mondható el, akkor a rendszerről nem mondható el, hogy tetszőlegesen finomítható, minekutána benne nem értelmezhető

a topologikus térnek bázisa. (Nem teljesül ugyanis az a követelmény, hogy tetszőleges t tudománytartomány tetszőleges őt tartalmazó $t \subseteq T_1(t)$ és $t \subseteq T_2(t)$ tágabb tudománytartományaihoz mindig található legyen $T_3(t) \subseteq T_1(t) \cap T_2(t)$, $t \subseteq T_3(t)$ tudománytartomány a rendszeren belül, valamint hogy tetszőleges $t_2 \subset T_1$ tudománytartományhoz található legyen a rendszeren belül $t_2 \subseteq T_2(t_2) \subseteq T_1$ tulajdonságú T_2 tudománytartomány.[70])

Meg kell jegyeznünk, hogy a bázis, illetve a bázisképzéshez szükséges tulajdonságok hiánya nem jelenti egyúttal azt is, hogy az ábrázolt rendszer nem elégíti ki a topologikus téralkotás feltételeit sem. Matematikai értelemben ugyanis a hiányzó résztartományok jelen vannak, a tudományos kérdések halmazai tetszőlegesen finomíthatóak, csak nem tekintjük a belőlük alkotható tetszőleges halmazokat önálló tudománytartománynak, vagyis rendszerképző szempontjainknak megfelelően önkényesen – de a rendszer objektív sajátosságainak megfelelően – zárjuk ki őket a halmazelméletileg lehetséges összes tartományok közül.

A rendszernek topologikus térben való ábrázolása elvi jelentőségű és a rendszer tulajdonságainak teljesen általános tárgyalását teszi lehetővé. A rendszer közelebbi vizsgálata azáltal válik lehetővé, ha szűkítjük a modellezéshez szóba jöhető topologikus terek körét oly módon, hogy további kikötéseknek vetjük őket alá, megvizsgálva, hogy az így nyert topologikus terek adekvát megfelelői-e még az általunk vizsgált rendszernek. Hogy a szóba jöhető topologikus terek köre csak bizonyos határokon belül szűkíthető, ezt mutatja az a tény is, hogy a tudomány-rendszerben értelmezett topologikus térben nem értelmezhető bázis (nem jelölhetők ki olyan tudománytartományok, hogy bármely tudománytartomány ezekbe tartozók uniójaként előállítható legyen), így megszámlálható bázisa sincs. Márpedig a topologikus terek – általában – csak akkor képezhetők le metrikus térre, akkor metrizálhatóak, ha megszámlálható bázissal rendelkeznek. Ha figyelembe vesszük, hogy a modell-struktúráknak két nagy osztályát különböztetjük meg – topologikusakat és metrikusakat –, melyek közül utóbbiak az előbbiek speciális eseteiként értelmezhetők, beláthatjuk, hogy szükséges volt egy a metrikus struktúráknál általánosabb, tehát topologikus modellt értelmezni (tekintet nélkül arra, hogy az adott rendszeren belül amúgy sem értelmeztünk volna metrikát).

Ha megnézzük, hogy a rendszer egésze milyen szétválasztási követelményeknek tesz eleget, azt találjuk, hogy a tudománytartományokon értelmezett bonyolult tartalmazási relációk következtében teljes általánosságban egyiknek a teljesülése sem mondható ki. Teljes általánosságban ugyanis nem jelenthetjük ki, hogy bármely két tudománytartomány közül legalább az egyik része egy olyan tudományos tartománynak, amelyik a másikat nem tartalmazza. Így a tudományok rendszerének topologikus tere nem tekinthető normáltnak sem, s eszerint nem is metrizálható.

Szerencsére a gyakorlatban szükséges tudományrendszerezésekhez nincs szükségünk a tudományok teljes komplexitásában értelmezett rendszerére. Ezért igen fontos szerepet játszanak a tudománystruktúra metszetei. Modellünkben a tudománystruktúra metszetei alatt azon tudományos tartományokat értjük, amelyek együttesen lefedik a tudomány egészét, vagy egy nagyobb területét, s egymással tartalmazási relációban nem állnak. Természetesen részleges átfedések itt is lehetségesek. Ezek közül is különös szerepet játszanak azok a metszetek, amelyek diszjunkt módon lefedik a tudomány egészét.

[70]) Alekszandrov, P. Sz.: i. m. 199.

Ilyenek több szinten képezhetők. Minél mélyebb és differenciáltabb metszetet készítünk, ezek pontossága a határterületek növekvő aránya miatt annál kétségesebb. Pl. az élettelen anyaggal foglalkozó tudományok + az élő anyaggal foglalkozó tudományok + társadalomtudományok metszet minden hiányossága ellenére pontosabb, mint az ontológiailag mélyebb szintet tükröző fizika + kémia + biológia + történettudományok + stb. metszet. (Metszetek természetesen nem csak ontológiai aspektusból készíthetők!)

A tudomány-rendszer metszeteire, ha a szétválaszthatóság második követelménye már nem is, de az első biztosan teljesül. Eszerint egy metszetbe tartozó bármely két egymást nem metsző tudománytartomány közül bármelyikhez található a rendszeren belül a másikat nem tartalmazó tágabb tudománytartomány. Az ilyen tulajdonságú tudománymetszetek kielégítik a normáltság követelményét is.

Néhány példán bemutattuk – a matematikai egzaktság igénye nélkül – hogyan vizsgálhatók a rendszer-modellen az ábrázolt rendszer topologikus tulajdonságai. Az ennek során tett megállapítások kimondottan az adott rendszer sajátosságait tükrözik, más rendszerek topologikus tulajdonságai hasonló, sőt esetenként alaposabb matematikai diszkusszióval határozhatók meg. Konkrét tudománystruktúra vizsgálatoknál szükségessé válik alaposabb matematikai tárgyalás is.

7. A TOPOLOGIKUS RENDSZER-MODELL ÉS A HÁLÓSTRUKTÚRÁK

Amint azt az előbbiekben említettünk az algebrai struktúrák közül a hálóstruktúrák gráfjai állnak legközelebb a legszélesebb értelemben vett tudomány-rendszer-modellhez. Ezért most röviden bemutatjuk miként képezhető le topologikus rendszerünk izomorf módon egy hálóstruktúra gráfjára.

A hálóstruktúrák gráfjai részlegesen rendezett elemek halmazának ábrázolására alkalmasak. A háló elemei egy gráf pontjai. Egy részleges rendezési relációnak pedig a tudománytartományok között valamely aspektusból értelmezett, teljes, vagy parciális tartalmazási reláció felel meg. Minden tudománytartománynak megfelel a gráf egy-egy pontja. A háló egységeleme a legszélesebb értelemben vett tudomány egésze. A hálónak zéruseleme és atomjai nincsenek, miután a rendszerben tovább nem tagolható tudománytartományokat nem értelmeztünk. Bármely tudománytartománynak megfelelő gráfpontot élek kötnek össze mindazon gráfpontokkal, amelyeknek megfelelő tudománytartománynak az adott tudománytartomány valamely szempontból része (ez felel meg a hálóképzés axiómáiban értelmezett egyesítés műveletének), továbbá mindazon gráfpontokkal, amelyeknek olyan tudománytartomány felel meg, amely valamely aspektusból részben vagy egészében besorolható az adott tudománytartomány alá. A tudomány fejlődése során új gócosodási pontok s új élek keletkezhetnek a háló gráfjában. Pl. a mai tudománystruktúra hálójának felvázolásához az egyik lehetséges út, hogy az ókori görög tudomány viszonylag egyszerű hálójából fokozatosan felépítjük a mai tudomány hálóját. Természetesen kiindulhatunk a ma létező tudománytartományok halmazából is és ezekhez keressük meg a megfelelő értéket. A mai tudomány struktúrája, a többféle aspektusnak megfelelően egy sokdimenziós hálóval ábrázolható. (A dimenziók száma több, mint a figyelembe vett aspektusoké!)[71] A tudomány különböző osztályozásai, egyes aspektusok-

[71] Ld. a 10. sz. jegyzetet!

nak megfelelő rendszerezései, metszetei a háló különböző metszeteiként nyerhetők. A háló különböző metszetei olyan hálóelemekből képezhetők, amelyek nincsenek élekkel összekötve, legalábbis a domináns aspektusnak megfelelő éllel nem. Így a hagyományos tudományrendszerezések rendre előállíthatók e modell határeseteiként. Egyúttal alkalmunk nyílik arra, hogy néhány átfogó általánosságú tudományterület – mint amilyen a rendszerelmélet is – vitatott helyét a rendszeren belül több aspektus tükrében, több metszetben megvilágítsuk. A topologikus tér tulajdonságai vizsgálatának helyébe itt az a feltétel lép, vajon a háló, illetve részhálói milyen korlátozó kikötéseknek (pl. disztributivitás, modularitás stb.) felelnek meg.

Tekintettel arra, hogy a tudomány tartományait igen szélesen értelmeztük, a szűk tudományos kérdésektől az összefoglaló diszciplínákig, s az egyes vizsgálati irányoktól az átfogó módszerekig, így a háló gráfjának élei az egységelemtől távolodva a tudomány rendszerén belüli sokrétű kapcsolatok kifejezői is. Eltértünk ugyanis attól a hagyománytól, hogy azonos típusú elemként csak egymással összemérhető diszciplínákat jelölünk meg, ennek modellünkben egy-egy metszet elemei felelnek meg. A háló viszont alkalmas modell arra, hogy demonstrálja, egy rendszeren belül, ugyanazok az elemek több metszetben is megjelenhetnek. A hálóstruktúrával történő ábrázolás sem alkalmas azonban arra, hogy egy-egy tudományterület súlyát (kutatási bázis, ráfordítási igény, kutatott terület ontológiai szélessége, fontossága, eredményessége, az elért eredmények mélysége stb. szerint) érzékeltesse. Mindezek alapján mégis azt mondhatjuk, hogy a hálóstruktúrák jó közelítéssel megfelelnek a tudomány minőségi jellemzőire épülő topologikus rendszermodell adekvát algebrai leképezésére.

III

8. A TUDOMÁNY TOPOLOGIKUS RENDSZER-MODELLJÉNEK FELÉPÍTÉSE

Hogyan vázolható fel egy tudomány-rendszer-modell? A tudományos tartományok köre olyan széles, hogy egyetlen modellben ábrázolni a tudomány egészét csak elvileg lehetséges. A tudományterületek egy véges, egyidejűleg tárgyalható és gyakorlatilag használható köréről azonban praktikus és az előbbiekben vázolt követelményeknek megfelelő rész-modellek és többirányú metszetek készíthetők. Ezek után tetszőlegesen bővíthetők a rendszer egésze felé.

Egy ilyen rész-modell az eddigi fogalmi előkészítés után viszonylag könnyen felvázolható. Először számba kell vennünk a rendszerbe felveendő tudománytartományok körét. Azután ezeket egyenként sorra véve az egyes aspektusoknak megfelelően külön-külön meg kell határoznunk egymáshoz képesti topologikus viszonyaikat: részleges vagy teljes átfedéseiket, egymásba tartozásukat, s ezek természetét. Ezeket aspektusonként egy-egy hálódiagramon ábrázolhatjuk, egyszerűbb esetekben közös hálón is. Ezután kiválaszthatók a kívánalmaknak megfelelő szintű metszetek is. A grafikus ábrázolás azonban nem helyettesítheti a rész-rendszer topologikus viszonyainak kvalitatív leírását.

A következőkben megkíséreljük egy egyszerű példán alkalmazni a vázolt rendszerezési módszert. Erre több lehetőség kínálkozik. Ilyen lehetne a tudomány egy metszetének vizsgálata, például a hazai kutatási-fejlesztési (K+F) statisztika nómenklatúrája, vagy más hasonló rendszerű osztályozás alapján, vagy pedig egy tudományág tartományainak

hierarchikus elemzése többféle aspektus alapján (amint ezt Bóna E. tette a „Kémiai tudományok és kutatási ágak rendszerezési kérdései" c. könyvében[72]). Jelen tanulmányunkban a tudomány egészének vázát – a hálóstruktúra egységelemének környezetét – tesszük vizsgálat tárgyává. Példánk mindössze bevezető áttekintés kíván lenni a topologikus jellemzés alkalmazására, amely nem igényel bonyolultabb apparátust, de illusztrálja a probléma összetettségét, s egyúttal ráirányítja a figyelmet a tudományirányítás egyik kritikus pontjára is. Ez a választás egyúttal alkalmat ad két aspektus – nevezetesen az ontológiai és a funkcionális – egyidejű figyelembevételének bemutatására is.

A klasszikus tudományosztályozások elsősorban ontológiai felosztások voltak – az egyes tudományokat az anyagi valóság általuk vizsgált szférái szerint osztották fel – s ez dominál a tudomány egészének felosztásában is sőt az ún. klasszikus diszciplínák elkülönülésében is. Ha hálóstruktúrákban gondolkodunk, a tudomány egészét tekintjük a háló egységelemének, s ennek felosztásait a háló további elemeinek. Kiindulásunk jogosságát az indokolja, hogy a tudományt mint olyant egységes egésznek tekintjük. Hadd hivatkozzunk ezzel kapcsolatban Lukács Györgyre, aki az esztétikai szféra széttagoltságával szemben a tudományról a következőket írja: „. . . . bármilyen önálló úton haladnak is a tudományok és bennük az egyedi kutatások, tendenciálisan mégis csak egy tudomány létezik, a tárgyi világ egységes magánvalóságának minden oldalról összefutó megközelítése . . ."[73]

Az ily módon egységesen kezelt tudománynak hazai tudományirányítási rendszerünkben többféle felbontása létezik, amelyek mindegyike igényt tart arra, hogy terjedelmileg a tudomány egészét lefedje. Ezeket külön-külön a rendszer egy-egy metszetének tekintjük, amelyeknek egymáshoz való topologikus viszonya egyenkénti vizsgálatot igényel.

A tudományirányítás országos felelőssége tekintetében, továbbá a K + F statisztikában 5 tudományágról beszélünk: természettudományok, társadalomtudományok, műszaki tudományok, agrártudományok és orvostudományok. Bizonyos vonatkozásban szoktunk két tartományú felosztásról is beszélni, előbbiek közül az első kettőt alaptudományoknak az utóbbi hármat pedig alkalmazott tudományoknak nevezzük, bár kisebb-nagyobb átlapolások rontják a hozzárendelés egyértelműségét. Az 5 tartományú osztályozásban az ontológiai szempontok mellett feltétlenül szerepet kaptak funkcionális szempontok is.

Az MTA felelőssége alatt művelt kutatások irányítása 3 tartományú felosztáson alapszik. Ezek szigorúan ontológiai felosztás alapján: az élettelen természettel foglalkozó tudományok, az élő természettel foglalkozó tudományok és a társadalomtudományok. Érdemes ezeknek az előbbiekhez való viszonyánál néhány gondolat erejéig elidőzni. Ez a felosztás abból indul ki, hogy elvileg az Akadémia kutatóhálózata az országban intézeti keretek között végzett alapkutatásokat öleli fel, így irányításában is a természet- és a társadalomtudományok kaptak helyet. Egyrészt azonban az Akadémia égisze alatt is folynak alkalmazott kutatások, másrészt viszont a műszaki, agrár-, és orvostudományoknak is vannak alapkutatási feladataik. Így kerültek besorolásra az élettelen természettel foglalkozó tudományok alá műszaki, az élő természettel foglalkozó tudományok alá agrár- és orvostudományok is. A tudomány ágazati irányítását bonyolítják a következő

[72] Ld. a 14. sz. jegyzetet!

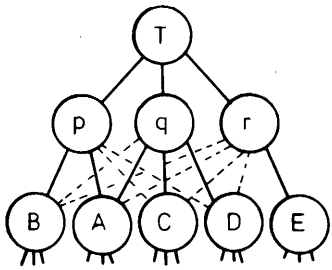
[73] Lukács György:„Az esztétikum sajátossága", Röv. kiadás, 82.

tényezők is: más tárcáknál is folynak az alkalmazott kutatások mellett alapkutatások; egyes diszciplínák, mint pl. a földrajz, eleve interdiszciplinárisak, ontológiailag nem, hanem csak funkcionálisan sorolhatók be egy irányítási rendszerbe; egyes ágazati gazdasági intézetek éppúgy tekinthetők társadalomtudományinak, mint az adott ágazathoz tartozónak; a régebben csak a természettudományokban alkalmazott matematika ma már a társadalomtudományokban – elsősorban a szervezéstudományokban – is elfoglalta a helyét; az irányítási rendszerben a funkcionális szempontoknak megfelelően intézményi besorolás szerepel, amely egy-egy kutatóhelyhez tudománytartományként annak fő profilját rendeli hozzá, elhanyagolva ezzel az ott folyó egyéb kapcsolódó kutatásokat. Ezek a tényezők abból fakadnak, hogy a tudomány irányítása igyekszik kiküszöbölni az átfedéseket, egy síkra vetíteni a bonyolult rendszert.

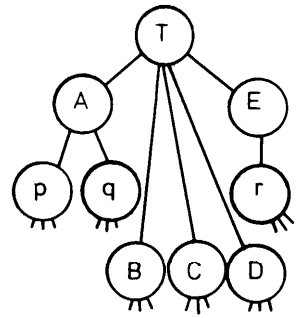
Topológiailag ezek a felosztások egyenként mind egyértelműen lefedik a tudomány egészét, egymással összevetve azonban bonyolult részleges tartalmazási relációkhoz, átfedésekhez vezetnek. Hálóstruktúrában ezek a topologikus viszonyok egy olyan részleges rendezési relációban fejeződnek ki, amelyben az egyes elemek több másikhoz kapcsolódnak (több követési feltételnek tesznek eleget) és kölcsönösen részben tartalmazzák egymást. Csak a 3 és az 5 tartományú felosztást figyelembe véve a következőket nyerjük. Az 5 tartományú felosztásból a természettudományok részben az élettelen, részben az élő természettudományok tartományába tartoznak a 3 tartományú felosztás szerint, de egy részük, pl. a földrajztudományok társadalmi vonatkozású területei e másik bontásban a társadalomtudományokhoz sorolhatók. A műszaki tudományok nemcsak egyértelműen az élettelen természettel foglalkozó tudományok közé, az agrár- és az orvostudományok pedig az élő természettel foglalkozó tudományok közé sorolhatók, némi átfedések lehetnek, pl. az agrárgépészet; gyógyszerkutatás; egészségvédelem társadalmi tényezői stb. esetében. E bonyolult topológiai viszonyokat két dimenzióban ábrázolni nem is tudjuk.

Látható, hogy még az ilyen általános, kevés elemet tartalmazó metszet is számos nem-egyértelmű hovatartozási problémát vet fel, s így válik érthetővé, hogy a szaktudományos gyakorlatban, minősítésben, oktatásban miért oly gyakoriak az egyes tudománytartományok besorolása, elhelyezése körüli viták. A különböző aspektusok alkalmazása az egysíkú metszetet követelő tudományosztályozásokat olyan ellentmondás elé állíthatja, amelyet a fenti példa mutat: a két felosztás egybevetésében az élettelen természettel és az élő természettel foglalkozó tudományok a természettudományok alá tartoznak, míg a másik aspektusból a természettudományok a műszaki, agrár- és orvostudományokkal együtt e kettő alá sorolnak be. E két aspektusnak megfelelő hálóstruktúra metszet a következőképp ábrázolható:

I



II



T tudomány
A természettudomány
B műszaki tudomány
C orvosi tudomány
D agrártudomány
E társadalomtudomány

p élettelen természettel foglalkozó tudomány
q élő természettel foglalkozó tudomány
r társadalomtudomány

Kétdimenziós ábrázolásban e két hálómetszet nem vethető egybe. Ugyanazon terminusokat (mint pl. „természettudomány") a két aspektusnak megfelelő bontásban nem egyforma értelemben használjuk, s csak e kettős értelmezések terjedelmi feloldása útján válik lehetővé a kettő egybevetése. E jelentéstartalmak terjedelmi feloldásának bonyolultságát láttuk fentebb, amikor topologikus viszonyaikra mutattunk rá.

Számos további tudományosztályozást ismerünk, amelyek különböző funkciók ellátására készültek, terjedelmileg szintén lefedik a tudomány egészét, s a maguk szférájában igényt formálnak arra, hogy a tudomány minden további résztartománya bennük egyértelműen elhelyezhető legyen.

Az MTA osztálystruktúrája 10 tudományos osztályba sorolja be – az általuk művelt tudományterületek szerint – az Akadémia tagjait. A 10 osztályhoz 117 tudományág tartozik,[74] de ezek igen egyenetlenül fedik le a Magyarországon művelt tudománytartományokat: míg pl. a biológiai tudományok 16 további tudományágra bomlanak, addig a matematika vagy a fizika egyetlen tovább nem bontott tudományágként szerepel a 117 között.

A Tudományos Minősítő Bizottság 24 tudományágban ítél oda tudományos fokozatokat.[75]

A KSH által készített statisztika az 5 tudományágat korábban 48,[76] a korszerűsített statisztika 83[77] ágazatra és alágazatra bontja. A különböző országok nemzeti statisztikái, valamint a nemzetközi szervezetek (KGST, UNESCO) mind ettől eltérő tudományosztályozásokat alkalmaznak.

[74] „A Magyar Tudományos Akadémia Almanachja", 1976.
[75] Ld. a 74. sz. jegyzetet!
[76] „Tudományos Kutatás 1974.", Statisztikai K. 1976.
[77] „Tudományos Kutatás 1975.", Statisztikai K. 1977.

A tudományos információfeldolgozásban, -tárolásban és -szolgáltatásban betöltött igen fontos szerepe miatt itt kell megemlítenünk az Egyetemes Tizedes Osztályozást. Az ETO ma a világ könyvtárhálózatában a legelterjedtebb, nemzetközileg is elismert tudományosztályozás, számos hátránya, aránytalansága ellenére az információfeldolgozó és -kereső gyakorlatban igen használhatónak bizonyult. Rendszertani előnyei közül ki kell emelnünk nyitottságát minden újabb bővítés felé, a decimális osztályozásban rejlő finomítási lehetőségeit, s a határterületek esetében megoldott a többszörös besorolás lehetősége is. Az alapfelosztás ugyan vegyes szempontok alapján történt (első decimális jegyek), de a további decimális jegyekben jelentkező finomításokat már a szaktudományos gyakorlat vezérelte.

Az említett osztályozások rendszerező elemzésével a bennük szereplő tudománytartományok nagy száma és messzevezető bonyolult terjedelmi-topológiai viszonyai miatt e helyütt nem foglalkozunk, példáink illusztratív jellege miatt ez nem is célunk. Csak rámutatunk arra, hogy további felosztás alapjául szolgálhatna még: az országban található intézményi (kutatóhelyi) struktúra, a tanszéki struktúra, az oktatási intézmények tantárgyi struktúrái, bár ezek valamennyien bizonyos mértékig torzak, továbbá ilyenek lehetnek még a különböző lexikonok, enciklopédiák, szótárak címszavai is.[78] Bizonyos célú rendszerezéseknél ezeken kívül figyelembe kell venni a Magyarországon nem művelt tudománytartományokat is (pl. sarkkutatás, oceanográfia stb.). A tudomány egészét átfogó rendszerezéseken kívül érdekes eredményekkel szolgálhatnak az egyes diszciplínák rendszerezései is (pl. filozófiai tudományok vagy kémiai tudományok[79] stb.).

Szeretnénk még egyszer hangsúlyozni modellünk kísérleti jellegét, ami magában foglalja a további részletesebb kimunkálás szükségességét is. Ez csak több konkrét parciális tudomány-rendszer-modell vizsgálata útján lehetséges. Számos parciális topologikus rendszer-modell felvázolása és vizsgálata után dönthetjük el véglegesen, hogy az alkalmazott ábrázolási modell, elvi jelentőségén túlmenően, tud-e valóban lényeges többletismeretet nyújtani számunkra a megismerendő rendszerről. Annyit mindenesetre bizonyosan mondhatunk, hogy a kvalitatív tulajdonságok topologikus ábrázolása a tudomány-rendszer elemei közötti kölcsönhatások, összefüggések és a rendszerező aspektusok gazdagabb tükrözését teszi lehetővé. Az itt tárgyalt leírás elsősorban metodológiai koncepcionális alátámasztást kívánt nyújtani a további ilyen irányú munkákhoz.

[78] Ld. a 10. sz. jegyzetben idézett cikket!

[79] Ld. a 14. sz. jegyzetet!